نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال ششم، شماره۲، تابستان ۱۳۹۸.
صفحات ۸۹ تا ۱۱۰

نگرشی جدید بر زیست پذیری شهری، آسایش حرارتی شرط اولیه در ارتقاء زیست پذیری نمونه موردی: منطقه ۲۲ تهران

احمد پوراحمد، استاد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
حسین حاتمی نژاد، استاد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
کرامت الله زیاری، استاد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
سعیده علیجانی،[1] دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، پردیس البرز، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

دریافت مقاله :۱۳۹۸/۰۲/۰۶ پذیرش نهایی:۱۳۹۸/۰۳/۱۶

چکیده

زیست پذیری شهری بیان کننده چگونگی عملکرد سیستم شهر است، هماهنگی بین زیر سیستم های شهر باعث ارتقاء کیفیت زیست پذیری می شود. کالبد و ساختار فیزیکی شهر بایستی با محیط زیست طبیعی هماهنگ باشد تا جامعه اجتماعی در آن به رفاه اقتصادی و اجتماعی برسند که در نهایت منجر به رضایت و شادی شهروندان می شود. احساس رضایت و رفاه اجتماعی شهروندان در یک شهر طبیعی سالم و پاک اتفاق می افتد. همانطور که زندگی در شوره زار و یا اقلیم بسیار گرم رضایت ساکنین را ایجاد نمی کند، بی توجهی به محیط زیست طبیعی نمی تواند باعث ارتقاء کیفیت زندگی و رفاه شهروندان شود. این تحقیق سعی دارد در دیدگاهی جدید بر اهمیت شرایط محیط زیست در شهر زیست پذیر بپردازد. در بین مؤلفه های محیط زیست، اقلیم و شرایط آب و هوایی مهمترین و بیشترین نقش را بر ارتقاء کیفیت زیست پذیری ایفا می کنند. بررسی کیفیت زیست پذیری شهری توسط سه رویکرد کالبدی، محیط زیست و ادراکی- اجتماعی صورت گرفته است. در رویکرد کالبدی دو شاخص بسیار مهم ضریب دید آسمان (SVF) و نسبت محصوریت یا ارتفاع به عرض خیابان (H/W) و در رویکرد محیط زیستی شاخص آسایش محیطی دمای معادل فیزیولوژیک (PET) در روزهای ۱۶، ۱۷ و ۱۸ مرداد سال ۱۳۹۷ اندازه گیری و محاسبه شدند. همچنین ارزیابی ادراکی و ذهنی شرایط محیط طبیعی از طریق پرسشنامه های کیفی توسط استفاده کننده گان از دو نوع فضای عمومی (پارک شهدای خلیج فارس و خیابان های شهری) صورت گرفت. نتایج نشان دادند که میانگین آسایش حرارتی در فضاهای باز عمومی در روز بین ۴۰،۳۳ و ۵۱،۹۳ درجه سانتیگراد و در سطح شرایط استرس زای شدید قرار دارد. در صورتیکه در خیابان های با ضریب دید آسمان کم و نسبت محصوریت بالا ، کمینه مقدار آسایش حرارتی دیده شد. انجام فعالیت های اجتماعی و تفریحی با توجه به شرایط نامطلوب محیط در دراز مدت منجر به کاهش تمایل شهروندان به حضور و سرزندگی فضاهای عمومی می شود. ارتباط خطی مثبت بین دمای معادل فیزیولوژیکی و احساس حرارتی استفاده کننده گان از فضا بدست آمد. رضایت از مطلوبیت آسایش حرارتی از سوی پرسش شوندگان چه در روز و چه در شب کمترین رای را به خود اختصاص داد. که در فصل تابستان با توجه به زمان اوج استفاده از فضاهای تفریحی نتیجه بسیار خوبی نمی باشد. این تحقیق نشان داد که ملاحظات محیطی در راستای ارتقاء کیفیت زیست پذیری و در نهایت توسعه پایدار در طراحی فضاهای شهری از سوی طراحان ، برنامه ریزان شهری و سازندگان در منطقه تازه ساخت ۲۲ صورت نگرفته است . دانش استفاده از اقلیم و شاخص های آن ضروری است در مطالعات طرح جامع و تفصیلی شهری لحاظ شود.

واژه های کلیدی : زیست پذیری شهری، آسایش حرارتی، دمای معادل فیزیولوژیک (PET)، دمای متوسط تابشی (Tmrt)، ضریب دید آسمان (SVF) ، نسبت محصوریت خیابان

[1] . نویسنده مسئول: Email : alijani.saeideh@fu-berlin.de

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

مقدمه

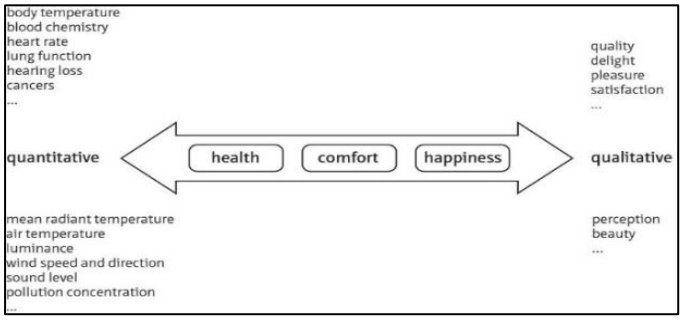
شهرها در جهت فراهم کردن زندگی بهتر برای پیشرفت و رشد انسان، در بستر محیط زیست و در تعادل با آن ساخته شده اند. در ابتدا این محیط زندگی در هماهنگی کامل با طبیعت و بدون ایجاد خسارت بر آن شکل گرفت. اما با افزایش جمعیت و گسترش شهرها، اثرات منفی شهرها بر محیط طبیعی نیز افزایش پیدا کرد به طوریکه با گذر زمان هماهنگی بین طبیعت و شهر خدشه دار و این مهد تمدن به مکانی آلوده با بحران های محیط زیستی تبدیل شد. مخاطرات محیطی امروزه از جمله مهمترین مسائل شهری محسوب میشوند که در میان آنها، گرمایش جهانی هوا به تدریج اثرات مخرب عمده ای بر شهرها و در پی آن بر سلامت شهروندان برجای می گذارد. با توجه به اینکه شهرها کمتر از ۲ درصد سطح کره زمین را تشکیل می دهند، حدود ۷۸ درصد مصرف انرژی جهانی و بیشتر از ۶۰ درصد تولید گاز دی اکسید کربن و گازهای گلخانه ای را برعهده دارند. لذا کاهش اثرات منفی شهرها بر محیط زیست و جلوگیری از گرمایش جهانی هوا امری ضروری و لازم است(UN-Habitat, ۲۰۱٦). به همین خاطر جهت بهبود کیفیت زندگی در شهرها نظریه توسعه پایدار در نیمه دوم قرن بیستم مطرح شد (Brundt, ۱۹۸۷). در یک شهر پایدار، انسان می تواند از منابع طبیعی در جهت بهبود زندگی خود استفاده کند تا آنجایی که به منابع مورد نیاز نسل آینده خدشه ای وارد نکند. به عبارت دیگر شهرهای پایدار بایستی نیازهای شهروندان خود را بدون تحمیل خسارت و ضرر به محیط زیست تامین و محیطی سالم و امن ایجاد کنند تا به طور کلی باعث ارتقاء کیفیت زندگی اجتماعی شهروندان و کیفیت محیط زیست و پایداری آن در آینده شود. بنابراین بستر محیط طبیعی اگر سالم بماند، نسل های آتی هم از مزایای آن و زندگی اجتماعی در شهرها استفاده خواهند کرد. شرط ایده آل ذکر شده برای یک زندگی سالم و اجتماعی، در یک شهر زیست پذیر اتفاق می افتد. نظریه زیست پذیری شهری تمامی شرایط توسعه پایدار شهر را در بر می گیرد اما با این تفاوت که شهر زیست پذیر در اکنون اتفاق می افتد و در نهایت منجر به پایداری شهری در طول زمان می شود (Gough, ۲۰۱۵; Ruth and Franklin ۲۰۱۴). به عبارت دیگر توسعه پایدار شهر یک چهارچوب نظری است که معادل کاربردی و هدفمند آن زیست پذیری شهری است. به طور مثال، ساخت یک شهر پایدار با اجرای پیش فرض های کیفیت زیست پذیری شهری صورت می گیرد.

در تعریف زیست پذیری شهری، مفاهیم زیادی بیان شده است. زندگی با کیفیت و با ارزش انسان، رفاه و رضایت اجتماعی در شهر زیست پذیر اتفاق می افتد که از دهه ۱۹۵۰ (Ley, ۱۹۹۰) توجه برنامه ریزان و طراحان شهری را به خود جلب کرده است. زیست پذیری شهری بیان کننده چگونگی عملکرد سیستم شهر است، هماهنگی بین زیر سیستم های شهر باعث ارتقاء کیفیت زیست پذیری می شود. مطالعات گسترده ای در زمینه زیست پذیری شهری انجام شده که تعاریف متعددی را از سوی صاحب نظران به خود اختصاص داده است . با توجه به تعاریف، ارزیابی زیست پذیری شهری در سه بعد اجتماعی، اقتصادی و محیط زیست صورت می گیرد. اکثر محققین بر مطالعات اجتماعی و اقتصادی بیشتر تاکید کرده اند (Wang, ۲۰۱۰) و محیط زیست را نادیده گرفته اند. در صورتیکه احساس رضایت و رفاه اجتماعی شهروندان در یک محیط طبیعی سالم و پاک اتفاق می افتد (Beatley and Newman, ۲۰۱۳). سازمان بهداشت جهانی سلامتی را اینگونه تعریف می کند " حالتی از تندرستی و رفاه کامل فیزیکی، ذهنی و اجتماعی انسان " . این تعریف بیان می کند که تنها بیمار و ناتوان نبودن برای سلامتی کافی نمی باشد. لذا در شهر نیز بایستی رفاه کامل فیزیکی، ذهنی و اجتماعی شهروندان فراهم شود. مفاهیم رفاه طیف گسترده ای را شامل می شود. طبق طیف مفاهیم رفاه که از سوی Machanda & Steemers (۲۰۱۲) پیشنهاد شده است (شکل ۱) یک سر طیف شاخص های کمی قرار می گیرند که به طور مستقیم قابل اندازه گیری هستند (دمای بدن انسان، ضربان قلب، دمای هوا، سرعت باد ...)، و در سر دیگر شاخص های کیفی مانند کیفیت زندگی، خوشی و لذت. راحتی و آسایش محیط زیست در وسط طیف قرار دارد به عبارتی القاء کننده مفهوم دوجانبه آسایش محیطی است. به این معنی که مناسب نبودن آسایش محیط

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

طبیعی، هر دو سر طیف را تحت تاثیر قرار می دهد و منجر به نارضایتی شهروندان و کاهش رفاه اجتماعی می شود و هم سلامت انسان ها را در معرض تهدید قرار می دهد. بر همین اساس، مفاهیم مانند کیفیت محیط، کیفیت مکان، کیفیت زندگی و پایداری با مفهوم زیست پذیری در اکثر مواقع به طور یکسان تلقی می شوند (Van Kamp et al., ۲۰۰۳). همانطور که زندگی در شوره زار و یا اقلیم بسیار گرم رضایت ساکنین را ایجاد نمی کند، بی توجهی به محیط زیست طبیعی نمی تواند باعث ارتقاء کیفیت زندگی و رفاه ساکنین در شهرها شود. بنابراین این تحقیق سعی دارد از دیدگاهی جدید به ارزیابی و اهمیت محیط زیست در شهر زیست پذیر بپردازد. قابل ذکر است که تعدادی از محققین بر نقش محیط زیست در کیفیت زیست پذیری تاکید بیشتری کرده اند. به طوریکه معتقدند ساکنان زمانی احساس شادی و رضایت می کنند که مدت بیشتری را در طبیعت و فضاهای سبز سپری کنند. منشاء این تفکر به شهر بیوفیلیک برمی گردد (Wilson, ۱۹۸٤). به این معنی که در شهر بیوفیلیک شهروندان به همان اندازه که به غذا و هوا برای متابولیسم نیاز دارند به طبیعت و تمام منابع آن نیز نیازمند هستند (Kellert, ۲۰۰۵). شهر بیوفیلیک شهری است پوشیده از فضاهای سبز و طبیعی که زندگی سرشاز از لذت، شادی و سالم برای ساکنین خود به ارمغان می آورد (Timothy and Beatley, ۲۰۱۱)؛ به عبارت دیگر شهری به مانند بهشت. در نتیجه شهر زیست پذیر در حقیقت یک شهر بیوفیلیک است.



شکل۱). ابعاد رفاه انسان در یک طیف (۲۰۱۲) Machanda & Steemers

در بین مولفه های محیط زیست، اقلیم و شرایط آب و هوایی مهمترین و بیشترین نقش را ایفا می کنند که بر دیگر اجزاء محیط مانند خاک و پوشش گیاهی تاثیر می گذارند. علاوه بر این، در طول دوره گرم شدن هوا و اثرات آن بروی شهرها، اقلیم به یکی از موارد مهم و تعیین کننده در کیفیت زندگی شهروندان تبدیل شده است. از آنجا که زیست پذیری شهری رقابت بین محیط زیست و نیازهای انسان در شهر مطرح شده است (Dorst, ۲۰۱۲)، بنابراین نقش اقلیم و اثر آن در شهر برای ارتقاء کیفیت زندگی و زیست پذیری شهری برجسته و قابل توجه می شود. برای کاهش دمای هوا در فصل گرما و قابل تحمل کردن شرایط طاقت فرسای آن در شهر نیاز به مصرف انرژی قابل توجه است. در صورتیکه اگر بتوان بدون مصرف انرژی بیش از حد، شرایط مطلوب حرارتی در شهر فراهم کرد و به صورت طبیعی با اقلیم و تغییرات آن سازگار کرد، در نتیجه نیازی به مصرف بالای سوخت های فسیلی نخواهد بود که در پی آن مخاطرات محیطی نیز کاهش می یابد. در این راستا افزایش آگاهی و درک شهروندان از شرایط نامطلوب حرارتی و چگونگی سازگاری محیط شهری با اقلیم بسیار مهم و ضروری است(Global Platform for Sustainable Cities, World Bank, ۲۰۱۸). زیرا که اقلیم شهری با شکل شهر و ساختمان ها، جهت گیری خیابان ها و فضاهای باز عمومی ارتباط مستقیم دارد. فضاهای عمومی شهری که به عبارتی قلب شهرها هستند و بستر زندگی اجتماعی شهروندان را فراهم می کنند، ارتباط مستقیمی با مردم دارند چرا که کیفیت فضاهای عمومی تاثیر بسزایی در رضایت شهروندان از زندگی می گذارد. لذا جهت ارتقاء کیفیت زندگی و رونق فعالیت های اقتصادی و تعاملات اجتماعی کیفیت فضاهای عمومی شهر باید توجه ویژه ای شود (Katzschner, ۲۰۰٤). آسایش حرارتی فضاهای عمومی از جمله کیفیت های پایه و اساسی فضاهای عمومی به شمار می رود که در سلامت استفاده کننده گان و ارتقاء رفاه اجتماعی نقش ایفا می کند. آسایش حرارتی احساسی ذهنی است که نشان دهنده رضایت از شرایط حرارتی محیط است (ASHRAE, ۲۰۱۳) و در شادی و رفاه اجتماعی ساکنین

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

بسیار حیاتی است. بنابراین آسایش اقلیمی به عنوان اولین عامل در ارزیابی زیست پذیری شهری باید مورد توجه باید قرار گیرد (Zhao. C. et al., ۲۰۱۰).

شهر تهران به عنوان پایتخت و پرجمعیت ترین شهر ایران، به شدت در معرض خطر گرمایش جهانی هوا و تغییر اقلیم قرار دارد (Ghanghermeh et al., ۲۰۱۳; Roshan et al., ۲۰۱٦). میزان بالای آلودگی هوا (Brajer et al. ۲۰۱۲) و تولید گازهای گلخانه ای و افزایش بیش از حد خودروهای سواری هر چه بیشتر باعث گرم شدن هوای تهران مخصوصا در فصل تابستان شده است (Mirmoghtadaee, ۲۰۱۲; Rafieian and Sheikhi, ۲۰۱۵). به همین علت، تعداد روزهای بسیار گرم سال در گذر زمان افزایش یافته است (Roshan and Nastos, ۲۰۱۸; Roshan et al., ۲۰۱٦; Alijani, ۲۰۰۸) که این مسائل به طور مستقیم بر میزان حضور و نحوه فعالیت های مردم در سطح شهر مخصوصا فضاهای باز عمومی تاثیر می گذارد. از بین مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، منطقه ۲۲ بزرگترین و غربی ترین منطقه است که برخوردار از زمین های وسیع و خالی در دامنه کوه پایه های البرز می باشد. از سوی دیگر، در مسیر بادهای غالب غربی قرار گرفته و اولین منطقه تهران است که با هدف توسعه پایدار شهری احداث شده است لذا نقش عمده ای در مطلوبیت هوای تهران می تواند ایفا کند. کاربری های فرامنطقه ای و فراملی در این منطقه از قبیل دریاچه مصنوع شهدای خلیج فارس جمعیت کثیری از شهروندان تهرانی و نیز شهرهای اطراف را در فصول مختلف سال به خود جلب می کنند. بنابراین انتظار می رود که فضاهای عمومی باز اعم از خیابان ها و میدان ها و همچنین فضاهای تفریحی از کیفیت مناسب برخوردار باشند و هوای منطقه نیز مطلوب و خنک باشد تا شهری زیست پذیر و در نهایت پایدار شکل گیرد (۶۸). اما با گذر زمان و افزایش پراکنده مجموعه های مسکونی - تجاری بلند مرتبه و نزدیک به هم در سطح منطقه و اطراف دریاچه و نیز محورهای عبوری سواره عریض و نبود فضاهای سبز و پوشش گیاهی متناسب، شواهدی از اهداف زیست پذیری و پایداری شهری را نشان نمی دهند. در حالیکه نحوه چیدمان برج ها، جهت گیری خیابان ها و استفاده از پوشش سبز با توجه به وزش بادهای مطلوب غربی و وجود دریاچه مصنوع شهدای خلیج فارس، کیفیت هوای منطقه را کنترل می کنند و محیط طبیعی را پاک و مطلوب نگه می دارند. در نتیجه بستر یک شهر زیست پذیر را فراهم می کنند. بنابراین این تحقیق در نظر دارد شرایط اقلیم و آسایش حرارتی را به عنوان شرط اولیه یک شهر زیست پذیر، شناسایی و تحلیل کند.

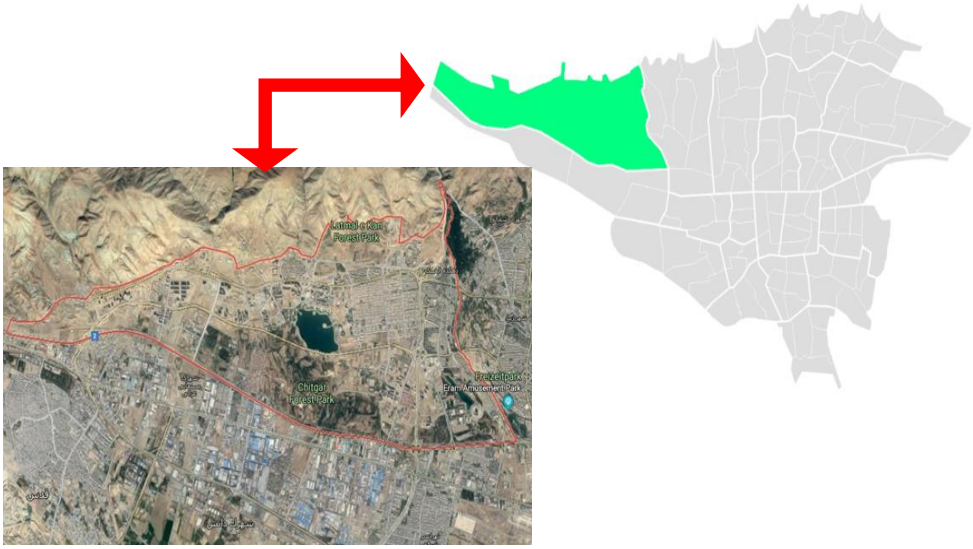
داده ها و روش کار

- **محدوده مورد مطالعه**

منطقه ۲۲ شهر تهران به عنوان نمونه مورد مطالعه تحقیق حاضر انتخاب شده است. منطقه ۲۲ بین طولهای شرقی "۱۰ '۵ ۵۱ تا "۴۰ '۲۰ ۵۱ و عرض های شمالی "۱۶ '۳۲ ۳۵ تا "۱۹ '۵۷ ۳۵ در قسمت شمال غربی شهر تهران قرار گرفته است. این منطقه از شمال به کوهستان البرز مرکزی، در جنوب با آزاد راه تهران-کرج و از سمت غرب توسط جنگل های دست کاشت وردآورد محدود می شود. وسعت منطقه ۵۸۸۱ هکتار (طبق پهنه بندی مصوب سال ۱۳۹۱) است که طبق مطالعات طرح جامع منطقه ۲۲ را به دلیل ویژگی های خاص طبیعی و موقعیت خود در پهنه پایتخت به عنوان منطقه ای مستعد قطب گردشگری معرفی کرده اند و چشم انداز آینده آن بر این اساس استوار شده است. دریاچه مصنوع پارک شهدای خلیج فارس با مساحت آبگیر ۱۳۰ هکتار از جمله کاربری فرامنطقه ای و فراملی می باشد که با هدف تلطیف هوا، افزایش توان اکولوژیکی منطقه و توسعه فضای سبز احداث شده است و در فصول مختلف سال جمعیت زیادی اعم از ساکنین منطقه، شهروندان تهرانی و گردشگران را به خود جلب می کند. علاوه بر دریاچه، مجتمع تفریحی- تجاری بام لند است که در شرق دریاچه ساخته شده و از استقبال بینظیری از سوی شهروندان و گردشگران در تمامی روزهای سال، برخوردار است. زیراکه این دو مجموعه طی چند سال اخیر در راستای توسعه منطقه گردشگری و تفریحی منطقه ۲۲ احداث شده اند. بنابراین بایستی در ارتقاء کیفیت فعالیت

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

های اجتماعی و سرزندگی منطقه و در نهایت زیست پذیر بودن آن نقش برجسته ای ایفا کنند. بافت مسکونی سرتاسر منطقه به طور پراکنده و گسسته در تراکم های مختلف دیده می شود که عمدتا شکل غالب را ساختمان های بلند مرتبه ۱۵ تا ۴۲ طبقه تشکیل می دهند و منطقه ۲۲ در این امر پیش گام می باشد. زمین های بیشماری هنوز مورد ساخت و ساز قرار نگرفته است و قسمت های زیادی نیز در دست ساخت هستند. شکل۲) محدوده منطقه ۲۲ را نشان می دهد.



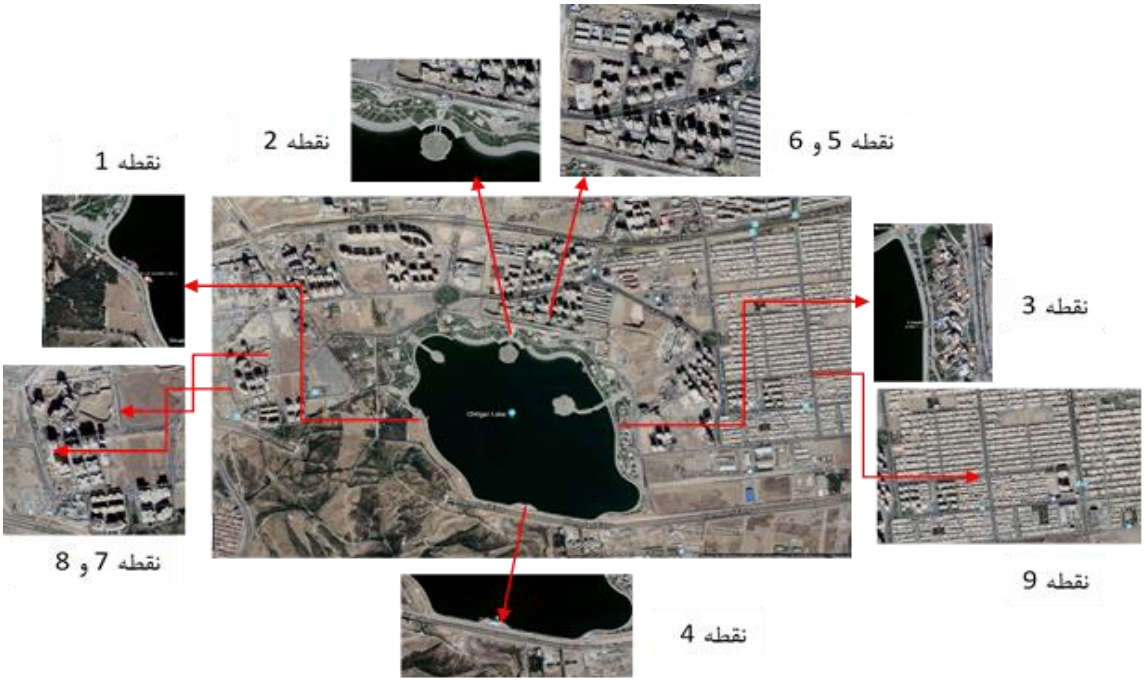
شکل۲). موقعیت منطقه ۲۲ در شهر تهران

- **روش کار**

بررسی کیفیت زیست پذیری شهری توسط سه رویکرد کالبدی، محیط زیست و ادراکی- اجتماعی صورت گرفته است. در رویکرد کالبدی که مربوط به مطالعات ریخت شناسی و فرم فیزیکی شهر می شود؛ جهت گیری و عرض خیابان ها، ارتفاع ساختمان ها، ضریب دید آسمان، نسبت ارتفاع به عرض خیابان ها بررسی می شود. در رویکرد محیط زیستی به بررسی شرایط راحتی حرارتی محیط پرداخته و شاخص آسایش حرارتی اندازه گیری می شود. فعالیت های اجتماعی و میزان حضور استفاده کننده گان از فضا و ادراک آنها از شرایط حرارتی محیط (ارزیابی ذهنی) از طریق تهیه پرسشنامه و پخش آن در محیط مورد بررسی، همزمان با ارزیابی عینی شرایط آسایش حرارتی صورت گرفته است. کلیه شاخص های بررسی شده در دو دسته داده کمی و کیفی تقسیم می شوند. داده های کمی خود به داده های خام که به طور مستقیم اندازه گیری می شوند و داده های ثانویه که حاصل از محاسبات داده های اولیه می باشد تقسیم می شود. داده خام شامل متغیر های اقلیمی از قبیل دمای هوا (Ta°C) ، دمای globe (Tg°C) ، رطوبت نسبی (Rh)، سرعت باد (V) که توسط دستگاه های اندازه گیری متحرک (جدول ۱) اندازه گیری شدند و همچنین نسبت ارتفاع به عرض خیابان در بخش مطالعات کالبدی و داده های ثانویه؛ دمای متوسط تابش (Tmrt)، دمای معادل فیزیولوژیکی (PET) و ضریب دید آسمان (SVF) می باشند. داده ها و شاخص های کمی جهت ارزیابی عینی محیط استفاده می شوند که به شناخت وضعیت محیط طبیعی در بافت کالبدی می پردازد. داده های کیفی جهت ارزیابی ذهنی شرایط محیط استفاده می شوند. دو نوع فضای باز عمومی در سرتاسر منطقه ۲۲ جهت اندازه گیری های مورد نظر انتخاب شدند که جمعا ۹ نقطه (شکل ۳) را تشکیل می دهند. چهار نقطه در داخل پارک شهدای خلیج فارس و اطراف دریاچه آن و پنج نقطه نیز در خارج از پارک و در خیابان های با جهت گیری شمالی- جنوبی و شرقی- غربی در قسمت های شمال، غرب و شرق منطقه انتخاب شدند.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]



شکل۳). موقعیت نقاط مورد مطالعه در منطقه ۲۲. چهار نقطه در داخل پارک در چهار جهت جغرافیایی دریاچه شهدای خلیج فارس و پنج نقطه پراکنده در داخل بافت مسکونی

داده ها و روشها

الف) داده های مشاهداتی

ارزیابی های کمی در دو قسمت بررسی شده اند. در قسمت اول متغیرهای اقلیمی اندازه گیری و محاسبه می شوند و در قسمت دوم متغیرهای فرم فیزیکی محیط ارزیابی می شوند. اندازه گیری ها به مدت سه روز در تاریخ ۱۶، ۱۷ و ۱۸ مرداد و در چهار دوره زمانی؛ ساعت های ۱۰ صبح، ۳ بعدازظهر، ۱۰ شب و ۳ بامداد برای هر نقطه انتخابی به طول انجامید. برای اندازه گیری دمای هوا و دمای کروی (globe temperature) و رطوبت نسبی هوا از یک ترمومتر چند عملکردی PCE-WB ۲۰SD و دستگاه Testo برای اندازه گیری سرعت باد استفاده شد. هردو دستگاه در ارتفاع ۱.۱ متری از سطح زمین تثبیت شدند. جدول (۱) تجهیزات اندازه گیری اقلیمی را نشان می دهد.

جدول ۱). دستگاه های استفاده شده برای اندازه گیری متغیرهای اقلیمی.

شماره دستگاه	نام دستگاه	متغیرهای اقلیمی
۱	PCE-WB ۲۰SD	دمای هوا (Ta)، دمای کروی (Tg) و رطوبت نسی (Rh)
۲	Testo ٤١٠-١	سرعت باد (V)

شاخص های ریخت شناسانه محیط در این تحقیق شامل ضریب دید آسمان (SVF) و نسبت ارتفاع به عرض خیابان (H/W) می شوند. ضریب دید آسمان شاخص اندازه گیری میزان بازی و وسعت آسمان است که مقدار عددی آن بین صفر و یک قرار دارد. زمانیکه کاملا آسمان دیده نمی شود و مانع وجود دارد مقدار صفر و زمانیکه آسمان بسیار گسترده و باز بدون وجود هیچ مانعی مانند ساختمان ها و درختان است این ضریب عدد یک را به خود اختصاص می دهد (Jamai et al., ۲۰۱٦; Correa et al. ۲۰۱۲; Krüger et al., ۲۰۱۱; Oke et al., ۱۹۹۱; Oke, T. R., & Cleugh, H. A, ۱۹۸۷; Bourbia & Awbi, ۲۰۰٤). در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

این تحقیق از دوربین عکاسی Canon EF ۸-۱۵mm f/٤L و لنز Fisheye USM به همراه قطب نما و نیز سه پایه TM۲۳۲٤ برای گرفتن عکس هایHemispherical از ارتفاع ۱.۱ متری از سطح زمین استفاده شد. عکس ها پس از پردازش به نرم افزار Rayman منتقل داده شد تا ضریب دید آسمان محاسبه شود. پارامتر دوم در ریخت شناشی، نسبت میانگین ارتفاع ساختمان های موجود در خیابان تقسیم بر عرض خیابان است که میزان محصوریت و شکل خیابان را نشان می دهد. از آنجا که در مطالعات زیادی ارتباط بین شکل خیابان و میزان تابش نور خورشید در سطح عابرپیاده و آسایش حرارتی در طول روز و شب اثبات شده است (Jamai et al., ۲۰۱٦; Oke et al., ۱۹۹۱; Emmanuel & Johansson, ۲۰۰٦; Shashua-Bar et al., ۲۰۰٤; Bourbia & Awbi, ۲۰۰٤) ، لذا این شاخص در این تحقیق به کارگرفته است. ارتفاع ساختمان ها از طریق نقشه سه بعدی شهر تهران در محیط GIS بدست آمد.

ب) داده های ثانویه

دمای متوسط تابشی (Tmrt)

دمای متوسط تابشی (Tmrt) مهمترین پارامتر تاثیرگذار در آسایش حرارتی محیط می باشد. متوسط دمای تابشی معرف " دمای واحد یک محفظه خیالی که در آن انتقال گرمای تابشی از بدن انسان برابر با انتقال گرمای تابشی در محفظه واقعی است" می باشد (ASHRAE, ۲۰۰۱). این پارامتر نشان دهنده مجموع کل تابش طول موج های کوتاه و بلند در یک فضای باز است که بدن انسان در معرض آن ها قرار می گیرد و احساس حرارتی وی را نسبت به شرایط آسایش اقلیمی محیط تحت کنترل قرار می دهد (Thorsson et al., ۲۰۰۷; Holst & Mayer, ۲۰۱۱; Lee et al., ۲۰۱۳; Streiling &Matzarakis, ۲۰۰۳). بعضی از محققین معتقدند که دمای متوسط تابشی در روزهای بسیارگرم تابستان ارتباط مستقیمی با احساس استرس گرمایی دارد (Tuodert et al., ۲۰۰۵; Toudert, ۲۰۰۵; Mayer et al., ۲۰۰۸). شکل شهر، پوشش گیاهی و فضای سبز احساس حرارتی مردم را در فضاهای عمومی شهری کنترل می کنند، مطالعات زیادی که در این زمینه انجام شده این مهم را اثبات کرده است و نتیجه گرفته اند که فرم خیابان و میزان سبزینگی آن بیشترین عامل تاثیر گذار در کاهش دمای متوسط تابشی می باشد (Klemm et al., ۲۰۱۵; Lindberg & Grimmond, ۲۰۱۰). بنابراین در این تحقیق دمای متوسط تابشی محاسبه و با نتایج احساس حرارتی مردم حاضر در فضاهای عمومی مقایسه شد. فرمول محاسبه دمای متوسط تابشی (Thorsson et al., ۲۰۰۷) مطابق زیر است:

$$Tmrt = \left[(Tg + ۲۷۳.۱۵)^{۴} + \frac{۱.۳۳۵*۱۰^{۸}WS^{۰.۷۱}}{\varepsilon D^{۰.۴}} * (Tg - Ta)\right]^{۰.۲۵} - ۲۷۳.۱۵$$

که در آن، Tg معادل دمای globe یا دمای کروی بر حسب درجه سانتی گراد، WS سرعت باد بر حسب متر بر ثانیه، Ta دمای هوا بر حسب درجه سانتیگراد، D قطر دستگاه کروی مربوط به دمای کروی و ϵ ضریب تابش دستگاه کروی است که معادل ۰.۹۵ در این تحقیق می باشد.

ج) دمای معادل فیزیولوژیکی (PET)

همانطور که پیشتر بیان شد، شرایط جوی محیط بر نحوه انجام فعالیت های مردم در فضاهای شهری و میزان حضور آنها در این فضاها که نشاندهنده رضایت یا عدم رضایت آنها از فضا می باشد، نقش کلیدی ایفا می کند و در نهایت باعث ارتقاء یا کاهش کیفیت زیست پذیری شهری می شود. به همین علت، شرایط جوی و طبیعی محیط باید به گونه ای باشد که در مرحله اول آسایش حرارتی را برای بدن انسان فراهم کند تا تمایل به جذب و استفاده از فضا از سوی شهروندان و ساکنین افزایش یابد. بنابراین با ارزیابی شرایط آسایش حرارتی یک محیط می توان راهکارهای طراحی مناسب و لازم را برای ارتقاء کیفیت فضاهای

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

شهری به کار برد. در این راستا و برای رسیدن به هدف تحقیق، از شاخص دمای معادل فیزیولوژیکی (PET) استفاده شد. این شاخص یکی از پرکاربردترین شاخص های مورد استفاده در ارزیابی شرایط راحتی حرارتی در فضاهای بیرونی است (Höppe, ۱۹۹۹; Mayer & Höppe, ۱۹۸۷; Matzarakis *et al.*, ۱۹۹۹). از طرف دیگر به علت اینکه واحد اندازه گیری آن درجه سانتیگراد است تفسیر نتایج را در حوزه برنامه ریزی وطراحی شهری بسیار سهل و ممکن می کند (Matzarakis et al., ۱۹۹۹). تعریف مفهومی این شاخص عبارت است از " دمای محیطی یک محفظه مصنوع بسته بدون تابش نور خورشید و وزش باد است که در آن میزان انرژی بدن انسان برابر با دمای پوست وی در یک محیط واقعی بیرونی است" . به عبارت دیگر این شاخص، احساس حرارتی بدن انسان را نشان می دهد. تعدادی زیادی از محققین از این شاخص جهت تحلیل تاثیرات شهر و شکل آن در اقلیم و احساس حرارتی شهروندان در فضاهای بیرونی استفاده کرده اند (Ali-Toudert & Mayer, ۲۰۰۶; Cheng et al., ۲۰۱۰; Lin, ۲۰۰۹; Matzarakis et al., ۱۹۹۹; Thorsson et al., ۲۰۰۷). چراکه اقلیم و متغیرهای آن بر بدن انسان و فعالیت های وی در فضاهای بیرونی تاثیر دارد (Höppe, ۱۹۹۹; Mayer & Höppe, ۱۹۸۷; Matzarakis et al., ۱۹۹۹). برای اندازه گیری این شاخص متغیرهای اقلیمی اندازه گیری شده (Ta, Rh, V) به همراه دمای متوسط تابشی (Tmrt) ، به محیط Rayman (Matzarakis et al., ۲۰۰۷) انتقال داده شد تا شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET) محاسبه شود. در Rayman محاسبات انجام شده با توجه به پیش فرض های استاندارد برای یک سن ۳۵ در فضای بیرونی با فعالیتی در حدود ۸۰ وات تولید گرما و لباس سبک ۰.۹ کلو صورت گرفته است. سپس نتایج بدست آمده با جدول استاندارد مقدارهای PET و معادل شرایط استرس گرمایی آن، مقایسه شد تا شرایط حرارتی وضع موجود فضاهای شهری منطقه مورد مطالعه بدست آید.

جدول ۲). سطوح استاندارد استرس گرمایی معادل با درجه دمای معادل فیزیولوژیکی (Matzarakis & Mayer, ۱۹۹۶)

اندازه شاخص بر حسب درجه سانتیگراد	دمای معادل فیزیولوژیکی
بیشتر از ۴۱	ناراحتی گرمایی خیلی شدید
۳۵-۴۱	ناراحتی گرمایی شدید
۲۹-۳۵	ناراحتی گرمایی ملایم
۲۳-۲۹	ناراحتی گرمایی سبک
۱۸-۲۳	بدون ناراحتی گرمایی
۱۳-۱۸	ناراحتی سرمایی سبک
۸-۱۳	ناراحتی سرمایی ملایم
۴-۸	ناراحتی سرمایی شدید
کمتر از ۴	ناراحتی سرمایی خیلی شدید

د) ضریب دید آسمان (SVF)

فرم و ساختار شهر میزان تابش و بازتابش نور خورشید را کنترل می کند. به این گونه که هر چقدر آسمان بیشتری از سطح زمین دیده شود تابش نور خورشید بیشتر و هر چقدر موانع فیزیکی مانند ساختمان ها، تابلوهای شهری و درختان بیشتر جلوی دید به آسمان را بگیرند، پرتوهای نور خورشید کمتر به سطح زمین می رسند در نتیجه منجر به کاهش دما در سطح عابر پیاده می شوند. این فاکتور کنترل، ضریب دید آسمان نامیده می شود و به معنی میزان وسعت و بازی آسمان است. مقدار عددی آن بین صفر و یک است. هر چقدر ضریب به یک نزدیک باشد آسمان وسیع و گسترده بدون وجود مانع است که نشاندهنده ورود پرتوهای نور خورشید بیشتر و گرمایش بیشتر محیط است و بالعکس (Svensson, ۲۰۰٤; Souza, ۲۰۰۷; Unger, ۲۰۰٤; bourbia & boucheriba, ۲۰۱۰). تراکم ساختمانی منطقه ۲۲ به گونه ای است که ساختمان های بلند مرتبه و برج مانند به

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

صورت گروهی و در سطح منطقه پراکنده و گسسته هستند. به همین خاطر چهار نقطه در داخل پارک در کنار دریاچه مصنوعی و فاقد تراکم ساختمانی انتخاب شدند اما بقیه نقاط در تراکم های مختلف ساختمانی در سر تاسر منطقه انتخاب شدند تا اثر فرم های مختلف و در پی آن ضریب دید آسمان (SVF) متفاوت را بروی آسایش حرارتی (PET) و احساس حرارتی مردم در این فضاها مقایسه شود. چراکه، در روزهای بسیار گرم تابستان، فرم های مختلف شهری اثر متفاوتی بر دمای هوای بافت شهری می گذارد (Chen et al., ۲۰۱۲; Yang. F et al., ۲۰۱۰; Yang, F et al., ۲۰۱۱; Shashua & Hoffman ۲۰۰٤). علاوه بر ضریب دید آسمان، در Rayman، مسیر عبور خورشید (Solar Path) نیز در ساعت های مختلف بر روی عکس های گرفته شده، نشان داده شد. این مسیر نشان می دهد که فرم مربوطه چه زمانی برخوردار از سایه است و چه زمانی آفتاب شدید و مستقیم در سایت می تابد. با آگاهی از مسیر عبوری خورشید می توان در چگونگی جایگیری کاربری ها به عنوان مثال کافه های خیابانی و نحوه فعالیت های مردم در فضاهای عمومی تصمیم گیری کرد. توجه به نور خورشید و تغییرات آن در یک فضای شهری، در نهایت میزان حضور افراد و تمایل آنها برای استفاده بیشتر از این فضاها را افزایش می دهد. لذا طراحی فضاهای عمومی بر اساس نحوه تابش نور خورشید منجر به افزایش سرزندگی شهری و ارتقاء کیفیت آن فضا می شود.

ر- نسب ارتفاع به عرض خیابان (H/W)

پارامتر دیگر تاثیر گذار در آسایش حرارتی نسبت محصوریت خیابان یا میانگین مجموع ارتفاع ساختمان ها به عرض خیابان است. هر چه این نسبت بیشتر باشد نشاندهنده تنگی خیابان و تراکم بالای ساختمانی است. نسبت های بالای ۴ خیابان بسیار کم عمق و تنگ است. نسبت محصوریت مناسب یک خیابان ۱ به ۱ یا ۱ به ۲ است. به این معنی که در این خیابان احساس محصوریت کامل (۱ به ۱) و یا آستانه احساس محصوریت (۱ به ۲) به چشم دیده می شود. در نسبت های کمتر فضا دیگر محصور نیست و بسیار وسیع و باز دیده می شود. ارتباط بین نسبت محصوریت و آسایش حرارتی در فضاهای عمومی در مطالعات بیشماری تایید شده است (Offerle, et al., ۲۰۰٦; Oke, ۱۹۸۸; Ratti et al., ۲۰۰٦; Ali-Toudert & Mayer, ۲۰۰۷; Shashua-Bar & Hoffman, ۲۰۰٤ Mohammed & Chang, ۲۰۱۵). در خیابان های با نسبت محصوریت بالا، تابش خورشید با مانع روبرو می شود و در نتیجه دمای هوا کاهش می یابد (Bourbia & Boucheriba, ۲۰۱۰; Shishegar, ۲۰۱۳). در نتیجه مقدار دمای متوسط تابشی و دمای معادل فیزیولوژیکی نیز کاهش می یابد چرا که ارتباط منفی بین نسبت محصوریت و Tmrt و PET اثبات شده است (Chatzidimitriou & Yannas, ۲۰۱٦; Abreu-Harbich et al., ۲۰۱٤). پنج نقطه خارج از پارک در این تحقیق از نسبت های محصوریت مختلفی برخوردار هستند لذا همبستگی بین متوسط دمای تابشی و نسبت محصوریت در این نقاط ارزیابی شد و مورد بحث قرار گرفت.

ارزیابی کیفی آسایش اقلیمی

علاوه بر محاسبه کمی شاخص آسایش حرارتی در محیط، ارزیابی ذهنی این شاخص بسیار حائز اهمیت است. به عبارت دیگر تنها محاسبه شاخص PET برای تصمیم گیری شرایط مطلوب حرارتی در محیط کافی نمی باشد (Nikolopoulou and Steemers, ۲۰۰۳; Thorsson et al., ۲۰۰٤). ویژگی های فردی از قبیل سن، نوع فعالیت و متابولیسم، میزان لباس و همچنین احساس حرارتی مردم از فضا در مطلوبیت محیط حرارتی تاثیر دارند (Nikolopoulou and Steemers, ۲۰۰۳; Mayer et al., ۲۰۱۰ ،□□ □□ □□□□□ ۲۰۰۸□). بنابراین، همزمان با اندازه گیری متغیرهای اقلیمی در هر نقطه، از پرسشنامه جهت ارزیابی ذهنی شرایط حرارتی محیط استفاده و بین مردم به صورت تصادفی پخش شد. قابل ذکر است که تراکم جمعیت در نقاط انتخابی مورد مطالعه متفاوت است. نقاط داخل پارک طبیعتا بازدید کننده گان بیشماری در ساعات مختلف روز مخصوصا در شب دارند در

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

نتیجه تعداد پرسشنامه های تهیه شده در این نقاط بیشتر از نقاط خارج از پارک است. فعالیت های مردم در داخل پارک شامل پیاده روی، نشستن (بروی نیمکت ها، چمن و یا عمدتا به صورت پیک نیک در شب ها)، ایستادن و دوچرخه سواری در مسیر مخصوص اطراف دریاچه می شود. بیشترین جمعیت و حضور مردم در ساعت ۱۰ شب در نقاط داخل پارک به صورت پیک نیک و پیاده روی گروهی دیده شد. بنابراین توزیع پرسشنامه ها با توجه به جمعیت مردم در فضاها صورت گرفت. در نهایت ۶۳۰پرسشنامه در طول مدت کمپین اندازه گیری تهیه شد. هر پرسشنامه شامل ویژگی های فردی (سن، جنس، تحصیلات و لباس، مدت زمان حضور و نوع فعالیت) و پرسش اصلی شامل احساس حرارتی هر فرد می شود. برای تحلیل پرسش اصلی از مقیاس هفت گزینه ای ASHRAE ، خیلی سرد (-۳)، سرد (-۲)، کمی خنک (-۱)، مطلوب (۰)، کمی گرم (+۱)، گرم (+۲)، خیلی گرم (+۳) استفاده شد. با توجه به اینکه تحقیق حاضر در فصل گرما صورت گرفته است، ۳ مقیاس مربوط به فصل سرما در پرسشنامه حذف گردید و ارزیابی ها با توجه به ۴ مقیاس باقی مانده انجام شد.

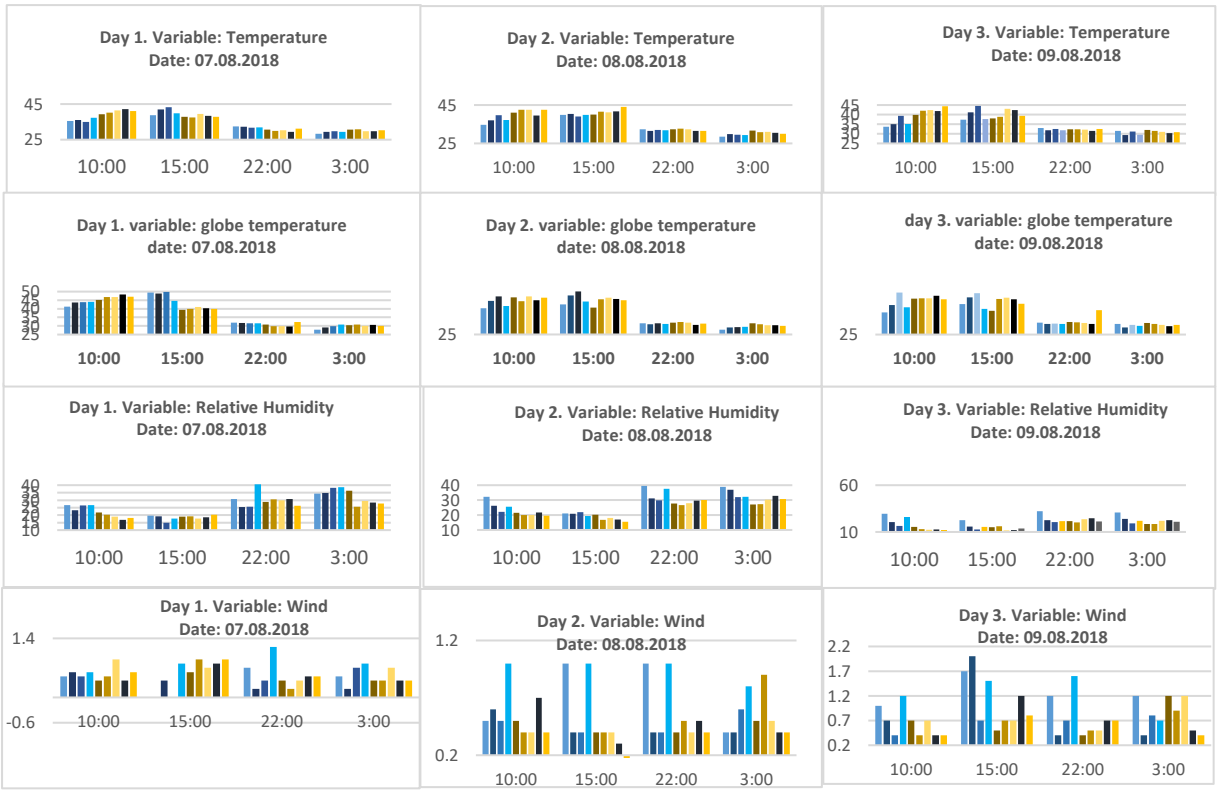
شرح و تفسیر نتایج

- **متغیرهای اقلیمی**

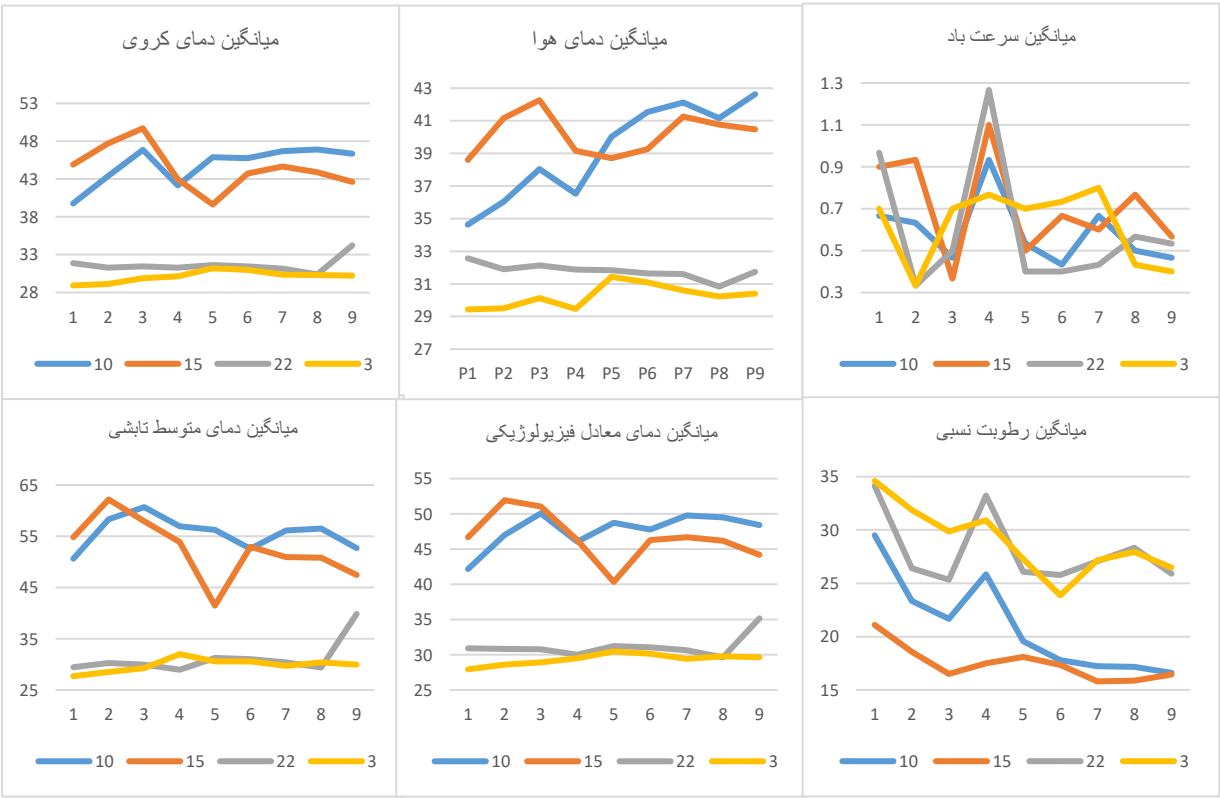
نتایج بدست آمده از اندازه گیری متغیرهای اقلیمی در شکل ۴ نشان داده است. در ساعت ۱۰ صبح نقاط داخل پارک دمای کمتری را نسبت به نقاط موجود در بافت شهری به خود اختصاص داده اند. میانگین دمای هوا (شکل ۵) در مدت سه روز اندازه گیری برای چهار نقطه داخل پارک در ساعت ۱۰ صبح، معادل ۳۶.۳۰ درجه سانتیگراد بدست آمد در حالیکه نقاط خارج از پارک مقدار ۴۱.۵ درجه سانتیگراد را به خود اختصاص دادند. در داخل پارک نقطه ۳ که مجاور بام لند می باشد بیشترین دما را به ترتیب ΔTa= ۳۸,۰۳ و Δ۴۲,۲۶ °C در ساعات ۱۰ صبح و ۳ بعدازظهر به خود اختصاص داد. همانطور که پیشتر گفته شد، مجتمع تفریحی- تجاری بام لند، بازدید کننده گان زیادی را در طول روز و شب مخصوصا در فصل تابستان به خود جذب می کند. لذا انتظار می رود شرایط محیطی در این محل قابل تحمل و مطلوب باشد. از سوی دیگر میانگین رطوبت نسبی نیز در این نقطه کمترین مقدار ۲۱.۶ و ۱۶.۵ درصد را برای دو ساعات اول اندازه گیری، به خود اختصاص داد. این در حالیست که، نقطه ۵ در خارج از پارک نتیجه جالبی را نشان داد. کمترین مقدار میانگین دمای هوا در بین سایر نقاط در خیابان نقیب زاده (نقطه ۵) معادل ۴۰.۰۳ و ۳۸.۷ درجه سانتیگراد در ساعات ۱۰ صبح و ۳ بعدازظهر اندازه گیری شد و بالعکس بیشترین مقدار رطوبت نسبی ۱۹.۵۶ و ۱۸.۱ درصد نیز در این نقطه دیده شد. اما در شب و نیمه شب نقطه ۵ بیشترین میانگین دمایی را به خود اختصاص داد (Δ۳۱,۸۳, Δ۳۱,۴۳°C). نتیجه دمای هوا در روز و شب در نقاط متراکم مسکونی، اثر جزیره حرارتی (UHI) را تایید می کنند (Oke, T.R, ۱۹۸۲). نقطه ۵ با کمترین مقدار میانگین دمای هوا در ساعت ۳ بعداز ظهر ، نتیجه بسیار جالبی است که نشان از اثر عوامل کالبدی و شکلی تاثیر گذار در تغییرات دما در طول روز و شب دارد که در قسمت ریخت شناسی مورد بحث قرار گرفته است. نتایج میانگین وزش باد نشان دادند که بیشترین مقدار باد در نقطه ۴ واقع در جنوب دریاچه شهدای خلیج فارس، در ساعات ۱۰ صبح ، ۳ بعدازظهر و ۱۰ شب به ترتیب ۰.۹، ۱.۱ و ۱.۲ متر بر ثانیه اندازه گیری شد. در حالیکه کمترین مقدار وزش باد در نقطه ۳ برابر با ۰.۴ و ۰.۳ متر بر ثانیه اندازه گیری شد. در شب نیز روند کاهش وزش باد در نقاط ۳ و ۲ اتفاق افتاد که در شرایط آسایش حرارتی تاثیر می گذارد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]



شکل ۴) . نتایج متغیرهای اقلیمی (دمای هوا (Ta℃) ، دمای کروی (Tg℃) ، رطوبت نسبی (%) و باد (m/s) در روزهای ۰۷، ۰۸ و ۰۹ آگوست ۲۰۱۸.



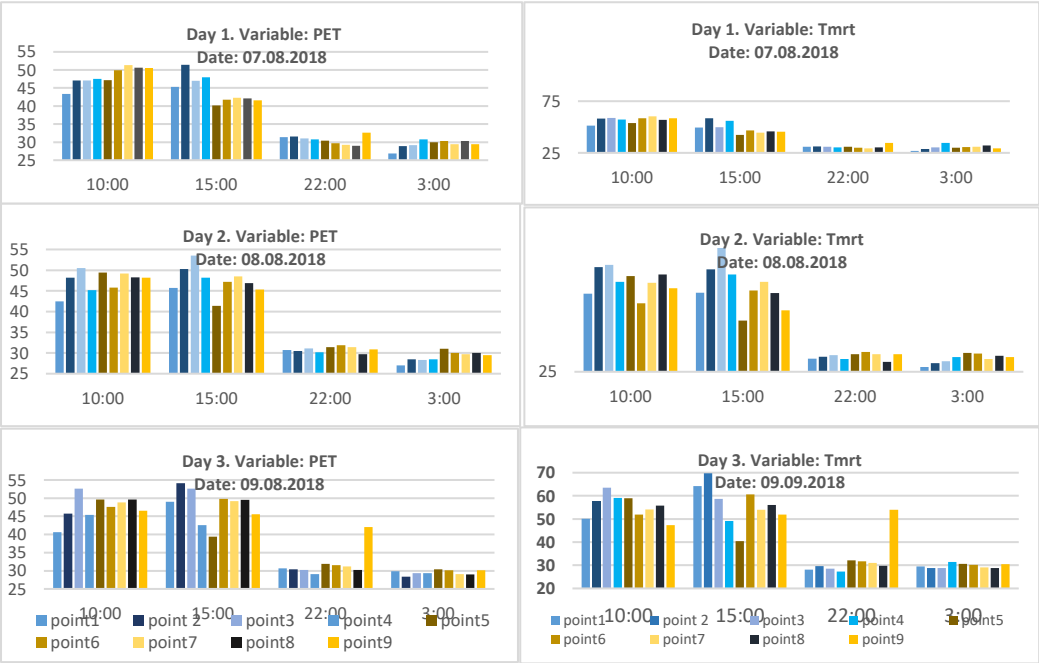
شکل ۵). نتایج میانگین داده های اولیه و ثانویه در ۴ ساعات اندازه گیری ۱۰ صبح، ۳ بعدازظهر، ۱۰ شب و ۳ بامداد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

- **داده های ثانویه**

نتایج دمای متوسط تابشی (Tmrt) در شکل ۶ الف نشان داده شده است. با توجه به نمودارها، نقطه ۳ بیشترین مقدار دمای متوسط تابشی را در ساعت ۱۰ صبح دارد. میانگین این دما معادل ۶۰.۰ درجه سانتی گراد محاسبه شد. که این مقدار با توجه به مجاورت دریاچه و وسعت زیاد آب بسیار قابل توجه است زیرا که نشان می دهد بازدیدکننده گان در معرض شدید طول موج های بلند و کوتاه خورشید هستند و گرمای بسیار شدید را احساس می کنند. از طرف دیگر، این نتیجه بر نبود فضای سبز کافی با درختان حجیم صحه می گذارد چرا که مقدار دمای متوسط تابشی با میزان فضای سبز و پوشش درختان ارتباط مستقیمی دارد (Chen et al., ۲۰۱٦). هرچه درختان حجیم تر و بیشتر باشند سایه بیشتری در محیط ایجاد می شود و در نتیجه دمای متوسط تابشی نیز کاهش می یابد (Klemm. W et al., ۲۰۱۵; Lindberg & Grimmond, ۲۰۱۰; Sun. S et al., ۲۰۱۷). بقیه نقاط اطراف دریاچه نیز شرایطی مشابه نقطه ۳ کسب کردند. میانگین دمای متوسط تابشی برای هر چهار نقطه بالاتر از ۵۵ درجه سانتیگراد در ساعت ۳ بعدازظهر و ۱۰ صبح محاسبه شد، تنها نقطه ۱ دمای ۵۰.۶۱ درجه سانتیگراد را در ساعت ۱۰ صبح نشان داد که باز هم این مقدار عددی برای احساس حرارتی مطلوب مناسب نمی باشد.



شکل ۶). نتایج داده های ثانویه: الف)دمای متوسط تابشی (Tmrt) و ب) دمای معادل فیزیولوژیکی (PET) در روزهای ۰۷، ۰۸ و ۰۹ آگوست.

اما در ساعت ۳ بعدازظهر نتیجه بسیار جالبی بدست آمد. در نقطه ۵ دمای متوسط تابشی به مقدار Δ٤١,٤٦ ℃، کمترین مقدار دمای متوسط تابشی در بین همه نقاط، نزول کرد. که نشان از اثر منحصر به فرد شکل خیابان و اثر سایه ساختمان ها دارد. اثر سایه ساختمان ها بر کاهش دمای متوسط تابشی توسط مطالعات زیادی تایید شده است (Lau et al., ۲۰۱٤; Tan. Z. et al., ۲۰۱۵; Lindberg. F & Grimmond, ۲۰۱۱). در شب مقدار بیشینه میانگین دمای متوسط تابشی به نقطه ۲ (Δ۳۰,۲ ℃) پس از آن نقطه ۳ (۲۹.۹ ℃) تعلق گرفت در حالیکه نقطه ۴ در جنوب دریاچه کمترین مقدار را (۲۸.۹ ℃) نسبت به کل نقاط به خود اختصاص داد.

پس از وارد کردن متغیرهای اقلیمی و داده های ثانویه Tmrt و SVF به محیط کار Rayman ، نتایج PET (شکل ۵ ب) برای هر ۴ ساعات اندازه گیری در طول ۳ روز بدست آمد. میانگین دمای معادل فیزیولوژیک (PET) برای ساعات ۱۰ صبح و

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

۳ بعدازظهر مقداری بالاتر از ۴۰ درجه سانتی گراد را به خود اختصاص داد که در مقایسه با جدول PET (Matzarakis & Mayer, ۱۹۹٦) ،دمای بالاتر از ۴۰ درجه سانتی گراد شرایط استرس زای شدید را معین می کند، در این شرایط مردم حاضر در این فضاها از گرمای شدید رنج خواهند برد و سلامت استفاده کننده گان از فضا نیز در معرض خطر قرار می گیرد. در نتیجه تمایل به حضور در فضا و انجام هرگونه فعالیت اجتماعی حتی در پارک نیز کاهش می یابد. چرا که دیجوکیک به همراه همکاران خود ثابت کردند که آسایش حرارتی فضاهای عمومی مهمترین شرط برای حضور بیشتر استفاده کننده گان در فصل گرما می باشد (Djukic. A et al., ۲۰۱٦; Djukic. A & Vukmirovic. M., ۲۰۱۱). در طول روز در نقطه ۵ ، PET مقدار کمینه خود را بدست آورد که مطابق با سایر نتایج بدست آمده (دمای هوا، دمای کروی و دمای متوسط تابشی) بسیار جالب است. کاهش دمای معادل فیزیولوژیک در این نقطه بی شک در ارتباط است با اثر فرم بر آسایش حرارتی که نتایج مطالعات زیادی این مهم را تایید کرده اند و بیان کرده اند که تاثیرگذارترین عامل در کاهش Tmrt و PET نسبت ارتفاع به عرض خیابان است (Jamei & Rajagopalan, ۲۰۱۷; Jamaei & Rajagopalan, ۲۰۱۹;) و شکل فیزیکی خیابان باعث تغییرات دمای معادل فیزیولوژیکی می شود(Kruger. L.E et al., ۲۰۱۱; یاناس و چاتزیدیمیترو (۲۰۱۷) اثبات کردند که دمای معادل فیزیولوژیک (PET) در یک خیابان نسبتا تنگ و با نسبت بالای ارتفاع به عرض مقدار کمینه خود را نشان می دهد. همچنین در مطالعه ای دیگر (۲۰۱۶) نتیجه گرفتند که ارتباط معکوسی بین PET و Tmrt با نسبت محصوریت خیابان در طول روز و شب وجود دارد. از طرف دیگر، آستانه حرارتی بدست آمده دمای معادل فیزیولوژیکی در این تحقیق در مقایسه با تحقیقی که روشن و دیگران (۲۰۱۹) که بروی آستانه دمای معادل فیزیولوژیکی در کل ایران کار کرده اند، بسیار بالاتر است. میزان PET بدست آمده از ایستگاه های هواشناسی شهر تهران بین سال های ۱۹۹۵- ۲۰۱۴ در تحقیق فوق، معادل ۲۲.۱۶ درجه سانتیگراد است. آنها در تحقیقی دیگر (۲۰۱۶) اثبات کردند که فصل تابستان در اکثر شهرهای ایران از جمله تهران، جزء گرم ترین و نامطلوب ترین فصل سال است و شرایط استرس زای حرارتی را برای استفاده کننده گان از فضا ایجاد می کند. بنابراین نتیجه دمای معادل فیزیولوژیکی بدست آمده در این تحقیق با نتایج مطالعات دیگران مطابقت دارد و بر درستی آن صحه می گذارند. در بررسی جداگانه نقاط برای این آستانه حرارتی نقطه یک واقع در غرب دریاچه در ساعت ۱۰ صبح، معادل ۴۲.۱۶ درجه سانتیگراد و در ساعت ۳ بعدازظهر نقطه ۵، معادل ۴۰.۳۳ درجه سانتیگراد کمینه میانگین PET را نشان دادند. همانطور که انتظار می رفت در نقطه ۵ کاهش قابل توجه این شاخص مشاهده شد. لذا رابطه بین PET با هر یک از متغیرات اقلیمی بررسی شد. نتیجه ارزیابی (جدول ۳) نشان داد که شاخص PET با دمای هوا ، رطوبت نسبی، سرعت باد ، دمای کروی (Tg) و دمای متوسط تابشی (Tmrt) به ترتیب ۰.۹۵؛ ۰.۸۳- ؛ ۰.۰۶؛ ۰.۹۹؛ ۰.۹۸ همبستگی و رابطه مستقیم دارد.

رابطه بین دمای هوا و شاخص آسایش حرارتی بسیار قوی و بالارونده می باشد. همانطور که در نقطه ۵ میانگین دمای هوا کاهش یافت در پی آن دمای متوسط تابشی و دمای معادل فیزیولوژیکی نیز کمترین مقدار را در ۳ بعدازظهر نشان دادند. به عبارت بهتر، ارتباط مستحکم بین دمای کروی و شاخص آسایش حرارتی نشان می دهد که با افزایش دمای کروی، دمایی که اثرات ترکیبی دمای هوا، رطوبت نسبی و سرعت باد را بر آسایش حرارتی بدن انسان ارزیابی می کند (Vernon, ۱۹۳۲)، شاخص آسایش حرارتی (PET) نیز افزایش می یابد. از آنجا که دمای متوسط تابشی توسط دمای کروی و دمای هوا محاسبه می شود، با افزایش دمای کروی، دمای متوسط تابشی نیز افزایش می یابد. اما ارتباط بین شاخص آسایش و رطوبت نسبی منفی و نزولی است. به این معنی که با افزایش دمای هوا، رطوبت نسبی کاهش می یابد، همانطور که در نتیجه های رطوبت نسبی این مهم بدست آمد. بنابراین، کاهش رطوبت نسبی همراه است با افزایش شاخص حرارتی همانطور که نتیجه ارزیابی رابطه عدد منفی ۰.۸۳ را نشان داده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

جدول۳). رابطه بین متغیرهای اقلیمی با دمای معادل فیزیولوژیکی (PET).

ضریب همبستگی	متغیرهای اقلیمی بر حسب درجه سانتیگراد
۰.۹۵	دمای هوا
۰.۹۹	دمای کروی
۰.۹۸	دمای متوسط تابشی
-۰.۸۳	رطوبت نسبی
۰.۰۶	سرعت باد
ضریب همبستگی	متغیرهای اقلیمی بر حسب درجه سانتیگراد
۰.۹۵	دمای هوا
۰.۹۹	دمای کروی
۰.۹۸	دمای متوسط تابشی
-۰.۸۳	رطوبت نسبی
۰.۰۶	سرعت باد

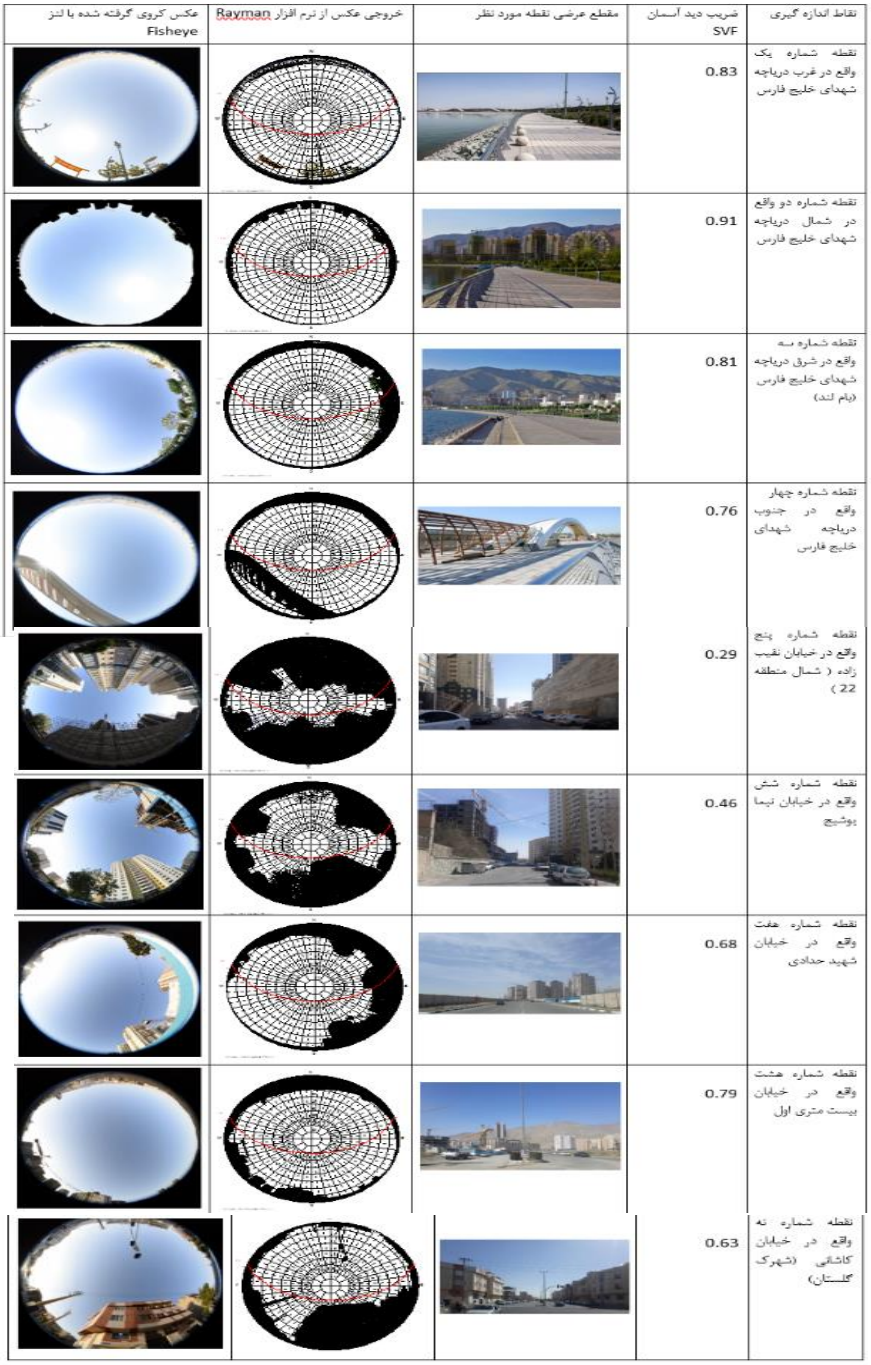
- **تحلیل فرم فیزیکی**

عکس های مربوط به تحلیل ضریب دید آسمان در شکل ۷ نشان داده شده است. بر اساس فرم های متفاوت نقاط انتخابی، مقدار متفاوتی از ضریب دید آسمان بدست آمده است. هر چه سایت مورد نظر وسیع و بازتر باشد مقدار این ضریب بیشتر و نزدیک به عدد ۱ است. ضریب دید آسمان در نقاط ۱، ۲ ، ۳ و ۴ به ترتیب ۰.۸۳، ۰.۹۱، ۰.۸۱ و ۰.۷۶ را نشان دادند. در حالیکه در بافت شهر ، این ضریب به علت افزایش تراکم ساختمان های بلند مرتبه مقدار کمتری را نشان داد. کمترین ضریب دید آسمان در نقطه ۵ معادل ۰.۲۹ دیده شد. همانطور که پیشتر بحث شد، کمینه های متغیرهای اقلیمی و داده های ثانویه در این نقطه اندازه گیری و محاسبه شد. کاهش ضریب دید آسمان به همراه افزایش نسبت ارتفاع به عرض خیابان (۵.۵) بر کاهش شاخص آسایش حرارتی صحه می گذارند. نتیجه همبستگی بین SVF و Tmrt در ساعت ۳ بعدازظهر ، رابطه خطی مثبت و صعودی با ضریب همبستگی ۰،٦٦ نشان داد. به این معنی که در این ساعت، افرادی که در فضاهای بسیار باز با ضریب دید آسمان بالا (نقاط اطراف دریاچه) هستند حدود ۸۱ درصد در معرض شدید پرتوهای خورشید و در پی آن احساس حرارتی بالا (به ترتیب Tmrt۶۰.۶۸، ۵۸.۲۹، ۵۰.۶۱ =Δ و ۵۶.۹۱ درجه سانتیگراد) هستند. همانطور که نتایج مطالعات Lindberg. F & Grimmond, ۲۰۱۱; Krüger et al., ۲۰۱۱; Yang & Chen, ۲۰۱٦; Xue et al., ۲۰۱۷ ، ارتباط بین میزان وسعت آسمان و مقدار Tmrt را تایید می کنند. در ۰طول روز با افزایش ضریب دید آسمان، مقدار دمای متوسط تابشی نیز افزایش می یابد. اما در شب رابطه ای معکوس برقرار است، در نقاطی که ضریب دید آسمان کمتر و نسبت ارتفاع به عرض بالا است، دمای متوسط تابشی به علت وجود مانع در بازتابش امواج تابیده شده در طول روز و بازگشت آنها به آسمان افزایش می یابد. همانطور که رابطه بین این دو متغیر در شب، یک رابطه خطی نزولی با ضریب همبستگی ۰،۲۱ را نشان داد. بر اساس نتایج، میانگین دمای متوسط تابشی در ساعت ۲۲ برای نقاط ۵ و ۶ معادل ۳۱.۲۸ و ۳۱.۰۲ درجه ساتیگراد می باشد که بیشترین مقدار در شب را به خود اختصاص دادند. در پی آن PET نیز مقدار بیشینه به ترتیب ۳۱.۲۳ و ۳۱.۰۳ درجه سانتیگراد را نشان دادند. نتایج تحقیق با نتایج بدست آمده از مطالعات Jamei & Rajagopalan, ۲۰۱۸ Chatzidimitriou & Yannas, ۲۰۱٦ یکسان است که تغییرات شبانه دمای متوسط تابشی با توجه به شکل فیزیکی خیابان را اثبات کردند. اما در نقاط اطراف دریاچه که بسیار گسترده و باز هستند، بازتابش امواج خورشید به آسمان به آسانی صورت می گیرد و باعث کاهش دمای متوسط تابشی (به ترتیب : ۲۹.۴، ۳۰.۲، ۲۹.۹ و ۲۸.۹ درجه سانتیگراد) نسبت به نقاط ۵ و ۶ (به ترتیب : ۳۱.۲۸ و ۳۱.۰۲ درجه سانتیگراد) می شود. شکل منحصر به فرد نقطه ۵ که در عکس SVF دیده می شود، نشان می دهد که در ساعت ۳ بعدازظهر سایه ساختمان های

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

موجود باعث کاهش دمای هوا و به تبع آن کاهش Tmrt و PET می شود. اما همچنان این مقادیر بالاتر از حد مطلوبیت آسایش حرارتی (بیشتر از ۴۰ درجه سانتیگراد) قرار دارند. این شرایط همچنان شرایط استرس زای حرارتی برای افراد حاضر در محیط ایجاد می کند. لازم به ذکر است که در این موارد، اضافه کردن درختان با حجم مناسب جهت ایجاد سایه بیشتر و افزایش پوشش گیاهی جهت خنکی هوا، منجر به کاهش دمای متوسط تابشی و در پی آن دمای معادل فیزیولوژیکی می شود. (Zue. F et al., ۲۰۱۷; Jänicke. B et al., ۲۰۱۵; Morakinyo. E.T et al., ۲۰۱۷; Kántor. N et al., ۲۰۱۸; Klemm. W et al., ۲۰۱۵). این مهم نه تنها در نقاط ۵ و ۶ صدق می کند بلکه در اطراف دریاچه، مخصوصا نقاط ۲ و ۳ که بیشترین بازدید کننده گان را به خود جذب می کنند، حائز اهمیت می باشد.



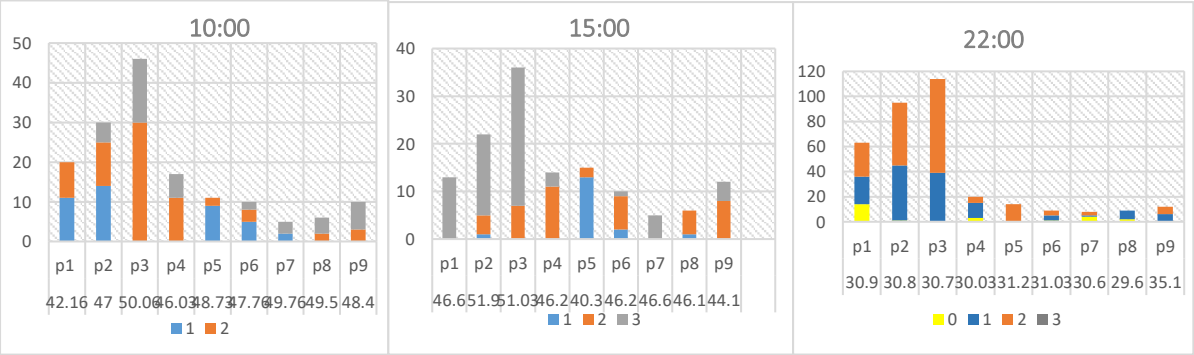
شکل ۷). عکس های کروی به همراه مقطع عرضی و ضریب دید آسمان (SVF) هر یک از نقاط مورد مطالعه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

- **نتایج کیفی**

مجموعا ۶۳۰ پرسشنامه در طول ۳ روز و ۴ ساعات اندازه گیری گردآوری شد. بیشترین تعداد پرسشنامه در شب و در نقاط داخل پارک در کنار دریاچه تهیه شد. بیشترین نوع فعالیت اجتماعی دیده شده در این ساعت به صورت پیک نیک گروهی بوده است. شکل ۸ توزیع پاسخدهندگان را به همراه میانگین دمای معادل فیزیولوژیکی برای هر ساعت اندازه گیری نشان داده شده است. در ساعت ۱۰ صبح، نقطه ۳، دارای بیشترین جمعیت (۳۰ درصد) با بیشترین میانگین دمای معادل فیزیولوژیکی (۵۰.۰۶ درجه سانتیگراد) می باشد که در نظرسنجی رای آنها نسبت به احساس حرارتی محیط، ۶۶ درصد احساس گرما (+۲) کردند در حالیکه ۳۵ درصد رای به احساس گرمای شدید (+۳) دادند. به طور کلی در مقایسه کل نقاط، ۴۶ درصد از پاسخدهندگان در این ساعت رای +۲ و احساس گرما را لحاظ نمودند. از طرف دیگر، ۲۶ درصد به +۱ یا احساس مطلوب متمایل به گرم رای دادند که نقطه ۵ بیشترین رای +۱ (۵۰ درصد) را نسبت به کل پاسخدهندگان به خود اختصاص داد. در کل، با وجود دمای بالای شاخص آسایش حرارتی در نقطه ۳ اما باز به دلیل سپری کردن اوقات فراغت در فصل تابستان و عملکرد تفریحی و تجاری بام لند در این نقطه همچنان مراجعه کننده زیاد است. لذا توجه به کاهش دمای هوا و خنک کردن آن و به تبع ارتقاء آسایش حرارتی امری لازم و ضروری است. چراکه بیشترین رای دهنده در این نقطه مربوط است به رای +۲ و پس از آن +۳ یعنی احساس حرارتی بالا و شدید. در ساعت ۳ بعدازظهر، بیشترین جمعیت در نقطه ۳ (۲۷ درصد) دیده شد که ۸۰ درصد از آنها به احساس حرارتی شدید (+۳) رای دادند. از سوی دیگر در این ساعت ۵۴ درصد از کل پاسخدهندگان به +۳ رای دادند که مربوط است به نقاط اطراف دریاچه. احساس حرارتی شدید در داخل پارک نتیجه جالبی نمی باشد. زیراکه پارک ها اساسا باید فضایی خنک تر و مطلوب تر برای استفاده کنندگان از فضا فراهم کنند. در نتیجه در ساعات اوج گرما تمایل افراد به حضور در این فضای تفریحی وسیع و گسترده کاهش می یابد و در نهایت سرزندگی آن کاهش می یابد.



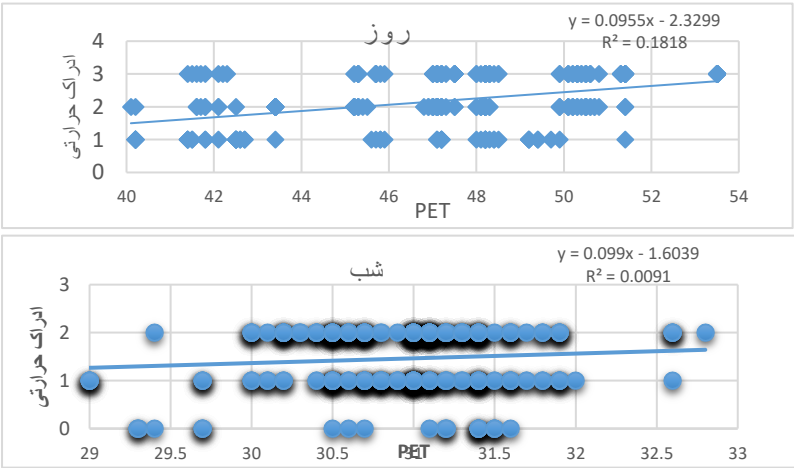
شکل۸) . توزیع پرسش شوندگان با توجه به شاخص آسایش حرارتی در ساعات ۱۰ صبح، ۳ بعدازظهر و ۱۰ شب

اما متاسفانه به دلیل عدم تنوع در فضاهای تفریحی و سبز در شهر تهران، دریاچه شهدای خلیج فارس یک گزینه انتخابی برای شهروندان در فصل تابستان می باشد. با وجود احساس حرارتی بالا در این فضاها، امکان فعالیت های تفریحی و اجتماعی وجود ندارد. اما به علت نداشتن چاره ای دیگر در این فضاها حضور می یابند. اما کیفیت حضور آنها بسیار کم مدت است. از سوی دیگر با توجه به نمودار در شکل ۸، افزایش چشمگیری در رای دهندگان به رای +۱ و احساس مطلوب متمایل به گرم در نقطه ۵ در ساعت ۳ بعدازظهر دیده شد. به این معنی که در این نقطه پاسخ دهندگان احساس مطلوبی نسبت به شرایط جوی داشتند. بنابراین میتوان نتیجه گرفت که احساس حرارتی استفاده کننده از فضا در ارتباط مستقیم با کاهش دمای متوسط تابشی و دمای معادل فیزیولوژیکی می باشد که جلوتر بحث خواهد شد. در مجموع ۳ شب ، ۳۴۴ پرسشنامه به دلیل حجم زیاد جمعیت موجود در اطراف دریاچه گردآوری شد. در این بین، ۵۳.۴۸ درصد به +۲ و احساس حرارتی گرم رای دادند و بیشترین افرادی (۵۶

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

درصد) که به دمای خنثی و مطلوب حرارتی (۰) رای دادند در نقطه ۱ (غرب دریاچه) دیده شدند. نتیجه بسیار با اهمیتی بدست آمده است، زیرا در داخل پارک، در شب نقطه ای که از شرایط مطلوب حرارتی برخوردار است نقطه ۱ می باشد؛ مکانی که کاربری های تفریحی و تجاری کمتری وجود دارد و به تبع آن بازدید کننده کمتری را نسبت به نقطه ۲ و ۳ به خود جلب کرده است. به عبارت بهتر، در طراحی فضاهای داخل پارک به شرایط اقلیمی و آسایش حرارتی توجه ای نشده است. همانطور که پیشتر بیان شد، پرسشنامه ها به طور همزمان با اندازه گیری متغیرهای اقلیمی تهیه شدند. در این قسمت، جهت ارزیابی ذهنی شاخص آسایش راحتی، پاسخ های پرسش شوندگان با دمای معادل فیزیولوژیکی مقایسه شد. به علت توزیع متفاوت جمعیت پرسش شونده، ارزیابی ها به دو قسمت روز و شب تقسیم شد. در طول روز، مقدار بیشینه شاخص آسایش راحتی ۵۳.۵ و کمینه آن ۴۰.۲ درجه سانتیگراد است که معادل شرایط استرس زای گرمایی شدید و قوی (Matzarakis & Mayer, ۱۹۹۶) می باشد. با این حال، افرادی که به احساس گرمایی بسیار شدید (+۳) رای دادند ۶۰ درصد از کل پرسش شوندگان را تشکیل دادند و ۴۰ درصد نیز به +۲ رای دادند. جالب است که ۲۰ درصد از افراد در این دما به احساس مطلوب متمایل به گرما (+۱) رای دادند.

مطابق با نتایج بعضی از محققین مانند ماتزاراکیس و تورسون و حیدری و همکارانشان (Heydari & Azizi, ۲۰۱۷; Thorsson et al., ۲۰۰۷; Lin & Matzarakis, ۲۰۰۸) ویژگی های بدن انسان شدیدا تحت تاثیر جنبه های روانشناختی و فردی وی است و پیش بینی رفتار و نظرات افراد در پاسخ به شرایط محیطی امری دشوار و پیچیده است و لازم است ویژگی های فردی و روانی نیز لحاظ شود. ارزیابی همبستگی بین رای پاسخ دهندگان و شاخص حرارتی، ارتباط خطی مثبت ولی ضعیفی (۰.۱۸ = ^r۲) را نشان داد به این معنی که با افزایش PET ، تنها ۴۲ درصد افراد احساس گرما می کنند (شکل ۹). در شب به علت کاهش PET و خنکی هوا، جمعیت حاضر در فضاهای عمومی مخصوصا در پارک افزایش یافت. کمینه PET به ۲۹ درجه سانتیگراد و بیشینه آن به ۳۲.۸ درجه سانتیگراد رسید. در این راسته، استرس گرمایی در حد متوسط است. با این حال، تعداد افرادی که احساس مطلوب متمایل به گرما داشتند ۴۰ درصد بود در حالیکه ۲۵ درصد احساس مطلوب داشتند و به رتبه صفر رای دادند. از طرف دیگر، ۵۳ درصد احساس گرما داشتند و به رتبه +۲ رای دادند. با این حال، ارزیابی همبستگی PET با رای پرسش شوندگان در شب یک رابطه خطی مثبت را نشان داد اما نسبت همبستگی بسیار ضعیف (۰.۰۰۹= ^r۲) است که نشان دهنده پیچیده بودن رفتارها و احساس حرارتی متفاوت افراد می باشد. به همین خاطر منطقی است که این همبستگی حتی به صفر برسد.



شکل ۹). ارتباط بین پاسخ های استفاده کننده گان از فضا و دمای معادل فیزیولوژیکی محیط

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

نتیجه گیری

نتایج تحقیق نشان داد که میانگین شاخص آسایش حرارتی در طول روز از مقدار ۴۰،۳۳ درجه سانتیگراد کمترین و ۵۱،۹۳ درجه سانتیگراد بیشترین مقدار تغییر کرده است. در نتیجه شاخص آسایش حرارتی منطقه ۲۲ در رده شرایط استرس گرمایی خیلی زیاد قرار می گیرد. این شرایط محیطی برای انجام هرگونه فعالیت اعم از فعالیت های ضروری، تفریحی و اجتماعی از سوی ساکنین منطقه بسیار تنش زا است و سلامت آنها را به خطر می اندازد و تمایل آنها را به حضور در فضاهای عمومی حتی پارک شهدای خلیج فارس کاهش می دهد. این شرایط تنش زا در اطراف دریاچه هم مشهود است. در غرب دریاچه شرایط محیطی کمی بهتر از دیگر نقاط است. شدت تنش زایی شرایط حرارتی در در طول شب کاهش می یابد اما باز هم با شرایط مطلوب فاصله دارد.

در ارزیابی شکل شهر، خیابان هایی که از نسبت محصوریت بالا و ضریب دید آسمان کم برخوردار بودند، شرایط آسایش حرارتی مطلوب تر از سایر نقاط دیده شد که دلیل آن سایه اندازی ساختمان ها به سطح خیابان در طول روز می باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که فرم فیزیکی شهری عامل بسیار تعیین کننده در تغییرات آسایش اقلیمی می باشد. نظر به اینکه این خیابان از خیابان های تازه ساخت منطقه می باشد، کاشت پوشش گیاهی و درختان با حجم مناسب علاوه بر محصوریت بالا منجر به کاهش دمای معادل فیزیولوژیکی (PET) می شود. لذا طراحان شهری بایستی خیابان های را طراحی کنند که به جای افزایش محصوریت خیابان، از پوشش درختان مناسب جهت ایجاد سایه و کاهش شرایط آسایش اقلیمی استفاده کنند. چرا که محصوریت مناسب فضاهای عمومی برای یک خیابان نسبت ۱ به ۱ یا ۱ به ۲ است. از سوی دیگر محصوریت بالا، در شب مانع بازتابش پرتوهای نور جذب شده در روز می شود و منجر به افزایش شرایط آسایش می شود.

مطالبقت ارزیابی ادراکی مردم با شرایط اندازه گیری آسایش محیطی نشان می دهد که مدل به کار رفته در این تحقیق می تواند شرایط محلی منطقه را منعکس کند. یعنی می توان از این مدل در نقاط مختلف تهران و یا ایران استفاده کرد.

با عنایت به استمرار فرآیند گرمایش جهانی، نتایج تحقیق الزام می دارد که برنامه ریزان، طراحان و مدیران محیط های شهری بایستی هرچه بیشتر به شرایط اقلیمی منطقه توجه بیشتری داشته و در راستای تعدیل آن از طریق راه های مختلف مانند توسعه فضاهای سبز اقدام کنند.

منابع

Abreu-Harbich, L. V., Labaki, L. C., & Matzarakis, A. (۲۰۱٤). Thermal bioclimate in idealized urban street canyons in Campinas, Brazil. *Theoretical and applied climatology*, ***115*(۱-۲)**:۳۳۳-۳٤۰.

Abreu-Harbich, L. V., Labaki, L. C., & Matzarakis, A. (۲۰۱٤). Thermal bioclimate as a factor in urban and architectural planning in tropical climates—the case of Campinas, Brazil. *Urban ecosystems*, ***17*(۲)**, ٤۸۹-۵۰۰.

Alijani, B., Ghohroudi, M., & Arabi, N. (۲۰۰۸). Developing a climate model for Iran using GIS. *Theoretical and Applied Climatology*, ***92*(۱-۲)**, ۱۰۳-۱۱۲.

Alijani, S., & Alijani, B. (۲۰۱۱). Analysis of climate hazards in relation to urban designing in Iran. *Advances in Science and Research*, ***6*(۱)**, ۱۷۳-۱۷۸.

Beatley, T. (۲۰۱۱). *Biophilic cities: integrating nature into urban design and planning*. Island Press.

Beatley, T., & Newman, P. (۲۰۱۳). Biophilic cities are sustainable, resilient cities. *Sustainability*, ***5*(۸)**, ۳۳۲۸-۳۳٤۵.

Bourbia, F., & Awbi, H. B. (۲۰۰٤). Building cluster and shading in urban canyon for hot dry climate: Part ۱: Air and surface temperature measurements. *Renewable energy*, ***29*(۲)**, ۲٤۹-۲٦۲.

Bourbia, F., & Awbi, H. B. (۲۰۰٤). Building cluster and shading in urban canyon for hot dry climate: Part ۲: Shading simulations. *Renewable Energy*, ***29*(۲)**, ۲۹۱-۳۰۱.

Bourbia, F., & Boucheriba, F. (۲۰۱۰). Impact of street design on urban microclimate for semi-arid climate (Constantine). *Renewable Energy*, ***35*(۲)**, ۳٤۳-۳٤۷.

Brajer, V., Hall, J., & Rahmatian, M. (۲۰۱۲). Air pollution, its mortality risk, and economic impacts in tehran, iran. *Iranian journal of public health*, *41*(۵), ۳۱.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

Brundtland, G. H., Khalid, M., Agnelli, S., & Al-Athel, S. (۱۹۸۷). Our common future. *New York*.
Chatzidimitriou, A., & Yannas, S. (۲۰۱۷). Street canyon design and improvement potential for urban open spaces; the influence of canyon aspect ratio and orientation on microclimate and outdoor comfort. *Sustainable cities and society*, ***33***, ۸۵-۱۰۱.
Correa, E., Ruiz, M. A., Canton, A., & Lesino, G. (۲۰۱۲). Thermal comfort in forested urban canyons of low building density. An assessment for the city of Mendoza, Argentina. *Building and environment*, ***58***, ۲۱۹-۲۳۰.
Chen, L., & Ng, E. (۲۰۱۲). Outdoor thermal comfort and outdoor activities: A review of research in the past decade. *Cities*, ***29*(۲)**, ۱۱۸-۱۲۵.
Chen, L., & Ng, E. (۲۰۱۱). Quantitative urban climate mapping based on a geographical database: a simulation approach using Hong Kong as a case study. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, ***13*(٤)**, ۵۸٦-۵۹٤.
Cheng, V., Ng, E., Chan, C., & Givoni, B. (۲۰۱۲). Outdoor thermal comfort study in a sub-tropical climate: a longitudinal study based in Hong Kong. *International journal of biometeorology*, ***56*(۱)**, ٤۳-۵٦.
Chen, L., Yu, B., Yang, F., & Mayer, H. (۲۰۱٦). Intra-urban differences of mean radiant temperature in different urban settings in Shanghai and implications for heat stress under heat waves: a GIS-based approach. *Energy and Buildings*, ***130***, ۸۲۹-۸٤۲.
Đukić, A., & Vukmirović, M. (۲۰۱۱). Walking as a climate friendly transportation mode in urban environment case study: Belgrade.
Djukic, A., Vukmirovic, M., & Stankovic, S. (۲۰۱٦). Principles of climate sensitive urban design analysis in identification of suitable urban design proposals. Case study: Central zone of Leskovac competition. *Energy and Buildings*, ***115***, ۲۳-۳۵.
Ghanghermeh, A., Roshan, G., Orosa, J., Calvo-Rolle, J., & Costa, Á. (۲۰۱۳). New climatic indicators for improving urban sprawl: a case study of Tehran city. *Entropy*, ***15*(۳)**, ۹۹۹-۱۰۱۳.
Gough, I. (۲۰۱۵). Climate change and sustainable welfare: the centrality of human needs. *Cambridge Journal of Economics*, ***39*(۵)**, ۱۱۹۱-۱۲۱٤.
Habitat, U. N. (۲۰۱٦). Urbanization and development: emerging futures. *World cities report*, ***3*(٤)**, ٤-۵۱.
Heidari, S., & Azizi, M. (۲۰۱۷). Evaluation of thermal comfort in urban areas. *International Journal of Urban Management and Energy Sustainability*, ***1*(۱)**, ٤۹-۵۸.
Holst, J., & Mayer, H. (۲۰۱۱). Impacts of street design parameters on human-biometeorological variables. *Meteorologische Zeitschrift*, ***20*(۵)**, ۵٤۱-۵۵۲.
Höppe, P. (۱۹۹۹). The physiological equivalent temperature–a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International journal of Biometeorology*, ***43*(۲)**, ۷۱-۷۵.
Jamei, E., & Rajagopalan, P. (۲۰۱٦). Urban planning and pedestrian thermal comfort-A study of growing Melbourne city. In *4th IC2UHI* (pp. ۱-۱۰). National University of Singapore.
Jamei, E., & Rajagopalan, P. (۲۰۱۷). Urban development and pedestrian thermal comfort in Melbourne. *Solar Energy*, ***144***, ٦۸۱-٦۹۸.
Jamei, Y., Rajagopalan, P., & Sun, Q. C. (۲۰۱۹). Spatial structure of surface urban heat island and its relationship with vegetation and built-up areas in Melbourne, Australia. *Science of The Total Environment*, ***659***, ۱۳۳۵-۱۳۵۱.
Jänicke, B., Meier, F., Hoelscher, M. T., & Scherer, D. (۲۰۱۵). Evaluating the effects of façade greening on human bioclimate in a complex urban environment. *Advances in Meteorology*, *2015*.
Johansson, E., & Emmanuel, R. (۲۰۰٦). The influence of urban design on outdoor thermal comfort in the hot, humid city of Colombo, Sri Lanka. *International journal of biometeorology*, ***51*(۲)**, ۱۱۹-۱۳۳.
Kántor, N., Chen, L., & Gál, C. V. (۲۰۱۸). Human-biometeorological significance of shading in urban public spaces—Summertime measurements in Pécs, Hungary. *Landscape and urban planning*, ***170***, ۲٤۱-۲۵۵.
Katzschner, L. (۲۰۰٤). Open space design strategies based on thermal comfort analysis. In *Proc. PLEA* (Vol. ۱, pp. ٤۷-۵۲).
Kellert, S. (۲۰۰۵). Building for life. *Designing and Understanding the Human–Nature Connection*.
Klemm, W., Heusinkveld, B. G., Lenzholzer, S., & van Hove, B. (۲۰۱۵). Street greenery and its physical and psychological impact on thermal comfort. *Landscape and Urban Planning*, ***138***, ۸۷-۹۸.
Krüger, E. L., Minella, F. O., & Rasia, F. (۲۰۱۱). Impact of urban geometry on outdoor thermal comfort and air quality from field measurements in Curitiba, Brazil. *Building and Environment*, ***46*(۳)**, ٦۲۱-٦۳٤.
Lau, K. K. L., Lindberg, F., Rayner, D., & Thorsson, S. (۲۰۱۵). The effect of urban geometry on mean radiant temperature under future climate change: a study of three European cities. *International journal of biometeorology*, ***59*(۷)**, ۷۹۹-۸۱٤.
Ley, D. (۱۹۹۰). Urban livability in context. *Urban Geography*, ***11*(۱)**, ۳۱-۳۵.
Lee, H., & Mayer, H. (۲۰۱٦). Validation of the mean radiant temperature simulated by the RayMan software in urban environments. *International journal of biometeorology*, ***60*(۱۱)**, ۱۷۷۵-۱۷۸۵.
Lindberg, F., & Grimmond, C. S. B. (۲۰۱۰). Continuous sky view factor maps from high resolution urban digital elevation models. *Climate Research*, ***42*(۳)**, ۱۷۷-۱۸۳.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

Lin, T. P. (۲۰۰۹). Thermal perception, adaptation and attendance in a public square in hot and humid regions. *Building and environment*, ***44*(۱۰)**, ۲۰۱۷-۲۰۲۶.
Lindberg, F., & Grimmond, C. S. B. (۲۰۱۱). Nature of vegetation and building morphology characteristics across a city: influence on shadow patterns and mean radiant temperatures in London. *Urban Ecosystems*, ***14*(٤)**, ٦۱۷-٦۳٤.
Mayer, H., & Höppe, P. (۱۹۸۷). Thermal comfort of man in different urban environments. *Theoretical and applied climatology*, ***38*(۱)**, ٤۳-٤۹.
Matzarakis, A., Mayer, H., & Iziomon, M. G. (۱۹۹۹). Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International journal of biometeorology*, ***43*(۲)**, ۷٦-۸٤.
Matzarakis, A., Rutz, F., & Mayer, H. (۲۰۰۷). Modelling radiation fluxes in simple and complex environments—application of the RayMan model. *International journal of biometeorology*, ***51*(٤)**, ۳۲۳-۳۳٤.
Matzarakis, A., & Mayer, H. (۱۹۹٦). Another kind of environmental stress: thermal stress. *WHO newsletter*, ***18***(January ۱۹۹٦), ۷-۱۰.
Manchanda, S., & Steemers, K. (۲۰۱۲). Environmental Control and the Creation of Well-being. In *Sustainable Environmental Design in Architecture* (pp. ٦۹-۸۱). Springer, New York, NY.
Mirmoghtadaee, M. (۲۰۱۲). The relationship between land use, socio-economic characteristics of inhabitants and travel demand in new towns–a case study of Hashtgerd New Town (Iran). *International Journal of Urban Sustainable Development*, ***4*(۱)**, ۳۹-٦۲.
Morakinyo, T. E., Kong, L., Lau, K. K. L., Yuan, C., & Ng, E. (۲۰۱۷). A study on the impact of shadow-cast and tree species on in-canyon and neighborhood's thermal comfort. *Building and Environment*, ***115***, ۱-۱۷.
Mayer, H., Holst, J., Dostal, P., Imbery, F., & Schindler, D. (۲۰۰۸). Human thermal comfort in summer within an urban street canyon in Central Europe. *Meteorologische Zeitschrift*, ***17*(۳)**, ۲٤۱-۲٥۰.
Nikolopoulou, M., & Steemers, K. (۲۰۰۳). Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy and buildings*, ***35*(۱)**, ۹٥-۱۰۱.
Oke, T. R., Johnson, G. T., Steyn, D. G., & Watson, I. D. (۱۹۹۱). Simulation of surface urban heat islands under 'ideal'conditions at night Part ۲: Diagnosis of causation. *Boundary-Layer Meteorology*, ***56*(٤)**, ۳۳۹-۳٥۸.
Oke, T. R. (۱۹۸۸). Street design and urban canopy layer climate. *Energy and buildings*, ***11*(۱-۳)**, ۱۰۳-۱۱۳.
Oke, T. R. (۱۹۸۲). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, ***108*(٤٥٥)**, ۱-۲٤.
Oke, T. R., & Cleugh, H. A. (۱۹۸۷). Urban heat storage derived as energy balance residuals. *Boundary-Layer Meteorology*, ***39*(۳)**, ۲۳۳-۲٤٥.
Offerle, B., Grimmond, C. S. B., Fortuniak, K., & Pawlak, W. (۲۰۰٦). Intraurban differences of surface energy fluxes in a central European city. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, ***45*(۱)**, ۱۲٥-۱۳٦.
Rafieian, M., & Sheikhi, S. (۲۰۱٥). Integrating climate change adaptation and mitigation with urban planning for a livable city in Tehran. *Space Ontology International Journal*, ***4*(۲)**, ۹-۲۲.
Ratti, C., Di Sabatino, S., & Britter, R. (۲۰۰٦). Urban texture analysis with image processing techniques: winds and dispersion. *Theoretical and Applied Climatology*, ***84*(۱-۳)**, ۷۷-۹۰.
Roshan, G., Yousefi, R., & Fitchett, J. M. (۲۰۱٦). Long-term trends in tourism climate index scores for ٤۰ stations across Iran: the role of climate change and influence on tourism sustainability. *International journal of biometeorology*, ***60*(۱)**, ۳۳-٥۲.
Roshan, G., & Nastos, P. T. (۲۰۱۸). Assessment of extreme heat stress probabilities in Iran's urban settlements, using first order Markov chain model. *Sustainable cities and society*, ***36***, ۳۰۲-۳۱۰.
Roshan, G., Yousefi, R., & Fitchett, J. M. (۲۰۱٦). Long-term trends in tourism climate index scores for ٤۰ stations across Iran: the role of climate change and influence on tourism sustainability. *International journal of biometeorology*, ***60*(۱)**, ۳۳-٥۲.
Ruth, M., & Franklin, R. S. (۲۰۱٤). Livability for all? Conceptual limits and practical implications. *Applied Geography*, ***49***, ۱۸-۲۳.
Shashua-Bar, L., Tzamir, Y., & Hoffman, M. E. (۲۰۰٤). Thermal effects of building geometry and spacing on the urban canopy layer microclimate in a hot-humid climate in summer. *International Journal of Climatology*, ***24*(۱۳)**, ۱۷۲۹-۱۷٤۲.
Shashua-Bar, L., & Hoffman, M. E. (۲۰۰٤). Quantitative evaluation of passive cooling of the UCL microclimate in hot regions in summer, case study: urban streets and courtyards with trees. *Building and Environment*, ***39*(۹)**, ۱۰۸۷-۱۰۹۹.
Shishegar, N. (۲۰۱۳). Street Design and Urban Microclimate: Analyzing the Effects of Street Geometryand Orientation on Airflow and Solar Access in Urban Canyons. *Journal of Clean Energy Technologies*, ***1*(۱)**.
Souza, L. C. L. (۲۰۰۷). Thermal environment as a parameter for urban planning. *Energy for Sustainable Development*, ***11*(٤)**, ٤٤-٥۳.
Streiling, S., & Matzarakis, A. (۲۰۰۳). Influence of single and small clusters of trees on the bioclimate of a city: a case study. *Journal of Arboriculture*, ***29*(٦)**, ۳۰۹-۳۱٦.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

Standard, A. S. H. R. A. E. (۲۰۱۳). Standard ۵۵-۲۰۱۳. *Thermal environmental conditions for human occupancy*.
Sun, S., Xu, X., Lao, Z., Liu, W., Li, Z., García, E. H., ... & Zhu, J. (۲۰۱۷). Evaluating the impact of urban green space and landscape design parameters on thermal comfort in hot summer by numerical simulation. *Building and Environment*, ***123***, ۲۷۷-۲۸۸.
Svensson, M. K. (۲۰۰٤). Sky view factor analysis–implications for urban air temperature differences. *Meteorological applications*, ***11*(۳)**, ۲۰۱-۲۱۱.
Tan, Z., Lau, K. K. L., & Ng, E. (۲۰۱٦). Urban tree design approaches for mitigating daytime urban heat island effects in a high-density urban environment. *Energy and Buildings*, ***114***, ۲٦۵-۲۷٤.
Thorsson, S., Lindberg, F., Eliasson, I., & Holmer, B. (۲۰۰۷). Different methods for estimating the mean radiant temperature in an outdoor urban setting. *International journal of climatology*, ***27*(۱٤)**, ۱۹۸۳-۱۹۹۳.
Thorsson, S., Lindqvist, M., & Lindqvist, S. (۲۰۰٤). Thermal bioclimatic conditions and patterns of behaviour in an urban park in Göteborg, Sweden. *International Journal of Biometeorology*, ***48*(۳)**, ۱٤۹-۱۵٦.
Toudert, F. A., Djenane, M., Bensalem, R., & Mayer, H. (۲۰۰۵). Outdoor thermal comfort in the old desert city of Beni-Isguen, Algeria. *Climate research*, ***28*(۳)**, ۲٤۳-۲۵٦.
Toudert, F. A. (۲۰۰۵). *Dependence of outdoor thermal comfort on street design in hot and dry climate*. Meteorologisches Instituts der Albert-Ludwigs-Universität.
Toudert, F. A., & Mayer, H. (۲۰۰٦). Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate. *Building and environment*, ***41*(۲)**, ۹٤-۱۰۸.
Toudert, F. A., & Mayer, H. (۲۰۰۷). Effects of asymmetry, galleries, overhanging facades and vegetation on thermal comfort in urban street canyons. *Solar energy*, ***81*(٦)**, ۷٤۲-۷۵٤.
Unger, J. (۲۰۰٤). Intra-urban relationship between surface geometry and urban heat island: review and new approach. *Climate research*, ***27*(۳)**, ۲۵۳-۲٦٤.
Van Dorst, M. (۲۰۱۲). Liveability. In *Sustainable Urban Environments* (pp. ۲۲۳-۲٤۱). Springer, Dordrecht.
Van Kamp, I., Leidelmeijer, K., Marsman, G., & De Hollander, A. (۲۰۰۳). Urban environmental quality and human well-being: Towards a conceptual framework and demarcation of concepts; a literature study. *Landscape and urban planning*, ***65*(۱-۲)**, ۵-۱۸.
Vanos, J. K., Warland, J. S., Gillespie, T. J., & Kenny, N. A. (۲۰۱۰). Review of the physiology of human thermal comfort while exercising in urban landscapes and implications for bioclimatic design. *International journal of biometeorology*, ***54*(٤)**, ۳۱۹-۳۳٤.
Vernon, H. M. (۱۹۳۲). The measurement of radiant heat in relation to human comfort. *Journal of Industrial Hygiene*, ***14***, ۹۵-۱۱۱.
Yang, F., Lau, S. S., & Qian, F. (۲۰۱۱). Thermal comfort effects of urban design strategies in high-rise urban environments in a sub-tropical climate. *Architectural Science Review*, ***54*(٤)**, ۲۸۵-۳۰٤.
Yang, F., Lau, S. S., & Qian, F. (۲۰۱۰). Summertime heat island intensities in three high-rise housing quarters in inner-city Shanghai China: Building layout, density and greenery. *Building and Environment*, ***45*(۱)**, ۱۱۵-۱۳٤.
Yang, F., & Chen, L. (۲۰۱٦). Developing a thermal atlas for climate-responsive urban design based on empirical modeling and urban morphological analysis. *Energy and buildings*, ***111***, ۱۲۰-۱۳۰.
Wang, X. (۲۰۱۰). The research on the evaluation index system of livable rural areas in China—by the case of rural areas in Henan Province. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, ***1***, ٤۵٦-٤٦۱.
Wilson, F. D. (۱۹۸٤). Urban ecology: Urbanization and systems of cities. *Annual Review of Sociology*, ***10*(۱)**, ۲۸۳-۳۰۷.
World Health Organization. (۲۰۱۸). *Global action plan on physical activity 2018–2030: more active people for a healthier world*. World Health Organization.
Zhao, C., Fu, G., Liu, X., & Fu, F. (۲۰۱۱). Urban planning indicators, morphology and climate indicators: A case study for a north-south transect of Beijing, China. *Building and Environment*, ***46*(۵)**, ۱۱۷٤-۱۱۸۳.
Xue, F., Gou, Z., & Lau, S. S. Y. (۲۰۱۷). Green open space in high-dense Asian cities: Site configurations, microclimates and users' perceptions. *Sustainable cities and society*, ***34***, ۱۱٤-۱۲۵.
Xue, F., Gou, Z., & Lau, S. S. Y. (۲۰۱۷). Green open space in high-dense Asian cities: Site configurations, microclimates and users' perceptions. *Sustainable cities and society*, ***34***, ۱۱٤-۱۲۵.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.89]