







رمضان كريم

تَقَبَّلْ اَللّٰهُ مِنَّا وَمِنْكُمْ صَالِحِ الْاَعْمَالِ

شَهْرُ رَمَضَانَ الَّذِي أُنْزِلَ فِيهِ الْقُرْآنُ

ماه رمضان ماهی است که در آن، قرآن فرو فرستاده شده است.

سوره بقره، آیه ۱۸۵



فصل نامه علمی دانشجویی بسامد

صاحب امتیاز

انجمن علمی محیط زیست و انرژی های نو دانشگاه تبریز

شماره مجوز: ۹۸۷ ک.ن.ت تاریخ اخذ مجوز: ۱۴۰۰/۳/۵

مدیر مسئول: فرزین امین زاده قوی فکر

سر دبیر: ستاره گاراژیان

دبیر علمی: امیرحسین معبودی

دبیر خبری: فرحان مجیدی اوصالو

دبیر فرهنگی: هادی مجدی

ویراستار علمی و فنی: ستاره گاراژیان

طراحی گرافیکی: فرزین امین زاده قوی فکر

هیئت تحریریه (به ترتیب حروف الفبا):

فرزین امین زاده قوی فکر، پویا کرباسیان، ستاره گاراژیان، فرحان مجیدی و
امیرحسین معبودی

سخن سردایر

با سلام خدمت شما همراهان گرامی؛

سومین شماره‌ی بسآمد در حالی به نگاه ارزشمند شما مزین شده که تغییرات کوچکی در تیم ما رخ داده است. با صلاحدید اعضای تیم که اکثرن اعضای انجمن علمی دانشجویی مهندسی محیط زیست و انرژی‌های نو واقع در دانشکده‌ی مهندسی مکانیک دانشگاه تبریز هستیم، از این شماره به بعد صاحب امتیازی از شخص به این انجمن منتقل شده و عمده‌ی مطالب نشریه پیرامون حوزه‌های انرژی، محیط زیست و مهندسی مکانیک و علوم مربوطه خواهد شد.

این در حالی‌ست که تیم ما تفاوت چندانی از منظر محتوایی حس نمی‌کند، چرا که همچنان ما بسآمدی‌ها معتقدیم همه چیز بهم مربوط می‌شوند و علم و زندگی مانند رشته‌ای درهم‌تنیده‌اند. و پاسخ بسآمد به پرسش‌هایی چون پرسش لورانتز، هواسناس و ریاضی‌دان آمریکایی، که برای اشاره به نظریه‌ی مشهورش "اثر پروانه‌ای"، بیان شد: "آیا بال زدن یک پروانه در برزیل می‌تواند باعث وقوع طوفانی در تگزاس شود؟" قطعاً "بله" است. از این قبیل سوالات و جملات و حقایق که هر چند گاه یک بار با اثبات و چرایی بیان می‌شود، کم نیست. در دنیای پرشتاب امروز، جایی که زمین زیر گام‌های توسعه‌ی بی‌وقفه، داغ‌تر از همیشه می‌سوزد، پرسش اساسی دیگری نیز پیش‌روی ماست: علم و فناوری، ناجی این سیاره خواهد بود یا عامل تسریع در نابودی‌اش؟

این شماره از مجله، سفری است میان شعله‌های زمین و نسیم سبز امید؛ جایی میان شعور انسانی و صدای ناآرام طبیعت، مانند تصویر روی جلد که نمادی‌ست از واقعیتی بی‌پرده: زمینی شعله‌ور که هنوز در دل دشت‌های سبز، به امید جوانه زدن فناوری‌های پاک چشم دوخته است. در این میان، پیشرفت فناوری و گستره‌ی تکنولوژی، تنها ابزار نیستند؛ آن‌ها یادآور مسئولیتی هستند که نسل ما بر دوش دارد. ما باید فراتر از مصرف‌کنندگان علم باشیم؛ باید نگهبانان زمین باشیم، با دانشی که نه برای سلطه، بلکه برای نجات به کار می‌آید. اکنون که طی کوشش‌هایی در پاییز و زمستان سال ۱۴۰۳ هجری خورشیدی، موفق به انتشار شماره‌ی سوم فصلنامه‌ی بسآمد به محضر شما عزیزان شدیم، بر خود لازم می‌دانم تا حلول ماه پربرکت رمضان و فرارسیدن سال نو خورشیدی را تبریک و تهنیت عرض کنم. تقارن بهار دل‌ها با بهار طبیعت، طلوعه‌ای فرخنده و امیدبخش است؛ امید که بر دل‌های ما نیز نو شود صفا و روشنایی.

از شما مخاطبان گرامی درخواست دارم در این روزهای پربرکت، ما را نیز از دعای خیرتان بی‌نصیب نگذارید، باشد که در مسیر آگاهی، آفرینش و مسئولیت‌پذیری بیشتر گام برداریم. این شماره را تقدیم می‌کنیم به تمام ذهن‌هایی که در پی هم‌زیستی‌اند، نه تسلط؛ به تمام قلب‌هایی که هنوز برای زمین می‌تپند.

ستاره گاراژیان

پاییز و زمستان ۱۴۰۳



ساقیا آمدن عید مبارک باد



شاهکار مهندسی

۱

کاویتاسیون

۴

پنل خورشیدی

۸

سیر در تاریخ

۱۳

تبدیل‌کننده‌های حرارت جذبی

۱۸

معرفی کتاب

۲۴

احیای انرژی از ارتعاشات؛ گامی برای آینده‌ای سبزتر

۲۶

بسامد ۳



Welcome To

BASAMAD

STUDENT MAGAZINE

مقدمه

در تاریخ مهندسی، برخی پروژه‌ها به عنوان شاهکارهای فنی و مهندسی شناخته می‌شوند. یکی از این موارد، جایجایی ساختمان ۱۱۰۰۰ تنی شرکت تلفن ایندیانا بل در سال ۱۹۳۰ است. این عملیات نه تنها یک چالش فنی فوق‌العاده بود، بلکه نمونه‌ای درخشان از مهارت‌های مهندسی در دوران خود محسوب می‌شود. در فاصله زمانی بین ۱۲ اکتبر تا ۱۴ نوامبر ۱۹۳۰، یکی از شاهکارهای بزرگ مهندسی مدرن در ایندیانا، آمریکا رخ داد و تیمی از معماران و مهندسان، یک مرکز تلفن هشت طبقه را به میزان ۹۰ درجه جابجا کردند. این در شرایطی بود که اختلالی در فعالیت های این مرکز ایجاد نشد و ۶۰۰ کارمند آن داخل ساختمان مشغول کار خود بودند.

مدیریت این عملیات را جان پی. آیکلی جونیر (John P. Eichleay Junior)، یکی از متخصصان برجسته در زمینه جابجایی سازه‌ها، بر عهده گرفت. او بنیان‌گذار شرکت Eichleay Engineers بود که در اجرای پروژه‌های مشابه تخصص داشت و هدایت این شاهکار مهندسی را بر عهده گرفت.

چگونه این عملیات انجام شد؟

ساختمان ایندیانا بل با اسکلتی از جنس فولاد و دیوارهای آجری ساخته شده بود و ابعاد آن تقریباً ۱۰۰ در ۱۳۵ فوت (۳۰ در ۴۱ متر) بود. برای حفظ خدمات تلفن بدون وقفه، هزاران کابل و لوله، از جمله لوله‌های آب و گاز، به شکلی انعطاف‌پذیر و با طول زیاد طراحی شدند.

در مرحله بعد، این ساختمان با استفاده از چندین جک هیدرولیک به اندازه حدود یک چهارم اینچ (تقریباً یک سانتیمتر) بلند شد و روی غلتک‌های هیدرولیک قرار گرفت. سپس با سرعتی معادل ۴۰ سانتیمتر در ساعت جابجا شد. نیروی لازم برای این جابجایی توسط جک‌های هیدرولیک دستی تأمین می‌شد که با یک موتور بخار پشتیبانی می‌شدند.



کارمندان مشغول کار در شرکت

برنارد ونگات اول (Bernard Vonnegut I) به همراه دیگر معماران آلمانی-آمریکایی، طراحی ساختمان ایندیانا بل را بر عهده داشتند. این ساختمان در سال ۱۹۰۷ برای شرکت تلفن اتحادیه مرکزی (Central Union Telephone Company) ساخته شد. در سال ۱۹۲۹، این شرکت توسط ایندیانا بل (Indiana Bell Telephone Company) خریداری شد.

مدیران شرکت تصمیم به توسعه ساختمان اداری خود گرفتند. در آن زمان، ایندیانا بل حدود ۶۰۰ کارمند داشت که بخش عمده‌ای از آنها در مراکز تماس دستی مشغول به کار بودند. در ابتدا، مدیران شرکت قصد داشتند ساختمان را تخریب کرده و یک سازه بزرگ‌تر با ظرفیت بیشتر بسازند اما مشکل بزرگی وجود داشت و آن این بود که ساختمان فعلی نمی‌توانست تخریب شود زیرا فعالیت‌های شرکت تلفن باید بدون وقفه ادامه می‌یافت.

کرت ونگات سنیور، پسر برنارد ونگات و معمار برجسته، پیشنهاد جابجایی کل ساختمان را مطرح کرد. او راهکاری ارائه داد که نه تنها از تخریب جلوگیری می‌کرد، بلکه اطمینان می‌داد خدمات تلفنی و زیرساخت‌های حیاتی شرکت بدون وقفه ادامه پیدا کنند. بنابراین مدیران شرکت تصمیم گرفتند که ساختمان را به طور کامل و بدون ایجاد اختلال در خدمات، ۱۶ متر به سمت جنوب جابجا کنند. پس از تایید این پیشنهاد، فرآیند برنامه‌ریزی و جابجایی آغاز شد.

ساختار ساختمان یا سیستم‌های داخلی آن نگذارد.

زمان‌بندی دقیق

این جابجایی طی ۳۴ روز انجام شد و در نهایت، ساختمان در مکان جدید خود قرار گرفت.

جابجایی ساختمان ایندیانا بل در سال ۱۹۳۰ یکی از مهم‌ترین و مهیج‌ترین عملیات‌های مهندسی در قرن بیستم بود. این پروژه نشان داد که خلاقیت، دقت، و فناوری می‌توانند چالش‌های بزرگ را به فرصت‌های منحصربه‌فرد تبدیل کنند. این پروژه نمونه‌ای از نبوغ مهندسی بود. این پروژه نشان داد مهندسی برای هر کاری راهی می‌تواند بسازد. در طول اجرای این پروژه شرکت ایندیانا بل نه تنها از تخریب جلوگیری کرد، بلکه اطمینان حاصل کرد که خدمات به مشتریان قطع نشود. همچنین این پروژه الهام‌بخش پروژه‌های آینده نیز شد. این جابجایی راه را برای پروژه‌های بزرگ‌تر در زمینه جابجایی سازه‌ها و بناهای تاریخی باز کرد.



جهت مشاهده اطلاعات بیشتر در مورد این موضوع بارکد فوق را اسکن کنید.

جالب اینجا بود که کارمندان ایندیانا بل در طول این عملیات، کارهای روزانه خود را به طور عادی انجام می‌دادند و از طریق یک مسیر متحرک چوبی که همزمان با چرخش ساختمان جابجا می‌شد، وارد و خارج می‌شدند. در طول یک ماه، ساختمان ۱۶ متر به سمت جنوب حرکت کرد، سپس ۹۰ درجه چرخید و بعد ۳۰ متر به سمت غرب جابجا شد تا نهایتاً رو به خیابان مریدین قرار بگیرد.

در طول این عملیات، شرکت ایندیانا بل حتی یک روز کاری را از دست نداد و هیچ اختلالی در خدمات مشتریان ایجاد نشد. پس از اتمام جابجایی، این ساختمان تا سال ۱۹۵۷ به فعالیت خود ادامه داد و سرانجام در سال ۱۹۶۳ تخریب شد تا ساختمانی بزرگ‌تر جایگزین آن شود.

جابجایی چنین ساختمان عظیمی از نظر فنی هم پیچیدگی‌های خاصی داشت که نیازمند دقت زیادی بود در این عملیات استفاده از روش‌های زیر کمک گرفته شد.

استفاده از جک‌های هیدرولیکی و ریل‌ها تیم مهندسی ساختمان را روی ریل‌های فولادی و جک‌های هیدرولیکی قرار دادند. این جک‌ها به تدریج ساختمان را بالا آورده و روی یک سیستم ریلی قرار دادند.

حرکت تدریجی و کنترل شده

ساختمان به آرامی و با سرعتی در حدود ۳۸ میلی‌متر در ساعت حرکت داده شد. این فرآیند به گونه‌ای تنظیم شده بود که تأثیری روی

کاویتاسیون

پویا کرباسیان

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک

مقدمه

در این متن قصد داریم که تا در مورد یک پدیده نام کاویتاسیون صحبت کنیم و به معرفی آن و اثراتی که دارد بپردازیم. پدیده کاویتاسیون از جمله پدیده‌هایی است که در پمپ‌ها مخصوصاً پمپ‌های گریز از مرکز به طور معمول اتفاق می‌افتد. فرایند کاویتاسیون در هر نوع توربو ماشین هیدرولیکی مانند انواع پمپ‌ها و توربین‌ها می‌تواند رخ دهد.

کاویتاسیون یک پدیده فیزیکی است که در آن حباب‌های بخار یا گاز در یک مایع تشکیل می‌شوند و سپس به سرعت فرو می‌پاشند. این پدیده معمولاً در سیستم‌های هیدرودینامیکی مانند پمپ‌ها، پروانه‌های کشتی، توربین‌ها و حتی در طبیعت (مانند حرکت سریع آب در رودخانه‌ها) رخ می‌دهد. کاویتاسیون می‌تواند باعث ایجاد صدا، لرزش، خوردگی سطحی شود.

به طور ساده‌تر کاویتاسیون، که با نام‌های دیگری همچون حباب‌زایی، خوردگی و حفره‌سازی نیز شناخته می‌شود، فرآیندی است که طی آن، در ناحیه‌ای از مایع با فشار پایین، حباب بخار شکل می‌گیرد و سپس این حباب دچار ترکیدگی شده و انرژی از خود آزاد می‌کند.

پدیده کاویتاسیون ممکن است در هر توربو ماشینی که با سیالات کار می‌کند رخ بدهد.

کاویتاسیون با تشکیل حباب‌های بخار یا گاز در یک مایع آغاز می‌شود. این حباب‌ها زمانی تشکیل می‌شوند که فشار مایع به زیر فشار بخار آن مایع کاهش یابد. این کاهش فشار می‌تواند ناشی از افزایش سرعت جریان مایع (مانند عبور از یک ناحیه باریک) یا کاهش فشار محیط باشد. هنگامی که حباب‌ها به مناطق با فشار بالاتر منتقل می‌شوند، به سرعت فرو می‌پاشند. این فروپاشی باعث ایجاد امواج ضربه‌ای قوی می‌شود که می‌تواند به سطوح فلزی آسیب برساند. این فرآیند بسیار سریع است و در مقیاس میکروثانیه اتفاق می‌افتد.

اثرات مخرب کاویتاسیون

خوردگی سطحی

فروپاشی حباب‌ها نزدیک به سطوح فلزی باعث ایجاد تنش‌های موضعی شدید می‌شود. این تنش‌ها می‌توانند باعث ایجاد حفره‌های کوچک در سطح فلز شوند. با گذشت زمان، این حفره‌ها عمیق‌تر شده و می‌توانند منجر به شکست قطعات شوند.

لرزش و صدا

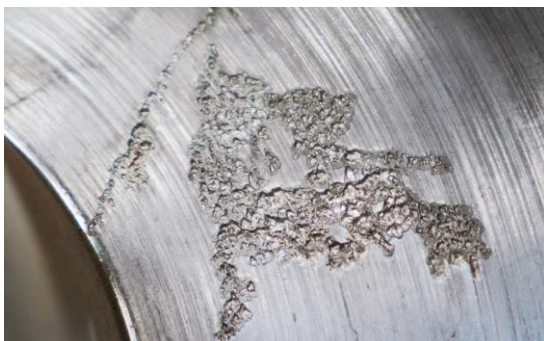
کاویتاسیون باعث ایجاد نوسانات فشار در مایع می‌شود که می‌تواند به لرزش تجهیزات و تولید صداهای بلند منجر شود. این صداها معمولاً به صورت تق تق یا خش خش توصیف می‌شوند.

کاهش بازدهی سیستم

در پمپ‌ها و توربین‌ها، کاویتاسیون باعث ایجاد جریان‌های آشفته و کاهش انتقال انرژی می‌شود. این موضوع بازدهی سیستم را کاهش داده و مصرف انرژی را افزایش می‌دهد.

خستگی مواد

تنش‌های ناشی از فروپاشی حباب‌ها می‌توانند باعث خستگی مواد و ترک خوردگی سطوح شوند. این پدیده به ویژه در تجهیزاتی که تحت بارهای متناوب کار می‌کنند، خطرناک است.



در مقابل اثرات منفی پدیده کاویتاسیون نکات مثبتی هم دارد که به چند مورد از آن اشاره می‌کنیم.

پزشکی

در روش لیتوتریپسی از امواج ضربه‌ای ناشی از کاویتاسیون برای شکستن سنگ‌های کلیه استفاده می‌شود. همچنین در فرآیندهای اولتراسونیک برای استریلیزاسیون و تخریب سلول‌های سرطانی نیز کاربرد دارد.

صنایع شیمیایی

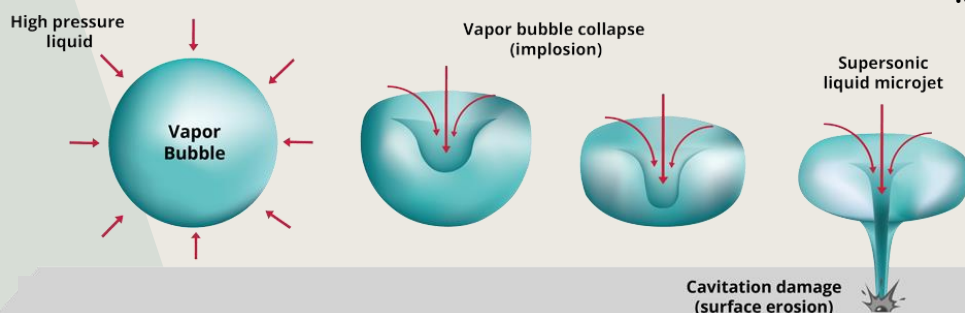
کاویتاسیون می‌تواند باعث بهبود واکنش‌های شیمیایی و افزایش سرعت فرآیندها شود. در سنتز نانوذرات و امولسیون‌ها نیز کاربرد دارد.

تمیزکاری سطوح

از امواج اولتراسونیک ناشی از کاویتاسیون برای تمیز کردن سطوح حساس مانند قطعات الکترونیکی استفاده می‌شود.

صنایع غذایی

در فرآیندهای همگن‌سازی و استریلیزاسیون مواد غذایی کاربرد دارد.



روش‌های جلوگیری از کاویتاسیون

برای کاهش یا جلوگیری از کاویتاسیون، می‌توان از روش‌های زیر استفاده کرد.

کاویتاسیون را کاهش دهد.

طراحی بهینه تجهیزات

طراحی پره‌های پمپ و پروانه‌ها به گونه‌ای که جریان مایع به آرامی و بدون ایجاد ناحیه‌های کم فشار حرکت کند. و استفاده از تجهیزات با سطح صاف و بدون زوایای تیز نیز در جلوگیری از کاویتاسیون موثر است.

افزایش فشار سیستم

با افزایش فشار در سیستم، احتمال کاهش فشار به زیر فشار بخار مایع کاهش می‌یابد.

کاهش سرعت جریان

کاهش سرعت جریان مایع می‌تواند از تشکیل حباب‌ها جلوگیری کند.

استفاده از مواد مقاوم

استفاده از مواد مقاوم در برابر خوردگی و خستگی می‌تواند آسیب‌های ناشی از

کنترل دما

کاهش دمای مایع می‌تواند فشار بخار آن را کاهش داده و احتمال کاویتاسیون را کم کند.

از نمونه‌های واقعی کاویتاسیون می‌توان به چند مورد زیر اشاره کرد:

پمپ‌های آب

در پمپ‌های آب، کاویتاسیون معمولاً در نزدیکی پروانه رخ می‌دهد و باعث ایجاد صدا و آسیب به پره‌ها می‌شود.

پروانه‌های کشتی

در پروانه‌های کشتی، کاویتاسیون می‌تواند باعث ایجاد حفره‌ها و کاهش کارایی حرکت کشتی شود.

سدها و توربین‌های آبی

در توربین‌های آبی، کاویتاسیون می‌تواند باعث خوردگی پره‌ها و کاهش بازدهی تولید انرژی شود.

به طور کلی می‌توان گفت کاویتاسیون یک پدیده مهم در مهندسی و علوم فیزیکی است که اثرات مفید و مضر دارد. درک دقیق این پدیده و کنترل آن در صنایع مختلف از اهمیت بالایی برخوردار است. با استفاده از روش‌های مناسب طراحی و نگهداری، می‌توان از اثرات منفی کاویتاسیون جلوگیری کرد و حتی از آن در کاربردهای مفید بهره برد.

پنل‌های خورشیدی

فرزین امین زاده

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک

مقدمه

با توجه به کمبود انرژی و لزوم استفاده از انرژی پاک همواره گزینه‌های مختلفی مطرح می‌شود. یکی از پرکاربردترین و متداول‌ترین آن‌ها استفاده از انرژی خورشیدی می‌باشد.

پنل خورشیدی (solar panel) یک وسیله الکترونیکی است که انرژی خورشیدی را به برق تبدیل می‌کند. این پنل‌ها از سلول‌های خورشیدی (فتوولتایک) ساخته شده‌اند که با استفاده از اثر فتوولتایک، نور خورشید به جریان الکتریکی مستقیم تبدیل می‌کنند. سلول‌های خورشیدی مانند نیمه هادی‌ها از سیلیکون ساخته شده‌اند. آن‌ها از یک لایه مثبت و یک لایه منفی تشکیل شده‌اند که باهم یک میدان الکتریکی درست مانند باتری ایجاد می‌کنند.

کم‌هزینه‌تر در فواصل طولانی، به عنوان استاندارد برای شبکه‌های برق انتخاب شده است. اما از آنجا که پنل‌های خورشیدی برق DC تولید می‌کنند، برای اتصال به شبکه برق AC نیاز به دستگاهی به نام اینورتر داریم. اینورتر نقش کلیدی در تبدیل برق DC به AC ایفا می‌کند و امکان استفاده از انرژی تولید شده توسط پنل‌های خورشیدی در شبکه‌های برق متداول را فراهم می‌سازد. علاوه بر این، اینورترها قابلیت تنظیم ولتاژ و فرکانس خروجی را دارند تا با استانداردهای شبکه برق مطابقت پیدا کنند. همچنین، برخی از اینورترهای پیشرفته دارای قابلیت‌های مانیتورینگ هستند که به کاربران اجازه می‌دهند عملکرد سیستم خورشیدی خود را به طور مداوم بررسی و بهینه‌سازی کنند. این ویژگی‌ها باعث می‌شوند سیستم‌های خورشیدی نه تنها کارآمدتر، بلکه قابل اطمینان‌تر نیز باشند.

پنل‌های خورشیدی انرژی الکتریکی به شکل جریان مستقیم تولید می‌کنند. در جریان DC، الکترون‌ها تنها در یک جهت مشخص در مدار حرکت می‌کنند، مشابه عملکرد یک باتری که انرژی مورد نیاز یک لامپ را تأمین می‌کند. در این حالت، الکترون‌ها از قطب منفی باتری خارج شده، از طریق لامپ عبور می‌کنند و در نهایت به قطب مثبت بازمی‌گردند. در مقابل، جریان متناوب به گونه‌ای عمل می‌کند که الکترون‌ها به صورت متناوب به جلو و عقب حرکت می‌کنند و جهت جریان به طور دوره‌ای تغییر می‌کند. این فرآیند شبیه به عملکرد سیلندرهای موتور خودرو است. ژنراتورها با چرخش سیم‌پیچ‌ها در کنار آهنربا، برق AC تولید می‌کنند. منابع انرژی مختلفی مانند گاز، گازوئیل، انرژی آبی، انرژی هسته‌ای، زغال سنگ، باد و انرژی خورشیدی می‌توانند این ژنراتورها را به حرکت درآورند. جریان AC به دلیل مزایایی مانند انتقال آسان‌تر و



انواع پنل خورشیدی و کاربردهای آنها

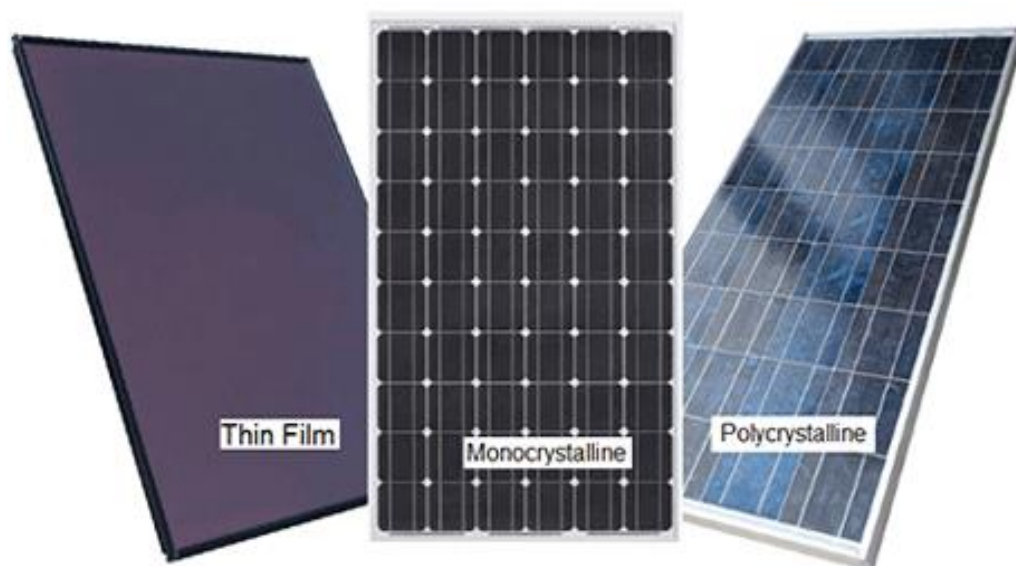
با انتخاب پنل خورشیدی مناسب، مصرف‌کنندگان می‌توانند با انواع مختلفی از پنل‌های خورشیدی آشنا شوند. پنل‌های خورشیدی مونوکریستال از تک‌کریستال‌های بزرگ ساخته می‌شوند که در مقایسه با سایر انواع پنل‌ها، در صورت داشتن سطح یکسان، بالاترین توان الکتریکی را در خروجی تولید می‌کنند. این نوع پنل‌ها معمولاً در مناطقی که تابش آفتاب بیشتر است و با افزایش دما، کارایی آن‌ها کاهش می‌یابد، مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین، این پنل‌ها در نواحی با بازتابش بیشتر، بازدهی بالاتری دارند.

از سوی دیگر، پنل‌های خورشیدی پلی‌کریستال برای مناطق گرمسیری مناسب‌تر هستند، زیرا سطح آن‌ها روشن‌تر بوده و انرژی تابشی خورشید را به خوبی جذب می‌کنند. علاوه بر این، افزایش مقاومت در اثر گرم‌تر شدن، افت توان کمتری در این پنل‌ها ایجاد می‌کند. همچنین، قیمت پنل‌های پلی‌کریستال نسبت به مونوکریستال مناسب‌تر و مقرون‌به‌صرفه‌تر است.

نوع دیگری از پنل‌های خورشیدی، صفحات فتوولتاییک هستند. این صفحات از لایه‌های بسیار نازک (Thin film) مواد فتوولتاییک ساخته می‌شوند و معمولاً در مواردی که محدودیت فضایی وجود نداشته باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرند. این پنل‌ها به صورت انعطاف‌پذیر تولید شده و ظاهری یکدست و هم‌شکل دارند. از مزایای این نوع پنل‌ها می‌توان به وزن سبک‌تر و نصب آسان‌تر اشاره کرد، که آن‌ها را برای پروژه‌های بزرگ و صنعتی ایده‌آل می‌سازد. همچنین، صفحات فتوولتاییک در شرایط نوری کم‌تر مانند روزهای ابری نیز عملکرد نسبتاً خوبی دارند، اگرچه بازده کلی آن‌ها در مقایسه با پنل‌های مونوکریستال و پلی‌کریستال پایین‌تر است.

علاوه بر این، پیشرفت‌های اخیر در فناوری پنل‌های خورشیدی، منجر به توسعه پنل‌های دوطرفه (Bifacial) شده است که قادر به جذب نور از هر دو طرف هستند و بازده انرژی را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهند.

این پنل‌ها به ویژه در محیط‌هایی با سطح بازتابنده بالا، مانند برف یا شن‌های روشن، عملکرد بهتری دارند. با توجه به تنوع فناوری‌های موجود، انتخاب پنل خورشیدی مناسب به عوامل مختلفی مانند شرایط جغرافیایی، بودجه و نیازهای انرژی بستگی دارد. مشاوره با متخصصان این حوزه می‌تواند به مصرف‌کنندگان کمک کند تا بهترین گزینه را برای نیازهای خود انتخاب کنند.



انواع پنل خورشیدی



مزایای پنل خورشیدی

با وجود پنل‌های خورشیدی، دیگر نیازی به پرداخت هزینه‌های سنگین نصب دکل و کابل‌کشی نیست. پنل خورشیدی قطعاً ارزان‌تر است و اگر درست نگهداری شود، تا سه دهه قابلیت تولید انرژی دارد.

البته بهترین فایده آن این است که از انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر تغذیه می‌شود. با توجه به تغییرات جهانی آب و هوا و گرم شدن کره زمین، حفظ اتمسفر امری مهم به شمار می‌رود. پنل‌های خورشیدی کمترین آلودگی و استهلاک را دارند و تا مدت زیادی سالم می‌مانند. فایده بعدی این است که وقتی برای نصب اولیه پنل هزینه‌ای را می‌پردازید، انرژی‌ای که پنل در ادامه طول عمر خود تولید می‌کند (بسته به کیفیت و نوع پنل) به اندازه ۱۵ تا ۲۰ سال است و کاملاً رایگان است. همچنین از فواید دیگر پنل‌های خورشیدی این است که اگر انرژی مصرفی از تولیدی پنل بیشتر باشد، انرژی اضافی قابل فروش است (معمولاً کمپانی سازنده پنل آن را

خریداری می‌کند). علاوه بر این، استفاده از پنل‌های خورشیدی باعث کاهش وابستگی به شبکه‌های برق سنتی می‌شود و در مواقع قطعی برق یا بحران‌های انرژی، می‌تواند به عنوان یک منبع انرژی پایدار خورشیدی به یکی از بهترین گزینه‌ها برای تامین انرژی پایدار و مقرون به صرفه تبدیل شوند. از جنبه اقتصادی نیز، نصب پنل‌های خورشیدی می‌تواند ارزش ملک شما را افزایش دهد، چرا که بسیاری از خریداران به دنبال خانه‌ها یا ساختمان‌هایی با قابلیت تولید انرژی پاک و کاهش هزینه‌های بلندمدت هستند. همچنین، در برخی کشورها، دولت‌ها مشوق‌هایی مانند تخفیف‌های مالیاتی یا یارانه‌هایی برای نصب پنل‌های خورشیدی ارائه می‌دهند که این امر هزینه‌های اولیه را کاهش می‌دهد.

در نهایت، پنل‌های خورشیدی نه تنها به حفظ محیط زیست کمک می‌کنند، بلکه با کاهش هزینه‌های انرژی و ایجاد درآمد از طریق فروش انرژی اضافی، به صرفه‌جویی اقتصادی نیز منجر می‌شوند. این ویژگی‌ها باعث شده است که پنل‌های مورد توجه باشند.



معایب پنل خورشیدی

استفاده از پنل‌های خورشیدی با وجود مزایای فراوان، معایبی نیز دارد که

باید در نظر گرفته شود. یکی از اصلی‌ترین معایب پنل‌های خورشیدی، هزینه اولیه

نسبتاً بالا است. اگرچه در بلندمدت این هزینه‌ها جبران می‌شوند، اما برای بسیاری از افراد، پرداخت هزینه‌های اولیه نصب و تجهیزات می‌تواند چالش‌برانگیز باشد. همچنین وابستگی به شرایط آب و هوایی از دیگر معایب پنل‌های خورشیدی برای تولید انرژی هست. پنل خورشیدی به نور خورشید وابسته هستند. در روزهای ابری، بارانی یا در مناطقی که ساعات آفتابی کم‌تری دارند، بازدهی پنل‌ها کاهش می‌یابد. همچنین، در طول شب، پنل‌ها قادر به تولید انرژی نیستند و نیاز به سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی مانند باتری‌ها وجود دارد که خود هزینه‌های اضافی را به همراه می‌آورد.

برای نصب پنل‌های خورشیدی، به فضای کافی نیاز است. در مناطقی که فضای محدودی وجود دارد، نصب پنل‌ها می‌تواند مشکل‌ساز باشد. همچنین، جهت و زاویه نصب پنل‌ها باید بهینه باشد تا بیشترین بازدهی را داشته باشند، که این امر نیاز به برنامه‌ریزی دقیق دارد.

اگرچه پنل‌های خورشیدی نیاز به نگهداری زیادی ندارند، اما گرد و غبار، برف، برگ‌ها و آلودگی‌ها می‌توانند عملکرد آن‌ها را کاهش دهند. تمیز کردن منظم پنل‌ها، به ویژه در مناطق خشک و پرگردوغبار، ضروری است که این خود می‌تواند زمان‌بر و هزینه‌بر باشد.

پنل‌های خورشیدی پس از پایان عمر مفید خود (معمولاً ۲۵ تا ۳۰ سال) به ضایعات الکترونیکی تبدیل می‌شوند. بازیافت این ضایعات به دلیل وجود مواد شیمیایی و فلزات سنگین، چالش‌برانگیز است و در صورت عدم مدیریت صحیح، می‌تواند به محیط زیست آسیب برساند.

تأثیر بر زیبایی بصری که برخی افراد ممکن است نصب پنل‌های خورشیدی روی سقف یا زمین را از نظر زیبایی‌شناسی نامطلوب بدانند. این موضوع به ویژه در مناطق تاریخی یا مناطقی که حفظ ظاهر سنتی اهمیت دارد، می‌تواند مشکل‌ساز باشد.

$$E=mc^2$$
$$E=mc^2$$

سیر در تاریخ

مقدمه

در مطالعه تاریخ همواره مطالب مفید و پندآموزی نهفته است و به قول معروف گذشته چراغ راه آینده است. این جمله تنها به حوزه‌های عمومی زندگی محدود نمی‌شود، بلکه در حوزه علم و مهندسی نیز مصداق دارد. بررسی تاریخچه علوم و دستاوردهای مهندسی نه تنها به درک بهتر مفاهیم کمک می‌کند، بلکه نشان‌دهنده مسیر پرفراز و نشیبی است که دانشمندان و مهندسان گذشته برای پیشبرد مرزهای دانش پیموده‌اند.

مطالعه سرگذشت و نحوه زندگی بزرگان علم، از جمله شیوه تفکر، تلاش‌های بی‌وقفه و خلاقیت آنان، تاثیر بسزایی در درک عمیق‌تر مفاهیم علمی دارد. آشنایی با چالش‌هایی که این اندیشمندان با آن‌ها روبرو بوده‌اند، می‌تواند الهام‌بخش دانشجویان و محققان امروزی باشد. الگوگیری از روش زندگی، انضباط فکری و پشتکار این بزرگان به دانشجویان کمک می‌کند تا نه تنها در مسیر درست گام بردارند، بلکه با بینش بهتری جا پای این پیشگامان بگذارند و خود به چراغ‌هایی برای نسل‌های آینده تبدیل شوند.

به‌ویژه در علوم مهندسی، آگاهی از روند تکامل فناوری‌ها و ایده‌های نوآورانه گذشته می‌تواند زمینه‌ساز ابداعات جدید شود. همان‌طور که نیوتن بر شانه‌های غول‌های پیش از خود ایستاد، دانشمندان امروز نیز با درس‌گیری از تجربیات گذشتگان می‌توانند گام‌های بلندتری در جهت پیشرفت علم و فناوری بردارند. در این شماره قصد داریم در مورد سرگذشت ژول هانری پوانکاره صحبت کنیم.

Jules Henri Poincaré

ژول هانری پوانکاره (۱۸۵۴-۱۹۱۲) در آغاز قرن

بیستم در سطح جهانی به عنوان بزرگترین ریاضیدان

نسل خود شناخته شد. در سال ۱۸۷۹ دوران دانشگاهی

خود را در دانشگاه کان آغاز کرد و تنها دو سال بعد

به استادی دانشگاه سوربن منصوب شد. بقیه عمر

خود را در آنجا به سر برد و هر سال موضوع متفاوتی را

تدریس کرد. در سخنرانی‌هایش که توسط دانشجویان او

ویرایش شد و به چاپ رسید با ابتکار و تسلط

فنی فراوان در واقع تمامی زمینه‌های معروف

ریاضیات محض و کار بسته و بسیاری از

زمینه‌هایی را که قبل از کشف توسط وی

ناشناخته بودند مورد بحث قرارداد.

۳۰ روی هم رفته بیش از کتاب

فنی درباره فیزیک، ریاضی و

مکانیک سماوی، شش کتاب در

۵۰۰ سطح عامه فهم و تقریباً مقاله

پژوهشی در ریاضیات نوشت.



امضای هنری پوانکاره



یک گروه شمارای نامتناهی از تبدیلات کسری، خطی پایا هستند و نظریه غنی توابع بیضوی را به عنوان جزء در بر می گیرند.

او از آنها برای حل معادلات دیفرانسیل خطی با ضرایب جبری استفاده کرد و همچنین نشان داد که چگونه می توان از این توابع در یکنواخت کردن منحنی های جبری، یعنی بیان مختصات هر نقطه واقع بر یک چنین منحنی بر حسب توابع تک مقداری $x(t)$ و $y(t)$ از یک پارامتر واحد t ، استفاده کرد. در دهه های ۱۸۸۰ و ۱۸۹۰ میلادی توابع خود ریخت به صورت شاخه گسترده ای از ریاضیات در آمد که علاوه بر آنالیز به قلمروهای نظریه گروه ها نظریه اعداد هندسه، جبری و هندسه غیر اقلیدسی راه یافته است.

نکته اساسی دیگری از فکر پوانکاره را می توان در پژوهش هایش درباره مکانیک سماوی یافت در خلال این کار نظریه بسط های مجانبی خود را ارائه کرد (که باعث توجه به سری های واگرا شد) پایداری مدارها را مطالعه کرد، و نظریه کیفی معادلات دیفرانسیل غیر خطی را پایه گذاری کرد.

وی متفکری سریع الانتقال، قوی و خستگی ناپذیر بود که به جزئیات نمی پرداخت و به قول یکی از معاصرانش یک فاتح بود، نه یک استعمارگر. از موهبت حافظه عجیبی نیز برخوردار بود و بر حسب عادت در حین قدم زدن در اتاق مطالعه خود در مغزش به ریاضیات می پرداخت و فقط پس از آنکه آن را در ذهنش تکمیل می کرد، بر روی کاغذ می آورد. بیش از ۳۲ سال نداشت که به عضویت فرهنگستان علوم برگزیده شد. عضوی از فرهنگستان که او را برای عضویت پیشنهاد کرد گفت که کارش ما فوق تمجید عادی است و لاجرم آنچه را که یاکوبی درباره آبل نوشت به یادمان می آورد او مسایلی را حل کرده که قبل از خودش به تصور در نیامده بودند.

نخستین دستاورد بزرگ ریاضی پوانکاره در آنالیز بود. او با ابداع نظریه توابع خودریخت، مفهوم دوره ای بودن یک تابع را تعمیم داد. توابع مثلثاتی و نمایی مقدماتی، دوره ای یگانه و توابع بیضوی دوره ای دوگانه هستند. توابع خود ریخت پوانکاره تعمیم گسترده ای از این توابع را تشکیل می دهند، زیرا این توابع تحت

بررسی‌های مشهورش در بررسی تکامل اجسام سماوی او را به مطالعه اشکال تعادل جرم سیال در حال دورانی که ذراتش به وسیله جاذبه ثقلی به هم پیوسته است هدایت کرد و شکل‌های گلابی‌واری را کشف کرد که بعداً در کار داروین فرزند چارلز داروین نقش مهمی ایفا کردند. پوانکاره در خلاصه این کشفیات می‌نویسد: یک جسم سیال در حال دوران را که در اثر سرد شدن منقبض می‌گردد در نظر می‌گیریم، ولی فرض می‌کنیم که این انقباض آنقدر آهسته صورت می‌گیرد که جسم همگن باقی می‌ماند و دوران کلیه قسمت‌های جسم یکسان است. شکل جسم که در ابتدا با تقریب زیاد کروی است به یک بیضوی دوار تبدیل می‌گردد که پهن تر و پهن تر می‌شود آنگاه در لحظه خاصی به یک بیضوی با سه محور نابرابر تبدیل می‌شود.



مقبره خانوادگی Poincarés در پاریس

بسیاری از مسائلی که پوانکاره با آن مواجه گردید بذره‌های شیوه‌های جدید تفکر بودند، که در ریاضیات قرن بیستم رشد کردند و شکوفا شدند. سری‌های واگرا و معادلات دیفرانسیل غیر خطی نمونه‌هایی از این موارد بودند. علاوه بر این، کوشش او برای درک ماهیت منحنی‌ها و سطوح در فضاهایی با ابعاد بالاتر منجر به مقاله مشهورش تحت عنوان تحلیل موضعی توپولوژی (۱۸۹۵) گردید که همه افراد اهل فن متفقاً آن را آغاز تاریخ نوین در توپولوژی جبری می‌دانند همچنین در مطالعه خود در زمینه مدارهای دوره‌ای، رشته دینامیک توپولوژیکی را بنا نهاد در اینجا نوعی مسئله ریاضی مطرح می‌شود که نمایانگر آن قضیه‌ای است که پوانکاره در سال ۱۹۱۲ میلادی مطرح کرد ولی عمرش کفاف نداد تا آن

را ثابت کند چنانچه تبدیلی یک به یک و پیوسته، حلقه محصور بین دو دایره متحدالمرکز را چنان در خود تصویر کند که مساحت‌ها حفظ شود و نقاط دایره درونی را در جهت حرکت عقربه‌های ساعت و نقاط دایره بیرونی را در جهت خلاف حرکت عقربه‌های ساعت به حرکت درآورد آنگاه در این تبدیل حداقل دو نقطه باید ثابت بمانند.

این قضیه کار برده‌های مهمی در مسئله کلاسیک سه جسم دارد. در سال ۱۹۱۳ اثباتی برای این قضیه توسط یک ریاضیدان جوان آمریکایی به نام بیر کهوف یافته شد. کشف قابل ملاحظه دیگر پوانکاره در این زمینه که امروزه به قضیه بازگشت پوانکاره معروف است، به رفتار دراز مدت دستگاه‌های دینامیکی پایستار مربوط می‌شود.

یکی از برجسته‌ترین خدمات فراوان پوانکاره به فیزیک ریاضی، مقاله مشهورش در سال ۱۹۰۶ درباره دینامیک الکترون بود. او سال‌های زیادی راجع به شالوده‌های فیزیک فکر کرده بود و مستقل از اینشتین بسیاری از نتایج مربوط به نظریه نسبیت خاص را به دست آورده بود. فرق اساسی در این بود که بررسی اینشتین متکی بر ایده‌های مقدماتی مربوط به علامت‌های نوری بود و بررسی‌های پوانکاره برپایه نظریه الکترومغناطیس بنا شده بود.

Science is built up of facts, as
a house is built of stones; but
an accumulation of facts is
no more a science than a
heap of stones is a house.

Henri Poincare



مقدمه

در دهه‌های اخیر، رشد سریع جمعیت، گسترش صنایع و افزایش بی‌سابقه مصرف انرژی، جهان را با چالش‌های فزاینده‌ای در زمینه تأمین پایدار انرژی، کاهش تلفات آن و حفاظت از محیط زیست مواجه ساخته است. در کنار این عوامل، کاهش منابع انرژی فسیلی و نوسانات شدید قیمت آن‌ها، لزوم توسعه و بهره‌گیری از فناوری‌هایی را که در بهینه‌سازی مصرف انرژی و بازیابی حرارت اتلافی نقش مؤثری ایفا می‌کنند، بیش از پیش نمایان ساخته است.

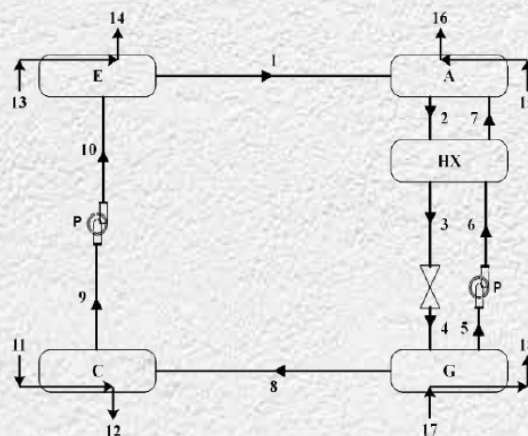
در بسیاری از فرآیندهای صنعتی و تأسیساتی، درصد قابل توجهی از انرژی ورودی، عمدتاً به صورت حرارت، بدون استفاده باقی می‌ماند یا مستقیماً به محیط دفع می‌شود. این انرژی‌های به ظاهر کم‌ارزش، در صورت بازیابی و استفاده مؤثر، می‌توانند به‌عنوان منبعی کارآمد برای تأمین نیازهای حرارتی دیگر در همان سیستم یا سامانه‌های جانبی به‌کار گرفته شوند. در این راستا، تبدیل‌کننده‌های حرارت جذبی (Absorption Heat Transformers) به‌عنوان یکی از راهکارهای پیشرفته و نوین در حوزه مهندسی مکانیک، برای بازیابی حرارت و افزایش بازدهی کلی سیستم‌ها مطرح شده‌اند.

این سامانه‌ها با بهره‌گیری از یک جفت سیال کاری - معمولاً ترکیب آب-لیتیوم بروماید یا آمونیاک-آب قادرند حرارتی با دمای پایین یا متوسط را به دمایی بالاتر تبدیل کنند. به عبارت دیگر، این فناوری امکان ارتقاء سطح دمایی انرژی حرارتی اتلافی در فرآیندهای صنعتی را تا حدی فراهم می‌سازد که بتوان از آن مجدداً در کاربردهای گرمایشی یا صنعتی بهره‌برداری کرد. مزیت اصلی این سیستم‌ها در مقایسه با پمپ‌های حرارتی تراکمی، در وابستگی اندک آن‌ها به انرژی الکتریکی است؛ چرا که در سامانه‌های جذبی، نیروی محرکه عمدتاً از انرژی حرارتی تأمین می‌شود. این ویژگی، آن‌ها را به گزینه‌ای مناسب برای استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و حرارت‌های اتلافی بدل کرده است.

با توجه به ضرورت ارتقاء بهره‌وری انرژی و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، جایگاه این فناوری در طراحی سیستم‌های نوین حرارتی، به‌ویژه در صنایع انرژی‌بر، روز به روز پررنگ‌تر می‌شود. از این‌رو، شناخت دقیق اصول عملکرد، مزایا، محدودیت‌ها و حوزه‌های کاربرد تبدیل‌کننده‌های حرارت جذبی، می‌تواند گامی مؤثر در مسیر توسعه پایدار و پیاده‌سازی عملی این فناوری در کشور به شمار آید.

ساختار و عملکرد

شماتیک یک سامانه ساده تبدیل حرارت جذبی (AHT) در شکل ۱ نمایش داده شده است. این سامانه از اجزایی نظیر اواپراتور، کندانسور، ژنراتور، ابزوربر، مبدل حرارتی، شیر خفگی و پمپ تشکیل شده است. در این سیستم، حرارت با دمایی متوسط که معمولاً از منابعی همچون اتلافات صنعتی، انرژی خورشیدی یا انرژی‌های تجدیدپذیر تأمین می‌شود به ژنراتور منتقل می‌گردد. درون ژنراتور، محلول جاذب غلیظ حاوی ماده مبرد با دریافت این حرارت، موجب تبخیر مبرد شده و بخار حاصل وارد کندانسور می‌شود. در کندانسور، بخار با از دست دادن حرارت، چگالیده شده و از طریق شیر خفگی به اواپراتور هدایت می‌شود.



شکل ۱

در اواپراتور، مایع مبرد با جذب حرارت از منبع سرد و در فشار پایین تبخیر شده، سپس وارد ابزوربر می‌شود. در این بخش، بخار مبرد توسط محلول جاذب رقیق جذب شده و محلول غلیظ مجدداً تشکیل می‌گردد. این محلول توسط پمپ به ژنراتور بازگردانده می‌شود و بدین ترتیب، چرخه به‌طور پیوسته ادامه می‌یابد.

عملکرد سیستم به شدت به نوع جفت سیال مورد استفاده وابسته است. دو جفت سیال معمول در تبدیل‌کننده‌های جذبی عبارت‌اند از:

- آمونیاک-آب: مناسب برای کاربردهایی که نیاز به دمای خروجی بالاتر (تا حدود ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد) دارند. آمونیاک نقش مبرد را ایفا می‌کند و آب به‌عنوان جاذب عمل می‌کند.
- آب-لیتیوم بروماید: که برای کاربردهای سرمایشی یا گرمایشی در دماهای پایین‌تر (زیر ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) مناسب است. در این سیستم، آب به‌عنوان مبرد و برمید لیتیوم به‌عنوان جاذب به کار می‌رود.

انتخاب صحیح جفت سیال تأثیر مستقیمی بر فشار کاری، راندمان ترمودینامیکی، انتخاب صحیح جفت سیال تأثیر مستقیمی بر فشار کاری، راندمان ترمودینامیکی، پایداری شیمیایی و مسائل خوردگی دارد و باید متناسب با کاربرد خاص، دمای منبع حرارتی و شرایط محیطی صورت گیرد.

مدل سازی و تحلیل عملکرد

ارزیابی دقیق عملکرد تبدیل‌کننده‌های حرارت جذبی (Absorption Heat Transformers) مستلزم یک مدل‌سازی جامع بر پایه اصول بنیادین ترمودینامیکی نظیر بقای جرم، بقای انرژی می‌باشد.

در این شبیه‌سازی‌ها، چرخه بر اساس یک جفت سیال کاری متداول - مانند آب-لیتیوم بروماید یا آمونیاک-آب و اجزای اصلی شامل ژنراتور، ابزوربر، کندانسور، اواپراتور، مبدل حرارتی، پمپ و شیر خفگی در نظر گرفته می‌شود. فرضیات متداول در مدل شامل عملکرد پایدار، عدم اتلاف حرارتی در خطوط انتقال و خواص ترمودینامیکی استخراج‌شده از جداول استاندارد یا مدل‌های تجربی است.

برای پیاده‌سازی این تحلیل‌ها از نرم‌افزارهای مهندسی گوناگون استفاده می‌شود:

• EES (Engineering Equation Solver)

• MATLAB

• Aspen Plus

با کمک این ابزارها، پارامترهایی نظیر ضریب عملکرد حرارتی (COP)، نرخ انتقال حرارت در اجزای کلیدی، دمای خروجی سیالات کاری و راندمان کلی سیکل محاسبه و تحلیل می‌شوند. مدل‌سازی دقیق همچنین بهینه‌سازی چندمتغیره را فراهم می‌سازد؛ فرآیندی که برای انتخاب بهینه سیال کاری، تطبیق سیستم با منابع حرارتی در دسترس، و طراحی سیستم‌هایی با پایداری عملکرد بالا در مواجهه با نوسانات حرارتی ضروری است.

کاربردهای تبدیل‌کننده حرارت جذبی (AHT)

تبدیل‌کننده‌های حرارت جذبی به‌عنوان یکی از فناوری‌های نوین بازیابی حرارت، کاربردهای متنوعی در صنایع و سامانه‌های مختلف دارند. این سیستم‌ها با بهره‌گیری از حرارت سطح پایین که معمولاً به‌عنوان انرژی اتلافی در فرآیندهای صنعتی شناخته می‌شود؛ قادرند دمای حرارت فوق را تا سطحی قابل استفاده افزایش داده و از آن در مصارف دیگر بهره‌برداری کنند. این ویژگی، آن‌ها را به گزینه‌ای مناسب برای ارتقاء بازده حرارتی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در سیستم‌های گوناگون تبدیل کرده است.

تبدیل‌کننده‌های حرارتی جذبی همچنین می‌توانند در صنایع مختلف برای بازیابی انرژی حرارتی استفاده شوند. این تبدیل‌کننده‌ها به‌ویژه در صنایعی که با منابع حرارتی غیرقابل استفاده یا هدر رفته مواجه هستند، می‌توانند نقش مهمی ایفا کنند. در زیر دسته‌های مختلف صنایع که این تکنولوژی در آن‌ها کاربرد دارد، آورده شده است:

۱

صنایع نفت، گاز و پتروشیمی

۲

نیروگاه‌های حرارتی

۳

صنایع غذایی و دارویی

۴

کاربردهای ساختمانی و تأسیسات بزرگ

۵

بازیابی حرارت در سیستم‌های
تهویه مطبوع صنعتی

۶

صنایع نساجی، کاغذ و خشک‌کن‌ها

۷

سیستم‌های ترکیبی با فناوری‌های تجدیدپذیر

در مورد محدودیت‌ها و مسائل اقتصادی تبدیل‌کننده‌های حرارت جذبی، چندین چالش و مشکل وجود دارد که باید در نظر گرفته شوند. برخی از مهم‌ترین محدودیت‌ها و مسائل اقتصادی این سیستم‌ها به‌صورت مختصر آورده شده است:

- هزینه‌های اولیه بالا
- هزینه‌های نگهداری و تعمیرات
- نیاز به فضای زیاد
- محدودیت در دسترسی به منابع انرژی اتلاف
- زمان بازگشت سرمایه

نتیجه

در دنیای امروز که بهره‌وری انرژی به یک اصل بنیادین در طراحی و بهره‌برداری سیستم‌های صنعتی و ساختمانی تبدیل شده، فناوری‌هایی مانند تبدیل‌کننده‌های حرارت جذبی جایگاهی راهبردی و کلیدی یافته‌اند. این سیستم‌ها با استفاده از اصول ترمودینامیک و فرآیند جذب-دفع در یک جفت سیال کاری، امکان انتقال حرارت از یک منبع با دمای پایین به سطحی با دمای بالاتر را بدون مصرف قابل توجه برق فراهم می‌سازند. این ویژگی، آن‌ها را به ابزاری مؤثر برای بازیافت انرژی حرارتی اتلافی و کاهش نیاز به منابع فسیلی تبدیل کرده است.

کاربرد گسترده AHT‌ها در حوزه‌هایی نظیر صنایع انرژی‌بر، نیروگاه‌ها، ساختمان‌های بزرگ، و سیستم‌های ترکیبی با انرژی خورشیدی یا زیست‌توده، گواهی بر قابلیت بالای این فناوری در افزایش بازده سیستم‌های حرارتی است. از سوی دیگر، کاهش مصرف انرژی الکتریکی، کاهش تولید آلاینده‌ها، و افزایش استقلال انرژی در مناطق دورافتاده یا فاقد زیرساخت مناسب برق، از جمله

مزایای راهبردی این سامانه‌ها محسوب می‌شود.

با توجه به آن‌که بخش قابل توجهی از انرژی در صنایع کشور به صورت حرارت اتلاف می‌شود و همچنین با عنایت به ضرورت کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و حرکت به سمت توسعه پایدار، توسعه و بهره‌گیری از سیستم‌های تبدیل‌کننده‌های حرارت جذبی می‌تواند گامی مؤثر در جهت تحقق اهداف ملی در حوزه انرژی و محیط زیست باشد.

در مجموع، با توجه به پیشرفت‌های فنی در بهبود مواد جاذب، طراحی مبدل‌های حرارتی، و امکان ترکیب با منابع انرژی تجدیدپذیر، آینده سیستم‌های جذبی به‌ویژه در قالب تبدیل‌کننده‌های حرارت، بسیار روشن به نظر می‌رسد و می‌تواند به یکی از ارکان اصلی در مدیریت هوشمند انرژی در سال‌های آینده تبدیل شود.



معرفی کتاب

مقدمه

هزینه‌ای که امروز برای خرید کتاب می‌پردازید، در مقایسه با بهایی که در آینده برای مطالعه نکردن آن خواهید داد، ناچیز است. این گفته اغراق آمیز نیست، بلکه حقیقتی انکارناپذیر است. همانگونه که ضرب‌المثلی حکیمانه می‌گوید: «هر چه بیشتر می‌خوانی، بیشتر درمی‌یابی که چگونه نادانسته‌ات فزون است.»

در نشریه بسامد، برآنیم تا با معرفی کتاب‌های غیردرسی ارزشمند، گامی در جهت ترویج فرهنگ مطالعه برداریم. آرزوی ما این است که این بخش، که با هدف اشاعه کتابخوانی در جامعه ایجاد شده است، از مرحله رویا به واقعیتی ماندگار تبدیل گردد. چرا که به گفته پلوتارک، تاریخ‌نگار برجسته یونان باستان:

«همانگونه که جسم انسان بدون مادر شکل نمی‌گیرد، روح آدمی نیز بدون کتاب پرورش نمی‌یابد.»

کتاب "انسان در جستجوی معنا" (Man's Search for Meaning) اثر ویکتور فرانکل یکی از تأثیرگذارترین آثار قرن بیستم است که بینشی عمیق درباره مقاومت روح انسان در سخت‌ترین شرایط ارائه می‌دهد. این کتاب که توسط نشر درسا با ترجمه روان نهضت صالحیان به فارسی منتشر شده، در ایران نیز با استقبال گسترده مواجه شده است.

این کتاب در دو بخش اصلی نوشته شده است:

بخش اول: تجربیات اردوگاه کار اجباری
فرانکل به عنوان یک روانپزشک یهودی، تجربیات شخصی خود را در اردوگاه‌های نازی (از جمله آشویتس) روایت می‌کند. او توضیح می‌دهد که چگونه زندانیان با وجود شرایط غیرانسانی، برای یافتن دلیلی برای زنده ماندن تلاش می‌کردند. توصیفات او از مکانیسم‌های روانی مانند بی‌حسی عاطفی و تخیل برای بقا جالب توجه است.

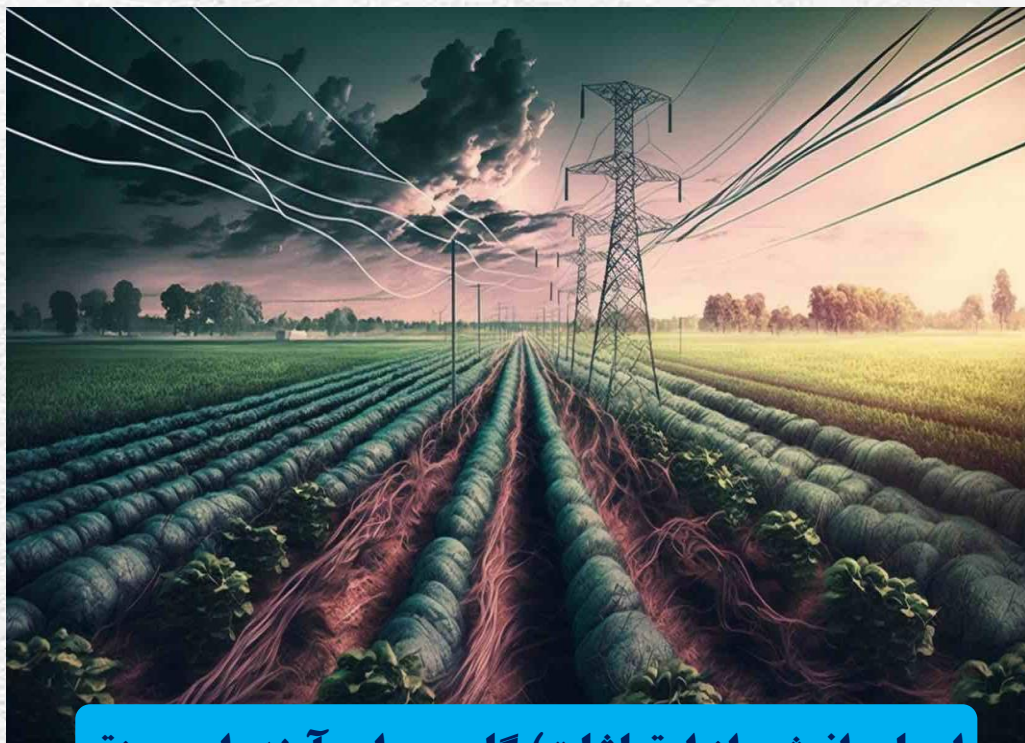
بخش دوم: لوگوترایی (معنا درمانی)
فرانکل نظریه روان‌درمانی خود را معرفی می‌کند که بر جستجوی معنا به عنوان نیروی محرکه اصلی انسان تأکید دارد.

سه راه اصلی برای یافتن معنا:

- انجام کار یا آفرینش چیزی ارزشمند
- تجربه کردن (مثل عشق)
- نگرش ما نسبت به رنج اجتناب‌ناپذیر

این کتاب نه فقط یک اثر روانشناختی، بلکه سندی تاریخی و راهنمایی برای زندگی است که خواندن آن می‌تواند دیدگاه انسان را نسبت به زندگی دگرگون کند.





احیای انرژی از ارتعاشات؛ گامی برای آینده‌ای سبزتر

ستاره گاراژیان - فرحان مجیدی اوصالو
دانشجویان کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک

مقدمه

در دنیای امروز، جست‌وجو برای منابع انرژی پایدار و هوشمند به یکی از دغدغه‌های اصلی جوامع تبدیل شده است. در حالی که انرژی‌های تجدیدپذیر مانند خورشید و باد توجه بسیاری را به خود جلب کرده‌اند، شکل‌هایی از انرژی در محیط اطراف ما وجود دارند که معمولاً نادیده گرفته می‌شوند؛ یکی از آن‌ها، انرژی نهفته در ارتعاشات مکانیکی است. این ارتعاشات که ممکن است در پل‌ها، قطارها، ماشین‌آلات صنعتی و حتی بدن انسان دیده شوند، می‌توانند با فناوری‌های نوین به منبعی مفید و سازگار با محیط زیست برای تولید انرژی تبدیل شوند.

فناوری برداشت انرژی از ارتعاشات (Vibration Energy Harvesting)، روشی نوین برای تبدیل انرژی مکانیکی حاصل از ارتعاشات به انرژی الکتریکی است. این رویکرد که در مرز بین مهندسی مکانیک، برق و محیط زیست قرار دارد، با بهره‌گیری از مبدل‌هایی مانند مواد پیزوالکتریک، سامانه‌های الکترومغناطیسی یا الکترواستاتیکی، می‌تواند در مقیاسی کوچک اما مؤثر، انرژی لازم برای تغذیه حسگرهای بی‌سیم، تجهیزات پایش محیطی و حتی سامانه‌های پوشیدنی را فراهم کند.

می‌شود. با توجه به گسترش روزافزون اینترنت اشیا (IoT) و نیاز به منابع تغذیه‌ی مستقل و کم‌مصرف، برداشت انرژی از ارتعاشات به‌عنوان راهکاری نوین و زیست‌سازگار، جایگاهی ویژه در فناوری‌های آینده پیدا کرده است. این فناوری نه‌تنها وابستگی به منابع انرژی فسیلی را کاهش می‌دهد، بلکه با تکیه بر اصول طراحی بهینه و نوآوری مهندسی، مسیر تازه‌ای برای توسعه‌ی سامانه‌های پایدار و هوشمند پیش‌روی ما قرار می‌دهد. از این‌رو، پرداختن به این موضوع می‌تواند افقی روشن برای تعامل میان مهندسی مکانیک، تبدیل انرژی و حفاظت از محیط زیست ترسیم کند.

نمونه‌های متعددی از این فناوری در حال حاضر در پروژه‌های واقعی پیاده‌سازی شده‌اند؛ از سیستم‌های پایش ارتعاشی پل‌ها و تونل‌ها گرفته تا سنسورهای تعبیه‌شده در خطوط راه‌آهن که بدون نیاز به باتری، به‌صورت مداوم اطلاعات حیاتی را جمع‌آوری و مخابره می‌کنند. این سیستم‌ها، علاوه بر کاهش مصرف باتری و پسماندهای الکترونیکی، نقش مهمی در پایش شرایط زیست‌محیطی ایفا می‌کنند. حتی در حوزه‌ی بهداشت محیط نیز، استفاده از این سامانه‌ها برای نظارت بر آلودگی‌های صوتی یا ارتعاشی در مناطق شهری، راهکاری سبز و آینده‌نگرانه تلقی

برداشت انرژی از ارتعاشات چگونه انجام می‌شود؟

برداشت انرژی از ارتعاشات، فرآیندی است که در آن انرژی مکانیکی حاصل از نوسانات و ارتعاشات، به کمک مبدل‌های خاص به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. این فناوری، معمولاً از سه نوع مبدل اصلی بهره می‌برد.

پیزوالکتریک: (Piezoelectric)

مواد پیزوالکتریک مانند سرامیک‌های خاص یا پلیمرهای هوشمند، در اثر اعمال فشار یا کشش مکانیکی، بار الکتریکی تولید می‌کنند. این مواد برای کاربردهای با فرکانس بالا و اندازه کوچک بسیار مناسب‌اند.

۱

الکترومغناطیسی: (Electromagnetic)

این سیستم‌ها معمولاً شامل یک آهنربا و یک سیم‌پیچ هستند که حرکت نسبی آن‌ها نسبت به یکدیگر باعث تولید ولتاژ می‌شود. این فناوری بیشتر در محیط‌هایی با دامنه ارتعاش بالا کاربرد دارد.

۲

الکترواستاتیکی: (Electrostatic)

در این روش از تغییر ظرفیت خازن‌های متغیر تحت تأثیر حرکت مکانیکی برای تولید انرژی استفاده می‌شود. سیستم‌های الکترواستاتیکی بیشتر در مقیاس‌های میکرومتری و برای سیستم‌های MEMS (سیستم‌های میکروالکترومکانیکی) کاربرد دارند.

۳

و سیستم‌های پایش زیست‌محیطی به کار می‌روند.

چالش‌ها و محدودیت‌های برداشت انرژی از ارتعاشات با وجود پتانسیل بالای این فناوری، مسیر پیاده‌سازی گسترده آن با چالش‌هایی همراه است که پرداختن به آن‌ها، کلید توسعه‌ی بهتر این حوزه خواهد بود

❖ محدود بودن میزان انرژی تولیدی: در بیشتر کاربردهای فعلی، میزان انرژی برداشت‌شده تنها برای تغذیه حسگرها یا ارسال داده‌های ساده کفایت می‌کند. تأمین توان مورد نیاز برای تجهیزات بزرگ‌تر هنوز نیازمند پیشرفت‌های فناورانه است.

❖ وابستگی به شرایط محیطی: بازدهی این سیستم‌ها به شدت وابسته به شدت، فرکانس و نوع ارتعاشات محیطی است. در شرایطی با ارتعاش کم یا ناپایدار، تولید انرژی ممکن است ناکارآمد یا غیرممکن شود.

❖ طراحی و بهینه‌سازی پیچیده: رسیدن به یک طراحی پایدار که هم حداکثر انرژی را برداشت کند و هم طول عمر بالایی داشته باشد، نیازمند دانش میان‌رشته‌ای و آزمون و خطای فراوان است.

❖ هزینه‌های ساخت در مقیاس صنعتی: برخی از فناوری‌های به‌کاررفته در مبدل‌ها، مانند مواد پیزوالکتریک خاص یا سیستم‌های میکروماشینی (MEMS)، در مراحل اولیه‌ی توسعه هنوز پرهزینه‌اند و نیاز به بهینه‌سازی برای تولید انبوه دارند.

فناوری برداشت انرژی از ارتعاشات، با وجود مقیاس کوچک، کاربردهایی بسیار گسترده و مؤثر دارد؛ به‌ویژه در سیستم‌هایی که تأمین انرژی با باتری یا برق مستقیم دشوار یا پرهزینه است. در ادامه به برخی از این کاربردهای کلیدی اشاره می‌شود:

❖ پایش سلامت سازه‌ها (SHM): در پل‌ها، تونل‌ها و ساختمان‌های بلند، از حسگرهایی استفاده می‌شود که ارتعاشات را ثبت کرده و از طریق انرژی برداشت‌شده، خود را تغذیه می‌کنند. این اطلاعات می‌توانند برای تشخیص زودهنگام ترک‌ها، خستگی مصالح و حتی لرزش‌های غیرعادی مفید باشند.

❖ تجهیزات پوشیدنی و حوزه سلامت: در برخی دستگاه‌های پوشیدنی مانند ساعت‌های هوشمند، با استفاده از ارتعاشات بدن یا حرکات کاربر، انرژی مورد نیاز تولید می‌شود؛ این رویکرد در آینده می‌تواند جایگزین شارژهای مداوم و باتری‌های حجیم شود.

❖ حسگرهای محیطی در نقاط دورافتاده: در مناطق طبیعی یا صنعتی که دسترسی به برق دشوار است، از این فناوری برای تغذیه حسگرهایی جهت پایش دما، رطوبت، آلودگی صوتی یا ارتعاشی استفاده می‌شود.

❖ شبکه‌های هوشمند و اینترنت اشیا (IoT): برداشت انرژی ارتعاشی به‌عنوان یک منبع تغذیه خودکار و پایدار، مکملی هوشمند برای شبکه‌های گسترده‌ای از حسگرهست که در شهرهای هوشمند

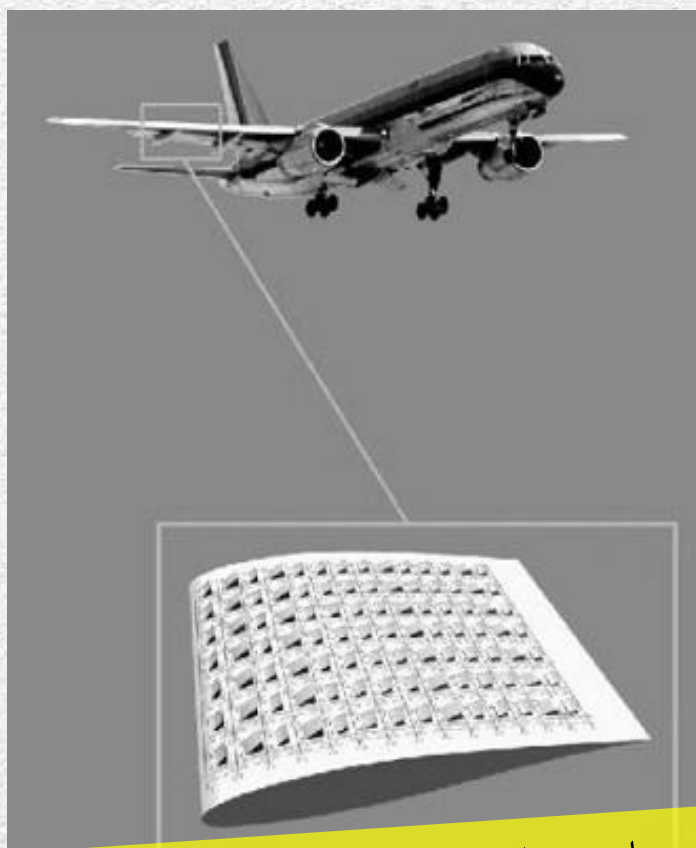
فناوری برداشت انرژی از ارتعاشات، به عنوان رویکردی نوین در راستای تأمین انرژی پایدار، توانسته جایگاهی خاص در مرز میان مهندسی مکانیک، تبدیل انرژی و حفاظت محیط زیست پیدا کند. با بهره‌گیری از مبدل‌های خلاقانه و طراحی‌های بهینه، می‌توان از ارتعاشات ناخواسته در محیط‌های صنعتی و طبیعی و حتی در پدیده‌های بسیار پیش پا افتاده، منبعی برای تغذیه‌ی حسگرهای هوشمند و سامانه‌های خودگردان ساخت. گرچه هنوز موانعی چون توان پایین، محدودیت‌های محیطی و هزینه‌ی ساخت وجود دارد، اما روند پرشتاب پیشرفت این حوزه، نویدبخش آینده‌ای است که در آن حتی کوچک‌ترین نوسانات پیرامون ما به فرصتی برای تأمین انرژی تبدیل خواهند شد. این مسیر، تلفیقی است از خلاقیت مهندسی و نگاه محیط‌زیستی؛ مسیری که برای نسل ما، نه فقط یک انتخاب، بلکه یک ضرورت است. در ادامه چند مثال تصویری از این حوزه آورده می‌شود.



برداشت انرژی مکانیکی ناشی از راه رفتن انسان با تعبیه پیچ [پیزوالکتریک](#) در کفش



تامین انرژی لازم برای روشن ماندن چراغ دوچرخه از طریق برداشت انرژی ارتعاشات فرمان با پیچ های پیزوالکتریک



تعبیه پیچ های پیزوالکتریک در بال هواپیما برای بررسی وضعیت ارتعاشات آن (بررسی سلامت سازه)

معرفی مفاهیم پایه‌ای

در سیستم‌های دینامیکی مکانیکی، انرژی ارتعاشی به صورت متناوب بین انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل الاستیک جابه‌جا می‌شود. سیستم‌های برداشت انرژی به گونه‌ای طراحی می‌شوند که این انرژی نوسانی را به انرژی الکتریکی تبدیل کنند. اساس عملکرد این سیستم‌ها بر پایه‌ی یکی از سه پدیده فیزیکی زیر است:

۱. برداشت انرژی به روش پیزوالکتریک

در این روش از خاصیت برخی کریستال‌ها یا پلیمرهای پیزوالکتریک استفاده می‌شود که هنگام تحت فشار یا کشش قرار گرفتن، ولتاژ الکتریکی تولید می‌کنند. معادله پایه این پدیده به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$D = dT + \epsilon E$$

که در آن:

- D چگالی جریان جابجایی الکتریکی
- d ضریب پیزوالکتریک
- T تنش مکانیکی
- ϵ ثابت دی‌الکتریک
- E میدان الکتریکی

رفتار دینامیکی این سیستم‌ها اغلب با یک تیر پیزوالکتریک تحت بار ارتعاشی مدل می‌شود. فرکانس طبیعی، نسبت میرایی و شرایط مرزی نقش مهمی در کارایی سیستم دارند.

۲. برداشت انرژی به روش الکترومغناطیسی

در این سیستم‌ها، یک آهنربا و سیم‌پیچ در حرکت نسبی با یکدیگر قرار می‌گیرند و با استفاده از قانون القای فاراده، انرژی الکتریکی تولید می‌شود:

$$V = -N \frac{d\phi}{dt}$$

که در آن:

- V ولتاژ القاشده
- N تعداد دور سیم‌پیچ
- Φ شار مغناطیسی

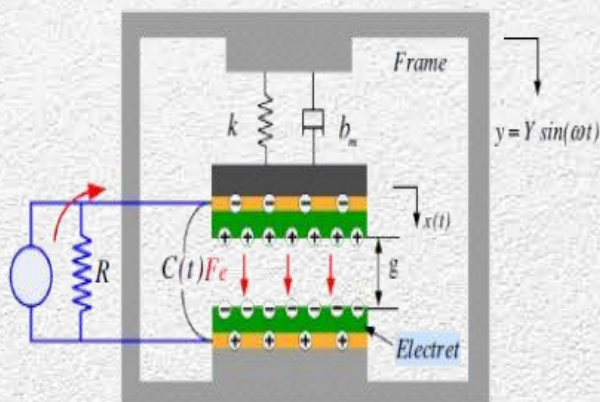
این سیستم‌ها به خاطر توان بالاتر، برای کاربردهای خاص‌تر مثل برداشت انرژی در مقیاس صنعتی مناسب هستند. مدل دینامیکی آن‌ها معمولاً شامل یک جرم، فنر و دمپر است که با حرکت نسبی آهنربا و سیم‌پیچ ترکیب می‌شود.

۳. برداشت انرژی به روش الکترواستاتیک

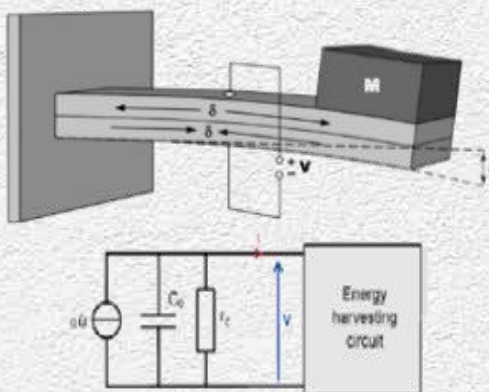
در این روش، از تغییر ظرفیت خازن‌ها در اثر ارتعاش استفاده می‌شود. با تغییر فاصله صفحات یا مساحت مشترک آن‌ها، ظرفیت خازن تغییر کرده و انرژی ذخیره‌شده در آن تخلیه یا بازیابی می‌شود. انرژی ذخیره‌شده در یک خازن به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$E = \frac{1}{2} CV^2$$

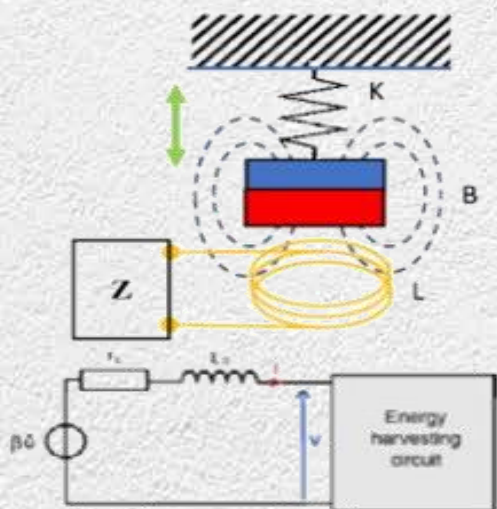
که در آن C ظرفیت خازن و V ولتاژ بین صفحات است. کنترل شارژ و تخلیه نیازمند مدارهای خاصی است که عملکرد سیستم را پیچیده تر می کند، اما مناسب برای میکروسیستم هاست.



مدل برداشت کننده ی انرژی الکترواستاتیک



مدل برداشت کننده ی انرژی پیزوالکتریک



مدل برداشت کننده ی انرژی الکترومغناطیس

طراحی مؤثر سیستم برداشت انرژی نیازمند در نظر گرفتن عوامل متعددی است:

۱. تحلیل دینامیکی سیستم

رفتار مکانیکی سیستم برداشت انرژی اغلب با مدل جرم-فنر-میرایی توصیف می‌شود:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F(t)$$

که در آن m جرم، c ضریب میرایی، k سختی فنر و $F(t)$ نیروی تحریک است.

با تطبیق فرکانس تحریک با فرکانس طبیعی سیستم $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ ، می‌توان بازده انرژی را به حداکثر رساند. این موضوع منجر به طراحی سیستم‌های تنظیم‌پذیر (Tuned Systems) می‌شود.

۲. باند فرکانسی و عملکرد غیرخطی

سیستم‌های معمولی فقط در یک فرکانس خاص عملکرد بهینه دارند، اما در محیط‌های واقعی، ارتعاشات دارای طیف فرکانسی گسترده‌ای هستند. استفاده از سازه‌های غیرخطی، سازه‌های چندحالتی (Multimodal)، یا به‌کارگیری مواد با پاسخ غیرخطی می‌تواند این مشکل را تا حدی رفع کند.

۳. فناوری‌های میکرو و نانو

توسعه سیستم‌های برداشت انرژی در ابعاد میکرومتری (MEMS) و نانومتری (NEMS) به کاهش حجم، مصرف انرژی و افزایش کاربردپذیری در سیستم‌های بی‌سیم و قابل‌نصب در محل‌های محدود کمک می‌کند.

۴. روش‌های مدل‌سازی عددی و آزمایشگاهی

برای طراحی دقیق سیستم‌ها، مدل‌سازی عددی FEM، MATLAB، COMSOL و تست‌های آزمایشگاهی با استفاده از شیکر، تحلیل طیفی و اندازه‌گیری توان خروجی لازم است. این مدل‌ها به درک بهتر پاسخ دینامیکی سیستم کمک می‌کنند.

کاربردها و پتانسیل‌های عملی سیستم‌های برداشت انرژی ارتعاشی

سیستم‌های برداشت انرژی ارتعاشی دارای دامنه‌ی وسیعی از کاربردها هستند، به‌ویژه در محیط‌هایی که ارتعاشات به‌طور مداوم یا متناوب حضور دارند:

۱. کاربردهای صنعتی

در کارخانه‌ها و ماشین‌آلات دوار، انرژی ارتعاشی به‌عنوان یک منبع هدررفته موجود است. نصب برداشتگرهای انرژی روی یاتاقان‌ها، موتورهای صنعتی، یا خطوط لوله می‌تواند تغذیه حسگرهای بی‌سیم را بدون نیاز به باتری فراهم کند.

۲. کاربرد در مهندسی عمران

در پل‌ها، ساختمان‌ها و سازه‌های بزرگ که تحت ارتعاشات محیطی مانند باد یا ترافیک قرار دارند، سیستم‌های برداشت انرژی می‌توانند علاوه بر تأمین انرژی، اطلاعات مفیدی در مورد سلامت سازه‌ها (Structural Health Monitoring) ارائه دهند.

۳. کاربردهای پزشکی و بیوالکترونیک

در ابزارهای پزشکی پوشیدنی و ایمپلنت‌ها، نیاز به تأمین انرژی پایدار بدون تعویض باتری بسیار حیاتی است. برداشتهای پیزوالکتریک از حرکات بدن یا ضربان قلب برای تأمین توان موردنیاز استفاده می‌کنند.

۴. کاربرد در محیط‌زیست و منابع تجدیدپذیر

در مناطق دورافتاده برای تغذیه حسگرهای محیطی (مثلاً کیفیت هوا یا رطوبت خاک)، برداشتهای انرژی از ارتعاشات محیطی مانند جریان باد یا حرکت گیاهان می‌توانند جایگزین مناسبی برای باتری باشند.

CHALLENGE

چالش‌ها و مسیرهای آینده

با وجود پیشرفت‌های چشمگیر، برداشت انرژی از ارتعاشات هنوز با چالش‌هایی روبه‌رو است.

۱. انطباق با شرایط متغیر محیطی

تغییرات در دامنه، فرکانس و جهت ارتعاشات باعث کاهش عملکرد می‌شود. طراحی سیستم‌های تطبیق‌پذیر (Adaptive) یا دارای کنترل فعال (Active Control) برای حفظ بهره‌وری ضروری است.

۲. محدودیت توان خروجی

مقدار انرژی قابل برداشت معمولاً محدود است. نیاز به بهینه‌سازی طراحی، استفاده از مواد نوین، و ترکیب چند فناوری برداشت انرژی (Hybrid Harvesting) برای افزایش توان خروجی احساس می‌شود.

۳. دوام و پایداری بلندمدت

سیستم‌های برداشت انرژی باید در محیط‌های مختلف (رطوبت، حرارت، ارتعاش پیوسته) پایداری داشته باشند. انتخاب مواد مقاوم و طراحی مقاوم‌سازی شده کلید اصلی حل این چالش است.

۴. یکپارچگی با سیستم‌های موجود

ادغام آسان با حسگرها، سامانه‌های کنترل و زیرساخت‌های صنعتی نیازمند توسعه رابط‌های استاندارد، سیستم‌های ذخیره انرژی و مدارهای پایداری ولتاژ است.

Conclusion



در این مقاله، به بررسی گذرای اصول، مکانیزم‌ها، طراحی، کاربردها و چالش‌های پیش‌روی سیستم‌های برداشت انرژی از ارتعاشات پرداختیم. با توجه به وابستگی روزافزون سیستم‌های الکترونیکی کوچک و قابل حمل به منابع تغذیه مطمئن و پایدار، فناوری برداشت انرژی ارتعاشی نقش فزاینده‌ای در آینده مهندسی و صنعت ایفا خواهد کرد.

مکانیسم‌های اصلی برداشت انرژی، یعنی پیزوالکتریک، الکترومغناطیسی و الکترواستاتیک، هر یک مزایا و محدودیت‌هایی دارند که بسته به شرایط محیطی و نیاز عملیاتی باید به‌درستی انتخاب شوند. طراحی بهینه این سیستم‌ها مستلزم درک عمیق از رفتار دینامیکی، استفاده از تحلیل‌های عددی دقیق، و انطباق با خواص ارتعاشی محیط واقعی است. کاربردهای گسترده این سیستم‌ها از صنعت گرفته تا پزشکی، محیط‌زیست، سازه‌های عمرانی و حتی فضاپیماها، نشان‌دهنده ظرفیت بالای این حوزه برای تحول در تأمین انرژی موضعی و کاهش وابستگی به باتری‌های سنتی است. با این حال، برای رسیدن به بهره‌برداری گسترده، باید بر چالش‌هایی همچون افزایش توان خروجی، مقاومت محیطی، و انطباق با شرایط متغیر فائق آمد.

آیندهی این حوزه بدون شک به پیشرفت در مواد هوشمند، طراحی سیستم‌های ترکیبی و هوشمندسازی کنترل عملکرد وابسته است. تلفیق فناوری برداشت انرژی با اینترنت اشیا (IoT)، حسگرهای بی‌سیم و سیستم‌های خودمختار می‌تواند افق‌های جدیدی برای مهندسی پایدار باز کند.

در پایان، سیستم‌های برداشت انرژی ارتعاشی نه تنها یک راه‌حل فناورانه برای مسائل مهندسی امروز هستند، بلکه گامی مؤثر در راستای کاهش مصرف انرژی و حمایت از توسعه پایدار جهانی به شمار می‌روند.



ای در گانم خون وطن

ای پرچمت ما را کفن

دور از تو بادا اهرمن

ایرانِ من، ایرانِ من





خواننده‌های محترم می‌توانند جهت مطالعه شماره‌های قبلی نشریه
بسامد به کانال انجمن مراجعه فرمایند.



فراخوان ارسال مقاله برای شماره چهارم نشریه علمی دانشجویی بسامد

محورهای فصل نامه

خبرهای درون دانشگاهی و صنفی، تازه‌های علمی و صنعتی

مقالات علمی - پژوهشی چاپ شده در ژورنال‌های معتبر داخلی و خارجی، مقالات کنفرانسی و مقالات مروری

مطالب متنوع - آموزشی در حوزه‌های تبدیل انرژی، مکانیک جامدات، دینامیک و ارتعاشات، مهندسی کنترل، مکترونیک، هوافضا، خودرو، انرژی‌های نو، ساخت و تولید، مکانیک مواد، مهندسی هسته‌ای، بیو مکانیک و نانو مکانیک

معرفی کاربردی کتاب‌های تخصصی و مراجع درسی، زمینه‌های کاری یا گرایش‌های تحصیلی در حوزه مکانیک

زندگینامه دانشمندان جهانی در عرصه مهندسی مکانیک یا معرفی شخصیت‌های ایرانی برجسته بین‌المللی

معرفی کاربردی یا آموزش نرم‌افزارهای مهندسی مکانیک

معرفی کمپانی‌های نرم‌افزاری یا کارخانه‌های مطرح تولیدی در دنیا

مصاحبه با کارآفرین‌های برجسته صنایع با محوریت ارتباط دانشگاه با صنعت

مصاحبه با اساتید، فارغ‌التحصیلان سابق و موفق مهندسی مکانیک دانشگاه تبریز

تاریخچه مهندسی مکانیک و مراحل پیشرفت و توسعه آن در زمان‌های گذشته

جهت ارسال آثار و کسب اطلاعات بیشتر با آیدی زیر در پیام رسان تلگرام در ارتباط باشید.



The lake that became a desert



@RenewableEnergy_Tbz



@basamad.mag

