هفت حصار شماره اول/ سال اول/ پاییز ۱۳۹۱
صفحات ۷۰-۶۱

بررسی آسایش حرارتی با استفاده از روش‌های PMV و PPD
(مطالعه موردی: بازار وکیل شیراز)

سید محمدعلی نجفی *، نجمه نجفی **

تاریخ دریافت مقـاله: ۹۱/۷/۱۶
تاریخ پذیرش نهایی: ۹۱/۸/۲۶

چکیده

آب و هوا تأثیر زیادی بر شرایط راحتی بشر دارد. در معماری سنتی ایران، طراحان تلاش نموده‌اند تا با به‌کارگیری اصول اقلیمی در ابنیه و فضاهای شهری شرایط آسایش را برای ساکنان و کاربران بنا فراهم آوردند. توجه به طراحی اقلیمی عناصر تشکیل‌دهنده‌ی بنا همچون سقف، کف، بازشو و جداره‌های متناسب با اقلیم می‌تواند کیفیت آسایش را ارتقا بخشد. بازار از جمله فضاهای شهری است که در معماری سنتی ایران همواره با رعایت اصول اقلیمی پدیدار شده است. تأمین آسایش حرارتی در بازار به سبب خلق محیطی آسوده با هدف رشد اقتصادی شهر ضروری می‌نماید. در این پژوهش آسایش حرارتی در بازار وکیل شیراز با استفاده از روش‌های PMV و PPD بررسی می‌شود. در صورت راحت نبودن شرایط آسایش حرارتی می‌توان تمهیداتی در نظر گرفت که در فصول مختلف سال، با استفاده از ترکیب روش‌های فعال و غیرفعال شرایط بهتر آسایش حرارتی را پدید آورد. روش این تحقیق، پژوهش تجربی می‌باشد. داده‌های مورد نیاز به وسیله‌ی ابزار اندازه‌گیری به صورت میدانی اندازه‌گرفته شده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که آسایش حرارتی در زمستان از نظر درجه تنش فیزیولوژیک، بدون تنش سرما و حساسیت حرارتی از درجه راحت برخوردار می‌باشد و کمتر از ۱۵ درصد کاربران بازار از این شرایط ناراضی هستند.

واژه‌های کلیدی

آسایش حرارتی، بازار وکیل شیراز، PMV، PPD

*کارشناس ارشد مکانیک، دانشگاه شیراز
E-mail: mohamadalinajafi2@gmail.com
** کارشناس ارشد معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان
E-mail: najmeh_najafi_2000@yahoo.com

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23225602.1391.1.1.7.9]

مقدمه

بشر از ابتدا متوجه شده که آب و هوا بر سلامتی او تأثیر زیادی دارد(Matzarakis, 2007). مفهوم آسایش حرارتی به راحتی قابل تعریف نیست، ولی به طور کلی می‌توان آن را احساس راحتی نمودن فرد با قرارگیری در یک فضای زیستی مصنوعی تعریف نمود. از آن‌جایی که شرایطی که افراد مختلف در آن احساس راحتی می‌نمایند متفاوت است، مفهوم آسایش حرارتی نیز متفاوت است(کاک‌نیلسن، ۱۳۸۹). احساس سرما و یا گرما بستگی به موقعیت و عادات مردم دارد و با توجه به این‌که انسان قابلیت تطابق خوبی با محیط دارد ممکن است شرایطی برای بعضی در حالات راحتی و برای افراد دیگر ناراحت‌کننده باشد(بهادری‌نژاد و یعقوبی، ۱۳۸۵). در شکل گیری شرایط آسایش انسان از دیدگاه اقلیمی؛ چهار عنصر دما، رطوبت، باد و تابش نقش دارند. در بین این عناصر دما و رطوبت تاثیر بیشتری در سلامت و راحتی انسان دارند و به این دلیل بیشتر مدل‌های سنجش آسایش انسان بر این دو عنصر استوار شده است(گندمکار و محرر احمدی، ۱۳۹۰). معماران سنتی ایرانی سعی در طراحی همساز با اقلیم داشته‌اند تا بدین وسیله با فراهم آوردن آسایش حرارتی برای کاربران کیفیت فضای زیست مصنوعی خود را ارتقا بخشند. با در نظر گرفتن این اصول توانستند کیفیت ابنیه با عملکرد خاص را ارتقا بخشند. در ایران فضاهای شهری مانند مساجد، مدارس، حمام و بازار به صورت سنتی با بهره‌گیری از اصول طراحی اقلیمی بنا شده‌است. احساس آسایش در محیط زیست انسان بدون شک بر کیفیت رفتار و فعالیت وی موثر است. از این روی توجه به منطق آسایش افراد در طراحی فضاهای شهری، تاثیر به‌سزایی در سلامت جسم و روح آن‌ها دارد.(شیخ‌بیگلو و محمدی ، ۱۳۸۹)(شبانی و بهمن‌پور خالصی ،۱۳۹۰). در این پژوهش، آسایش حرارتی در بازار وکیل شیراز به عنوان یکی از مهم‌ترین فضاهای شهری بررسی می‌گردد. برای بررسی آسایش حرارتی روش‌های گوناگونی وجود دارد. در این جستار از روش نمایه تخمین متوسط رأی [۱] PMV و متوسط درصد افراد ناراضی [۲] PPD استفاده شد.

روش تحقیق

هر پژوهش علمی نیاز به یک روش تحقیق متناسب با موضوع خود دارد. انتخاب روش تحقیق مناسب و تداوم آن در تمامی فرایند و مسیر پژوهش از اصول راهبردی یک تحقیق علمی است. روش این تحقیق، پژوهش تجربی می‌باشد. این نوع از پژوهش می‌تواند از تدابیر گوناگونی بهره گیرد. محیط پژوهش تجربی از محیط کاملاً کنترل‌شده آزمایشگاهی تا محیط‌های میدانی کمتر کنترل‌شده متغیر است. رویه‌های آزمایشی نیز می‌تواند از اندازه‌گیری‌های فیزیکی کاملاً حساب‌شده تا مقوله‌بندی‌های غیرفیزیکی تغییر کند(گروت و وانگ، ۱۳۸۸). آسایش حرارتی در بازار وکیل در ابتدا، انتها و چهارسوق بازار بررسی گردیده است. متغیرهای مورد نیاز برای بررسی آسایش حرارتی به صورت میدانی و با اندازه‌گیری ابزاری به دست‌آمده است.

داده‌ها و روش‌ها

آسایش حرارتی به وسیله روش‌های گوناگون قابل بررسی می‌باشد. در این مقاله از روش نمایه تخمین متوسط رأی PMV و متوسط درصد افراد ناراضی PPD استفاده شده‌است.

روش PMV

فنگر با مرتبط دانستن احساس گرما با توان فرد و بر اساس نتایج تجربی به‌دست آمده از آزمایش، معیاری را به عنوان درجه احساس تعریف کرد. این معیار به عنوان ضریب PMV نمایه آسایش نامیده شده است که نشان‌دهنده متوسط احساس یکسان چندین نفر از یک شرایط محیطی است. این شاخص از جمله مهم‌ترین شاخص‌های فیزیولوژی دما محسوب می‌شود که علاوه بر مطالعات مربوط به برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای به‌ویژه در تعیین مؤلفه حرارتی میکروکلیماهای شهری، در مطالعات مربوط به آب و هواشناسی گردشگری نیز کاربرد وسیعی پیدا کرده است(بهادری‌نژاد و یعقوبی، ۱۳۸۵). این شاخص از طریق روابط زیر قابل محاسبه است:

$$PMV= (0.303^{e^{-0.036M}} + 0.028)[(M-W) -H - E_c- C_{rec} -E_{rec}]$$ رابطه (۱)

$$E=3.05\times10^{-3} (256_{tsk} -3373 -P_a) + E_{sw}$$ رابطه (۲)

$$E_c=3.05\times10^{-3} [5733 – 6.99 \times (M-W) - P_a] + 0.42 (M-W -58.15)$$ رابطه (۳)

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23225602.1391.1.1.7.9]

$C_{rec} = 0.0014\ M\ (34-Ta)$ رابطه (۴)

$E_{rec}= 1.72 \times 10^{-5}\ M\ (5867 - P_a)$ رابطه (۵)

H مستقیماً قابل اندازه‌گیری و از طریق معادله زیر نیز قابل محاسبه است:

$H=K_{cl} = t_{sk} - t_{cl} / I_{cl}$ رابطه (۶)

که در معادلات فوق C_{rec} تبادل حرارت همرفتی تعرق (W/m^2)؛ E_{rec} تبادل حرارت تبخیری تعریق (W/m^2)؛ E_c تبادل حرارت تبخیری در سطح پوست موقعی که در حالت حرارتی خنثی قرار دارد (W/m^2)؛ I_{cl} تابش لباس به طور متوسط برای تمام بدن (W/m^2)؛ M نرخ سوخت و ساز بدن (W/m^2)؛ T_{cl} دمای سطح لباس (درجه سانتی‌گراد)؛ T_{sk} دمای متوسط پوست (درجه سانتی‌گراد)؛ W نیروی مکانیکی مؤثر (W/m^2)؛ e تبادل حرارت تبخیری در سطح پوست (W/m^2)؛ H تلفات حرارت خشک به صورت همرفت، هدایت و تابش (W/m^2)؛ P_a رطوبت، فشار بخار جزئی هوا (پاسکال)؛ Ta دمای هوا (درجه سانتی‌گراد).

مقیاس PMV نوعی تقسیم‌بندی احساس حرارتی ۷ درجه‌ای است که دامنه‌ی آن از ۳/۵- (سرد) تا ۳/۵+ (گرم) تغییر می‌کند. صفر در این مقیاس نشانگر احساس حرارتی خنثی است (جدول ۱). برای محاسبه راحت‌تر و سریع‌تر این شاخص، نرم‌افزارهایی هم طراحی شده است که نرم افزار Ray Man یکی از آن‌هاست(ذوالفقاری، ۱۳۸۶و بهادری‌نژاد و یعقوبی، ۱۳۸۵).

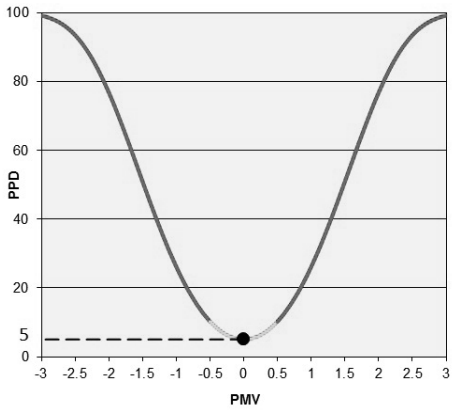
جدول ۱. مقدار آستانه روش PMV مأخذ: ماتزارکیس و همکاران(۱۹۹۹)

درجه تنش فیزیولوژیک	حساسیت حرارتی	PMV
تنش سرمایی شدید	سرد	**-۳/۵**
تنش سرمایی متوسط	خنک	**-۲/۵**
تنش سرمایی اندک	کمی خنک	**-۱/۵**
بدون تنش سرما	راحت	**-۰/۵**
تنش گرمای اندک	کمی گرم	**۰/۵**
تنش گرمای متوسط	گرم	**۱/۵**
تنش گرمای شدید	خیلی گرم	**۲/۵**
تنش گرمای بسیار شدید	داغ	**۳/۵**

روش PPD

شاخص PPD نیز برای پیش‌بینی درصد افراد ناراضی از محیط حرارتی تعیین شده بر مبنای شاخص PMV شکل گرفته‌است در شاخص مذکور درصد افرادی که بر اساس شاخص PMV نظر ۲- ، ۳- و یا کمتر ۲+ ، ۳+ و یا بیشتر را داده‌اند، به صورت درصد بیان می‌شود. شاخص PPD از طریق رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود(ذوالفقاری، ۱۳۸۶)(شکل ۱).

$PPD=100 - 95\ e^{-(0.03353PMV4+0.2179PMV2)}$ رابطه (۷)



شکل۱. تغییرات درصد متوسط افراد ناراضی با تخمین متوسط رأی (نمایه آسایش) PMV

مأخذ: بهادری نژاد، یعقوبی،۱۳۸۵

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1391.1.1.7.9]

متغیرهای مورد استفاده در مدل رایانه‌ای

متغیرهای مورد استفاده در مدل رایانه‌ای که برای محاسبه‌ی PMV و PPD مورد استفاده قرار می‌گیرد شامل موارد زیر است:

سرعت باد: باد از پارامترهای بسیار ناپایدار آب و هوایی است که بسته به شرایط آب و هوایی تغییر می‌کند. وزش بادهای مختلف در یک منطقه متأثر از عوامل محلی و شرایط جوی در سطح جهانی است. سرعت وزش باد تابعی از منطقه و مکانی است که باد در آن می‌وزد. در واقع زمین نه تنها سرعت وزش باد را تحت تاثیر قرار می‌دهد، بلکه حتی بر روی کیفیت آن نیز تأثیرگذار است(کاک‌نیلسن، ۱۳۸۹). سرعت باد توسط دستگاه بادسنج اندازه‌گیری شده است.

رطوبت نسبی: منظور از رطوبت نسبی نسبت میزان رطوبت واقعی موجود در هوا به حداکثر رطوبتی است که امکان حضور آن در هوا وجود دارد. با افزایش حرارت، میزان ظرفیت هوا برای جای دادن رطوبت بیشتر در خود افزایش می‌یابد(کاک‌نیلسن، ۱۳۸۹).رطوبت نسبی توسط دستگاه رطوبت‌سنج اندازه‌گیری شده است.

درجه حرارت هوا: برای ایجاد آسایش حرارتی کافی است دمای هوا در محدوده‌ی ۱۶ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد باقی بماند(کاک‌نیلسن، ۱۳۸۹). درجه حرارت هوا توسط دماسنج اندازه‌گرفته‌شده‌است.

ارزش نارسانایی پوشاک: در تبادل حرارت بدن انسان با محیط اطراف، لباس عامل مؤثری به شمار می رود. چرا که لباس مثل لفافی نارسانا قسمتی از بدن را می‌پوشاند و از تماس سطح بدن با محیط اطراف می‌کاهد(ذوالفقاری، ۱۳۸۶)(جدول ۲).

جدول ۲. ارزش نارسانایی پوشاک مختلف مأخذ: بهادری نژاد و یعقوبی، ۱۳۸۵

نوع پوشش	ارزش نارسانایی به کلو
بدون لباس	۰
لباس زیر	۰/۱
پوشش‌های استوایی	۰/۳
لباس تابستانی سبک مردان	۰/۵
لباس کار سبک مردان	۰/۷
لباس پوشش سنگین مردان	۱/۵
پوشش داخل خانه خانم‌ها	۰/۷ – ۰/۹
پوشش خیلی سنگین پشمی مردان	۲ –۲/۵

کار: اگر فردی کاری انجام دهد آهنگ سوخت و ساز افزایش می‌یابد. از آن‌جا که بازده گرمایی بدن خیلی پایین است، حداکثر ۲۰ درصد گرمای تولیدی به کار تبدیل می‌شود. با ضریب بازده مکانیکی در گرمای تولید مقدار کار به‌دست می‌آید(جدول ۳)(بهادری نژاد و یعقوبی، ۱۳۸۵).

جدول ۳. آهنگ سوخت و ساز برای فعالیت‌های مختلف مأخذ: بهادری نژاد و یعقوبی، ۱۳۸۵

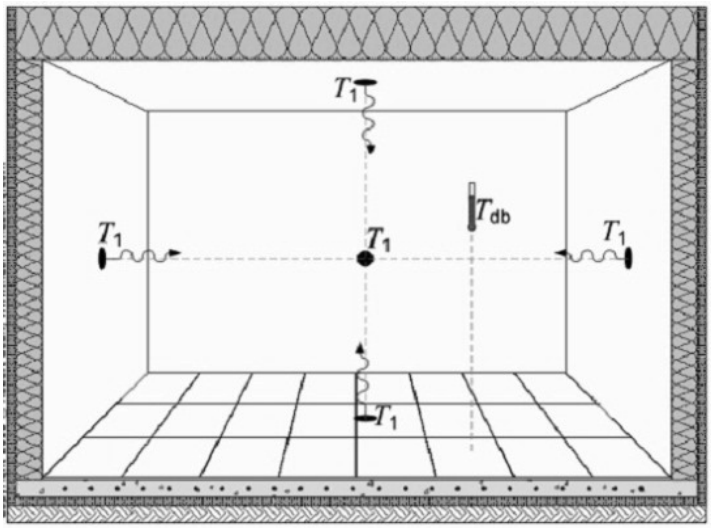
فعالیت	آهنگ سوخت وساز W/m^2
خوابیده	٤١
استراحت	٤٧
نشسته	٥٨
ایستاده، راحت	٧٠
قدم زدن با سرعت ۳/۲ کیلومتر در ساعت	١١٦
در حال نظافت در خانه	١١٦–١٩٨

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23225602.1391.1.1.7.9]

میانگین دمای تشعشعی[۳]: ما گرمایی که از ساختمان از دست می‌رود را حس نمی‌کنیم اما گرمایی که از پوستمان از دست می‌رود حس می‌نماییم. بنابراین باید رابطه‌ی بین تشعشع و سطوح اطراف را که توسط میانگین دمای تشعشعی شرح داده‌می‌شود درک نماییم. دمای تشعشعی قسمتی از معادله‌ی آسایش حرارتی است. در (شکل ۲) رابطه‌ی شماره ۸ وجود دارد(بهادری‌نژاد و یعقوبی، ۱۳۸۵).

رابطه (۸) $T_O=(h_rT_r+h_cT_{db})/(h_r+h_c)$



شکل ۲. تشعشع از سطوح مختلف مأخذ : www.healthyheating.com

در رابطه شماره ۸، T_r میانگین دمای تشعشعی (C°)؛ T_{db} دمای محیط (C°)؛ T_O دمای نسبی فعال (متوسط دمای محیط و دمای میانگین سطح) (C°)؛ h_r ضریب تابش معادل (w/m^2K)؛ h_c ضریب جابه‌جایی گرما (w/m^2K) می باشد.

معماری بازار

واژه بازار بسیار کهن و به معنی محل خرید و فروش و عرضه کالا است. بازار در فارسی میانه به صورت "وازاره" و با ترکیب‌هایی مانند "وازارگ" و "وازارگان" به کار رفته‌است. این واژه ایرانی به زبان برخی از سرزمین‌ها که با ایران تبادلات بازرگانی داشتند، مانند سرزمین‌های عربی، ترکی، عثمانی و برخی از کشورهای اروپایی، راه یافته است. در زبان فارسی بازار به عنوان اسم مکان به معنی محل خرید و فروش کالا است و با وجود این‌که این واژه امروز بیشتر در بازارهای دائمی، اصلی و قدیمی شهرهای کهن و تاریخی به‌کار می‌رود، در گذشته گاه به صورت ساده و گاه با پیشوند یا پسوندهایی به معنی محل شلوغ و پرازدحام، اعتبار و اهمیت اشخاص و غیره به‌کار رفته است. در زبان پهلوی نیز بازار به صورت واکار و وازار آمده و به معنای محل داد و ستد و اجتماع است(معتمد، ۱۳۹۰ و دهخدا، ۱۳۸۸).

بازارهای ایران، ستون فقرات شهرها را تشکیل می‌دادند و مجموعه‌ای از بناهای گوناگون هستند که به صورت خاصی به هم بافته شده‌اند. در کل هر بازار متشکل از یک تنه اصلی یا راسته بازار و بناهای متصل به آن است. این راسته، که گاه صورتی مستقیم و گاه شکلی گیاه‌وار دارد، ممکن است شاخه‌های مختلف پیدا کند؛ اما همواره از تکرار چهارطاقی‌ای ساده با دو حجره در دو سوی آن پدید می‌آید. به عکس این همسانی، بناهای متصل به راسته بسیار متنوع و تقریباً از همه انواع، اعم از حکومتی و تجاری و مذهبی آموزشی و خدماتی است. بناهای بازار انواع بسیار دارد که از آن جمله سرا و کاروان‌سرا، تیم و تیمچه، فضاهای حاشیه‌ای مانند بارانداز و بهاربند است. سرا معمولاً بنایی است با حیاط گشاده، و تیمچه فضایی سرپوشیده، وسیع و مرتفع است. کاروان‌سرا که محل اطراق و آمد و شد کاروان‌ها بوده است، معمولاً حیاطی وسیع‌تر و حجره‌های بسته‌تر دارد(معتمد، ۱۳۹۰).

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1391.1.1.7.9]

بازار وکیل شیراز

بازار وکیل شهر شیراز یکی از مشهورترین بازارهای سنتی و تاریخی ایران است. این بازار که به فرمان کریم‌خان زند ساخته شده، اکنون در مرکز شهر شیراز قرار گرفته است. تمام کارهای بازرگانی، خرید و فروش کالاهای داخلی و خارجی و مبادلات پایاپای، صدور یا دریافت حواله و صرافی‌ها همگی در حجره‌های این بازار انجام می‌گرفته و در واقع بازار وکیل مانند قلب واقعی شیراز بوده و تمام امور بازرگانی در آنجا صورت می‌گرفته است. این بازار از نزدیکی دروازه اصفهان تا مدخل بازارهای قدیم امتداد دارد. معماری این بنا برگرفته از بازار قیصریه لار و همچون بازارچه بلند اصفهان ساخته شاه عباس است. اما عرض بازار وکیل بیش از سایر بازارهاست. همچنین ۷۴ دهانه طاق ضربی بازار با ارتفاع بیش از ۱۱ متر مرتفع‌تر از طاق سایر بازارهاست که البته اکنون به علت خاکریزی کف بازار، ارتفاع طاق‌ها به ده متر تقلیل یافته است. این بازار که از نظر معماری دارای سه فضای عبور و مرور به عنوان فضایی برای گذر مشتریان، حریم مغازه با ارتفاع تقریبی ۲ پله بالاتر از سطح زمین، فضای مغازه است. دارای پنج در بزرگ است که در چهار سوی آن قرار گرفته است. هم چنین شامل دو رشته شمالی–جنوبی و شرقی–غربی است که یکدیگر را قطع کرده‌اند(شکل ۳). در تقاطع این دو رشته چهار سوق قرار گرفته است. سقف چهار سوق که از چهار طرف آن چهار بازار منشعب می‌شود بسیار بلند و با سبک ساختمانی دلپسندی بنا شده است. این چهار سوق دارای طاق بزرگ ضربی محکمی است و در پای طاق نیز چند ترنج آجرکاری شده‌است.



شکل ۳. عکس هوایی بازار وکیل – شیراز مأخذ: www.GoogleEarth.com

ضلع شمالی– جنوبی بازار از دروازه اصفهان شروع می‌شود و تا کوچه جنوبی سرای مشیر ادامه می‌یابد. در دو طرف این راسته هر قسمت ۴۱ جفت مغازه وجود دارد که در جلو هر یک سکویی از قطعات سنگی بزرگ که بر روی آن، ترنج‌هایی برجسته حجاری شده است. در شمال شرقی این راسته، چند کاروان‌سرای قدیمی به نام‌های روغنی، گمرک و احمدی ساخته شده است که در ورودی آنها در درون بازار است. هر یک از این کاروان‌سراها دارای چندین حجره می‌باشند(شکل۴).



شکل۴. بازار وکیل شیراز
مأخذ: نگارندگان

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-22]

[DOR: 20.1001.1.23225602.1391.1.1.7.9]

تحلیل داده ها و بحث

داده‌های مورد نیاز در سه قسمت از بازار شامل ابتدا، انتها و چهارسوق بازار در محیط اندازه‌گیری شد که نتایج به این قرار است(جدول ۴):

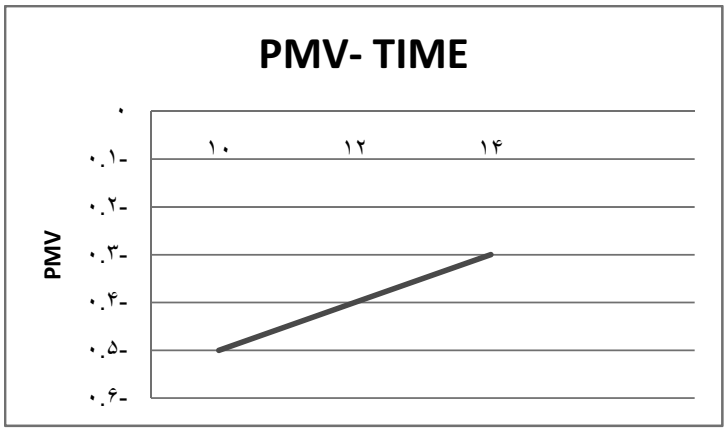
جدول ۴. داده‌های اندازه‌گیری شده در بازار وکیل شیراز مأخذ: نگارندگان (اندازه‌گیری در تاریخ ۱۵ دی ماه ۱۳۹۰)

محل اندازه گیری	زمان	سرعت باد(m/s)	دمای هوا(C°)	رطوبت نسبی	دمای جداره شرقی راسته(C°)	دمای جداره غربی راسته (C°)	دمای سقف(C°)
ابتدای بازار	۱۰	۰/۲	۱۷/۷	٪۹/۵	۱۲/۸	۱۳	۱۳/۵
	۱۲	۰/۱	۱۸	٪۸/۷	۱۳/۱	۱۳/۳	۱۳/۸
	۱۴	۰/۱	۱۸/۱	٪۸/۱	۱۳/۴	۱۳/۵	۱۳/۹
انتهای بازار	۱۰	۰/۲	۱۷/۶	٪۹	۱۲/۷	۱۲/۹	۱۳/۳
	۱۲	۰/۱	۱۸/۱	٪۸/۷	۱۳	۱۳/۲	۱۳/۵
	۱۴	۰/۱	۱۸/۴	٪۸/۳	۱۳/۳	۱۳/۴	۱۳/۹
چهارسوق بازار	۱۰	۰/۲	۱۷	٪۸	۱۲/۶	۱۲/۷	۱۲/۸
	۱۲	۰/۱	۱۷/۵	٪۷/۸	۱۳/۵	۱۳/۴	۱۳/۱
	۱۴	۰/۱	۱۷/۹	٪۷/۷	۱۳/۷	۱۳/۶	۱۳/۷

محاسبه PMV و PPD در تاریخ ۱۵ دی ماه ۱۳۹۰در ابتدای بازار وکیل(جدول۵ و اشکال ۵ و ۶).

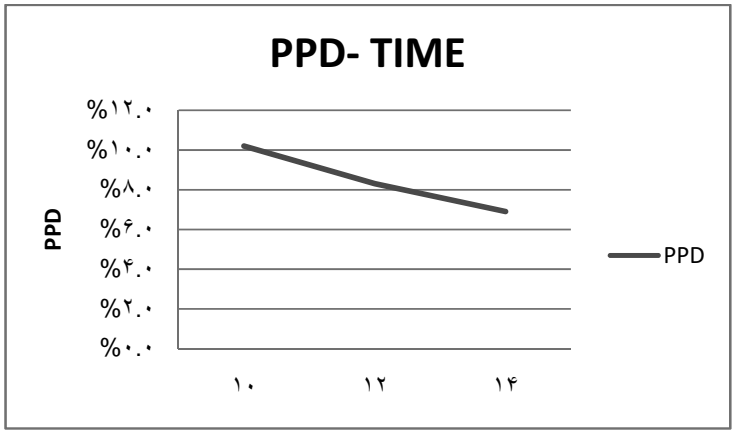
جدول ۵. محاسبه PMV و PPD در ابتدای بازار وکیل مأخذ: نگارندگان

زمان	PMV	PPD	Operative temp (°C)
۱۰	-۰/۵	٪۱۰/۲	۱۵/۸٦
۱۲	-۰/٤	٪۸/۳	۱۵/۷
۱٤	-۰/۳	٪٦/۹	۱۵/۸۵



شکل ۵. نمودار تغییرات PMV در ساعات مختلف مأخذ: نگارندگان

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1391.1.1.7.9]

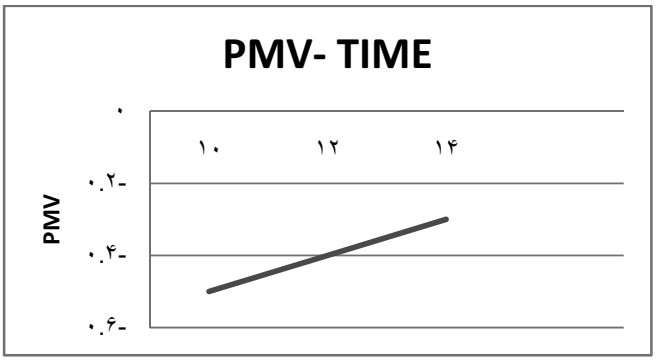


شکل ۶ نمودار تغییرات PPD در ساعات مختلف مأخذ: نگارندگان

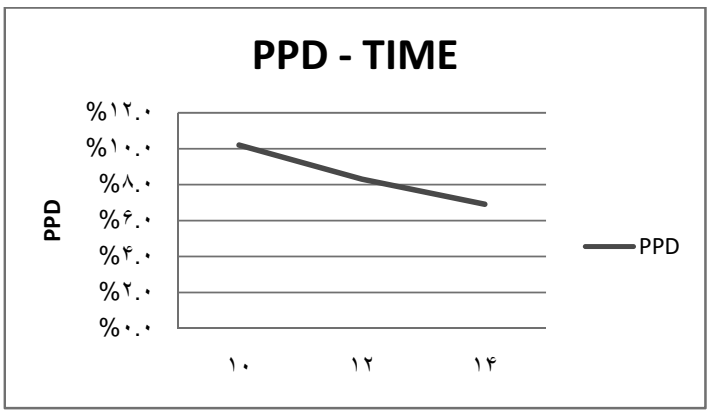
محاسبه PMV و PPD در تاریخ ۱۵ دی ماه ۱۳۹۰در انتهای بازار وکیل(جدول۶ و اشکال ۷ و ۸).

جدول ۶ محاسبه PMV و PPD در انتهای بازار وکیل مأخذ: نگارندگان

زمان	PMV	PPD	Operative temp (°C)
۱۰	-۰/۵	٪۱۰/۲	۱۵/۷۲
۱۲	-۰/٤	٪۸/۳	۱۵/٦
۱٤	-۰/۳	٪٦/۹	۱۵/۹۵



شکل ۷. نمودار تغییرات PMV در ساعات مختلف مأخذ: نگارندگان



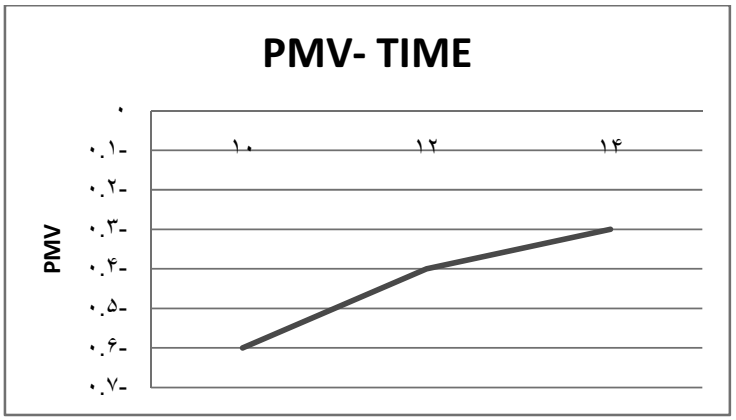
شکل ۸ نمودار تغییرات PPD در ساعات مختلف مأخذ: نگارندگان

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1391.1.1.7.9]

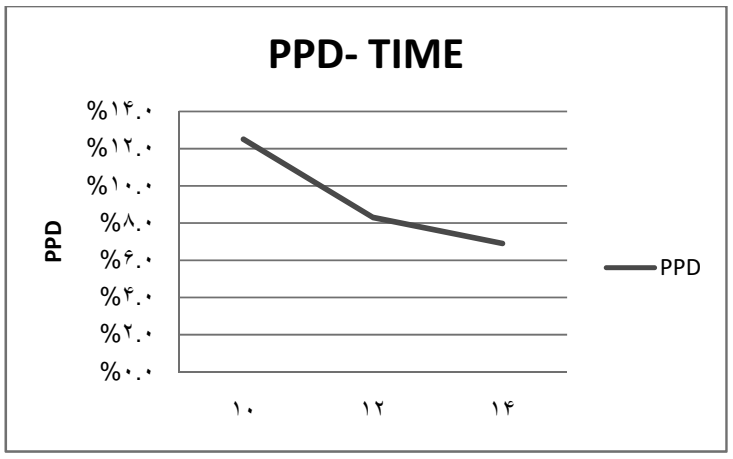
محاسبه PMV و PPD در تاریخ ۱۵ دی ماه ۱۳۹۰در چهار سوق بازار وکیل (جدول ۷ و اشکال ۹ و ۱۰).

جدول ۷. محاسبه PMV و PPD در چهارسوق بازار وکیل — ماخذ: نگارنده گان

زمان	PMV	PPD	Operative temp (°C)
۱۰	-۰/٦	٪۱۲.٥	۱٥/۲۸
۱۲	-۰/٤	٪۸.۳	۱٥/٤
۱٤	-۰/۳	٪٦/۹	۱٥/۸٥



شکل ۹. نمودار تغییرات PMV در ساعات مختلف(چهار سوق بازار وکیل) مأخذ: نگارندگان



شکل ۱۰. نمودار تغییرات PPD در ساعات مختلف(چهار سوق بازار وکیل) – ماخذ : نگارنده گان

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از محاسبه PMV و PPD در تاریخ ۱۵ دی‌ماه درجه تنش فیزیولوژیک، بدون تنش سرما و حساسیت حرارتی از درجه راحت برخوردار می‌باشد. کمتر از ۱۵ درصد از کاربران بازار از این شرایط ناراضی هستند که این رقم بر اساس روش PPD محاسبه شده است. در فصل زمستان هرچه به ساعت ۱۴ نزدیک‌تر می‌شویم شرایط راحتی مطلوب‌تر می‌گردد و از میزان نارضایتی کاسته می‌شود. این درجه از آسایش حرارتی به دلیل استفاده از اصول طراحی اقلیمی در این فضای پویای شهری بوده است. این اصول شامل طراحی همساز با اقلیم سقف (استفاده از سقف طاقی شکل)، کف، جداره و مصالح ساختمانی می‌باشد. البته باید توجه داشت که با توجه به اقلیم گرم و نیمه خشک شهر شیراز بررسی شرایط آسایش در ماه‌های گرم سال در فصل تابستان، نتیجه این پژوهش را تکمیل خواهد کرد. پیشنهاد

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1391.1.1.7.9]

می‌شود برای ادامه این پژوهش آسایش حرارتی در فصول گرم بررسی گردد. همچنین اصول طراحی اقلیمی که در طراحی بازار وکیل لحاظ شده و آسایش حرارتی را برای کاربران پدید آورده بررسی گردد.

پی‌نوشت‌ها

۱.Predicted Mean Vote
۲.Predicted Percentage of Dissatisfied
۳.Mean radiant temperature

فهرست مراجع

۱.بهادری‌نژاد، مهدی، یعقوبی، محمود، (۱۳۸۵)، **"تهویه و سرمایش طبیعی در ساختمان‌های سنتی ایران"**، مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

۲.دهخدا، علی‌اکبر، (۱۳۸۸) ، **"لغات‌نامه دهخدا"**، موسسه لغت‌نامه دهخدا، جلد ۴، ص۲۸۶.

۳.ذوالفقاری، حسن، (۱۳۸۶)، **"تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردش در تبریز با استفاده ازشاخص های دمای معادل فیزیولوژی PET و متوسط نظرسنجی پیش بینی شده PMV"**، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۶۲، تهران.

۴.شبانی، امیرحسین، بهمن پور خالصی، حمید رضا، (۱۳۹۰)، **"جایگاه آسایش اقلیمی در فرایند طراحی فضاهای شهری با تأکید بر بوم‌های بیابانی"**، همایش ملی بوم‌های بیابانی، گردشگری و هنرهای محیطی، نجف آباد.

۵.شیخ‌بیگلو، رعنا، محمدی، جمال، (۱۳۸۹)، **"تحلیل عناصر اقلیمی باد و بارش با تاکید بر طراحی شهری نمونه موردی اصفهان"**، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره۳، صص ۶۵-۶۳.

۶.کاک‌نیلسن، هالگر، (۱۳۸۹)، **"معماری همساز با اقلیم، اصول طراحی زیست محیطی در مناطق گرم"**، ترجمه‌ی فرزانه سفلایی، مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهرسازی و معماری، تهران.

۷.گروت، لیندا، وانگ، دیوید، (۱۳۸۸)، **"روش‌های تحقیق در معماری"**، ترجمه‌ی علیرضا عینی‌فر، دانشگاه تهران، چاپ سوم، تهران.

۸. گندمکار، امیر، محرراحمدی، مژگان، (۱۳۹۰)، **" بررسی اقلیم آسایشی شهرستان کاشمر با استفاده از مدل** PET"، همایش ملی بوم‌های بیابانی، گردشگری و هنرهای محیطی، نجف آباد.

۹. معتمد، مهشید، (۱۳۹۰)، **"بررسی ساختارشناسی بازار قیصریه لار و ارتباط ویژگی‌های بازار با اقلیم گرم و خشک منطقه لارستان"**، همایش ملی بوم‌های بیابانی، گردشگری و هنرهای محیطی، نجف آباد.

10.Matzarakis, A., (2007),"**climate. Thermal comfort and tourism**", Meteorological Institute, University of Freiburg, Germany.
11.www.**googleEarth**.com
12.www.**healthyheating**.com

[Downloaded from hafthesar.iauh.ac.ir on 2026-11-22]
[DOR: 20.1001.1.23225602.1391.1.1.7.9]