تحلیل رابطه جهت و زاویه تابش خورشید و جهت‌گیری دیوار در انتقال انرژی گرمایی به داخل ساختمان در شهرهای گرمسیری (مطالعه موردی شهر لار)

حسن لشکری[1]

دانشیار جغرافیای طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

زینب محمدی

دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۰۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۰۱

چکیده

بشر از گذشته‌های بسیار دور جهت ایمن ماندن از آسیب‌های ناشی از بلایای جوی همچون توفان‌ها، سرما و گرمای شدید، تابش آفتاب، باران، برف، سیل و حملات جانوران و آسایش روانی و حفظ اموال خود دست به ساخت سرپناه و مسکن نموده است. به تجربه در واکنش به شرایط جوی و همسازی بیشتر با شرایط اقلیمی و استفاده از پتانسیل‌های جوی و پرهیز از اثرات سوء آن جهت ساختمان، بازشوها و مصالح جهت خیابان وکوچه‌ها را به گونه‌ای انتخاب نموده است که از شرایط اقلیمی بیشترین بهره را ببرد. در این تحقیق بصورت تجربی سعی شد نقش دیوار را در میزان انتقال گرمای حاصل از تابش آفتاب (انرژی تابشی مستقیم و غیر مستقیم) را بداخل ساختمان درشهرهای گرمسیری جنوبی نشان دهد. پدیده‌ای که هزینه لازم برای مطلوب سازی هوای داخل اطاق را برای ساکنان ساختمان تعیین می‌کند. نمونه انتخابی بیانگر نقش مصالح و جهت گیری ساختمان در یک اقلیم گرم می‌باشد. در این تحقیق تجربی سه دماسنج الکلی بر روی سه دیوار در جهات غربی – شرقی و جنوبی ازیک ساختمان خوابگاه دانشگاه انتخاب و تغییرات دما بر روی دیوار در فواصل زمانی سه ساعته در طول ۲ ماه اندازه‌گیری شد و نقش دیوار و جهت تابش آفتاب در طول شبانه روز درانتقال گرما به داخل ساختمان تحلیل شده است. با توجه به کاهش زاویه تابش از اوایل مهر تا پایان آذر ماه کمترین دما در دیوار داخلی در ۸ تا ۱۰ دیماه ثبت شده است. با وجود اینکه بیشترین مقدار تابش بر روی دیوار شرقی در ساعت ۹ صبح و دیوار غربی در ساعت ۱۵ بوده است، ولی دمای ثبت شده در داخل اطاق (بدنه داخلی دیوار)برای دیوار شرقی در ساعت ۱۵ و برای دیوار غربی در ساعت ۲۱ اتفاق افتاده است. یعنی گرما ۶ ساعت بعد بداخل اطاق منتشر شده است. در صورتیکه بر روی دیوار جنوبی اوج تابش در ساعت ۱۲ بوده ولی اوج دما در داخل اطاق ساعت ۱۵ تا ۱۸ اتفاق افتاده است.

واژگان کلیدی:اقلیم، جهت گیری ساختمان، دیوار، مصالح

۱- حسن لشکری(نویسنده مسئول) H-H-lashkari@sbu.ac.ir & dr_lashkari61@yahoo.com

مقدمه

بشر از همان ابتدا سعی در ایجاد محیط سکونتی مطلوب و منطبق با شرایط حرارتی و اقلیمی محل زندگی خود داشته است. از این نظر اوضاع اقلیمی از عوامل مهم و موثر در آسایش زیستی در محیط‌های انسانی است.

در این زمینه فعالیت‌های علمی زیادی صورت گرفته است که می‌توان به طور خلاصه به تعدادی از این موارد اشاره کرد. از جمله جونز (۱۹۹۸) در کتاب خود به نقش عوامل محیطی در طراحی ساختمان پرداخته است هوپر (۱۹۷۵)، اصولی را برای طراحی مساکن کم هزینه در اقلیم‌های متفاوت کنیا ارائه نموده است. عبادیان (۱۳۷۲) در کتاب خود طراحی اقلیمی، اصول نظری و اجرای کاربرد انرژی در ساختمان، به وسایل و امکانات بشر امروزی برای تغییر و بهبود زندگی با بینش جهانبینانه اشاره می‌کند و به این نکته که امکانات تازه‌ای که ما بالقوه در اختیار داریم کلیدی است بر زندگی متعالی برای شمار بسیاری از آدمیان آینده. فریدی (۱۳۸۸) نیز در کتاب خود به نام فضا زمان و معماری کوشش انسان‌ها و مقابله با شرایط محیطی و ایجاد فضاهای مناسب برای تطابق با محیط اشاره می‌کند. ترجونگ (۱۹۸۸) به شکل هندسی ساختمان‌ها و معماری مجتمع مسکونی، ارتفاع سازه‌ها و به طور کلی مورفولوژی سکونتگاه‌های شهری در کانالیز کردن جریان بادو نقش آن در آسایش انسان‌ها اشاره می‌کند. لندسبرگ (۱۹۹۷) به مدل تونل‌های باد (بادهای کانالیزه شده) در طراحی سکونتگاه‌های شهری اشاره کرده است. اولین نقشه بیوکلیماتیک ایران را در سال ۱۳۳۹ تهیه نمود. هنر بخش (۱۳۴۸) در اصول انتقال حرارت به نقش کلیدی انرژی خورشیدی در گرمایش ساختمان‌ها اشاره کرده است. و کارهای مختلفی که در زمینه اقلیم و معماری و پهنه بندی اقلیمی کشور در رابطه با معماری و فعالیت‌های انسانی صورت گرفته می‌توان از کارهای کسمایی، رازجویان، علیجانی، کاویانی، ریاضی، صمیمی اشاره کرد. علیجانی (۱۳۷۳) در مقاله‌ای نقش آب وهوا را در مسکن مورد ارزیابی قرار داده است. کسمایی (۱۳۷۲) اقدام به پهنه بندی اقلیمی کشور به منظور استفاده در طراحی ساختمان و مسکن نموده استاو در کتاب اقلیم و معماری خود اقلیم را تا آنجا که با آسایش انسان رابطه برقرار می‌کند نتیجه عواملی چون تابش آفتاب، دما، رطوبت هوا و وزش باد و بارندگی می‌داند او در دو کتاب دیگر خود تحت عنوان اقلیم و معماری خوزستان و راهنمای طراحی اقلیم گرم و خشک سمنان اصول و روش‌های گوناگون طراحی اقلیمی برای این دو استان را مورد بحث قرار داده است. وی همچنین در کتاب دیگر خود تحت عنوان اقلیم و معماری، تاثیر عوامل و عناصر مختلف اقلیمی در شرایط حرارتی ساختمان را مورد بررسی قرار داده و اصولی را برای طراحی اقلیمی معرفی نموده است (کسمایی۱۳۸۳) رازجویان در یکی از کتاب‌های خود معماری همساز با اقلیم (۱۳۶۷) و در کتاب دیگر خود نقش باد در طراحی ساختمان را بررسی کرده است. ریاضی (۱۳۷۹) در کتاب اقلیم و آسایش در ساختمان نیز به نقش عوامل اقلیمی و تاثیر آن در آسایش انسان‌ها اشاره کرده است صمیمی (۱۳۶۴)در مقاله خود انرژی خورشید برای ایران به تاثیر عرض جغرافیایی و دریافت انرژی و همچنین نقش آن در آسایش اقلیمی اشاره کرده است. توسلی (۱۳۷۶)، تاثیر اقلیم بر معماری مناطق گرم و خشک ایران را در کتاب خویش مورد بررسی قرار داده است و همچنین در کتاب دیگر خود ساخت شهر و معماری در اقلیم گرم و خشک ایران نیز با تاکید بر عوامل اقلیمی بر

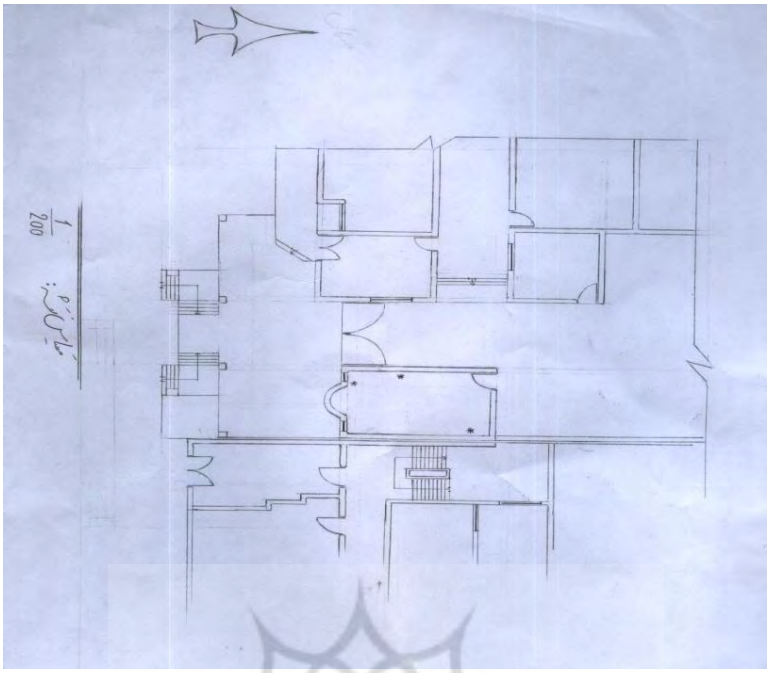
ساخت و سازهای شهری اشاره می‌کند (توسلی، ۱۳۶۰). لشکری (۱۳۸۴)در مقاله خود جهت گیری مناسب فضاهای آزاد (معابر و حیاط) با توجه به عوامل آب و هوایی را در شهر اردبیل مورد بحث قرار داده استاو در مقاله دیگر خود (۱۳۸۳) تحت عنوان تحلیل شرایط بیوکلیمایی انسانی استان آذربایجان غربی به روش بیکرا. مهمترین عامل تاثیر گذار در شرایط بیوکلیمایی انسانی منطقه را عامل باد معرفی می‌کند که نقش عوامل دیگر از جمله توپوگرافی و عرض جغرافیایی را تحت تاثیر قرار داد که در طراحی مساکن توجه به جهت بادهای سرد زمستانه را ضروری می‌داند. او همچنین در مقاله دیگرخود بهینه سازی جهت گیری فضاهای آزاد در شهر سقز بر اساس شرایط اقلیمی به لزوم بررسی اقلیمی در رابطه با طراحی فضاهای آزاد برای کاستن از مشکلات زیست اقلیمی و رسیدن به یک آسایش اقلیمی را ضروری می‌داند (لشکری۱۳۸۸). سلیقه (۱۳۸۳)در مقاله‌ای تحت عنوان مدل سازی مسکن همساز با اقلیم در چابهار، به مسائلی چون چگونگی طراحی سایبان‌ها، طراحی بام‌ها بازشوها، طراحی محوطه و شکل پلان ساختمان پرداخته است. پوردیهیمی (۱۳۷۰) در مقاله‌ای به تاثیر سایه سازها بر کسب انرژی گرمایی اشاره می‌کند. طاهباز(۱۳۶۱) نیز درپژوهشی به نقش خورشید و جهت گیری ساختمان اشاره می‌کند. شکیبامنش و قربانیان (۱۳۸۵) در کتاب تنظیم شرایط محیطی به نقش شرایط و عوامل محیطی در ایجاد محیط‌هایی که انسان در آن احساس آرامش داشته باشد اشاره دارند. طاووسی وهمکاران (۱۳۸۷)در مقاله اقلیم و معماری مدارس نوساز اصفهان پارامترهایی چون تهویه و نور طبیعی فضاهای داخلی و عمق سایبان را مد نظر قرار داده‌اند. بختیاری (۱۳۸۹) انجام مطالعات در زمینه معماری همساز با اقلیم در کشوری مانند ایران را به دلیل وجود تنوع اقلیمی، الزامی می‌داند.

محدوده مورد مطالعه

شهرستان لارستان بین ۲۷ درجه و ۶۰ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۲۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویج واقع است. این شهرستان در جنوب استان فارس واقع گردیده که از شمال به شهرستان جهرم، شمال شرقی به شهرستان داراب و زرین دشت، شمال غربی به شهرستان فیروزآباد، قیروکارزین و خنج و از جنوب به استان هرمزگان و شهرستان لامرد و مهر، از غرب به شهرستان لامرد و مهر و از شرق به بخش فین شهرستان بندرعباس منتهی می‌شود. لارستان با وسعتی معادل ۱۸ هزار کیلومتر مربع وسیع‌ترین شهرستان استان فارس بوده و ۱۷ درصد از مساحت کل استان را در بر می‌گیرد. این شهر دارای اقلیم گرم و خشک بوده، معدل حداکثر دما در گرمترین ماه سال (۴۳. ۲) به درجه سانتی‌گراد و در خنک‌ترین ماه سال (۱۸. ۹) به درجه سانتی‌گراد می‌رسد. معدل دمای حداقل در گرمترین ماه سال ۲۳. ۶ درجه سانتی‌گراد و خنک‌ترین ماه سال ۱۵. ۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. معدل بارش سالانه این شهر یک دوره آماری۲۰۰۱–۲۰۱۰ ساله ۲۰۴. ۹ میلی متر می‌باشد.

روش پژوهش

در این تحقیق جهت اندازه‌گیری نقش مصالح و جهت دیوار در مقدار انرژی انتقالی از طریق دیوارها بداخل ساختمان در طول روز سه جهت دیوار از خوابگاه مرکزی دانشگاه آزاد اسلامی لار انتخاب گردیده است. شکل شماره ۱موقعیت ساختمان و محل نصب دماسنج‌ها را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۱ نمای کلی ساختمان خوابگاه

منبع:نگارندگان

دیوارهای انتخابی از سه جهت غربی، شرقی و جنوبی سه اطاق بوده است. ابتدا سه دماسنج الکلی تهیه شده و دماسنج‌ها به گونه‌ای بر روی دیوار کار گذاشته شدند که مخزن الکلی بر روی دیوار قرار گرفته و با سطح دیوار تماس داشته‌اند. ولی سطوح دیگر به گونه‌ای پوشیده شد که گرمای داخل اطاق بر روی مخزن الکلی به حداقل برسد. این دماسنج‌ها در ارتفاع ۱/۹۵ متری از کف اطاق‌ها و طبقه سوم ساختمان قرار داشتند. دمای داخلی دیوارهای سه گانه به فواصل سه ساعت (۲۴، ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۲۱) از تاریخ ۸۹/۹/۱ لغایت ۸۹/۱۰/۳۰ به مدت ۲ ماه اندازه‌گیری شد. با توجه به اینکه از تاریخ ۸۹/۱۰/۲۰ وسایل گرمایشی اطاق‌ها روشن شد، اندازه‌گیری را دچار خطا نمود و آمار این روزها از محاسبات حذف گردیده است. با توجه به اینکه بررسی تغییرات دما در تمام ساعات و تمام روزها بسیار طولانی و وقت گیر بوده آمارهای اندازه‌گیری در هریک از ساعات فوق در هر دوره زمانی ۵ روز معدل گیری شده و تغییرات دما در ابتدا در هریک از ساعات فوق در طول دوره اندازه‌گیری و سپس تغییرات دما در هر یک از ساعات فوق در هر دوره ۵ روزبررسی شده‌اند.

جهت اندازه‌گیری مقدار انرژی تأیید شده بر روی دیوارها بوسیله آفتاب که منشاء اصلی این گرما بوده است با استفاده از قانون کسینوس مقدار انرژی تأیید شده بر روی دیوار قائم برای دو ماه آذر و دیماه برای جهات مختلف با فواصل ۱۵ درجه و برای تمام ساعات روز محاسبه گردید. تا مشخص گردد بر روی هریک از دیوارها چه میزان انرژی تابشی وارد شده است. در این قانون:

$$I_s = I_n \mathrm{Cos}\emptyset$$

I_s: شدت تابش بر روی سطح

I_n: شدت تابش خورشید بر روی سطح عمود بر پرتوی خورشیدی

$\emptyset$: زاویه میان شعاع خورشید و خط عمود بر سطح که از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$Cos\emptyset = Cos\beta Cos(\emptyset - \omega)$$

β: زاویه تابش (ارتفاع خورشید)

$\emptyset$: زاویه جهت تابش

ω: زاویه جهت دیوار

به مجموعه $(\emptyset - \omega)$ γنیز گفته می‌شود که مقدار آن برای جهات مختلف به صورت زیر برآورد می‌شود.

برای سطوح شرقی تا جنوبی	صبح	$\gamma = \emptyset - \omega$
برای سطوح شرقی تا جنوبی	بعد از ظهر	$\gamma = \emptyset + \omega$
برای سطوح غربی تا جنوبی	صبح	$\gamma = \emptyset + \omega$
برای سطوح غربی تا جنوبی	بعد از ظهر	$\gamma = \emptyset - \omega$

مقدار I_n نیز به طریق زیر محاسبه می‌شود:

$$I_n = A/exp\ (B/sin\beta) Btuh/ft^2$$

A ثابت خورشیدی و B ضریب خاموشی می‌باشد و هر دو تابع روز سال می‌باشند.

یافته‌های تحقیق

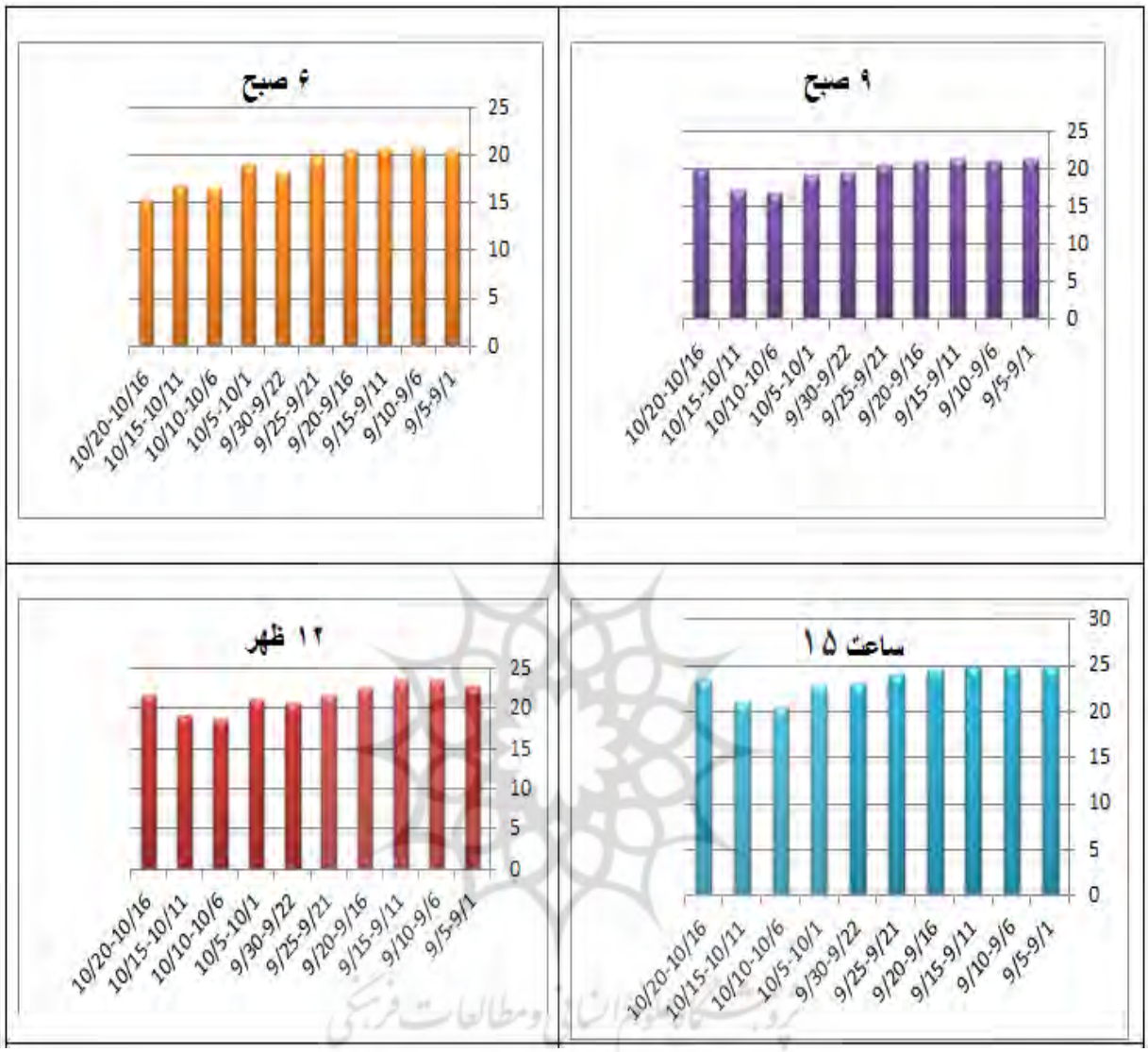
آمارهای ثبت شده در هریک از دیوارهای سه گانه از دو منظر مورد تحلیل قرار گرفته‌اند ابتدا تغییرات دما در هر دوره زمانی ۵ روزه در فواصل زمانی سه ساعته مورد بررسی قرار گرفته و سپس تغییرات دما در طول شبانه روز و در هر دوره ۵ روزه تحلیل شده است.

تغییرات دمایی در دوره زمانی ۵ روزه

۱- دیوار شرقی

شکل شماره۲ تغییرات دما را بر روی دیوار شرقی در ساعت ۶ صبح نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود، دمای هوا بر روی دیوار شرقی تا ۲۰ آذر ماه دارای تغییرات قابل ملاحظه‌ای نبوده و در محدوده دمای ۲۰ درجه در نوسان بوده است. از این تاریخ تا پایان دوره اندازه‌گیری دما شرایط نزولی داشته و در روز نهم دیماه به پایین حد خود ۱۵/۸ درجه سانتی‌گراد رسیده است. از این تاریخ دما دوباره شروع به افزایش نموده است. معدل دمای دیوار در این ساعت در دوره ثبت دما (۵۰ روزه) بر روی دیوار شرقی ۱۹/۱۷۴ درجه سانتی‌گراد بوده است.

روند تغییرات دما را در ساعت ۹ صبح بر روی دیوار شرقی نشان می‌دهد. در این ساعت روند تغییرات دما تا روز ۱۸ آذرماه بین ۲۱ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد در نوسان بوده و از این تاریخ سیر نزولی دما منظم شده است. در روز ۱۰ دیماه دمای دیوار به پایین‌ترین حد خود یعنی ۱۶ درجه سانتی‌گراد رسیده است. از این تاریخ دوباره دما سیر صعودی بخود گرفته و در پایان دوره اندازه‌گیری دوباره به ۲۲ درجه سانتی‌گراد رسیده است. معدل دمای دیوار شرقی در ساعت ۹ در طول دوره اندازه‌گیری، ۱۹/۷۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که نسبت به ساعت ۶ حدود ۰/۶ درجه سانتی‌گراد افزایش نشان می‌دهد.

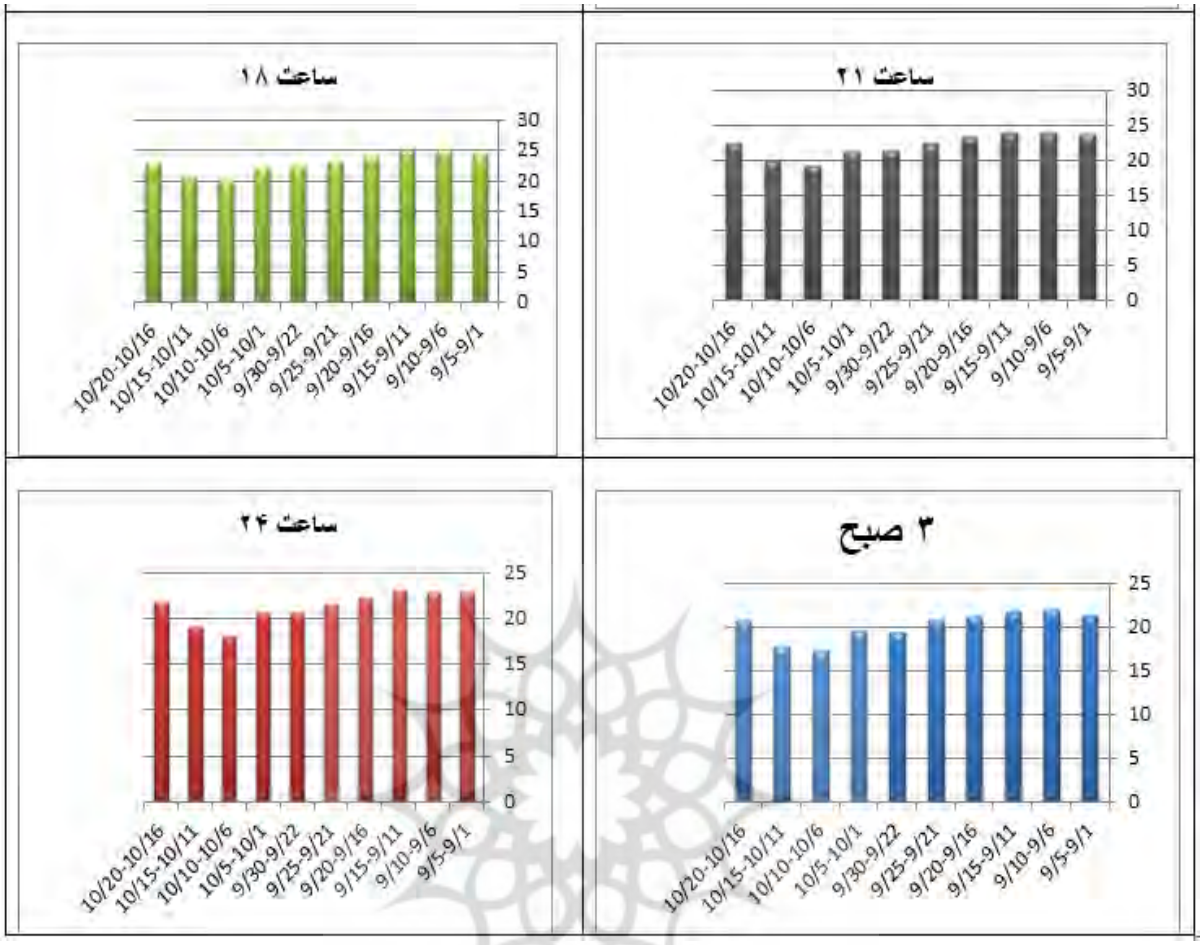


شکل شماره ۲ تغییرات دما بر روی دیوار شرقی در ساعت ۶و۹ صبح و۱۲و۱۵ظهردر طول دوره اندازه‌گیری

منبع:نگارندگان

روند تغییرات دما را در بخش داخلی دیوار شرقی در ساعت ۱۲ نشان می‌دهد. از اول ماه دمای دیوار تا روز ۱۷ آذرماه در حول و حوش ۲۳ درجه سانتی‌گراد در نوسان بوده است. از این روز دمای دیوار سیر نزولی پیدا می‌کند و در روز دهم دیماه به ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. دوباره دما سیرصعودی پیدا کرده، دمای دیوار در ساعت ۱۲ بر روی دیوار شرقی ۲۱/۵ درجه سانتی‌گراد بوده است که حدود ۱/۷۲ درجه سانتی‌گراد نسبت به سه ساعت قبل افزایش نشان می‌دهد.

سیر دمای دیوار شرقی را در ساعت ۱۵ نشان می‌دهد. در این ساعت دمای دیوار در اول آذر ماه تا روز هجدهم تغییر چندانی نشان نمی‌دهد. از این تاریخ سیر نزولی دما شروع شده و تا روز دهم ادامه می‌یابد. در این روز دما به ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. و دوباره سیر صعودی پیدا می‌کند. معدل دما در این ساعت برای دوره آماری ۵۰ روزه ۲۳/۴ درجه سانتی‌گراد بوده است. دما نسبت به ساعت ۱۲ حدود ۱/۹ درجه سانتی‌گراد افزایش نشان می‌دهد.



شکل شماره۳ تغییرات دما بر روی دیوار شرقی در ساعات۱۸، ۲۱ و ۲۴ نیمه شب و ۳ صبح در طول دوره اندازه‌گیری

منبع:نگارندگان

شکل شماره۳روند تغییرات دمای دیوار شرقی را در ساعت‌های ۱۸، ۲۱، ۲۴و ۳ صبح نشان می‌دهد. روند تغییرات دما را در ساعت ۱۸ نشان می‌دهدکه در این ساعت هم همانند ساعت ۱۵ دمای هوا تا روز هیجده آذرماه در محدوده دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در نوسان بوده است. در این ساعت نیز دما از روز ۱۸ شروع به تنزل می‌کند و این روند تا روز دهم دیماه ادامه دارد و در این روز دما به ۱۹/۸ درجه سانتی‌گراد رسیده است. دوباره دما سیر صعودی پیدا کرده است. معدل دمای این دوره ۲۳/۰۹۸ درجه سانتی‌گراد بوده است که نسبت به سه ساعت قبل ۰/۳۰۲ درجه سانتی‌گراد کاهش نشان می‌دهد.

روند تغییرات دمای دیوار شرقی در ساعت‌های ۲۱، ۲۴و ۳ صبح نشان می‌دهدکه در این سه ساعت نیز دمای هوا تا روز ۱۶ تا ۱۷ آذرماه برای ساعت ۲۱ در محدوده ۲۴، برای ساعت ۲۴ در محدوده ۲۳ و برای ساعت ۳ صبح در محدوده دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد ثابت مانده است. از این تاریخ دما سیر نزولی پیدا کرده و برای ساعت ۲۱ در روز ۹ دیماه به ۱۸/۲ درجه سانتی‌گراد، برای ساعت ۲۴ در روز ۹ دیماه به ۱۷/۲ و برای ساعت سه صبح در روز ۹ دیماه به ۱۶/۲ درجه سانتی‌گراد رسیده است و بعد از روز ۹ دیماه سیر صعودی پیدا کرده است. معدل دمای دوره

اندازه‌گیری برای ساعت ۲۱ به ۲۱/۹ درجه سانتی‌گراد، برای ساعت ۲۴ دما به ۲۱/۲۵ درجه سانتی‌گراد و برای ساعت ۳ صبح به ۲۰/۱۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

ملاحظه می‌شود که:

۱- بر روی دیوار شرقی ساعت ۶ صبح کمترین دما را نشان می‌دهد.

۲- در ساعت ۹ صبح که دیوار شرقی در معرض تابش آفتاب قرار دارد دمای هوا به۲۱ درجه سانتی‌گراد رسیده است. ملاحظه می‌شود اوج تابش بر روی دیوار شرقی با دمای ثبت شده، انطباق ندارد.

۳- اوج دمای ثبت شده بر روی دیوار شرقی در ساعت ۱۵ اتفاق افتاده است. نشان می‌دهد که دمای وارد شده بر روی دیوار شرقی در ساعت۹ صبح در۳ بعد از ظهر بداخل اطاق یا بخش داخلی دیوار می‌رسد. به عبارت دیگر انتقال و هدایت گرما از سمت بیرون به داخل اطاق با حداقل ۶ ساعت تأخیر مواجه است.

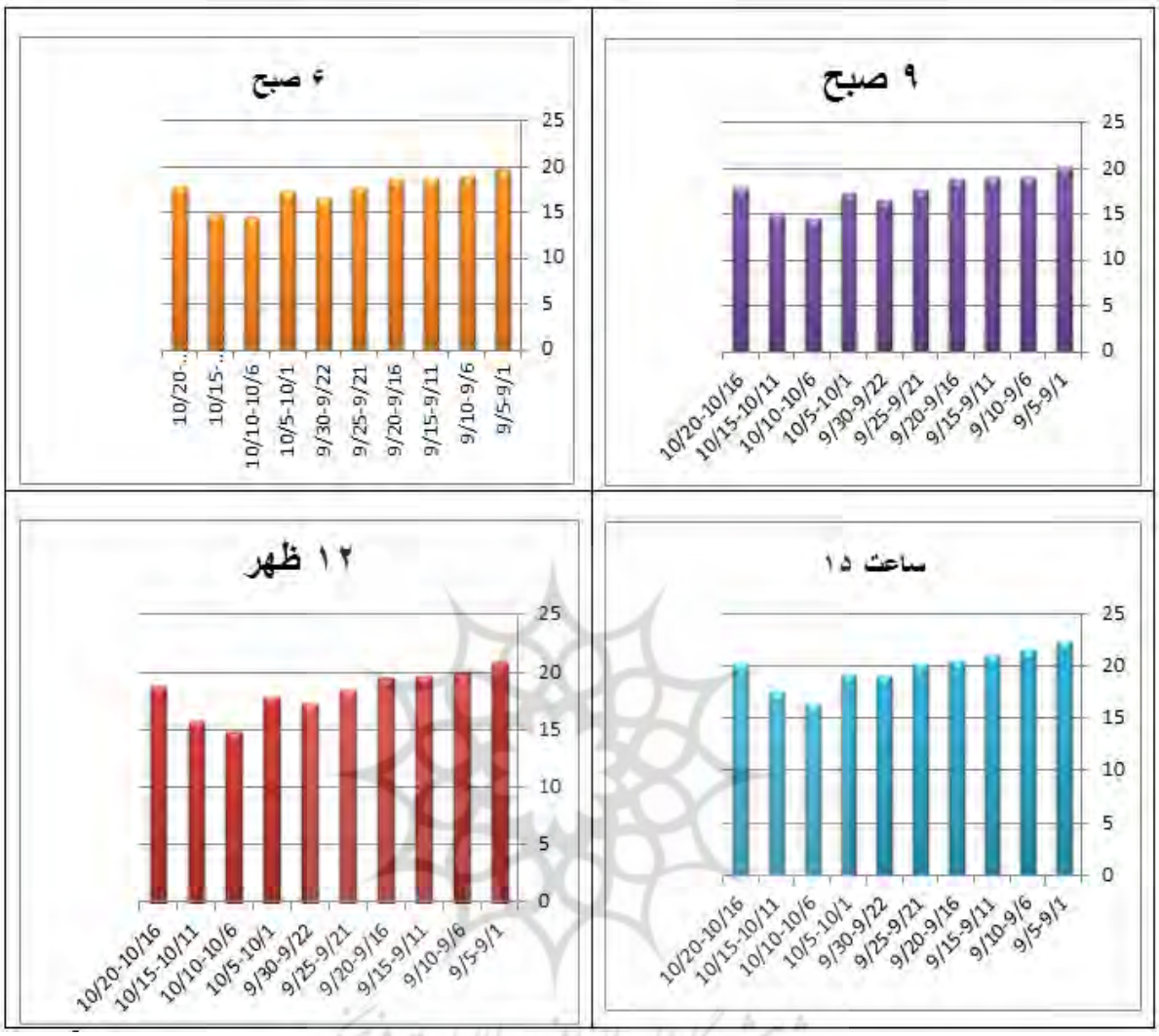
۴- در ساعت ۱۸ نیز دمای دیوار شرقی همچنان بالا بوده و نشان دهنده ذخیره گرما در دیوار و انتقال تدریجی آن به درون اطاق می‌باشد.

۵- تغییرات سه ساعته دما بر روی دیوار شرقی به ترتیب ۰/۶۰۶ ← ۱/۷۲ ← ۱/۹ ← ۰/۳۰۲- ← ۱/۱۹۸- ← ۰/۶۵- ← ۱/۰۸- ← ۰/۹۹۶- بوده است. سیر افزایش دما بین ساعت ۶ تا ۹ بطئی و کند ولی از ساعت ۹ به ۱۲، ۱۲ تا ۱۵ سرعت بیشتری پیدا کرده و به ۱/۷۲ و ۱/۹ درجه سانتی‌گراد رسیده است. کمترین میزان تغییر دما بین ساعت ۱۵ تا ۱۸ بوده و سپس بین ساعت ۱۸ تا ۲۱ سرعت بیشتری پیدا کرده است و از ساعت ۲۱ به بعد روند متوسطی پیدا کرده است.

۲- دیوار غربی

شکل شماره ۴ مقدار دمای ثبت شده در ساعت ۶ صبح را بر روی دیوار غربی نشان می‌دهد. دمای هوا در درون ساختمان بر روی این دیوار در اوایل ماه از ۲۲ درجه سانتی‌گراد شروع شده و معدل دوره‌های ۵ روزه از ۱۹/۳ درجه سانتی‌گراد شروع شده و دوره پنج روز (۶ دیماه تا ۱۰ دیماه) به ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد رسیده است. بالاترین دمای ثبت شده در طول دوره ۵۰ روزه به روی دیوار غربی در ساعت ۶ صبح ۲۲ درجه سانتی‌گراد در اول آذرماه و کمترین دما در روز دهم دیماه بوده است که به ۱۳ درجه سانتی‌گراد تنزل پیدا کرده است. معدل دمای ساعت ۶ در طول دوره ۵۰ روزه ۱۷/۴۶ درجه سانتی‌گراد بوده است.

شکل شماره ۴ مقدار دمای ثبت شده را در ساعت ۹ صبح نشان می‌دهد. معدل دمای ثبت شده در این ساعت در طول دوره ثبت شده ۱۷/۵۶ درجه سانتی‌گراد بوده که بالاترین دما در روز اول آذرماه به میزان ۲۳ درجه سانتی‌گراد و کمترین دما به میزان ۱۳/۱ درجه سانتی‌گراد در روز دهم دیماه بوده است. دما از دهه اول بتدریج سیر نزولی داشته و پنج روزه ۶ تا ۱۰ دیماه به پایین‌ترین مقدار خود رسیده و دوباره سیر صعودی پیدا کرده است. دما در این ساعت نسبت به ساعت ۶ صبح ۰/۱ درجه سانتی‌گراد افزایش نشان می‌دهد که چندان قابل توجه نیست به عبارت دیگر چون هنوز آفتاب به دیوار غربی نرسیده است دمای بین ساعت ۶ و ۹ تغییر چندانی نشان نمی‌دهد.

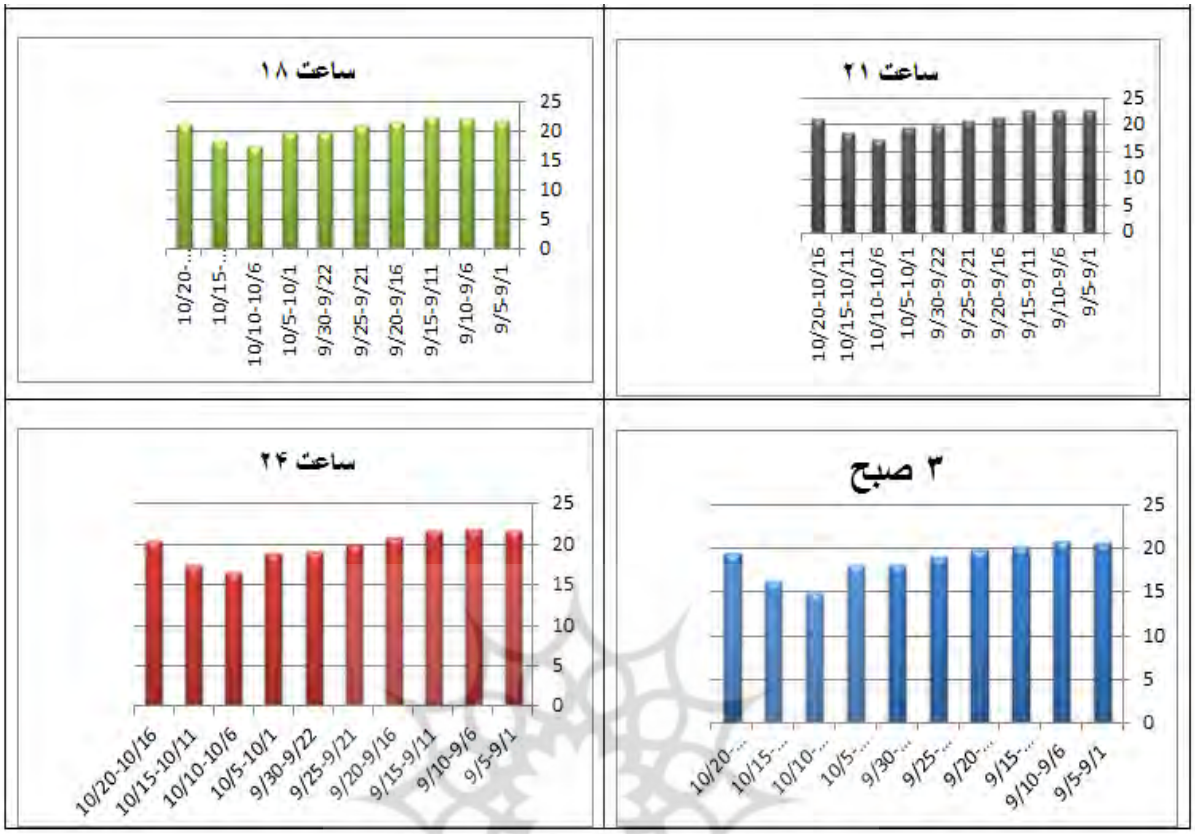


شکل شماره ۴ تغییرات دما بر روی دیوارغربی در ساعت ۶و۹ صبح و۱۲و۱۵ظهردر طول دوره اندازه‌گیری

منبع:نگارندگان

شکل شماره۴مقدار دمای ثبت شده را در ساعت ۱۲ ظهر نشان می‌دهد. سیر نزولی دما از ابتدای ثبت تا روز دهم دیماه ادامه داشته و سپس دوباره سیر صعودی پیدا کرده است. کمترین و بیشترین دمای ثبت شده در دوره آماری ۵۰ روزه به ترتیب ۲۴ و ۱۳ درجه سانتی‌گراد باز هم در اول آذر و دهم دیماه بوده است. معدل دمای دوره در این ساعت ۱۸/۲۶ درجه سانتی‌گراد بوده است که نسبت به ساعت ۹ صبح حدود ۰/۷ افزایش نشان می‌دهد. که به نظر می‌رسد با انتقالی آفتاب به ضلع جنوبی ساختمان دیوار غربی نیز تا حدودی از گرمای آفتاب بهره مند شده است.

شکل شماره۴تغییرات دمای ثبت شده در ساعت ۱۵ را در طول دوره ثبت نشان می‌دهد. در این ساعت نیز دمای دریافتی دیوار غربی سیر نزولی داشته و این روند تا روز ۱۰ و ۱۱ دیماه ادامه یافته و دوباره سیر صعودی پیدا کرده است. معدل دمای دوره در این ساعت ۱۹/۷۶ درجه سانتی‌گراد بوده است که نسبت به ساعت ۱۲ حدود ۱/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. با انتقال آفتاب به دیوار غربی دمای ثبت شده بر روی دیوار غربی نیز افزایش یافته است.



شکل شماره۵ تغییرات دما بر روی دیوار غربی در ساعات۱۸، ۲۱ و ۲۴ نیمه شب و ۳ صبح در طول دوره اندازه‌گیری

منبع:نگارندگان

شکل شماره۵تغییرات دمای ثبت شده را بر روی این دیوار در ساعت ۱۸ نشان می‌دهد. سیر نزولی در این ساعت نیز همانند ساعات قبل می‌باشد، دمای دیوار در روز اول آذرماه از ۲۳ درجه شروع شده و در روز دهم دیماه به ۱۶/۹ درجه سانتی‌گراد رسیده و دوباره سیر صعودی پیدا کرده است. معدل دمای هوا در این دوره به ۲۰/۵۸ درجه سانتی‌گراد رسیده است که نسبت به ساعت ۱۵ حدود ۰/۸ درجه سانتی‌گراد افزایش نشان می‌دهد. به این ترتیب انتقال گرما به درون ساختمان و به دیوار داخلی با تأخیر زمانی همراه بوده و با وجود اینکه اوج تابش بر روی دیوار غربی در ساعت ۱۵ اتفاق افتاده است ولی سیر صعودی دما به داخل اطاق هنوز تا ساعت ۱۸ ادامه دارد.

شکل شماره۵تغییرات دمای ثبت شده را بر روی دیوار غربی در ساعت ۲۱ نشان می‌دهد. در این ساعت دمای دیوار از اول آذر تا ۱۶ آذر ماه تقریباً در محدوده ۲۲ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد در نوسان بوده است و سپس سیر نزولی اندکی شدت پیدا کرده و در روز دهم دیماه به ۱۶/۹ درجه سانتی‌گراد کاهش پیدا کرده است. دوباره تا پایان دوره اندازه‌گیری سیر صعودی داشته است. معدل دمای دیوار در این ساعت ۲۰/۵۸ درجه سانتی‌گراد بوده است که نشان می‌دهد نسبت به ساعت ۱۸ همچنان افزایش جزئی نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود دمای هدایت شده به سمت داخل دیوار با تأخیر زمانی همراه است. به عبارت دیگر می‌توان گفت وقتی اوج تابش بر روی دیوار غربی در ساعت ۱۵ اتفاق افتاده است این گرما با حدود ۶ ساعت تأخیر بداخل اطاق منتقل می‌شود.

شکل شماره۵تغییرات دما را بر روی دیوار غربی در ساعت ۲۴ نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که همان روند نزولی را از ابتدای آذر تا دهم دیماه ادامه دارد. از این تاریخ دوباره سیر صعودی پیدا می‌کند. بالاترین و پائین‌ترین دما به ترتیب ۲۲ و ۱۶ درجه سانتی‌گراد بوده است. در این ساعت نیز دمای ثبت شده تا روز ۱۶ آذرماه تقریباً در محدوده ۲۲ درجه سانتی‌گراد ثابت بوده و سپس بتدریج سیر نزولی پیدا کرده است و در روز ۱۰ دیماه به حداقل خود رسیده است. معدل دمای ثبت شده در ۵۰ روز اندازه‌گیری بر روی دیوار غربی در ساعت ۲۴ حدود ۱۹/۸ درجه سانتی‌گراد بوده که نسبت به ساعت ۲۱ حدود ۰/۷۳ درجه کاهش نشان می‌دهد.

شکل شماره۵تغییرات دما را برای ساعت ۳ صبح بر روی دیوار غربی نشان می‌دهد. در این ساعت نیز همان شرایط کلی در ساعات قبل حاکم بوده و در روز نهم و دهم دیماه به پائین‌ترین حد خود یعنی ۱۴ درجه سانتی‌گراد رسیده و دوباره سیر صعودی پیدا کرده است. معدل دما در این ساعت ۱۸/۷۱ درجه سانتی‌گراد بوده که نسبت به ساعت قبلی ۱/۱۴ درجه سانتی‌گراد افت داشته است.

به این ترتیب ملاحظه می‌شود که؛

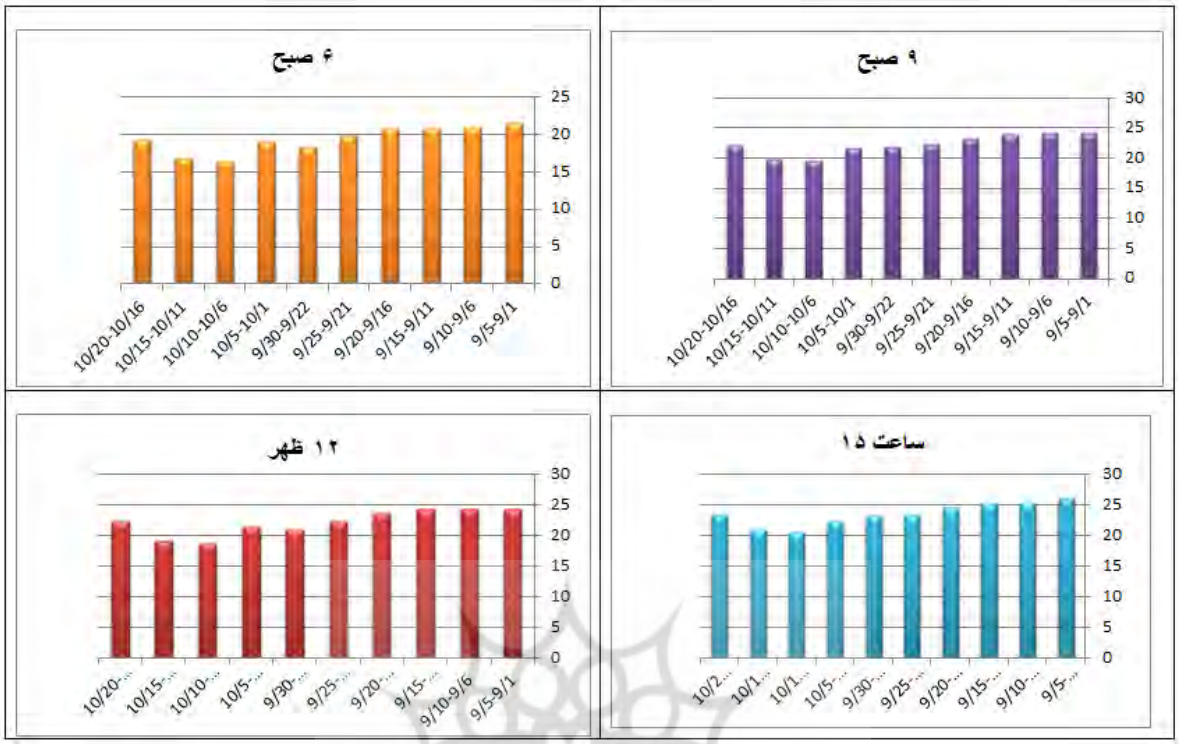
۱- تغییرات دما از ابتدای دوره‌ی آماری ثبت داده‌ها (اول آذرماه تا پایان دیماه) تا حدود ۱۵ تا ۱۶ آذرماه تغییرات چندانی نشان نمی‌دهد. تغییرات دما در همه ساعات بیش از ۱ تا ۲ درجه تغییر نشان نمی‌دهد و از روز ۱۵ یا ۱۶ سیر نزولی تشدید شده و در دهم یا یازدهم دیماه به حداقل ممکن رسیده و سپس سیر صعودی پیدا کرده است.

۲- معدل دمای ثبت شده بر روی دیوار غربی در ساعت ۶ کمترین و در ساعت ۲۱ بالاترین مقدار را نشان می‌دهد. این به مفهوم آن است که با وجود این که در این دوره بیشترین میزان تابش بر روی دیوار غربی در ساعت ۱۵ اتفاق افتاده ولی بیشترین میزان گرمای هدایت شده به داخل دیوار در ساعت‌های ۱۸ و ۲۱ اتفاق افتاده است. به عبارت دیگر گرما به داخل اطاق با ۶ ساعت تأخیر نسبت به اوج تابش منتقل می‌شود.

۳- تغییرات دمای ثبت شده در دیوار غربی در فواصل ۳ ساعته از ۶ صبح تا ۳ صبح به ترتیب ۰/۰۳۴ ← ۰/۷ ← ۱/۵ ← ۰/۷۹ ← ۰/۰۳ ← ۰/۷۳- ← ۱/۱۴- ← ۱/۲۴۴- بوده است. ملاحظه می‌شود که بیشترین افزایش به میزان ۱/۵ درجه سانتی‌گراد بین ساعت ۹ تا ۱۲ و کمترین میزان تغییر بین ساعت‌های ۶ تا ۹، ۱۸ تا ۲۱ اتفاق افتاده است. بیشترین میزان کاهش دما نیز بین ساعت ۲۴ تا ۳ صبح و ۳ صبح تا ۶ صبح به ترتیب ۱/۱۴ و ۱/۲۴ درجه سانتی‌گراد مشاهده شده است.

۴- دیوار جنوبی

شکل شماره۶ تغییرات دمای ثبت شده در قسمت داخلی دیوار جنوبی را در یک دوره آماری ۵۰ روزه در ساعت ۶ صبح نشان می‌دهد. در ساعت ۶ دمای هوا از اول آذر تا روز ۲۰ آذر تغییرات چشمگیری را نمایش نمی‌دهد. دما در محدوده ۲۰ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد در نوسان می‌باشد. ولی از روز ۲۰ آذر دما سیر نزولی پیدا کرده و در روز ۱۱ دیماه به حداقل خود یعنی ۱۶ درجه سانتی‌گراد می‌رسد و دوباره سیر صعودی پیدا می‌کند. معدل دمای دیوار جنوبی در ساعت ۶ صبح ۱۹/۳۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.



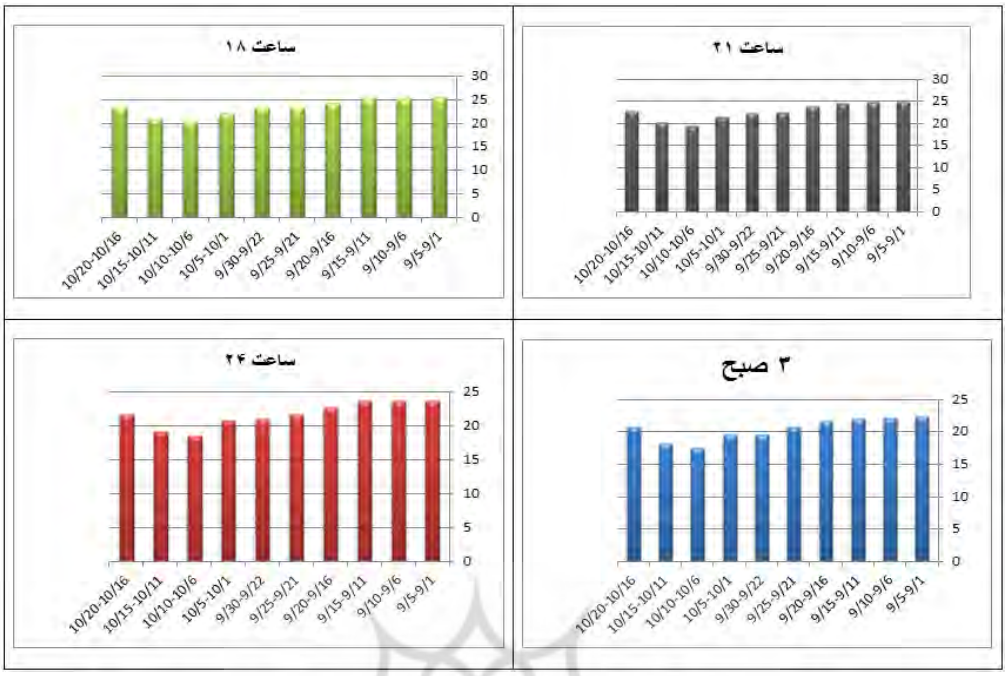
شکل شماره ۶ تغییرات دما بر روی دیوارجنوبی در ساعت ۶و۹ صبح و۱۲و۱۵ظهردر طول دوره اندازه‌گیری

منبع:نگارندگان

شکل شماره۶ تغییرات دمای ثبت شده بر روی دیوار جنوبی را در ساعت ۹ صبح نشان می‌دهد. در این ساعت دمای هوا از اول آذرماه تا روز ۲۳ در محدوده دمای ۲۴ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد در نوسان بوده و سپس سیر نزولی پیدا کرده و در روزهای ۹ تا ۱۱ دیماه به ۱۹ درجه سانتی‌گراد تنزل یافته و مجدداً سیر صعودی دارد. معدل دمای بخش داخلی دیوار جنوبی در ساعت ۹ صبح ۲۲/۲۵۸ درجه سانتی‌گراد بوده است که نسبت به ۶ صبح ۲/۹۳ درجه سانتی‌گراد افزایش نشان می‌دهد.

شکل شماره۶ تغییرات روزانه دما را بر روی دیوار جنوبی در ساعت ۱۲ ظهر نشان می‌دهد. در این ساعت نیز دمای دیوار تا روز ۱۹ آذرماه بین ۲۵و۲۴ در نوسان بوده و سپس سیر نزولی پیدا کرده و در روز ۹ دیماه به ۱۸ درجه سانتی‌گراد تنزل پیدا کرده و سپس سیر صعودی پیدا کرده است. معدل دما در این ساعت ۲۲/۴۳ درجه سانتی‌گراد بوده است که نسبت به ساعت ۹، ۰/۱۷ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است.

شکل شماره۶روند تغییرات دما را در ساعت ۱۵ بر روی دیوار جنوبی نشان می‌دهد. دمای دیوار در این ساعت از اول ماه تا ۱۸ آذرماه بین ۲۵ تا ۲۵/۵ درجه سانتی‌گراد در نوسان بوده و از این روز بتدریج سیر نزولی دما شروع شده تا روز دهم دیماه ادامه یافته است. دمای دیوار جنوبی در این روز ۲۰ درجه سانتی‌گراد بوده و سپس سیر صعودی پیدا کرده است. معدل دمای دیوار در این ساعت ۲۳/۴۴ درجه سانتی‌گراد بوده که بالاترین دمای دیوار در طول ساعت شبانه روز در این جهت می‌باشد. دمای دیوار نسبت به ساعت۱۲، ۱/۰۱ درجه سانتی‌گراد افزایش نشان می‌دهد.



شکل شماره۷تغییرات دما بر روی دیوار جنوبی در ساعات۱۸، ۲۱ و ۲۴ نیمه شب و ۳ صبح در طول دوره اندازه‌گیری منبع: نگارندگان

شکل شماره۷ تغییرات روزانه دما را در ساعت ۱۸ بر روی دیوار جنوبی نشان می‌دهد. در این ساعت نیز دمای دیوار در ۱۸ روز اول تقریباً ۲۵ درجه بوده و تغییر خاصی را نشان نداده است. از روز ۱۸ بتدریج سیر نزولی دما شروع شده و در روزهای ۹ تا ۱۱ دیماه دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد ثبت شده و سپس دمای دیوار سیر صعودی داشته است. معدل دمای این ساعت در طول دوره آماری ۲۳/۳۳ درجه سانتی‌گراد بوده است که نسبت به ساعت قبل ۰/۱۱ درجه سانتی‌گراد کاهش نشان می‌دهد.

شکل شماره۷وضعیت دمای دیوار را در ساعت ۲۱ نشان می‌دهد. تغییرات دما در این ساعت فرایندی شبیه ساعات قبل دارد. کمترین دما در روزهای ۹ تا ۱۱ دیماه ۱۹ درجه سانتی‌گراد ثبت شده است. معدل دما در این ساعت ۲۲/۶۷ درجه سانتی‌گراد بوده است که کاهشی در حدود ۰/۶۶ درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد.

شکل شماره۷ وضعیت دمای دیوار را در ساعت‌های ۲۴ و ۳ صبح نشان می‌دهد. در این دو ساعت نیز در ۱۹ تا ۲۰ روز اول آذرماه دمای دیوار تقریباً ثابت بوده و از این روز دما سیر نزولی داشته و در روزهای ۸ تا ۱۲ دیماه دمای دیوار به ترتیب در ساعت ۲۴ و ۳ صبح ۱۸ و ۱۷ درجه سانتی‌گراد بوده است. معدل دمای دیوار در ساعت ۲۴ حدود ۲۱/۱۵ و ساعت ۳ صبح ۲۰/۴۲ درجه سانتی‌گراد بوده است.

ملاحظه می‌شود که؛

۱- در این دیوار نیز ساعت ۶ صبح کمترین دمای دیوار جنوبی و ساعت ۱۵ با معدل دمای ۲۳/۴۴ درجه سانتی‌گراد بالاترین دمای دیوار جنوبی را نشان می‌دهد.

۲-از اول آذرماه تا روز ۱۸ تا ۱۹ آذرماه تغییرات دما در تمام ساعات اندازه‌گیری تغییر چشمگیری نداشته و سپس سیر نزولی دما شروع شده است.

۳- کمترین دما در تمام ساعات در روزهای ۹ تا ۱۱ دیماه اتفاق افتاده و سپس سیر صعودی داشته است.
۴- اوج تابش بر روی دیوار جنوبی در ساعت ۱۲ اتفاق افتاده ولی اوج دما در بخش درونی دیوار جنوبی در ساعت ۱۵ تا ۱۸ اتفاق افتاده است. باز هم انتقال و هدایت دما به درون ساختمان با ۶ ساعت تأخیر مواجه است.
۵- تغییرات معدل دمای بین ساعات ۶ تا ۳ صبح در دیوار جنوبی به ترتیب ۲/۹۳۲ ← ۱/۱۷۲ ← ۰/۰۱ ← ۰/۱۱- ←۰/۶۶- ← ۱/۱۷- ← ۱/۰۸- ← ۱/۰۹۴- ← بوده است. ملاحظه می‌شود که بیشترین افزایش دما بین ساعت ۶ تا ۰ صبح، کمترین تغییر دما به میزان ۰/۰۱ درجه سانتی‌گراد بین ساعات ۱۲ تا ۱۵ و بیشترین کاهش دما بین ساعات ۲۱ تا ۲۴ اتفاق افتاده است.

۵- تغییرات شبانه روزی دما بر روی هریک از دیوارها

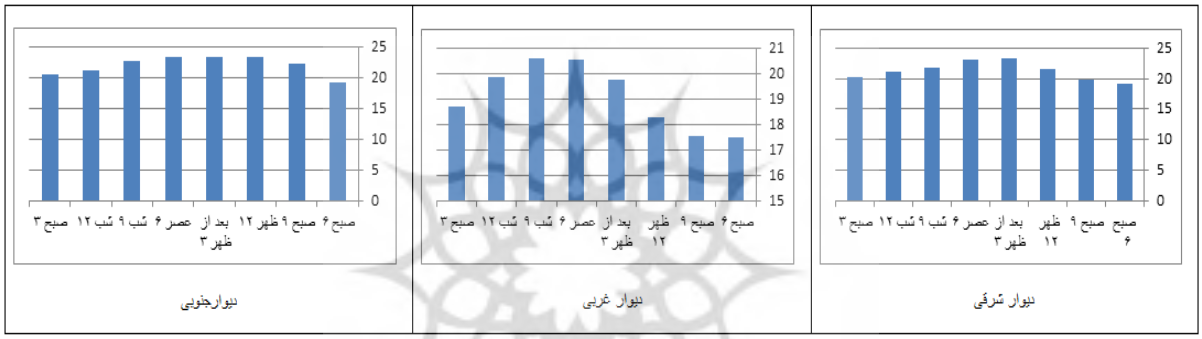
در این بررسی معدل دمای هریک از دیوارها در فواصل زمانی ۳ ساعته و در طول دوره اندازه‌گیری مورد توجه می‌باشد. جدول شماره۱ معدل دما و تغییرات سه ساعته آن ونمودارهای شماره ۲۴ تا ۲۶ معدل دمای هوا را در ساعات مختلف روز در دوره اندازه‌گیری و تغییرات سه ساعته آنرا نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود؛
۱- در ساعت ۶ صبح بر روی تمام دیوارها دمای روی دیوار در کمترین حد خود قرار دارد. با اینهمه دمای روی دیوار غربی کمتر از سایر دیوارها می‌باشد.
۲- در ساعت ۹ صبح دیوار جنوبی دمای بالاتری از سایر دیوارها نشان می‌دهد. این در حالی است که آفتاب در این ساعت بر روی دیوار شرقی می‌تابد. باز هم کمترین دما بر روی دیوار غربی به چشم می‌خورد.
۳- در ساعت ۱۲ بالاترین دما بر روی دیوار جنوبی ثبت شده است و باز هم دیوار غربی کمترین دما را نشان می‌دهد. تا این زمان روند افزایشی دما بر روی دیوار غربی بسیار بطئی ولی بر روی دیوار جنوبی روند افزایشی بسیار سریعتر می‌باشد، بر روی دیوار شرقی روند تغییری بین دو دیوار فوق قرار دارد.
۴- در ساعت ۱۵ مقدار دما بر روی دیوار شرقی و جنوبی با هم برابر شده ولی دیوار غربی همچنان کمتر از دو دیوار فوق می‌باشد. بر روی هر سه دیوار روند دما روند افزایشی است. ولی روند افزایشی بر روی دیوار جنوبی نسبت به ساعت ۱۲ بسیار کند ولی بر روی دو دیوار دیگر شدیدتر بوده است. در واقع شدیدترین افزایش دما در طول شبانه روز بر روی این دیوار در همین موقع اتفاق افتاده است.
۵- در ساعت ۱۸ روند افزایش دما فقط بر روی دیوار غربی انجام شده ولی بر روی دو دیوار دیگر دما کاهش نشان می‌دهد. کاهش دما بر روی دیوار شرقی بیشتر از دیوار جنوبی می‌باشد.
۶- در ساعت ۲۱ همچنان بر روی دیوارهای شرقی و جنوبی روند دما کاهشی بوده ولی بر روی دیوار غربی اندکی افزایش نشان می‌دهد. در واقع دیوار غربی بالاترین دمای خود را در این ساعت نشان داده است.
۷- در ساعت ۲۴ تمام دیوارها روند کاهشی داشته اند. این کاهش بر روی دیوار جنوبی شدیدتر از دو دیوار دیگر بوده است. با اینهمه دیوار جنوبی گرمتر از دو دیوار دیگر می‌باشد.

۸- در ساعت ۳ و ۶ روند کاهش همچنان ادامه داشته و بین ساعت ۲۴ تا ۳ صبح روند کاهشی بر روی هر سه دیوار شدید بوده و بالای ۱ درجه سانتی‌گراد بوده است. این روند بین ۳ و ۶ نیز تقریباً تکرار شده ولی روند کاهشی بر روی دیوار شرقی کمتر و حدود ۰/۹۹ و بر روی دیوار غربی ۱/۲۴ درجه سانتی‌گراد بوده است.

جدول شماره ۱ معدل دما و تغییرات سه ساعته دما بر روی هر یک از دیوارها

	ساعت۶	ساعت۹	ساعت۱۲	ساعت۱۵	ساعت۱۸	ساعت۲۱	ساعت۲۴	ساعت۳
دیوار شرقی	۱۹/۱۷۴	۱۹/۷۸	۲۱/۵	۲۳/۴	۲۳/۰۹۸	۲۱/۹	۲۱/۲۵	۲۰/۱۷
تغییرات دما	-۰/۹۹۶	۰/۶۰۶	۱/۷۲	۱/۹	-۰/۳۰۲	-۱/۱۹۸	-۰/۶۵	-۱/۰۸
دیوار جنوبی	۱۹/۳۲۶	۲۲/۲۵۸	۲۳/۴۳	۲۳/۴۴	۲۳/۳۳	۲۲/۶۷	۲۱/۵	۲۰/۴۲
تغییرات دما	-۱/۰۹۴	۲/۹۳۲	۱/۱۷۲	۰/۰۱	-۰/۱۱	-۰/۶۶	-۱/۱۷	-۱/۰۸
دیوار غربی	۱۷/۴۶۶	۱۷/۵۶۶	۱۸/۲۶	۱۹/۷۶	۲۰/۵۵	۲۰/۵۸	۱۹/۸۵	۱۸/۷۱
تغیرات دما	-۱/۲۴۴	۰/۰۳۴	۰/۷	۱/۵	۰/۷۹	۰/۰۳	-۰/۷۳	-۱/۱۴

منبع: یافته‌های پژوهش



شکل شماره۸تغییرات زمانی دما در طول شبانه روز بر روی سه دیوارشرقی، غربی وجنوبی منبع:نگارندگان

مقادیر انرژی تابیده شده بر روی دیوار قائم

جدول شماره ۲ مقدار انرژی تابشی روی دیوار قائم را در آذرماه در شهر لار (عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۳۶ دقیقه) نشان می‌دهد. در این ماه خورشید ساعت ۶ و ۴۹ دقیقه و از جهت ۱۱۴/۹ درجه طلوع می‌کند، طول روز ۱۰ ساعت و ۳۱ دقیقه می‌باشد، ملاحظه می‌شود در این جدول مقدار انرژی تابشی در هر یک از ساعات روز در هر یک از جهات دایره به فواصل ۱۵ درجه از شمال نشان داده شده است. دیوار شمالی در این ماه انرژی تابشی دریافت نمی‌کند، همینطور دیوارهای ۱۵ درجه و ۳۴۵ درجه نیز در معرض تابش قرار نمی‌گیرند.

مقدار انرژی تابشی بر روی دیوارهای ۳۰ و ۴۵ درجه (شمال-شمال شرق) و ۳۳۰ و ۳۱۵ درجه (جهت شمال-شمال غرب) نیز انرژی تابشی بسیار کمی‌دریافت کرده‌اند.

دیوار شرقی و دیوار غربی (۹۰ و ۲۷۰درجه) هر کدام مجموعاً ۵ ساعت در معرض تابش بوده‌اند(از ساعت ۷ لغایت ۱۱ و ۱۳ لغایت ۱۷)و مجموعا۶۱۶/۶۴ BTU انرژی دریافت نموده‌اند.

دیوار جنوبی بیشترین ساعت را در معرض تابش قرار داشته و بالاترین مقدار انرژی تابشی را دریافت نموده است. مقدار انرژی تابیده شده بر روی این دیوار روزانه به طور متوسط BTU۱۷۹۷/۶ بوده است و بالاترین آن نیز در ساعت ۱۲ به مقدار BTU۳۱۷/۸ می‌باشد.

جدول شماره ۲مقدار انرژی تابیده شده بر روی دیوار قائم درجهات مختلف آذر ماه

ساعت	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۰	-												
۱۵	-												
۳۰	-	۲/۷۵											۲/۷۵
۴۵	-	۱۰/۹۸	۴۵/۲۰										۵۶/۱۸
۶۰	-	۱۸/۴۹	۹۸/۹۹	۷۴۰/۸۲	۱۹/۵۴								۲۱۱/۸۴
۷۵	-	۲۴/۷۱	۱۴۵/۷۷	۱۳۵/۰۱	۸۴/۰۰	۱۴/۵۰							۴۰۳/۹۹
۹۰	-	۲۹/۲۴	۱۸۲/۸۴	۱۸۵/۹۳	۱۴۲/۶۴	۷۵/۹۹							۶۱۶/۶۴
۱۰۵	-	۳۰/۸۰	۲۰۷/۲۵	۲۲۴/۱۸	۱۹۱/۸۲	۱۳۲/۴۳	۶۰/۳۹						۸۴۷/۸۷
۱۲۰	-	۱۹/۳۲	۲۱۷/۶۴	۲۴۷/۲۵	۲۲۷/۵۶	۱۷۹/۷۳	۱۱۶/۹۷	۴۷/۶۱					۱۰۶۸/۹۹
۱۳۵	-	۳۰/۳۸	۲۱۳/۱۲	۲۵۳/۴۴	۲۴۸/۰۳	۲۱۴/۷۳	۱۶۵/۶۱	۱۰۷/۲۰	۴۵/۸۱				۱۲۷۸/۳۲
۱۵۰	-	۲۶/۴۹	۱۹۴/۱۴	۲۴۲/۱۹	۲۵۱/۳۹	۲۳۵/۲۲	۲۰۲/۸۰	۱۵۸/۹۲	۱۰۸/۴۳	۵۵/۹۷	۱۱/۳۰		۱۴۸۶/۸۵
۱۶۵	-	۲۰/۷۹	۱۶۲/۰۴	۲۱۴/۶۲	۲۳۷/۶۴	۲۳۹/۶۴	۲۲۶/۰۱	۲۰۰/۲۲	۱۶۳/۷۲	۱۱۸/۱۴	۶۷/۳۵	۵/۶۶	۱۶۵۵/۸۳
۱۸۰	-	۱۳/۷۰	۱۱۸/۶۵	۱۷۲/۱۴	۲۰۷/۷۱	۲۲۷/۶۶	۳۱۷/۸۸	۲۲۷/۶۶	۲۰۷/۷۱	۱۷۲/۱۴	۱۱۸/۶۵	۱۳/۷۰	۱۷۹۷/۶

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول شماره ۳ مقادیر انرژی تابیده شده بر روی دیوار قائم را بر روی شهر لار در دیماه نشان می‌دهد. در این ماه در شهر لار آفتاب حدود ساعت ۶ و ۵۲ دقیقه طلوع و ۱۷ و ۷ دقیقه غروب می‌کند. طول روز ۱۰ ساعته و پانزده دقیقه می‌باشد.

همانطور که ملاحظه می‌شود خورشید در ساعت ۷ صبح از ۱۱۷/۶ درجه می‌تابد، بنابراینجهات شمال تا ۳۰ درجه و ۳۳۰ درجه و یا به عبارت دیگر قوس ۳۳۰ تا ۳۰ درجه در هیچ موقع از روز در معرض تابش قرار نمی‌گیرد.

دیوار شرقی در مجموع بطور متوسط در این ماه BTU۵۵۵/۶ انرژی دریافت می‌کند و در طول پنج ساعت از ساعت ۷ تا ۱۱ در معرض تابش قرار دارد.

همین شرایط در مورد دیوار غربی حاکم است. این دیوار نیز در مجموع یک روز BTU ۵۵۵/۶ انرژی در یافت می‌کند و از ساعت ۱۳ تا ۱۷ در معرض تابش قرار دارد. بیشترین میزان انرژی تابیده شده بر روی دیوار شرقی در ساعت ۹ صبح به میزان BTU۱۷۶/۵۲ و برای دیوار غربی در ساعت ۱۵ اتفاق می‌افتد.

دیوار جنوبی در دیماه به طور متوسط روزی BTU ۱۸۰۳/۱ انرژی دریافت می‌کند. بیشترین مقدار انرژی بر روی این دیوار در ساعت ۱۲ ظهر به مقدار BTU۳۱۲ می‌تابد.

جدول شماره۳ مقادیر انرژی تابیده شده بر روی دیوار قائم در جهات مختلف در شهر لار، دیماه

ساعت	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	
۰	-												
۱۵	-												
۳۰	-	۰/۱۱۹											۰/۱۱۹
۴۵	-	۰/۸۶۷	۳۴/۰۲										۳۴/۸۸
۶۰	-	۰/۵۵۷	۸۴/۹۲	۶۴/۳۰	۱۱/۵۵								۱۶۱/۳۲۷
۷۵	-	۲/۱۳	۱۳۰/۰۴	۱۲۴/۶۶	۷۷/۰۱	۹/۸۵							۳۴۳/۶۵
۹۰	-	۲/۵۷	۱۶۶/۲۹	۱۷۶/۵۲	۱۳۷/۲۲	۷۲/۹۹	۰						۵۵۵/۵۹
۱۰۵	-	۲/۸۳	۱۹۱/۲۱	۲۱۶/۲۶	۱۸۸/۰۸	۱۳۱/۱۵	۶۲/۲۵						۷۹۱/۸۸
۱۲۰	-	۲/۹۰	۲۰۳/۱۰	۲۴۱/۴۴	۲۲۶/۱۲	۱۸۰/۳۸	۱۲۰/۲۷	۵۳/۹۶					۱۰۲۸/۱۳
۱۳۵	-	۲/۷۷	۲۰۱/۱۵	۲۵/۰۸	۲۴۸/۷۵	۲۱۷/۳۱	۱۷۰/۰۹	۱۱۴/۰۹	۵۴/۶۹				۱۲۵۹/۶۵
۱۵۰	-	۲/۴۵	۱۸۵/۴۹	۲۴۱/۶۷	۲۵۴/۴۳	۲۳۹/۴۴	۲۰۸/۳۲	۱۶۶/۴۵	۱۱۷/۲۱	۶۵/۱۴			۱۴۸۰/۶
۱۶۵	-	۱/۹۶	۱۵۷/۱۹	۲۱۶/۷۶	۲۴۲/۷۷	۲۴۵/۲۵	۲۳۲/۱۲	۲۰۷/۴۶	۱۷۱/۷۴	۱۲۵/۴۱	۷۱/۱۱	/۳۶	۱۶۷۲/۹
۱۸۰	-	۱/۳۴	۱۱۸/۱۷	۱۷۷/۱۴	۲۱۴/۵۷	۲۳۴/۳۴	۳۱۲	۲۳۴/۳۴	۲۱۴/۵۷	۱۷۷/۱۴	۱۱۸/۱۷	۱/۳۴	۱۸۰۳/۱۲

منبع: یافته‌های پژوهش

نتیجه‌گیری

جهت ساختمان جهت بازشوها، پنجره‌ها، جهت دیوارها ومعابر منعکس‌کننده شرایط اقلیمی‌حاکم بر منطقه و بعضاً شرایط توپوگرافی منطقه می‌باشد. الگوهای معماری مرسوم در هر منطقه‌ای به خوبی بیانگر اقلیم آن منطقه می‌باشد. سقف‌های گلی وگنبدی شکل مساکن در اقالیم گرم وخشک سقف‌های شیب دار در اقالیم مرطوب وپر باران و... . همه وهمه نشان‌دهنده‌ی تلاش بشر برای ساز کاری مسکن خود با اقلیم می‌باشد. در همین راستا نوع مصالح بکار رفته، ضخامت دیوارها وسقف‌ها نیز سعی در عایق بندی مسکن برای جلوگیری از هدر رفتن گرما وسرما از درون ساختمان به بیرون و معانعت از ورود گرمای بیرون بداخل ساختمان در مواقع غیر ضروری می‌باشد.

انرژی تابشی خورشید انرژی‌ها لایزالی است که با طراحی مناسب وانتخاب مصالح مناسب در دیوارها وسقف‌ها میتوان از آن در جهت کرمایش داخلی ساختمان استفاده کرد واین انرژی را هدایت شده ودر زمان مناسب به داخل ساختمان منتقل کرد. در همین راستا یک ساختمان اداری در منطقه گرمسیر کشور انتخاب شده ودمای دیوار در فواصل زمانی سه ساعته در سه جهت شرق، جنوب وغرب اندازه‌گیری شده تااولاًتغییرات انرژی انتقالی در هر یک از جهات با توجه به میزان انرژی تابیده شده بر روی هر دیوار اندازه‌گیری شود.

ثانیاً اثر مصالح ورنگ دیوارها درسرعت و شدت ذخیره وانتقال گرما بداخل ساختمان اندازه‌گیری شود.

همانطور که ملاحظه شد؛

۱. در تمام ساعات اندازه‌گیری دما از ابتدای اندازه‌گیری تاحدود ۱۸تا۲۰ آذر ماه تغییر چندانی را نشان نمی‌دهد، وروند کاهشی دما در حدود ۱تاحد اکثر ۱/۵درجه‌ی سانتی‌گراد بوده است. ولی از این تاریخ روند کاهش دما در هر سه دیوار (شرقی، جنوبی، غربی) شدت پیدا کرده واین روند تا ۸تا۱۰ دیماه ادامه داشته ودر این تاریخ دمای دیوارها به حداقل ممکن رسیده است بنابر این با وجود این که کمترین مقدار زاویه‌ی تابش در اوایل دیماه اتفاق می‌افتد، اثر این کاهش زاویه‌ی تابش با حدود ۸تا۱۰روز تاخیر خود را بر روی دیوارها نشان داده است.

۲. از تاریخ ۸ تا۱۰دی ماه دوباره دمای اندازه‌گیری شده شروع به افزایش نموده است این به دلیل افزایش زاویه‌ی تابش وطول روز می‌باشد.

۳. همانطور که ملاحظه شده بیشترین مقدار انرژی تابیده شده بر روی دیوار شرقی در دو ماه آذر ودی در ساعت ۹صبح اتفاق افتاده است (رجوع شود به جدول شماره۵ و۶)همین شرایط برای دیوار غربی نیز در ساعت ۱۵ اتفاق افتاده است ولی همانطور که ملاحظه شد اوج دمای اندازه‌گیری شده بر روی بخش داخلی دیوار شرقی در ساعت ۱۵ اتفاق افتاده است. به عبارت دیگر گرمای تابیده شده بر روی دیوار بعد از حدود ۶ساعت بداخل اطاق رسیده است. به عبارت دیگر ظرفیت گرمایی دیوار ۶ ساعت بوده است در سه ساعت بعد کاهش دما خیلی قابل توجه نبوده وبه عبارت دیگر تا ساعت ۱۸ نیز دمای اندازه‌گیری شده در داخل دیوار همچنان بالا بوده است. بنابراین می‌توان انتظار داشت انرژی تابیده شده بر روی دیوار شرقی حد اقل ۹ ساعت طول می‌کشد تا داخل اطاق را گرم کند. وبرای اطاق گرما تولید کند. این شرایط برای دیوار غربی قدری متفاوت است. با وجود اینکه اوج تابش بر

روی دیوار غربی در ساعت ۱۵ اتفاق می‌افتد، اوج دما در ساعت ۲۱اتفاق افتاده وسپس دمای روی دیوار روبه کاهش گذاشته است. تقریباًدمای دیوار بین ساعت ۱۸و۲۱یکسان است. چون که اوج دمای اندازه‌گیری شده ۳تا۶ ساعت بعد از اوج تابش اتفاق افتاده است.

۴. اوج تابش بر روی دیوار جنوبی در ساعت ۱۲ ظهر ثبت شده است، در این ساعت بر روی دیوار جنوبی در ماه آذر ۳۱۷ودر ماه دی۳۱۲BTU بوده است. در حالی که اوج دمای انداز ه گیری شده ۱۵و۱۸ می‌باشد. ملاحظه می‌شود که در اینجا اوج دمای منتقل شده به درون اطاق ۳ساعت بعد از اوج تابش بوده است. همانطور که در جدول شماره ۵ و ۶ ملاحظه شد دیوار جنوبی بر خلاف دو دیوار دیگر حدود۱۱ساعتدر معرضتابش قرار دارد. در صورتی که دیوار شرقی وغربی فقط ۵ساعت در معرض تابش مستقیم قرار میگیرد به همین دلیل دیوار جنوبی از ساعت ۷صبح تابش آفتاب را با زاویه کمتر دریافت می‌کند ودر۲۳/۳، ساعت ۱۲به اوج خود می‌رسد در نتیجه گرما کم کم به داخل اطاق منتقل می‌شود. به همین دلیل ۲۳/۴۴، ملاحظه شد که دمای داخلی دیوار جنوبی از ساعت ۱۲ تا۱۸ در محدوده‌ی دمایی۲۳درجه‌ی سانتی‌گراد (۲۳/۳۳)در نوسان است. مجموع انرژی تابیده شده بر روی دیوار جنوبی در ماه آذر ۱۷۹۷/۶ودر دیماه۱۷۰۳/۱BTU می‌باشد، در حالی که مجموع انرژی تابیده شده بر روی دیوار غربی وشرقی ۶۱۶/۶BTU می‌باشد.

۵. همانطور که در جدول شماره ۴ ملاحظه شد دمای اندازه گرفته شده بر روی دیوار غربی در مقیاسه با دو دیوار دیگر بسیار کمتر می‌باشد. بطوری که در تمام ساعات نسبت به دیوار شرقی وجنوبی ۲تا۳ درجه سانتی‌گراد کمتر بوده است. این در حالی است که شرایط تابشی برروی دیوار غربی درست همانند شرایط دیوار شرقی است. همانطور که قبلاًنیز بیان شده مصالح به کار رفته در دیوار شرقی و غربی از آجر می‌باشد ولی دیوار شرقی بدون نما ومصالح بکار رفته در دیوار شرقی آجر وسیمان می‌باشد ولی بر روی دیوار غربی روی دیوار با پوششی از خاک وسیمان پوشیده شده است که به نظر می‌رسد مانع از جذب وانتقال گرما به داخل دیوار اطاق شده است. باتوجه به زاویه تابش بالا، درتمام طول سال درشهرهایی جنوبی کشور، مشکل خنک کردن منازل درشهرهای گرم جنوبی یک مسئله اساسی می‌باشد. بخصوص اگرگرما به قدری شرجی هوا همراه باشد هزینه سرمایش منزل وادارات رابرای ساکنین بسیار پرهزینه وگران می‌کند. بطوری‌که اکثر شهرهای جنوبی کشور برای به تعادل رساندن دما درداخل فضاهای بسته ناچاربه استفاده از وسایل مکانیکی عموماًبابرق کار می‌کنند، می‌باشند. وباتوجه به دمای بالاهوا درفضای بیرون ورطوبت بالاامکان بازکردن پنجره جهت استفاده از باد وتهویه طبیعی غیر ممکن می‌سازد. بخصوص درفصل تابستان تابش شدید و گرمای بالا و رطوبت نسبی زیاد آسایش در داخل اطاق‌ها و ادارات را جز با استفاده از وسایل مکانیکی پر قدرت (کولرهای گازی)که بعضاًبرای هراطاق یک کولر را می‌طلبد غیر ممکن می‌سازد. بنابراین تنها راه به حداقل رساندن هزینه سرمایش فضاهای بسته همسازکردن مساکن (منازل مسکونی واداری)به ناچار باید ازمصالح مناسب جهت‌های مناسب برای کارگزاری بازشوها و طراحی مناسب جهت معابر بهره برد. لذا توصیه می‌شود در مصالح بکاررفته در سقف و دیوارها از مصالح باهدایت گرمایی کم، کوچه‌ها باریک استفاده کرد.

بازشوها درحد امکان کوچک و جهت بازشوها ترجیحاً در جهت جنوب شرق قرارگیرد. امتداد معابر درجهت شمال غرب –جنوب شرق توصیه می‌شود تا سایه مناسب راحداقل دریک سمت خیابان ایجاد نماید. ساختمان‌ها تا حد امکان فشرده ساخته شوند تا دیوارها بهم چسبیده مانع از تابش مستقیم آفتاب بر روی دیوارها گردد.

منابع

بختیاری، بهرام (۱۳۸۹). اقلیم، انرژی، طراحی ساختمان، گروه ساختمان فنی حرفه‌ای قزوین.

پوردیهمیمی، شهرام (۱۳۷۰). تاثیر سایه سازها بر کسب انرژی گرمایی، نشریه‌ی صفحه‌ی شماره ۳-۴، دانشکده معماری وشهر سازی دانشگاه شهید بهشتی تهران.

توسلی، محمود (۱۳۶۰). ساخت شهر ومعماری در اقلیم گرم خشک ایران انتشارات دانشگاه تهران،

دانلودو. لب. ک. (۱۳۷۲). طراحی اقلیمی اصول نظری واجرای کاربرد انرژی ساختمان ترجمه حمید تباریان انتشارات دانشگاه تهران،

راز جویان، محمود(۱۳۶۷). آسایش به وسیله معماری همساز با اقلیم، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی تهران.

راز جویان، محمود(۱۳۷۹). آسایش در پناه باد انتشارات دانشگاه شهید بهشتی تهران.

ریاضی، جمشید (۱۳۵۶). اقلیم وآسایش در ساختمان مرکز تحقیقات ساختمان ومسکن.

سلیقه، محمد (۱۳۸۳). مدل سازی مسکن همسازبااقلیم برای شهر چابهار نشریه جغرافیا وتوسعه.

شکیبا منش، ا، وقربانیان، م، ۱۳۸۴ تنظیم شرایط محیطی جلد دوم اصول ومبانی اقلیم شناسی انتشارات طحان تهران

صمیمی، جلال (۱۳۶۴). انرژی خورشیدی برای ایران مجله‌ی فزیک تهرا ن

طاهباز، منصوره (۱۳۶۱). خورشید وجهت گیری ساختمان دفتر فنی آموزش وپرورش دانشکده معماری وشهر سازی دانشگاه شهید بهشتی تهران.

طاهباز، م. جلیلیان، ش. (۱۳۸۳). نقش جدارهای ساختمان در آسایش حرارتی ساکنین و کاهش انرژی‌های فسیلی مجموعه مقالات چهارمین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان تهران.

عدل، احمد حسین (۱۳۳۹). اقلیمی ورستنی‌های ایران دانشگاه تهران

علیانی، بهلول (۱۳۷۳). نگرش نو در کاربد آب وهواشناسی. در مدیریت منابع وتوسعه‌ی کشور نقش اب وهوا در طراحی مسکن فصلنامه‌ی جغرافیایی شماره‌ی ۳۵

کسمایی، مرتضی(۱۳۸۳). اقلیم ومعماری انتشارت خاک تهران

کسمایی، مرتضی (۱۳۷۲). پهنه بندی اقلیمی ایران مسکن ومحیط‌های سکونی انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مرکز وزارت مسکن شهر سازی

کسمایی، مرتضی (۱۳۶۹). اقلیم ومعماری خوزستان خورمشهر انتشارات مرکز تحقیقات ساختمام ومسکن شهر سازی

کسمایی، مرتضی (۱۳۶۹). راهنمای طراحی اقلیمی اقلیم گرم وخشک سمنان انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان مسکن

کسمایی، مرتضی (۱۳۶۳). اقلیم ومعماری انتشارات عصرزرین

گیدتون، زیگفرید (۱۳۸۸). فضا، زمان، معماری مترجم مزیدی منوچهر انتشارات علمی فرهنگی

لشکری، ح. ، پور خادم ثمین، زهرا. ، ۱۳۸۴، بهینه سازی جهت گیری فضاهای آراد شهر اردبیل بر اساس شرایط اقلیمی فصلنامه‌ی تتحقیقات جغرافیایی شماره ۷۹

لشکری، ح. ، داوری، رضا (۱۳۸۳). تحلیل شرایط بیوکلیمایی انسانی آزربایجان غربی به روش بیکر، فصلنامه‌ی جغرا فیایی سرزمین سال اول شماره ۳

لشکری، ح. ، سلکی، هیوا (۱۳۸۸). بهینه سازی جهت گیری بناهای ساختمان در شهر سقز بر اساس شرایط اقلیمی فصلنامه‌ی جغرافیایی انسانی، سال اول، شماره ۲

هنر بخش، حسن(۱۳۴۸). اصول انتقال حرارت هنر سرای عالی تهران

David lioyd jones. architecture and the environbment:bioclimatic building desig wood stock. ny:overlook press 1998

Hooper Charles desing for dlimateguideling fir the design of low cat houses for the climates of Kenya wairodi:housing research and deveiopment unit university of nairodi 1975

Terjung w h and o'rourl ,p. a. (1988){simulationthe causal elements of urban heat islands

Landsbetg ,h. e. (1997), (the urban climate). a. cademic press .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی