

بررسی آسایش حرارتی با استفاده از روش‌های PPD و PMV

(مطالعه موردی: بازار وکیل شیراز)

سید محمدعلی نجفی*، نجمه نجفی**

۶۱

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۷/۱۶

تاریخ پذیرش نهایی: ۹۱/۸/۲۶

چکیده

آب و هوای تأثیر زیادی بر شرایط راحتی بشر دارد. در معماری سنتی ایران، طراحان تلاش نموده‌اند تا با به کارگیری اصول اقلیمی در اینیه و فضاهای شهری شرایط آسایش را برای ساکنان و کاربران بنا فراهم آورند. توجه به طراحی اقلیمی عناصر تشکیل‌دهنده‌ی بنا همچون سقف، کف، باشو 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 PPD و PMV بررسی می‌شود. در صورت راحت نبودن شرایط آسایش حرارتی می‌توان تمپیداتی 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 تنفس فیزیولوژیک، بدون تنفس 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، PPD، PMV

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 گرمابستگی به موقعیت و عادات مردم دارد و با توجه به این که انسان قابلیت تطاوی خوبی با محیط دارد ممکن است شرایطی برای بعضی در حالات راحتی و برای افراد دیگر ناراحت کننده باشد (بهادری‌نژاد و بعقوبی، 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 محمر 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 بخشنند. با در نظر گرفتن این اصول توансنتند کیفیت اینها با عملکرد خاص را ارتقا بخشنند. 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 بهسازی در سلامت جسم و روح آن‌ها دارد (شیخیگلو و محمدی، ۱۳۸۹) (شیانی و بهمن‌پور خالصی، ۱۳۹۰). در این پژوهش، آسایش حرارتی در بازار و کیل شیراز به عنوان یکی از مهم‌ترین فضاهای شهری بررسی می‌گردد. برای بررسی آسایش حرارتی روش‌های گوناگونی وجود دارد. در این جستار از روش نمایه تخمين 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 تدبیر گوناگونی بهره گیرد. محیط پژوهش تجربی از محیط کاملاً کنترل شده آزمایشگاهی تا محیط‌های میدانی کمتر کنترل شده متغیر است. رویه‌های آزمایشی نیز می‌تواند از اندازه‌گیری‌های فیزیکی کاملاً حساب شده تا مقوله‌بندی‌های غیرفیزیکی تغییر کند (گروت و وانگ، ۱۳۸۸). آسایش حرارتی در بازار و کیل در ابتداء، انتهای و چهارسوق بازار بررسی گردیده است. متغیرهای مورد نیاز برای بررسی آسایش حرارتی به صورت میدانی و با اندازه‌گیری ابزاری به دست آمده است.

داده‌ها و روش‌ها

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

PMV روش

فنگر با مرتبط داشتن احساس گرما با توان فرد و بر اساس نتایج تجربی به دست 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 بهویله در تعیین مؤلفه حرارتی میکروکلیماهای شهری، در مطالعات مربوط به آب و هوای شهری گردشگری نیز کاربرد وسیعی پیدا کرده است (بهادری‌نژاد و بعقوبی، ۱۳۸۵). این شاخص از طریق روابط زیر قابل محاسبه است:

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

$$E = 3.05 \times 10^3 (256_{tsk} - 3373 - P_a) + E_{sw} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$E_c = 3.05 \times 10^3 [5733 - 6.99 \times (M-W) - P_a] + 0.42 (M-W - 58.15) \quad \text{رابطه (۳)}$$

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

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

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

$$H = K_{cl} = t_{sk} - t_{cl} / I_{cl} \quad (6) \quad \text{رابطه}$$

که در معادلات فوق C_{rec} تبادل حرارت هم رفتی تعرق (W/m^2)؛ E_{rec} تبادل حرارت تبخیری تعریق (W/m^2)؛ I_{cl} تبادل حرارت تبخیری در سطح پوست موقعي که در حالت حرارتی خنثی قرار دارد (W/m^2)؛ t_{sk} 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 سانتی گراد)؛ T_{sk} دمای متوسط پوست (درجه سانتی گراد)؛ P_a نیروی مکانیکی مؤثر (W/m^2)؛ e تبادل حرارت تبخیری در سطح پوست (W/m^2)؛ H تلفات حرارت خشک به صورت هم رفت، هدایت و تابش (W/m^2)؛

P_a رطوبت، فشار بخار جزئی هوا (پاسکال)؛ Ta دمای هوا (درجه سانتی گراد).

مقیاس PMV نوعی تقسیم بندی احساس حرارتی 7 درجه ای است که دامنه آن از $-3/5$ تا $+3/5$ (سرد) تا $+3/5$ (گرم) تغییر می کند. صفر در این مقیاس نشانگر احساس حرارتی خنثی است (جدول ۱). برای محاسبه راحت تر و سریع تر این شاخص، نرم افزارهایی هم طراحی شده است که نرم افزار Ray Man یکی از آن هاست (ذوقه ای، ۱۳۸۶ و بهادری نژاد و یعقوبی، ۱۳۸۵).

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

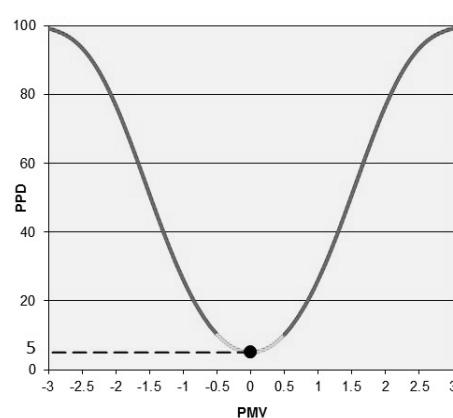
PMV	حساسیت حرارتی	درجہ تنفس فیزیولوژیک
-۳/۵	سرد	تنفس سرمایی شدید
-۲/۵	خنک	تنفس سرمایی متوسط
-۱/۵	کمی خنک	تنفس سرمایی اندک
-۰/۵	راحت	بدون تنفس سرمایی
+۰/۵	کمی گرم	تنفس گرمایی اندک
+۱/۵	گرم	تنفس گرمایی متوسط
+۲/۵	خیلی گرم	تنفس گرمایی شدید
+۳/۵	داغ	تنفس گرمایی بسیار شدید

PPD (روش)

شاخص PPD نیز برای پیش بینی درصد افراد ناراضی از محیط حرارتی تعیین شده بر مبنای شاخص PMV شکل گرفته است در شاخص مذکور درصد افرادی که بر اساس شاخص PMV نظر -2 ، -3 و $+2$ ، $+3$ و یا کمتر $+2$ و یا بیشتر را داده اند، به صورت درصد بیان می شود.

شاخص PPD از طریق رابطه زیر محاسبه می شود (ذوقه ای، ۱۳۸۶) (شکل ۱).

$$PPD = 100 - 95 e^{-(0.03353PMV^4 + 0.2179PMV^2)} \quad \text{رابطه (۷)}$$



شکل ۱. تغییرات درصد متوسط افراد ناراضی با تخمین متوسط

PMV (نیایه آسایش)

مأخذ: بهادری نژاد، یعقوبی، ۱۳۸۵]

متغیرهای مورد استفاده در مدل (ایانه‌ای)

متغیرهای مورد استفاده در مدل رایانه‌ای که برای محاسبهٔ 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 محدودهٔ ۱۶ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد باقی بماند (کاکنیلسن، ۱۳۸۹). درجه حرارت هوا توسط دماسنج اندازه‌گرفته شده است.

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

جدول ۲. ارزش نارسانایی پوشاس 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 سنتگین مردان	۱/۵
پوشش داخل خانه خانم‌ها	۰/۷ - ۰/۹
پوشش خیلی سنتگین پشمی مردان	۲-۲/۵

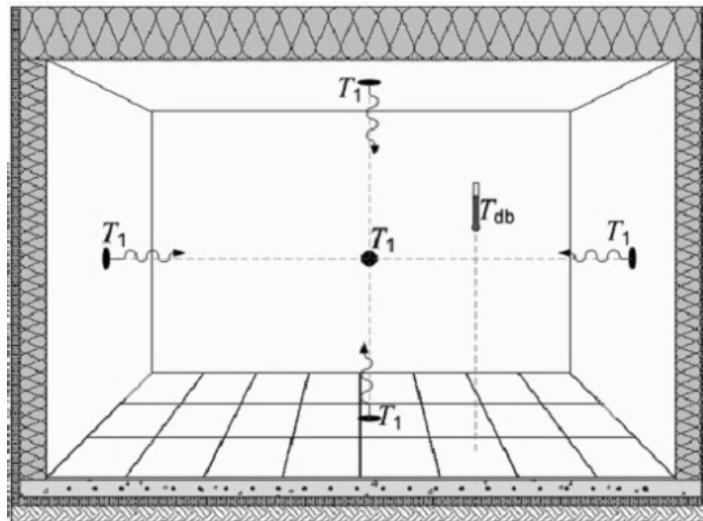
کار: اگر فردی کاری انجام دهد آهنگ سوخت و ساز افزایش می‌یابد. از آن جا که بازده گرمایی بدن خیلی پایین است، حداکثر ۲۰ درصد گرمای تولیدی به کار تبدیل می‌شود. با ضریب بازده مکانیکی در گرمایی تولید مقدار کار به دست می‌آید (جدول ۳) (بهادری نژاد و یعقوبی، ۱۳۸۵).

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

فعالیت	آهنگ سوخت و ساز W/m^2
خوابیده	۴۱
استراحت	۴۷
نشسته	۵۸
ایستاده، راحت	۷۰
قدم زدن با سرعت $3/2$ کیلومتر در ساعت	۱۱۶
در حال نظافت در خانه	۱۱۶-۱۹۸

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).

$$T_0 = (h_r T_r + h_c T_{db}) / (h_r + h_c) \quad (8)$$



مأخذ : www.healthyheating.com

شکل ۲. تشعشع از سطوح مختلف

در رابطه شماره ۸ میانگین دمای تشعشعی (T_r)؛ T_{db} دمای محیط (C°)؛ T_0 دمای نسبی فعال (متوجه دمای محیط و دمای میانگین سطح) (C°)؛ h_r ضریب تابش معادل (w/m^2K)؛ h_c ضریب جابه‌جایی گرما (w/m^2K) می‌باشد.

محمدواری 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 ترکیب‌های مانند "وازارگ" و "وازارگان" به کار رفته‌است. این واژه ایرانی به زبان برخی از سرزمین‌ها که با ایران تبادلات بازارگانی 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 به کار 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 به کار 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 دهدخدا، ۱۳۸۸).

بازارهای ایران، ستون فقرات شهرها را تشکیل می‌دادند و مجموعه‌ای از بنای‌های گوناگون هستند که به صورت خاصی به هم باقیه شده‌اند. در کل هر بازار متشکل از یک تنه اصلی یا راسته بازار و بنای‌های 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، بنای‌های متصل به راسته بسیار متنوع و تقریباً از همه انواع، اعم از حکومتی و تجاری و مذهبی آموزشی و خدماتی است. بنای‌های بازار انواع بسیار دارد که از آن جمله سرا و کاروان‌سرا، تیم و تیمچه، فضاهای حاشیه‌ای مانند بارانداز و بهاریند است. سرا عموماً بنایی است با حیاط گشاده، و تیمچه فضایی سرپوشیده، وسیع و مرتفع است. کاروان‌سرا که محل اطراف و آمد و شد کاروان‌ها بوده است، معمولاً حیاطی وسیع‌تر و حجره‌های بسته‌تر دارد(معتمد، ۱۳۹۰).

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 پایاپایی، 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 بازارهای است. همچنین ۷۴ دهانه طاق ضربی بازار با ارتفاع بیش از ۱۱ متر مرتفع‌تر از طاق سایر بازارهای است 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 آجر کاری شده است.



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

صلع 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 کاروان‌سراهای دارای چندین حجره می‌باشد(شکل ۴).



شکل ۴. بازار وکیل شیراز
مأخذ: نگارنده‌گان

تمهیل داده‌ها و بحث

داده‌های موردنیاز در سه قسمت از بازار شامل ابتداء، انتهای و چهارسوق بازار در محیط اندازه‌گیری شد که نتایج به این قرار است (جدول ۴):

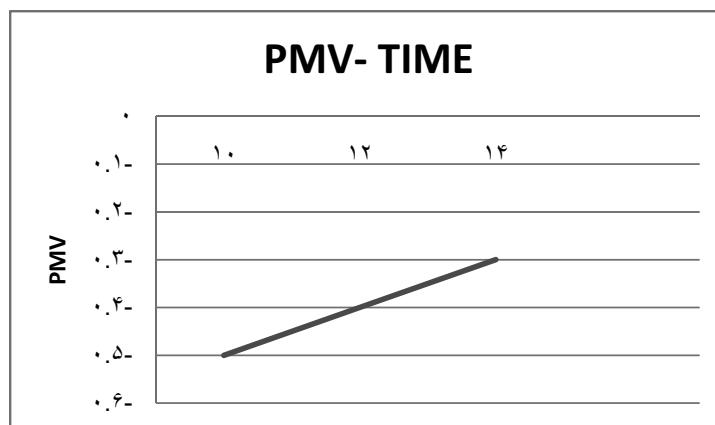
جدول ۴. داده‌های اندازه‌گیری شده در بازار وکیل شیراز مأخذ: نگارنده‌گان [اندازه‌گیری در تاریخ ۱۵ دی ماه ۱۳۹۰]

محل اندازه‌گیری	زمان	سرعت باد (m/s)	دماهی هوای (°C)	رطوبت نسبی (%)	دماهی جداره (°C)	دماهی جداره غربی (°C)	دماهی سقف (°C)
ابتدای بازار	۱۰	.۲	۱۷/۷	%۹/۵	۱۲/۸	۱۳	۱۳/۵
	۱۲	.۱	۱۸	%۸/۷	۱۳/۱	۱۳/۸	۱۳/۸
	۱۴	.۱	۱۸/۱	%۸/۱	۱۳/۴	۱۳/۵	۱۳/۹
	۱۰	.۲	۱۷/۶	%۹	۱۲/۷	۱۲/۹	۱۳/۳
انتهای بازار	۱۲	.۱	۱۸/۱	%۸/۷	۱۳	۱۳/۲	۱۳/۵
	۱۴	.۱	۱۸/۴	%۸/۳	۱۳/۳	۱۳/۴	۱۳/۹
	۱۰	.۲	۱۷	%۸	۱۲/۶	۱۲/۷	۱۲/۸
	۱۲	.۱	۱۷/۵	%۷/۸	۱۳/۵	۱۳/۴	۱۳/۱
چهارسوق بازار	۱۴	.۱	۱۷/۹	%۷/۷	۱۳/۷	۱۳/۶	۱۳/۷

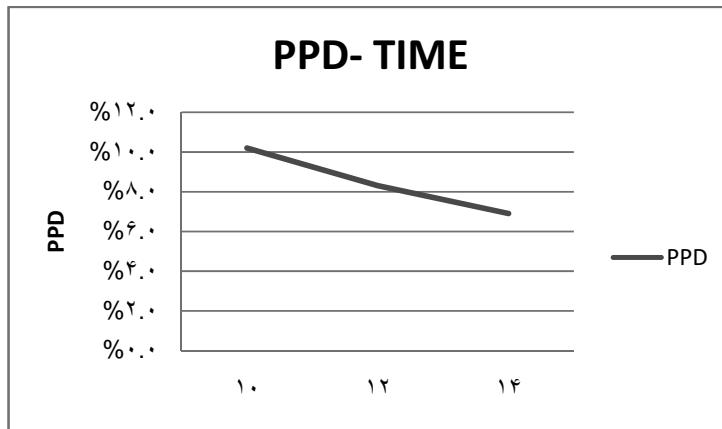
محاسبه PMV و PPD در تاریخ ۱۵ دی ماه ۱۳۹۰ در ابتدای بازار وکیل (جدول ۵ و اشکال ۵ و ۶).

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

زمان	PMV	PPD	Operative temp (°C)
۱۰	-۰/۵	%۱۰/۲	۱۵/۸۶
۱۲	-۰/۴	%۸/۳	۱۵/۷
۱۴	-۰/۳	%۶/۹	۱۵/۸۵



شکل ۵. نمودار تغییرات PMV در ساعت مختلف مأخذ: نگارنده‌گان

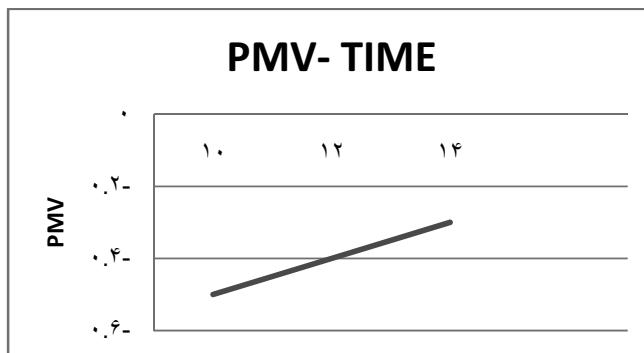


شکل ۶ نمودار تغییرات PPD در ساعت مختلف مأخذ: نگارندگان

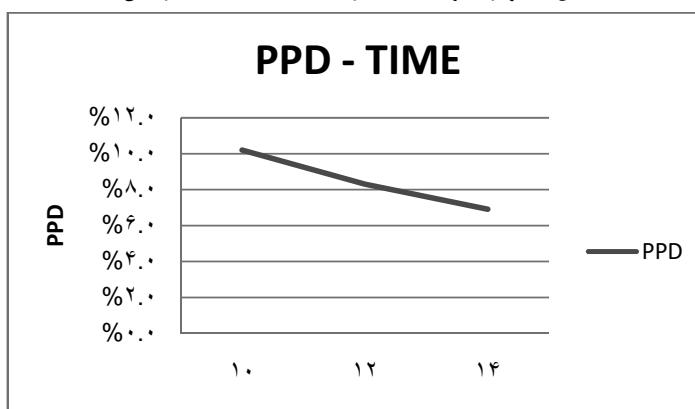
محاسبه PMV و PPD در تاریخ ۱۵ دی ماه ۱۳۹۰ در انتهای بازار وکیل (جدول ۶ و اشکال ۷ و ۸).

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

Operative temp (°C)	PPD	PMV	زمان
۱۵/۷۲	%۱۰/۲	-۰/۵	۱۰
۱۵/۶	%۸/۳	-۰/۴	۱۲
۱۵/۹۵	%۶/۹	-۰/۳	۱۴



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

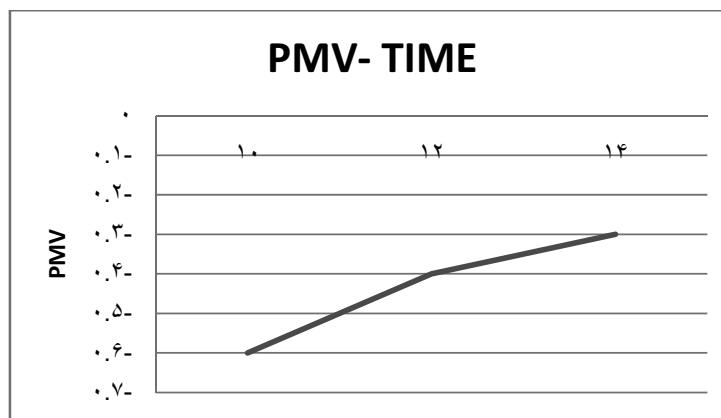


شکل ۸ نمودار تغییرات PPD در ساعت مختلف مأخذ: نگارندگان

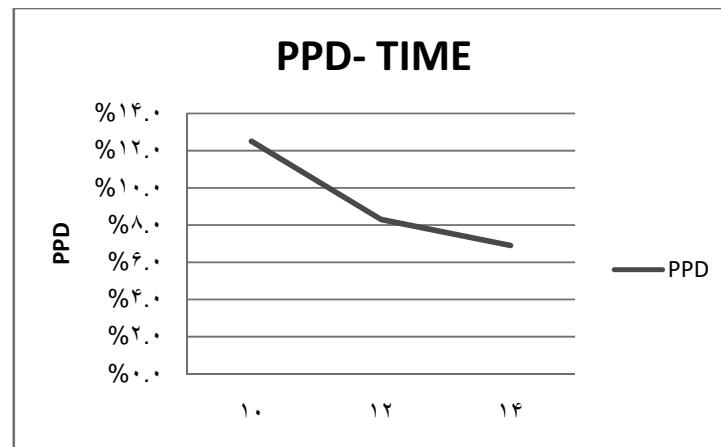
محاسبه PMV و PPD در تاریخ ۱۵ دی ماه ۱۳۹۰ در چهار سوق بازار وکیل (جدول ۷ و اشکال ۹ و ۱۰).

جدول ۷. محاسبه PMV و PPD در چهار سوق بازار وکیل

Operative temp (°C)	PPD	PMV	زمان
۱۵/۲۸	% ۱۲.۰	-۰/۶	۱۰
۱۵/۴	% ۸.۳	-۰/۴	۱۲
۱۵/۸۵	% ۶/۹	-۰/۳	۱۴



شکل ۹. نمودار تغییرات PMV در ساعت مختلف(چهار سوق بازار وکیل) مأخذ: نگارنده گان



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

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از محاسبه PMV و PPD در تاریخ ۱۵ دی ماه درجه تنفس فیزیولوژیک، بدون تنفس 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 ناراضایتی 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

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. بهادری‌زاد، 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، ص ۲۸۶.
۳. ذوق‌فاری، حسن، (۱۳۸۶)، "تعیین تقویم زمانی مناسب برای گردش در تبریز با استفاده از شاخص‌های دمای معادل فیزیولوژی PET و متوسط نظرسنجی پیش‌بینی شده PMV"، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۲۲ 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. شیخ‌بیکلو، رعنا، محمدی، جمال، (۱۳۸۹)، "تحلیل عناصر اقلیمی باد و بارش با تأکید بر طراحی شهری نمونه موردی اصفهان"، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره ۳، صص ۶۴-۶۳.
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، محراج‌حمدی، 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