

## راهکارهای طراحی اقلیمی معابر فضای باز (مطالعه موردی: پیاده راه‌های دانشگاه کاشان)

مهندس محمد امین اسلامی\*، مهندس احمد نوذری فردوسیہ\*\*، دکتر منصوره طاهباز\*\*\*

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۱۱/۲۱، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۳/۱۲/۱۸



### چکیده

فضاهای باز و معابر عرصه‌هایی هستند که زندگی جمعی در آنها جریان دارد، از این رو ایجاد آسایش گرمایی در این فضاها به‌ویژه در اقلیم‌های گرمسیری حایز اهمیت است. در این پژوهش فضاهای باز و پیاده راه‌های دانشگاه کاشان به عنوان نمونه موردی در اوج گرمای تابستان و سرمای زمستان با هدف ارزیابی شرایط گرمایی آن و شناسایی مؤلفه‌های مؤثر در ایجاد خرد اقلیم مناسب و ارائه یک چهارچوب کلی برای ساماندهی معابر فضای باز بررسی می‌شوند. بعد از انجام برداشت‌های میدانی توسط دستگاه‌های هواشناسی، شرایط آب و هوایی نقاط مختلف مسیر، مقایسه و به کمک شاخص جهانی اقلیم گرمایی، وضعیت گرمایی نقاط روی نمودار سایکرومتریک تحلیل گردید. نتایج، بیانگر وضعیت گرمایی مسیر می‌باشد و همچنین نیازهای هر نقطه برای رسیدن به شرایط مطلوب را تعیین می‌نماید. در نهایت از طریق مقایسه مسیر با گذرها و معابر اقلیمی بافت تاریخی شهر، راهکارهای مناسب برای ساماندهی هرچه بهتر فضای باز ارائه شد.

### واژه‌های کلیدی

طراحی فضای باز، دمای تابشی محیط، شاخص جهانی اقلیم گرمایی، پیاده راه، آسایش گرمایی فضای باز

Email: M.amin.eslami@gmail.com

\* دانشجوی کارشناسی ارشد معماری دانشگاه کاشان. (مسئول مکاتبات)

\*\* دانشجوی کارشناسی ارشد معماری دانشگاه کاشان.

\*\*\* دانشیار دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی تهران ایران.

## مقدمه

کاشان یکی از شهرهایی است که علی رغم اقلیم نامناسب و خشن خود از دیرباز جایگاه مردمانی بوده است که با تکیه بر دانش معماری خود آنجا را به مکانی مناسب برای یک‌جانشینی تبدیل کرده‌اند. سابقه طولانی زندگی در این شهر نشان می‌دهد که مردم آن با استفاده از شیوه‌های معماری، خرد اقلیم مناسبی برای زندگی فراهم آورده‌اند که نه تنها شرایط آسایش را برای فضاهای بسته شهر مهیا نموده‌اند، بلکه در فضاهای باز نیز شرایط مناسبی را چه در تابستان گرم و خشک و چه در زمستان سرد فراهم کرده‌اند. معماران گذشته، فضاهای باز شهرها همچون خیابان، کوچه، معبر و گذر را جزئی از فضای زندگی می‌دانستند و سعی داشتند که شرایطی را ایجاد کنند تا رهگذران در این مسیرها در شرایط آسایش قرار داشته باشند. از میان انبوه کاربری‌های شهری، دانشگاه‌ها مکان‌هایی هستند که طراحی فضای باز و مسیرهای عبوری در آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ مسیرهای عبور بین دانشکده‌ها، خوابگاه‌ها، فضاهای خدماتی و فضاهای مکث جزئی از فضای بازی به شمار می‌آیند که آسایش اقلیمی دانشجویان در آنها حائز اهمیت می‌شود. در مقاله حاضر با توجه به اهمیت طراحی فضاهای باز در این مکان، با طرح پرسش‌های زیر به ارائه راهکارهای مناسب برای ساماندهی معابر موجود پرداخته شد.

– شاخص‌های آسایش گرمایی فضای باز چگونه می‌تواند به طراحی پیاده‌راه‌های بهتر کمک کند؟

– آیا می‌توان به کمک برداشت‌های میدانی وضعیت گرمایی پیاده‌راه‌ها را تعیین کرد؟

– در طراحی فضاهای باز چه راهکارهایی برای ایجاد آسایش گرمایی باید مد نظر قرار گیرد؟

بی‌شک بدون شناخت یک پدیده امکان مداخله در راستای بهبود آن میسر نخواهد بود. بر این اساس ارائه هرگونه راهکاری در جهت برون رفت از نابسامانی معماری و شهرسازی تنها از طریق شناخت وضع فعلی و تطابق آن با چشم‌انداز آینده ممکن خواهد شد. برای این امر باید تلاش کرد تا با شناسایی وضع فعلی معماری و شهرسازی به چرایی روی دهی این وضع پرداخت و با دیدی راهبردی امکان مداخلات مطلوب در ساختار شهر و معماری را فراهم نمود تا به برون رفت از وضع موجود منجر شود (حبیب و همکاران، ۱۳۸۷، ۱۵). بر این اساس مطالعه در سه مرحله صورت گرفت. در بخش نخست در جهت شناخت وضع موجود، متغیرهای اقلیمی از طریق برداشت میدانی استخراج شد. سپس رابطه بین متغیرها تحلیل گردید و در نهایت با مقایسه آنها با معماری بومی منطقه، پیشنهادهای برای ایجاد آسایش اقلیمی در فضای باز ارائه شد.

## پیشینه تحقیق

در سال‌های اخیر با افزایش توجه به طراحی پایدار و لزوم حفظ انرژی مطالب بسیاری در مورد طراحی نامناسب ساختمان‌ها و فضاهای باز اطراف آن از نظر اقلیمی نوشته شده است. از جمله پژوهش‌هایی که به‌طور خاص در مورد آسایش اقلیمی فضای باز انجام شده است، می‌توان به مقاله‌های «طراحی سایبان در فضای باز» (طاهباز، ۱۳۸۶) و «آموزه‌هایی از معماری اقلیمی گذرهای کاشان» (طاهباز، جلیلیان، و موسوی ۱۳۹۱) اشاره نمود. نویسنده در پژوهش اول به بررسی چگونگی طراحی سایبان مناسب برای طول سال در فضای باز می‌پردازد و در مقاله دوم گذرهای موجود در بافت قدیم کاشان را از نظر شرایط گرمایی و احساس آسایش اقلیمی با اقلیم کلان شهر مقایسه می‌کند و بر این باور است که معماری خاص گذرهای سرپوشیده بهترین تطابق را با نیازهای گرمایی انسان دارند و امکان زندگی و اقامت طولانی مدت را علی رغم شرایط حاد اقلیمی فراهم کرده است. همچنین ایشان در مقاله دیگری تحت عنوان «Psychrometric Chart As A Basis For Outdoor Thermal Analysis» به معرفی شاخص‌ها و معیارهای آسایش حرارتی که طراحان باید در طراحی خود در فضاهای باز عمومی به آن توجه داشته باشند، می‌پردازد؛ از جمله این معیارها می‌توان به معیارهای WBGT و UCI و WCET اشاره نمود. «تأثیر ضریب دید به آسمان در آسایش حرارت کاربران فضای باز شهری» (بهزادفر و منعم پور، ۱۳۸۹) عنوان دیگر مقاله‌ای است که به پژوهش درباره نسبت میزان گشایش دید به آسمان و مقدار آسایش حرارتی انسان می‌پردازد.

## روش تحقیق

در این مقاله از روش تحقیق تحلیلی-توصیفی (تجربی) استفاده شده است که داده‌های مورد نیاز از روش برداشت میدانی به‌دست آمده است. انجام برداشت‌های میدانی می‌تواند در هر زمانی از سال صورت گیرد، اما با توجه به محدودیت‌های موجود در فراهم کردن داده‌های میدانی طولانی مدت و با توجه به این حقیقت که معمولاً در اوج گرمای تابستان و اوج سرمای زمستان که بیشترین فاصله از شرایط آسایش وجود دارد، حادترین شرایط آب و هوایی اتفاق می‌افتد. گردآوری داده‌ها موکول به روزهای بسیار گرم و بسیار سرد سال گردید، به همین دلیل روزهای ۲۱ تیر و ۲۲ و ۲۳ آذرماه به عنوان روزهای برداشت انتخاب گردیده است.

در تحقیق میدانی، از مسیرهای موجود در دانشگاه، مسیر پرتردد دانشجویان از در ورودی دانشگاه تا خوابگاه پسران انتخاب و برداشت داده‌های اقلیمی توسط دستگاه‌های هواشناسی سیار که قادر به

شروع و پس از پیمودن دانشکده‌های علوم (نقطه E) و اسلامی (نقطه G) و همچنین گذر از کنار دانشکده معماری و مهندسی به سمت سلف و از آنجا به مسجد دانشگاه (نقطه P) رفته و به خوابگاه پسران (نقطه T) ختم می‌شود. این مسیر به عنوان یک مسیر پر تردد که دانشجویان از آن عبور می‌کنند در نظر گرفته شده است.

مسیرها و مکان‌های انتخابی در دانشگاه کاشان برای برداشت‌های میدانی در گرم‌ترین روزهای تابستان یعنی ۱ و ۲ تیرماه ۹۲ و سردترین روزهای زمستان یعنی ۲۲ و ۲۳ آذر ۹۱ شامل مسیر انتخابی از در ورودی شماره ۲ تا در خوابگاه پسران می‌باشد. در این مسیر نقاطی که حائز اهمیت خاصی بوده‌اند نظیر نقاط مکث و یا پرتردد به عنوان مکان برداشت اطلاعات انتخاب شدند. همان‌طور که در تصویر دیده می‌شود بیست مکان خاص برای برداشت داده‌ها مشخص شده‌اند. (شکل ۱)

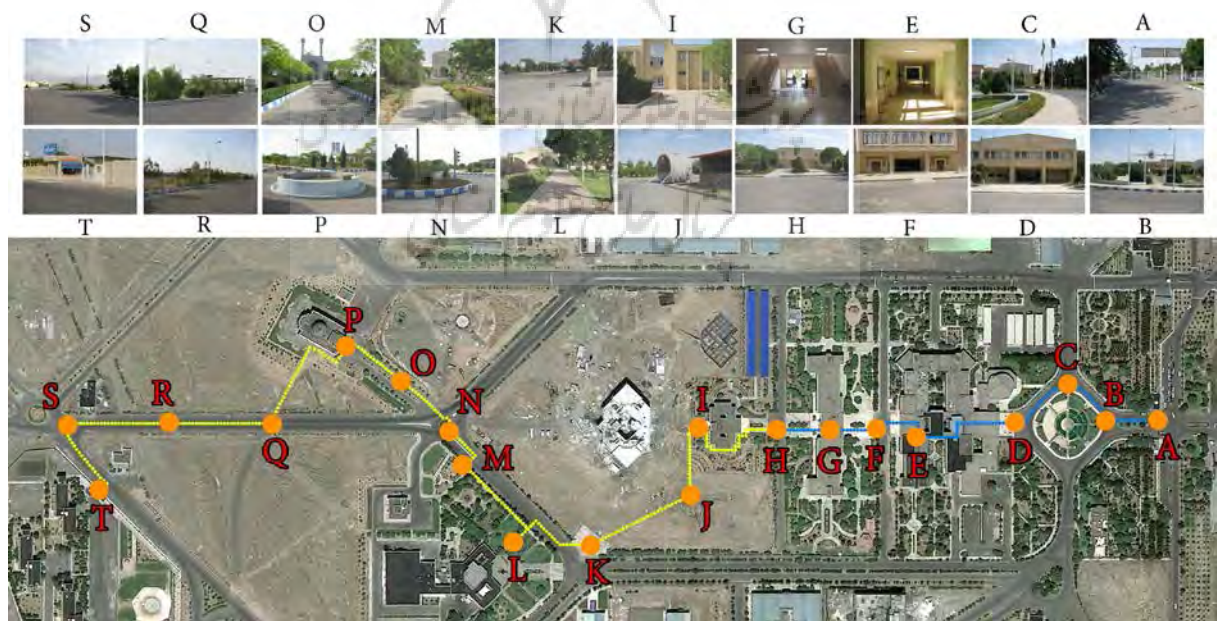
### ۱ ابزارهای اندازه‌گیری

برای گردآوری اطلاعات از روش میدانی و از ابزارهای هواشناسی مخصوص استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به دستگاه‌های هواشناسی کِستِرِل و دماسنجِ تِرِ کروی اشاره نمود. (شکل ۲) دستگاه کِستِرِل<sup>۴</sup> که یک دستگاه سیار و کم حجم که قابلیت برداشت مجموعه‌ای از داده‌های هواشناسی به جز تابش و نور را دارد (طاهباز و همکاران، ۱۳۹۱، ۶۳). این دستگاه علی‌رغم کوچکی، سبکی و سهولت

اندازه‌گیری درجه حرارت، میزان رطوبت، تابش و سرعت باد هستند در طول این مسیر انجام و وضعیت خرد اقلیم نقاط مختلف مسیرها برداشت گردید. برداشت میدانی در چهار مرحله صورت گرفت: عصر و شب روز اول و صبح و ظهر روز دوم. با انتقال اطلاعات به دست آمده در جداول مربوطه و همچنین مشخص کردن آنها روی نمودارهای UTCI و نمودار رفتار آب و هوایی وضعیت خرد اقلیم هر نقطه مشخص گردیده نیازهای لازم جهت ایجاد آسایش در مسیر مشخص گردید. سپس با مقایسه مسیر با بافت تاریخی شهر سعی در استفاده از شگردها و شیوه‌های معماری بومی، به شیوه‌ای جدید و نوین برای بهبود شرایط گرمایی و ایجاد مسیری مناسب برای دانشجویان ارائه گردید.

### ۱۱ محل و زمان تمقیق

شهرستان کاشان یکی از شهرستان‌های قدیمی استان اصفهان است، که دارای تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد است که شدت گرما در تابستان گاه به ۴۷ درجه و شدت سرما در زمستان گاه به ۱۰- درجه نیز می‌رسد. کاشان با بارندگی سالانه حدود ۱۵۰ میلی‌متر، جزو کم باران ترین و یکی از خشک ترین شهرهای ایران محسوب می‌شود (طاهباز و همکاران، ۱۳۹۱، ۶۱). تحقیق حاضر در مورد یکی از مسیرهای موجود در دانشگاه سراسری کاشان - در نزدیکی منطقه راوند و در فاصله ۸ کیلومتری از شهر کاشان - می‌باشد که از در ورودی دانشگاه (نقطه A)



شکل ۱. مسیر انتخابی در دانشگاه کاشان برای برداشت میدانی (Source: Google Earth, 2012)

## روش برداشت و تحلیل اطلاعات

همان طور که قبلاً ذکر شد برداشت اطلاعات در طی مسیر انتخابی به وسیله دستگاه‌های هواشناسی سیار انجام شده است و اطلاعات هر نقطه به طور مجزا در جداول مخصوص وارد شده است. جدول ۱ نمونه‌ای از اطلاعات ثبت شده در یک مرحله (عصر روز اول) را برای نقطه A نشان می‌دهد. این جدول حاوی اطلاعاتی همچون مرحله اندازه‌گیری، شرایط جوی، ساعت ورود و خروج به نقطه، اطلاعات به دست آمده از دستگاه کستریل و اطلاعات استخراج شده از دماسنج کروی است.

برای بالا بردن دقت اندازه‌گیری، در هر نقطه، مقادیر  $Tg^v$ ،  $Ta^e$ ، رطوبت<sup>۵</sup>، WBGT، بعد از مدتی مکث برای تثبیت شرایط دستگاه، اعداد آن چند بار ثبت شده و از میانگین آنها به عنوان معیار سنجش داده‌ها استفاده شده است. اطلاعات میانگین، برای چهار مرحله ظهر، صبح، عصر و شب در قالب جدول ۲ به شکل زیر برای نقطه A مشخص گردیده است، که بیانگر شرایط محیطی آن نقطه در مراحل مختلف یک شبانه روز است. سپس اطلاعات به دست آمده نقاط برای هر مرحله به صورت مجزا بر روی نمودار رفتار آب و هوایی مشخص گردید تا شرایط آب و هوایی برای عابر در طی مسیر مشخص شود. شکل ۳ رفتار آب و هوایی مسیر را در ظهر روز دوم اندازه‌گیری نشان می‌دهد.

به منظور تحلیل نتایج داده‌ها از معیار ارزیابی شرایط گرمایی فضای باز با نام شاخص جهانی اقلیم گرمایی UTCI استفاده شده است. در این معیار، ویژگی‌های گرمایی فضاهای باز برای

استفاده، از کارایی، دقت و اعتبار لازم برای انجام برداشت میدانی در فضای باز برخوردار می‌باشد.

دماسنج تر کروی<sup>۵</sup> ابزار اندازه‌گیری است که قابلیت برداشت دمای تابشی و دمای هوا و رطوبت هوا را دارد. استفاده از این ابزار به دلیل قابلیت تعیین تأثیرات تابشی محیط در ایام گرم و سرد سال و در روزهای آفتابی بسیار مهم است و شاخص‌های زیر از آن برداشت می‌شود:

WBGT (معیار شدت گرمایی) نشان می‌دهد زمانی که رطوبت با دما، جریان هوا و تابش مستقیم خورشید ترکیب شود، چه مقدار گرما احساس می‌شود.

TG (دمای کره سیاه) که تأثیر اشعه مستقیم خورشید روی سطح در معرض تابش را نشان می‌دهد.

TA (دمای هوا) که دمای هوای محیط را نشان می‌دهد.

رطوبت نسبی که میزان رطوبت هوا را نشان می‌دهد.



شکل ۲. ابزارهای اندازه‌گیری  
(Source: Encvo, 2013; Kestrel, 2013)

جدول ۱. اطلاعات ثبت شده در یک مرحله برای نقطه A

عصر روز چهارشنبه 22 آذر 1391					نقطه A	مرحله اول اندازه‌گیری
باد	رطوبت	دما	ساعت	ورود		
0.9	25.9	20.6	15:19	ورود	مرحله اندازه‌گیری	
0.4	25.2	19.9	15:24	خروج		
WBGT	%	TG	TA		مرحله دوم اندازه‌گیری	
16.4	21.8	26.5	24.2	۱		
12.9	16.5	30.8	17.7	۲		
13.6	18.2	30.7	19.5	۳		
14	17.5	29.8	19	۴		
13.7	17.8	30.6	18.9	۵		
14.12	18.36	29.68	19.86	میانگین	شرایط جوی	

اطلاعات دستگاه کستریل

اطلاعات دماسنج کروی

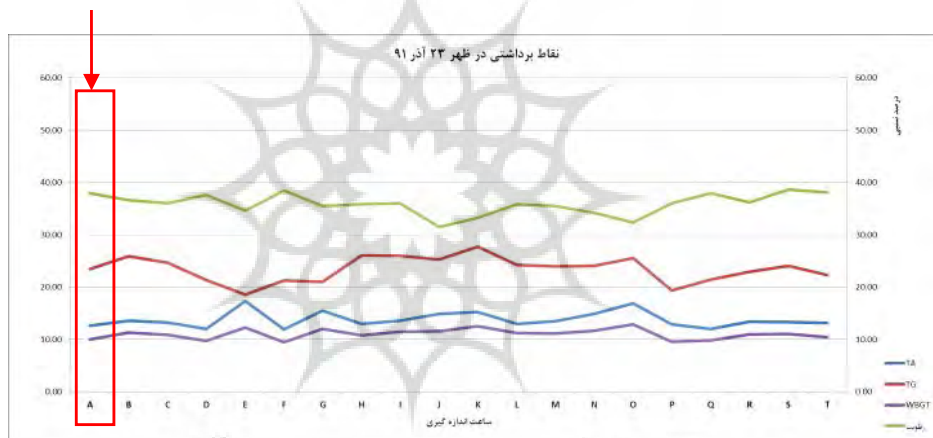
و زمستان بر اساس شاخص UTCI روی نمودار سایکرومتریک مشخص گردیده است. به طور مثال در ظهر روز ۲۰۱۳/۶/۲۳ شرایط نقطه A در محدوده استرس گرمایی بسیار شدید و در صبح روز ۲۰۱۲/۱۲/۱۳ در محدوده استرس گرمایی خفیف قرار دارد. (شکل ۴) همچنین معیار فاکتور سرمایی (WCET) نیز می‌تواند در احساس شرایط سرمایی در زمستان تأثیرگذار باشد. سوز سرما دمای حقیقی<sup>۱۱</sup> است که روی پوست در معرض باد احساس می‌شود. این معیار که اغلب فاکتور سرمایی نامیده می‌شود به دلیل تأثیر باد، دمایی پایین‌تر از دمای محیط دارد.

فاکتور سرمایی در شرایطی محاسبه می‌شود که سرعت باد از m/s ۱/۴ بیشتر باشد و همچنین دما از ۵ C° پایین‌تر باشد. محدوده قابل قبول باد در محاسبه فاکتور سرمایی بین m/s ۱/۴ و ۵ m/s و بالاترین ۱۰ تندباد ناگهانی می‌باشد که به ترتیب برای پایین‌ترین و بالاترین

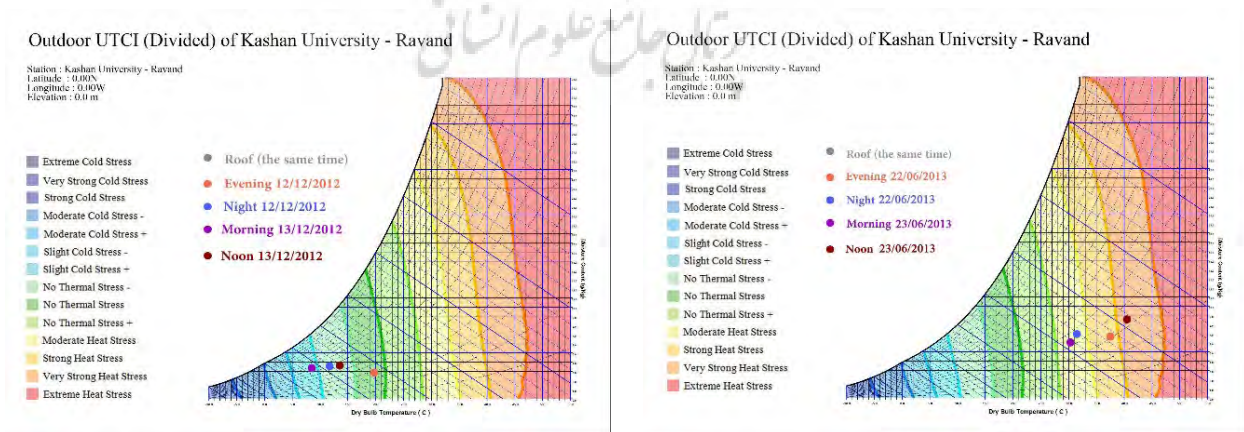
جدول ۲. اطلاعات میانگین برای چهار مرحله در نقطه A (آذر ۹۱)

WBGT	رطوبت	TG	TA	□
8.20	36.45	11.85	13.00	عصر
5.55	58.15	6.85	8.25	شب
6.80	41.15	14.15	9.60	صبح
10.00	37.95	23.45	12.60	ظهر

عابران پیاده با لباس مناسب فصل تعیین شده است که دامنه‌ای از شرایط بسیار گرم<sup>۹</sup> (استرس گرمایی شدید) تا شرایط بسیار سرد<sup>۱۰</sup> (استرس سرمایی شدید) را پوشش می‌دهد (Brode, 2010). چهار مرحله برداشت برای یک نقطه در دو فصل از سال تابستان



شکل ۳. نمودار رفتار آب و هوایی برای مسیر در ظهر ۲۳ آذر ماه ۹۱



شکل ۴. چهار مرحله برداشت برای یک نقطه در دو فصل از سال تابستان و زمستان بر اساس شاخص UTCI.

جدول ۳. محدوده دمایی فاکتور سرمایی برای سرعت‌های قابل قبول باد (Source: Tahbaz, 2011, 102)

WECT (فاکتور سرمایی)	احساس دمایی	سرعت باد			مجموعه
		۱.۴	۵	۱۰	
۰ تا ۱۰-	استرس سرمایی خفیف	۱	۴	۵	
۱۰- تا ۲۵-	استرس سرمایی متوسط	-۷	-۴	-۲	
۲۵- تا ۳۵-	استرس سرمایی شدید	-۲۱	-۱۶	-۱۳.۵	
کمتر از ۳۵-	استرس سرمایی بسیار شدید	-۲۹.۵	-۲۴	-۲۱	
		-۳۵			

شده و از استرس سرمایی خفیف به استرس سرمایی متوسط نزول خواهد کرد که نشان می‌دهد کنترل جریان هوا در مکان‌های مورد استفاده حائز اهمیت خواهد بود. با استفاده از آمار باد دستگاه کسترنل، مشخص می‌شود که کدام نقاط بادخیزتر هستند و نیاز به بادشکن یا راهکارهای کنترل جریان باد دارند. در سوی دیگر وضعیت شرایط گرمایی تابستان نشان‌گر شرایط آب و هوایی نامناسب در مسیرها است، به طوری که در هیچ یک از نقاط در شرایط آسایش قرار ندارد. در عصر تابستان نقاط در شرایط گرمایی استرس گرمایی شدید، در مواقع ظهر در محدوده استرس گرمایی شدید و خیلی شدید در مواقع شب و صبح در محدوده استرس گرمایی متوسط قرار دارند. (شکل ۶)

نقاط E و G به دلیل قرارگیری در داخل ساختمان‌ها توانسته از لحاظ شرایط استرس گرمایی نسبت به بقیه نقاط، یک لایه بهبود یابد. در نقطه B در مجاورت آب‌نمای ورودی شرایط در ظهر با وجود دمایی بیشتر در وضعیت استرس گرمایی شدید قرار دارد و در عصر این وضعیت حادتر شده و در مرز استرس گرمایی شدید و بسیار شدید قرار گرفته است. با بررسی عکس‌های ثبت شده در ظهر و عصر و مقایسه آن با یکدیگر می‌توان دریافت که روشن بودن فواره‌های آب‌نما در ظهر

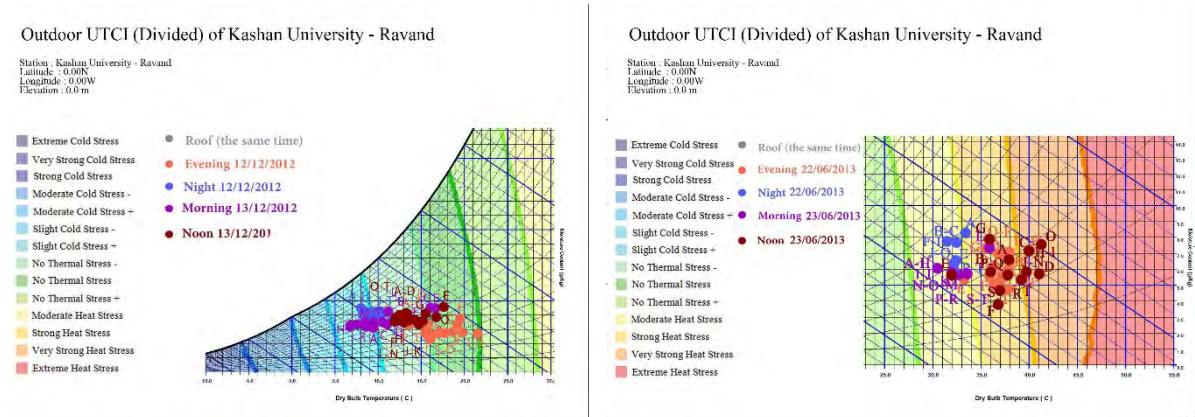
سرعت باد در فضاهای شهری است (Tahbaz, 2011, 102). جدول ۳ محدوده‌های دمایی فاکتور سرمایی محاسبه شده برای سرعت‌های باد شاخص را نشان می‌دهد. به عنوان مثال اگر دمای محیط  $1^{\circ}\text{C}$  باشد و سرعت باد  $1/4 \text{ m/s}$  باشد شاخص WCET برابر  $0^{\circ}\text{C}$  می‌باشد که با توجه به بازه‌های تعریف شده در محدوده استرس سرمایی خفیف<sup>۱۱</sup> قرار می‌گیرد. در برداشت میدانی زمستان به دلیل بالاتر بودن دماهای ثبت شده از  $5^{\circ}\text{C}$  از تأثیر فاکتور سرمایی در محاسبات این تحقیق صرف نظر شده است.

### برداشت میدانی در دانشگاه کاشان

همان‌طور که در نمودار وضعیت شرایط گرمایی زمستان دیده می‌شود در ظهر و عصر زمستان تقریباً همه نقاط در داخل محدوده بدون استرس سرمایی<sup>۱۲</sup> قرار دارند و تنها تعدادی از نقاط در شب و صبح زمستان در شرایط استرس سرمایی خفیف قرار می‌گیرند. این شرایط در صورتی است که در محوطه مورد نظر وزش باد سرد وجود نداشته باشد. در شرایطی که مکان مورد نظر بادخیز باشد یک لایه سردتر احساس



شکل ۵. نقطه B عصر تابستان (راست) و ظهر تابستان (چپ)



شکل ۶ وضعیت گرمایی نقاط در چهار مرحله تابستان روی شاخص اقلیم دمای جهانی (چپ)

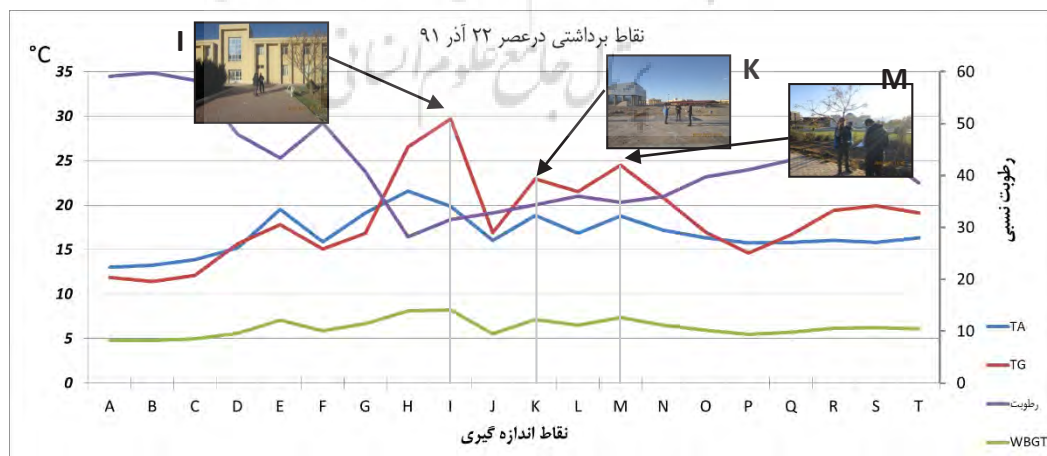
لحاظ تابش و سایه اندازی می‌باشند. نمودار شرایط آب و هوایی این تأثیر را به خوبی نشان می‌دهد و بیان‌گر این موضوع است که شرایط سایه‌اندازی و همچنین میزان گشایش دید به آسمان در نما و رطوبت و شرایط آسایش به چه میزان تأثیرگذار است.

همان‌طور که در شکل ۷ دیده می‌شود در روزهای زمستان، نقاطی که در داخل ساختمان‌ها قرار گرفته‌اند، دمای آنها افزایش و رطوبت آنها کاهش یافته و دارای شرایط آسایش مناسب تری نسبت به نقاط خارج از ساختمان‌ها هستند (نقاط E و G). نقاطی که در معرض تابش شدید آفتاب قرار دارند TG و دما (TA) در آنها افزایش یافته است (نقاط I, K, M) و نقاطی که در مجاورت سایه ی طولانی مدت و رطوبت قرار

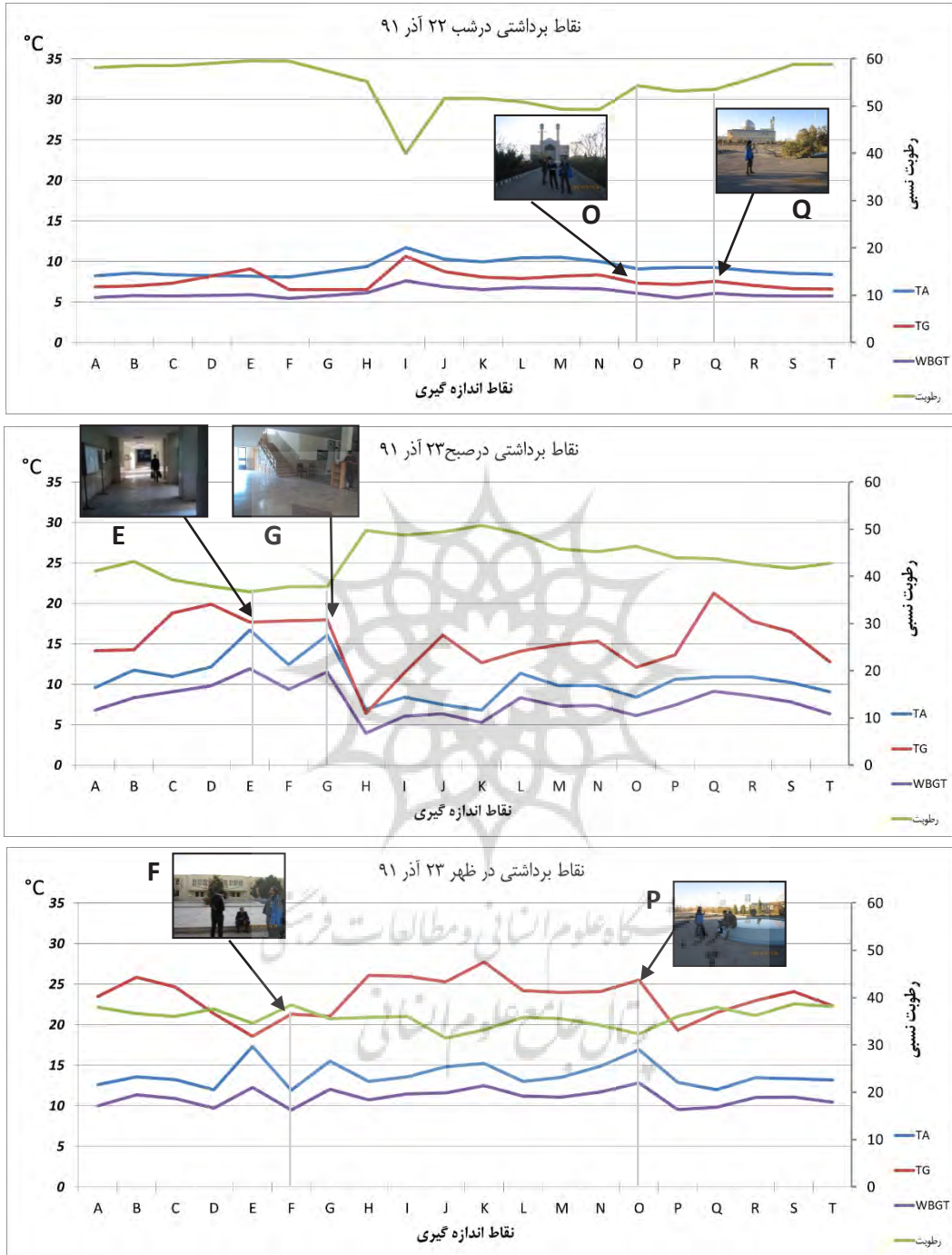
باعث کاهش دمای محیط نسبت به وضعیتش در عصر - که فواره‌های آبنا خاموش بوده شده است. (شکل ۵)

### وضعیت مسیر

نمودارهای زیر نشان‌دهنده وضعیت نقاط در چهار مرحله برداشت در طول مسیر انتخابی می‌باشد، که بیان‌گر شرایط آب و هوایی مسیر و نقاط است. این نمودار، میزان تغییرات WBGT، TA، TG و رطوبت را در طی مسیر مشخص می‌کند. مسیر انتخابی دارای نقاطی در مجاورت ساختمان‌ها و فضاهای باز می‌باشد. نقاطی که در مجاورت ساختمان‌ها هستند در ساعات مختلف روز دارای شرایط متفاوتی از

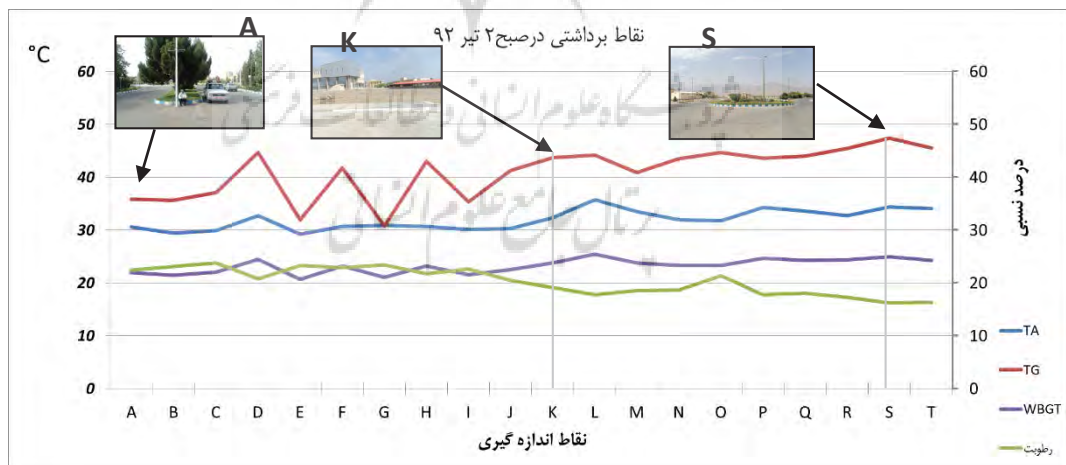
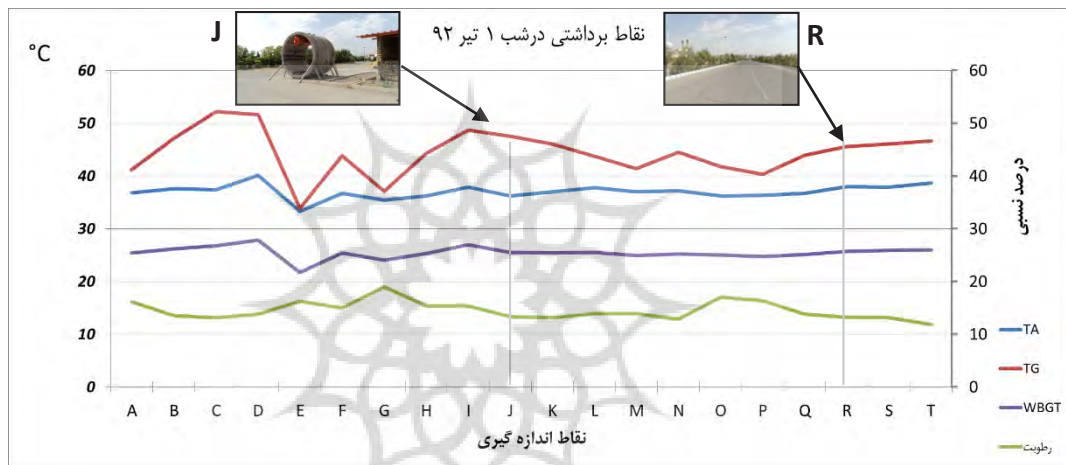
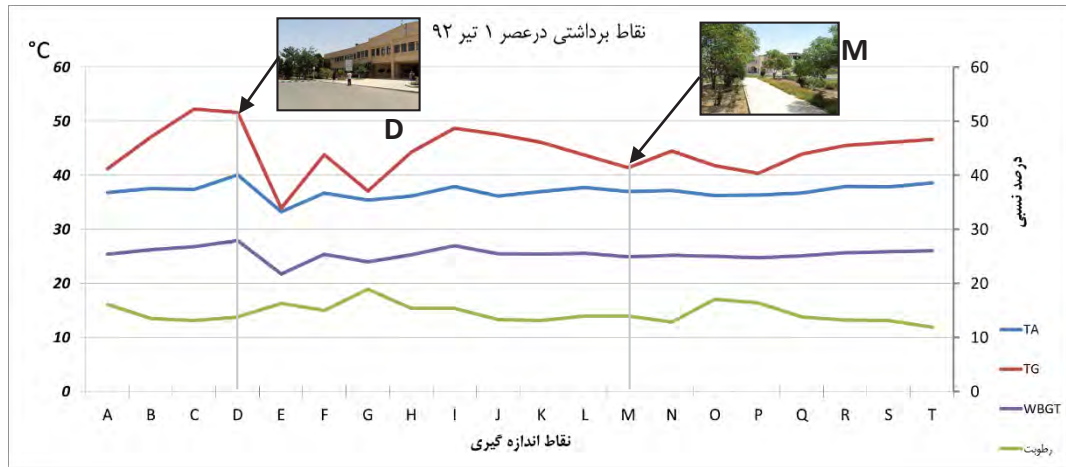


شکل ۷. وضعیت مسیر در روزهای ۲۲ و ۲۳ آذر ماه ۱۳۹۱

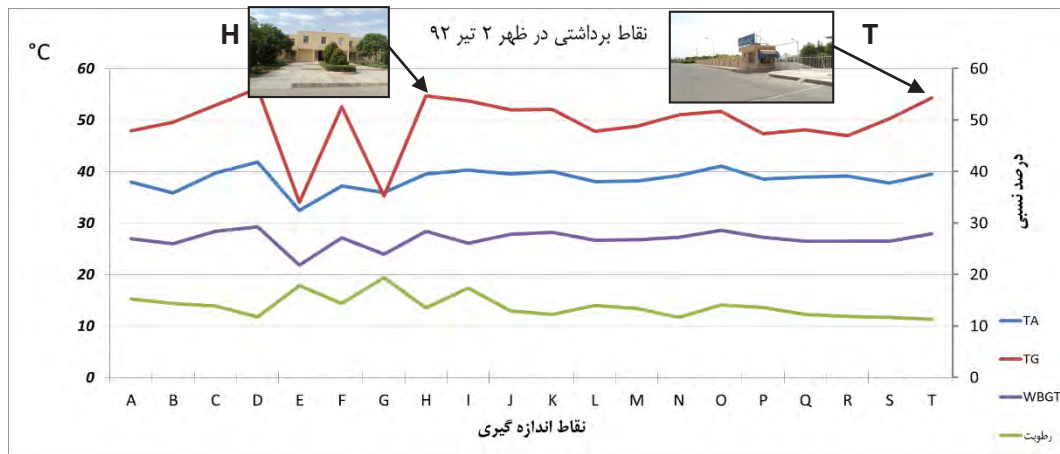


شکل ۷. وضعیت مسیر در روزهای ۲۲ و ۲۳ آذر ماه ۱۳۹۱





شکل ۸. وضعیت مسیر در روزهای ۱ و ۲ تیر ماه ۱۳۹۱



شکل ۸ وضعیت مسیر در روزهای ۲۰ و ۲۱ تیر ماه ۱۳۹۱

و همچنین ایجاد سایبان را مشخص می‌سازد که در هر نقطه با توجه به شرایط چه تدابیری برای رسیدن به آسایش باید اندیشیده شود (شکل ۱۰). در طی ساعات روز، همبستگی بالایی میان میانگین دمای تابشی و ضریب دید به آسمان وجود دارد (بهزادفر و همکاران، ۱۳۸۹، ۳۱). به طور مثال نقاطی که در طول روز در معرض تابش دائمی آفتاب قرار دارند در شب میزان بازتابش بیشتری به آسمان سرد دارند و این عامل باعث بالا رفتن دمای محیط می‌گردد. این پدیده برای زمستان مناسب ولی برای تابستان نامناسب است. با مقایسه این پدیده در نمودارهای نقاط I و M در تابستان و زمستان مشاهده می‌شود که این نقاط هر دو در زمستان دارای شرایط مناسب می‌باشند، اما در تابستان نقطه M نسبت به نقطه I دارای شرایط مطلوب‌تری است و علت آن مجاورت نقطه M با درختان برگ‌ریز می‌باشد که در تابستان باعث سایه‌اندازی و در زمستان تابش دائمی آفتاب را فراهم می‌آورند (شکل ۹).

دارند، TG و دما (TA) آنها کاهش یافته است (نقاط J, P). همان‌طور که در شکل ۸ دیده می‌شود در روزهای تابستان، نقاطی که در داخل ساختمان‌ها قرار گرفته اند دمای آنها کاهش و رطوبت آنها افزایش یافته و باز هم دارای شرایط آسایش مناسب‌تری نسبت به نقاط خارج از ساختمان‌ها هستند (نقاط E و G). در نقاطی که میزان گشایش دید به آسمان افزایش داشته، TG و دما (TA) در آنها افزایش یافته است و به دلیل تابش طولانی آفتاب، رطوبت کاهش می‌یابد (نقاط C, D, I, N, T). در مکان‌هایی که در مجاورت سایه طولانی مدت و عوامل رطوبت‌زا مانند درخت و حوض آب، قرار دارند TG و دما (TA)، کاهش می‌یابند (نقاط A, P, M). اطلاعات استخراج شده از این نمودارها نشان‌دهنده نیازهای لازم جهت طراحی مسیر خواهد بود بدین صورت که در هر نقطه شاخص‌های TG و رطوبت به ترتیب نیاز انسان به افزایش یا کاهش رطوبت محیط



شکل ۹. نقطه M در عصر زمستان (راست) و عصر تابستان (چپ).



شکل ۱۰. مقایسه نمودار TG در چهار مرحله برداشت در زمستان (بالا) و تابستان (پایین).

## مقایسه مسیر داخل سایت دانشگاه با معابر بافت قدیم شهر

### قدیم شهر

در معماری سنتی کاشان توجه به شرایط محیطی و اقلیمی برای کنترل و استفاده از قابلیت‌های محیطی بسیار حائز اهمیت بوده است. عناصر و اجزای ساختمان‌ها با توجه به شرایط محیطی ایجاد شده‌اند و هر یک در ایجاد شرایط مطلوب اقلیمی نقش به‌سزایی دارند (گرچی و همکاران، ۱۳۹۰، ۳۵). اما متأسفانه امروزه، اغلب پایداری شهری و خط‌مشی‌های شکل گرفته از آن به‌طور عمده بر اجزا مصنوعی و انسان ساخت محیط زیست شهری متمرکز بوده و توجه به اجزای طبیعی و فضاهای سبز ساختار شهر همچنان مورد کم توجهی واقع شده است (توکلی و همکاران، ۱۳۹۲، ۲۴). برداشت‌های میدانی نشان می‌دهد که اقلیم محلی در بافت تاریخی شهر، گرم‌تر و خشک‌تر از اقلیم شهری (ایستگاه هواشناسی کاشان) است. با

وجود این، معماری خاص گذرهای سرپوشیده (بازار یا ساباط‌های بزرگ) که با استفاده از مصالح خازن و امکان تهویه طبیعی ساخته شده‌اند، بهترین تطابق را با نیازهای گرمایی انسان دارند و امکان زندگی و اقامت طولانی مدت را علی‌رغم شرایط حاد اقلیمی فراهم کرده است (طاهباز و همکاران، ۱۳۹۱، ۸۱)؛ لذا می‌توان در طراحی مسیرها و معبرهای موجود در دانشگاه از شگردها و شیوه‌های معماری بومی شهر، به شیوه‌ای جدید و نوین برای بهبود شرایط گرمایی استفاده نمود. محوطه‌های وسیع و بدون محصوریت به دلیل بزرگ بودن محدوده آسمان قابل رؤیت (رازجویان، ۱۳۸۸، ۱۴۶) در تابستان دارای دریافت انرژی تابشی زیاد در روز و تابش معکوس به آسمان سرد در شب و همچنین به دلیل سوز سرما در زمستان دارای شرایط نامناسبی است که معمار سنتی

آورد که باید در طراحی مورد توجه قرار گیرند.

در جدول ۴ تعدادی از نقاط مسیر که دارای شرایط حادثی نسبت به دیگر نقاط مسیر بودند، انتخاب شدند و پس از آسیب شناسی به ارائه راهکارهای اقلیمی با توجه به معماری بومی منطقه پرداخته شده است.

### نتیجه گیری

پژوهش حاضر، بر پایه مطالعات میدانی معابر موجود در داخل سایت دانشگاه کاشان به ارزیابی کیفیت طراحی اقلیمی این معابر پرداخت. مطالعات در چهار مرحله صبح، ظهر، عصر و شب در دو فصل زمستان و تابستان انجام شد. در هر مرحله، شاخص‌های اقلیمی ثبت و داده‌های به دست آمده توسط نمودارهای مخصوص به خود تحلیل گردیدند تا وضعیت و شرایط مسیر مشخص گردد. با مقایسه شرایط مسیر داخل سایت دانشگاه و معابر بافت قدیم شهری، برخی از شیوه‌ها و شگردهای بهبود دهنده شرایط اقلیمی به کار رفته در معماری قدیم کاشان استخراج شد و در نهایت با مشخص کردن نقاط مهم در مسیر، نظیر مسجد، به آسیب شناسی و ارائه راهکارهای طراحی اقلیمی آن مکان با الگوپذیری از معماری بومی و سنتی منطقه پرداخته و در جدول ۴ ارائه گردید.

بر اساس جدول فوق نکات زیر استخراج می‌گردد و در جدول ۵ پیشنهاداتی برای ساماندهی فضاهای باز ارائه می‌گردد:

- بهره‌گیری از دانش روز در کنار توجه به معماری بومی می‌تواند ما را در تبدیل تئوری به عمل در عرصه طراحی راهنمایی کند.

- موقعیت، و ابعاد ابنیه مجاور فضاها، شکل سایبان، نحوه کاشت، نوع گونه گیاهی در میزان مقادیر متغیرهای اقلیمی نظیر،  $TG$ ،  $TA$ ،  $WBGT$  و رطوبت تأثیرگذار است. بنابراین در برنامه ریزی و طراحی معابر فضاهای باز می‌بایست به آنها توجه ویژه نمود.

- تفکیک و جدا نمودن مسیرهای سواره و پیاده و ایجاد محصوریت برای عابران پیاده تا حدود زیادی می‌تواند شرایط آسایش را بهبود بخشد.

از معیارهای ارائه شده میتوان در ایجاد پیاده راه‌های مناسب در فضاهای باز شهری نیز استفاده نمود. اگر پیاده راه‌های فضای باز را شامل دو فضای رفت و آمد و فضای مکث و تجمع باشد راهکارهای اقلیمی مناسب با معماری منطقه را می‌توان در جدول ۵ خلاصه نمود.

### تقدیر و تشکر

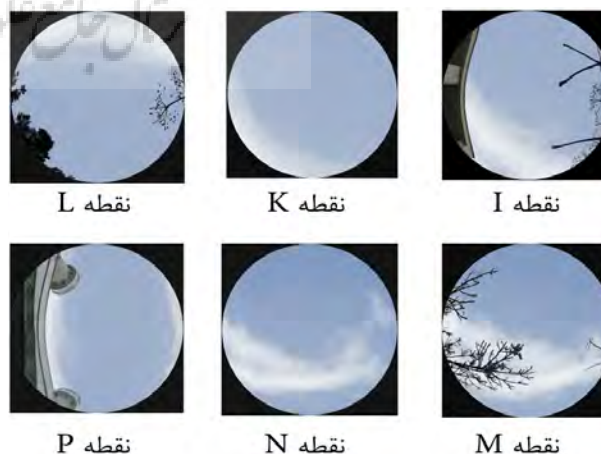
در انتها بر خود می‌دانیم تا از تمامی کسانی که در نگارش این پژوهش ما را یاری کردند، از جمله مسئولان دانشگاه کاشان که شرایط برداشت میدانی را فراهم کردند و هم چنین از دانشگاه شهید بهشتی که ابزارهای مورد نیاز را در اختیار ما گذاشتند تشکر و قدر دانی کنیم.

برای حل این مشکل با ایجاد محصوریت برای معابر از طریق پوشش و حتی استفاده از درختان برگریز یا خزان پذیر توانسته راهکار مناسبی برای حل این مشکل فراهم آورد لذا می‌توان در فضاهای باز وسیع موجود در دانشگاه این تدابیر را در نظر گرفت (شکل ۱۱). در این اقلیم به دلیل کم بودن میزان رطوبت هوا، سطوح آب و گیاه نقش چشمگیری در کاهش دما و خنک کردن هوا با استفاده از بروود تبخیری آب دارند (طاهباز و جلیلیان، ۱۳۹۰، ۱۱۳).

فاکتور قابل تأمل دیگر که معمار بومی مد نظر داشته است، جنس و نوع مصالح در مجاورت محیط و معبر می‌باشد. استفاده از مصالح خازن به دلیل داشتن ظرفیت گرمایی بالا باعث می‌شود تا شرایط آسایش در گذرها مهیا شود و استرس گرمایی تا حدودی بهبود یابد. بنابراین در طراحی کف، پوشش و جداره‌ها در انتخاب نوع و جنس مصالح باید دقت کافی شود. برای اینکه استرس گرمایی در تابستان یک لایه بهبود بخشیده شود در مکان‌هایی از مسیر مانند نقاط  $I, K, M$  نیاز به استفاده از سایه است. که می‌توان با الگو برداری از معماری سنتی که با بهره‌گیری از سایه‌ها سرپوشیده که قابلیت خوبی برای اصلاح شرایط گرمایی در تابستان و زمستان دارند استفاده نمود.

برای بهبود شرایط شب‌های سرد زمستان سایبان‌ها باید به نحوی طراحی شود که در روز نورگیر باشد و در شب از تابش معکوس به آسمان سرد جلوگیری کند. پس در نقاط  $K, N, Q, R$  توجه به جهت قرارگیری نقاط، می‌توان سایبان را به نحوی طراحی کرد که در جبهه رو به آفتاب، فاقد جداره سایه انداز بوده و تابش مناسب را دریافت کند.

مسیر انتخابی مورد تحقیق به گونه‌ای است که دانشکده‌ها را به سلف و مسجد متصل می‌کند، که در مواقع ظهر بیشترین استفاده را دارند این موضوع در تابستان شرایط نامناسبی را در نقاط  $P$  تا  $F$  به وجود خواهد



شکل ۱۱. میزان دید به آسمان نقاط مختلف در زمستان

جدول ۴. جدول آسیب شناسی و راهکارهای اقلیمی پیاده راه‌های داخل دانشگاه کاشان

موقعیت نقطه	تحلیل موقعیت و آسیب شناسی	تعیین نیازهای آسایشی	راهکارهای اقلیمی	
I	 <p>پشت دانشکده معماری</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● در تابستان در معرض شدید آفتاب قرار دارد؛</li> <li>● پوشش گیاهی وجود دارد اما بدون سایه؛</li> <li>● پوشش کف از جنس بلوک‌های سیمانی است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ایجاد سایه؛</li> <li>● ایجاد تهویه طبیعی؛</li> <li>● جلوگیری از باد در زمستان؛</li> <li>● جلوگیری از تابش معکوس به آسمان سرد در زمستان.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ایجاد سایبان با جداره‌های کوتاه، استفاده از درختان مناسب برگ ریز.</li> </ul>
K	 <p>خیابان جلوی سلف</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● در تابستان در معرض آفتاب شدید؛</li> <li>● پوشش گیاهی ندارد؛</li> <li>● مسیر سواره و پیاده تفکیک نشده؛</li> <li>● محصوریت وجود ندارد؛</li> <li>● سایه ندارد؛</li> <li>● از آسفالت و سیمان به عنوان پوشش کف استفاده شده است؛</li> <li>● میزان رطوبت کم در تابستان.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ایجاد سایه برای تابستان؛</li> <li>● ایجاد رطوبت تبخیری در تابستان.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● جداسازی معبر سواره از پیاده؛</li> <li>● ایجاد سایبان با جداره‌ی متحرک برای جلوگیری از بادهای شنی در تابستان و بادهای نامناسب در زمستان؛</li> <li>● پوشش گیاهی در بدنه‌ی سایبان؛</li> <li>● استفاده از آبنمای فصلی دارای فواره، مناسب برای تابستان؛</li> <li>● تعویض کفسازی با مصالح مناسب نفوذ پذیر در برابر آب و با ظرفیت حرارتی بالا.</li> </ul>
N	 <p>میدان جلوی مسجد</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● در تابستان در معرض شدید آفتاب قرار دارد؛</li> <li>● مسیر پیاده و سواره تفکیک نشده است؛</li> <li>● محصوریت وجود ندارد؛</li> <li>● پوشش کف از جنس آسفالت؛</li> <li>● رطوبت کم در تابستان.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ایجاد سایه؛</li> <li>● ایجاد رطوبت تبخیری در تابستان.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● جداسازی معبر سواره از پیاده برای ایجاد محصوریت برای پیاده رو؛</li> <li>● ایجاد سایبان با جداره‌ی متحرک برای جلوگیری از بادهای شنی در تابستان و بادهای نامناسب در زمستان؛</li> <li>● تعویض کفسازی با مصالح مناسب نفوذ پذیر در برابر آب و با ظرفیت حرارتی بالا.</li> </ul>
P	 <p>جلوی مسجد</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● در تابستان در معرض شدید آفتاب قرار دارد؛</li> <li>● سایه‌ی طولانی مدت در زمستان؛</li> <li>● پوشش کف از جنس آسفالت؛</li> <li>● رطوبت نسبتاً کم در تابستان.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ایجاد سایه فقط برای تابستان؛</li> <li>● ایجاد رطوبت تبخیری در تابستان.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● روشن کردن فواره حوض در تابستان می‌تواند تأثیر زیادی در ایجاد رطوبت تاخیری داشته باشد؛</li> <li>● ایجاد سایبان موقت در تابستان؛</li> <li>● تعویض کف پوش با مصالح با ظرفیت حرارتی بالا و نفوذ پذیر در برابر آب.</li> </ul>
R	 <p>خیابان منتهی به خوابگاه</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● در تابستان در معرض شدید آفتاب قرار دارد؛</li> <li>● از آسفالت به عنوان پوشش کف استفاده شده است؛</li> <li>● مسیر سواره و پیاده تفکیک نشده؛</li> <li>● محصوریت وجود ندارد؛</li> <li>● سایه ندارد؛</li> <li>● رطوبت کم در تابستان.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ایجاد سایه؛</li> <li>● ایجاد تهویه طبیعی؛</li> <li>● جلوگیری از باد در زمستان؛</li> <li>● جلوگیری از تابش معکوس به آسمان سرد در زمستان.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● جداسازی معبر سواره از پیاده برای ایجاد؛</li> <li>● محصوریت برای پیاده رو با استفاده از پوشش گیاهی در جداره سایبان؛</li> <li>● استفاده از جوی آب فصلی در کنار محور پیاده.</li> </ul>

جدول ۵. راهکارهای ساماندهی فضاهای باز

راهکار	هدف	ویژگی
<ul style="list-style-type: none"> <li>● جداسازی معبر سواره از پیاده؛</li> <li>● ایجاد سایبان با جداره ی متحرک (برای جلوگیری از باد زمستانی و باد داغ تابستانی) در بخش‌هایی از مسیر؛</li> <li>● محصوریت برای پیاده رو با استفاده از پوشش گیاهی در جداره سایبان؛</li> <li>● ایجاد کف سازی با مصالح مناسب نفوذ پذیر در برابر آب و با ظرفیت حرارتی بالا.</li> </ul>		محل رفت و آمد
<ul style="list-style-type: none"> <li>● ایجاد سایبان دایم برای سایه سازی در تابستان؛</li> <li>● پوشش گیاهی در بدنه ی سایبان؛</li> <li>● استفاده از آبناهی فصلی دارای فواره، مناسب برای تابستان؛</li> <li>● ایجاد کف سازی با مصالح مناسب نفوذ پذیر در برابر آب و با ظرفیت حرارتی بالا.</li> </ul>		میدان، فضای نشستن، فضای تجمع و ...

## پی‌نوشت‌ها

۶. طاهباز، منصوره؛ جلیلیان، شهربانو. (۱۳۹۰). اصول طراحی همساز با اقلیم در ایران با رویکرد به معماری مسجد. تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

۷. طاهباز، منصوره؛ جلیلیان، شهربانو؛ و موسوی، فاطمه. (۱۳۹۱). آموزه‌هایی از معماری اقلیمی گذرهای کاشان. *مطالعات معماری ایران*، (۱۱)، ۵۹-۸۳.

۸. گرجی مهربانی، یوسف؛ یاران، علی؛ پروردی نژاد، سمیرا؛ و اسکندری، منیژه. (۱۳۹۰). ارزیابی معماری همساز با اقلیم در خانه‌های کاشان. *آرمان شهر*، ۷، ۳۱-۴۰.

11. Envco. (2013). Heat Stress Wet Bulb Globe Temperature Meter HT30. Retrieved April. 2013. From <http://www.envcoglobal.com/catalog/product/handheld-relative-humidity/>

12. Kestrel. (2013). Kestrel weather catalog. Retrieved April.2013. from <http://www.kestrelweather.com>

13. Tahbaz, M. (2011). Psychrometric Chart as A Basis for Outdoor Thermal Analysis. *IJAUP- International Journal Of Architectural Engineering & Urban Planning*, 21 (2), 95-109.

9. Brode, P., Gerd Jendritzky, Dusan Fiala, and George Havenith. (2010). The Universal Thermal Climate Index Utc In Operational Use. London: *Windsor Conference*. 11-9 April.

10. Google Earth V 6.2. (April 25, 2012). Kashan University. 34° 0'40.89"N, 51°21'56.20"E, Eye alt 6530 ft. Digital global 2012. <http://www.earth.google.com> [December 12, 2012]

1. Wet bulb globe temperature.
2. Universal Thermal Climate Index.
3. Wind Chill Equivalent Temperature
4. Kestrel Pocket Weather Meter
5. Heat Stress Wet Bulb Globe Temperature Meter
6. Air Temperature
7. Globe temperature
8. Humidity
9. Extreme Heat Stress
10. Extreme Cold Stress
11. apparent Temperature
12. Low Cold Stress
13. No Thermal Stress

## فهرست مراجع

۱. بهزادفر، مصطفی؛ و منعم پور، علیرضا. (۱۳۸۹). تأثیر ضریب دید به آسمان در آسایش حرارت کاربران فضای باز شهری. *آرمانشهر*، ۵، ۲۳-۳۴.
۲. توکلی، نیکی؛ و ماجدی، حمید. (۱۳۹۲). عملکرد محیط‌های سبز و طبیعی در ارتقا سلامت روحی- روانی انسان. *هویت شهر*، ۷(۱۳)، ۲۳-۳۳.
۳. حبیب، فرح؛ نادری، سید مجید؛ و فروزانگر، حمیده. (۱۳۸۷). پرسمان تبعی در گفتمان کالبد شهر و هویت. *هویت شهر*، ۲(۳)، ۱۳-۲۳.
۴. رازجویان، محمود. (۱۳۸۸). آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم. تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
۵. طاهباز، منصوره. (۱۳۸۶). طراحی سایه در فضای باز. *هنرهای زیبا*، (۳۱)، ۲۷-۳۸.

## Solutions of Climate Design for Outdoor Pathways (Case Study: Pedestrians of University of Kashan)

**Mohamad Amin Eslami\***, M.A. Student, Islamic Azad University, Kashan, Iran.

**Ahmad Nozari Ferdosieh**, M.A. Student, Islamic Azad University, Kashan, Iran.

**Mansoureh Tahbaz**, Associate Professor, Department Of Architecture, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

### ... Abstract

Open spaces and pathways are areas of urban environment that a part of the social life of the citizens and inhabitants of a town flows in there. Therefore, it is important to design thermal comfort, make a chance for safe, comfortable and stable life at such spaces, especially in hot and dry climates with hard and harsh environmental conditions of these regions. Through many of the urban land uses, the universities are spaces that placed buildings and different uses within its own. Thus, in order to make the appropriate weather and climate conditions for students, it's very important to design of open spaces and pathways between the buildings such as pathways among colleges, residence halls, rest areas, and also places to pause. The present paper considering the importance of design of open spaces in this place, and aims to evaluate the thermal conditions of pedestrian streets and open space pathways, and also to identify factors contributing in creating the appropriate microclimate in such spaces, deal with the following questions:

- How open spaces thermal comfort indices can improve the design of pedestrian pathways?
- Is it possible to determine the thermal status of pedestrian streets by using the field sampling?
- What approaches should be considered in design of open spaces for thermal comfort?

The present study includes two parts: the first part is the collection of information based on field study and the second part is the analysis and evaluation of collected data. The field sampling was carried out in one of the crowded pathways at the University of Kashan, located in Ravand region, at the peak of summer heat and winter cold - on December 13 and 14, 2012 and June 22 and 23, 2013- at four times, in morning, noon, evening and night, by mobile meteorological devices that are able to sample temperature, humidity, wind and air pressure data. The selected direction, connect the entrance door to colleges, restaurant, mosque and male residence halls. The weather conditions were compared in different parts of the path, after transfer of the obtained data from the field sampling to related tables by using the Excel program. Furthermore, thermal status of these points was evaluated with the help of most recent evaluation index of outdoor thermal condition that is called Universal Thermal Climate Index, and was compared with the psychometric graph with thermal zone defined by the mentioned index.

The results obtained from these graphs besides indicate thermal condition of the path, determine requirements of each point to reach optimal weather conditions. In addition, the results show that the available elements of the environment and its architectural space design how much is impressive in microclimate condition of the area. At the end, a general framework and appropriate solutions is provide for better organizing of the open spaces in the form of two crossing spaces and pause spaces by comparing the mentioned pathway with climate compatible pathways of the historical context of Kashan and by using the techniques applied in their design.

**... Keywords:** Open Space Design, Radiant Temperature, Universal Thermal Climate Index, Pedestrian, Open Space Thermal Comfort

\* Corresponding Author: Email: M.amin.eslami@gmail.com