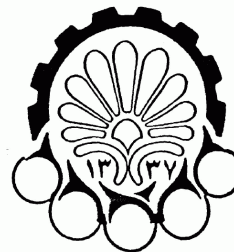




بسمه تعالی



پروژه پایانی درس روش تحقیق و گزارش نویسی

عنوان پروژه:

اثر ترموالکتریک و طراحی دیوار هوشمند گرمایشی ، سرمایشی

نام استاد : دکتر عبدالمهی

ارائه دهنده: سپند حقیقی

شماره دانشجویی : ۹۰۲۳۰۷۶

Email : Sepand.Haghighi@yahoo.com

بهار ۹۳

فهرست مطالب

۴	.....	چکیده
۵	.....	۱-مقدمه
۶	.....	۲-۱ اثر ترموالکتریک
۷	.....	۲-۱ اثر سی بک
۸	.....	۲-۲ اثر پلتیر
۹	.....	۲-۳ اثر تامسون
۱۰	.....	۳-سلول پلتیر منفرد
۱۱	.....	۳-۱ ساخت
۱۲	.....	۳-۲ کارایی
۱۳	.....	۳-۳ کاربردها
۱۳	.....	۳-۴ مزایا و معایب
۱۵	.....	۴- ساخت واحد های بزرگتر
۱۶	.....	۵- دیوار سی بک/پلتیر
۱۸	.....	۵-۱ مزایا و معایب
۱۹	.....	۶-نتیجه گیری
۲۰	.....	۷-منابع

فهرست اشکال و جداول

جدول ۱- ۱	۵	تأثیر منابع انرژی
شکل ۱- ۱	۶	یک سلول ترموالکتریک
شکل ۲- ۲	۸	اثر پلتیر و سی بک
شکل ۳- الف	۱۰	TEC به عنوان ژنراتور
شکل ۳- ب	۱۰	TEC به عنوان سرد کننده
شکل ۴- ۴	۱۱	ساختار داخلی TEC
شکل ۵- ۵	۱۴	مشخصات سلول ترموالکتریک
شکل ۶- ۶	۱۵	ماژول پلتیر چهارطرفه
شکل ۷- ۷	۱۶	تست ولتاژ محیطی
شکل ۸- ۸	۱۷	شبکه ماتریسی

چکیده:

انرژی های نو و تبدیل این انرژی ها به انرژی الکتریکی یکی از مهمترین بحث های علمی روز دنیاست ، یکی از این تبدیل های انرژی که از اثر پلتیر به وجود می آید ونسبت به بقیه عناوین کمتر مورد بحث قرار گرفته است تبدیل مستقیم اختلاف دما به انرژی الکتریکی است که با توجه به پیشرفت تکنولوژی ساخت قطعات نیمه هادی در چند سال اخیر به سرعت پیشرفت کرده و کارایی این قطعات در حال افزایش است.با اتصال این قطعات که توانایی تبدیل اختلاف دما به انرژی الکتریکی و همچنین توانایی عکس این عمل را دارا می باشند می توان دیواری برای تولید انرژی با استفاده از اختلاف دمای داخل و خارج با توانایی تولید همزمان گرمایش و سرمایش طراحی کرد.

واژگان کلیدی: پلتیر - سی بک - ترموالکتریک - گرما - انرژی - دیوار - هوشمند

۱- مقدمه :

با توجه به روبه پایان بودن منابع انرژی های تجدید ناپذیر مانند سوخت های فسیلی جهان به فکر جایگزینی مناسب برای آن است که هم از نظر ماندگاری بهتر باشد هم به چرخه های طبیعی و محیط زیست آسیب وارد نکند که از بین این انرژی ها می توان به انرژی باد ، انرژی خورشید ، انرژی زمین گرمایی و . . . اشاره کرد میزان تاثیر انواع انرژی بر روی چرخه های طبیعی در جدول ۱- آمده است. یکی از جدید ترین انرژی های نو تولید انرژی الکتریکی از گرما و اختلاف دما بدون حرکت است که با توجه به قدیمی بودن تئوری آن ، در چند سال گذشته مورد توجه دانشمندان و صنایع مختلف قرار گرفته است و طبق پیش بینی ها در چند سال آینده پیشرفت بسیار زیادی خواهد داشت . عناصر اصلی این ژنراتور ها سلول های ترموالکتریکی است که در ابتدا از فلزات با جنس های متفاوت ساخته می شد ولی در چند سال اخیر با پیشرفت تکنولوژی های ساخت قطعات نیمه هادی از این مواد ساخته می شوند و کارایی آنها نیز بالاتر رفته است.[1]

منابع انرژی	حیات وحش	آلودگی هوا	تغییر اقلیم
زغال مدنگ	بسیار زیاد	بسیار زیاد	بسیار زیاد
نفت خام و فرآورده های نفتی	متوسط تا زیاد	متوسط تا زیاد	زیاد
گاز طبیعی	کم تا زیاد	کم تا زیاد	کم تا متوسط
بیومس	کم تا زیاد	کم تا متوسط	کم تا زیاد
باد	نزدیک صفر	نزدیک صفر	خیلی کم
خورشید	نزدیک صفر	نزدیک صفر	کم
زمین گرمایی	نزدیک صفر	نزدیک صفر	کم
هسته ای	زیاد	نزدیک صفر	کم

جدول ۱- (تاثیر منابع انرژی بر روی محیط) [1]

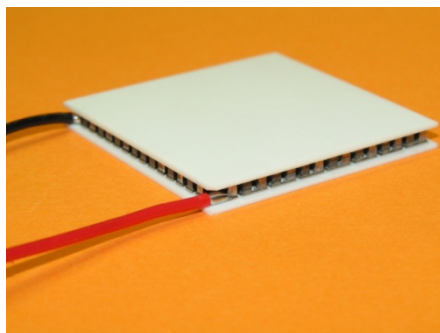
۲- اثر ترموالکتریک :

اثر ترموالکتریک تبدیل مستقیم و بدون واسطه اختلاف دما به ولتاژ الکتریکی و یا برعکس آن است. یک دستگاه ترمو الکتریک وسیله ای است که در صورت وجود اختلاف دما در دو سرش ، ولتاژی را پدید می آورد و در مقابل در صورت ایجاد ولتاژ در دو سرش اختلاف دما ایجاد می شود . در ابعاد اتمی ، گرادیان دمایی اعمال شده سبب می شود تا حامل های بار در ماده از سر گرم به سر سرد حرکت کنند. (تصویر یک سلول ترمو الکتریک در شکل ۱- آمده است.) [2]

این اثر در تولید الکتریسیته و محاسبه دمای اجسام یا تغییر دمایشان کاربرد دارد. چون گرم شدن و سرد شدن ارتباط مستقیمی با قطبش ولتاژ اعمال شده دارد ، دستگاه های ترموالکتریک ، کنترل کننده های دما هم می باشند. [2]

اثر ترمو الکتریک شامل سه اثر شناخته شده مجزا است :

۱- اثر سی بک ۲- اثر پلتیر ۳- اثر تامسون



شکل ۱- (یک سلول ترموالکتریک) [5]

۱-۲ اثر سی بک :

اثر سی بک تبدیل مستقیم اختلاف دما به ولتاژ الکتریکی است و برای اولین بار فیزیک دان آلمانی جان سی بک این اثر را در سال ۱۸۲۱ کشف کرد. [3]

او پی برد که جهت قطب نما در حضور اتصال دو نیم حلقه که بین ۲ نقطه تماس آن اختلاف دما وجود دارد دچار لرزش می شود که علت آن پاسخ متفاوت فلزها و جهت گیری های اتم های آنها به اختلاف دما است که موجب تشکیل جریان الکتریکی در حلقه و یک میدان مغناطیسی و الکتریکی می شود سی بک ابتدا به وجود میدان الکتریکی پی نبرد و بعد ها اورستد دانشمند دانمارکی آن را اصلاح و اثر را ترمو الکتریسته نامید. [3]

چگالی جریان الکتریکی داخل حلقه از رابطه زیر بدست می آید:

$$J = \sigma(-\nabla V + E_{emf})$$

که در آن σ رسانایی، ∇V گرادیان ولتاژ داخلی و E_{emf} نیروی محرکه الکتریکی است که از رابطه زیر به دست می آید :

$$E_{emf} = -S\nabla T$$

که در آن S ضریبی معروف به ضریب سی بک و ∇T گرادیان دمایی بین دو نقطه است.

ضریب سی بک بشدت با دما تغییر می کند به طوری که در دمای اتاق برای مواد

$$\text{معمولی می تواند بین } -100 \frac{\mu V}{K} \text{ و } 1000 \frac{\mu V}{K} \text{ تغییر کند. [2]}$$

۲-۲ اثر پلتیر :

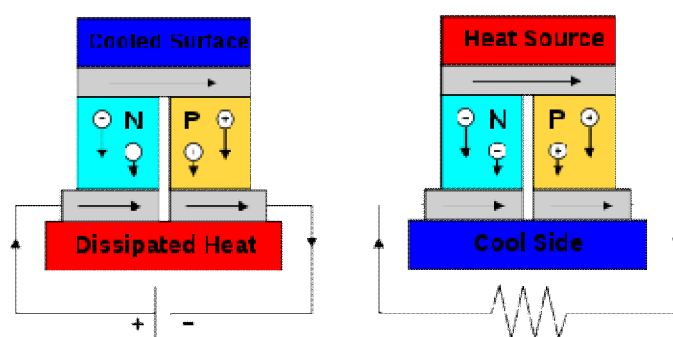
اثر پلتیر عکس اثر سی بک است ، یعنی انتقال گرما بین دو نقطه در اثر وجود جریان در حلقه بین آن دو نقطه (با دو فلز مختلف) که به افتخار جان چارلز پلتیر که برای اولین با این اثر را در سال ۱۸۳۴ کشف کرد نام گذاری شده است.[4]

زمانی که جریان در دو فلز جاری می شود گرما از یک اتصال به اتصال دیگر می رود به عبارت دیگر یک اتصال سرد و دیگری گرم می شود میزان نرخ گرمای انتقالی بر حسب زمان از رابطه زیر بدست می آید :

$$\dot{Q} = (\Pi_A - \Pi_B)I$$

که در آن Π_A و Π_B ضریب پلتیر دو فلز و I جریان بین دو اتصال است.

از اثر پلتیر به عنوان اثر پمپ گرما نیز یاد می شود زیرا توانایی انتقال گرما بدون عمل مکانیکی و حرکتی را دارد که این مهمترین خاصیت سلول های پلتیر است و باعث سبکی و نازک شدن آنها می شود. اثر پلتیر و سی بک به صورت وارون هم در شکل ۲- نشان داده شده است.[2]



شکل ۲- (اثر پلتیر و سی بک) [2]

۳-۲ اثر تامسون :

در بسیاری از مواد ضریب سی بک در دمایی خاص ثابت نیست و یک گرادیان فضایی در دما می تواند منجر به گرادیانی در ضریب سی بک شود اگر جریانی با این گرادیان جاری شود شاهد اثر معکوس یعنی پلتیر می باشیم ، به مجموع این اتفاقات اثر تامسون گفته می شود که توسط لرد کلونین در سال ۱۸۵۱ کشف شده است.[2]

اگر چگالی جریانی معادل J از یک رسانای سرتاسر هم جنس عبور کند ، اثر تامسون نرخ تولید گرما بر واحد حجم را از رابطه زیر بدست می آورد:

$$\dot{q} = -\kappa J \cdot \nabla T$$

که در آن κ ضریب تامسون است ، ضریب تامسون از طریق روابط زیر با ضریب سی بک و پلتیر ارتباط پیدا می کند.[2]

$$\kappa = T \frac{dS}{dT}$$

$$\Pi = TS$$

$$\kappa \equiv \frac{d\Pi}{dT} - S$$

۳- سلول پلتیر منفرد و کاربردهای آن :

سلول های ترمو الکتریک که دارای هردو اثر سی بک و پلتیر به صورت توام بوده در یک پکیج و پیکره بندی در بازار به صورت منفرد موجود است ، که به اختصار به آنها سلول های پلتیر یا ترمو الکتریک کولر (TEC) می گویند. [2]

سلول های پلتیر که از مواد نیمه هادی تشکیل شده است یک پمپ گرما است ، که توانایی انتقال گرما را از یک سمت به سمت دیگر بدون حرکت و تنها با ایجاد اختلاف پتانسیل در دو سر آن داراست همین سلول در جهت عکس هم کار می کند یعنی با ایجاد اختلاف دما در دو طرف آن در دو سر آن اختلاف پتانسیل ایجاد می شود. [2]

از بزرگترین مزایای این سلول ها کم حجم بودن آنها و دارا بودن توانایی در انتقال گرما بدون چرخش سیال است که باعث کوچک شدن خنک کننده ها و حرارت سازها می شود از این اتصال این سلول ها همچنین در ساخت ژنراتورها ی تولید برق نیز استفاده می شود که در ادامه در مورد آن بحث خواهد شد. شکل ۳- کاربرد عملی این سلول ها را در دو حالت نشان می دهد.



ب

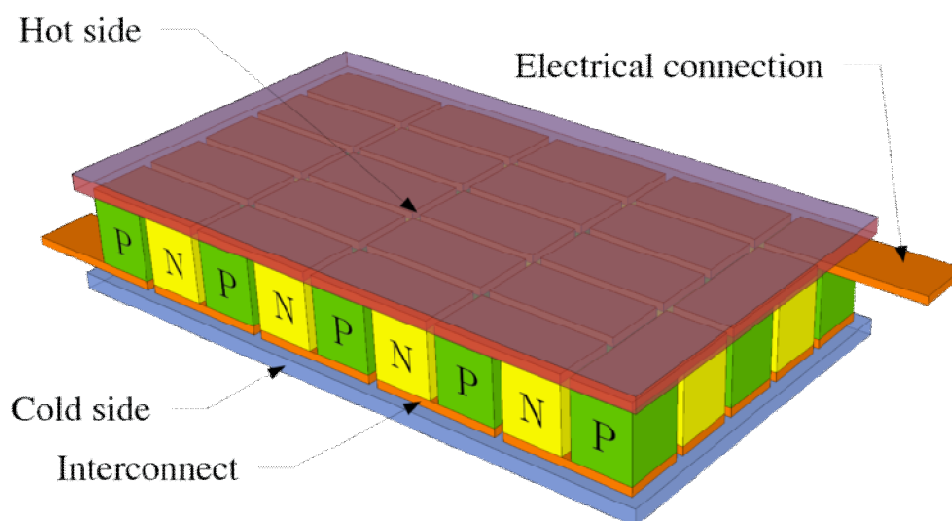
الف

شکل ۳- الف) استفاده از TEC به عنوان ژنراتور

ب) استفاده از TEC به عنوان سرد کننده [6]

۱-۳ ساخت:

برای ساخت این سلول ها از دونوع نیمه هادی p و n استفاده می شود زیرا به تراکم الکترون مختلف نیاز است. پیوند های $p-n$ از نظر دمایی موازی و از نظر الکتریکی به صورت سری به هم متصل می شوند و با اتصال ولتاژ DC به دو ترمینال انتهایی پیوند های $p-n$ گرما از یک سمت به سمت دیگر حرکت می کند. به صورت معمول سلول های ترموالکتریکی توسط دو صفحه سرامیکی مهار می شوند شکل ۴- نمای کلی ساختار داخلی یک سلول پلتیر را نشان می دهد. [6]



شکل-۴ (ساختار داخلی یک سلول TEC). [2]

برای ساخت این سلول ها بیشتر از ترکیب بیسموت - تلوریوم (Bi_2Te_3) استفاده می شود که توانایی قالب گیری خوبی دارد. البته از سایر ترکیب ها مانند سیلیسید و سرب-تلوریوم نیز استفاده می شود در سال ۲۰۱۴ نیز محققان کشف کردند که بهترین ماده برای ساخت این سلول ها قلع-سلناید است. برای ایجاد پیوند های $p-n$ نیز از دو روش پودر و کاشت کریستالی استفاده می کنند. [7]

۲-۳ کارایی:

یک سلول پلتیر منفرد توانایی ایجاد اختلاف دمای حداکثر تا ۷۰ درجه را بین سطح گرم و سرد خود دارد و با افزایش این دما کارایی به شدت پایین می آید زیرا این عدد حداکثر نرخ انتقال دماست و گرمای تولیدی مازاد از بین می رود. میزان گرمای قابل جذب از رابطه زیر بدست می آید. [5]

$$W = \Pi I t$$

که در آن Π ضریب پلتیر ، I جریان عبوری و t زمان این انتقال است.

به صورت کلی اتصال های ترموالکتریکی می توانند ۱۵-۱۰ درصد بازده ماشین کارنوی ایده آل را داشته باشند (گرچه این میزان بازده روزبروز با کشف مواد جدید برای ساخت این قطعات در حال افزایش است .) و این میزان بازده چهاربرابر کمتر از سیستم های خنک کننده چرخشی است ولی بعضی از خواص این سلول ها باعث محبوبیت آنها شده است. [5]

در کل بازده این سلول ها بسیار غیر خطی است و به عوامل بسیار زیادی بستگی دارد از جمله:

دمای محیط ، کارایی Heat Sink ها، بار حرارتی ، هندسه سلول و مشخصات الکتریکی سلول پلتیر. [2]

مشخصات یک سلول پلتیر در شکل ۵- آمده است.

۳-۳ کاربردها:

سلول های پلتیر در هر دو طرف (هم سی بک و هم پلتیر) به صورت منفرد کاربرد های بسیار زیادی دارند در زیر به چند مورد از کاربرد های آنها اشاره می کنیم :

- استفاده در ساخت یخچال ها و کولر های قابل حمل
- ساخت محفظه های حمل دارو و اعضای بدن
- به عنوان سنسور در کوره های بزرگ ذوب
- استفاده به عنوان ژنراتور
- استفاده در صنایع هوا فضا برای محاسبه میزان تابش به یک سمت فضا پیما
- استفاده به عنوان خنک کننده موضعی پردازنده های دوربین ها ، تلسکوپ ، طیف نگار ها و کامپیوتر های جدید
- استفاده در دستگاه Thermal Cyclers برای آنالیز DNA
- استفاده در دستگاه های پزشکی برای سرد و گرم کردن موضعی اعضای بدن [2]

۳-۴ مزایا و معایب:

مزایا :

-عدم نیاز به چرخش سیال برای انتقال گرما

-انعطاف پذیر در شکل گیری های مختلف

-طول عمر طولانی

-قابلیت کنترل دما با جریان و ولتاژ ورودی [2]

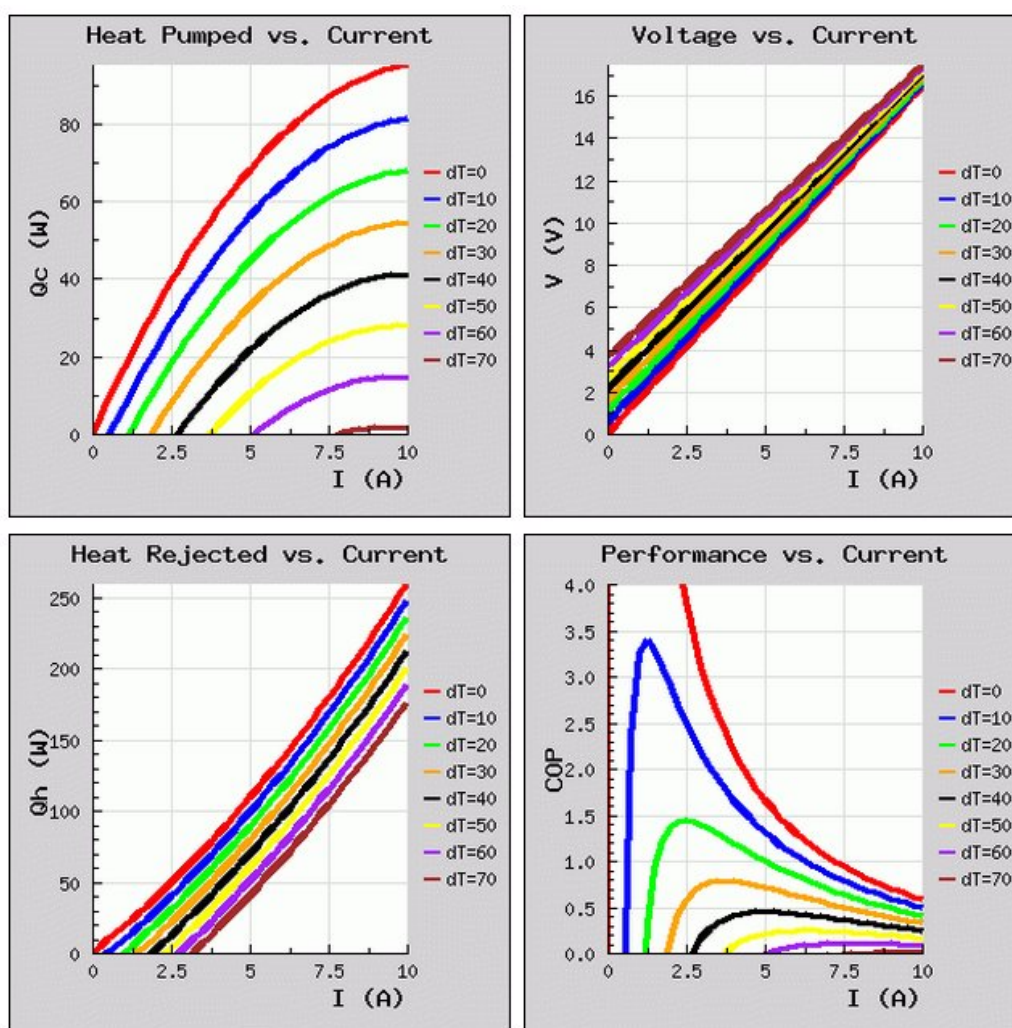
- قابل استفاده در محیط هایی که نمی توان از یخچال های معمولی استفاده کرد

معایب :

- قابلیت انتقال گرمای محدود

- نیاز به جریان زیاد برای راه اندازی

- کارایی کمتر نسبت به یخچال های معمولی معادل



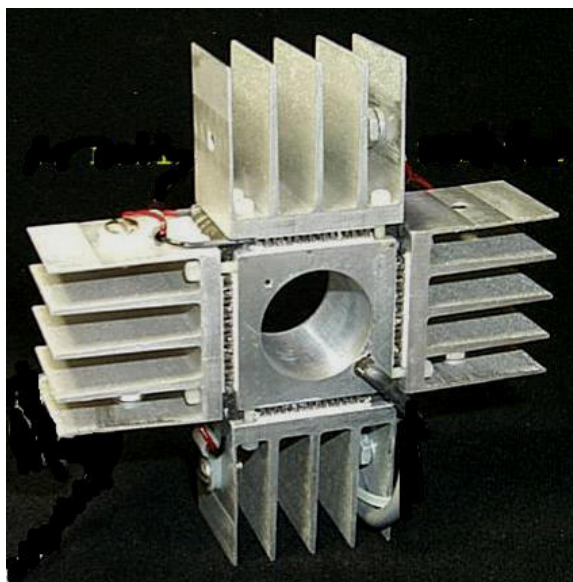
شکل-۵ (مشخصات یک سلول پلتیر) [8]

۴- اتصال سلول های پلتیر و ساخت واحد های بزرگتر :

با توجه به محدودیت کارایی سلول های پلتیر منفرد ناچاریم برای بالا بردن کارایی آنها را به هم متصل کنیم ، متصل کردن سری سلول های پلتیر مشکل قطعی مدار در صورت اختلال در یک سلول و اتصال موازی آنها نیاز به جریان بسیار زیادی نیاز دارد ، بنابراین ابتدا ۴ سلول پلتیر را به صورت موازی به هم متصل می کنیم و آن را ماژول چهار طرفه می نامیم سپس این ماژول های چهار طرفه را در یک شبکه اتصال ماتریسی قرار می دهیم علت ساخت این ماژول چهارطرفه افزایش قدرت ایجاد گرما در حالت پلتیرو همچنین جذب گرما در حالت سی بک است و برای رسیدن به این هدف باید از بالا رفتن جزیی جریان مصرفی صرف نظر کنیم.[7]

البته راه های کنترلی برای کنترل هر یک از دیواره های این ماژول های چهار طرفه نیز می توان ارائه کرد.

تصویر این ماژول چهارطرفه در شکل ۶- آمده است.

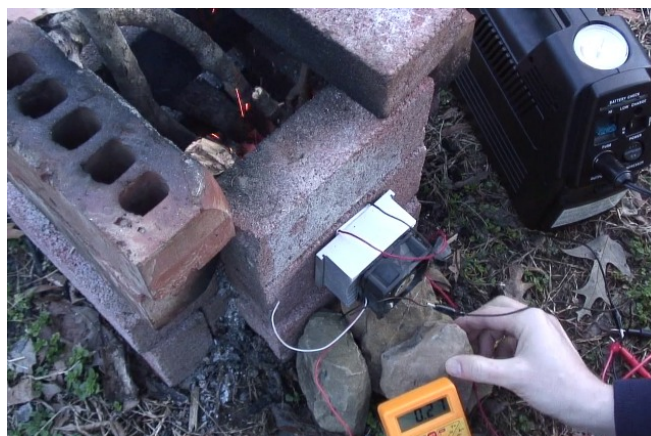


شکل ۶- (ماژول پلتیر چهارطرفه) [7]

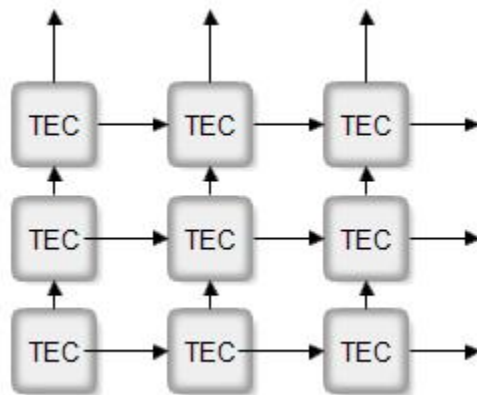
۵- ایجاد شبکه و ساخت دیوار سی بک/پلتیر :

بعد از ساخت ماژول چهار طرفه و تست محیطی (تصویر تست محیطی یک ماژول چهار طرفه در شکل ۷-آمده است) آن ، برای ساخت دیوار پلتیر/سی بک نیاز است که این ماژول های چهارطرفه به هم متصل شوند از آنجا که هدف ساخت دیواری با توانایی تولید انرژی از اختلاف دما داخل و خارج و ذخیره آن و همچنین توانایی سرد و گرم کردن ساختمان است ، نیاز به تعداد زیادی ماژول های چهار طرفه است که نحوه اتصال آنها مهم ترین مساله در این طرح است برای اتصال این ماژول ها راه های بسیاری وجود دارد ولی بهترین راه که توانایی کنترل تک تک ماژول ها را برای کنترلر فراهم می کند استفاده از روش کنترل شبکه ماتریسی است که با اتصال یک پایانه الکتریکی ماژول ها در ستون و دیگری در سطر می توان هر ماژول را به صورت منفرد کنترل و خاموش /روشن کرد.[8]

تصویر یک شبکه ماتریسی ۳ در ۳ در شکل ۷-آمده است.



شکل ۷- تست ولتاژ محیطی)[7]



شکل-۸ (شبکه ماتریسی مازول های چهار طرفه)

یکی از نکات مهم دیگر در افزایش کارایی شبکه قالب گیری سرتاسری آن است زیرا استفاده از سلول های منفرد و اتصال آنها با چسب های حرارتی باعث ایجاد اتلاف بیشتر در اتصال ها می شود.

با ساخت این شبکه ماتریسی می توان مبدلی برای تبدیل اختلاف دما به ولتاژ و ولتاژ به اختلاف دما ایجاد کرد که در مناطقی که اختلاف دمایی بالایی در شب و روز دارند از آن می توان برای تولید جزیی برق استفاده کرد برای تقویت آن نیز می توان از ترکیب آن با سلول های خورشیدی استفاده کرد.

*تنها دستگاه مشابه این طرح که ساخته شده است ژنراتور تولید برق با استفاده از سلول های پلتیر است که از ۲۰۰۰ سلول پلتیر تشکیل شده است و دارای دو محفظه آب جوش و یخ است که با اختلاف ۱۰۰ درجه دما اقدام به تولید برق می کند و مخصوص مناطق محروم و شرایط اضطراری ساخته شده است.

۲-۵ مزایا و معایب:

استفاده از این دیوار و شبکه ماتریسی ماژول های چهارطرفه مزایا و معایبی دارد که در زیر به برخی از آنها اشاره شده است:

مزایا :

- توانایی سردسازی و گرم سازی با تغییر جهت جریان با استفاده از اثر پلتیر
- توانایی تولید انرژی با استفاده از اثر سی بک
- توانایی استفاده به صورت شبکه ای و گرمایش / سرمایش منطقه ای
- توانایی استفاده از اثر دوگانه سی بک - پلتیر به صورت همزمان

معایب :

- نیاز به اختلاف دمای نسبتا بالا برای تولید انرژی الکتریکی در حالت سی بک
- نیاز به جریان بالا برای ایجاد اختلاف دما در حالت پلتیر
- بهینه نبودن ترتیب استفاده سلول های پلتیر (اشکال توپولوژی)

۶- نتیجه گیری:

با توجه به پیشرفت سریع تکنولوژی نیمه هادی و بالا رفتن کارایی سلول های پلتیر این طرح می تواند یکی از طرح های آینده دار در زمینه انرژی های نو باشد که در مناطقی که دارای اختلاف دمای زیاد شب روز است مورد استفاده قرار گیرد ترکیب این طرح با سلول های خورشیدی می تواند کارایی آن را بسیار بالا برده به طور مثال ساخت پنجره ای شامل روکش سلول های خورشیدی و بدنه سلول های پلتیر.

جدا از بحث پیشرفت کیفیت و کارایی سلول های پلتیر عامل مهم دیگر در کارایی این شبکه و دیوار ترتیب روشن شدن سلول هاست که با توجه به بحث انجام شده در رابطه با ارتباط کارایی با مکان و ضریب پلتیر و سی بک ، روشن / خاموش شدن ترتیب خاصی از سلول ها می تواند کارایی شبکه را تا حد قابل قبولی بالا ببرد که برای این کار می توان از روش های هوش مصنوعی و محاسباتی و یادگیری ماشین کمک گرفت.

طراحی یک سیستم کارا برای ذخیره انرژی تولید شده نیز می تواند تا حد زیادی کارایی شبکه را بالا ببرد.

- [1] "Alternative Energy." Wikipedia :The Free Encyclopedia. Wikimedia Foundation , Inc.2 May 2014 . Web.1 June 2014 <http://en.wikipedia.org/wiki/Alternative_energy>
- [2] "Thermoelectric Effect." Wikipedia :The Free Encyclopedia. Wikimedia Foundation , Inc.3 April 2014 . Web.10 May 2014 <http://en.wikipedia.org/wiki/Thermoelectric_effect>
- [3] "Thomas Johann Seebeck." Wikipedia :The Free Encyclopedia. Wikimedia Foundation , Inc.2 August 2013 . Web.10 May 2014 <http://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Johann_Seebeck>
- [4] "Jean Charles Athanase Peltier." Wikipedia :The Free Encyclopedia. Wikimedia Foundation , Inc.13 April 2013 . Web.10 May 2014 <http://en.wikipedia.org/wiki/Jean_Charles_Athanase_Peltier>
- [5]Chambers, R. G. (1977). Thermoelectric effects and contact potentials. Physics Education, 12(6), 374-380.
- [6] Omega. (n.d.). The thermocouple. Retrieved October 10, 2010, from <<http://www.omega.com/temperature/z/pdf/z021-032.pdf>>
- [7] U.S. Secretary of Commerce. (1995). NIST ITS-90 thermocouple database. Available from <<http://srdata.nist.gov/its90/main>>
- [8] Chrysler, G.M., presented at forum Next Generation Thermal Management Materials and Systems, 28-30 October 2002, Dallas/Fort Worth.