تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۲۱
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹٤/۰٤/۲۹

ناهیده رضایی[۱]، منصوره طاهباز[۲]

ارزیابی کیفیت اقلیمی مسیرهای ارتباطی باز و نیمه‌باز پردیس دانشگاه کاشان

چکیده
مسیرهای دانشگاهی به‌عنوان قرارگاه‌های رفتاری، نقش مهمی در تأمین نیازهای اجتماعی دانشجویان دارند، لذا تأمین آسایش گرمایی کاربران آن و شناخت عوامل تأثیرگذار در طراحی مسیرهای همساز با اقلیم ضروری می‌نماید. از آنجاکه پردیس دانشگاه کاشان نیز مشکلات فراوانی از نظر اقلیمی دارد، تحقیق حاضر سعی می‌کند به ارزیابی کیفیت اقلیمی مسیرهای آن بپردازد. این پژوهش با استفاده از برداشت‌های میدانی و تحلیل داده‌ها از طریق مبانی نظری آسایش گرمایی فضاهای باز انجام شده و هدف آن ارزیابی وضعیت فعلی و ارائه پیشنهادهایی جهت ارتقای کیفیت اقلیمی دانشگاه است. در مجموع، شیوه کار در چند جهت ساماندهی شده، نخست تحلیل شرایط گرمایی با استفاده از مواردی چون معیار پن واردن، تقویم نیاز اقلیمی و نقشه مسیر خورشید به کمک داده‌های سینوپتیکی کاشان و سپس برداشت‌های میدانی در دانشگاه در روزهای ۲٦ و ۲۵ آذر ۱۳۹۱ و ۲ و ۳ تیر ۱۳۹۲– از جمله گرم‌ترین و سردترین روزهای سال – با استفاده از دستگاه WBGT و دستگاه هواشناسی KESTREL که امکان برداشت داده‌های دما، رطوبت و سرعت باد را فراهم می‌کند و نهایتاً تحلیل داده‌های میدانی به کمک معیارهای آسایش گرمایی فضای باز مانند WBGT, UTCI و WIND CHILL. از دستاوردهای مهم این پژوهش می‌توان به شناسایی نقاط دارای شرایط اقلیمی حاد و ارائه پیشنهادهایی برای طراحی اقلیمی مسیرها اشاره کرد.

کلیدواژه‌ها: مسیرهای دانشگاهی، کیفیت اقلیمی، احساس گرمایی، مسیر باز و نیمه‌باز، دانشگاه کاشان.

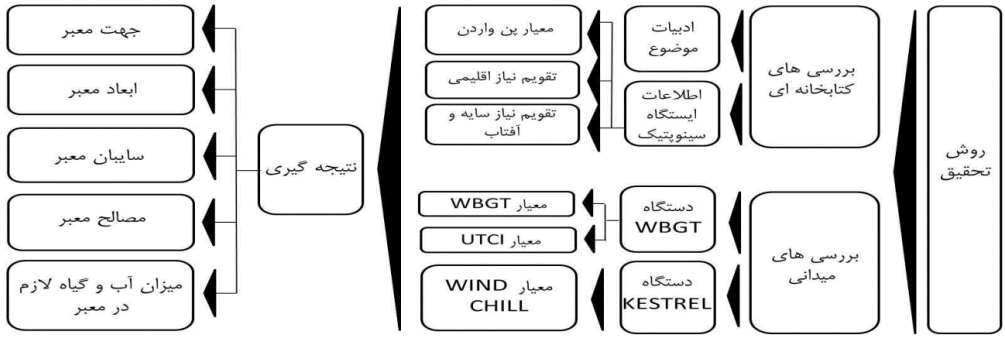
[۱] کارشناس ارشد معماری، دانشکده معماری و هنر، دانشگاه کاشان، استان اصفهان، شهر کاشان (نویسنده مسئول مکاتبات)
E-mail: rezaei.nahideh@yahoo.com
[۲] دانشیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، استان تهران، شهر تهران
E-mail: M58tahbaz@yahoo.com
[۳] این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد ناهیده رضایی با عنوان «طراحی و ارتقای کیفیت اقلیمی– اجتماعی مسیرهای ارتباطی باز و نیمه‌باز پردیس دانشگاه کاشان» به راهنمایی دکتر علی عمرانی‌پور و دکتر منصوره طاهباز و مشاوره دکتر رحمت محمدزاده در دانشکده معماری و هنر دانشگاه کاشان است.

مقدمه

لزوم تنظیم شرایط گرمایی محیط زندگی برای فعالیت‌های انسانی بر هیچ‌کس پوشیده نیست. در این راه کمک گرفتن از انرژی‌های بالقوه طبیعت به مدد معماری همساز با اقلیم، کم‌هزینه‌ترین و منطقی‌ترین شیوه دستیابی به آسایش گرمایی است. با توجه به این‌که زندگی انسان عمدتاً در دو نوع محیط یعنی محیط باز خارج ساختمان و محیط بسته داخل آن سپری می‌شود و این دو محیط از نظر نوع فعالیتی که در آنها صورت می‌گیرد و شرایط گرمایی مورد نیازشان با یکدیگر تفاوت دارند، نحوه تنظیم شرایط گرمایی این دو نیز متفاوت بوده و موکول به راه حل‌های خاص خود است. مضاف بر این‌که شرایط اقلیمی محیط‌های باز تأثیر زیادی در شرایط اقلیمی محیط بسته داخل ساختمان دارد و این مسئله اهمیت تنظیم شرایط گرمایی فضاهای باز را دو چندان می‌کند. لذا توجه به مسئله اقلیم در طراحی فضاهای باز بسیار بیشتر از فضاهای بسته حائز اهمیت است. دلیل این مسئله این است که اگر فضاهای باز متناسب با آب‌وهوا طراحی شده باشند، مدت زمان بیشتری می‌توانند شرایط گرمایی را در وضعیت مطلوب نگهدارند و دانشجویان می‌توانند زمان بیشتری از وقت خود را در این فضاها بگذرانند که این خود در روحیه و سرزندگی افراد و بالطبع در ارتقای بعد اجتماعی تأثیر بسزایی دارد. پژوهش حاضر سعی دارد با توجه به مشکلات اقلیمی در دانشگاه کاشان به‌دلیل شرایط اقلیمی حاد کویری و نیاز به تأمین آسایش اقلیمی با کمک شاخص‌های آسایش در فضای باز، راهکارهایی جهت مطلوب ساختن پیاده راههای دانشگاهی ارائه کند.

روش تحقیق

برای طراحی فضاهای همساز با اقلیم، باید نسبت به وضعیت اقلیمی شناخت کافی به‌دست آورد. در این پژوهش برای دستیابی به ضوابط طراحی اقلیمی مسیرهای مورد مطالعه دانشگاه کاشان از دو روش یعنی استفاده از داده‌های آماری ایستگاه سینوپتیک و برداشت‌های میدانی بهره برده شده است. برداشت داده‌های اقلیمی در روزهای ۲۶ و ۲۵ آذر ماه سال ۱۳۹۱ (۱۳-۱۲ دسامبر ۲۰۱۲) و ۲ و ۳ تیر ماه سال ۱۳۹۲ (۲۲-۲۳ ژوئن ۲۰۱۳) که از جمله گرم‌ترین و سردترین روزهای سال هستند در پردیس دانشگاه و با استفاده از دستگاه WBGT – قادر به اندازه‌گیری درجه حرارت Ta (درجه حرارت هوا) و Tg (درجه حرارت تابشی)، میزان رطوبت و WBGT که یکی از شاخص‌های ارزیابی شرایط گرمایی در ایام گرم است– انجام شد. همچنین سرعت باد و احساس سرمایی باد[1] با استفاده از دستگاه Kestrel ارزیابی گردید. آمار بلندمدت با استفاده از آمار ارائه شده از بدو تأسیس ایستگاه سینوپتیک شهر کاشان تا آخرین آمار موجود در سایت سازمان هواشناسی تهیه گردیده است. در این تحقیق از داده‌های هواشناسی برای ارزیابی و تحلیل درجه حرارت، ترسیم معیار پن واردن، تقویم نیاز اقلیمی و نقشه مسیر خورشید به روش گنبد آسمان استفاده شده و داده‌های ثبت شده توسط دستگاه‌های سیار نیز برای ترسیم و ارزیابی معیارهای WBGT, UTCI و Wind Chill مورد استفاده قرار گرفته است. در قسمت نتیجه‌گیری نیز کلیه ضوابط به‌دست آمده از قسمت‌های قبل با توجه به پنج موضوع اصلی طراحی معابر یعنی جهت معبر، ابعاد و تناسبات در معابر، مصالح و سایبان‌های معابر و آب و گیاه لازم در معبر در کنار هم بررسی گردید و ضوابط نهایی طراحی معابر همساز با اقلیم به‌دست آمد (شکل ۱).



شکل ۱. مراحل تحقیق

منبع: نگارندگان

سوابق تاریخی توجه به پردیس‌های دانشگاهی

در سیر تکاملی مجتمع‌های آموزشی، به‌خصوص در سطوح عالی همواره ترکیب فضاهای بسته با فضاهای باز وجود داشته است. این مهم چه در مجتمع‌های علمی ایران و چه در مراکز علمی سایر کشورها دارای مصادیق متعددی است و چه بسا جستجو برای یافتن مکانی در رد این ادعا مشکل‌تر است. دانشگاه‌های معاصر نیز از این رویه جدا نیستند. پردیس‌های دانشگاهی بزرگ اروپا و امریکا در دو قرن اخیر گواه این مهم هستند. مارتین پیرسه[۲] تاریخ مراکز دانشگاهی در اروپا را از دوره قرون وسطی تا عهد معاصر از نظر سازماندهی معماری به چهار نسل طبقه بندی کرده است: (۱) نسل اول دانشگاه‌هایی مانند پاریس، اکسفورد، کمبریج و بلونیا هستند که همگی درون شهر و به همراه آن توسعه یافته‌اند؛ کریستوفر الکساندر[۳] بیان می‌کند در بسیاری از دانشگاه‌های این نسل همچون کمبریج هویت شهر با دانشگاه در هم تنیده شده و کاربری‌های شهری مانند کافی‌شاپ‌ها و بانک‌ها نیز در دل کاربری‌های آموزشی یافته است. در این شرایط شهر تحت تسلط دانشگاه بوده و زندگی شهر وابسته به دانشگاه است. (۲) نسل دوم دانشگاه‌ها معروف به آجر قرمزها نیز رشدی تدریجی همانند گروه اول داشته و معمولاً در منطقه‌ای از شهر ایجاد می‌شده و تفاوت آنها با نوع اول آمیختگی کمتر با کاربری‌های شهری است. (۳) برخلاف دو نسل قبل (امتزاج شهر و دانشگاه)، نسل سوم دانشگاه‌ها در خارج از شهر به‌صورت پردیس‌های دانشگاهی مستقل از سایر کاربری‌های شهری شکل گرفته‌اند. این شکل‌گیری متأثر از عوامل متعددی بود که نیاز مبرم به رشد مراکز دانشگاهی جدید یکی از آنهاست و درواقع تداعی‌گر نظریه «دهکده‌های آموزشی» جفرسون[۴] است که از نظر مکانی و کارکرد به‌صورت مستقل از شهرها عمل می‌کنند. به‌طور نمونه در مواردی چون ساسکس و آنجلیای شرقی شهرها مستقل از دانشگاه‌ها بوده و به‌عنوان خدمات‌رسان برای آن عمل می‌کنند. (٤) نسل چهارم دانشگاه‌هایی نوپا و با ویژگی‌های جهان‌شمول و عمدتاً دارای تحصیلات تکمیلی است. این نوع نیز مانند نسل سوم، جایی برای رشد در درون بافت‌های شهری نیافته و ناگزیر در خارج از شهرها شکل گرفته است و مانند یک مجموعه مستقل، تمام نیازهای زندگی و تحصیل دانشجویان و حتی استادان و کارکنان را برآورده می‌کند (Pearce, 2001, 13-14). در دانشگاه‌های نوع اول، منظر متأثر از محدودیت‌های معماری بسته است؛ چرا که اول به توسعه آن‌ها اندیشیده شده است و فضای باز چیزی نیست جز

فاصله‌ای برای تأمین نور و تفکیک ساختار و عملکرد آنها از یکدیگر. در دانشگاه‌های نسل سوم و چهارم نسبت فضای باز یا منظر به فضای بسته، بیشتر از گونه‌های اول و دوم است؛ اگرچه همین نیز فضای منفی در مقابل مثبت تلقی شده و منظر آنها در حد تزئین معماری بسته به‌کار رفته و کمتر به رویکرد آموزشی آن فکر شده است (شرقی، ۱۳۹۰، ۵۲). ولی با دقت در سیستم مراکز آموزشی مذهبی در معماری سنتی ایرانی می‌توان توجه به فضای باز را به‌وضوح مشاهده کرد. به‌عنوان نمونه حیاط مرکزی در مدارس سنتی ایران همچون مدرسه سلطان حسین در اصفهان، نیروی عظیمی در ایجاد چنین محیط زنده و سرشار از تعامل انسانی ایجاد نموده و مدرسه را به یک کانون اجتماعی مبدل می‌سازد (سمیع آذر، ۱۳۷۹، ۱۰۴).

میدان تحقیق

- آشنایی با شهر کاشان و سایت مورد مطالعه

کاشان یکی از پنج شهر، شهرستان کاشان واقع در استان اصفهان است که در ۲۳۵ کیلومتری جنوب پایتخت و در ۲۵۰ کیلومتری شمال شهر اصفهان، در مسیر اتوبان قم- اصفهان قرار دارد (شکل ۲). مختصات جغرافیایی آن ۵۱ درجه و ۲۷ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع آن از سطح دریا ۹۵۵ متر است. از نظر تقسیمات اقلیمی کاشان در اقلیم گرم و خشک واقع شده و از مشخصات آن تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد بوده، میزان بارندگی نیز حدود ۱۳۸،٤ میلی‌متر است (مهندسین مشاور نقش جهان پارس، ۱۳۸۹، ۱۲).

- شناخت اجمالی پردیس دانشگاه کاشان

پردیس مرکزی دانشگاه واقع در کیلومتر ٦ بلوار قطب راوندی کاشان است و ۵۳۰ هکتار وسعت دارد. این دانشگاه در حال حاضر ۷ دانشکده، ۳ پژوهشکده و ۳ مرکز پژوهشی دارد: دانشکده‌های علوم، علوم انسانی- اسلامی، مهندسی، معماری و هنر، شیمی و منابع کویری، پژوهشکده‌های علوم و فناوری نانو، اسانس‌های طبیعی و انرژی و مراکز پژوهشی کاشان‌شناسی، فرش و نجوم. هم اکنون دانشگاه کاشان دارای بیش از ۷ هزار دانشجو و قریب به ۱۹۰رشته و ۳۰۰ عضو هیئت علمی است (سایت اینترنتی دانشگاه کاشان) (شکل ۲).

- شناخت محدوده‌های مورد مطالعه در دانشگاه کاشان

برای تحلیل اقلیمی پردیس دانشگاه کاشان، روزهای ۲ و ۳ تیر و ۲٦ و ۲۷ آذر به‌عنوان گرم‌ترین و سردترین روزهای سال برای برداشت اطلاعات انتخاب شد و نقاط به‌صورت چهار بار در روز، صبح و ظهر و عصر و شب برداشت شده‌اند و محدوده‌هاییشامل مسیرهای مشترک و پیاده‌رو انتخاب گردیدند که بیشترین رفت‌وآمد دانشجویان از نظر تعداد و زمان از آنها انجام می‌پذیرد. مسیرها به ترتیب از نقاط ۱ تا ۸ از درب ورودی تا دانشکده معماری، A تا C از نزدیکی دانشکده علوم پایه تا غذاخوری مرکزی، C تا L از غذاخوری مرکزی تا خوابگاه‌ها و C تا H از غذاخوری مرکزی تا مسجد تعریف شده‌اند. در بررسی تعاملات اجتماعی تعداد کاربران و زمان استفاده آنها از فضا مطرح است (گل، ۱۳۹۲، ۷۱). البته محدوده مورد مطالعه، منطقه بزرگی از کل پردیس را دربر می‌گیرد، سایر محدوده‌ها تقریباً خالی بوده و یا به خاطر موقعیت‌شان در سایت، به عبور و مرور تعداد مشخصی از دانشجویان منحصر است. در بررسی محدوده‌ها ویژگی‌های معماری آنها چون جهت، ابعاد، مصالح، عوامل مصنوع و آب و گیاه معبر که در تعیین شرایط خرد اقلیم

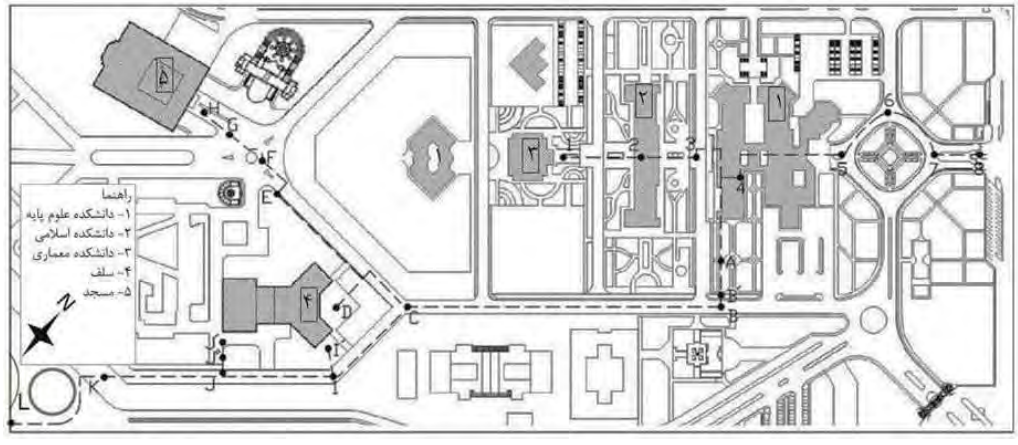
مسیرها نقش دارند، مورد توجه بوده است. محدوده‌های مورد مطالعه در شکل ٤ و مشخصات نقاط در جدول ۱ بیان شده است.

شکل ۲. موقعیت قرارگیری شهر کاشان در استان و شهرستان

منبع: مهندسین مشاور نقش جهان پارس، ۱۳۸۹، ۱۳

شکل ۳. موقعیت دانشگاه نسبت به شهر کاشان

منبع: مهندسین مشاور نقش جهان پارس، ۱۳۸۹



شکل ۴. مسیرها و نقاط برداشت شده در پردیس دانشگاه کاشان

منبع: برداشت از نقشه سایت دانشگاه کاشان

جدول ۱. مشخصات معماری نقاط برداشت شده

	اسم مکان	نقطه ۱	نقطه ۲	نقطه ۳	نقطه ۴	نقطه ۵	نقطه ۶
	عکس مکان						
مشخصات معماری	جهت معبر	شمالی – جنوبی (۱۲ درجه شرقی)	–	شمالی – جنوبی (۱۲ درجه شرقی)	–	شمالی – جنوبی (۱۲ درجه شرقی)	شمالی – جنوبی (۱۲ درجه شرقی)
	ابعاد معبر	۲۰ متر (دو باند با ۱ متر رفوژ وسط)	–	۲۰ متر (دو باند با ۱ متر رفوژ وسط)	–	۲۰ متر (دو باند با ۱ متر رفوژ وسط)	میدان به قطر ۴۰ متر
	مصالح معبر	تایل سیمان	موزاییک	تایل سیمان	موزاییک	تایل سیمان	سنگ روشن با سطح ناصاف
	عوامل مصنوع	–	داخل ساختمان	–	داخل ساختمان	در مجاورت ساختمان علوم پایه	–
	آب و گیاه	فاقد آب گیاه: درختچه شمشاد و درخت سرو	فاقد آب و گیاه	فاقد آب گیاه: درختچه شمشاد و درخت سرو	فاقد آب و گیاه	فاقد آب گیاه: درختچه شمشاد و درخت سرو	دارای حوض آب گیاه: گل و چمن
	اسم مکان	نقطه ۷	نقطه ۸	نقطه A	نقطه B	نقطه B	نقطه C
	عکس مکان						

مشخصات معماری	جهت معبر	شمالی – جنوبی (۱۲ درجه شرقی)	شمالی – جنوبی (۱۲ درجه شرقی)	شرقی- غربی	شمالی – جنوبی (۱۲ درجه شرقی)	شمالی – جنوبی (۱۲ درجه شرقی)	شمالی – جنوبی (۱۲ درجه شرقی)
	ابعاد معبر	میدان به قطر۴۰ متر	۳۰ متر (دو باند با ۱ متر رفوژ وسط)	۷ متر	۲۰ متر (دو باند با ۱ متر رفوژ وسط)	۵ متر	۲۰ متر (دو باند با ۱ متر رفوژ وسط)
	مصالح معبر	آسفالت	آسفالت	بتن روشن	آسفالت	بتن روشن	آسفالت
	عوامل مصنوع	–	سردر	–	–	پرگلا (سایبان گیاهی)	–
	آب و گیاه	دارای حوض آب گیاه: گل و چمن	فاقد آب گیاه: درختچه شمشاد و درخت سرو	فاقد آب گیاه: درختچه شمشاد و درخت سرو	فاقد آب گیاه: درخت کاج و سرو	فاقد آب و گیاه: درخت انگور و گل نارک	فاقد آب گیاه: درخت کاج و سرو
اسم مکان		نقطه D	نقطه E	نقطه F	نقطه G	نقطه H	نقطه I
عکس مکان							
مشخصات معماری	جهت معبر	–	شمال غربی- جنوب شرقی	–	شمال غربی- جنوب شرقی	–	شمال غربی- جنوب شرقی
	ابعاد معبر	۳ متر	۱۲ متر	میدان به قطر ۳۰ متر	۱۲ متر	میدان به قطر ۳۰ متر	۳ متر
	مصالح معبر	سنگفرش	سنگفرش	آسفالت	آسفالت	آسفالت	سنگفرش
	عوامل مصنوع	–	–	–	–	نزدیکی به مسجد	–
	آب و گیاه	فاقد آب گیاه: چمن	فاقد آب گیاه: چمن	فاقد آب گیاه: چمن	فاقد آب گیاه: زیتون تلخ	نزدیکی به حوض آب گیاه: فاقد گیاه	فاقد آب گیاه: درخچه توت و شمشاد، کاج و زیتون تلخ
اسم مکان		نقطه I	نقطه J	نقطه J	نقطه "J	نقطه K	نقطه L
عکس مکان							
مشخصات معماری	جهت معبر	شمال غربی- جنوب شرقی	شمالی – جنوبی (۱۲ درجه شرقی)	شمالی – جنوبی (۱۲ درجه شرقی)	شمالی – جنوبی (۱۲ درجه شرقی)	شمالی – جنوبی (۶ درجه غربی)	شمالی – جنوبی (۶ درجه غربی)
	ابعاد معبر	۲۰ متر (دو باند با ۱ متر رفوژ وسط)	۳۰ متر (دو باند با ۱ متر رفوژ وسط)	۹ متر	۵ متر	۲۰ متر (دو باند با ۱ متر رفوژ وسط)	۲۰ متر (دو باند با ۱ متر رفوژ وسط)
	مصالح معبر	آسفالت	آسفالت	آسفالت	چمن	آسفالت	آسفالت
	عوامل مصنوع	–	–	در مجاورت ساختمان سلف	–	–	–
	آب و گیاه	فاقد آب درخت کاج و سرو	فاقد آب گیاه: درخت کاج و سرو	فاقد آب گیاه: درختچه شمشاد	فاقد آب گیاه: چمن و اکالیپتوس	فاقد آب گیاه: زیتون	فاقد آب گیاه: درخت کاج

منبع: نگارندگان

تحلیل شرایط اقلیمی در دانشگاه

تحلیل سیستم طبیعی شرایط اقلیمی

- معیار پن واردن

الف) معیار پن واردن: در این معیار تأثیر همزمان سه عامل آب‌وهوایی یعنی دمای هوا، سرعت باد و تابش خورشید، تأثیر دو عامل انسانی یعنی نوع فعالیت و لباس در نظر گرفته شده است که دسته‌ای از آن وضعیت آسایش انسان را در سایه و دسته دیگر شرایط آسایش او را در آفتاب به ازای فاکتورهای زیر نمایش می‌دهد (رازجویان، ۱۳۸۸، ۷۰): الف) لباس‌های تابستانی، پاییزی، بهاری و زمستانی؛ ب) دمای خشک هوا (محور قائم)؛ ج) سرعت جست باد موجود در بافت (محور افقی) در ارتفاع عابر پیاده (۲ متر) که این میزان دو برابر سرعت متوسط باد در همان ارتفاع است. میزان سرعت متوسط باد در ارتفاع دلخواه با اعتباری متناسب دقت هنر معماری را می‌توان از طریق رابطه ۱ محاسبه کرد.

رابطه ۱: محاسبه سرعت متوسط باد در ارتفاع عابر پیاده

$$\frac{\overline{V_Z}}{\overline{V}_{Z_{10}}} = \left[\frac{Z}{Z_{10}}\right]^{\alpha}$$

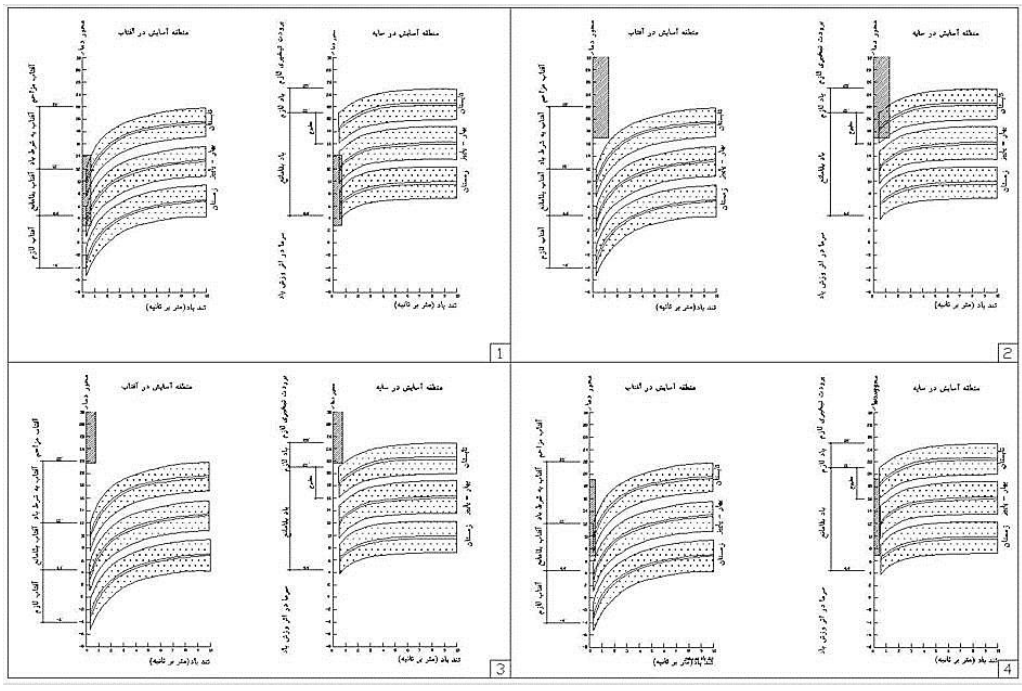
در این رابطه VZ سرعت متوسط باد در ارتفاع مورد نظر بر حسب متر بر ثانیه، VZ_{10} سرعت متوسط باد در ارتفاع دیده‌بانی ایستگاه هواشناسی (ده متر)، Z ارتفاع مورد نظر بر حسب متر و Z_{10} ارتفاع دیده‌بانی ایستگاه هواشناسی (ده متر) است و α عددی است که مقدار آن بستگی به همواری سطح زمین دارد و مقدار آن برای محیط‌های حومه‌ای ۰,۲۵ در نظر گرفته می‌شود (رازجویان ۱۳۷۹، ۱۲).

در ادامه با توجه به این‌که ایستگاه سینوپتیک کاشان نزدیکترین ایستگاه به دانشگاه است از اطلاعات اقلیمی شهر کاشان در دانشگاه نیز استفاده می‌شود. سپس با استفاده از داده‌های ایستگاه سینوپتیک کاشان (۱۹۸۵-۲۰۰۵) مستخرج از سایت آب‌وهواشناسی استان چهار محال و بختیاری- بخش اطلاعات مربوط به سایر استانها- معیار پن واردن برای سایت مورد نظر ترسیم و تحلیل مربوط به اطلاعات استخراج شده بیان می‌شود (جدول ۲ و شکل ۵).

جدول ۲. مقادیر محاسبه شده برای ترسیم نمودار پن واردن

ماه های سال	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
دمای بیشینه	۱۰.۲	۱۳.۴	۱۹	۲۶.۳	۳۱.۸	۳۸.۲	۴۰.۸	۳۹.۹	۳۵.۳	۲۷.۶	۱۸.۹	۱۲.۱
دمای کمینه	-۰.۳	۱.۵	۶.۳	۱۲.۱	۱۶.۹	۲۱.۹	۲۴.۸	۲۳.۳	۱۸.۴	۱۲.۵	۶.۲	۱.۵
متوسط سرعت باد در ارتفاع ۲ متر	۰.۱۵	۰.۳۶	۰.۵۴	۰.۷۴	۰.۶۷	۰.۵۱	۰.۵۱	۰.۵۱	۰.۲۵	۰.۲۵	۰.۲۵	۰.۱۵
میزان جست باد در ارتفاع ۲ متر	۰.۳	۰.۷۲	۱.۰۸	۱.۴۸	۱.۳۲	۱.۰۲	۱.۰۲	۱.۰۲	۰.۵	۰.۵	۰.۵	۰.۳

منبع: داده‌های ایستگاه سینوپتیک کاشان

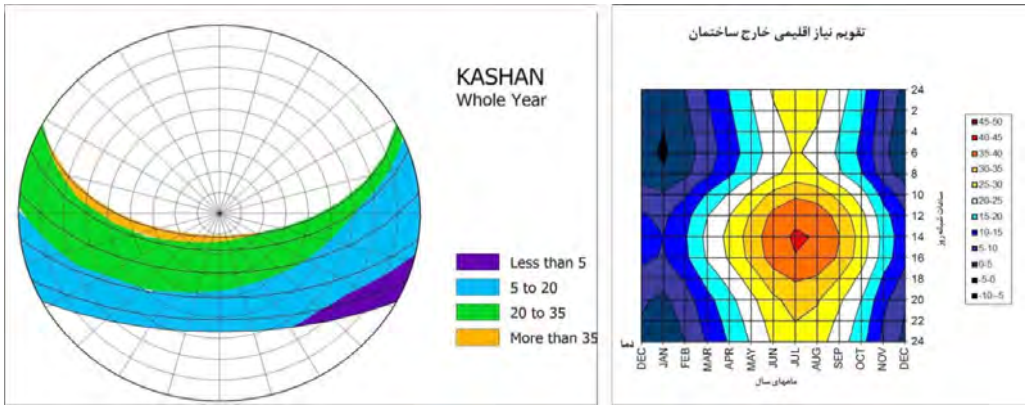


شکل ۵. نمودار پن وارن شهر کاشان: ۱) فصل زمستان، ۲) بهار، ۳) تابستان و ۴) پاییز

منبع: نگارندگان

نمودار پن واردن شهر کاشان نشان می‌دهد که در فصل زمستان در شرایط آفتابی، سحرگاه مطلوب و در بقیه طول روز اندکی گرم است و در شرایط سایه در سحرگاهان در صورت وزش باد سرد و در بقیه اوقات روز مطلوب است. در فصل بهار و تابستان در هر دو شرایط گرم است و برای فصل پاییز در شرایط آفتاب سحرگاهان مطلوب، بقیه روز گرم و در حالت سایه در اکثر مواقع روز مطلوب است.

– **تقویم نیاز اقلیمی**: با کمک معیار پن واردن می‌توان بازه‌های مختلف این تقویم را تحلیل کرد، لذا می‌توان گفت در دمای کمتر از ۵ درجه احتمال وزش باد با سوز سرد وجود دارد. در دمای بالای ۱۵ درجه سرمای هوا آزاردهنده نیست و لباس مناسب فصل برای عابر پیاده مطلوب است. در دمای ۵ تا ۱۵ درجه هوا خنک است و وجود آفتاب مطلوب است. در دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه در صورت وجود سایه هوا مطلوب است. در دمای بیش از ۲۵ درجه علاوه بر سایه و جریان باد هنوز هوا گرم بوده و برودت تبخیری می‌تواند تا حدی به بهبود کیفیت هوا کمک کند. با توجه با این موارد و شکل ٦ که تقویم نیاز اقلیمی خارج ساختمان در شهر کاشان را برای سال‌های ۱۹٦٦ تا ۲۰۱۰ میلادی نشان می‌دهد، می‌توان گفت که در سردترین ایام سال (دسامبر، ژانویه و فوریه)، استفاده از تابش آفتاب ضروری است. در دو ماه از سال (نوامبر و مارس) نیز رسیدن به آسایش در گرو استفاده از تابش آفتاب است. طی سه ماه از سال (آوریل، می و اکتبر) روزها در سایه راحت و شبها اندکی سرد خواهد بود. در گرم‌ترین ایام سال (ژوئیه و سپتامبر) شب‌ها اندکی گرم خواهد بود، ولی در ماه‌های ژوئن و آگوست از ساعت ۲۰ تا ۸:۳۰ شرایط آسایش فراهم است. در روزهای این ایام هوا گرم بوده و باید علاوه بر جریان باد از برودت تبخیری آب نیز استفاده کرد. البته لازم است با کاربرد مصالح با آلبیدوی کم از بازتابش اشیاء گرم شده زیر آفتاب جلوگیری کرده و از تابش معکوس به آسمان سرد شب برای خنک شدن محیط‌های باز حداکثر استفاده انجام شود. در حوالی ظهر ماه ژوئن، ژوئیه و آگوست گرما به بیش از ۳۵ درجه رسیده و طاقت‌فرسا می‌شود. لذا باید از فضاهای خنک سرپوشیده استفاده شود.



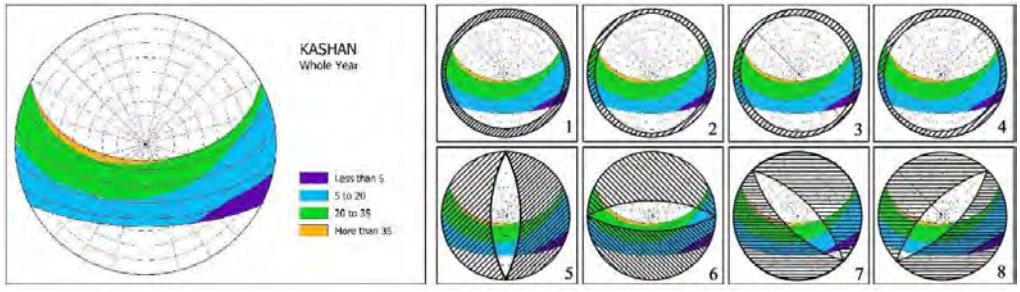
شکل ۶. راست: تقویم نیاز اقلیمی خارج ساختمان؛ چپ: نقشه مسیر خورشید کاشان

منبع: نگارندگان

– **گنبد آسمان و نقشه مسیر خورشید**: در شکل ٦ سمت چپ، نقشه مسیر خورشید برای دانشگاه که دارای عرض جغرافیایی ۳٤ درجه و ۱ دقیقه شمالی است انتخاب گردید. زمان‌های دو ساعت به دو ساعت از روی تقویم نیاز اقلیمی استخراج شده و نقشه مسیر خورشید رسم گردیده است.

روی این نقشه مواقع نیاز به سایه و آفتاب در فضاهای باز یعنی مرز ۲۰ درجه، مرز آسایش، ۵ درجه و دمای زیر ۵ درجه نشان می‌دهد که خصوصاً صبح‌های زمستانی وجود آفتاب برای کاهش اثر سرمایی باد بسیار ضروری است، ترسیم شده است. با توجه به سطح زیاد مواقع نیاز به سایه، اهمیت تأمین سایه در فضاهای باز در این نقشه به‌خوبی مشاهده می‌گردد. مواقع عدم کفایت جریان باد و برودت تبخیری (مرز ۳۵ درجه) نیز ترسیم می‌گردد.

در شکل ۷ نقاب سایه معابر مختلف یعنی (۱) معابر کم‌عمق شمالی- جنوبی، (۲) معابر کم‌عمق شرقی- غربی، (۳) معابر کم‌عمق شمال غربی- جنوب‌غربی، (٤) معابر کم‌عمق شمال شرقی- جنوب‌غربی، (٥) معابر عمیق شمالی- جنوبی، (٦) معابر عمیق شرقی- غربی، (۷) معابر عمیق شمال غربی- جنوب‌غربی و (۸) معابر عمیق شمال شرقی- جنوب‌غربی ترسیم شده است. لازم به ذکر است اکثر معابر دانشگاه همان‌گونه که از جدول ۱ و شکل ٤ پیداست، از نوع معابر کم‌عمق هستند.



شکل ۷. نقاب سایه کوچه‌های کم‌عمق و عمیق بر روی نقشه مسیر خورشید

منبع: نگارندگان

در معابر کم‌عمق (شماره‌های ۱ تا ٤ شکل ۷) محدوده آسمان قابل رؤیت از درون معبر زیاد بوده و معبر در هر جهتی قرار بگیرد در اکثر مواقع روز آفتابگیر است، این حالت برای مواقع سرد بسیار خوب بوده ولی برای مواقع گرم اصلاً مناسب نیست. در معابر عمیق (شماره‌های ۵ تا ۸ شکل ۷) محدوده آسمان قابل رؤیت از درون معبر کم بوده و جهت قرارگیری معبر نسبت به جهات جغرافیایی، عامل اصلی در تعیین میزان آفتابگیر بودن آنهاست.

معابر عمیق شمالی- جنوبی (شماره ۵ از شکل ۷) فقط در ساعات وسط روز آفتابگیر است که این شرایط برای هیچکدام از دو حالت گرم و سرد مناسب نیست. معابر عمیق شرقی- غربی (شماره ٦ از شکل ۷) در مواقع گرم سال در تمام روز آفتابگیر هستند و در مواقع سرد اصلا آفتاب نخواهند داشت. یعنی کاملاً نامناسب.

معابر عمیق شمال شرقی- جنوب‌غربی (شماره ۸ از شکل ۷)، در مواقع گرم صبح‌ها و در مواقع سرد بعدازظهرها آفتابگیر هستند و در معابر عمیق شمال غربی- جنوب‌شرقی برعکس. این حالت نیز به‌طور کامل ایده‌آل نیست. معابر عمیق در هر جهتی، در مواقع گرم حوالی ظهر - گرم‌ترین ساعات روز- آفتابگیر هستند که این نادرست است.

تحلیل برداشت‌های میدانی در فضاهای باز پردیس دانشگاه کاشان

برای تحلیل وضعیت گرمایی در شرایط آب‌وهوایی گرم از نمودار UTCI و WBGT استفاده خواهد شد، برای این امر ابتدا به بیان تحلیل‌های مربوط به اطلاعات مستخرج از نمودار UTCI و سپس تحلیل‌های مربوط به WBGT می‌پردازیم و برای تحلیل وضعیت گرمایی در شرایط آب‌وهوایی سرد

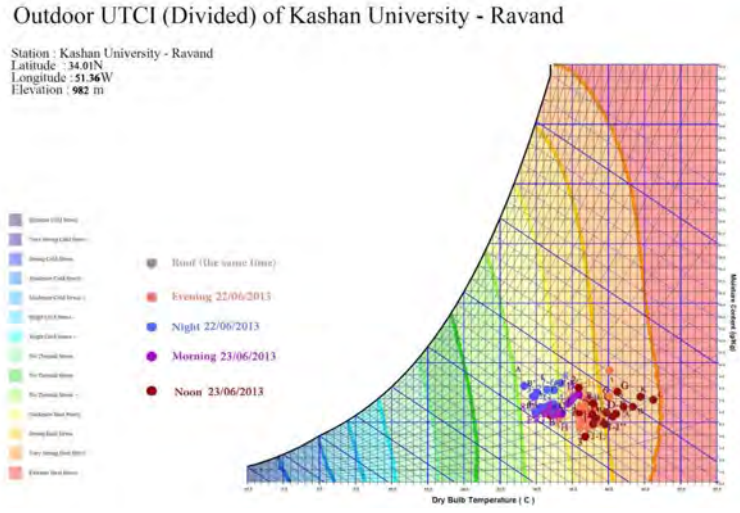
نیز از نمودار UTCI و اطلاعات مستخرج از دستگاه KESTREL استفاده خواهد شد.

- تحلیل‌های مربوط به شرایط گرم

الف) تحلیل‌های مربوط به اطلاعات مستخرج از نمودار UTCI

به منظور تحلیل نتایج داده‌های برداشت شده توسط دستگاه‌های WBGT° از جدیدترین و کامل‌ترین معیار ارزیابی شرایط گرمایی فضاهای باز با نام شاخص جهانی اقلیم گرمایی که معمولاً با حروف اختصاری UTCI شناخته می‌شود، استفاده شده است. در این معیار، ویژگی‌های گرمایی فضاهای باز برای عابران پیاده با لباس مناسب فصل تعیین شده است که دامنه‌ای از شرایط بسیار گرم (استرس گرمایی شدید) تا شرایط بسیار سرد (استرس سرمایی شدید) را پوشش می‌دهد. شاخص جهانی اقلیم گرمایی منطقه‌های گرمایی را به تفکیک روی نمودار سایکرومتریک نشان می‌دهد. مناطق گرمایی روی این نمودار احساس گرمایی عابر پیاده در فضای باز و با لباس مناسب فصل را بیان می‌دارد. رنگ‌های سبز نشان‌دهنده شرایط گرمایی قابل تحمل، رنگ گرم (زرد تا قرمز) شرایط استرس گرمایی و رنگ‌های سرد (آبی تا بنفش) شرایط استرس سرمایی را نشان می‌دهد (طاهباز و همکاران، ۱۳۹۱، ٦٥). وقتی موجودات خونگرم در معرض گرما یا سرما قرار می‌گیرند، به‌طور طبیعی دستگاه تنظیم خودکار بدن به‌کار می‌افتد و با صرف بودجه حرارتی خود، سعی در به تعادل رساندن دمای بدن می‌کند. عرق کردن و لرزیدن دو واکنش کمکی دیگر در جبران گرما یا سرمای مازاد است. ممکن است استرس گرمایی متوسط در صورت ادامه یافتن منجر به بروز حالتی شود که در نتیجه آن، شخص احساس فشار و خستگی فیزیکی می‌کند و دچار سستی می‌شود. کوتاه کردن مدت حضور و نوشیدن نوشیدنی‌های خنک به برطرف کردن این حالت کمک می‌کند. استرس گرمایی شدید، بسیار شدید و بی‌نهایت شرایطی هستند که در صورت طولانی شدن، می‌توانند موجب بروز شوک گرمایی شوند. این حالت به‌سادگی برطرف نمی‌شود و نیاز به اقدامات پزشکی دارد و در صورت نبود امداد به‌موقع، به مرگ منجر خواهد شد. استرس سرمایی نیز به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن، بدن قادر به جبران سردی وارده نیست و در اثر عدم تعادل حرارتی، انسان احساس سرما می‌کند. هرچه به شدت سرما اضافه شود، میزان استرس افزایش می‌یابد. از نظر پزشکی، استرس سرمایی خفیف اثر فیزیکی قابل ملاحظه‌ای روی فرد ندارد. استرس سرمایی متوسط در صورت ادامه، ممکن است در برخی اندام‌ها مثل انگشتان، ایجاد یخزدگی کند و در نهایت موجب مرگ آن اندام شود. استفاده از لباس مناسب و پوشاندن اندام‌های ضعیف، خوردن نوشیدنی‌های گرم و کوتاه کردن مدت حضوراز جمله برطرف کردن این حالت است. استرس سرمایی شدید، بسیار شدید و بی‌نهایت در صورت طولانی شدن، شخص را دچار هیپوترمیا می‌کند که در صورت نرسیدن به موقع امداد پزشکی موجب مرگ می‌شود (Tahbaz, 2011, 104).

با استفاده از نمودار UTCI می‌توان شرایط گرمایی محل را با توجه به بندهای الف تا ج به شرح زیر، تحلیل کرد: الف) مقایسه نقاط مورد نظر از نظر شرایط گرمایی برداشت شده با یکدیگر، یعنی مکان‌هایی که از همه گرم‌تر هستند. یا مکان‌هایی که از همه خنک‌تر هستند. یا مکان‌هایی که از نظر شرایط گرمایی در یک وضعیت مشابه قرار دارند. ب) مقایسه شرایط گرمایی هر نقطه در یک شبانه‌روز و تعیین ویژگی‌های معماری مکان مورد نظر. ج) جمع‌بندی و نتیجه‌گیری از اطلاعات به‌دست آمده. باید روشن شود که چه عوامل معماری موجب بهبود یا بدی شرایط گرمایی شده است و با چه تدابیری می‌توان به اصلاح وضعیت پیاده‌راه‌های دانشگاه رسید (شکل ۸).



شکل ۸. نمودار UTCI در ۲ و ۳ تیر ۱۳۹۲ پردیس دانشگاه کاشان

منبع: نگارندگان

جدول ۳. نقاط هم‌دما و شرایط گرمایی، ۲ و ۳ تیر

مراحل اندازه گیری	نقاط	وضعیت گرمایی
صبح	A-B-C-1	STRONG HEAT STRESS-استرس گرمایی شدید
	بقیه نقاط	MODERATE HEAT STRESS-استرس گرمایی متوسط
ظهر	J-J'-A-B-K-L-G-D-E	VERY STRONG HEAT STRESS-استرس گرمایی بسیار شدید
	B-4	MODERATE HEAT STRESS-استرس گرمایی متوسط
	بقیه نقاط	STRONG HEAT STRESS-استرس گرمایی شدید
عصر	5-1	VERY STRONG HEAT STRESS-استرس گرمایی بسیار شدید
	بقیه نقاط	STRONG HEAT STRESS-استرس گرمایی شدید
شب	8	STRONG HEAT STRESS-استرس گرمایی شدید
	بقیه نقاط	MODERATE HEAT STRESS-استرس گرمایی متوسط

منبع: نگارندگان

با استفاده از نمودار UTCI (شکل ۸) که در تاریخ ۲ و ۳ تیر ماه سال ۱۳۹۲ (۲۲-۲۳ ژوئن ۲۰۱۳)، در پردیس دانشگاه و در نقاط مشخص شده در شکل ٤ تهیه شده است، نقاط هم‌دما و شرایط گرمایی آن در جدول ۳ بیان شده است.

در مورد مقایسه شرایط گرمایی نقاط در تابستان، با توجه به مشخصات معماری نقاطی که در جدول ۱ به آنها اشاره شد و جدول ۳ می‌توان به این نتیجه رسید که نقاطی که مصالح آنها چمن، فضای سبز و یا در نزدیکی محوطه‌های درختکاری و آب بوده‌اند و همچنین نقاطی با مصالحی چون سنگفرش و سایبان، بهترین شرایط گرمایی را ایجاد کرده‌اند ولی معابر با سطوح تیره‌رنگ، آسفالت، بتن و سطوح خاکی دارای بدترین شرایط گرمایی بوده‌اند. در مورد عرض و جهت معبر در نقاط برداشت شده امکان نتیجه‌گیری وجود ندارد، چرا که معابر از همه جهت باز بوده و بدون عمق هستند.

ب) تحلیل‌های مربوط به اطلاعات مستخرج از دستگاه WBGT

دمای تر کروی (WBGT)[۱] شاخصی برای اندازه‌گیری استرس گرمایی است که در طی مطالعاتی که در نیروی دریایی برای ارزیابی تأثیر گرما بر آموزش‌های نظامی انجام پذیرفت، توسعه یافت. این شاخص که به‌طور گسترده توسط سازمان‌های بین‌المللی استفاده می‌شود، تابعی از چهار عامل

دمای خشک، دمای تر، رطوبت نسبی و دمای تر کروی است و برای کارهای رایج با لباس آستین بلند با شلوار بدون بار گرمایی در نظر گرفته می‌شود. دمای تر کروی برای اندازه‌گیری خطر استرس گرمایی خصوصاً درشرایطی که تابش مستقیم آفتاب وجود دارد به‌کار برده می‌شود. این حباب همچنین شامل سه دماسنج است که سه فاکتور مختلف محیطی را اندازه‌گیری می‌کند موسوم به دمای خشک (DB)، دمای تر (WB) و دمای کروی یا دمای تابشی (BG) (Tahbaz, 2011, 100). شاخص WBGT با رابطه ۲ محاسبه می‌شود. ناحیه‌های مختلف گرمایی این معیار در جدول ٤ آمده است.

رابطه ۲: محاسبه شاخص WBGTW BGT index= 0.7 WB+0.2 BG+0.1 DB (Wetglobe, 2008)

جدول ۴. ناحیه‌های گرمایی معیار WBGT

WBGT	زون های گرمایی
۲۰ -۲۵	احتیاط
۲۵ -۳۲	احتیاط بیشتر
۳۲ -۳۹	خطر
بالاتر از ۴۰	خطر بیشتر

منبع: Wetglobe, 2008

داده‌های مستخرج از دستگاه WBGT (شاخص شرایط گرم) برای فصل تابستان در شکل ۹ بیان شده است. وضعیت گرمایی نقاط نیز مطابق جداول ٥ و ٦ آمده است.

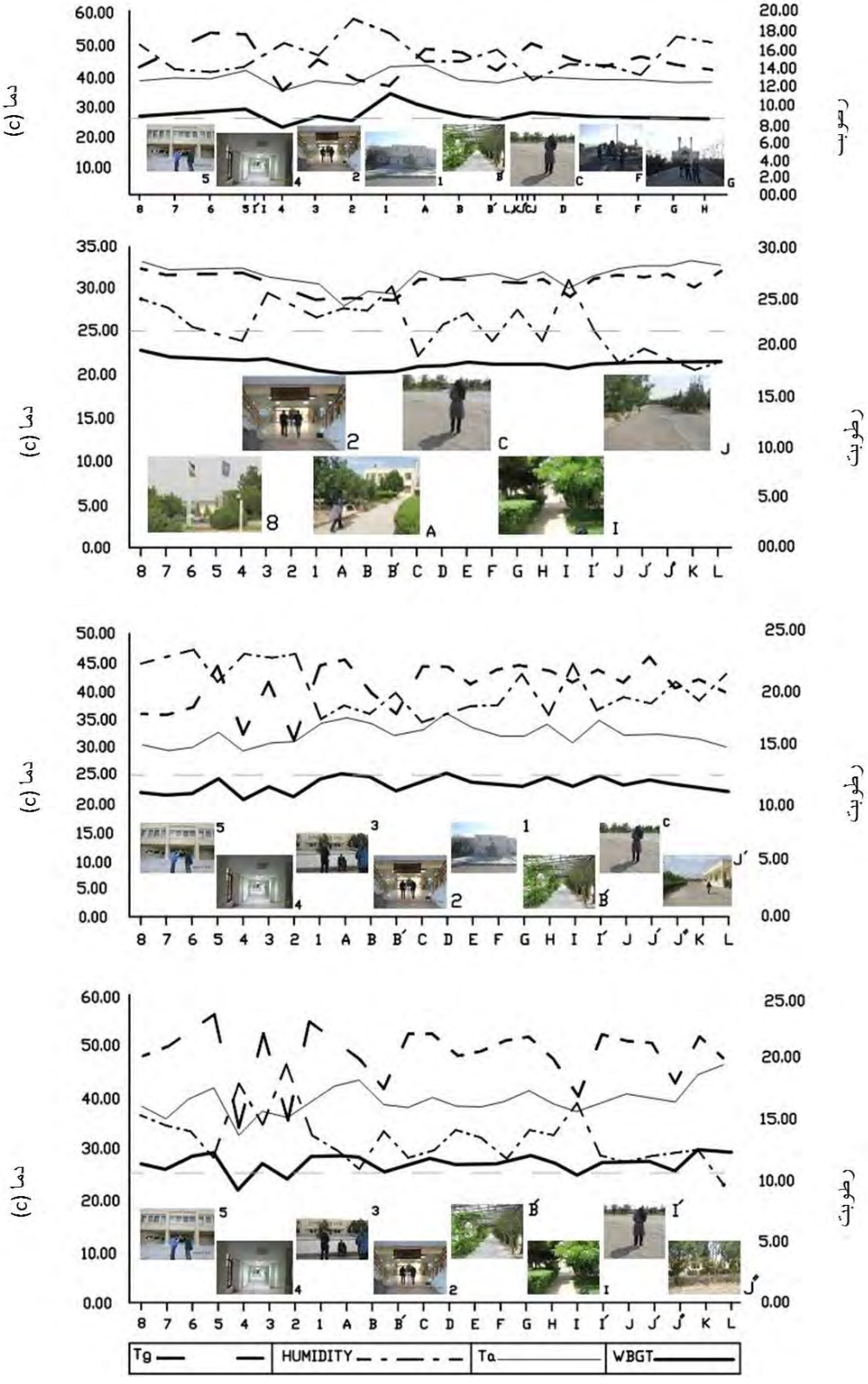
جدول ۵. وضعیت گرمایی نقاط اندازه‌گیری شده به ترتیب از راست به چپ در ۲ و ۳ تیر ۱۳۹۲

مراحل اندازه گیری	Min_Ta	Max_Ta	Min_Tg	Max_Tg	Min_Humity	Max_Humity	Min_WBGT	Max_WBGT	وضعیت گرمایی
	اسم مکان	اسم مکان	اسم مکان	اسم مکان	اسم مکان	اسم مکان	اسم مکان	اسم مکان	
مرحله اول (عصر)	33.30	40.10	33.88	52.22	11.90	52.22	21.76	27.88	بجز نقطه 4، WBGT سایر نقاط بیشتر از 25 است
	نقطه 4	نقطه 5	نقطه 4	نقطه 6	نقطه L	نقطه 6	نقطه 4	نقطه 5	لذا این نقاط در زون «احتیاط بیشتر» هستند
مرحله دوم (شب)	31.18	33.14	30.96	32.30	17.36	25.50	20.36	22.86	همه نقاط دارای WBGT کمتر از 25 و بیشتر از 20
	نقطه D	نقطه 8	نقطه G	نقطه 8	نقطه L	نقطه 3	نقطه 8	نقطه 8	می باشند لذا در زون گرمایی« احتیاط» هستند
مرحله سوم (صبح)	29.20	35.76	30.76	47.34	16.24	23.72	20.64	25.44	همه نقاط دارای WBGT کمتر از 25 و بیشتر از 20
	نقطه 4	نقطه D	نقطه 2	نقطه K	نقطه K	نقطه 6	نقطه 4	نقطه D	می باشند لذا در زون گرمایی« احتیاط» هستند
مرحله چهارم (ظهر)	32.46	41.80	33.98	56.16	11.30	19.38	21.82	30.06	بجز نقطه 4، WBGT سایر نقاط بیشتر از 25 است
	نقطه 4	نقطه 5	نقطه 4	نقطه 5	نقطه L	نقطه 2	نقطه 4	نقطه K	لذا این نقاط در زون «احتیاط بیشتر» هستند

منبع: نگارندگان

همانگونه که از شکل ۹ نیز قابل مشاهده است برخی نقاط دارای بیشترین نوسان در دما و یا رطوبت بوده‌اندکه در جدول ٤ بیان شده و در ادامه سعی خواهد شد وضعیت گرمایی نقاط با توجه به مشخصات معماری آنها توجیه گردد.

با توجه به شکل ۹ که در آن چهار عامل WBGT،Tg،Ta و رطوبت ترسیم شده و بر روی آن نقاط با WBGT بالای ۲۵ که در ناحیه احتیاط بیشتر هستند و توسط خط‌چین کمرنگ نمایش داده شده‌اند و همچنین جدول مشخصات معماری (جدول ۱) می‌توان گفت نقاطی که در آنها از مصالح آسفالت و بتن استفاده شده و یا در محوطه وسیع و بدون سایه بوده‌اند، تشدید نوسانات دمایی در آنها بیشتر بوده است، ولی نقاط با مصالح سبز (گیاهان، درختان و...) و دارای سایه و آب از نظر شرایط گرمایی متعادل هستند. در بخش‌هایی از پردیس نیز که از مصالح روشن و دارای خلل و فرج مثل سنگفرش استفاده شده نوسانات دمایی کاهش پیدا کرده و شرایط گرمایی مناسبی داشته است.



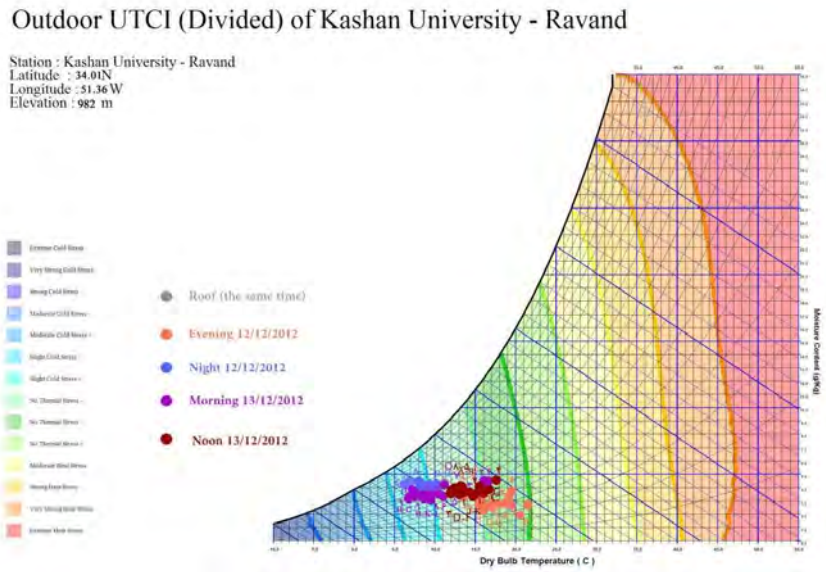
شکل ۹. نوسان مقادیر اندازه‌گیری شده با دستگاه WBGT، به‌ترتیب: عصر، شب، صبح و ظهر ۲ تیر

منبع: نگارندگان

تحلیل‌های مربوط به شرایط آب‌وهوایی سرد

الف) تحلیل‌های مربوط به اطلاعات مستخرج از نمودار UTCI

با استفاده از نمودار UTCI (شکل ۱۰) که در تاریخ ۲۶ و ۲۵ آذر ماه سال ۱۳۹۱ (۱۳-۱۲ دسامبر ۲۰۱۲) در پردیس دانشگاه و در نقاط مشخص شده در شکل ۸ گرفته شده است، نقاط هم‌دما و شرایط گرمایی آن نیز در جدول ٦ بیان شده است.



شکل ۱۰. نمودار UTCI در ۲۵ و ۲۶ آذر ماه سال ۱۳۹۱، پردیس دانشگاه کاشان

منبع: نگارندگان

جدول ۶. نقاط هم‌دما و شرایط گرمایی، ۲۵ و ۲۶ آذر ۱۳۹۱

مراحل اندازه گیری	نقاط	وضعیت گرمایی
صبح	3-4	NO HEAT STRESS-نبود استرس گرمایی
	5-6-7-8	NO HEAT STRESS - -نبود استرس گرمایی
	بقیه نقاط	SLIGHT COLD STRESS+ -استرس سرمایی بسیار کم
ظهر	4-G-C-2	NO HEAT STRESS-نبود استرس گرمایی
	بقیه نقاط	NO HEAT STRESS-نبود استرس گرمایی
عصر	8-H-L-6	NO HEAT STRESS-نبود استرس گرمایی
	بقیه نقاط	NO HEAT STRESS-نبود استرس گرمایی
شب	H-D	NO HEAT STRESS - -نبود استرس گرمایی
	بقیه نقاط	SLIGHT COLD STRESS+ -استرس سرمایی بسیار کم

منبع: نگارندگان

ب) تحلیل‌های مربوط به اطلاعات مستخرج از دستگاه کسترل (Kestrel)

سوز سرمایی در شرایط آب‌وهوایی سرد اندازه‌گیری می‌شود، لذا برای تحلیل شرایط گرمایی در فصل پاییز از دستگاه کسترل استفاده شده است. با توجه به نمودارها و جداول مشخص است که در هیچ نقطه‌ای از پردیس دانشگاه، سوز سرمایی وجود ندارد، چرا که فاکتور WindChill برای

دماهای بالاتر از ۵ درجه سانتی‌گراد و سرعت باد پایین‌تر از ۱٫٤ متر بر ثانیه اتفاق نمی‌افتد (Tah-baz, 2011, 102) (جدول ۷).

جدول ۷. اندازه مقادیر دما و سرعت باد در ۲۵ و ۲۶ آذر با دستگاه KESTREL

نقاط	مراحل اندازه گیری	WS	TA	مراحل اندازه گیری	WS	TA	مراحل اندازه گیری	WS	TA	مراحل اندازه گیری	WS	TA
8		0.58	13.00		0.13	8.25		0.3	9.60		0.24	12.60
7		0.73	13.25		0.76	8.60		0.72	11.75		0.72	13.60
6		0.60	13.85		0.80	8.35		0.58	10.95		0.58	13.25
5		1.11	15.20		0.85			0.5	12.15		0.50	12.00
4		0.40	19.50		0.20	8.15		0.25	16.70		0.25	17.35
3		0.33	15.85		0.14	8.05		0.6	12.45		0.60	11.90
2		0.00	19.13		0.00			0.22	16.10		0.22	15.50
1		0.00	21.60		0.00	9.35		0.75	6.90		0.50	13.00
A		0.20	19.60		0.00	7.02		0.47	9.00		0.62	13.92
B	عصر	0.11	20.68	صبح	0.00	7.46	شب	0.6	8.94	ظهر	0.35	13.48
C		0.92	17.52		0.8	7.62		0.16	7.86		0.20	16.38
D		0.13	16.85		0.62	10.45		0.42	10.60		0.42	12.90
E		0.07	18.78		0.95	10.50		0.75	10.90		0.75	12.00
F		0.15	17.17		1.16	10.00		0.85	10.90		1.10	13.45
G		0.80	16.35		0.5	9.10		1.35	10.20		1.20	13.35
H		0.77	15.75		0.43	9.25		0.5	9.10		0.50	13.15
I		0.75	17.34		0.14	8.02		0	7.32		0.00	12.92
J		0.25	17.72		0.40	7.88		0.33	8.3		0.66	14.72
K		0.14	17.12		0.06	7.78		0.2	9.72		0.32	13.20
L		0.45	15.42		0.39	8.10		0.37	9.16		1.10	17.46

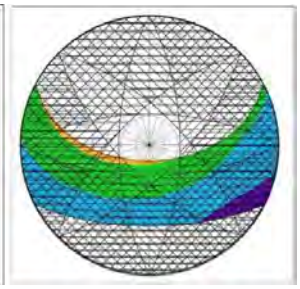
منبع: نگارندگان

راهکارهای طراحی

در این بخش سعی بر آن است تا با استفاده از مطالب بخش‌های قبل به ارائه پیشنهادهایی برای طراحی و یا بهبود معابر دانشگاه با توجه به تشابهات یا تناقضات در قالب شش سوژه اصلی طراحی معبر که عبارتند از جهت معبر، ابعاد و تناسبات در معبر، سایبان‌ها و مصالح به‌کار رفته در معابرو آب و گیاه (طاهباز، ۱۳٦۹، ۱۱) پرداخته شود.

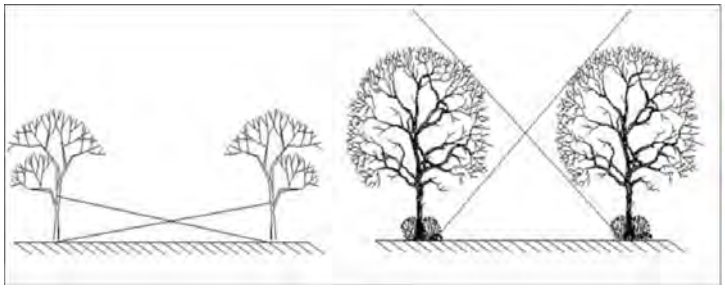
جهت، ابعاد و سایبان معابر: با توجه به آنچه از شکل ٦ نتیجه می‌شود می‌توان بیان داشت که جهت‌گیری در مناطق گرم و خشک با در نظر داشتن آفتاب گرم بعدازظهر تابستان بهتر است در جهت شمال شرقی- جنوب‌غربی باشد، با توجه به وضع موجود معابر دانشگاه روشن است که این مسئله مورد توجه نبوده لذا باید برای طراحی مسیرهای آینده در دانشگاه این نکته مورد توجه قرار گیرد. در مورد ابعاد معابر نیز باید گفت معبر باید در مواقع سرد کم‌عمق باشد تا آفتاب بیشتری داشته باشد و در مواقع گرم عمیق باشد تا سایه بیشتری بگیرد. پس به سایبان متحرکی نیاز است که در مواقع گرم عمق معبر را زیاد کرده و در مواقع سرد برداشته شود همچون درختان (شکل ۱۱ و ۱۲). به‌علاوه درختان خزان‌پذیر می‌توانند سایه لازم در ظهر تابستان را فراهم کنند. بنابراین برای طراحی مسیرهای دانشگاه می‌توان پیشنهادهای زیر را ارائه کرد:

- ارتفاع حصارهای معبر باید از عرض آن کمتر بوده و درختان خزان‌پذیر در آن کاشته شود.
- پیاده‌روهای معبر باید دارای سایبان افقی باشند که این مورد می‌تواند با سایبان ثابت و یا متحرک تأمین شود.



شکل ۱۱. نقاب سایه در جهات مختلف

منبع: نگارندگان



شکل ۱۲: نمونه معابر کم‌عمق که توسط درختان تبدیل به معابر عمیق می‌شوند

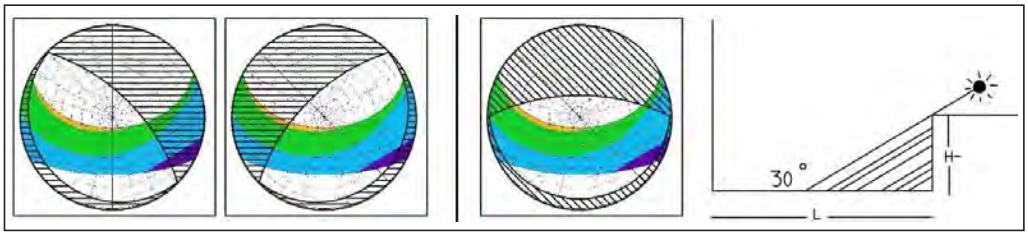
منبع: نگارندگان

- در معابر شرقی- غربی ارتفاع دیوار شمالی می‌تواند بیشتر از عرض معبر باشد، زیرا در عین حال که از نظر جذب گرما و سرما مناسب است، به وضعیت آفتابگیر بودن معبر در مواقع سرد لطمه‌ای وارد نمی‌کند ولی ارتفاع دیوار جنوبی با توجه به همان شکل به‌صورت زیر محاسبه شده و مشخص می‌شود که ارتفاع آن باید کمتر از ۰,٦ عرض معبر باشد (رابطه ۳) (شکل ۱۳ و ۱٤).

رابطه ۳: محاسبه ارتفاع دیوار جنوبی در معابر شرقی- غربی

$$\text{Tan } 30 = H/L \rightarrow 0.6\ L = H$$

- با بررسی نقاب سایه سایر دیوارها در معابر با جهت‌های مختلف روشن می‌شود که در صورت بلند بودن ارتفاع دیوارها در معابر با جهت غیر از شرقی - غربی تا ۳۰ درجه انحراف، امکان آفتابگیری در مواقع سرما در ساعات معینی از روز، مقدور نیست لذا ارتفاع دیوارها باید کمتر از عرض معبر باشد.



شکل ۱۳. نقاب سایه معابر شرقی – غربی و تا ۳۰ درجه انحراف با دیوار بلند شمالی و کوتاه جنوبی نقاب سایه معابر شمال شرقی – جنوب‌غربی و شمال غربی- جنوب‌شرقی با ۳۰ الی ۶۰ درجه انحراف با دیوارهای بلند شمال غربی و شمال شرقی

منبع: نگارندگان

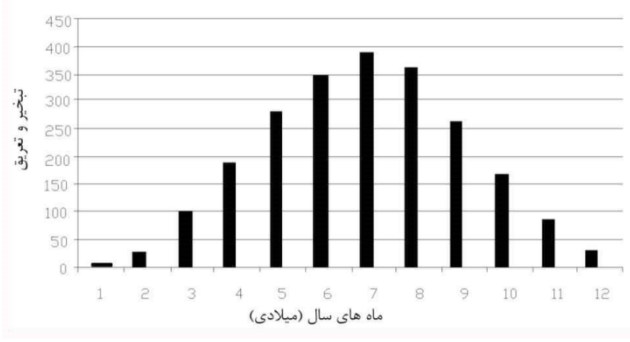
شکل ۱۴. ارتفاع دیوارجنوبی در معابر شرقی- غربی

منبع: نگارندگان

مصالح معبر: برای انتخاب مصالح روکار دیوارها و کف معابر باید توجه داشت، در کلیه سطوح معابر که در مواقع سرد آفتابگیر و در مواقع گرم سایه‌دار باشند می‌توان از مصالح مناسب مواقع سرد استفاده کرد؛ بر عکس در کلیه سطوحی که در مواقع گرم و سرد زیر آفتاب هستند باید از مصالح مناسب مواقع گرم استفاده کرد. در سطوحی که در مواقع گرم و سرد از گرما محروم هستند محدودیتی از نظر انتخاب مصالح روکار در رابطه با تابش وجود ندارد.

- **آب و گیاه لازم:** این مسئله شامل موارد زیر است:

استفاده از برودت تبخیری آب: در بخش تحلیل شرایط اقلیمی و بخش مربوط به رطوبت هوا، معلوم شد که با توجه به معیار پن واردن در مواقع گرمی که وزش باد بتواند هوا را خنک کند، اگر فشار بخار آب کمتر از ۱٤,۰۸ میلی‌متر جیوه و دمای تر کمتر از ۲۰,۲ باشد می‌توان از برودت تبخیری آب برای کاهش دما استفاده کرد. با توجه به آمار مستخرج از دمای کاشان در گرم‌ترین لحظات معمولاً به ۳۵ –۳۷ درجه سانتی‌گراد می‌رسد، لذا در این شرایط می‌توان با استفاده از برودت تبخیری آب، دما را به کمتر از ۲۵ درجه رسانید. برای این منظور به تبخیر حدود ٦ گرم در آب در هر کیلوگرم هوا نیاز است. با توجه به وزن مخصوص هوای خشک که در دمای ۳۰ درجه حدوداً ۱,۱٦۵ کیلوگرم بر متر مکعب است، در مواقع گرم باید تقریبا ۷ گرم آب به هر متر مکعب هوای کاشان افزود. با توجه به کلیموگراف کاشان که توسط آقای عزیزی و همکاران با استفاده از داده‌های هواشناسی کاشان ترسیم شده است (شکل ۱۵)، ظرفیت تبخیر در ماه تیر و مرداد که گرم‌ترین ماه هستند تقریباً ۳٦۸ میلی‌متر یعنی به‌طور متوسط روزانه حدود ۱۲ میلی‌متر آب در هوا است، در واقع در هر متر مربع آب معادل ۱۲۳۰۰ cc =۱۰۰.×۱۰۰×۱/۲ آب در هوا بخار می‌شود. به این ترتیب میزان تبخیر در گرم‌ترین روز سال ۱۲۳۰۰ cc خواهد بود. یعنی هر متر مربع آب در گرم‌ترین لحظات روز ۱۲۳۰ گرم آب در هوا پخش می‌کند، از آنجا که هر متر مکعب هوا در گرم‌ترین لحظه، احتیاج به ۷ گرم بخار آب دارد، این میزان بخار آب برای ۱۷٦= ۷÷۱۲۳۰ متر مکعب هوا کافی است. با فرض این‌که این هوا تا ارتفاع ۳ متر در فضای باز قرار گرفته باشد برای ۵۸,٦= ۳÷۱۷٦ متر مکعب از سطح فضا کافی است. به عبارتی دیگر هر ۵۸,٦ متر مربع سطح فضای باز باید یک متر مربع سطح آب در نظر گرفت. در ادامه سطح آب مورد نیاز جهت نمونه برای پیاده راه بین دانشکده‌های معماری و اسلامی محاسبه شده است.



شکل ۱۵. میزان تبخیر و تعریق در ایستگاه کاشان

منبع: عزیزی، ۱۳۸۸، ۸٦

این پیاده راه به عرض ۱۵ متر و طول ۲۲۵ متر نیاز به ۵۷,٦= ۵۸,٦÷۳۳۷۵ متر مربع سطح آب دارد که می‌تواند شامل نهری به عرض مفید ۵۷,٦ سانتی متر در طول معبر باشد. سطح آب لازم در معبر را می‌توان به هر صورت دیگری که تبخیر یکنواختی در معبر داشته باشد، تنظیم کرد.

تعیین نوع درختان لازم در معابر: منظر سازی با گیاهان خشکی‌پسند یکی از روش‌های طراحی کاشت گیاهان با حداقل نیاز به آبیاری است. در این طراحی، گیاهانی با نیازهای آبی کم و زیبایی منحصر به فرد را با گیاهان سازگار با منطقه آمیخته‌اند که دلیل اهمیت آن به‌خوبی شناخته شده است. در این بخش مهم‌ترین گونه‌هایی که ظرفیت مقاومت به خشکی بالا دارند را معرفی کرده

و پیشنهادهایی برای طراحی فضای سبز دانشگاه ارائه می‌کنیم: بلوط همیشه سبز، کازواریا (دم اسب درختی)، میموز ساقه سیاه (دم اسب درختی)، کهور، زیتون تلخ، داغداغان، اقاقیای معمولی، سروبند، سرو آروزینا، و کاج ایرانی و برای چمن کاری بهتر است از چمن آفریقایی استفاده شود.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، مطالعات انجام شده در مسیرهای باز و نیمه‌باز دانشگاه با انجام مباحث کتابخانه‌ای و برداشت‌های میدانی در پردیس دانشگاه در روزهای ۲۶ و ۲۵ آذر ۱۳۹۱ و ۲ و ۳ تیر ۱۳۹۲- از جمله گرم‌ترین و سردترین روزهای سال- با استفاده از دستگاه WBGT و دستگاه هواشناسی KESTREL و تحلیل داده‌های میدانی با استفاده از معیارهای آسایش گرمایی فضای باز مانند WBGT, UTCI و WIND CHILL انجام پذیرفت. همان‌گونه که از بررسی‌ها نیز مشخص شد مسیرهای این دانشگاه از نظر اقلیمی به‌دلیل قرار گرفتن در منطقه گرم و خشک و طراحی نامناسب، مطلوبیت نداشتند. در بخش پایانی با ارائه راهکارهایی در قالب شش سوژه اصلی طراحی معبر - جهت معبر، ابعاد و تناسبات در معبر و سایبان‌ها و مصالح به‌کار رفته در معابر در پیاده‌روها و آب و گیاه - سعی در بهبود وضع کنونی و طراحی‌های آتی در دانشگاه بوده است. لازم به ذکر است که ضوابط و راهکارها به تفضیل در بخش‌های مربوطه بیان شده‌اند (جدول ۸).

جدول ۸. خلاصه ضوابط و راهکارها درقالب شش سوژه اصلی طراحی معبر

سوژه طراحی	ضوابط و راهکارها	
جهت، ابعاد و سایبان معابر	مناسب‌ترین جهت‌گیری در مناطق گرم و خشک، جهت شمال‌شرقی- جنوب‌غربی است	
	ابعاد معابر در مواقع سرد جهت آفتابگیری باید کم‌عمق بوده و در مواقع گرم به جهت مسئله سایه‌اندازی عمیق باشد (توجه به سایبان متحرک و کاشت درختان خزان‌پذیر)	
	سایبان افقی در پیاده‌روهای معبر مورد توجه است	
	ارتفاع دیوار شمالی نسبت به عرض معبر در معابر شرقی- غربی می‌تواند بیشتر باشد.	
	ارتفاع دیوارها از عرض معبر، در صورت بلند بودن ارتفاع دیوارها در معابر با جهت غیر از شرقی - غربی می‌تواند تا ۳۰٪ کمتر باشد	
مصالح	برای انتخاب مصالح روکار دیوارها و کف معابر باید توجه داشت در کلیه سطوح معابر که در مواقع سرد آفتابگیر و در مواقع گرم سایه‌دار باشند می‌توان از مصالح مناسب مواقع سرد استفاده کرد. برعکس در کلیه سطوحی که در مواقع گرم و سرد زیر آفتاب هستند باید از مصالح مناسب مواقع گرم استفاده کرد. در سطوحی که در مواقع گرم و سرد از گرما محروم هستند محدودیتی از نظر انتخاب مصالح روکار درخصوص تابش وجود ندارد.	
آب	استفاده از برودت تبخیری آب	برای هر ۵۸،۶ متر مربع سطح فضای باز یک متر مربع سطح آب لازم است
گیاه	پیشنهاد کاشت گیاهانی با نیازهای آبی کم و ظرفیت مقاومت به خشکی بالا چون بلوط همیشه سبز و...	

منبع: نگارندگان

تشکر و قدردانی

از راهنمایی‌های ارزشمند آقایان دکتر علی عمرانی‌پور و دکتر رحمت محمدزاده و همچنین همکاری خانم مهندس فاطمه رضوی‌زاده در انجام برداشت‌های میدانی صمیمانه قدردانی می‌کنیم و برای ایشان آرزوی توفیق روزافزون داریم.

پی‌نوشت‌ها

1. Wind Chill
2. Martin Pearce
3. Christopher Alexander
4. Thomas Jefferson

۵. برای ارزیابی آسایش حرارتی در فضاهای باز معیارهای مختلفی وجود دارد که گاهی ممکن است نتایج حاصل از هر یک تفاوت‌هایی داشته باشد. از جمله آنها، می‌توان به معیارهای ارزیابی آسایش در شرایط آب‌وهوایی گرم چون WBGT، DI، HI، TSI، معیارهای ارزیابی آسایش در شرایط آب‌وهوایی سرد مانند WCET و معیارهای ارزیابی هر دو شرایط آب‌وهوایی سرد و گرم از جمله PET، THI، PT و UTCI اشاره کرد. این معیارها در کشورهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند و هنوز تأیید قطعی برای ارجحیت آنها بر یکدیگر به‌دست نیامده است. تشخیص مناسب‌ترین معیار برای بررسی منطقه مورد مطالعه نیز بستگی به شرایط خاص اقلیمی آن محل و مطالعات مربوطه دارد (Tahbaz, 2011, 108).

6. Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)

فهرست منابع

- رازجویان، محمود (۱۳۷۹) *آسایش در پناه باد*، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- رازجویان، محمود (۱۳۸۸) *آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم*، مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی. تهران
- سمیع آذر، علیرضا (۱۳۷۹) «مفهوم و کارکرد فضای باز در مدارس سنتی و جدید»، *مجله صفه*، سال دهم، شماره سی و یکم، صص. ۹۸-۱۱۱.
- شرقی، علی (۱۳۹۰) «تأثیر کیفیت منظر پردیس دانشگاهی بر کاربر آموزشی آن»، *باغ نظر*، سال هشتم، شماره ۱۸، صص. ۵۱-۶۲.
- طاهباز، منصوره (۱۳۶۹) *آسایش در فضاهای باز و معابر*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده معماری و شهرسازی. دانشگاه شهید بهشتی. تهران.
- طاهباز، منصوره؛ جلیلیان شهربانو و موسوی فاطمه (۱۳۹۱)«آموزه‌هایی از معماری اقلیمی گذرهای کاشان»، *نشریه مطالعات معماری ایران*، شماره ۱، صص. ۵۹-۸۳.
- عزیزی، قاسم؛ حنفی علی و سلطانی محسن (۱۳۸۸) «برآورد تبخیر و تعریق ظرفیت از طریق رگرسیون چندمتغیره در استان اصفهان»، *فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا*، شماره ۱۱، صص. ۷۷-۹۲.
- گل، یان (۱۳۹۲) *شهر انسانی*، ترجمه علی غفاری و لیلا غفاری، مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- مهندسین مشاور نقش جهان- پارس (۱۳۸۹) *طرح جامع شهر کاشان*، جلد دوم؛ مطالعات منطقه‌ای و حوزه نفوذ، سازمان مسکن و شهرسازی استان اصفهان.
- سایت آب‌وهواشناسی چهارمحال و بختیاری: www.chaharmahalmet.ir/iranarchive.asp, Accessed June 06, 2013
- وب‌سایت اینترنتی دانشگاه کاشان: www.kashanu.ac.ir,Accessed Mar20, 2014

- Pearce, M. (2001) *University Builders,* Wiley-Academy Press Publisher, 1th edition, Lincolnshire, United Kingdom.
- Tahbaz. M. (2011) "Psychrometric chart as a basis for outdoor thermal analysis", *International Journal of Architectural Engineering & Urban Planning,* Vol. 21(2), pp. 95-109.
- Wetglobe.com (2008) *Wet Bulb Globe Temperature Kit, Sigma, Products*, Available at: http://www.wetglobe.com/index.htm