

- ارزیابی رضایتمندی سکونتی در مجموعه مسکن مهر به مثابه راهبردی جهت پیشگیری از اتلاف سرمایه ملی (مطالعه موردی: مجتمع دولت مهر شهر کرمانشاه)
مسعود زهره، حسین رضائی
- طراحی به مثابه حل مسئله؛ مدلی مبتنی بر سوابق طراحی
بابک آهنگر عزیزی، قاسم مطلبی، ژیلای رضاخانی
- تحلیل تأثیر احداث زیرگذر خیابان کریم خان زند شیراز به عنوان پروژه محرک توسعه بر ادراک شهروندان از کیفیت‌های محیطی
محمد نیک کار، علیرضا صادقی، فاطمه شمس
- بررسی تأثیر فضای نیمه‌باز بیرونی بر کیفیت محیط مسکونی (نمونه موردی: مسکن آپارتمانی بندر بوشهر)
اعظم هدایت، پرستو عشرتی، باقر کریمین
- بررسی تصاویر ذهنی ارزیابان شهروندان در کناره رود کارون (نمونه موردی: حدفاصل پل سفید و پل طبیعت)
محمد دیده بان، شیرین سردار موری، پریسا انصاری، پرنیان زاده‌امراد
- اولویت‌بندی عوامل معناساز در فرآیند ادراک محیط با استفاده از تکنیک تاپسیس جهت تدوین مدل علت و معلولی معنا
مرجان محسن زاده، محمد علی آبادی، جاوید قنبری، سید محمد حسین ذاکری
- ساز و کار اثرگذاری دالان‌های دید طبیعی شهری در شهر همدان بر میزان سلامت روان شهروندان، مورد کاوی شهر همدان
عطیه عسگری، مصطفی بهزادفر، اسدالله نقدی
- بررسی کیفیت کالبدی - فیزیکی بازشوهای ارسن امیر بازار تبریز با رویکرد زیبایی شناسی
رحمت محمدزاده، الهام کاظمی، لیلا محبی
- شناسایی و اولویت بندی معیارهای اجتماعی و کالبدی مجموعه‌های زیستی ناهمگن مبتنی بر ادراک همسایگان (موردپژوهی: محله‌ی حسن آباد-زرگنده)
مهرناز رمضانپور، علی شرقی، بهرام صالح صدق پور
- تبیین مؤلفه‌های محیطی مؤثر بر حضور مخاطب در پل‌های دوره صفوی اصفهان (نمونه موردی: پل خواجه و پل الله‌وردی‌خان)
غزاله حنایی، بهروز منصوری، داراب دیبا، امیر مسعود دباغ
- بررسی به کارگیری تکنیک اوریگامی در افزایش دریافت تابش خورشیدی صفحات فتوولتاییک با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای
امیر برزویی، مهدی زندیه، شاهین حیدری
- تحلیل مطلوبیت رویکرد خوشه‌ای در توسعه شهری دانش‌بنیان اصفهان
احمد خلیلی، مصطفی دهقانی
- بررسی تطبیقی میزان رضایتمندی از دو الگوی خانه‌های ویلایی و مجتمع‌های مسکونی برج (مطالعه موردی: منطقه ۲ شهر اردبیل)
سمیرا سعیدی زارنجی، محمد حسن یزدانی، قاسم زارعی
- تحلیل ترکیبی خط آسمان پلاک‌ها و جریان طبیعی هوا در دو بلوک شهری تهران (مورد پژوهش: منطقه ولنجک تهران)
سیده حمیده موسوی، مرجان سادات نعمتی مهر، شهرام دلفانی، محمدرضا حافظی
- چوگان و نقش جهان: واکاوی دوباره فرهنگ و هویت معماری ایرانی - اسلامی
مولود خسروی



راهنمای نویسندگان

راهنمای تهیه و شرایط ارسال نوشته‌های علمی و پژوهشی به نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران:

اصول کلی

۱. مقالاتی که برای چاپ در نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران ارائه می‌شوند، باید حاصل پژوهش‌های نویسنده (نویسندگان) بوده و مقاله دارای ساختار علمی کامل و روشی نو باشد.
۲. مقاله‌های ارسالی قبلاً در نشریه دیگر و مجموعه مقالات همایش‌ها چاپ نشده و همزمان به مجلات دیگر ارسال نشده باشند. در صورت ارسال مقاله مشابه، تغییر به میزان ۷۰ درصد مورد نیاز است.
۳. نشریه در قبول، رد و یا ویرایش مقاله‌ها آزاد است. پذیرش مقاله برای چاپ، پس از داوری و با تأیید هیأت تحریریه نشریه است و نظر هیأت تحریریه به معنای یک داوری است که قابل مذاکره نخواهد بود.
۴. مدرک تحصیلی نویسنده (نویسندگان) مقاله باید کارشناسی ارشد و یا بالاتر باشد. همچنین در گروه نویسندگان مقاله حداقل یک عضو هیأت علمی به عنوان نویسنده مسئول باید حضور داشته باشد.
۵. عنوان مرتبه علمی نویسنده (نویسندگان) مقاله در نشریه، براساس مرتبه علمی ایشان در زمان ارسال مقاله در نظر گرفته خواهد شد.
۶. نویسنده (نویسندگان) مقاله نباید تا زمان تعیین تکلیف نهایی مقاله قبلی خود، مقالات جدیدی را به نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران ارسال کرده باشد.
۷. استفاده از مقاله‌های منتشر شده در این نشریه بدون ذکر منبع در سایر نشریه‌ها و کتاب‌ها ممنوع است.
۸. مسئولیت مطالب مطرح شده در مقاله به عهده نویسنده (نویسندگان) است.
۹. در صورتی که مقاله برگرفته از پایان‌نامه نویسنده باشد، مجوز و ذکر نام استاد راهنما الزامی است.
۱۰. مقالات رسیده به دفتر نشریه به نویسنده (نویسندگان) عودت داده نمی‌شود.
۱۱. در صورت رعایت همه اصول و پس از تأیید مدیر تحریریه و سردبیر، مقالات به داوران ارسال خواهند شد. در صورت نظر مشترک حداقل دو داور مبنی بر پذیرش، رد و یا اصلاح، فرآیند داوری به اتمام می‌رسد. در غیر این صورت، مقاله به داور سوم یا چهارم ارسال خواهد شد و در نهایت مقاله با جمع نظرهای تحریریه و سردبیر محترم تعیین تکلیف نهایی خواهد شد.

راهنمای نگارش

۱. متن مقاله باید به زبان فارسی باشد.
۲. مقاله علمی و پژوهشی به ترتیب دارای چکیده فارسی، کلید واژه، مقدمه (شامل طرح مسئله و فرضیه)، مرور ادبیات، روش‌شناسی تحقیق، تحلیل داده‌ها، بحث و نتیجه‌گیری، فهرست منابع و چکیده انگلیسی بوده و روش ارجاع نویسی آن مطابق روش مصوب این نشریه باشد.
۳. عنوان مقاله باید کامل، کوتاه و جامع بوده و در بالا و وسط صفحه اول نوشته شود.
۴. چکیده باید حاوی مطالب مهم از یافته‌های علمی، موجز و حتی‌الامکان بیش از ده سطر و یا بیش از ۳۰۰ کلمه نباشد و به‌طور مجزا و مستقل در زیر عنوان مقاله در صفحه اول تایپ گردد. متن آن به زبان انگلیسی نیز تهیه و ارائه گردد. واژه‌های کلیدی در پایان چکیده‌های فارسی و انگلیسی آورده شود.
۵. واژگان کلیدی شامل چهار تا شش واژه تخصصی که بسامد و اهمیت آن در متن مقاله بیش از سایر واژه بوده است.
۶. مقدمه شامل طرح مسئله اصلی است که مورد پذیرش و هدف پژوهشگر از بررسی و انتشار آن است؛ در این بخش باید به اجمال پیشینه و فرضیات پژوهشی و پرسش‌های اصلی مشخص گردد که در طی بررسی به آن پرداخته شود.
۷. مرور ادبیات شامل بررسی منابع مرتبط با حوزه‌های اصلی مقاله است که از نظر کیفیت و کمیت منابع باید چشمگیر و تا حد امکان به روز باشد.
۸. روش تحقیق شامل ذکر بسیار مختصر روش علمی و ابداعات نویسنده در پژوهش در این زمینه است که می‌تواند با ارجاعات همراه باشد.
۹. تحلیل داده‌ها قبل از بحث و نتیجه‌گیری ارائه شود و تحلیل‌ها به صورت جامع و عمیق صورت پذیرد.
۱۰. بحث و نتیجه‌گیری برگرفته از متن اصلی مقاله و بحث روی یافته‌ها با روش منطقی و مفید و روشن‌گر مسئله مورد پژوهش است و می‌تواند با جدول، تصویر و نمودار، توصیه و پیشنهادات و... همراه باشد.
۱۱. چکیده انگلیسی لازم نیست ترجمه کلمه به کلمه چکیده فارسی مقاله باشد و باید مسائل مهم تحقیق (شامل روش تحقیق، هدف، نتیجه و ...) را شامل شود و در صفحه‌های جداگانه ارائه شود.
۱۲. تمام منابع علمی ذکر شده باید در مقاله استفاده شده و به‌طور کامل و صحیح به روش APA نوشته شوند. فهرست منابع در پایان مقاله بر اساس حروف الفبا تنظیم می‌گردد، ابتدا منابع فارسی، سپس منابع لاتین و منابع اینترنتی به روش APA ارائه می‌گردد.
۱۳. ارائه عناوین جداول با ذکر شماره در بالا و تصاویر، نقشه‌ها، طرح‌ها و نمودارها با ذکر شماره، توضیحات و ذکر منابع در پایین ضروری است. در صورتی که منبع خود نویسنده (گان) است، از ذکر منبع نگارنده (گان) خودداری شود. عکس‌ها، تصاویر و نمودارهای مقاله علاوه بر ذکر منبع، باید در ارتباط مستقیم با محتوای مقاله و اسنادی باشد که توسط نگارنده ارائه گردیده و تصاویر اضافی حذف خواهد شد. تصاویر، نقشه‌ها، طرح‌ها و نمودارها از لحاظ عنوان همه از نوع تصویر هستند و با عنوان تصویر شماره‌گذاری می‌شوند. تمامی جداول، تصاویر و نمودارها باید دارای عنوان و محتوای فارسی و انگلیسی باشند که به صورت جداگانه ارائه می‌شوند.
۱۴. نوشتارها و مقاله‌ها باید تایپ شده با نرم افزار Word در قطع A4 به صورت دو ستونی، کلمات فارسی با فونت ۱۲ بی‌نازنین و کلمات لاتین با فونت ۱۱ Times New Roman باشد.
۱۵. تعداد صفحات مقاله از ۱۶ صفحه A4 و یا حداکثر ۷۰۰۰ کلمه بیشتر نباشد.

نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران

دوره ۱۱، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۹

صاحب امتیاز: انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران

مدیر مسئول: دکتر محسن فیضی

سردبیر: دکتر مصطفی بهزادفر

هیأت تحریریه (به ترتیب حروف الفبا):

دکتر ایرج اعتصام، استاد دانشکده عمران، معماری و هنر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

دکتر محمدرضا بمانیان، استاد دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس

دکتر مصطفی بهزادفر، استاد دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران

دکتر مهدی خاکزند، دانشیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران

دکتر داراب دیبا، استاد دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی

دکتر محسن فیضی، استاد دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران

دکتر یوسف گرجی مهبلیانی، استاد دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی^(ه)

دکتر اصغر محمد مرادی، استاد دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران

دکتر حامد مظاہریان، دانشیار دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران

دکتر فرهنگ مظفر، دانشیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران

دکتر غلامحسین معماریان، استاد دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران

دکتر هاشم هاشم‌نژاد، دانشیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران

مدیر تحریریه: دکتر مهدی خاکزند، دانشیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران

ویراستار فارسی: دکتر یوسف گرجی مهبلیانی، استاد دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی^(ه)

ویراستار انگلیسی: مهندس سعاد صریحی

کارشناس تحریریه: مهندس آناهیتا طبائیان

تیراژ: ۵۰ نسخه

قیمت: ۵۰۰۰۰ ریال

صفحه‌بندی و فرمت‌بندی: الهام منتی محب

چاپ: دانشگاه علم و صنعت ایران

نشانی نشریه: تهران، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده معماری و شهرسازی، دفتر انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران.

کدپستی: ۱۶۸۴۶-۱۳۱۱۴

تلفن: ۰۲۱-۷۳۲۲۸۲۳۵

دورنگار: ۰۲۱-۷۷۲۴۰۴۶۸

نشانی الکترونیکی: iaau@iust.ac.ir

سایت و سامانه الکترونیکی نشریه انجمن: www.isau.ir

مقالات چاپ شده لزوماً نقطه نظرات نشریه نبوده و مسئولیت مقالات به عهده نویسندگان محترم است.

این شماره با حمایت دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت ایران به چاپ رسیده است.

این نشریه طبق آیین‌نامه کمیسیون انجمن‌های علمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، و مجوز شماره ۳/۳۱۱۰۰۳

مدیر کل دفتر سیاستگذاری و برنامه‌ریزی امور پژوهشی از پاییز ۱۳۸۹ علمی - پژوهشی محسوب می‌شود.

مقالات علمی

۵	ارزیابی رضایتمندی سکونتی در مجموعه مسکن مهر به مثابه راهبردی جهت پیشگیری از اتلاف سرمایه ملی (مطالعه موردی: مجتمع دولت مهر شهر کرمانشاه)
۲۱	مسعود زهره، حسین رضایی طراحی به مثابه حل مسئله: مدلی مبتنی بر سوابق طراحی
۳۵	بابک آهنگر عزیزی، قاسم مطلبی، ژیلارخان تحلیل تاثیر احداث زیرگذر خیابان کریم خان زند شیراز به عنوان پروژه محرک توسعه بر ادراک شهروندان از کیفیت‌های محیطی
۵۷	محمد نیک کار، علیرضا صادقی، فاطمه شمس بررسی تأثیر فضای نیمه‌باز بیرونی بر کیفیت محیط مسکونی (نمونه موردی: مسکن آپارتمانی بندر بوشهر)
۷۷	اعظم هدایت، پرستو عشرتی، باقر کریمی بررسی تصاویر ذهنی ارزیابانه شهروندان در کناره رود کارون (نمونه موردی: حدفاصل پل سفید و پل طبیعت)
۹۳	محمد دیده‌بان، شیرین سردار موری، پریسا انصاری، پرندیان زاده‌مراد اولویت‌بندی عوامل معنا ساز در فرآیند ادراک محیط با استفاده از تکنیک تاپسیس جهت تدوین مدل علت و معلولی معنا
۱۱۱	مرجان محسن زاده، محمد علی آبادی، جاوید قنبری، سید محمد حسین ذاکری ساز و کار اثرگذاری دالان‌های دید طبیعی شهری در شهر همدان بر میزان سلامت روان شهروندان
۱۲۹	عطیه عسگری، مصطفی بهزادفر، اسدالله نقدی بررسی کیفیت کالبدی - فیزیکی بازشوهای ارسن امیر بازار تبریز با رویکرد زیبایی شناسی
۱۵۳	رحمت محمدزاده، الهام کاظمی، لیلا محبی شناسایی و اولویت بندی معیارهای اجتماعی و کالبدی مجموعه‌های زیستی ناهمگن مبتنی بر ادراک همسایگان (مورد پژوهی: محله‌ی حسن آباد- زرگنده)
۱۷۳	مهرناز رضانبور، علی شرقی، بهرام صالح صدق پور تبیین مؤلفه‌های محیطی مؤثر بر حضور مخاطب در پل‌های دوره صفوی اصفهان (نمونه موردی: پل خواجه و پل الله‌وردی‌خان)
۱۸۹	غزاله حنایی، بهروز منصوری، داراب دیبا، امیر مسعود دباغ بررسی به کارگیری تکنیک اوریگامی در افزایش دریافت تابش خورشیدی صفحات فتوولتاییک با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای
۲۰۵	امیر برزویی، مهدی زندیه، شاهین حیدری تحلیل مطلوبیت رویکرد خوشه‌ای در توسعه شهری دانش‌بنیان اصفهان
۲۲۳	احمد خلیلی، مصطفی دهقانی بررسی تطبیقی میزان رضایتمندی از دو الگوی خانه‌های ویلایی و مجتمع‌های مسکونی برج (مطالعه موردی: منطقه ۲ شهر اردبیل)
۲۴۱	سمیرا سعیدی زارنجی، محمد حسن یزدانی، قاسم زارعی تحلیل ترکیبی خط آسمان پلاک‌ها و جریان طبیعی هوا در دو بلوک شهری تهران (مورد پژوهش: منطقه ولنجک تهران)
۲۵۳	سیده حمیده موسوی، مرجان سادات نعمتی مهر، شهرام دلفانی، محمدرضا حافظی چوگان و نقش جهان؛ واکاوی دوباره فرهنگ و هویت معماری ایرانی- اسلامی مولود خسروی

میلاذ الفت	پژوهشگر
زهره برزگر	دانشگاه آزاد اسلامی - واحد شیراز
پیمان پیله چی	مؤسسه آموزش عالی کوثر - قزوین
سمیه حسینی	پژوهشگر
سعید حقیر	دانشگاه تهران
زهره خدایی	دانشگاه آزاد اسلامی - واحد شهری
محمدرضا درودی	دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب
امید رهایی	دانشگاه شهید رجایی
مهدی ساشورپور	دانشگاه آزاد اسلامی - واحد زنجان
مهدی سعیدی	پژوهشگر
ایوب شریفی	Hiroshima University, Japan
محمدصالح شکوهی	دانشگاه علم و صنعت ایران
علی شهابی نژاد	دانشگاه یزد
وحید صدارام	دانشگاه حکیم سبزواری
هائیه صناعیان	دانشگاه علم و صنعت ایران
سیده مرضیه طبائیان	دانشگاه آزاد اسلامی - واحد اصفهان
بهراد فرمپینی فراهانی	پژوهشگر
ریمه فیاض	دانشگاه هنر تهران
مینوقره بگلو	دانشگاه هنر اسلامی تبریز
صابر محمدپور	دانشگاه گیلان
مریم محمدی	دانشگاه هنر تهران
مجید مفیدی شمیرانی	دانشگاه علم و صنعت ایران
سجاد موذن	دانشگاه علم و صنعت ایران
الهام ناظمی	دانشگاه آزاد اسلامی - واحد نجف آباد
طاهره نصر	دانشگاه آزاد اسلامی - واحد شیراز
رزا وکیل نژاد	دانشگاه شیراز
سید عباس آقا یزدانفر	دانشگاه علم و صنعت ایران

بررسی به کارگیری تکنیک اوریگامی در افزایش دریافت تابش خورشیدی صفحات فتوولتاییک با استفاده از شبیه سازی رایانه ای*

Analyzing the Use of Origami to Increase the Solar Radiation on Photovoltaic Panels Through Software Simulation

امیر برزویی^۱، مهدی زندیه^۲ (نویسنده مسئول)، شاهین حیدری^۳

تاریخ ارسال:	تاریخ بازنگری:	تاریخ پذیرش:	تاریخ انتشار آنلاین:
۱۳۹۷/۰۹/۲۷	۱۳۹۸/۰۱/۲۵	۱۳۹۹/۰۳/۳۱	۱۳۹۹/۱۰/۰۱

چکیده

بر اساس آمار منتشره در حوزه انرژی، امروزه ساختمان ها به عنوان بزرگترین منبع مصرف انرژی شناخته می شوند. به این دلیل پیشرفت های فناوری در حوزه ساخت و ساز بیش از پیش به سمت راهکارهای نوین در جهت کاهش مصرف انرژی در این بخش تمرکز یافته اند. دستیابی به راه حل هایی همسو با محیط زیست در راستای حرکت به سمت توسعه پایدار در بخش معماری، مورد نظر معماران و طراحان قرار گرفته است. فناوری های تطبیق پذیر در پوسته های ساختمانی به منظور استفاده از انرژی های تجدید پذیر بخش مهمی از این دست تلاش ها را در بر می گیرد. پوسته های متشکل از صفحات فتوولتاییکی که از نور خورشید انرژی الکتریکی تولید می کنند، به عنوان بخشی حایز اهمیت در کاهش وابستگی ساختمان ها به انرژی های فسیلی شناخته می شوند. استفاده از تکنیک های کم هزینه و اثر بخش در زمینه ی معماری کمک شایانی به بهبود فرآیند ساخت نموده است. این تحقیق بر آنست تا تاثیر بهره گیری از تکنیک کاغذ و تا را در صفحات فتوولتاییک به کار رفته در نمای ساختمان ها به منظور افزایش دریافت تابش خورشیدی بررسی کند. این امر با استفاده از نرم افزارهای شبیه ساز پارامتریک (گرسهپار) و انرژی (لیدی باگ) انجام گرفته است. پس از تحلیل و بررسی کلی انواع مختلف روش های اوریگامی و نمونه های به کار گرفته شده در صنعت ساختمان و همچنین موارد موجود در طبیعت، ۴ مورد به عنوان مدول های پایه برای بررسی بیشتر و مدلسازی در افزونه ی لیدی باگ نرم افزار گرسهپار انتخاب شدند. مدول های شبیه سازی شده با استفاده از افزونه ی گالاپاگوس بر اساس الگوریتم ژنتیک بهینه سازی شدند تا بهینه ترین حالت آنها برای دریافت حداکثر میزان تابش خورشیدی به دست آید. نتایج این پژوهش نشان می دهد تغییر چینش وجوه مختلف صفحات فتوولتاییک با استفاده از تکنیک اوریگامی نسبت به مدول پایه ی یک متر مربعی عمودی در نمای جنوبی ساختمان، می تواند بین ۳،۴۴ تا ۱۱،۳۹ درصد میزان تابش دریافتی از خورشید را افزایش دهد.

واژه های کلیدی:

صفحات فتوولتاییک، تکنیک اوریگامی، شبیه سازی انرژی.

۱. دانشجوی دکتری معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران. amir.borzouei@gmail.com
 ۲. دانشیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران. mahdi_zandieh@yahoo.com
 ۳. استاد، گروه معماری، دانشکده معماری، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. shheidari@ut.ac.ir

* این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده نخست با عنوان "طراحی پوسته های الگوریتمیک/پارامتریک به منظور افزایش کارایی تولید برق خورشیدی با استفاده از صفحات فتوولتاییک" می باشد که به راهنمایی نویسنده دوم و سوم در دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) انجام گرفته است.

۱- مقدمه و بیان مسئله

دستیابی به راه حل‌های پایدار، در پی رشد روز افزون مصرف انرژی در ساختمان‌ها و بحران انرژی به طور برجسته ای مورد توجه قرار گرفته است. بر طبق آخرین آمار سازمان اطلاعات انرژی ساختمان‌ها انرژی بیشتری به نسبت بخش‌های صنعت و حمل و نقل مصرف می‌کنند (EIA, 2011). همانطور که در تصویر ۱ مشخص است سهم ساختمان‌ها در مصرف انرژی در داخل کشور نیز در مقایسه با بخش صنعت و حمل و

نقل افزون تر است (MOE, 2012). نگاهی به آمار چند ساله ی اخیر سهم رشد یابنده ی بخش ساختمان را از کل انرژی مصرفی نمودار می‌نماید. این امر به علت تعداد فزاینده ی افرادی است که زمان خود را درون ساختمان‌ها می‌گذرانند (Bougdah & Sharples, 2009). اگر چه آمارهای مصرف انرژی ساختمان‌ها در کشورهای مختلف متفاوت است، ولی در تمامی آن‌ها می‌توان الگوی رشد مصرف را ردیابی نمود (Knaack & Klein, 2009; Ficca, 2015).

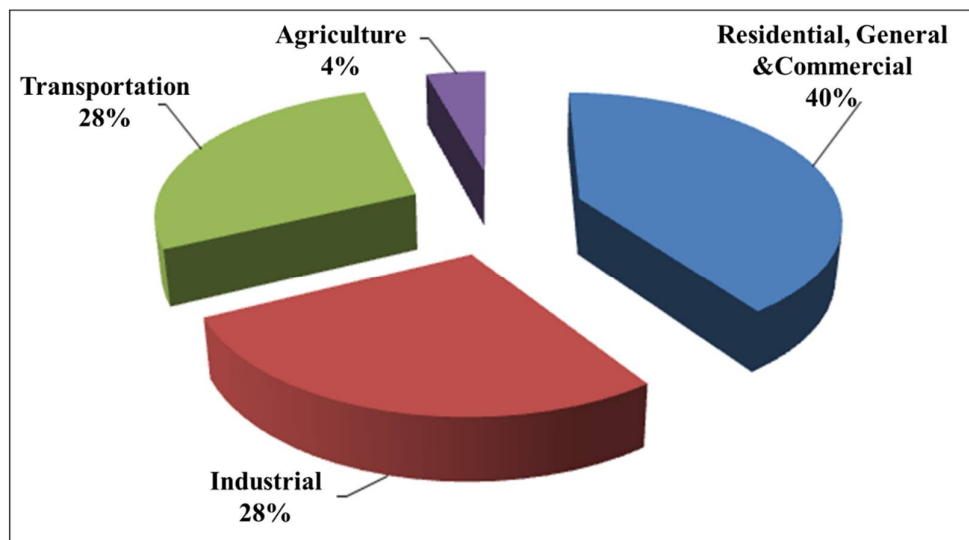


Fig. 1 Share of energy consumption of different sectors of total energy consumption in Iran in 1390 (MOE, 2012)

طور خاص زمانی که بار حرارتی زیادی صرف گرمایش و تهویه می‌شود، مورد نیاز است.

یکی از روش‌های بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در ساختمان به دلایل مزیت‌های بی‌شمار آن تولید الکتریسیته می‌باشد (Tudorache & Kreindler, 2010). این پژوهش بر روی تبدیل تشعشعات خورشید به انرژی الکتریکی از طریق سلول‌های فتوولتاییکی تمرکز می‌کند. دلیل این امر سعی بر ارتقاء عملکرد فناوری رو به رشد صفحات فتوولتاییکی است تا از نظر اقتصادی برای کاربرد در ساختمان‌های متعارف توجیه پذیر گردد. کاربردهای صفحات فتوولتاییک در ساختمان‌های BIPV (ساختمان‌های یکپارچه با فتوولتاییک) شامل نصب روی بام، دیوارهای بیرونی و یا نماهای نیمه شفاف می‌باشد (تصویر ۲). اگرچه دیواره‌های عمودی ساختمان‌ها میزان کمتری از انرژی تابشی را دریافت می‌کنند، اما به علت میزان کمتر تغییرات در طول فصول و همچنین کاربردهای وسیع به عنوان اجزاء نمای ساختمان‌ها، نقش پررنگی در طراحی ساختمان‌های BIPV دارا هستند (Hofer, Groenewolt, Jayathissa, 2016; Nagy, & Schlueter, 2016).

معماری مدرن با بهره‌گیری از رشد تکنولوژی و نگاه ماشینی به ساختمان باعث عدم تطابق ساختمان‌ها با بستر آن‌ها و در نتیجه آسیب‌های زیست محیطی و افزایش استفاده از منابع انرژی گردید. یکی از راهکارهای کاهش اتلاف انرژی، طراحی ساختمان‌های تطبیق پذیر با شرایط محیطی بیرون بوده است (Abasi et al., 2015). برجسته ترین عامل در اتلاف انرژی در بخش ساختمان، نمای ساختمان است، در واقع این نماهای ساختمان هستند که به عنوان فیلتری در مقابل عوامل خارجی عمل می‌کنند و شرایط آسایش درونی را فراهم می‌آورند (Loonen, 2010).

نماهای هوشمند به طور فزاینده‌ای در حال گسترش می‌باشند که تا حد زیادی این پیشرفت را موهون رشد فزاینده ی فناوری و استفاده از هندسه‌های پیچیده می‌باشند. معماری هوشمند به گونه‌ای از معماری اطلاق می‌شود که با هدف محقق نمودن نیازهای متغیر پیرامونی با بهره گیری از هندسه و یا مکان تغییر یابنده به طور فیزیکی خود را تطبیق می‌دهد (Salehi et al, 2014). در حال حاضر این نوع از پاسخ گویی در معماری برای بهره گیری از تابش آفتاب، تهویه و بهبود مسایل و معضلات مرتبط با انرژی به

۲- روش شناسی

در این تحقیق به منظور ارتقاء سطح عملکرد نمای ساختمان در موضوع انرژی و نهایتاً ایجاد بهره وری بیشتر در کارایی کل ساختمان از تکنیک اورینگامی استفاده خواهد شد. ارتقاء عملکرد صفحات فتوولتائیکی از سه طریق امکان پذیر است (Hofer et al., 2016): بهبود هندسه و شیوهی قرارگیری صفحات فتوولتائیک، به کارگیری مصالح نوین و فناوری های جدید و در نهایت بهره مندی از ردیاب های خورشیدی. این تحقیق به افزایش سطح کارایی صفحات خورشیدی از طریق تغییرات هندسی با بهره گیری از تکنیک اورینگامی می پردازد.

در ابتدا با بررسی تکنیک اورینگامی و شیوه های مختلف آن به تهیه ی جدولی از انواع شیوه های تا کردن کاغذ پرداخته خواهد شد. در این جدول انواع کاربردهای تکنیک اورینگامی در معماری و ساختمان، طبیعت و جانداران و همچنین بهره گیری در صنعت طراحی صنعتی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. از این میان انواع شیوه های تا کردن که در مسیر ارتقاء عملکرد صفحات خورشیدی در جذب تابش خورشیدی از منظر معیارهای کلی تعریف شده (ساخت پذیری، کنترل تابش، تحرک پذیری، آکوستیک بودن، عملکردهای حرارتی و سازه ای) شرایط بهتری داشته باشند انتخاب خواهند شد.

به منظور بررسی دقیق تر این روش های تا کردن از هر یک آن ها در نرم افزار راینو^۱ (نسخه ۶) و افزونه ی گرسهپا^۲ (نسخه ۰,۹,۷۶) یک نمونه مدلسازی خواهد شد و سپس به وسیله ی افزونه ی لیدی باگ^۳ (نسخه ۰,۰,۶۶) (در این نرم افزار شبیه سازی صفحات فتوولتائیک و اندازه گیری میزان جذب انرژی تابشی بر روی سطح آن ها انجام می گردد) میزان جذب تابش خورشیدی بر روی آن ها مورد اندازه گیری قرار می گیرد. افزونه لیدی باگ که در بستر نرم افزار راینو و گرس هاپر عمل می کند، با بهره گیری از موتور معتبر انرژی پلاس^۴ و داده های اقلیمی در قالب فایل های EPW شبیه سازی انرژی سطوح پارامتریک را انجام می دهد (Sadeghipour Roudsari, Pak, & Smith, 2013). حالات هر یک از شیوه های تا شدن در افزونه ی گالاپاگوس^۵ (این نرم افزار بر اساس پارامترهای تعریف شده به بهینه سازی تابع هدف می پردازد) بر اساس پارامترهای شکلی آن ها بهینه می گردد و در نهایت تمام این موارد با مدول پایه ۱ متر مربعی نمای عمودی ساختمان ها مورد مقایسه قرار می گیرند.

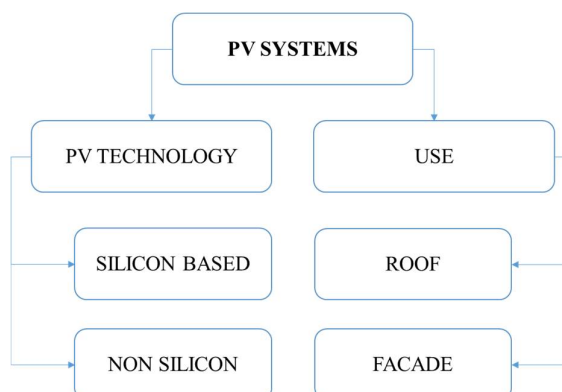


Fig. 2 BIPV systems (Biyik et al., 2017)

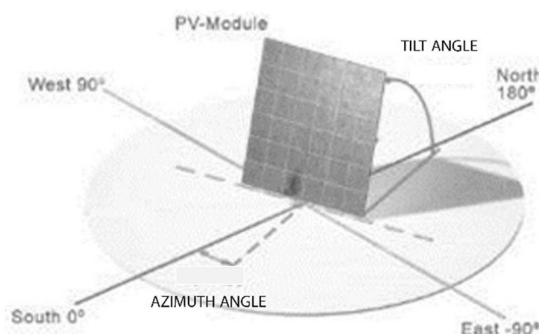


Fig. 3. Angles of PV (Prasad & Snow, 2005)

در واقع به منظور افزایش بهره وری عملکرد ساختمان ها بایستی به بهبود وضعیت پوسته های آنها پرداخت. اگرچه این امر نیازمند ابزارها و پیشرفت تکنولوژی است و وابستگی بسیاری به فناوری های نوین مبتنی بر حسگرها و همچنین مکانیزم های پیچیده دارد، اما یکی از روش های ساده ی بهبود عملکرد ساختمان ها می تواند تکنیک اورینگامی (تا کردن کاغذ) باشد (Kurrer, 2012; Rinaldi, 2013; Moussavi, 2009).

در این چارچوب تکنیک اورینگامی به عنوان ابزار بصری و برای عملکرد زیبایی شناسی به کار نخواهد رفت و در واقع بهره گیری از اصول هندسی مبتنی بر کاغذ و تا به منظور افزایش میزان بهره وری عملکرد نمای ساختمان در مقابله با شرایط محیطی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. هندسه تا کردن در واقع یک برگ از مصالح را به واحدی با عملکرد سازه ای تبدیل می کند (Chu & Keong, 2017). در این پژوهش از تکنیک اورینگامی در جهت بررسی میزان تاثیر آن در افزایش تابش خورشید به منظور تولید برق در صفحات فتوولتائیک در راستای افزایش بهره وری عملکرد نمای ساختمان های BIPV استفاده می شود.

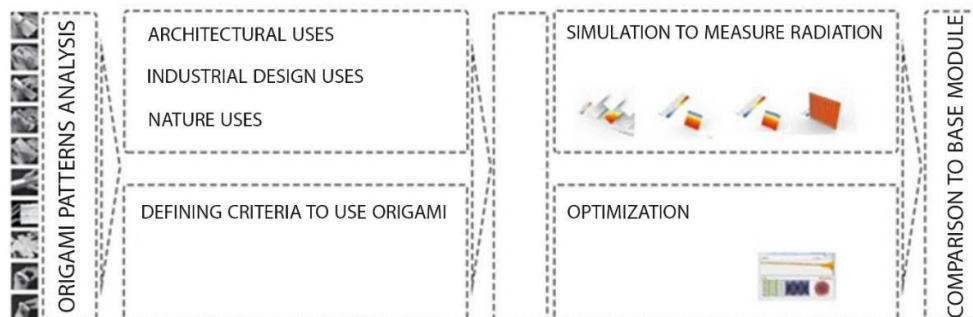


Fig. 4 Research stages

۳- بررسی تکنیک اوریگامی

اوریگامی در صنعت ساختمان است. الگوهای مختلف اوریگامی می‌توانند به انواع ذیل دسته بندی گردند :

- الگوهای V شکل
- تا شده و چرخیده
- طرح های موزاییکی
- الگوهای مدولار
- الگوهای تا شدن شعاعی
- الگوهای مبتنی بر کریگامی

انواع شیوه‌های تا کردن کاغذ پهنه‌ی وسیعی را شامل می‌گردد که از تا کردن در امتداد ۱ محور تا ۴، ۵ و ۶ محور را شامل می‌شود. این آزادی عمل در تولید فرم باعث پدید آمدن گونه‌های متعددی از تکنیک اوریگامی گردیده است. با توجه به وضعیت این نمونه‌ها، در اینجا به چند نمونه از این اشکال و کاربرد آن‌ها در طبیعت و معماری پرداخته می‌شود (تصویر ۵). این نمونه‌ها حاکی از کاربرد گسترده‌ی تکنیک

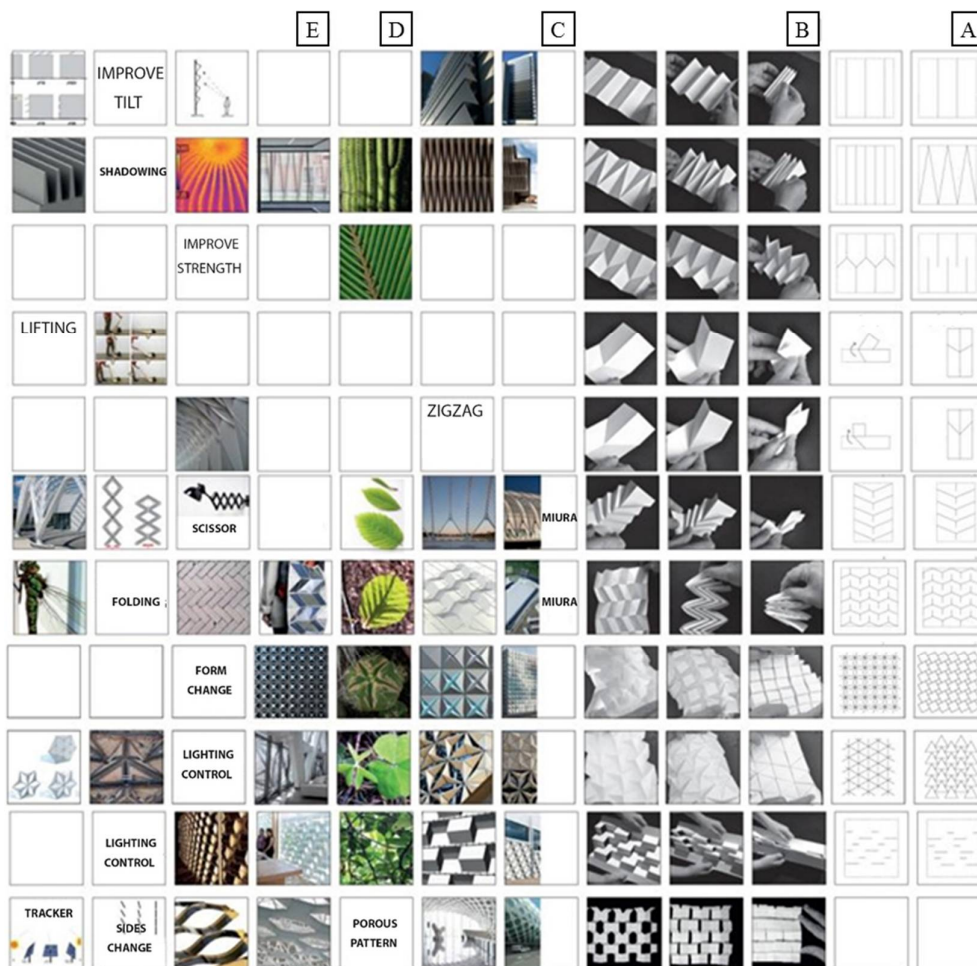


Fig. 5 Uses of origami technic

صفحات تا شده به عنوان عناصری دارای قابلیت حرارتی در گیاهان استفاده می شوند. به طور مثال در برگ های گیاه کاکتوس (تصویر ۷) که به شکل ورق های تا شده است تفاوت دمایی میان راس آن ها و نقاط نزدیک تر به ساقه مشاهده می شود. در حالی که این فاصله نزدیک به ۱ سانتی متر است اما سطح نزدیک به ساقه در حدود ۴ درجه کلوین از راس آن خنک تر است که بدین وسیله گیاه در شرایط محیطی می تواند حرارت را تحمل کند. این اصل در ساختمان می تواند به عنوان زبانه هایی که به علت طول بیشتر با هوای آزاد در تماس هستند و موجب خنک سازی می گردند، مورد استفاده قرار گیرد (Schittich, 2003).

نمونه ای دیگر از کارکرد تا کردن (تصویر ۸)، دیوار چوبی است که به عنوان جاذب گرما به کار می رود و کارکرد آن بر اساس مسیر حرکت خورشید و میزان تابش آن می باشد. زبانه های افقی که در پوسته های ساختمان قرار می گیرند با توجه به زاویه تابش آفتاب در فصول مختلف، به تعادل حرارتی فضای داخل کمک می کنند (Sanchez, 2011). طبق تصویر ۹، استفاده از کاغذ تا شده به شکل زیگزاگ در لیوان های کاغذی، از سوختن انگشتان دست به علت حرارت جلوگیری می نماید که در واقع به نوعی از قابلیت عایق حرارتی بودن تا شدن استفاده می کند. شیوه ی دیگر استفاده های نوین از اورینگامی در صنعت هوانوردی است. این شیوه به شکلی است که کاغذ تا شده به عنوان هسته ی ساندویچ پنل قرار می گیرد و هوا را از طریق منافذ به هم پیوسته ای که به شکل غیر خطی - زیگزاگ - در امتداد هم قرار گرفته اند، محبوس می کند (تصویر ۱۰) (Peters, 2014).

این بررسی ها در جهت آشکار سازی خصوصیات ویژه ی الگوهای مختلف و ویژگی های هندسی و مقیاس پذیری آنها برای کاربرهای متفاوت در حوزه معماری می باشد. در بخش دیگر (C) مجموعه ای از ساختمان های ساخته شده با بهره گیری از الگوهای هماهنگ با شیوه های تا شدن جمع آوری گردیده است که وضعیت فعلی کاربرد اورینگامی در معماری را نمایان می سازد. اگرچه بعضی از نمونه ها صرفاً به الگوبرداری فرمی از شیوه های تا شدن پرداخته اند، اما به دلیل کمک کردن در تغییر مقیاس برای بهره بردن در فرآیند ساخت و ساز ساختمان های بزرگ و رویارویی با چالش های ساخت بزرگ مقیاس واجد ارزش می باشند.

هندسه های پیچیده ی موجود در گیاهان و جانوران دلیلی محکم بر خصوصیات مثبت و پتانسیل های موجود عملکرد آن ها در راستای پاسخ گویی به طبیعت و شرایط پیرامونی می باشد (D). طبیعت می تواند با بهره گیری از هندسه خود را با شرایط بومی تطبیق دهد. این اصول طراحی بیونیک می توانند به عنوان الهامات طراحی در بناهای معماری مورد استفاده قرار گیرند. اصول بهره گیری از تکنیک های تا کردن در دیگر رشته ها همچون هنر و طراحی صنعتی (E) نیز به چشم می خورد که نشان دهنده ی تاثیرات به کارگیری اورینگامی در عملکرد و ادراکات زیبایی شناسانه ی آن ها می باشد.

۳-۱- ویژگی های تکنیک اورینگامی در معماری

نمونه های مذکور در تصویر ۵ در قالب عملکردهای حرارتی، ساخت پذیری، آکوستیک، روشنایی روز و توانمندی های حرکتی در نماهای متحرک دسته بندی می شوند.



Fig. 6. Zigzag

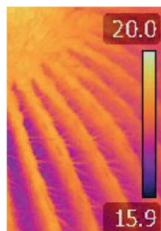


Fig. 7. Different temperature of Cactus leaf (Sanchez, 2011)

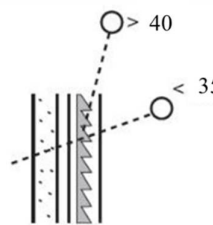


Fig. 8. Wooden wall (Sanchez, 2011)



Fig. 9. Zigzag in paper glass (Peters, 2014)

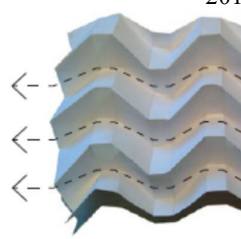


Fig. 10. One-directional transition (Peters, 2014)

تخت نیز به میزان تحمل بار آنها در مقایسه با نمونه‌های تخت اولیه می‌افزاید. این قابلیت در شکل گیاه کاکتوس ساگوارا^۶ نیز که به شکل عمودی رشد می‌کند دیده می‌شود (تصویر ۱۳). مقاومت در برابر سرعت باد، ایجاد امکان انحراف در هنگام وزش باد و همچنین افزایش میزان نسبت ارتفاع به عرض در این گیاه می‌تواند از تبعات بهره‌گیری از اشکال ناشده در گیاه کاکتوس ساگوارا باشد (Schmidt & Stattmann, 2009; Deplazes, 2005; Alberti, 2006).

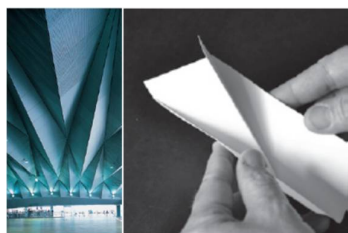


Fig. 11. Simplification of complex forms (Deplazes, 2005)



Fig. 12. Strengthen by fold (Deplazes, 2005)



Fig. 13. Zigzag fold in Cactus leaves (Alberti, 2006)

تاکردن همچنین می‌تواند در جهت تحقق نیازمندی‌های آکوستیک نیز ثمربخش باشد. در واقع فرمهای ناشده براساس اوربگامی قابلیت تطبیق پذیری وسیعی در جهت پاسخ‌گویی به احتیاجات آکوستیکی و جذب صداها با بسامدهای متنوع را دارا هستند (Schmidt & Stattmann, 2009). در پروژه‌ی محفظه‌ی رزونانس^۷ طراح گامی فراتر نهاده است و با طراحی سقف معلق با استفاده از صفحات متحرک تا خورده، قابلیت تغییر عملکرد آکوستیک فضا در تطبیق با شرایط محیط را فراهم نموده است (تصویر ۱۴).

تاکردن همچنین می‌تواند در جهت تحقق نیازمندی‌های آکوستیک نیز ثمربخش باشد. در واقع فرمهای ناشده براساس اوربگامی قابلیت تطبیق پذیری وسیعی در جهت پاسخ‌گویی به احتیاجات آکوستیکی و جذب صداها با بسامدهای متنوع را دارا هستند (Schmidt & Stattmann, 2009). در پروژه‌ی محفظه‌ی رزونانس^۷ طراح گامی فراتر نهاده است و با طراحی سقف معلق با استفاده از صفحات متحرک تا خورده، قابلیت تغییر عملکرد آکوستیک فضا در تطبیق با شرایط محیط را فراهم نموده است (تصویر ۱۴).

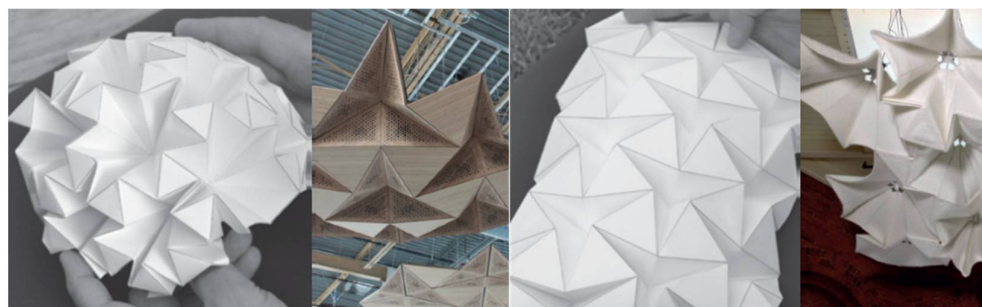


Fig. 14 Using origami to make acoustic, (Thun et al., 2012)

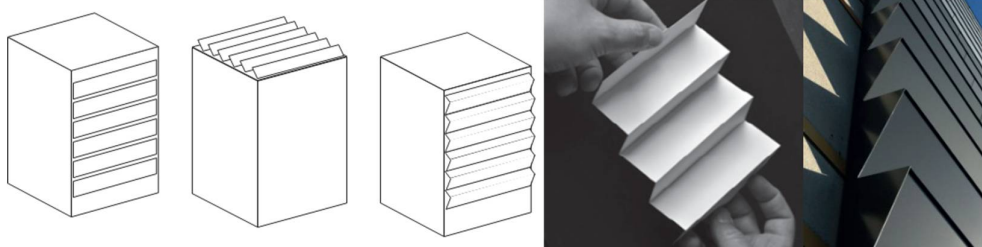


Fig. 15 Zigzag Solar, (Zigzagsolar, 2015)

خلاف مصالح ایزوتروپیک متداول دچار کاهش عرض نمی شوند (تصویر ۱۷) (Morgan et al., 2016). در الگوی کریگامی نیز حرکت باعث تغییر زاویه ی وجوه مختلف سطح تا و برش خورده می گردند. این اصل در طراحی نمونه ی متحرک سلول های خورشیدی فیلم نازک به کار گرفته شده است. کشیده شدن فیلم فتوولتاییک منجر به چرخیده شدن وجوه آن مختلف می گردد که این امر نهایتا باعث می شود تا تابش خورشید بیشتری توسط آنها جذب شود و میزان بهره وری صفحات فتوولتاییک افزایش یابد (تصویر ۱۸). در این پروژه قابلیت متحرک سازی الگوی کریگامی برای بهبود عملکرد ردیاب خورشیدی مورد بررسی قرار گرفته است (Lamoureux, 2015).

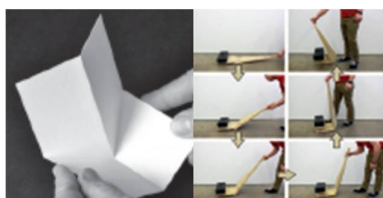


Fig. 16. Lifting mechanism, (Flectofin, 2014)

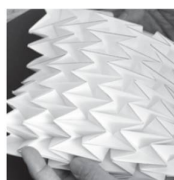


Fig. 17. Negative Poisson ratio, (Morgan et al., 2016)



Fig. 18. Krigami in PV, (Lamoureux, 2015)

می باشند. از میان گزینه های مختلف به علت خواص هندسی و همچنین قابلیت های تحرک پذیری دو نوع متفاوت الگوی میورا و تای V شکل به عنوان نمونه های اصلی برای بررسی های بیشتر انتخاب شد. دلیل اول آنکه ویژگی های آنها باعث استحکام سازه و پایداری آن می گردد. بدین معنی که ساختار هندسی آنها به ایستایی آنها کمک می کنند و نیاز کمتری به سازه های نگهدارنده می باشد. دلیل دوم آنکه با حرکت یک محوره ی آنها در جهت باز شدن، تمام خطوط تا به طور همزمان شروع به باز شدن می کنند که این امر باعث نیاز به نیروی کمتر برای باز و یا تا شدن آنها دارد و در عین حال باعث می گردد وجوه مختلف حجم نهایی در زوایای متفاوت و موثر قرار می گیرند. زاویه ی موثر در اینجا بدان معنی است که وجوه این الگوها می تواند در دوره زمانی خاصی به طور روزانه و یا فصلی در مقابل تابش خورشید قرار گیرد. این امر در دریافت تابش خورشید برای تولید برق به وسیله ی صفحات فتوولتاییک از آنها جهت که با توجه به تغییر زمانی روزانه و فصلی جهت تابش باعث دریافت میزان بیشتری از آنها می گردد، بسیار موثر می باشد. اگر چه ایجاد وجوهی با

متحرک بودن امکان تطبیق پذیری با شرایط مختلف و نیز محقق نمودن عملکردها متنوع را به فرم می افزاید. صفحات تا شده به شکل زیگزاگ در راستای جهتی که تا می خورند، در قالب حرکت خطی می توانند به حالت اولیه باز گردند. حرکت این صفحات شبیه به مکانیسم موجود در قیچی می باشد (تصویر ۱۶) که با کشیدن لبه های بیرونی به سمت داخل حرکت چرخشی ایجاد می گردد. از این الگو در طراحی سایبان های خورشیدی بهره گرفته شده است (Flectofin, 2014). اشکال پیچیده تر از طریق الگوهای اورینگامی موزاییکی حاصل می شود. یکی از ویژگی های اصلی این الگوها مرتبط با ضریب منفی پواسون آنهاست. به این معنی که وقتی گوشه های آنها به طرفین کشیده می شود، تغییری در عرض آنها به وجود نمی آید و بر

۴- بررسی الگوهای مختلف اورینگامی

الگوهای متفاوت تا کردن کاغذ بر اساس اشکال گوناگونی که پدید می آورند دارای ویژگی های منحصر بفردی هستند. عمده ی این ویژگی ها در بخش قبلی معرفی شد. این خصوصیات باعث گردیده تا هر دسته از آنها برای کارکرد در حوزه ی خاصی به کار گرفته شوند. با توجه به گستردگی زیاد فرم های اورینگامی و عدم امکان مدلسازی آنها، در این تحقیق تصمیم بر آن شد تا پس از بررسی ویژگی های کاربردی الگوها چند نمونه که برای دریافت تابش خورشید مناسب تر تشخیص داده می شوند، انتخاب و فرایند شبیه سازی بر روی آنها انجام شود. ازین بابت در تصویر ۱۹ ویژگی های ذکر شده ی قبل به عنوان معیارهای تصمیم گیری برای ارزیابی عملکرد الگوهای مختلف به منظور جذب تابش خورشید برای تولید برق با استفاده از صفحات فتوولتاییک مورد مقایسه قرار گرفته اند.

معیارهای مورد نظر برای انتخاب تغییر جهت وجوه (متناسب با زوایای خورشیدی)، هندسه خطی و مستقیم، خودسایه اندازی، کنترل نور و ایستایی و ساخت پذیری

باشد. دلیل سوم این انتخاب هم اینست که هندسه کلی آن‌ها مستقیم و غیر منحنی است که این موضوع کاربرد این الگوها را برای نماهای ساختمان‌ها تسهیل می‌کند.

زوایای متفاوت از ویژگی‌های تمام الگوهای اوریگامی است، اما باید توجه داشت که زوایای وجوه این الگوها به شکلی باشد که میزان خودسایه اندازی این احجام کمترین میزان ممکن

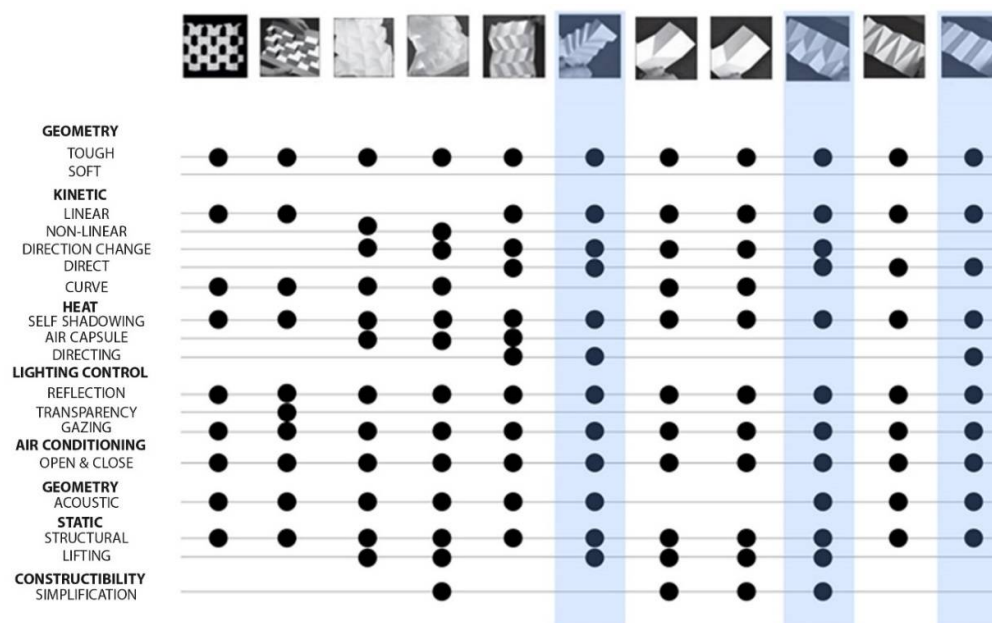


Fig. 19 Analyzing characteristics of different origami patterns

برق مطالعات بسیاری صورت گرفته است. نتایج این مطالعات در جدول ۱ آمده است.

Table 1: Optimum slope of PV in Tehran

Researcher	Optimum Slope
MOE, 2012	27.8
Saghafi, asadi & Pouyandeh, 2010	30
Farsi Mohammadipour, 2010	30

زاویه‌ی بهینه‌ی شیب صفحات فتوولتایک برای دریافت تابش حداکثری با توجه به عرض جغرافیایی تهران ۳۰ درجه می‌باشد. با توجه به محدودیت نمای ساختمان برای تامین زاویه‌ی شیب ۳۰ درجه برای صفحات فتوولتاییک، تنها حالت ممکن تبدیل نما به مدول‌های پایه و چرخش هر یک از آنها بر اساس زاویه و شیب بهینه می‌باشد. با توجه به این مطلب یکی از گزینه‌های شبیه سازی نیز چرخش مدول‌های پایه ی ۱ متر مربعی به سمت شیب و زاویه ی بهینه دریافت تابش با توجه به سایه اندازی‌های مدول‌های همجوار انتخاب شد (تصویر ۲۱). به طور مجموع ۶ الگوی مختلف که شامل مطیف پایه برای انجام مقایسه می‌باشد برای شبیه سازی مورد نظر قرار گرفت.

۵- شبیه سازی رایانه ای الگوهای منتخب

براساس تصویر ۱۹ و بررسی‌های ویژگی‌های مختلف انواع گوناگون روشهای تا کردن سه الگو برای شبیه‌سازی انتخاب شد. با توجه به اینکه شیوه‌ی تایی V شکل قابلیت عملکرد به دو شکل افقی و عمودی را داراست، مدل‌های شبیه سازی اوریگامی به چهار الگوی مختلف محدود شدند. همانطور که روشن است با توجه به عرض جغرافیایی کشور، نمای جنوب امکان دریافت بیشترین میزان تابش خورشیدی را داراست. در این میان با توجه به محدوده‌ی تحقیق که نمای ساختمان‌ها را دربر می‌گیرد، برای مقایسه‌ی الگوهای مختلف اوریگامی در شکل‌گیری گزینه‌های متنوع و مقایسه ی آنها با یکدیگر راهکاری خاص در نظر گرفته شد. برای این منظور مدول پایه ای به مساحت ۱ متر مربع و به ابعاد یک متر در یک متر رو به سمت جنوب و به طور قائم به عنوان مدل پایه ی مطالعه انتخاب شد (تصویر ۲۰). این امر به دلیل ساده سازی مقیاس، برای اندازه گیری میزان تابش در فرآیند شبیه سازی و همچنین حذف متغیرهای مزاحم همچون بازشوهای ساختمان، سایه اندازی ساختمان‌های مجاور، تفاوت در میزان تابش دریافتی نماهای کناری و ایجاد امکان مقایسه با سایر گزینه‌ها انجام شد. در زمینه ی زاویه ی بهینه شیب پنل ثابت برای دریافت تابش حداکثری خورشید و تولید

امکان مقایسه بین الگوهای مختلف براساس مساحت برابر، در نمونه هایی که میزان مساحت آن ها از یک متر مربع تجاوز پیدا می کند، میزان تابش دریافتی بر واحد سطح در نظر گرفته می شود. در شکل زیر این نمونه ها قرار گرفته اند.



Fig. 20 Basic Module 1 m2

در تمام گزینه های مورد نظر برای دستیابی به نتیجه ی نزدیکتر به واقعیت، مدول های طرفین که امکان ایجاد سایه بر روی مدول اصلی را در اوقات مختلف روز و فصل داشتند، در شبیه سازی لحاظ شدند تا میزان سایه اندازی و کاهش دریافت تابش آن ها محاسبه گردد. همچنین برای ایجاد



Fig. 21 Basic module with optimum slope

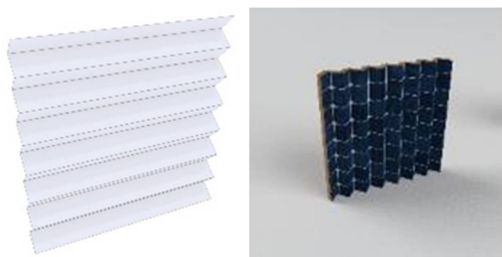


Fig. 22 Horizontal zigzag

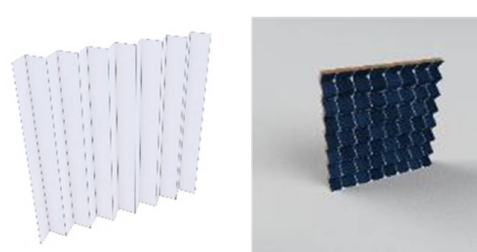


Fig. 23 Vertical zigzag

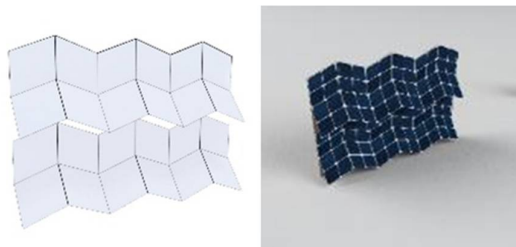


Fig. 24 Miura 1 Pattern

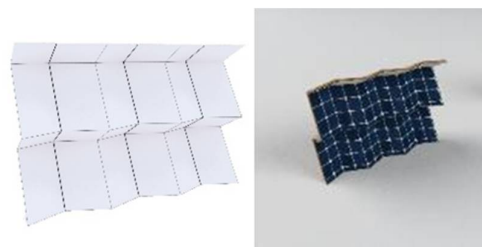


Fig. 25 Miura 2 (PVs are put on 2 lower sides which incline upward)

از طریق بهره گیری از الگوریتم ژنتیک مورد استفاده قرار می گیرد، چیدمان بهینه ی مدل های شبیه سازی شده مورد بررسی قرار گرفت. در واقع برای هریک از الگوهای شبیه سازی شده، بر اساس پارامترهای شکل گیری آن ها، بی نهایت حالت به وجود خواهد آمد، که به کمک این افزونه دامن های از پاسخ ها که میزان تابش دریافتی خورشید در آن ها از سایر حالات بیشتر است، انتخاب می شوند. پس از شبیه سازی تمام مدل های ساخته شده و تکمیل بهینه سازی آن ها از طریق به کارگیری الگوریتم ژنتیک، نتایج ذیل به دست آمد.

تمام مدل های مذکور در نرم افزار راینو و به وسیله افزونه ی گرسه پیر به طور پارامتریک ساخته شدند و با بهره گیری از افزونه ی لیدی باگ که مجهز به داده های آب و هوایی نقاط مختلف جهان می باشد، مورد بررسی قرار گرفتند و میزان دریافت تابش خورشید در طول یکسال بر روی سطح آن ها اندازه گیری شد. برای محاسبه میزان تابش دریافتی آنها داده های آب و هوایی ایستگاه هواشناسی غرب تهران (مهرآباد) استفاده شده است. بعد از آن با استفاده از افزونه ی گالاپاگوس که به منظور بهینه سازی تابع هدف (که در اینجا میزان جذب تابش دریافتی از خورشید می باشد)

Table 2: Simulation Result

Samples	KWh Radiation	KWh/m ² Radiation in 1 m ²	The rate of increase relative to the basic module%
Basic Module	1352,84	-	-
Basic Module with optimum Slope	1222,23	1222,23	-10 %
Horizontal Zigzag	1470,58	1445,74	6.81 %
Vertical Zigzag	1406,69	1405,42	3.44 %
Miura 1 Pattern	1369,90	1422,09	5.17 %
Miura 2 Pattern	1503,28	1506.39	11.39 %

۱۴۲۲,۰۹ کیلووات ساعت باشد که افزایشی در حدود ۵,۱۷ درصد نسبت به مدول پایه عمودی را نشان می‌دهد. نمونه ی آخر نیز با بهره گیری از الگوی میورا ساخته شده است. نمونه میورا ۲ تابشی برابر با ۱۵۰۳,۲۸ کیلووات ساعت در سال را جذب می کند که این امر با در نظر گرفتن میزان تابش دریافتی در واحد سطح آن، باعث می گردد این مدل بدون افزایش مساحت پنل های فتوولتایک تا حدود ۱۱,۳۹ درصد میزان دریافت تابش خورشیدی را افزایش دهد. این موضوع موید این مطلب است که با تغییر زاویه صفحات و همچنین در نظر گرفتن الگوی چیدمان آن ها در کنار هم به منظور کمینه کردن میزان تابش دریافتی، می توان میزان انرژی بیشتری از صفحات فتوولتایک دریافت کرد و در نهایت میزان تولید الکتریسیته از طریق خورشید را افزایش داد. این موضوع باعث کاهش هزینه های مرتبط با تامین انرژی ساختمان در بلند مدت خواهد شد و همچنین در کل باعث کاهش تولید کربن در نیروگاه های سوخت فسیلی می گردد.

۶- نتیجه

این پژوهش در پی پاسخ به این سوال بود : چگونه با بهره گیری از هندسه مبتنی بر تکنیک اوربگامی می توان میزان دریافت انرژی تابشی خورشیدی در صفحات فتوولتایک را افزایش داد؟ یا به بیان دیگر چگونه می توان با تغییر هندسه ی چیدمان صفحات فتوولتایک با توجه به زوایای متغیر تابش خورشید در طول روز و سال، میزان دریافت انرژی تابشی را افزایش داد. تحقیق پیش رو نشان داد افزایش میزان کارایی صفحات فتوولتایک صرفا مبتنی بر بهره گیری از تکنولوژی های پرهزینه و ردیاب های خورشیدی نیست. عامل تغییر در زاویه ی تابش آفتاب که مهمترین دلیل در افت راندمان دریافت تابش خورشید در دوره های زمانی کوتاه و بلند است را می توان با تکنیک های در دسترس همانند اوربگامی تعدیل نمود. به بیان دیگر با تغییر زوایای وجوه مختلف صفحات فتوولتایک با بهره گیری از فناوری های رایانه ای که بر اساس نحوه حرکت خورشید طراحی شده اند، می توان در طول زمان انرژی بیشتری از خورشید دریافت کرد. بررسی های این تحقیق نشان می دهد

همانطور که از نتایج شبیه سازی که در جدول ۲ نشان داده شده است، مشخص است بهره گیری از تکنیک تا می تواند میزان دریافت تابش خورشیدی را افزایش دهد. میزان دریافت تابش سالیانه در مدول پایه (مدول ۱ مترمربعی که به طور کاملا عمودی در سمت جنوبی ساختمان و رو به جنوب قرار گرفته است) برابر با ۱۳۵۲ کیلووات ساعت می باشد. در صورت چرخش این صفحه یک متر مربعی (در صورتی که به تنهایی قرار گرفته باشد) به سمت زاویه جهت و شیب بهینه میزان دریافت آن به بیش از ۲۰۰۰ کیلووات ساعت افزایش پیدا می کند، اما همانطور که در جدول مشخص است به علت قرار گیری مدول های اطراف و بالایی و سایه اندازی آنها روی مدول اصلی، این میزان به ۱۲۲۲,۲۳ کیلووات کاهش می یابد. این موضوع نشان دهنده ی آنست که در صورت چرخش مدول ها، سایه اندازی باعث کاهش میزان تابش دریافتی پنل ها نسبت به حالت عمودی می گردد.

مدل هایی که به شکل زیگزاگ تا شده اند، در هر دو شکل عمودی و افقی تابش بیشتری نسبت به مدل پایه جذب کرده اند. این میزان افزایش بین ۳,۴۴ تا ۶,۸۱ درصد بیشتر از میزان جذب انرژی تابشی در مدول پایه است. اما نکته ی قابل توجه در این مورد، کاهش اندک میزان تابش دریافتی در واحد سطح است. در واقع در این دو گونه (افقی و عمودی) که از تای V شکل بهره برده اند، به علت تا شدن مساحت کلی بیشتری را دارا هستند که این امر نشان می دهد در آن ها میزان بیشتری از صفحات فتوولتایک به کار رفته است که این امر باعث می گردد، میزان تابش دریافتی خورشید در واحد سطح کاهش بیابد.

مدل های بعدی با استفاده از الگوی میورا ساخته شده اند. زوایای آن ها و نیز مکانیزم تا شدن ها تفاوت هایی را با یکدیگر ایجاد کرده که در دو مدل مجزا قرار گرفته اند. مدل ساخته شده با الگوی میورا ۱، به میزان ۱۳۶۹,۹۰ کیلووات ساعت انرژی سالیانه جذب کرده است. این امر با توجه به چرخش وجوه مختلف آن و افزایش مساحت این مدل باعث شده است تا میزان تابش دریافتی در واحد سطح این مدل به میزان

طول زمان طولانی (به علت الگوی متغیر روزانه و فصلی حرکت خورشید) توانایی بیشتری در جذب انرژی تابشی دارند هستند. البته شایان توجه است که این الگوها بر اساس عرض جغرافیایی هر نقطه که منجر به زوایای تابشی متفاوت می باشد، متغیر است و در واقع شهرهایی که در عرض جغرافیایی متفاوتی هستند، الگوهای بهینه ی یکسانی ندارند. در واقع برای هر نقطه بایستی شبیه سازی منحصر بفردی به منظور یافتن زوایای بهینه انجام داد.

مدل ساخته شده بر طبق میورا ۲ با توجه به افزایش میزان دریافت تابش خورشیدی به میزان ۱۱,۳۹ درصد، بهینه ترین شکل بهره گیری از تکنیک اورینگامی در نمای جنوبی ساختمان است. نتیجه ی بهینه سازی با بهره گیری از الگوریتم ژنتیک نشان می دهد که حالت بهینه ی این الگو برای جذب بیشترین دریافت، دو وجه با زاویه ی شیب ۷۶ درجه نسبت به سطح افق می سازد. زاویه ی جهت وجه ۱ برابر با ۱۷۳ درجه و زاویه ی جهت وجه دو برابر با ۲۱۵ درجه می باشد (تصویر ۲۶). این چینش صرفا در عرض جغرافیایی تهران بیشترین میزان انرژی تابشی را دریافت می کند. همچنین شایان ذکر است که در این الگوها، هر مدل دارای چهار وجه است که دو وجه بالای آن ها به علت اینکه در جهت تابش خورشید قرار ندارند و در جذب انرژی تابشی نقش مهمی ندارند، فاقد صفحات فتوولتاییک می باشند. این امر باعث می گردد تا سطح مورد نیاز برای نصب صفحات فتوولتاییک کاهش یابد.

در تحقیقات آتی می توان خصوصیات الگوهای اورینگامی میورا در ایجاد پوسته های متحرک که در زمینه ی شکل گیری ردیاب های خورشیدی تاثیر پررنگی می توانند داشته باشند، را مورد بررسی قرار داد. این ویژگی های می توانند شامل تا پذیری، انطباق پذیری و قابلیت باز و بسته شدن آن را شامل شود.

که با بهره گیری از روش های ارزان قیمت و تکنیک های ساده، همچون اورینگامی، می توان به نتایج درخور توجهی دست پیدا کرد. بدین منظور پس از مطالعه و بررسی الگوهای متنوع اورینگامی و کاربردهای آنها در صنعت ساختمان و طبیعت، با توجه به معیارهای عملکرد آنها در زمینه استفاده در صفحات فتوولتاییک (خود سایه اندازی، هندسه مستقیم، ساخت پذیری و ایستایی، ایجاد زوایای موثر در وجوه مختلف) گزینه هایی که در زمینه ی افزایش دریافت تابش خورشیدی نقش برجسته تری دارند، انتخاب شدند. در مرحله ی بعد این الگوهای منتخب همراه مدول پایه که در واقع نمونه ای از شیوه متداول کاربرد صفحات فتوولتاییک در نمای ساختمان ها می باشد، در نرم افزار راینو - گرسهاپر مدلسازی شدند و سپس توسط افزونه ی لیدی باگ در زمینه ی جذب انرژی تابشی مورد شبیه سازی قرار گرفتند. به منظور یافتن جهت و زاویه ی بهینه این مدل ها، از الگوریتم ژنتیک برای بهینه سازی سود جسته شد.

نتایج این بررسی نشان می دهد، الگوهای اورینگامی که وجوه مختلف آن به سوی زوایای متفاوتی قرار می گیرند، می توانند مجموع تابش دریافتی از خورشید را در طول یک سال افزایش دهند. بر اساس این تحقیق مدل های ساخته شده بر اساس تای ۷ شکل به دلیل بهره بردن از مساحت بیشتر صفحات فتوولتاییک می توانند میزان بیشتری از تابش دریافتی خورشید را جذب نمایند. اگر چه میزان تابش در واحد سطح آنها کاهش پیدا می کند، اما در مواردی که میزان سطح در دسترس نما محدود می باشد، بهره گیری از آنها توجیه منطقی پیدا می کند. همچنین استفاده از مدل های ساخته شده با کمک روش اورینگامی میورا نشان داد که می توان بدون استفاده از ردیاب های خورشیدی و یا نماهای متحرک و صرف هزینه های اقتصادی می توان تا حدی دریافت تابش را افزایش داد. این امر به آن علت است که وجوه مختلف این الگوها در

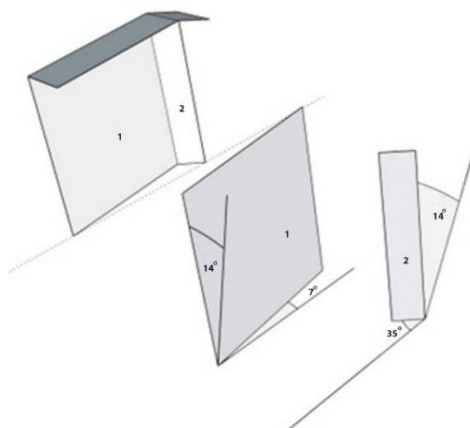


Fig. 26 Angles of miura 2 pattern

پی‌نوشت

1. Rhinoceros
2. Grasshopper
3. Ladybug
4. EnergyPlus
5. Galapagos
6. Saguaro
7. Resonant Chamber
8. Zigzagsolar

References

فهرست منابع

- Abasi M, Tahbaz M, Vafae R (2015). Introducing an innovative variable building layers system (V.B.L.S), Naqshe Jahan, Vol. 5, No. 2, pp. 55-64.
- Alberti LT (2006). Flow around cylindrical towers: the stabilising role of vertical ribs, University of Stellenbosch.
- Biyik E, Araz M, Hepbasli A, Shahrestani M, Yao R, Shao L, Atlı YB (2017). A key review of building integrated photovoltaic (BIPV) systems, Engineering Science and Technology, An International Journal, Vol. 20, No. 3, pp. 833-858. <http://doi.org/10.1016/j.jestech.2017.01.009>.
- Bougdah H, Sharples S (2009). Environment, Technology and Sustainability, Taylor & Francis.
- Chu Ch, Keong CH (2017). The Review on Tessellation Origami Inspired Folded Structure, AIP Conference Proceedings, View online: <https://doi.org/10.1063/1.5005656>.
- Deplazes A (2005). Constructing Architecture: Materials, Processes, Structures: A Handbook: 1st (First) Edition, Springer-Verlag New York, LLC.
- Di Cristina G (2001). Architecture and Science, Chichester: Wiley-Academy.
- Farsi Mohammadipour A (2010). The Best Architectural Form for BiPV in Tehran, Environmental Sciences, Vol. 3, pp. 55-62.
- Ficca J (2015). Building Dynamics: Exploring Architecture of Change, Routledge.
- Flectofin (2014). ITKE - Forschung. <http://www.itke.uni-stuttgart.de/forschung.php?id=61>.
- Hofer J, Groenewolt A, Jayathissa P, Nagy Z, Schlueter A (2016). Parametric analysis and systems design of dynamic photovoltaic shading modules, Energy Science & Engineering, n/a-n/a. <http://doi.org/10.1002/ese3.115>.
- Knaack U, Klein T (Eds.) (2009). The Future Envelope 2: Architecture, Climate, Skin, IOS Press, Vol. 9.
- Krimm J, Techen H, Knaack U (2016). Tuning acoustical facade designs aiming for a controlled influence on the urban soundscape, In Proceedings of the Inter-Noise 2016, 45th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Hamburg, pp. 2056-2063.
- Kurrer KE (2012). The History of the Theory of Structures: From Arch Analysis to Computational Mechanics, John Wiley & Sons.
- Lamoureux A, Lee K, Shlian M, Forrest S, Shtein M (2015). Dynamic Kirigami Structures for Integrated Solar Tracking, Nature Communications, Vol. 6, pp. 80-92.
- Loonen R (2010). Climate adaptive building shells – What can we simulate? MSc-Thesis, Eindhoven University of Technology.
- MOE (2012). Book of energy 1390, Power Ministry, Major Planning of Energy and Electricity, Tehran.
- Moloney J (2011). Designing kinetics for architectural facade: state change. Abingdon, Oxon!; New York, Routledge.
- Morgan M, Robert R, Lang J, Magleby Spencer P, Howell L (2016). Towards developing product applications of thick origami using the offset panel technique, All Faculty Publications, Vol. 7, No. 1, pp. 69-77.
- Moussavi F (2009). The Function of Form. ACTAR, Harvard Graduate School of Design,
- Peters S (2014). Material Revolution, Sustainable and Multi-Purpose Materials for Design and Architecture, Basel, Birkhäuser.
- Prasad D, Snow M (2005). Designing with Solar Power, London: Earthscan.
- Rinaldi M (2013). A as Architecture. London: Earthscan.
- Sadeghipour Roudsari M, Pak M, Smith A (2013). Ladybug: a parametric environmental plugin for grasshopper to help designers create an environmentally-conscious design, 13th Conference of International Building Performance Simulation Association, pp. 3129-3135.
Retrieved from http://www.ibpsa.org/proceedings/bs2013/p_2499.pdf
- Saghafi MJ, Asadikhalaji M, Pouyande R (2015). Optimum Slope of Solar collectors in comparison to put in south façade in Tehran, Fine arts, Architecture and urbanism, Vol. 44, pp. 57-64.
- Salehi M, Hamed M, Nohouji HS, Arghavani J (2014). Mechanical properties identification and design optimization of nitinol shape memory alloy microactuators, Smart Materials and Structures, Vol. 23, No. 2, pp. 025001.
- Sanchez SV (2011). Solar Decathlon Europe 2010 - Towards Energy Efficient Buildings. <http://www.sdeurope.org/wp-content/uploads/downloads/2011/10/SOLAR-DECATHLONEUROPE-2010.pdf>.

- Schittich Ch (2003). Solar Rays: Strategies, Vision, Concept . München: Ed. Detail, Inst. For internet, Architecture Documentation.
- Schmidt P, Stattmann N (2009). Unfolded, 1 edition. Basel, Birkhäuser Verlag.
- Taschi T (2011). Rigid-Foldable Thick Origami. In Origami 5: Fifth International Meeting of Origami Science, Mathematics, and Education, Patsy Wang-Iverson, Robert J Lang, Mark Yim, eds, 5. Boca Raton: CRC Press, pp. 253–264.
- Thün G, Velikov K, Ripley K (2012). Soundspheres: Resonant Chamber. In ACM SIGGRAPH 2012 Art Gallery Pp. 348–357, SIGGRAPH '12. New York, NY, USA: ACM.
<http://doi.acm.org/10.1145/2341931.2341936ZigZagSolar>.
- Tudorache T, Kreindler L (2010). Design of a solar tracker system for PV power plants, Acta Polytechnica Hungarica, pp. 23-39.
- U.S. Energy Information Administration (2011). Annual Energy Review, Retrieved 2017, Feb. 15, from <https://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/pdf/sec2.pdf>.
- Zig Zag Solar (2015). <http://zigzagsolar.com/>, accessed December 12, 2017.

Analyzing the Use of Origami to Increase the Solar Radiation on Photovoltaic Panels Through Software Simulation *

Amir Borzouei¹, Mahdi Zandieh² (Corresponding Author), Shahin Heidari³

¹PhD Candidate in Architecture, School of Architecture and Urbanism, International University of Imam Khomeini, Qazvin, Iran (amir.borzouei@gmail.com)

²Associate Professor, School of Architecture and Urbanism, International University of Imam Khomeini, Qazvin, Iran (mahdi_zandieh@yahoo.com)

³Professor, Department of Architecture, School of Architecture, College of Fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran (shheidari@ut.ac.ir)

Received
18/12/2018

Revised
14/04/2019

Accepted
20/06/2020

Available Online
21/12/2020

Objective and Background: According to statistics published in the field of energy, today, buildings are known as the largest consumers of energy. Hence, the technological advances in the field of construction increasingly focus on new solutions to reduce energy consumption in the building sector. Achieving environmentally friendly solutions in order to move towards sustainable development in the field of architecture has been considered by architects and designers. Using adaptable technologies in building shells for the use of renewable energy is an important solution. As one of the most important sources of renewable energy, the sun has a small share in producing clean energy in the building section so far. But in recent decades, scientists and designers have increasingly focused on this clean source of energy. One of the new ways to benefit from solar energy is the use of photovoltaic panels. Shells consisting of photovoltaic panels that generate electricity from sunlight are recognized as an essential solution to reduce the use of fossil fuels. The use of low-cost and effective techniques in the field of architecture has contributed significantly to the improvement of the construction process.

Methods: This study aims to investigate the effect of using folding techniques to choose the best angle of position for photovoltaic panels used on building facades to increase the solar radiation by using parametric (Grasshopper) and energy (Ladybug) simulation software. After a general analysis of different types of origami methods and the cases used in the construction industry, and the natural forms, four patterns were selected as the basic modules for further study and modeling by the Ladybug plugin in Grasshopper software. Based on the defined and conventional criteria (constructability, without shading, setting toward the sun), these samples could be used on vertical facades of buildings. The base module that can be placed on the vertical facade was modeled, and an extra module was defined based on the literature review on the optimal angle in Tehran latitude to maximize the received solar energy.

Findings: A total of 6 final samples were prepared to be simulated. The simulated modules were optimized based on a genetic algorithm using the Galapagos plugin to find the optimal position for receiving maximum solar radiation. This optimization was actually done based on the form parameters to find the most optimal form (a combination of angle and slope). This study seeks to answer the research questions:

* This article is derived from the first author's doctoral thesis entitled "Design of Algorithmic / Parametric Shells to Increase the Efficiency of Solar Power Generation Using Photovoltaic Panels", supervised by the second and third authors, at International University Of Imam Khomeini, Qazvin.

How can the solar radiation received in photovoltaic panels be increased by using geometric patterns based on the origami technique? In other words, how can the solar radiation be increased by changing the geometric arrangement of the photovoltaic panels according to the daily and annual solar movement patterns? The present study showed that the efficiency of photovoltaic panels is not improved only by using expensive technologies and solar trackers. The factor of change in solar radiation, which is the most important factor in receiving solar radiation during short and long periods of time, can be adjusted by accessible techniques such as the origami technique. In other words, by changing the angle of photovoltaic panels using computer technologies based on the solar movement, more solar energy can be received from radiation. This study shows that changing the arrangement of different photovoltaic panels using the origami technique compared to the base module on the southern facade can increase the received solar energy. The change of forms can increase the produced electrical energy from 3.44 and 11.39%.

Conclusion: According to this research, V-shaped (zigzag) modules can absorb more solar radiation due to the larger photovoltaic panels area. Although the amount of solar radiation per unit area decreases, their use is logically justified when the available surface area is limited. Also, the use of modules made with the help of the Miura origami method showed that it is possible to receive more solar radiation to some extent without using solar trackers or moving views at an economical cost because the different sides of these patterns are more able to absorb radiation over a long period of time (due to the variable daily and seasonal solar movement patterns).

Key words:

Photovoltaic Panels, Origami Technic, Energy Simulation.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Journal of Iranian Architecture & Urbanism. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License.

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



نحوه ارجاع به این مقاله:

برزویی، امیر؛ زندیه، مهدی و حیدری، شاهین (۱۳۹۹). بررسی به کارگیری تکنیک اوریگامی در افزایش دریافت تابش خورشیدی صفحات فتوولتاییک با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای، نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران، ۱۱(۲)، ۱۸۹-۲۰۳.

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Borzouei A, Zandieh M, Heidari Sh (2020). *Analyzing the Use of Origami to Increase the Solar Radiation on Photovoltaic Panels Through Software Simulation*, *Journal of Iranian Architecture & Urbanism*, 11(2): 189-203.

DOI: 10.30475/ISAU.2021.161914.1144

URL: [HTTP://WWW.ISAU.IR/ARTICLE_122202.HTML](http://www.isau.ir/article_122202.html)



CONTENTS

Scientific Articles

Evaluation of the Residential Satisfaction of Maskan-e-Mehr Projects as a Strategy to Prevent the Loss of National Wealth(Case Study: Mehr-e-Dovlat Complex in Kermanshah)	18
Masoud Zohreh, Hossein Rezaei	
Designing as Problem Solving; A Model Based on Design Precedents	32
Babak Ahangar Azizi, Ghasem Motalebi, Zhila Rezakhani	
The Impact of the Underpass Construction Project of Karim Khan Zand Street in Shiraz as a Flagship Development Project on Citizens' Perceptions of Environmental Qualities	54
Mohammad Nikkar, Ali Reza Sadeghi, Fatemeh Shams	
A Study of the Effect of Outdoor Semi-open Space on the Quality of the Residential Environment (Case Study: Apartment in Bushehr City)	74
Azam Hedayat, Parastoo Eshrati, Bagher Karimi	
Investigating the Evaluative Mental Image of Ahvaz Citizens Along Karun River(Case Study: The Enclosure Between White Bridge and Nature Bridge)	91
Mohammad Didehban, Shirin Sardarmoori, Parisa Ansarian, Parnian Zadehmoorad	
Ranking Meaning Determining Factors in the Process of Environmental Perceptions via TOPSIS Technique for Developing the Meaning Cause and Effect Model	108
Marjan Mohsenzadeh, Mohammad Aliabadi, Javid Ghanbari, Seyed Mohammad Hosein Zakeri	
The Impact of Urban Natural View Corridors of Hamadan City on the Citizens' Mental Health	126
Atiyeh Asgari, Mostafa Behzadfar, Asadollah Naghdi	
An Investigation on Physical Quality of Openings in Amir Arsan Historical Complex of Tabriz Bazar from an Aesthetic Point of View	150
Rahmat Mohammadzadeh, Elham Kazemi, Leila Mohebi	
Identifying and Prioritizing the Social and Physical Criteria of Heterogeneous Neighborhood Based on the Perception of Neighbors (Case Study: Hassan Abad-Zargandeh Neighborhood)	171
Mehrnaz Ramezanpour, Ali Sharghi, Bahram Saleh Sedghpour	
Explaining the Environmental Components Affecting the Audience's Presence on the Safavid bridges of Isfahan(Case study: Khaju Bridge and Allahverdi Khan Bridge)	185
Ghazale Hanaei, Behrouz Mansouri, Darab Diba, Amir Masoud Dabagh	
Analyzing the Use of Origami to Increase the Solar Radiation on Photovoltaic Panels Through Software Simulation	202
Amir Borzouei, Mahdi Zandieh, Shahin Heidari	
Appropriateness Analysis of the Cluster Approach in Knowledge-Based Urban Development of Isfahan	221
Ahmad Khalili, Mostafa Dehghani	
A Comparative Study of Satisfaction in Two Housing Patterns of Villa Houses and Residential Tower(Case study: 2 District of Ardabil)	238
Samira Saeidi Zaranji, Mohammad Hassan Yazdani, Ghasem Zarei	
Integrated Analysis of the Skyline and Natural Airflow of Land Parcels in Two Urban Blocks of Tehran City(Case study: Velenjak Region of Tehran)	251
Seyedeh Hamideh Moosavi, Marjansadat Nemati Mehr, Shahram Delfani, Mohammad Reza Hafezi	
Polo & Naqsh-e Jahan: Redefining the Culture and Identity of Iranian- Islamic Architecture	272
Molood Khosravi	

Scientific Journal of Iranian Architecture & Urbanism

Vol. 11, No. 2, Fall & Winter 2020

Licence Holder: Iranian Scientific Association of Architecture & Urbanism

Director-in-Charge: Mohsen Faizi (Professor of Architecture)

Editor-in-Chief: Mostafa Behzadfar (Professor of Urban Design)

Editorial Board

1. Behzadfar, Mostafa; Professor of Urban Design, Iran University of Science & Technology.
2. Bemanian, Mohammadreza; Professor of Architecture, Tarbiat Modarres University.
3. Diba, Darab; Professor of Architecture, Islamic Azad University(Central Branch).
4. Etessam, Iraj; Professor of Architecture, Islamic Azad University(Science and Research Branch)
5. Faizi, Mohsen; Professor of Architecture, Iran University of Science & Technology.
6. Gorji Mahlabani, Yousef; Professor of Architecture, Imam Khomeini International University.
7. Hashemnejad, Hashem; Associate Professor of Architecture, Iran University of Science & Technology.
8. Khakhzand, Mehdi; Associate Professor of Architecture, Iran University of Science & Technology
9. Mazaherian, Hamed; Associate Professor of Architecture, University of Tehran.
10. Memarian, Gholamhossein; Professor of Architecture, Iran University of Science & Technology.
11. Mohammad Moradi, Asghar; Professor of Restoration, Iran University of Science & Technology.
12. Mozaffar, Farhang; Associate Professor of Architecture, Iran University of Science & Technology.

Editorial Manager: Mehdi Khakhzand, Associate Professor, Iran University of Science & Technology

Editorial Advisor: Yousef Gorji Mahlabani, Professor, Imam Khomeini International University

English Language Editor: Soad Sarihi, Ph.D Candidate in Architecture

Editorial Expert: Anahita Tabaeian, Ph.D Candidate in Urban Design

Paging and Formating: Elham Mennati Moheb

Publisher: Iran University of Science and Technology

Number: 50 issues

Price: 500000 Rls

Address: School of Architecture & Environmental Design, Iran University of Science & Technology (IUST), Narmak, Tehran, Iran.

Postal Code: 13114-16846

Email: iaau@iust.ac.ir

Web Site: www.isau.ir

Phone: (0098-21) 73228235

Fax: (0098-21) 77240468



- **Evaluation of the Residential Satisfaction of Maskan-e-Mehr Projects as a Strategy to Prevent the Loss of National Wealth(Case Study: Mehr-e-Dovlat Complex in Kermanshah)**
Masoud Zohreh, Hossein Rezaei
- **Designing as Problem Solving; A Model Based on Design Precedents**
Babak Ahangar Azizi, Ghasem Motalebi, Zhila Rezakhani
- **The Impact of the Underpass Construction Project of Karim Khan Zand Street in Shiraz as a Flagship Development Project on Citizens' Perceptions of Environmental Qualities**
Mohammad Nikkar, Ali Reza Sadeghi, Fatemeh Shams
- **A Study of the Effect of Outdoor Semi-open Space on the Quality of the Residential Environment (Case Study: Apartment in Bushehr City)**
Azam Hedayat, Parastoo Eshрати, Bagher Karimi
- **Investigating the Evaluative Mental Image of Ahvaz Citizens Along Karun River(Case Study: The Enclosure Between White Bridge and Nature Bridge)**
Mohammad Didehban, Shirin Sardarmoori, Parisa Ansarian, Parnian Zadehморad
- **Ranking Meaning Determining Factors in the Process of Environmental Perceptions via TOPSIS Technique for Developing the Meaning Cause and Effect Model**
Marjan Mohsenzadeh, Mohammad Aliabadi, Javid Ghanbari, Seyed Mohammad Hosein Zakeri
- **The Impact of Urban Natural View Corridors of Hamadan City on the Citizens' Mental Health**
Atiyeh Asgari, Mostafa Behzadfar, Asadollah Naghdi
- **An Investigation on Physical Quality of Openings in Amir Arsan Historical Complex of Tabriz Bazar from an Aesthetic Point of View**
Rahmat Mohammadzadeh, Elham Kazemi, Leila Mohebi
- **Identifying and Prioritizing the Social and Physical Criteria of Heterogeneous Neighborhood Based on the Perception of Neighbors (Case Study: Hassan Abad-Zargandeh Neighborhood)**
Mehrnaz Ramezani, Ali Sharghi, Bahram Saleh Sedghpour
- **Explaining the Environmental Components Affecting the Audience's Presence on the Safavid bridges of Isfahan(Case study: Khaju Bridge and Allahverdi Khan Bridge)**
Ghazale Hanaei, Behrouz Mansouri, Darab Diba, Amir Masoud Dabagh
- **Analyzing the Use of Origami to Increase the Solar Radiation on Photovoltaic Panels Through Software Simulation**
Amir Borzouei, Mahdi Zandieh, Shahin Heidari
- **Appropriateness Analysis of the Cluster Approach in Knowledge-Based Urban Development of Isfahan**
Ahmad Khalili, Mostafa Dehghani
- **A Comparative Study of Satisfaction in Two Housing Patterns of Villa Houses and Residential Tower(Case study: 2 District of Ardebil)**
Samira Saeidi Zaranji, Mohammad Hassan Yazdani, Ghasem Zarei
- **Integrated Analysis of the Skyline and Natural Airflow of Land Parcels in Two Urban Blocks of Tehran City(Case study: Velenjak Region of Tehran)**
Seydeh Hamideh Moosavi, Marjansadat Nemat Mehr, Shahram Delfani, Mohammad Reza Hafezi
- **Polo & Naqsh-e Jahan: Redefining the Culture and Identity of Iranian- Islamic Architecture**
Molood Khosravi