فصلنامه علمی تخصصی معماری سبز
سال پنجم، شماره ۲ (پیاپی: ۱۵)، تیر ۱۳۹۸
ISSN: 2476-5368

# بررسی تلفیقی سازه‌ی دیاگرید و سیستم فتوولتائیک در جهت تأمین انرژی ساختمان‌های بلندمرتبه در منطقه آذربایجان ایران

**سید سجاد نادری[۱]، شاهین منشی نژاد[۲]، رویا علی اکبرزاده[۳]***

*تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۲۰*
*تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۳۰*
*کد مقاله: ۴۵۸۸۶*

## چکـیده

سازه دیاگرید به‌عنوان سازه نوین برای بلندمرتبه‌سازی و ایجاد ساختمان‌های سبک ابداع شده است. امروزه تأمین انرژی ساختمان‌های بلندمرتبه با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر بزرگ‌ترین دغدغه انسان‌هاست و هر روز روش‌های جدید و نوین برای حل این مسئله پیشنهاد می‌شود. انرژی خورشیدی یکی از مهم‌ترین انواع انرژی‌های تجدید پذیر در ایران است. فرآیند تعیین، شناخت و کنترل تأثیرات اقلیمی بر مقدار مصرف انرژی در هر منطقه حائز اهمیت زیادی است. نحوه بهره‌گیری از شکل‌های متنوع انرژی برای مقاصد گوناگون، انواع ساختمان‌ها و نیز برای جوامع و افراد مختلف بسیار متفاوت بوده، واضح است که میزان مصرف انرژی و نیاز به آن در مناطق سردسیر بالا خواهد برد که این مسئله به‌عنوان یکی از مشکلات اساسی این جوامع به شمار می‌آید. به‌طورمعمول سازه‌های دیاگرید به‌وسیله شیشه پوشش داده می‌شوند. هدف این پژوهش بررسی استفاده از سیستم فتوولتاییک در برخی از بخش‌های ساختمان بجای شیشه جهت تأمین انرژی ساختمان است. همان‌طور که می‌دانیم برخی از بخش‌های ساختمان نیاز به نورگیری ندارند، پس با نصب سیستم فتوولتاییک در این بخش‌ها می‌توان باعث ذخیره‌ی انرژی خورشیدی شد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

**واژگـان کلـیدی:** سازه دیاگرید، سیستم فتوولتائیک، ذخیره انرژی، ساختمان بلندمرتبه.

۱- مدرس موسسه آموزش عالی شهریار آستارا، دپارتمان معماری، آستارا، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، موسسه اموزش عالی شهریار آستارا، دپارتمان معماری، آستارا، ایران
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، موسسه اموزش عالی شهریار آستارا، دپارتمان معماری، آستارا، ایران (نویسنده مسئول)

## ۱- مقدمه

استفاده از سازه‌های بلند هم‌زمان با رشد و توسعه خدمات شهری و بهبود کیفیت زندگی در کشورهای در حال رشد و توسعه‌یافته امری ضروری است. از طرفی معرفی فولادهای با مقاومت بالا یا بتن سبک سازه‌ای با مقاومت بالا، امکان ساخت سازه‌های بلند در تعداد طبقات بیشتر را فراهم نموده است. از جمله سیستم‌هایی که می‌توان در سازه‌های بلندمرتبه استفاده کرد سیستم سازه‌ای دیاگرید است. سیستم سازه دیاگرید چارچوبی متشکل از اعضای مورب است که از تقاطع مصالح مختلفی مانند فلزات، بتن و یا تیرهای چوبی ساخته شده است و در ساخت‌وساز ساختمان و سقف استفاده می‌شود. معمولاً سازه‌های دیاگرید ظاهر زیبایی به ساختمان می‌دهند. از طرفی "یکی از مهم‌ترین پیامدهای طراحی معماری امروزی، خلق یک‌زبان رسمی جهت استفاده بهینه انرژی و استفاده از فن‌آوری‌های فاقد آلودگی‌های زیست‌محیطی است که هم‌اکنون در شهرهای قدیمی ما لازم می‌باشد." (پاولی؛ ۱۳۹۱) در کشورمان با توجه به وضعیت تابش خورشید و تعداد روزهای آفتابی گزارش شده، استفاده از این انرژی در مصارف حرارتی و الکتریکی کاملاً توجیه‌پذیر بوده و می‌تواند رفته‌رفته کشور عزیزمان را نسبت به منابع انرژی تجدید ناپذیر (فسیلی) بی‌نیاز کند. (محمدی؛ ۱۳۹۱) سیستم فتوولتاییک ازجمله سیستم‌هایی است که در مناطق شمال و شمال غرب جهت تولید برق می‌توان از آن استفاده کرد، این سیستم به‌سادگی نصب می‌شود و نصب و تنظیم پانل‌های خورشیدی عمدتاً بر روی بام‌ها و دیگر مکان‌هایی از ساختمان که در حالت معمولی غیرقابل استفاده‌اند صورت می‌گیرد. از طرف دیگر عمده مصالح مورد استفاده در سازه‌ی دیاگرید شیشه است (اگر مصالح شیشه‌ای با سازه دیاگرید ترکیب شود دریافت نور طبیعی ساختمان بسیار بالا می‌رود). اگر در سازه‌ی دیاگرید در بعضی نقاط بجای صفحات شیشه‌ای، سیستم فتوولتاییک را جایگزین کرد، می‌توان بصورت سبز باعث تأمین برق مورد نیاز ساختمان شد.

## ۲- بیان مسئله

"بشر اشتهای سیری ناپذیری به انرژی دارد. تقاضای جهانی انرژی از سال ۱۹۵۰ تا کنون حدود سه برابر شده است، به عقیده سازمان جهانی انرژی، مصرف جهانی انرژی تا سال ۲۰۲۰ حدود ۵۰ درصد افزایش خواهد یافت. بیشترین انرژی مورد نیاز ما از سوخت های فسیلی- زغال سنگ، گاز و مخصوصا نفت که به حیاتی ترین منبع انرژی در کره زمین تبدیل شده است- تأمین می‌شود". (والیزیووج، ۱۳۸۴) با افزایش جمعیت نیاز به بلندمرتبه سازی در شهرها افزایش یافت و باعث ابداع انواع مختلفی از سازه ها شد. از جمله سازه‌های سبک و نوین که شفافیت و نورگیری طبیعی زیادی به دلیل استفاده از شیشه در جداره خارجی خود دارد سازه‌ی دیاگرید است. امکان سنجی استفاده از سیستم های انرژی تجدید پذیر بر روی این سازه مسئله ای است که در این پژوهش به آن پرداخته شده است. از جمله سیستم های متناسب با اقلیم و زاویه ی تابش خورشید در منطقه آذربایجان سیستم فتوولتاییک است. امکان سنجی استفاده از سیستم فتوولتاییک در بخش‌هایی از سقف و دیوارهای خارجی سیستم سازه‌ای دیاگرید که عمدتا با شیشه پوشش داده می‌شود می‌تواند گام مهمی در ایجاد ساختمان پایدار و سبز باشد.

## ۳- اهمیت و ضرورت پژوهش

اهمیت و ضرورت این پژوهش بررسی تلفیقی سازه‌ی دیاگرید و سیستم فتوولتاییک در جهت تأمین انرژی ساختمان‌های بلندمرتبه در شمال ایران در جهت تأمین انرژی و خودکفایی و ایجاد ساختمان‌های سبز است که از نظر علمی، اقتصادی، فنی و مهندسی، سیاسی و اجتماعی مورد اهمیت می‌باشد.

## ۴- اهداف پژوهش

اهداف این پژوهش به دو بخش علمی و کاربردی تقسیم می‌شود. بعد از مرحله ی اول که شامل آشنایی با تعاریف و مفاهیم سازه‌ی دیاگرید و نحوه ی عملکرد سیستم فتوولتاییک است در مرحله ی دوم به بررسی احتمال استفاده از سیستم فتوولتاییک در سقف سازه‌ی دیاگرید که با شیشه پوشش داده می‌شود میرسیم. بعد از انجام امکان سنجی های لازم، می توان با تلفیق این دو تکنولوژی در کنار هم ساختمان‌های سبز و خود اکتفا از نظر انرژی در شمال ایران ایجاد کرد.

## ۵- سوال پژوهش

۱- سیستم سازه‌ای دیاگرید دارای چه ویژگی هایی است؟

۲- سیستم ذخیره انرژی خورشیدی برای ساختمان در مناطق شمال ایران باید دارای چه ویژگی هایی باشد؟

۳- پوشش نهایی سازه دیاگرید که بعنوان سقف یا دیوار خارجی می‌باشد از چه نوع متریالی ساخته می‌شود؟
۴- نحوه ی ذخیره انرژی در ساختمان با سازه‌ی دیاگرید به چه روشی امکان پذیر است؟

## ۶- فرضیه پژوهش

ساختار سازه‌ی دیاگرید چارچوبی متشکل از اعضای مورب است که از تقاطع مصالح مختلفی مانند فلزات، بتن و یا تیرهای چوبی ساخته شده است و در ساخت‌وساز ساختمان، دیوارهای خارجی و سقف استفاده می‌شود. سازه دیاگرید با اعضای فولادی برای استحکام سازه و صلبیت بنا کارآمد هستند؛ اما امروزه دیاگریدها در دهانه‌های بزرگ و ساختمان بلند استفاده می‌شوند، به ویژه هنگامی که هندسه‌ی پیچیده و اشکال منحنی دارند. سیستم فتوولتاییک یا به اختصار PV، یکی از انواع سامانه‌های تولید برق از انرژی خورشیدی می‌باشد. در این روش با بکارگیری سلول‌های خورشیدی، تولید مستقیم الکتریسیته از تابش خورشید امکان‌پذیر می‌شود. مناسب ترین روش تولید برق از انرژی خورشیدی در مناطق شمال ایران این سیستم می‌باشد. از آنجاییکه پوشش نهایی سقف و دیوارهای سازه‌ی دیاگرید شیشه است، می‌توان با جایگزاری سیستم های فتوولتاییک در چارچوب سازه‌ی دیاگرید، امکان تولید برق و تأمین انرژی ساختمان را ایجاد کرد.

## ۷- روش تحقیق

روش پژوهش به صورت توصیفی- تحلیلی بوده است و مبتنی بر مطالعات کتابخانه ای انجام پذیرفته است.

**جدول ۱: برخی مطالعات نویسندگان ایرانی در مورد خانه های صفر انرژی و معماری سبز در طوالی زمان**

| | سال | مولف | عنوان | منبع | نتیجه‌گیری |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۳۸۴ | مارک والیزیویچ | انرژی جایگزین | انتشارات به تدبیر | در آینده، احتمالا بزرگترین شرکت های انرژی دنیا از فناوریهای جدید انرژی را برخواهند گزید. |
| ۲ | ۱۳۸۷ | جهانبخش و عدالت دوست | ارزیابی استفاده از انرژی خورشیدی در گرمایش ساختمان‌ها در نواحی مسکونی آذربایجان | تحقیقات جغرافیایی علمی پژوهشی isc | برای نواحی شمالی آذربایجان که از نوسان دمایی بیشتر، میزان ابرناکی بالا و در پی آنتابش پخش شده زیادی در طول سال برخوردارند، علاوه بر استفاده از فناوری فتوولتاییک برای تولید انرژی، کاربرد پانل های حرارتی با صفحات تخت نیز به شرط تلفیق آن با طراحی اقلیمی ماتناسب خواهد بود. |
| ۳ | ۱۳۹۵ | ناظر ماسوله | بررسی رفتار لرزهای ساختمانهای میان مرتبه دیاگرید با پلان نامنظم | پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شریف | اخیرا استفاده از سیستم سازهای دیاگرید مورد توجه بسیاری از مهندسان و معماران قرار گرفته است. گاهی به دلیل محدودیتهای معماری و نیز نامناسب بودن محل ساختمان امکان به وجود آمدن نامنظمی پیچشی در آنها وجود دارد و این موضوع در ساختمانهای دیاگرید ساخته شده در نقاط مختلف نیز دیده میشود. |

## ۸- متن

باتوجه به پیشرفت تکنولوژی و افزایش جمعیت در منطقه ی آذربایجان نیاز به بلندمرتبه سازی نیز افزایش پیدا کرد؛ اما ساخت ساختمان‌های بلندمرتبه با هندسه های متفاوت و دهانه ای بزرگ فرایندی است که نیاز به استفاده از سازه‌های نوین مانند سازه دیاگرید، سازه‌های تاشو، سازه تنسگریتی و سازه‌های فضاکار دیگر دارد. سازه دیاگرید علاوه بر پوشش بزرگ دهنه قابلیت استفاده در هندسه های مختلف را داراست. از جمله مواردی که در ساختمان‌های منطقه آذربایجان ایران وجود دارد نیاز به استفاده از انرژی طبیعی خورشید به دلیل سرمای زیاد این منطقه است. سازه دیاگرید با پوشش شیشه‌ای خود قابلیت استفاده از نورخورشید را در تمامی ساعات روز امکان پذیر می کند. در اینجا باید به دمبال راهی بود که بتوان انرژی خورشید را در طول روز جذب و نگهداری کرد و در طول شب از آن به‌عنوان منبع انرژی جهت تولید برق و گرمایش استفاده کرد. مناسب ترین سیستم تولید برق مورد نیاز ساختمان از خورشید در منطقه ی آذربایجان استفاده از سیستم فتوولتاییک است. با توجه به مطالبی که در بالا اشاره شد و نحوه ی جانمایی شیشه در قسمت های خارجی ساختمان می توان در برخی نقاط ساختمان سیستم فتوولتاییک را بجای شیشه جای گذاری

کرد (محل هایی که نیاز به تابش مستقیم آفتاب ندارند مانند سرویس بهداشتی، اتاق خواب و ...). به این صورت می توان ساختمان‌هایی با سیستم سازه‌ای دیاگرید و زرو انرژی در مناطق سردسیر آذربایجان ایران طراحی کرد که علاوه بر زیبایی از نظر زیست‌محیطی متناسب با اقلیم منطقه باشد.

## ۸-۱- معرفی سازه دیاگرید

سیستم سازه‌ای قطری را می‌توان به‌عنوان مجموعه‌ای از اعضای قطری که یک ساختار شبکه‌ای شکل می‌دهد تعریف کرد. اعضای قطری می‌توانند از تقاطع مصالحی مختلفی همچون فولاد، بتن و یا تیرهای چوبی که در ساخت ساختمان و سقف‌ها به‌کار می‌روند، باشد. "سیستم سازه‌ای دیاگرید راهی نو و مبتکرانه در ایجاد ساختمانها با شکل‌های پیچیده گشوده است. این سیستم سازه‌ای که به نوعی یک خرپای فضایی است، در طول سال های گذشته ثابت کرده است که برای ایجاد گسترده ی وسیعی از انواع سازه، قابها و دهانه ها مناسب است. در بسیاری از پروژه های عملی دیاگریدها در پشتیبانی از اشکال غیرخطی و انحنادار به کار رفته اند. در واقع به علت ویژگی ذاتی دیاگریدها که متشکل از شبکه های مثلثی هستند، تنها سیستم جوابگوی طرحهای خلاقانه معماران بوده اند، از جمله نقاط برجسته ی این سیستم در مقایسه باسایر سیستم های سازه‌ای عدم نیاز به هسته ی مرکزی قوی میباشد. دیاگریدها به‌طور کلی توانایی تحمل بارهای وزنی و جانبی وارد به سازه را دارند و میتوانند بدون نیاز به هسته ی مرکزی این بارها را تحمل کنند. این در حالیست که سازه‌های بلند ساخته شده از قاب خمشی مرسوم و یا قاب های مهاربندی شده متشکل از ستون های عمودی و تیرهای افقی برای پایداری جانبی به هسته ی مرکزی نیازمندند." (ناظر، ۱۳۹۵)

**تصویر ۱- برج هرست نیویورک**

بهترین مصالح برای ساخت چنین سازه‌هایی فولاد می‌باشد. فولاد به دلیل سبکی و انعطاف پذیری مناسب و همچنین قیمت تمام شده کمتر نسبت به بتن (در اغلب اوقات) مناسب تر است. (یوسفی، ۱۳۹۵) امروزه با پیشرفت تکنولوژی و تولیدات انبوه، ساخت ساختمان‌های بلند با این روش بسیار آسان تر و سریع تر شده است. نمونه ی بسیار معروف و موفق از این نوع ساختمان‌ها، برج هرست در شهر نیویورک است که نورمن فاستر معمار مطرح انگلیسی طراحی کرده است. (یوسفی، ۱۳۹۵) (تصویر ۱)

همانطور که در تصویر ۱ مشاهده می‌شود پوشش نهایی سیستم سازه دیاگرید در دیواره ها و سقف، شیشه است. شیشه باعث ایجاد شفافیت و نورگیری طبیعی و سبک شدن بیست درصدی وزن سازه می‌شود.

مزیت اصلی این سیستم در برابر سیستم های مهاربندی مورب متداول، در حذف ستون های عمودی و انتقال بارهای ثقلی و نیروهای جانبی توسط شبکه های دیاگرید به زمین می‌باشد. حال آنکه سیستم های مهاربندی متداول، تنها در برابر نیروهای باد و زلزله مقاومت میکنند. نسبت به سیستم سازهای لوله ای، سازههای دیاگرید نقش موثرتری در کاهش تغییر شکلهای برشی ایفا میکنند. علت آن انتقال نیروهای برشی ناشی از بارهای جانبی توسط عملکرد محوری اعضای مورب میباشد. (ناظر ماسوله، ۱۳۹۵)

الف- مزایای دیاگریدها: یکی از مهم‌ترین مزایای استفاده از سازه‌های دیاگرید بهبود زیبایی بصری ساختمان‌ها است. استفاده از دایاگرید مقدار مصرف فولاد را تا ٪۲۰ در مقایسه با سازه‌های فولادی مهاربندی شده کاهش می‌دهد. در ساخت آن نیاز به مهار اجرایی و تکنیکی بالایی نیست و تکنولوژی ساخت آن ساده است. با استفاده از دیاگرید می‌توان میزان نور طبیعی داخلی سازه را افزایش داد. این سازه‌ها اغلب فاقد ستون در فضاهای خارجی و داخلی هستند و پلان‌های طبقات به‌صورت آزاد، شفاف و خاص طراحی می‌شود.

ب- معایب دیاگریدها: یکی از بزرگترین معایب سیستم‌های دیاگرید این است که این روش کاملاً مورد تحقیق و بررسی واقع نشده است. در صورتیکه هدف اصلی ارتقا زیبایی بصری باشد طراحی فقط محدود به المان‌های قطری و متقاطع می‌شود. فقط برای سازه‌های بلند می‌توان از این سیستم استفاده کرد زیرا طراحی برای یک دایاگرید منفرد از ۲ تا ۶ طبقه را شامل می‌شود. اگر دیاگرید به درستی طراحی و نصب نشود ایمنی و مسائل اقتصادی پروژه تحت تاثیر قرار می‌گیرد.

## ۸-۲- معرفی سیستم خورشیدی فتوولتاییک

سیستم های گرمایشی خورشیدی به دو نوع عمده طبقه بندی می‌شوند:

اولین نوع از سیستم های خورشیدی، سیستم های غیر فعال یا ایستا نامیده می‌شوند. در این روش انرژی تابشی خورشیدی به‌وسیله برخی عناصر و اجرای ساختمان از جمله به واسطه پنجره های بزرگی که رو به جنوب تعبیه شده اند، فضای داخلی ساختمان را گرمتر می سازد.

دومین نوع از سیستم های خورشیدی، سیستم های فعال نامیده می‌شوند و عمدتا از سه بخش اصلی تشکیل شده اند که عباذتند از: ۱- سیستم های جمع کننده؛ که برای گرمایش از جریان هوا یا آب استفاده میگردد، ۲- سیستم های ذخیره کننده: که امکان ذخیره سازی انرژی گردآوری شده را برای استفاده در شرایط آب و هوایی نامساعد و در طول شب فراهم می شازد، ۳- سیستم های ثانویه: که به نام سیستم های گرمایشی کمکی نامیده می‌شوند و غالبا برای تأمین گرما در شرایط نامساعد اقلیمی که به مدت طولانی استمرار می یابد، استفاده می‌شوند (کاتز من، تی مارتین، ۱۹۸۴)

این سیستم به سادگی نصب می‌شود و نصب و تنظیم پانل های خورشیدی عمدتا بر روی بام ها و دیگر مکان هایی از ساختمان که در حالت معمولی غیر قابل استفاده اند صورت می گیرد. شایان ذکر است که سیستم های فتولتاییک با ویژگی فوق متناسب با هدف نهایی تحقیق حاظر بوده، زمینه ترکیب و تکمیل دو سیستم فعال و غیر فعال را فراهم می سازند. لذا با توجه به شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه، طراحی مناسب ساختمان از نظر جهت قرارگیری و انطباق با شرایط اقلیمی و به‌طور کلی در درجه اول رعایت اصول اقلیم معماری در ساختمان و سپس استاده از فناوری فتوولتایک به‌عنوان بخشی از پوشش سازه ساختمان، نه تنها امکان بهره‌گیری از انرژی خورشیدی را افزایش می دهد، بلکه از طرفی بر کارایی و بازده سیستم های فتوولاییک نیز می افزاید. از دیگر مزیت های فناوری فوق این است که سیستم های مذکور مدت مصرف طولانی داشته، به هیچ حافظی نیاز ندارند. در مواقع شب یا سایر ماقعی که شرایط هوایی مساعد نبوده، امکان تولید الکتریسیته از این روش موجود نیست، می توان از طریق ذخیره سازی مازاد انرژ تولیدی در باتری ها، امکان بهره‌گیری از این انرژی را حتی در مواقع بحرانی نیز فراهم کرد و یا می توان با خرید مقدار انرژی مورد نیاز از خدمات الکتریکی محل این شکل را برطرف نمود.

به‌طور کلی کاربرد فناوری مذکور در منطقه ی آذربایجان باعث خودکفایی هر واحد مسکونی در زمینه تولید انرژی مورد نیاز می گردد، به‌طوری که هر ساختمان قادر خواهد بود بدون دریافت الکتریسیته از شبکه، احتیاجات خود را برطرف سازد و در هزینه مصرف برق به‌طور کلی (انرژی) صرفه جویی نماید. شایان ذکر است که پیل های فتوولتاییک یک فن یا فناوری تبدیل انرژی بوده و با این پیل ها، انرژی خورشیدی می‌تواند به انرژی الکتریکی با حرارت با بازدهی بالا و عدم آلودگی محیط زیست تبدیل شود؛ بنابراین، پیل های فتولاییک وسایلی برای استفاده بهتر از انرژی خورشیدی هستند. از آنجا که بهینه سازی مصرف انرژی، به ویژه در جامعه کنونی هائز اهمیت زیادی است، تفکیک و جداسازی برق منازل مسکونی و ساختمان، سبب مدیریت بهتر تولید و مصرف برق همچنین صرفه جویی در انرژی و کاستن هزینه های آن در منطقه می گردد. بر این اساس، کارایی انرژی خورشیدی در منطقه آذربایجان کامل و مطلق نبوده، هرگونه برنامه ریزی برای دستیابی به انرژی مورد نیاز تابش خورشید، مستلزم ترکیب فناوری های سیستم های فعال و غیر فعال است. (جهانبخش، عدالت دوست، ۱۳۸۷) تصویر شماره ۲(استفاده از سازه‌ی فتوولتاییک در سقف خانه)

**تصویر ۲- تبدیل نور خورشید به جریان پاک (سایت انرژی پاک)**

## ۸-۳- تلفیق سیستم سازه‌ی دیاگرید و سیستم فتوولتاییک

باتوجه به پیشرفت تکنولوژی و افزایش جمعیت در منطقه ی آذربایجان نیاز به بلندمرتبه سازی نیز افزایش پیدا کرد؛ اما ساخت ساختمان‌های بلندمرتبه با هندسه های متفاوت و دهانه ای بزرگ فرایندی است که نیاز به استفاده از سازه‌های نوین مانند سازه دیاگرید، سازه‌های تاشو، سازه تنسگریتی و سازه‌های فضاکار دیگر دارد. سازه دیاگرید علاوه بر پوشش بزرگ دهنه قابلیت استفاده در هندسه های مختلف را داراست. از جمله مواردی که در ساختمان‌های منطقه آذربایجان ایران وجود دارد نیاز به استفاده از انرژی

طبیعی خورشید به دلیل سرمای زیاد این منطقه است. سازه دیاگرید با پوشش شیشه‌ای خود قابلیت استفاده از نورخورشید را در تمامی ساعات روز امکان پذیر می کند. در اینجا باید به دمبال راهی بود که بتوان انرژی خورشید را در طول روز جذب و نگهداری کرد و در طول شب از آن به‌عنوان منبع انرژی جهت تولید برق و گرمایش استفاده کرد. مناسب ترین سیستم تولید برق مورد نیاز ساختمان از خورشید در منطقه ی آذربایجان استفاده از سیستم فتوولتاییک است. با توجه به مطالبی که در بالا اشاره شد و نحوه ی جانمایی شیشه در قسمت های خارجی ساختمان می توان در برخی نقاط ساختمان سیستم فتوولتاییک را بجای شیشه جای گذاری کرد (محل هایی که نیاز به تابش مستقیم آفتاب ندارند مانند سرویس بهداشتی، اتاق خواب و ...). به این صورت می توان ساختمان‌هایی با سیستم سازه‌ای دیاگرید و زرو انرژی در مناطق سردسیر آذربایجان ایران طراحی کرد که علاوه بر زیبایی از نظر زیست‌محیطی متناسب با اقلیم منطقه باشد.

## بحث و نتیجه‌گیری

ایرانیان باستان از انرژی خورشیدی و تجدید پذیر برای کاهش مصرف چوب در گرم کردن خانه های خود در زمستان استفاده میکردند. حال با توجه به پیشرفت تکنولوژی و ساخت ساختمان‌های بلندمرتبه نیاز به تأمین انرژی تجدید پذیر به نکته ی مهمی تبدیل شده است. از جمله سازه‌های نوینی که می توان با سیستم فتوولتاییک تلفیق داد تا ساختمان سبز ایجاد کرد سیستم سازه‌ای دیاگرید است. سیستم سازه‌ای دیاگرید باعث کاهش بیست درصدی استفاده از مصالح و به دمبال آن کاهش بیست درصدی وزن کل ساختمان میشود. در سیستم سازه‌ای دیاگرید علاوه بر افزایش طول دهانه می توان فرم های هندسی متنوعی را طراحی کرد و قابلیت استفاده از پوشش شیشه در سقف و دیوارهای خارجی را دارد. شیشه عامل ایجاد شفافیت زیبایی و نورگیری طبیعی در طول روز در ساختمان می‌شود؛ اما برای جمع آوری انرژی خورشیدی برای استفاده در شب در این سازه باید دمبال راه حلی بود که از زیبایی و مقاومت سازه نکاهد. استفاده از سیستم های فتوولتاییک بجای شیشه در قسمت هایی از ساختمان علاوه بر تولید انرژی تجدید پذیر در ساختمان و ایجاد ساختمان صفر انرژی، باعث صرفه جویی اقتصادی و حفظ محیط زیست می‌شود. استفاده از این فرآیند در آذربایجان با توجه به موقعیت جغرافیایی و میزان تابش در این منطقه این امکان را به عمل می آورد که انرژی پاک و رایگان در اختیار مردم قرار بگیرد و ساختمان‌های پایدار و مقاوم با هندسه های متنوع و سبز (تأمین انرژی مورد نیاز از انرژی تجدید شونده) ایجاد می‌شود.

## منابع


۱. پاولی، م، ۱۳۹۱، سیستم های ساختمانی آینده، مترجم محمود گلابچی، نوبت چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران.
۲. محمدی قهرودی، محمد،۱۳۹۱، آشنایی با مبانی و اصول طراحی سیستم های برق خورشیدی– انتشارات آیلار.
۳. یوسفی، رویا، ۱۳۹۵، معرفی سازه دیاگرید و بهره‌گیری از آن در طراحی پایانه مسافربری فرودگاه بین المللی شهر رشت، کنفرانس بین المللی عمران، معماری، مدیریت شهری و محیط زیست در هزاره سوم، رشت.
۴. ناظر ماسوله، مصطفی، ۱۳۹۵، بررسی رفتار لرزه ای ساختمان‌های میان مرتبه دیاگرید با پلان نامنظم، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف، تهران
۵. جهانبخش، س وعدالتخواه، ۱۳۸۷، ارزیابی استفاده از انرژی خورشیدی در گرمایش ساختمان‌هاعهنخ در نواحی مسکونی آذربایجان– تحقیقات جغرافیایی
۶. والیزییوج، مارک، انژی جایگزین، ۱۳۸۴، مترجم هراتی، فرزاد، انتشارات به تدبیر
7. Katz man, T. martin. (1984), solar and wind energy en economic evaluation of content and future technology, Row man& allan held, inc