

## مدل کارکرد سطح حرارتی آپارتمان‌های مدرن در مالزی

احمد سانوسی حسن\*

دانشگاه سینز، پنانگ، مالزی.

یاسر عرب

دانشگاه سینز، پنانگ، مالزی.

تاریخ دریافت: ۹۷/۱/۲۳

تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۲۰

تاریخ قرارگیری روی سایت: ۹۷/۱۰/۱۹

**چکیده** | تحقیق حاضر تحلیلی قیاسی از دمای سطح حرارتی آپارتمان‌های مرتفعی که در دوره مدرن در مالزی ساخته شده‌اند را مورد بحث قرار می‌دهد. در مالزی، آپارتمان‌ها به دو دسته به نام‌های آپارتمان‌های مرتفع و آپارتمان‌های متوسط تقسیم می‌شوند. آپارتمان‌های مرتفع (Highrise) ساختمان‌های مسکونی هستند که بیشتر از پنج طبقه داشته و مجهز به آسانسور هستند، در حالی که آپارتمان‌های متوسط (Midrise) از ۳ تا ۵ طبقه ارتفاع داشته و آسانسور ندارند. نتایج این مطالعه اطلاعات سطح حرارتی نمای برخی آپارتمان‌هایی از این قبیل را فراهم می‌کند. نتایج تحقیق سطح آگاهی پایداری در سبک‌های معماری و طراحی نما در بافت گرمسیری را افزایش می‌دهند. این تجزیه و تحلیل سطح حرارتی، آگاهی طراحی معمارانی که ساختمان‌ها را مطابق با برداشت خود از عوامل اقلیمی طراحی می‌کنند، افزایش می‌دهد. ساختمان‌های مدرنی که اخیراً در مالزی ساخته شده‌اند، دارای طراحی هندسی پیچیده با طیفی از ساختار سقف ساده تا پیچیده‌اند که بر شکل هندسی انتزاعی در طراحی ساختمان تأکید دارند. در این مطالعه، دو آپارتمان با طراحی بسیار مدرن به عنوان نمونه موردی انتخاب شده‌اند. محل این آپارتمان‌ها در شهر پوتراجایا (Putrajaya)، آخرین شهر جدیدی است که به عنوان شهر اداری در مالزی ساخته شده است. اطلاعات سطح حرارتی توسط یک دستگاه حرارتی با نام دوربین مادون قرمز Fluke Ti20 اندازه‌گیری شده است. این دوربین تصاویر حرارتی نمای آپارتمان را ضبط می‌کند. تجزیه و تحلیل نشانگر این است که طراحی‌های نمای هر دو آپارتمان قادر به مهار تابش خورشیدی نیست، به این علت که دمای سطحی ثبت شده در داده‌های میدانی،  $32.4^{\circ}\text{C}$  بالاتر از بیشترین دمای میانگین محیط خارجی در پوتراجایا است. در نتیجه در طراحی آپارتمان‌های مسکونی مدرن در مالزی، توجه به سایه‌بان و طراحی منفعل بسیار حائز اهمیت است.

واژگان کلیدی | پایداری شهری، ماکت یک خانه ساده.

### مقدمه

کسانی که در کار طراحی پوشش ساختمان‌اند را به راهکارهایی برای کاهش تابش خورشید بر نمای ساختمان هدایت می‌کند (Arab & Hassan, 2015). با دستیابی به اطلاعات کافی، آگاهی طراحی نماهای ساختمانی که تابش خورشید را کاهش می‌دهند، برای طراحان فراهم می‌شود. لذا طراحی مناسب بناها می‌تواند مصرف انرژی سیستم‌های خنک‌کننده مکانیکی داخل

هدف تحقیق حاضر، تجزیه و تحلیل سطح حرارتی نمای تعدادی از آپارتمان‌ها با بهره‌گیری از مطالعات میدانی و با استفاده از دوربین تصویربرداری حرارتی است. یافته‌های این مطالعه تحقیقاتی بنیادی، داده‌هایی مفیدی را ارائه می‌دهد که معماران و

\* نویسنده مسئول: sanusi@usm.my

شماره تماس: ۰۱-۵۶۴۳۰۰۱-۲-۶۶

- راهنمای طراحی بهینه برای مقابله با تابش خورشیدی بر نمای ساختمان‌ها
- ارائه داده در مورد رفتار حرارتی پوشش موجود ساختمان

در منطقه‌ای گرمسیری مانند مالزی، طراحی نمای آپارتمان برای جلوگیری از تابش خورشیدی بسیار حساس و مهم است. نمای آپارتمانی که در معرض نور مستقیم خورشید است، باعث ایجاد مشکل تابش نور خورشید بر فضای داخلی و افزایش دمای نمای ساختمان می‌شود (Omer, 2008). تابش انرژی خورشید باعث افزایش حرارت دیوار خارجی خانه شده و آن را به فضای داخل خانه منتقل می‌کند. با تولید گرما در داخل خانه، دمای هوای اتاق‌ها نیز بالا می‌رود، که موجب ایجاد شرایط حرارتی ناراحت‌کننده‌ای برای ساکنین می‌شود (Cena & Clark, 1978). مشکل این است که اکثر ساختمان‌های آپارتمانی، طراحی نمای ضعیفی با سایه‌بان دارند (Hassan & Arab, 2014). اکثر افرادی که درآمد متوسطی دارند، قادر به نصب سیستم تهویه هوا در تمام اتاق‌های آپارتمان خود و پرداخت صورت‌حساب‌های بالای برق نیستند. عناصر سایه‌شدت سطح تابش خورشیدی مؤثر بر سطوح مختلف نمای آپارتمان را تعیین می‌کنند (Hassan & Arab, 2014).

### موارد مطالعه

دو آپارتمان در شهر پوتراجایا به عنوان نمونه موردی انتخاب شده‌اند (تصویر ۱). دلیل اصلی انتخاب شهر پوتراجایا این است که آخرین شهر ساخته‌شده در مالزی است که از سال ۱۹۹۹ به عنوان مرکز اداری فدرال از آن استفاده می‌شود (Moser, 2009). این شهر نمایشگاهی از سبک‌های معماری آپارتمانی حال حاضر است که به سمت آینده می‌روند (Hassan, Arab, & Ismail, 2015). پوتراجایا بر اساس یک طرح جامع از پیش‌برنامه‌ریزی شده، ساخته شد تا محل سکونت جدید را برای کارمندان دولت فراهم کرده و تحت برنامه‌های غیرمتمرکز با افزایش بی‌رویه جمعیت در شهر کوالالامپور مقابله

ساختمان‌ها را کاهش دهد. این طراحی همچنین، با پرورش داده‌های مبادله‌ای درباره مدل آگاهی طراحی نمای آپارتمان، اهمیت پوشش ساختمان با کمترین مشکلات بالقوه جذب حرارت در داخل ساختمان را به روشنی نشان داده و دانش علمی را به عمل می‌آورد (Prado & Ferreira, 2005, Arab, 2015).

آپارتمان‌ها مسکنی برای خانوارهای با درآمد متوسط در مقایسه با مجموعه‌های واحدی و ساختمان‌های ویلایی برای خانواده‌های پردرآمد و کم‌درآمدند (Hassan & Bakhlah, 2013; Datcua, Ibosa, Candaua, & Matteib, 2005). طراحی عالی نما به جلوگیری از تابش خورشیدی کمک می‌کند که موجب ایجاد مشکلات ناشی از افزایش دما برای ساکنین می‌شود؛ بنابراین، این طراحی می‌تواند مصرف برق سیستم‌های خنک‌کننده را کاهش دهد (Obeidi, Ismail, & Rahman, 2014, Omer, 2014). این طراحی، سایه‌هایی برای کاهش نفوذ نور خورشید به فضای داخلی و سطح نمای آپارتمان ایجاد می‌کند. آپارتمان‌های پوتراجایا برای این مطالعه موردی انتخاب شده‌اند، به این دلیل که یکی از محبوب‌ترین انواع خانه‌های ساخته‌شده در شهر هستند که قادر به فراهم‌سازی تراکم بالایی از واحدهای مسکونی در هر هکتار هستند. با توجه به تقاضای بالای جمعیت شهری در مالزی که افزایش شدیدی از ۳۴ درصد در سال ۱۹۸۰، به ۵۱ درصد در سال ۱۹۹۰ و به ۷۱ درصد در سال ۲۰۱۰ داشته، امکان‌فرهم کردن مسکن را فراهم می‌کند. جمعیت شهری این کشور روندی مشابه افزایش جمعیت شهری جهان از ۳۸ درصد در سال ۱۹۷۶ تا ۷۱ درصد در سال ۲۰۰۸ را طی کرده است (United Nations, 2010). به طور خلاصه، این تحقیق طراحی پژوهشی را به صورت زیر ایجاد خواهد کرد:

- اندازه‌گیری شدت سطح تابش خورشیدی (نورتابی) بر نمای آپارتمان
- استفاده از ابزارهای میدانی برای اندازه‌گیری سطح حرارتی



تصویر ۱: آپارتمان‌های شهر پوتراجایا

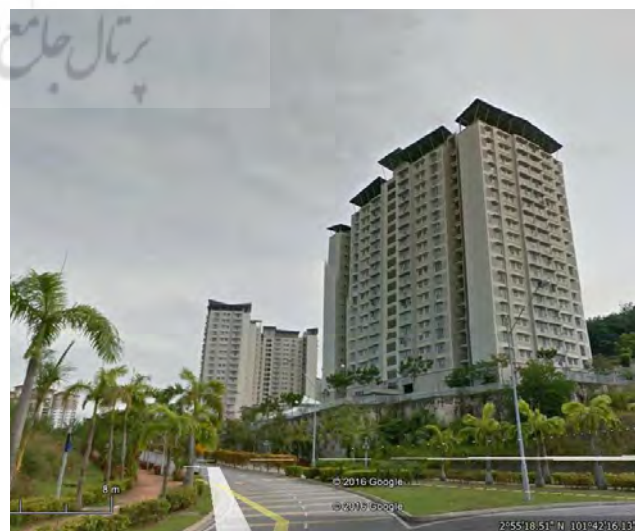
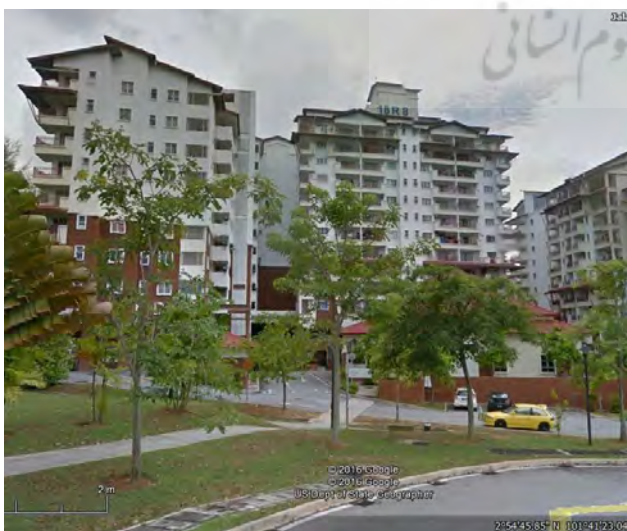
## طرح پژوهش

محدوده این طرح پژوهشی شامل دو بخش بررسی و تحلیل است. بررسی تحقیق به صورت میدانی در محل نمونه‌های موردی آپارتمانی انجام خواهد شد و با استفاده از ابزار تصویربرداری حرارتی به نام دوربین Fluke Ti20، که یک دوربین با آشکارسازنده سطح حرارتی است، دمای سطح حرارت نمای آپارتمان را جمع‌آوری می‌کند. بررسی میدانی تنها زمانی دمای سطحی نمای غربی آپارتمان را اندازه‌گیری می‌کند که نور آفتاب عصرگاهی به طور مستقیم بر نما می‌تابد. نمای هر دو آپارتمان نسبتاً عمود بر مسیر تابش خورشید عصرگاهی است؛ در نتیجه، این نماها قادر خواهند بود به خوبی برای تجزیه و تحلیل تطبیقی مورد بررسی قرار گیرند. اندازه‌گیری به صورت ساعتی از ساعت ۱۳:۰۰-۱۸:۰۰ اجرا می‌شود. Fluke Ti20 تعدادی عکس دیجیتالی از دمای سطحی را با استفاده از لنز مادون قرمز ضبط می‌کند که میزان گرمای جذب‌شده از سطح نماها را نشان می‌دهد. یک مرجع شبکه به عنوان یک شاخص وجود دارد تا عکس‌ها به راحتی توسط محققان تجزیه و تحلیل شوند (Bezbab-icheva, Bilchenko, & Kyslov, 2010).

برای دستیابی به نتایج تجزیه و تحلیل، عکس‌های حرارتی با استفاده از دوربین Fluke Ti20 از نمای نمونه‌های موردی، از فاصله ۵۰ متری از نماها از سطح ارتفاع چشم انسان گرفته شد. همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، این عکس‌های حرارتی به صورت ساعتی از ساعت ۱۳:۰۰-۱۸:۰۰ گرفته شد. به دلیل شرایط آب و هوایی عصرگاهی در اواخر ماه اوت در پوتراجایا که همیشه آسمان ابری و بارانی است، این عکس‌های حرارتی محدود به این ساعت‌ها می‌شود. محدودیت دیگر این مطالعه این است که نمونه‌های موردی X و Y حدود ۲.۵ کیلومتر از یکدیگر فاصله دارند. با وجود ۴ چراغ راهنمایی و فاصله

کند (Ariffini, 2003). همه پروژه‌ها توسط شرکت‌های مالزیایی ساخته شده‌اند. دمای میانگین (روز و شب) در پوتراجایا ۲۷.۱ درجه سانتی‌گراد است. بالاترین میانگین دمای روز با ۳۲.۴ درجه سانتی‌گراد در ماه مارس بوده، در حالی که پایین‌ترین دما با ۳۱ درجه سانتی‌گراد در ماه دسامبر با اختلاف ۱.۴ درجه سانتی‌گراد است (Climate Data for Cities Worldwide, 2016).

اولین نمونه موردی، آپارتمان ۱۷ بلوک A در خیابان P17 است، و نمونه موردی دوم آپارتمان 18R8 در خیابان P18 است (آپارتمان افسران دولتی). آپارتمان ۱۷ به عنوان نمونه موردی X، دارای ارتفاعی ۱۷ طبقه‌ای است، در حالی که آپارتمان 18R8 به عنوان نمونه موردی Y دارای ارتفاع ۱۲ طبقه‌ای است. معیار اصلی برای این انتخاب این است که هر دو آپارتمان در سال ۲۰۱۰ ساخته شده است. معیار دیگر این است که نمای غربی هر دو آپارتمان نسبتاً عمود بر مسیر خورشید است. آپارتمان ۱۷ (تصویر ۲) طرح ساختمان معمولی‌ای از سبک معماری بسیار مدرن دارد که ایده اولیه سبک نئومینیمال را بررسی می‌کند. این طراحی با بازیابی ارزش سادگی حداکثری، آثار معماری را بر پایه بنیادی و بدون اعمال موتیف‌های تزئینی محدود کرده و زیبایی‌گرایی بصری در کنار هر عنصری با کارایی‌ها و اهداف متعدد را ستایش می‌کند. این طراحی عبارت لودویگ میسون درروهه که می‌گوید «کمتر، بیشتر است» را با طراحی‌ای با ماهیت ساده پلان و فراز، نمای با نمای شبکه‌ای و رنگ سفید غالب را بیان می‌کند (Cohen, 2007). آپارتمان 18R8 (تصویر ۲) ماهیت طراحی مشابهی با نشانه‌هایی از رویکرد مینیمالیستی دارد. تنها تفاوت این است که این سبک طراحی با طراحی ساده سنتی و ساختارهای سقف بلند ادغام شده است.



تصویر ۲: نمونه‌های موردی X (راست، آپارتمان ۱۷ بلوک A در خیابان P17) و Y (چپ، آپارتمان 18R8 در خیابان P18). مأخذ: earth.google.com.

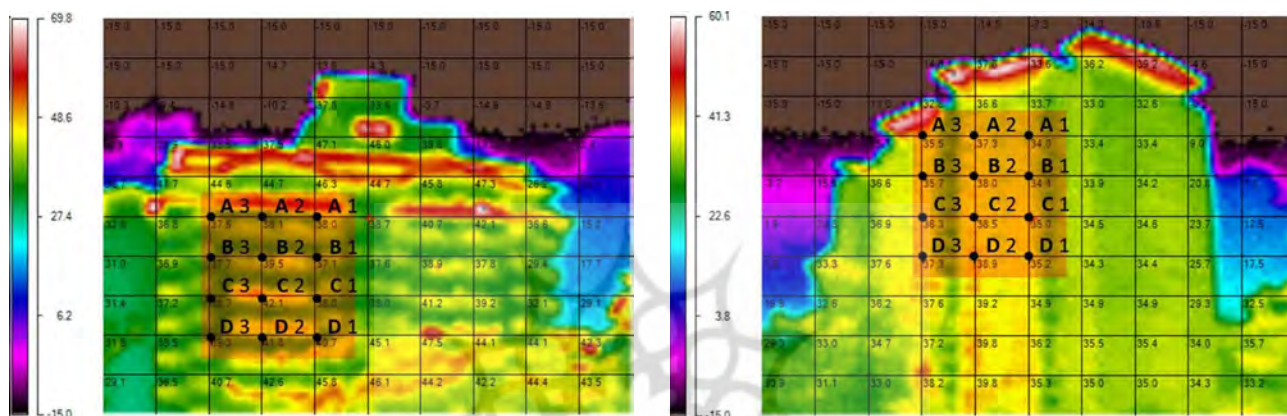


### نتایج تجزیه و تحلیل

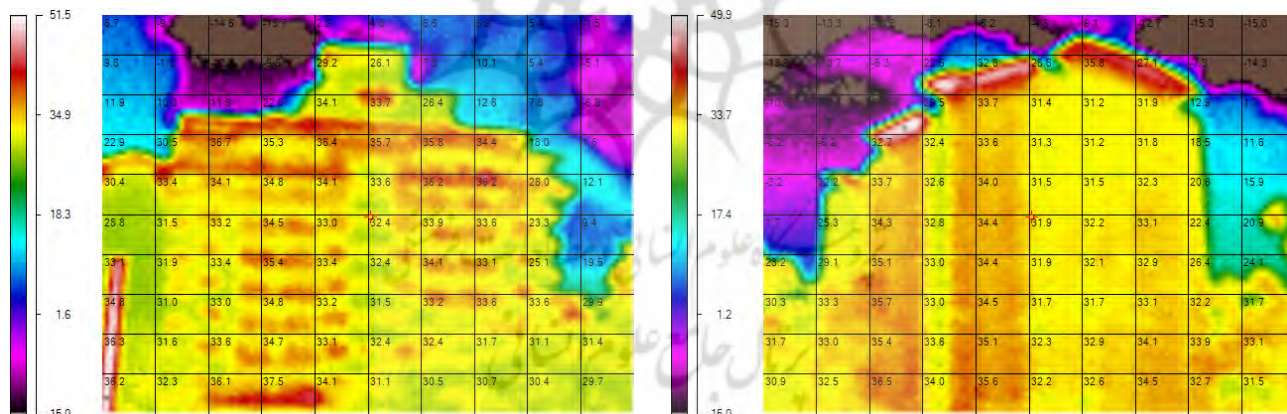
نتایج این تحلیل قادر به پاسخ به موضوعی اساسی در سطح آگاهی توسط معمارانی خواهد بود که در شرکت توسعه‌دهنده مالزی به طراحی نمای آپارتمان مشغول هستند. این بررسی، اطلاعات و داده‌های مهمی را در راستای توسعه یک مدل آگاهی در پایان این تحقیق ارائه می‌دهد. این مدل آگاهی به راهنمایی در مقابله با کاهش گرمایش جهانی از طریق کاهش مصرف برق در صنعت مسکن، به ویژه در تهویه مطبوع تبدیل می‌شود، به این ترتیب با توجه به این که دمای هوای فضای داخلی بالاتر از سطح راحتی است. نتایج حاصل از این بررسی در قالب عکس حرارت سطحی، در تصاویر ۴ تا ۹ به تصویر کشیده شده است.

بین دو آپارتمان، حدود ۱۰ دقیقه طول کشید تا محقق از نمونه موردی X به Y برسد تا بتواند عکس دیجیتالی را از دمای سطحی بگیرد.

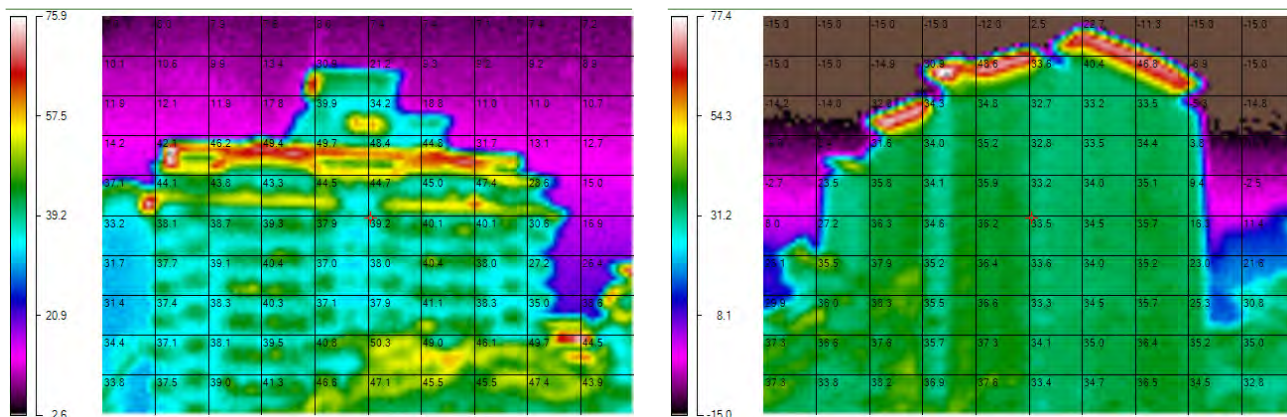
نقاطی انتخابی از دمای سطحی در نمای آپارتمان مشخص شده بود تا برای تحلیل تطبیقی استفاده شوند. این نقاط بر اساس مختصاتشان در نمای شبکه‌ای به دست آمده از تصاویر حرارتی دوربین (تصویر ۳)، به دست آمده‌اند. محدوده نقاط منتخب در شبکه کمی، زیر سقف آپارتمان واقع شده‌اند. این مقایسه‌ها بر مبنای مختصات مقیاس نقاط منتخب بین نمونه‌های موردی X و Y یعنی A1-3، B1-3، A1-3 و D1-3 و میانگین نقاط انتخاب شده، انجام می‌شود.



تصویر ۳: شبکه‌ها و نقاط انتخاب شده برای نمونه‌های موردی X (چپ) و Y (راست). مأخذ: نگارندگان.

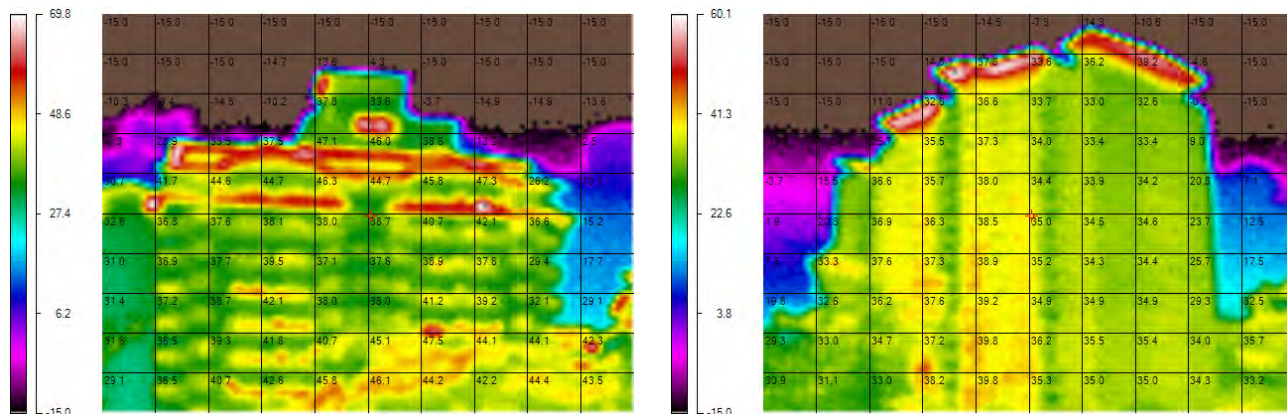


تصویر ۴: دمای سطحی نمای آپارتمان در ساعت ۱:۰۰ بعد از ظهر. مأخذ: نگارندگان.

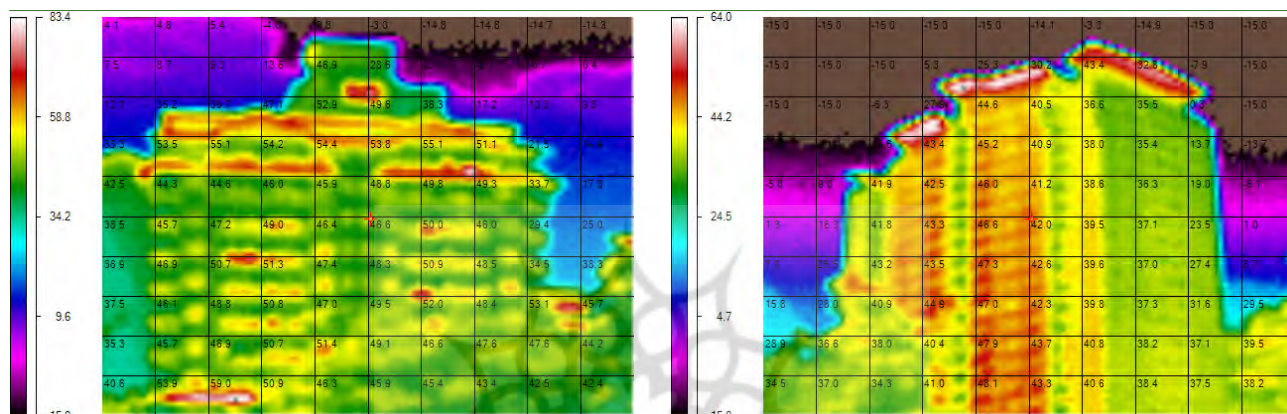


تصویر ۵: دمای سطحی نمای آپارتمان در ساعت ۲:۰۰ بعد از ظهر. مأخذ: نگارندگان.

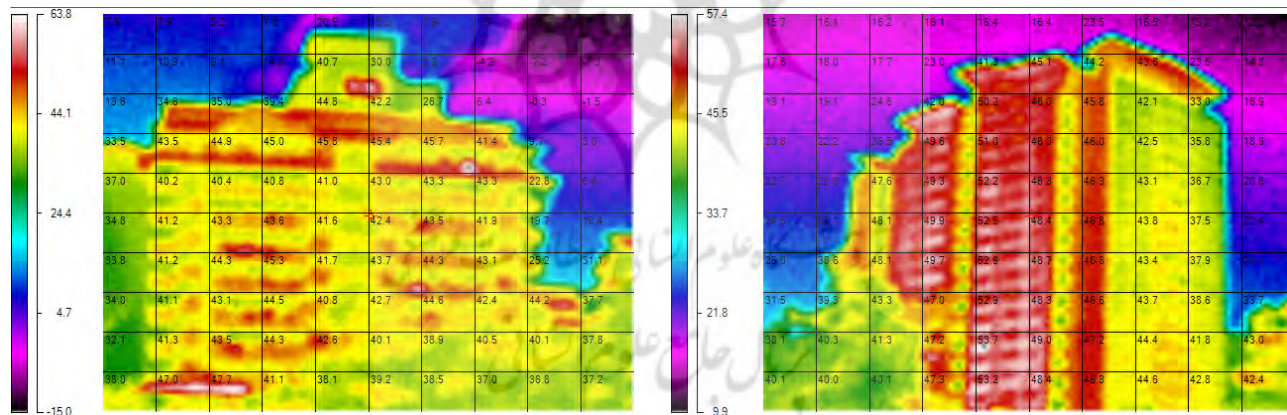




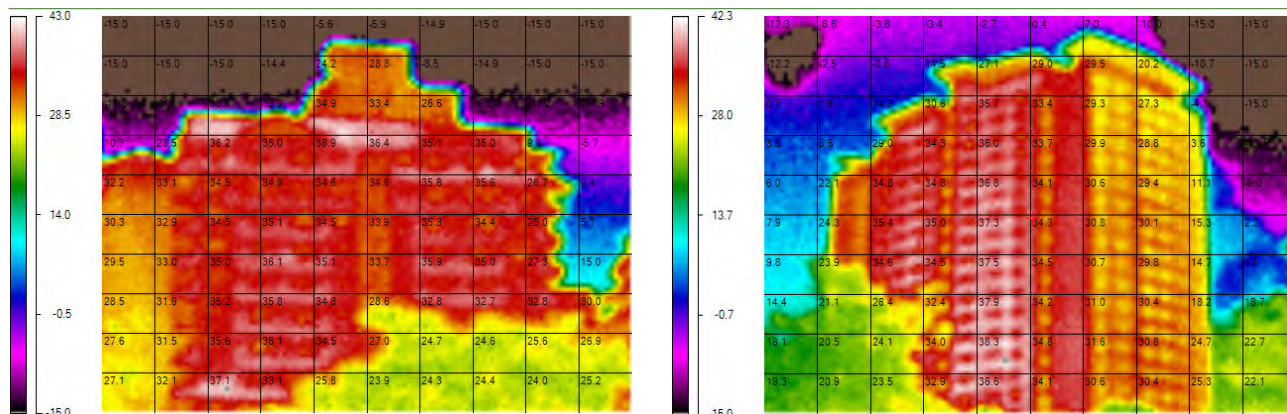
تصویر ۶: دمای سطحی نمای آپارتمان در ساعت ۳:۰۰ بعدازظهر. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۷: دمای سطحی نمای آپارتمان در ساعت ۴:۰۰ بعدازظهر. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۸: دمای سطحی نمای آپارتمان در ساعت ۵:۰۰ بعدازظهر. مأخذ: نگارندگان.



تصویر ۹: دمای سطحی نمای آپارتمان در ساعت ۶:۰۰ بعدازظهر. مأخذ: نگارندگان.

- نتایج تجزیه و تحلیل در جدول ۱ تا ۴ نیز ارائه شده است.
- جدول ۵ میانگین دمای سطحی نقاط A، B، C و D را برای هردو نمونه موردی نشان می‌دهد. تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که:
- در ساعت ۱:۰۰ بعدازظهر، میانگین دمای سطحی برای نمونه X در نقطه A به میزان ۳۲.۴۳ درجه سانتی‌گراد، سپس نقطه B با دمای ۳۲.۷ درجه، نقطه C با ۳۳.۰۳ درجه و نقطه D با ۳۳.۱۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به نمونه Y در نقطه A با ۳۴.۳۳ درجه سانتی‌گراد، در نقطه B با ۳۳.۵۷ درجه سانتی‌گراد، در نقطه C با ۳۴.۰۷ درجه سانتی‌گراد و در نقطه D با ۳۳.۰ درجه سانتی‌گراد است.
  - در ساعت ۲:۰۰ بعدازظهر، میانگین دمای سطحی در نمونه X افزایشی ۱.۳۲ درجه سانتی‌گرادی از ۳۲.۸۲ درجه سانتی‌گراد به ۳۴.۶۰ درجه سانتی‌گراد داشته، در حالی که این افزایش برای نمونه Y به مقدار ۴.۵ درجه سانتی‌گراد و از ۳۴.۰۷ درجه سانتی‌گراد به ۳۸.۵۷ درجه سانتی‌گراد بوده است.
  - در ساعت ۳:۰۰ بعد از ظهر، افزایشی ۱.۹۱ درجه سانتی‌گرادی در میانگین دمای سطحی برای نمونه X، از ۳۴.۶۰ درجه به ۳۶.۵۱ درجه سانتی‌گراد وجود داشته که در مقابل برای نمونه Y، این مقدار ۱.۰۳ و از ۳۸.۵۷ درجه سانتی‌گراد به ۳۹.۶۰ درجه سانتی‌گراد است.
  - در ساعت ۴:۰۰ بعدازظهر، میانگین دمای سطحی نمونه X با افزایشی ۶.۳۳ درجه سانتی‌گرادی، میانگین دمای سطحی را از ۳۳.۷۱ درجه سانتی‌گراد به ۵۰.۰۴ درجه سانتی‌گراد، در حالی که در نمونه Y دما از ۴۹.۸۰ درجه سانتی‌گراد به ۴۳.۷۷ درجه سانتی‌گراد به مقدار ۶.۰۳ درجه سانتی‌گراد سقوط کرد.
  - در ساعت ۵:۰۰ بعدازظهر، نمونه X با افزایشی ۶.۳۳ درجه سانتی‌گرادی، میانگین دمای سطحی را از ۳۳.۷۱ درجه سانتی‌گراد به ۵۰.۰۴ درجه سانتی‌گراد، در حالی که در نمونه Y دما از ۴۹.۸۰ درجه سانتی‌گراد به ۴۳.۷۷ درجه سانتی‌گراد به مقدار ۶.۰۳ درجه سانتی‌گراد سقوط کرد.
  - در ساعت ۶:۰۰ بعدازظهر، هردو نمونه‌های X و Y کاهش میانگین دمای سطحی داشتند. نمونه X از ۵۰.۰۴ درجه سانتی‌گراد تا ۳۵.۲۳ درجه سانتی‌گراد، افت دمایی با منفی ۱۴.۸۱ درجه سانتی‌گراد را در مقایسه با نمونه Y با افت دمایی از ۴۳.۷۷ درجه سانتی‌گراد تا ۳۵.۴۰ درجه سانتی‌گراد، با منفی ۸.۳۷ درجه سانتی‌گراد را داشت.
  - بالاترین دمای نمونه X برابر با ۵۰.۰۴ درجه سانتی‌گراد در ساعت ۵:۰۰ بعدازظهر بود، در حالی که در نمونه Y، ۴۹.۸۰ درجه سانتی‌گراد و در ساعت ۴:۰۰ بعدازظهر بود.

جدول ۱: نتایج (دمای نقطه A) برای نمونه موردی X (سمت چپ) و نمونه موردی Y (سمت راست). مأخذ: نگارندگان.

زمان	نمونه موردی (X) به سانتی‌گراد				نمونه موردی (Y) به سانتی‌گراد			
	A1	A2	A3	میانگین	A1	A2	A3	میانگین
۱:۰۰ بعدازظهر	۳۱.۳	۳۳.۶	۳۲.۴	۳۲.۴۳	۳۴.۱	۳۴.۸	۳۴.۱	۳۴.۳۳
۲:۰۰ بعدازظهر	۳۲.۸	۳۵.۲	۳۴.۰	۳۴.۰۰	۳۷.۹	۳۹.۳	۳۸.۷	۳۸.۶۳
۳:۰۰ بعدازظهر	۳۴	۳۹.۳	۳۵.۵	۳۶.۲۷	۳۸	۳۸.۱	۳۷.۶	۳۷.۹۰
۴:۰۰ بعدازظهر	۴۰.۹	۴۵.۲	۴۳.۴	۴۳.۱۷	۴۵.۹	۴۶	۴۴.۶	۴۵.۵۰
۵:۰۰ بعدازظهر	۴۸	۵۱	۴۹.۶	۴۹.۵۳	۴۱	۴۰.۸	۴۰.۴	۴۰.۷۳
۶:۰۰ بعدازظهر	۳۳.۷	۳۶	۳۴.۳	۳۴.۶۷	۳۴.۶	۳۴.۹	۳۴.۵	۳۴.۶۷
	میانگین نقاط A1، A2 و A3				میانگین نقاط A1، A2 و A3			
	۳۹.۵۳				۴۰.۶۹			

جدول ۲: نتایج (دمای نقطه B) برای نمونه موردی X (سمت چپ) و نمونه موردی Y (سمت راست). مأخذ: نگارندگان.

زمان	نمونه موردی X به سانتی گراد				نمونه موردی Y به سانتی گراد			
	B1	B2	B3	میانگین	B1	B2	B3	میانگین
۱:۰۰ بعدازظهر	۳۱.۵	۳۴	۳۲.۶	۳۲.۷۰۳	۳۳	۳۴.۵	۳۳.۲	۳۳.۵۷
۲:۰۰ بعدازظهر	۳۳.۲	۳۵.۹	۳۴.۱	۳۴.۴۰	۳۷	۴۰.۴	۳۹.۱	۳۸.۸۳
۳:۰۰ بعدازظهر	۳۴.۴	۳۸	۳۵.۷	۳۶.۰۳	۳۷.۱	۳۹.۵	۳۷.۷	۳۸.۱۰
۴:۰۰ بعدازظهر	۴۱.۲	۴۶	۴۲.۵	۴۲.۲۳	۴۶.۴	۴۹	۴۷.۲	۴۷.۵۳
۵:۰۰ بعدازظهر	۴۸.۳	۵۲.۲	۴۹.۳	۴۹.۹۳	۴۱.۶	۴۳.۶	۴۳.۳	۴۲.۸۳
۶:۰۰ بعدازظهر	۳۴.۱	۳۶.۸	۳۴.۸	۳۵.۲۳	۳۴.۵	۳۵.۱	۳۴.۵	۳۴.۷۰
	میانگین نقاط B2، B1 و B3				میانگین نقاط B3 و B2، B1			
	۳۹.۷۷				۴۱.۸۳			

جدول ۳: نتایج (دمای نقطه C) برای نمونه موردی X (سمت چپ) و نمونه موردی Y (سمت راست). مأخذ: نگارندگان.

زمان	نمونه موردی X به سانتیگراد				نمونه موردی Y به سانتیگراد			
	C1	C2	C3	میانگین	C1	C2	C3	میانگین
۱:۰۰ بعدازظهر	۳۱.۹	۳۴.۴	۳۲.۸	۳۳.۰۳	۳۳.۴	۳۵.۴	۳۳.۴	۳۴.۰۷
۲:۰۰ بعدازظهر	۳۳.۵	۳۶.۲	۳۴.۶	۳۴.۷۷	۳۷.۱	۴۰.۳	۳۸.۳	۳۸.۵۷
۳:۰۰ بعدازظهر	۳۵	۳۸.۵	۳۶.۳	۳۶.۶۰	۳۸	۴۲.۱	۳۸.۷	۳۹.۶۰
۴:۰۰ بعدازظهر	۴۲	۴۶.۶	۴۳.۳	۴۳.۹۷	۴۷.۴	۵۱.۳	۵۰.۷	۴۹.۸۰
۵:۰۰ بعدازظهر	۴۸.۴	۵۲.۵	۴۹.۹	۵۰.۲۷	۴۱.۷	۴۵.۳	۴۴.۳	۴۳.۷۷
۶:۰۰ بعدازظهر	۳۴.۳	۳۷.۳	۳۵	۳۵.۵۳	۳۵.۱	۳۶.۱	۳۵	۳۵.۴۰
	میانگین نقاط C2، C1 و C3				میانگین نقاط C3 و C2، C1			
	۴۱.۴۰				۴۱.۴۳			

تصویر ۴: نتایج (دمای نقطه D) برای نمونه موردی X (سمت چپ) و نمونه موردی Y (سمت راست). مأخذ: نگارندگان.

زمان	نمونه موردی X به سانتیگراد				نمونه موردی Y به سانتیگراد			
	D1	D2	D3	میانگین	D1	D2	D3	میانگین
۱:۰۰ بعدازظهر	۳۱.۹	۳۴.۴	۳۳	۳۳.۱۰	۳۳.۲	۳۴.۸	۳۳	۳۳.۶۷
۲:۰۰ بعدازظهر	۳۳.۶	۳۶.۴	۳۵.۷	۳۵.۲۳	۴۰.۸	۳۹.۵	۳۸.۱	۳۹.۴۷
۳:۰۰ بعدازظهر	۳۵.۲	۳۸.۹	۳۷.۳	۳۷.۱۳	۴۰.۷	۴۱.۸	۳۹.۳	۴۰.۶۰
۴:۰۰ بعدازظهر	۴۲.۶	۴۷.۳	۴۳.۵	۴۴.۴۷	۴۷	۵۰.۸	۴۸.۸	۴۸.۸۷
۵:۰۰ بعدازظهر	۴۸.۷	۵۲.۹	۴۹.۷	۵۰.۴۳	۴۰.۸	۴۴.۵	۴۳.۱	۴۲.۸۰
۶:۰۰ بعدازظهر	۳۴.۵	۳۷.۵	۳۴.۵	۳۵.۵۰	۳۴.۸	۳۵.۸	۳۵.۲	۳۵.۲۷
	میانگین نقاط D1، D2 و D3				میانگین نقاط D3 و D1، D2			
	۴۰.۵۵				۴۱.۴۰			



جدول ۵: میانگین نتایج نقاط منتخب (نقاط A, B, C و D) در هر دو نمونه موردی. مأخذ: نگارندگان.

زمان	نمونه موردی X به سانتیگراد				میانگین	نمونه موردی Y به سانتیگراد				میانگین
	A	B	C	D		A	B	C	D	
۱:۰۰ بعدازظهر	۳۲.۴۳	۳۲.۷۰	۳۳.۰۳	۳۳.۱۰	۳۲.۸۲	۳۴.۳۳	۳۳.۵۷	۳۴.۰۷	۳۳	۳۴.۰۷
۲:۰۰ بعدازظهر	۳۴.۰۰	۳۴.۴۰	۳۴.۷۷	۳۵.۲۳	۳۴.۶۰	۳۸.۶۳	۳۸.۸۳	۳۸.۵۷	۳۸.۱	۳۸.۵۷
۳:۰۰ بعدازظهر	۳۶.۲۷	۳۶.۰۳	۳۶.۶۰	۳۷.۱۳	۳۶.۵۱	۳۷.۹۰	۳۸.۱۰	۳۹.۶۰	۳۹.۳	۳۹.۶۰
۴:۰۰ بعدازظهر	۴۳.۱۷	۴۳.۲۳	۴۳.۹۷	۴۴.۴۷	۴۳.۷۱	۴۵.۵۰	۴۷.۵۳	۴۹.۸۰	۴۸.۸	۴۹.۸۰
۵:۰۰ بعدازظهر	۴۹.۵۳	۴۹.۹۳	۵۰.۲۷	۵۰.۴۳	۵۰.۰۴	۴۰.۷۳	۴۲.۸۳	۴۳.۷۷	۴۳.۱	۴۳.۷۷
۶:۰۰ بعدازظهر	۳۴.۶۷	۳۵.۲۳	۳۵.۵۳	۳۵.۵۰	۳۵.۲۳	۳۴.۶۷	۳۴.۷۰	۳۵.۴۰	۳۵.۲	۳۵.۴۰



تصویر ۱۰: میانگین دمای سطحی نمونه‌های موردی X (راست) و Y (چپ). مأخذ: نگارندگان.

### بررسی

تجزیه و تحلیل در جدول ۵ و تصویر ۱۰، یافته‌های زیر را ارائه می‌دهد:

- در هر دو نمونه موردی، میانگین دمای سطحی با افزایشی ثابت شروع شده و از ۳۲.۸۲ درجه سانتی‌گراد به مقدار ۱.۷۸ تا ۱۰.۲ درجه سانتی‌گراد افزایش داشته‌اند. این یک الگوی دمایی طبیعی در منطقه‌ای گرمسیری است.

- به طور کلی، نتایج نشان می‌دهد که تمام نقاط منتخب در نمونه Y دارای میانگین دمای سطحی بالاتری نسبت به نمونه X به جز در ساعت ۵:۰۰ بعدازظهر هستند.

- بالاترین دمای سطحی نمونه X، ۵۰.۰۴ درجه سانتی‌گراد در ساعت ۵:۰۰ بعدازظهر بود، در حالی که نمونه Y در ساعت ۴:۰۰

بعدازظهر ۴۹.۸۰ درجه سانتی‌گراد بود.

- پس از ساعت ۵:۰۰ بعدازظهر، میانگین دمای سطحی نمونه X در مقایسه با نمونه Y در ساعت ۴:۰۰ بعد از ظهر، افت داشت که دلیل آن غروب خورشید در حوالی ساعت ۷ بعدازظهر بود.

- از ساعت ۴:۰۰ تا ۵:۰۰ بعدازظهر، به علت دمای سطحی بالا، بیشترین میزان مشکلات جذب گرما را دارا است.

- تمام میانگین‌های دمای سطحی ثبت‌شده در هر دو نمونه موردی بالاتر از میانگین بالاترین دمای ثبت‌شده در پوتراجایا با دمای ۳۲.۴ درجه است. این به این معنی است که نمونه‌های موردی در طراحی نمای غربی خود موفق نبودند و دمای فضای هوای خارج در عصرگاه پایین‌تر از دمای سطحی آنها بوده است. نمای ساختمان‌ها مشکل عامل جذب گرما را دارند که باعث می‌شود تا تابش خورشید به فضای داخلی آپارتمان راه پیدا کند.



## نتیجه‌گیری

وفق یابد و همین‌طور این داده‌ها می‌توانند در هدایت معماران و کسانی که در طراحی پوشش ساختمان فعالیت دارند برای مقابله با تابش خورشید بر نمای ساختمان مفید واقع شوند. داده‌ها بیان‌گر این نکته هستند که باید در جهت آگاهی‌بخشی بیشتر به معماران نسبت به نیاز به سایه‌بان منفعل در طراحی نما در جهت مقابله با تابش خورشید تلاش کنیم و همین‌طور بر نیاز به درک اهمیت پوشش ساختمان برای مقابله با مشکلات افزایش حرارت فضای داخلی و استفاده از این دانش در عمل، تأکید دارد.

این مطالعه نتیجه می‌گیرد که سطح آگاهی پایداری معماران در طراحی آپارتمان‌ها (نمونه‌ها) برای وفق با شرایط محیطی کامل نبوده است. طراحی موجود، در تأمین استانداردها ناتوان است و با حداقل دمای سطحی  $32.4^{\circ}$  که بالاترین میانگین در فضای باز در شهر پوتراجایا است، موفق به کاهش مصرف انرژی در تهویه مطبوع در داخل ساختمان نیست. یافته‌های این پژوهش، با فراهم‌آوری داده‌های تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که طراحی نمای ساختمان کاملاً نتوانسته با منطقه گرمسیری به خوبی

## سپاسگزاری

نویسندگان مایل‌اند از کمک‌های مالی تحت نظر طرح کمک هزینه تحقیقات بنیادی دانشگاه سینز مالزی قدردانی کنند.



- Al-Obaidi, K. M., Ismail, M., & Rahman, A. M. (2014). A review of the potential of attic ventilation by passive and active turbine ventilators in tropical Malaysia. *Sustainable Cities and Society*, (10): 232-240.
- Arab, Y. (2015). Facade Design Efficiency on Extent Sunlight Penetration in Neo-Minimalist Style Apartments in Penang, Malaysia. *Journal of Architectural Engineering Technology*.
- Arab, Y. & Hassan, A. S. (2015). *The Extent Sunlight Penetration Performance in Neo-Minimalist Style Apartments in Penang, Malaysia*. Bali, Indonesia: International Institute of Chemical, Biological, Civil and Environmental Engineering.
- Arab, Y. & Hassan, A. S. (2015). The Sunlight Shading Performance in Traditional Style Apartment: Case Study of Putrajaya, Malaysia. *American Transactions on Engineering & Applied Sciences*, 4 (2): 119-128.
- Ariffini, S. B. (2003). Putrajaya, Malaysia. *Australian Planner*, 40 (3): 40-42.
- Bezbabicheva, O. I., Bilchenko, A. V., & Kyslov, A. H. (2010). Forecasting of Temperature Tension in Facade Beams of Bridge Constructions. Science and Transport Progress. *Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport*, (33): 28-31.
- Cena, K., & Clark, J. (1978). Thermal resistance units. *Journal of Thermal Biology*, 3(3): 173-174.
- Cheung, C., Fuller, R., & Luther, M. (2005). Energy-efficient envelope design for high-rise apartments. *Energy-efficient envelope design for high-rise apartments*, 37 (1): 37-48.
- Climate Data For Cities Worldwide. (2016). *Climate: Putrajaya*. (Retrieved on 12 Feb. 2016, at <http://en.climate-data.org/location/971597>).
- Cohen, J. L. (2007). *Mies Van der Rohe*. Madrid: AKAL.
- Datcu, S., Ibosa, L., Candau, Y. & Matteib, S. (2005). Improvement of building wall surface temperature measurements by infrared thermography. *Infrared Physics & Technology*, 46 (6): 451-467.
- Department of Statistics Malaysia. (2015). *General Report of the Housing Census*. Putrajaya: Department of Statistics Malaysia.
- Hassan, A. S., & Arab, Y. (2014). The Extent of Sunlight Penetration Performance on Traditional Style's Apartment Facade in Putrajaya, Malaysia. *Modern Applied Science*, 8(5): 132.
- Hassan, A. S., Arab, Y. & Ismail, M. (2015). Architectural Style of Apartment in Putrajaya, Malaysia. *International Transaction Journal of Engineering, Management & Applied Sciences & Technologies*, 6 (3):117-123.
- Hassan, A. S. & Bakhlah, M. S. O. (2013). Shading Analysis on Front Facade of Modern Terraced House Type in Petaling Jaya, Malaysia. *Procedia Social and Behavioural Sciences*, (91): 13-27.
- Hoffman, A. V. (1996). High Ambitions: The past and future of American low-income housing policy. *Housing Policy Debate*, 7(3): 423-446.
- Lim, J. Y. (1987). *The Malay house: rediscovering Malaysia's indigenous shelter system*. Penang: Institut Masyarakat.
- Moser, S. (2009). Putrajaya: Malaysia's new federal administrative capital. *Cities*, 27(4): 285-297.
- Omer, A. M. (2008). Energy, environment and sustainable development. *Renewable and sustainable energy reviews*, 12(9): 2265-2300.
- Omer, A. M. (2014). Renewable building energy systems and passive human comfort solutions. *Renewable and sustainable energy reviews*, 12(6): 1562-1587.
- Prado, R. T. & Ferreira, F. L. (2005). Measurement of albedo and analysis of its influence the surface temperature of building roof materials. *Energy and Buildings*, 37(4): 295-300.
- Scott, J. C. (1998). *Seeing like a state: How certain schemes to improve the human condition have failed*. New Haven: Yale University Press.
- United Nations. (2011). *World Urbanisation Prospects The 2010 Revision*. New York: Department of Economic and Social Affairs, Population Division.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the authors with publication rights granted to Manzar journal. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



نحوه ارجاع به این مقاله

سانوسی حسن، احمد و عرب، یاسر. (۱۳۹۷). مدل کارکرد سطح حرارتی آپارتمان‌های مدرن در مالزی. *مجله منظر*، ۱۰ (۴۵): ۲۵-۱۶.

DOI: 10.22034/manzar.2018.80492

URL:[http://www.manzar-sj.com/article\\_80492.html](http://www.manzar-sj.com/article_80492.html)

