

نقش سایه در باغ ایرانی، بررسی وضعیت آسایش اقلیمی در باغ جهان نما و باغ دلگشا

سیدحسن تقوایی *
منصوره طاهباز **
سمانه متقی پیشه ***

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۲۶

چکیده

همگام با الگوبرداری از شیوه‌های مدرن و رویکردهای جدید ساخت‌وساز در حوزه‌های معماری و معماری منظر، تجارب سنتی موجود بر پایه بهره‌گرفتن از انرژی‌های طبیعت، تقریباً به فراموشی سپرده شده است. در این باره، هنر باغ‌سازی ایران، ارزش‌ها و دستاوردهای ارزشمندی دارد که نیازمند مطالعه و بازنگاری است. شهر شیراز به‌واسطهٔ چغرافیای خاص خود، به‌تهابی دارای تعداد زیادی از باغ‌هایی با شهرت جهانی نظیر باغ ارم، باغ تخت، باغ جهان نما و باغ دلگشا است. هدف اصلی این مقاله بررسی ویژگی‌های ساختاری و بهویژه نقش سایه در بهبود وضعیت آسایش اقلیمی باغ‌ها به‌عنوان بخش مهمی از فضاهای باز و سبز شهرها و منظر شهری است. در این باره، از دیدگاه معماری منظر با تکیه بر دو نمونه بارز باغ ایرانی همچون جهان نما و دلگشا، برای اولین بار پژوهشی کمی کیفی برای سنجش وضعیت گرمایی خرد اقلیم باغ در مقایسه با اقلیم محلی و فضای شهری پیرامون، در اوج گرمای تابستان و اوج سرمای زمستان صورت گرفت. در چارچوب روش کار نیز از جدیدترین شاخص ارزیابی وضعیت گرمایی فضای باز با عنوان شاخص جهانی اقلیم گرمایی (UTCI) برای ارزیابی داده‌های برداشت‌شده در روزهای چهار و پنج بهمن ماه ۱۳۹۱ و نه و سیزده مرداد ۱۳۹۲ استفاده شده است. داده‌های میدانی نیز بر روی شبکه‌ای ازیش تعیین شده در سطح باغ، توسط دستگاه‌های هواشناسی سیار که قادر به برداشت آمار دما، رطوبت، باد، فشار هوا و دمای تابشی است، گردآوری شده است. نتایج نهایی حاصل از مقایسه آمار استخراج شده از ایستگاه‌های هواشناسی و داده‌های برداشت‌شده، نشان داد که ویژگی‌های ساختاری و کالبدی نمونه‌های مطالعاتی تا چه میزان، وضعیت اقلیم خرد را نسبت به اقلیم محلی، اقلیم کوتاه‌مدت و اقلیم بلندمدت شهر تعديل کرده است. بنابراین، تعیین نقش و توان باغ ایرانی در بهبود کیفیت اقلیم خرد و اقلیم محلی در کنار بررسی نقش مجموعه عناصر شکل‌دهنده این باغ‌ها در بهبود وضعیت آسایش اقلیمی درون، مهم‌ترین محصول پژوهش تلقی شده است.

کلیدواژه‌ها

باغ ایرانی، معماری منظر، آسایش اقلیمی، اقلیم خرد، اقلیم محلی، شاخص جهانی اقلیم گرمایی (UTCI).

* این مقاله برگرفته از بخش‌هایی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد معماری منظر سمانه متقی پیشه با عنوان «سایه و آسایش در باغ ایرانی» است.

** دانشیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی

*** دانشیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی

**** کارشناس ارشد معماری منظر، دانشگاه شهید بهشتی، نویسنده مسئول، Motaghhipishe@gmail.com

پرسش‌های پژوهش

۱. خرداقلیم ایجادشده در باغ ایرانی چه میزان با اقلیم محلی و محیط بیرون باغ متفاوت است؟
۲. مهم‌ترین عواملی که در ایجاد آسایش گرمایی در باغ ایرانی تأثیر می‌گذارند، کدام‌اند؟
۳. نقش سایه در بهبود وضعیت اقلیمی در باغ ایرانی چیست؟

مقدمه

توجه و تأکید بر جنبه‌های شکلی و زیباشناسی در معماری و معماری منظر، به تنها یک نمی‌تواند ضمن حضور مردم در آثار به وجود آمده و به ویژه استفاده از مکان‌ها و فضاهای باز و سبز شهری باشد. همچنین، فضاهای باز یا سبزی که خرداقلیم‌های نامناسبی دارند، توانمندی کمی برای تبدیل شدن به یک مکان شهری باکیفیت همانند برخی مصادیق گذشته را خواهند داشت. در این خصوص، یکی از دلایل مهم را می‌بایست که توجهی به عوامل اثرگذار آسایش محیطی و بهبود وضعیت اقلیمی داشت که براساس مطالعات موجود، منجر به کم‌رنگ شدن میزان استفاده روزانه از فضاهای باز و سبز شهری شده است.^۱ بدین دلیل، امروزه ارتقای کیفیت کالبدی محیطی فضاهای عمومی شهرها و توسعه فضاهای باز و سبز از جمله اهداف اصلی است. به قولی، «در سراسر جهان، شهرها در حال بازیابی فضاهای عمومی خود هستند و آگاهی درباره ویژگی‌ها و نیاز به فضاهای شهری باکیفیت محیطی بالا و در شان مردم، افزایش یافته است.» (متنقی پیشه، رنجبر، و قشقایی ۱۳۹۱: ۱۰۶) این نکته در حالی مطرح است که بیشتر شهرهای مهم ایران دارای گنجینه ارزشمندی از باغ‌هایی است که همچنان به عنوان خرداقلیم‌های خرم و عناصر سرسبز در منظر شهری کاربرد دائمی دارند. به قول آتونی اسمیت «آنچه واقعاً باغ [های ایرانی] را پرآوازه نموده، سرسبزی، خنکی و سایه مطبوع آن‌هاست» (مسعودی ۱۳۸۸). وضعیتی مطبوع و آسایش درآمیخته با «کلیت باغ ایرانی و رمز همیشه سرسبزی» (تقوایی ۱۳۹۰) که در تنظیم با شرایط بوم، مکان و معنایگرایی، می‌تواند «باغ پایدار» (Norouz pour,) باشد.

براین اساس، با توجه به نیاز روانی انسان‌ها به حضور در فضاهای باز و سبز و اهمیت برقراری آسایش محیطی در معماری و معماری منظر، در این مقاله، وضعیت آسایش گرمایی در باغ ایرانی با هدف مطالعه جنبه‌های کمی و کیفی خرداقلیم و نقش سایه در ایجاد آن بررسی شده است. برای انجام پژوهش نیز از دو الگوی ممتاز باغ ایرانی جهان‌نما و دلگشا در شهر شیراز، به عنوان نمونه مطالعاتی استفاده و تلاش شده است با استفاده از اندازه‌گیری‌های میدانی، ارتباط میان نظام هندسی کالبدی باغ ایرانی با اقلیم خرد حاکم بر باغ و در ارتباط با وضعیت اقلیمی محیطی اندازه‌گیری و تبیین شود. در این راستا و با در دست داشتن آمار آب‌وهواهای سازمان هواشناسی (ایستگاه هواشناسی مرکزی) و اطلاعات جمع‌آوری شده از اقلیم محلی و خرد، به تحلیل این موضوع پرداخته می‌شود.

مطالعه ایران

دو فصلنامه معماری ایرانی
شماره ۷ - بهار و تابستان ۹۴

۳۶

۱. پیشینه پژوهش

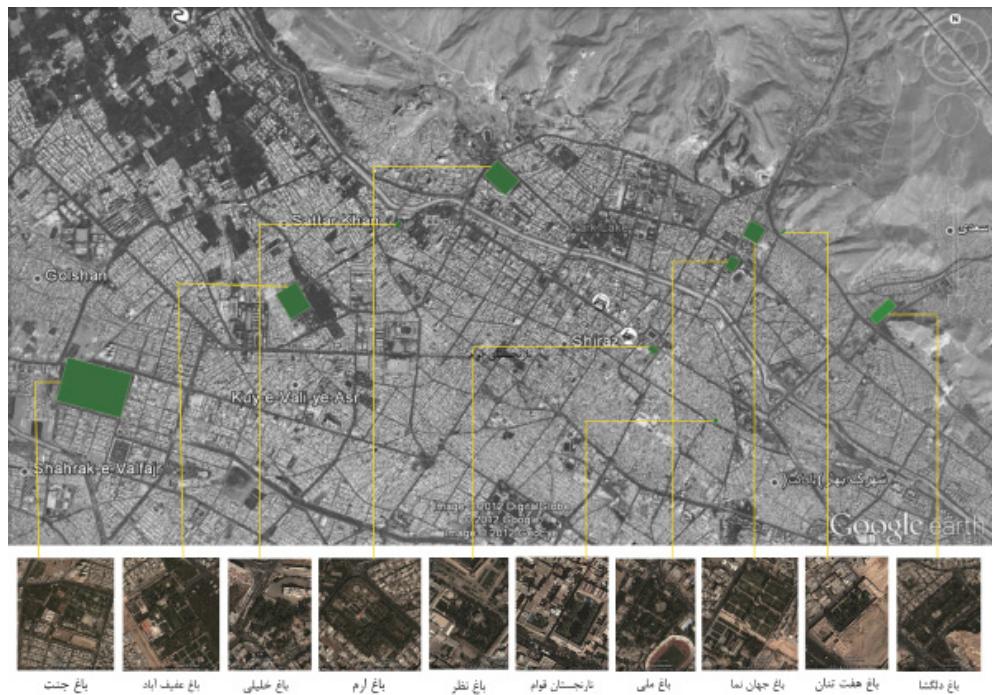
پن واردن^۲ مبحث آسایش اقلیمی در فضاهای باز در دنیا را از سال ۱۹۷۵، مورد مطالعه قرار داد (Tahbaz 2011)، در حالی که این مبحث در ایران چند سالی است که مورد توجه واقع شده است. در این حوزه، معیارها و روش‌های اندازه‌گیری مختلفی برای ارزیابی آسایش محیطی در فضاهای باز وجود دارد که هریک با درنظر گرفتن عوامل و معیارهایی، به ارزیابی وضعیت محیطی می‌پردازند. برخی از این روش‌ها وابسته به اندازه‌گیری‌های میدانی به کمک ابزار و تجهیزات هواشناسی است که از آن جمله می‌توان به پژوهش طاهیاز (Hidayat 2010) و Fahmy (2009) اشاره کرد که با استفاده از ابزارهای ثبت اطلاعات هواشناسی، به ارزیابی وضعیت آسایش محیطی پرداخته‌اند. برخی دیگر از پژوهش‌ها به ویژگی‌های کالبدی و ساختاری محیط از جمله (هندسه، همسایگی‌ها، پوشش گیاهی و مصالح به کار گرفته شده) بستگی دارد که از آن جمله می‌توان به (Bosselmann 1984) اشاره کرد. برخی از پژوهش‌های دانشگاهی انجام گرفته در

سال‌های اخیر نیز، دستاوردهای ارزشمند که در این پژوهش، از آن‌ها نیز بهره گرفته شده است.^۳

درباره باغ ایرانی، علی‌رغم موفقیت این هنر و صناعت در ایران، تحقیقات کمی در زمینه ویژگی‌های خرداقلیم و همسازی با وضعیت اقلیمی، جنبه‌های پوشیده در ساختار فضایی، زیرساخت‌ها و جنبه‌های غیرشکلی باغ‌های ایرانی بسیار اندک است؛ اگرچه به جرئت می‌توان گفت که در یک دهه گذشته، پژوهش‌های عمده‌ای کیفی ارزشمندی در زمینه شناخت ویژگی‌های باغ ایرانی در ایران و بهویژه در گروه‌های معماری منظر دانشگاه‌های شهید بهشتی و تهران به انجام رسیده است. درباره نمونه‌های مورد مطالعه در شهر شیراز، برخی تکنگاری‌های صورت گرفته در رابطه با موضوعات تاریخی و زمینه‌های شکل‌گیری باغ ایرانی، از جمله پژوهش آریانپور (۱۳۶۵) و ویلبر (۱۳۸۵) و نیز بعضی پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد معماری منظر، از جمله اویسی (۱۳۸۸)، مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. تعداد اندکی از متون نیز از جنیه پدیدارشناسانه به موضوع پرداخته‌اند که از آن جمله می‌توان پژوهش شاهچراغی (۱۳۹۰) را نام برد. در این پژوهش، ضمن توصیف ویژگی‌های باغ ایرانی و دسته‌بندی آن‌ها، به بازنی‌سازی عناصر باغ ایرانی پرداخته است. محدود تکنگاری‌هایی نیز در زمینه باغ ایرانی وجود دارند که با دید تحلیلی به موضوع پرداخته و تمامی ابعاد باغ را علاوه بر توصیف، ترسیم و تحلیل نموده‌اند (جیوانی و عمرانی ۱۳۸۶). بدین ترتیب، مرور متون تخصصی در زمینه شناخت باغ ایرانی نشان می‌دهد که در این متون، علی‌رغم ارائه مطالب ارزشمندی درخصوص مفاهیم بنیادین نظری، شکلی، معنایی، ویژگی‌های ساختاری و عناصر اصلی باغ ایرانی، جای خالی آمار و اطلاعات اقلیمی مستند در رابطه با وضعیت خرداقلیم حاکم بر باغ ایرانی و نقش کنونی باغ ایرانی به عنوان یک فضای سبز و آسوده در منظر شهری احساس شده است.

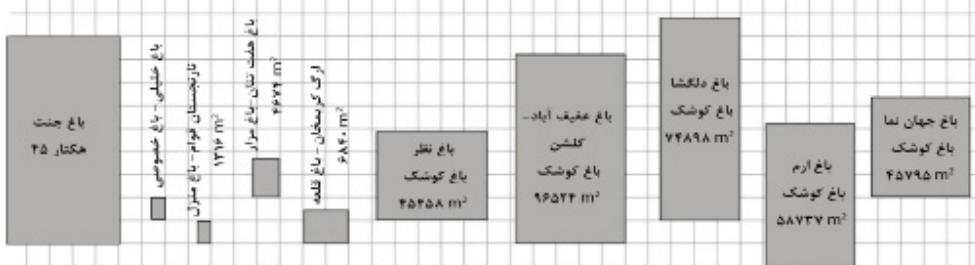
۲. انتخاب نمونه مورد مطالعه

در این پژوهش، با توجه به غنای تاریخی شهر شیراز و وضعیت خاص اقلیمی آن که در پهنه دشتی اقلیم گرم و خشک ایران قرار دارد، این شهر به عنوان نمونه انتخاب شد. از این میان، باغ‌های تاریخی این شهر که در فهرست آثار ملی ایران به ثبت رسیده‌اند ویژگی‌های ساختاری و هندسی باغ ایرانی را دارا هستند، با نام‌های باغ ارم، باغ دلگشا، باغ تخت قراچه، باغ خلیلی، باغ جهان‌نما، نارنجستان قوام، ارگ کریم‌خانی، باغ نظر، باغ هفت‌تنان و باغ جنت به عنوان نمونه‌های اولیه، مورد مطالعه قرار گرفتند. (تصویر ۱)



تصویر ۱: نقشه موقعیت قرارگیری باغ‌های شیراز در بافت شهری (Google earth)

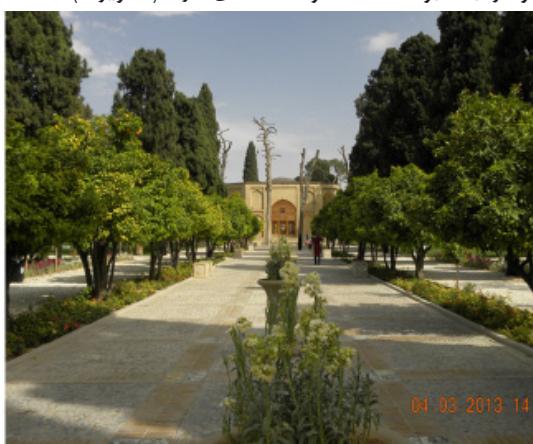
با بررسی‌های انجام‌گرفته، تعدادی از باغ‌ها از جمله باغ‌موزه نظر، باغ ارم، باغ هفت تنان و... به دلیل تغییرات زیادی که در ساختار اولیه آن‌ها ایجاد شده است، برای انجام این پژوهش مناسب به نظر نمی‌آمدند؛ برخی از باغ‌ها نیز به دلیل تفاوت‌های مقیاسی کنار گذاشته شدند (نارنجستان قوام و باغ جنت). از این میان، باغ عفیف‌آباد هم که یکی از گزینه‌های انتخابی بود، به دلیل کاربری فعلی آن که امکان برداشت میدانی و نصب دستگاه هواشناسی در آن محدود نبود، از میان گزینه‌ها حذف شد.^۴ در نهایت، دو باغ جهان‌نما و دلگشا که نزدیک‌ترین شکل را به ساختار اولیه خود دارند و همچنین امکان انجام مطالعات میدانی در آن‌ها وجود دارد، به عنوان نمونه‌های پژوهش انتخاب شدند (تصویر ۲).



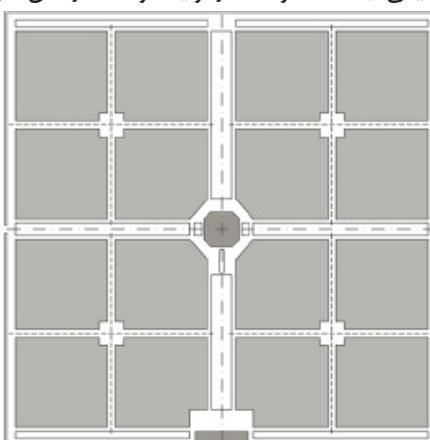
تصویر ۲: مقایسه مساحت و هندسه باغ‌های رسمی شیراز - تهیه شده توسط نگارنده - منبع مطالب: (شاهجهانی ۱۳۹۰ و آریانپور ۱۳۶۵)

• باغ جهان‌نما

سابقه آبادانی باغ جهان‌نما که همراه سه باغ مشهور دیگر، یعنی باغ ارم، باغ دلگشا و باغ تخت از قدیمی‌ترین باغ‌های شیراز به شمار می‌روند، به دوره حکومتی آل مظفر و آل اینجو (قرن ۸ هجری) می‌رسد (آریانپور ۱۳۶۵، ۲۲۵). این باغ در گذشته در خارج از محدوده شهر و در دشتی به نام «جهفرآباد» واقع شده بود. امروزه این باغ در ضلع شمالی چهارراه حافظیه و در نزدیکی آرامگاه حافظ واقع شده است. این باغ در دوره‌های گوناگون، با تغییرات زیادی رو به رو شده است، اما می‌توان گفت که باغ جهان‌نما امروز همچنان به کیفیت ساختاری عهد زنده باقی است (صفامنش ۱۱۲، ۱۳۸۳). ساختار هندسی باغ جهان‌نما به شکل مربعی است با مساحت حدود ۴۰۰۰۰ مترمربع که عمارت اصلی آن در مرکز هندسی و در تقاطع محورهای اصلی باغ واقع شده است. دو محور عمود بر این بنا، باغ را به چهار باغ کوچک‌تر تقسیم کرده که همان الگوی چهار باغ را شکل داده است. در رابطه با نظام کاشت و وضعیت پوشش گیاهی باغ باید گفت که امروزه در محورهای اصلی، همان درختان سرو و کاج قدیمی وجود دارند. درون کرت‌ها تماماً پوشیده از چمن و انواع گل‌هاست که این نوع پوشش از نظر میزان سایه‌اندازی و بهبود وضعیت اقلیمی، با گذشته و ساختار اولیه خود که درختان انار و مرکبات بوده است، تفاوت عمدی دارد. (تصویر ۳)



تصویر ۳: (راست) ساختار هندسی و محورهای اصلی و فرعی کنونی باغ جهان‌نما - (چپ) محور غربی باغ جهان‌نما

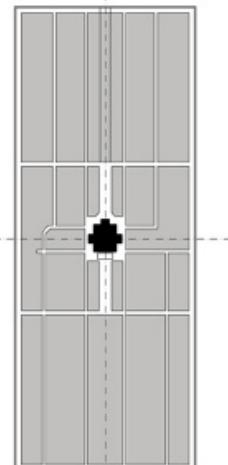


باغ جهان‌نما در سال ۱۳۸۱، پس از تصویب شورای توسعهٔ فرهنگی استان فارس توسط سازمان مسکن و شهرسازی تملک شد و برای اجبا و نیز ایجاد باغ‌موزهٔ ادبیات ایران و اتصال به مجموعهٔ حافظیه در اختیار شهرداری شیراز گرفت. این باغ در تاریخ ۱۳۵۱/۸/۲ با شماره ۹۲۸ در فهرست آثار ملی ایران به ثبت رسید (کمالی سروستانی ۱۳۸۴، ۸۴).

• باغ دلگشا

سابقهٔ آبادانی این باغ به پیش از دورهٔ سلسله‌های آل اینجو و آل مظفر می‌رسد. پس از خسارتی که در دوره‌های گوناگون به این باغ وارد شد، در دورهٔ قاجاریه، عمارت آن مرمت شد و ایوان دوستونی به آن اضافه شد (آریان‌پور ۱۳۶۵، ۲۳۹). این باغ در شمال شرقی شهر شیراز و نزدیک به آرامگاه سعدی واقع شده است. در گذشته، این باغ نیز همانند اکثر باغ‌های آن دوره، در خارج از محدودهٔ شهر قرار داشته است. ساختار هندسی باغ به شکل مستطیلی است که کشیدگی آن در جهت شمالی‌جنوبی است و به نقل از فارستامهٔ ناصری، طول آن ۴۰۰ متر و عرض آن ۲۵۰ متر است (حسینی شیرازی ۱۳۱۳، ج. ۲: ۱۲۳۴). همان‌گونه که در تصویر ۴ مشخص است، در طرفین محور اصلی باغ، تعدادی درخت نخل به فواصل منظم کاشته شده است. در قسمت‌هایی از دو سوی محور شمالی باغ نیز درختان کاج و سرو کاشته شده است و بقیه درختان باغ را تعداد زیادی نارنج کهن و درختان دیگر تشکیل می‌دهد، ولی می‌توان گفت تقریباً بخش عمدهٔ صحن را درختان مرکبات پوشانیده است.

در سال ۱۳۴۸، این باغ توسط شهرداری شیراز خریداری شد و از سال ۱۳۵۶ تعمیرات ساختمان مرکزی آن آغاز شد. در همین دوران دیوار آجری جدید در چهار طرف و درگاه ورودی باغ ساخته شد. در خیابان اصلی باغ و سایر قسمت‌ها نیز تعمیراتی انجام شده است. محوطه‌سازی باغ توسط شهرداری شیراز انجام شده و اینک در اختیار شهرداری شیراز است و به عنوان بوستانی عمومی مورد استفاده همگان است. این باغ در تاریخ ۱۳۵۱/۲/۲۵ با شماره ۹۱۲ در فهرست آثار ملی ایران به ثبت رسیده است (کمالی سروستانی ۱۳۸۴، ۸۶).



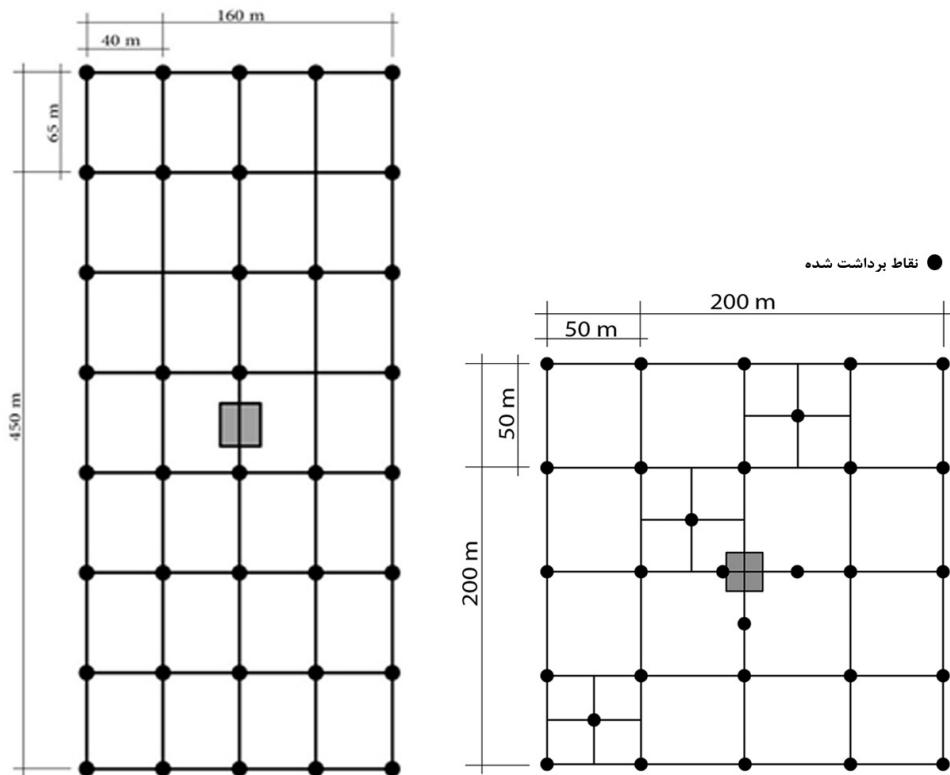
تصویر ۴: (راست) نقشهٔ ساختار هندسی و محورهای اصلی و فرعی باغ دلگشا. (چپ) محور جنوبی باغ دلگشا

در نتیجهٔ مطالعهٔ پژوهش‌هایی که شرایط آسایش اقلیمی را در فضاهای سبز شهری بررسی کردند، به نظر می‌رسد به کمک انطباق شبکه‌ای منظم با پلان باغ‌های منتخب، کار پژوهش و بررسی‌ها دنبال شود. این روش علاوه بر اینکه تقریباً تمامی موقعیت‌های متفاوت و منظر درون باغ را پوشش می‌دهد (مثلاً کفسازی‌ها، پوشش گیاهی مختلف و دوری و نزدیکی به دیوار و کوشک)، به ما این امکان را می‌دهد که اطلاعاتی در قالب نمودارهای هم‌دما برای کل سطح باغ ترسیم کرده و اطلاعات کافی از وضعیت اقلیمی درون باغ را جمع‌آوری کنیم. در انتخاب نقاط خارج باغ نیز سعی شد تا چهار جبههٔ خارجی باغ و همچنین بافت مسکونی متراکم اطراف پوشش داده شود (تصویر ۵).



تصویر ۵: وضعیت نقاط درونی و بیرونی برداشت شده در باغ ها، (بالا) باغ جهان نما، (پایین) باغ دلگشا

برداشت اطلاعات در درون باغ جهان نما، روی یک شبکه شطرنجی به ابعاد ۵۰ متر در ۵۰ متر و در باغ دلگشا بر یک شبکه ۴۰ متر در ۶۰ متر در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین^۵ و در ساعات مختلف روز، به کمک شش دستگاه هواشناسی kestrel 4500 و دو دستگاه اندازه‌گیری دمای تشعشعی محیط WBGT انجام شد. میزان دمای خشک، دمای تر، دمای تابشی محیط، رطوبت نسبی، سرعت و جهت باد، مجموعه اطلاعاتی است که روی این شبکه‌ها برداشت و توسط دستگاه‌های مربوط در روزهای مقرر ثبت شد (تصویر ۶).



تصویر ۶: شبکه برداشت اطلاعات هواشناسی، (راست) باغ جهان نما، (چپ) باغ دلگشا

اطلاعات مورد نیاز در سه زمان متفاوت، در تاریخ‌های ۱۸ آبان و ۴ بهمن ۱۳۹۱ و ۱۳ مرداد ۱۳۹۲، در باغ جهان‌نما و در تاریخ‌های ۱۶ آبان و ۵ بهمن ۱۳۹۱ و ۹ مرداد ۱۳۹۲ در باغ دلگشا برداشت شد. علت انتخاب این زمان‌ها پوشش نسبتاً مناسب به گرم‌ترین روزهای تابستان و سردوترین روزهای زمستان بود. برداشت اول در تاریخ‌های ۱۶ و ۱۸ آبان ۱۳۹۱ به‌منظور گزینش نقاط مناسب درون و بیرون باغ درجهت رسیدن به هدف پژوهش و یافتن خطاهای احتمالی انجام شد. پس از برداشت اول، تغییراتی در تعداد نقاط انتخابی داده شد و شبکه برداشت برای فضول آینده تدقیق شد. در این راستا یک دستگاه هواشناسی *kestrel* برای برداشت اطلاعات محلی، روی بام کوشک^۶ به‌عنوان نماینده دمای محلی (ثابت بام)، یک دستگاه دیگر برای برداشت اطلاعات خرداقلیم باغ، در جایی که بیشترین سایه (ثابت سایه) و دیگری در جایی که بیشترین تابش دریافتی (ثابت آفتاب) را دارد، نصب شد. نصب دستگاه‌ها در سایه و آفتاب به‌منظور دریافت تفاوت دمای سایه و آفتاب باغ و مقایسه آن با دمای محلی ایستگاه هواشناسی است. این دستگاه‌ها در تاریخ‌های مذکور، به‌صورت ثابت، از ساعت ۸ صبح تا ۷ بعدازظهر در باغ نصب شدند و اطلاعات لازم را ثبت کردند (تصویر ۷).



تصویر ۷: موقعیت قرارگیری دستگاه‌های کسترل در باغ دلگشا؛ از راست به چپ: دستگاه ثابت آفتاب، دستگاه ثابت بام، دستگاه ثابت سایه

برای جلوگیری از اختلال ناشی از وجود سایه افراد روی دستگاه هواشناسی *kestrel* برای قرار دادن دستگاه‌ها از سه‌پایه‌ایی که از قبیل بر اساس ارتفاع مورد نظر تنظیم شده بودند، استفاده شد و در زمان برداشت، فرد برداشت‌کننده در کنار سه‌پایه می‌نشست یا در فاصله دورتری از آن قرار می‌گرفت تا روی دستگاه سایه‌اندازی نداشته باشد. همچنین از دو دستگاه WBGT برای تعیین میزان دمای تابشی محیط در همان ارتفاع ۱/۵ متر نقاط تعیین شده در باغ جهان‌نما استفاده شد (تصویر ۸).



تصویر ۸: برداشت اطلاعات هواشناسی در باغ جهان‌نما

به منظور برداشت هم زمان نقاط، کل سطح باغ به سه بخش تقسیم شد و به صورت هم زمان، سه نفر، هر کدام با در دست داشتن یک دستگاه هواشناسی kestrel و یک دستگاه WBGT، نقاط مربوط به خود را برداشت و اطلاعات را ثبت می کردند. این عمل در هر روز ۴ بار، در ۴ ساعت متفاوت (۶ صبح، ۱۲ ظهر، ۳ و ۶ بعدازظهر) توسط تیم برداشت انجام شد.^۷ دستگاهها در هر نقطه به مدت ۶ دقیقه (زمانی که طول می کشد تا دستگاه به حالت اولیه خود بازگردد و اطلاعات جدید را در خود ثبت کند)، ثابت بوده و اطلاعات را برای دستگاههای ثابت هر یک دقیقه یک بار و برای دستگاههای سیار هر ۳۰ ثانیه یک بار ثبت می کرده است.

۳. ابزارهای گردآوری اطلاعات

به منظور برداشت اطلاعات در این پژوهش از دستگاههای هواشناسی^۸ Kestrel 4500 و WBGT 8778^۹ استفاده شد. یکی از دستگاههای kestrel برای برداشت اطلاعات نقطه مرجع (اقلیم محلی) روی پشت بام و دو دستگاه دیگر هم به صورت ثابت برای برداشت اطلاعات درون باغ نصب شد. سه دستگاه دیگر هم در زمان برداشت آمار هواشناسی به صورت سیار مورد استفاده قرار گرفتند تا متوسط وضعیت اقلیمی را تعیین کنند. دستگاه WBGT نیز برای برداشت اطلاعات اقلیمی سطح باغ و اقلیم محلی، به صورت سیار در همان ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین مورد استفاده قرار گرفت.



تصویر ۹: راست: دستگاه هواشناسی WBGT، چپ: دستگاه هواشناسی Kestrel 4500

مطالعه‌ی معماری ایران

دو فصلنامه معماری ایرانی
شماره ۷ - بهار و تابستان ۹۴

۴۲

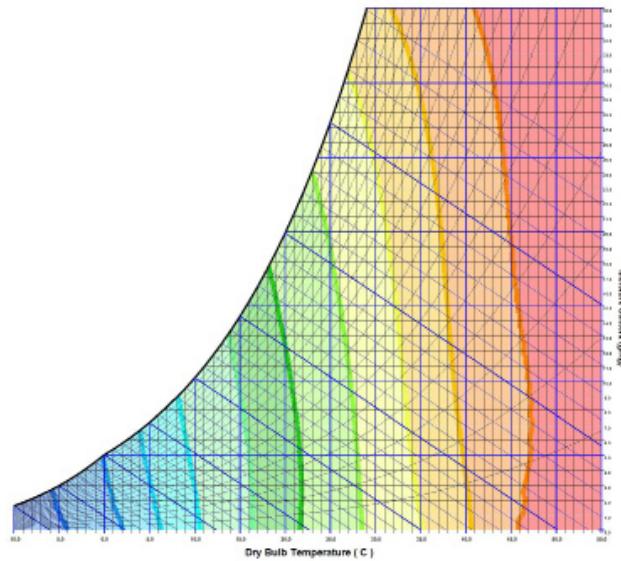
۴. تحلیل داده‌ها

۴.۱. روش تحلیل داده‌ها

داده‌های گردآوری شده توسط دستگاههای کسترل در مرحله اول، به نرمافزار مایکروسافت اکسل منتقل گردید و با استفاده از این نرمافزار، نمودارهای خطوط هم‌دمای کل باغ ترسیم شد. همچنین به کمک این نرمافزار، پروفیل‌های حرارتی طولی و عرضی از بخش‌های مختلف باغ رسم شد. تحلیل نمودارهای خطوط هم‌دما، نحوه توزیع دما را در قسمت‌های مختلف باغ در زمان مشخص اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد. در ادامه، به منظور تحلیل نتایج داده‌های برداشت شده توسط دستگاههای کسترل، از جدیدترین و کامل‌ترین معیار ارزیابی وضعیت گرمایی فضاهای باز با نام شاخص جهانی اقلیم گرمایی^{۱۰} استفاده شده است. در این معیار، ویژگی‌های گرمایی فضاهای باز برای عابران پیاده با لباس مناسب فصل تعیین شده است که دامنه‌ای از وضعیت بسیار گرم (استرس گرمایی^{۱۱} شدید) تا وضعیت بسیار سرد (استرس سرمایی^{۱۲} شدید) را پوشش می‌دهد (www.utci.org).

Outdoor UTCI (Divided) of

Station :
Latitude : 0.00N
Longitude : 0.00W
Elevation : 1484.0 m



تصویر ۱۰: شاخص جهانی اقلیم گرمایی یا UTCI به تفکیک منطقه‌های گرمایی روی نمودار سایکرومتریک، تهیه شده توسط نرمافزار سیکرون

برای سرعت بخشیدن به مسیر استفاده از این شاخص، نرمافزاری با نام سیکرون^{۱۳} تهیه شده که قادر است اطلاعات دستگاه کسترنل یا سایر فایل‌های هواشناسی را روی نمودار سایکرومتریک پیاده کند. این نرمافزار قادر است محدوده‌های حرارتی تعریف شده برای این شاخص را روی نمودار سایکرومتریک نمایش دهد^{۱۴} (طاهاز ۱۳۹۱، ۶۵)، به این ترتیب، تحلیل وضعیت گرمایی فضاهای مختلف درون باغ و همچنین وضعیت اقلیم محلی اطراف باغ میسر و مشخص شده است که در گرمای تابستان یا سرمای زمستان، در طی روز یا شب، در باغ ایرانی چه وضعیتی حاکم است. تصویر ۱۰ شاخص جهانی اقلیم گرمایی یا UTCI به تفکیک، مناطق گرمایی را که توسط نرمافزار سیکرون تهیه شده، روی نمودار سایکرومتریک نشان می‌دهد. مناطق گرمایی روی این نمودار، احساس گرمایی عابر پیاده در فضای باز و با لباس مناسب فصل را نشان می‌دهد. از رنگ‌های رنگین کمان برای نشان دادن احساس گرمایی روی این نمودار استفاده شده است. رنگ‌های سبز نشان دهنده وضعیت گرمایی قبل تحمل،^{۱۵} رنگ‌های گرم (زرد تا قرمز) وضعیت استرس گرمایی و رنگ‌های سرد (آبی تا بنفش) وضعیت استرس سرمایی را نشان می‌دهد (طاهاز، ۱۳۹۱: ۶۵).

مطالعه‌نامه معماری ایران

دو فصلنامه معماری ایرانی
شماره ۷ - بهار و تابستان ۹۴

۴۳

۲.۴. وضعیت گرمایی اقلیم شهری، اقلیم محلی و اقلیم خرد

برای مقایسه اقلیم کوتاه‌مدت با اقلیم بلندمدت شهری، داده‌های ساعتی ایستگاه هواشناسی شیراز در روزهای برداشت و داده‌های آماری بلندمدت آن از آمار ایستگاه‌های سازمان هواشناسی استخراج شده است. مقایسه آمار ساعتی و آمار بلندمدت، وضعیت اقلیمی روزهای برداشت نسبت به وضعیت عمومی اقلیم شیراز را نشان می‌دهد. این مقایسه بیانگر گرما و خشکی بیشتر روزهای برداشت در مقایسه با آمار بلندمدت اقلیم شهری در فصل تابستان است (جدول ۱). انتقال آمار ساعتی روزهای برداشت و آمار بلندمدت شهر شیراز روی نمودار سایکرومتریک^{۱۶} نشان می‌دهد که روزهای برداشت در تابستان نسبت به آمار بلندمدت، کمی گرمتر و خشکتر بوده و در محدوده استرس گرمایی متوسط قرار دارد. همچنین در فصل زمستان، شرایط روزهای برداشت نسبت به اقلیم شهری با رطوبت کمتری همراه بوده و در محدوده استرس سرمایی خفیف قرار گرفته است (تصویر ۱۱).

جدول ۱: مقایسه آمار بلندمدت سازمان هواشناسی با آمار ساعتی ایستگاه هواشناسی در روزهای برداشت

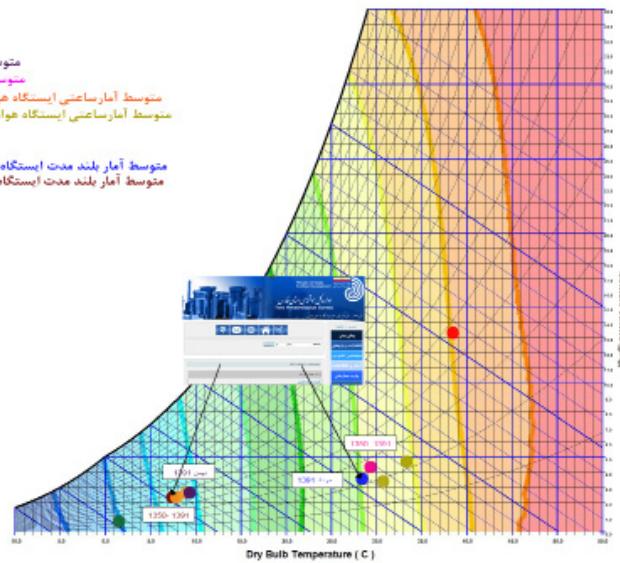
ایستگاه هواشناسی شیراز	متوسط حداقل دما	متوسط حداکثر دما	حداکثر رطوبت نسبی	حداقل رطوبت نسبی
روز برداشت	C	C	%	%
۱۳۹۱ ۴ بهمن	-۱۶	۱۷	۲۵	۸۰
۱۳۹۱ ۵ بهمن	-۱	۱۸۸	۲۷	۸۲
متوسط آمار بهمن ۱۳۹۱-۱۳۵۰	۱.۱	۱۳۶	۳۲	۸۲
۱۳۹۲ ۹ مرداد	۲۲	۳۹.۸	۶	۳۱
۱۳۹۲ ۱۳ مرداد	۲۶.۴	۴۰.۶	۱۱	۳۳
متوسط آمار مرداد ۱۳۹۲-۱۳۵۰	۲۰.۶	۳۷.۷	۱۱	۴۱

Outdoor UTCI (Divided) of SHIRAZ

Station : SHIRAZ
 Latitude : 29.53N
 Longitude : 52.60E
 Elevation : 1484.0 m

- متوسط آمار ایستگاه هواشناسی ماه بهمن سال ۱۳۹۱
- متوسط آمار ایستگاه هواشناسی ماه مرداد سال ۱۳۹۲
- متوسط آمار ساعتی ایستگاه هواشناسی در روزهای برداشت - ۴ و ۵ بهمن ۱۳۹۱ و ۹ و ۱۳ مرداد ۱۳۹۲
- متوسط آمار ساعتی ایستگاه هواشناسی در روزهای برداشت - ۹ و ۱۳ مرداد ۱۳۹۲
- متوسط حداقل دمای ماه بهمن ۱۳۹۱
- متوسط آمار بلند مدت ایستگاه هواشناسی ماه مرداد بین سال های ۱۳۹۱-۱۳۵۰
- متوسط آمار بلند مدت ایستگاه هواشناسی ماه بهمن بین سال های ۱۳۹۱-۱۳۵۰

Dense Cold Areas
 Very Strong Cold Areas
 Strong Cold Areas
 Moderate Cold Areas
 Moderate Cold Areas +
 Light Cold Areas +
 Light Cold Areas -
 Very Thermal Areas +
 Very Thermal Areas -
 Moderate Hot Areas
 Strong Hot Areas
 Very Strong Hot Areas
 Dense Heat Areas



تصویر ۱۱: مقایسه آمار بلندمدت سازمان هواشناسی با آمار ساعتی ایستگاه هواشناسی شیراز در روزهای ۴ و ۵ بهمن ۱۳۹۱ و ۹ و ۱۳ مرداد ۱۳۹۲

برای مقایسه وضعیت خرداقلیم حاکم بر هر دو باغ جهان نما و دلگشا با اقلیم محلی و اقلیم شهری، یک دستگاه هواشناسی کسترنل به عنوان نماینده اقلیم محلی بر روی بام کوشک و دو دستگاه دیگر هم به عنوان نماینده اقلیم خرد در باغ نصب شد. این دستگاهها به صورت ثابت در روزهای مشخص در باغ نصب شدند و اطلاعات هواشناسی نظیر دما، رطوبت، ارتفاع از سطح دریا، دمای شبنم و سرعت و جهت باد را هر یک دقیقه یک بار ثبت و در خود ذخیره می کردند (جدول ۲ و ۳).

جدول ۲: وضعیت دمایی دستگاه‌های ثابت بام، ثابت سایه و ثابت آفتاب در باغ جهان‌نما

روز برداشت - تابستان (۱۳۹۲/۵/۱۳)			
ساعت برداشت	ثابت بام	ثابت سایه	ثابت آفتاب
۹ صبح تا ۷ بعدازظهر	۹ صبح تا ۷ بعدازظهر	۹ صبح تا ۷ بعدازظهر	۹ صبح تا ۷ بعدازظهر
متوسط درجه حرارت	۳۹.۴ درجه	۳۹.۴ درجه	۳۷.۸ درجه
متوسط رطوبت نسبی	%۸.۵	%۱۳	%۹.۶

روز برداشت - زمستان (۱۳۹۱/۴/۱۱)			
ساعت برداشت	ثابت بام	ثابت سایه	ثابت آفتاب
۹ صبح تا ۶ بعدازظهر	۹ صبح تا ۶ بعدازظهر	۹ صبح تا ۶ بعدازظهر	۹ صبح تا ۶ بعدازظهر
متوسط درجه حرارت	۱۶.۸ درجه	۱۳.۸ درجه	۱۷.۲۵ درجه
متوسط رطوبت نسبی	%۲۰.۷	%۳۰.۲	%۲۵

جدول ۳: وضعیت دمایی دستگاه‌های ثابت بام، ثابت سایه و ثابت آفتاب در باغ دلگشا

روز برداشت - تابستان (۱۳۹۲/۵/۹)			
ساعت برداشت	ثابت بام	ثابت سایه	ثابت آفتاب
۹ صبح تا ۷ بعدازظهر	۹ صبح تا ۷ بعدازظهر	۹ صبح تا ۷ بعدازظهر	۹ صبح تا ۷ بعدازظهر
متوسط درجه حرارت	۳۷.۴ درجه	۳۷.۷ درجه	۳۷.۵ درجه
متوسط رطوبت نسبی	%۷۸	%۱۲.۸	%۹.۲

روز برداشت - زمستان (۱۳۹۱/۱۱/۵)			
ساعت برداشت	ثابت بام	ثابت سایه	ثابت آفتاب
۹ صبح تا ۶ بعدازظهر	۹ صبح تا ۶ بعدازظهر	۹ صبح تا ۶ بعدازظهر	۹ صبح تا ۶ بعدازظهر
متوسط درجه حرارت	۱۹.۸ درجه	۱۴.۴ درجه	۱۷.۲۵ درجه
متوسط رطوبت نسبی	%۲۴.۲	%۳۶.۴	%۲۹.۸

مطالعه هواشناسی ایران

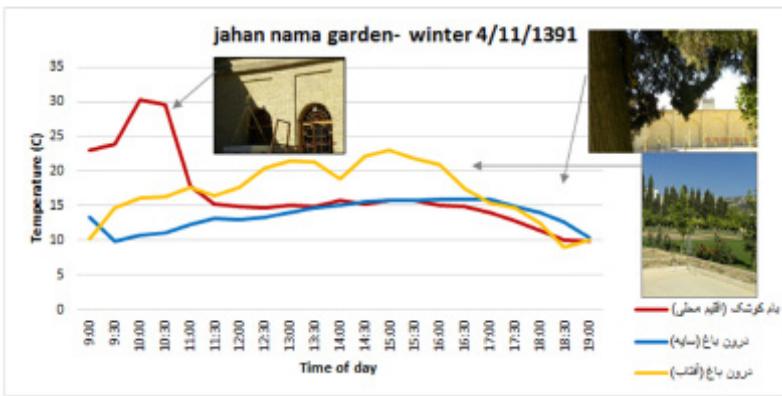
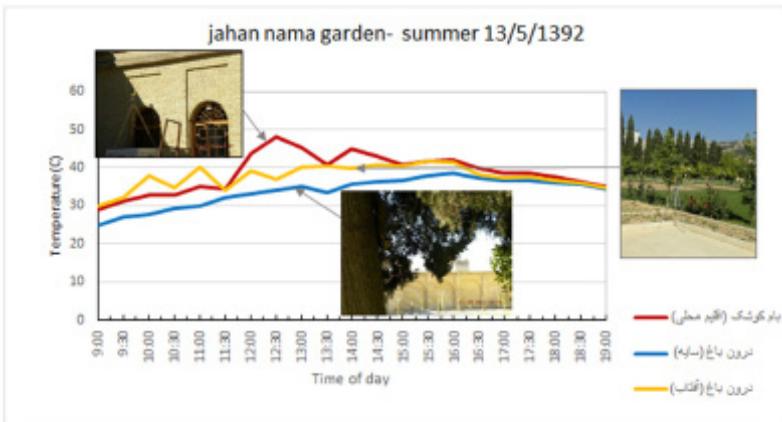
دو فصلنامه معماری ایرانی

شماره ۷ - بهار و تابستان ۹۴

۴۵

بررسی آمار ساعتی استخراج شده از ایستگاه هواشناسی و داده‌های برداشت شده توسط دستگاه‌های نصب شده روی بام و داخل محوطه باغ، وضعیت اقلیم شهری، اقلیم محلی و اقلیم خرد را نسبت به یکدیگر نشان می‌دهد. این مقایسه نشان می‌دهد که در باغ جهان‌نما در تابستان که اقلیم شهری کوتاه‌مدت (آمار ساعتی ایستگاه هواشناسی در روز برداشت) با متوسط دمای $۳۳.۵/۵$ درجه سانتی‌گراد، در سردترین و گرم‌ترین وضعیت خود، به ترتیب $۴۰/۶$ درجه و $۲۶/۴$ درجه است، اقلیم محلی با متوسط دمای $۳۹.۴/۴$ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۱۱.۲ درصد در محدوده استرس گرم‌ای شدید قرار دارد؛ به عبارت دیگر، اقلیم محلی به دلیل وجود صالح با چرم حرارتی بالا که جذب حرارت آن را افزایش می‌دهند، نسبت به اقلیم شهری کوتاه‌مدت و همچنین اقلیم خرد درون باغ، دمای بالاتری دارد.

با مقایسه داده‌های اقلیم محلی (دستگاه روی بام) و اقلیم خرد (دستگاه درون باغ) می‌توان دریافت که در تابستان، علی‌رغم بالاتر بودن دمای محلی، در داخل باغ (در بهترین وضعیت سایه باغ) به دلیل وجود پوشش گیاهی و آب، در طی روز دما چند درجه کاهش یافته است و حتی در ساعتی این اختلاف دما به ۱۱ درجه هم می‌رسد. در زمستان نیز اقلیم شهری با متوسط حداقل دمای ۱۷ و حداقل $-۱/۴$ درجه سانتی‌گراد، در محدوده استرس سرمایی متوسط قرار گرفته است. مقایسه اقلیم شهری با اقلیم محلی نشان می‌دهد که اقلیم محلی به‌واسطه سطوح سخت و جاذب حرارت خود در زمستان تا حدودی وضعیت گرم‌ای بیشتری دارد. داده‌های اقلیم خرد درون باغ نیز نشان می‌دهند که از ساعت‌های اولیه صبح تا ۱۲ ظهر دمای درون باغ تاحدی کمتر از اقلیم محلی است و با نزدیک شدن به غروب، این اختلاف کم شده و بعد از آن، نسبت به اقلیم محلی، دمای بالاتری دارد (نمودار ۱).



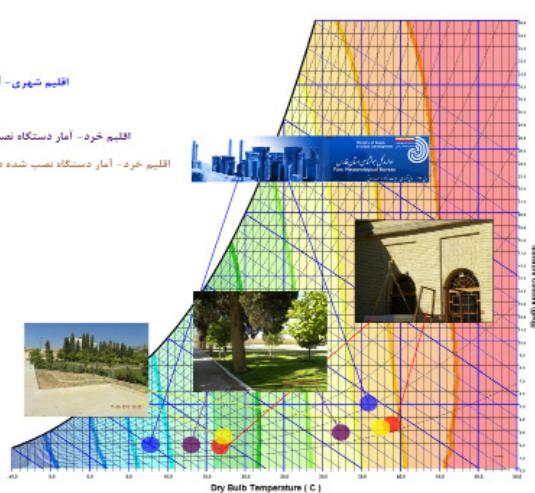
نمودار ۱: مقایسه وضعیت اقلیمی شیراز در روزهای برداشت در سه لایه اقلیم شهری، اقلیم محلی و اقلیم خرد
- باغ جهان نما، (بالا): تابستان، (پایین): زمستان

Outdoor UTCI (Divided) of Shiraz

Jahan nama- 23/1/2013, 4/8/2013

Station :
Latitude : 0.00N
Longitude : 0.00W
Elevation : 1484.0 m

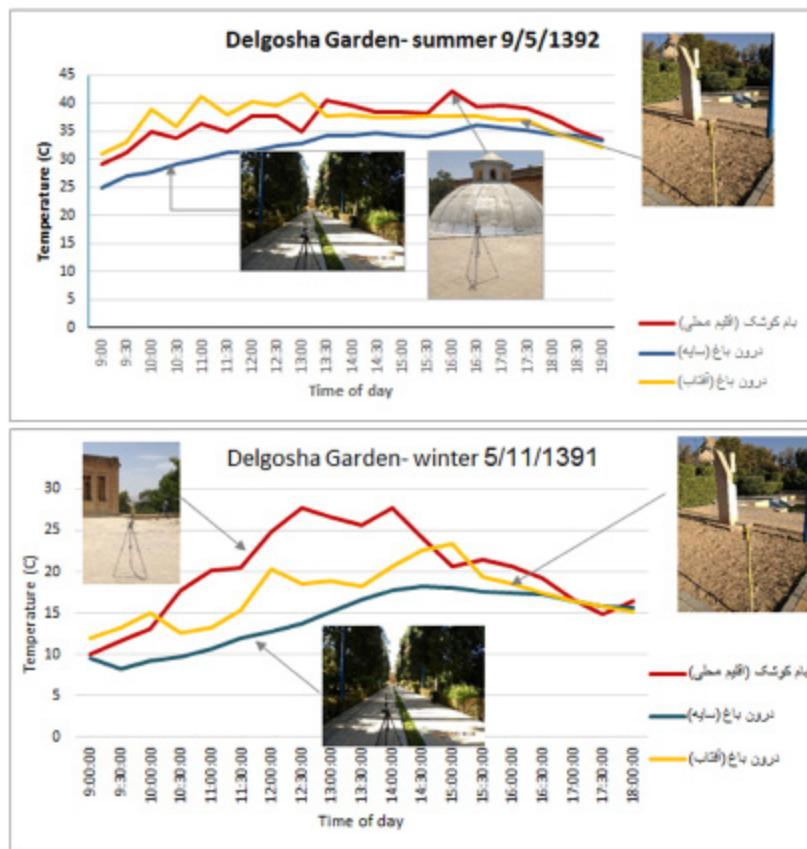
- اقلیم شهری - آمار ساعتی استگاه هواشناسی در روز برداشت
- اقلیم محلی - آمار دستگاه نصب شده بر بام
- اقلیم خرد - آمار دستگاه نصب شده در باغ- بهترین حالت از ظرف سایه اندیزی
- ○ اقلیم خرد - آمار دستگاه نصب شده در باغ- محدوده فاقد سایه و عرض سایه اندیزی
- █ Extreme Cold Stress
- █ Very Strong Cold Stress
- █ Strong Cold Stress
- █ Moderate Cold Stress
- █ Moderate Cold Stress +
- █ Light Cold Stress -
- █ Weak Cold Stress +
- █ No Thermal Stress
- █ No Thermal Stress +
- █ Moderate Heat Stress
- █ Strong Heat Stress
- █ Very Strong Heat Stress
- █ Extreme Heat Stress



تصویر ۱۲: مقایسه آمار بلندمدت استگاه هواشناسی (اقلیم شهری)، آمار دستگاه نصب شده بر بام (اقلیم محلی) و آمار دستگاه نصب شده در باغ (اقلیم خرد) در تابستان و زمستان باغ جهان نما

این مقایسه در باغ دلگشا نیز نشان می‌دهد که در تابستان، اقلیم محلی با متوسط دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد، کمی از اقلیم شهری گرم‌تر است. این در حالی است که اقلیم خرد درون باغ در مقایسه با اقلیم محلی اختلاف (کاهش) دمایی بین ۲ تا ۷ درجه دارد. در زمستان، وضعیت درون باغ بدلیل وجود پوشش گیاهی و آب، اختلاف دمای چشمگیری با اقلیم محلی دارد و حتی در جاهایی دمای درون باغ تا ۱۰ درجه کمتر از اقلیم محلی است. اقلیم شهری، اقلیم محلی و اقلیم خرد باغ دلگشا روی نمودار سایکرومتریک نشان می‌دهد که اقلیم خرد باغ دلگشا در زمستان، در محدوده استرس سرمایی خفیف قرار دارد؛ این در حالی است که اقلیم محلی در محدوده بدون استرس قرار گرفته است (نمودار ۲). نمودارها نشان می‌دهند که در باغ دلگشا در زمستان، کاهش دمای بیشتری نسبت به اقلیم محلی در مقایسه با باغ جهان‌نما وجود دارد. در باغ دلگشا که ساختار پوشش گیاهی همیشه‌سیز آن بهصورت اولیه خود باقی مانده است و تعییرات کمی نسبت به ساختار اولیه خود دارد، بدلیل تراکم بالای پوشش گیاهی همیشه‌سیز، در زمستان، اجازه عبور تابش کمتری را به سطوح باغ می‌دهد. درنتیجه، در مقایسه با باغ جهان‌نما که پوشش گیاهی درون آن با شکل اولیه خود، بهویژه پوشش گیاهی درون کرت‌ها تفاوت زیادی دارد، در زمستان سردر از محیط اطراف خود است.

با بررسی وضعیت اقلیم هر دو نمونه در سه مقیاس اقلیم شهری، اقلیم محلی و اقلیم خرد، می‌توان دریافت که نظام ساختار هندسی، نظام کالبدی و عناصر شکل دهنده به این باغ‌ها، توانسته است به خوبی خود را با اقلیم سازگار کند و وضعیتی را در باغ به وجود آورد که کاهش دمای مؤثری در تابستان نسبت به محیط پیرامون خود داشته باشد.



نمودار ۲: مقایسه وضعیت اقلیمی شیراز در روزهای برداشت در سه لایه اقلیم شهری، اقلیم محلی و اقلیم خرد - باغ دلگشا - (بالا): تابستان، (پایین): زمستان

۳.۴. بررسی نقشه‌های هم‌دما^{۱۷}

در فضاهای باز و سبز شهری، به دلیل وجود عناصر مختلف طبیعی و مصنوع ممکن است در ساعت‌های مختلف روز، از نظر اقلیمی وضعیت یکسانی وجود نداشته باشد. در واقع می‌توان گفت عناصر محیطی با سایه‌اندازی بر سطوح مختلف، وضعیت خاصی را از نظر اقلیمی بر محیط حاکم می‌کنند که در ساعات مختلف روز، ممکن است با یکدیگر تفاوت داشته باشد. روش برداشت داده‌های هواشناسی در هر دو باغ جهان‌نما و دلگشا این امکان را می‌دهد که براساس داده‌های ثبت شده بر روی یک شبکه شطرنجی، نقشه خطوط هم‌دما کل سطح باغ ترسیم شود. این نقشه وضعیت گرمایی نقاط مختلف باغ را در ساعت‌های اندازه‌گیری شده در روزهای برداشت نشان می‌دهد که می‌تواند تأثیر عناصر مختلف باغ از جمله پوشش گیاهی، عناصر مصنوع، مصالح کف و... را بر وضعیت گرمایی محیط مشخص کند.

Outdoor UTCI (Divided) of Shiraz

Delgosha- 24/1/2013, 31/7/2013

Station :
Latitude : 0.00N
Longitude : 0.00W
Elevation : 1484.0 m

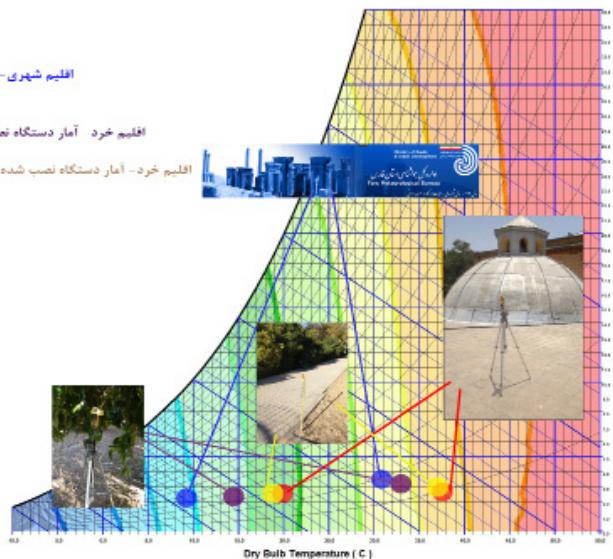
اقلیم شهری - آمار ساعتی استگاه هواشناسی در روز برداشت

اقلیم محلی آمار دستگاه نصب شده بر بام

اقلیم خرد آمار دستگاه نصب شده در باغ پهلوان حالت از نظر سایه‌اندازی

اقلیم خرد - آمار دستگاه نصب شده در باغ - (حدوده فاقد سایه و عنصر سایه‌اندازی)

- Extreme Cold Stress
- Very Strong Cold Stress
- Strong Cold Stress
- Moderate Cold Stress
- Moderate Cold Stress +
- Mild Cold Stress -
- Mild Cold Stress +
- Very Thermal Stress
- No Thermal Stress
- No Thermal Stress +
- Moderate Heat Stress
- Strong Heat Stress
- Very Strong Heat Stress
- Extreme Heat Stress

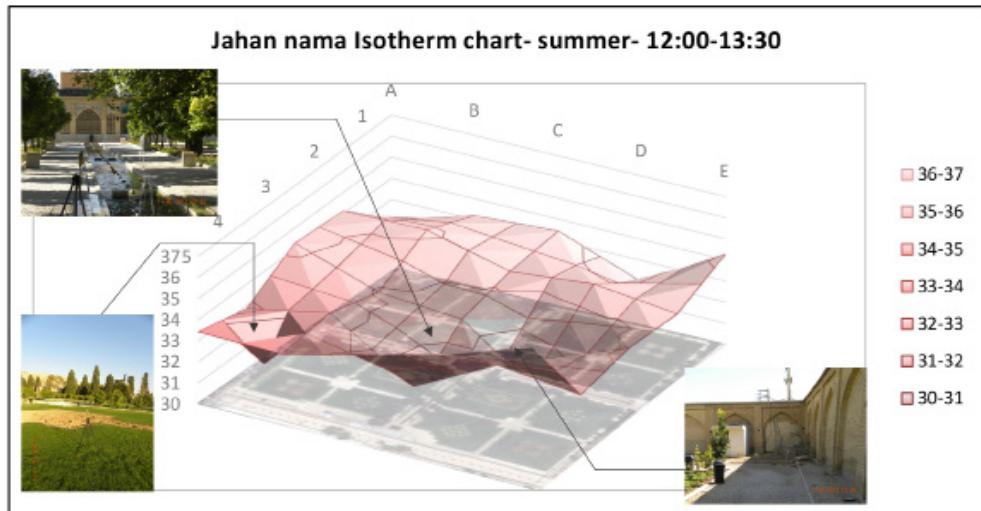


تصویر ۱۳: مقایسه آمار بلندمدت استگاه هواشناسی (اقلیم شهری)، آمار دستگاه نصب شده بر بام (اقلیم محلی) و آمار دستگاه نصب شده در باغ (اقلیم خرد) در تابستان و زمستان - باغ دلگشا

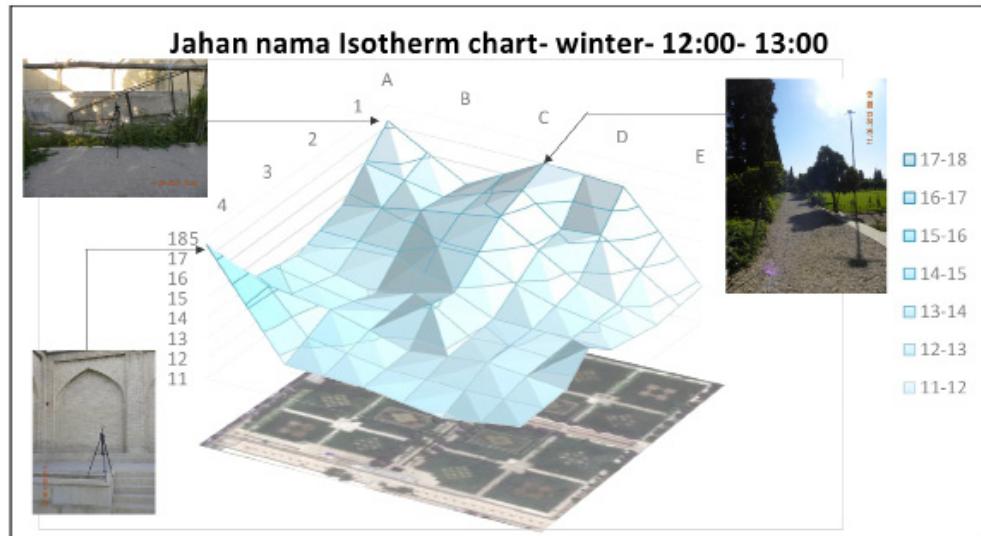
نقشه هم‌دماهی باغ جهان‌نما در ساعت ۱۲:۰۰ تا ۱۳:۰۰ نشان می‌دهد در تابستان، محور جنوبی باغ که در میان آن مسیر حرکت آب و فواره وجود دارد، نسبت به محور شمالی باغ (که فاقد مسیر آب است)، دماهی کمتری دارد. محدوده جنوب غربی باغ نیز به دلیل وجود سطح نرم زیاد (چمن و خاک)، با کاهش دماهی محسوسی مواجه است. با بررسی این نمودار مشاهده می‌شود که بخش غربی و به طور خاص در محل ورودی باغ، به علت وجود بازشوی ورودی در دیوار تاحدی افزایش دما داشته است. همچنین در این ساعت، محدوده جنوب شرقی باغ علی‌رغم قرارگیری در سایه دیوار، به دلیل نبود عنصر طبیعی و پوشش گیاهی و همچنین وجود سطوح کفسازی و جاذب حرارت، دماهی بالایی دارد. بررسی نمودار باغ در همین ساعت در فصل زمستان نشان می‌دهد که بخش جنوب غربی باغ به دلیل سطوح سخت و عناصر مصنوع زیاد که جذب تابش بالایی دارند، از دیگر بخش‌ها گرمتر است. همچنین محور شمالی باغ به مراتب از محور جنوبی گرمتر است. به نظر می‌رسد علت اختلاف دماهی محور جنوبی و شمالی باغ، وجود مسیر حرکت آب در محور جنوبی و برودت تبخیری ناشی از آن است.

مطالعه معماری ایران

دو فصلنامه معماری ایرانی
شماره ۷ - بهار و تابستان ۹۴

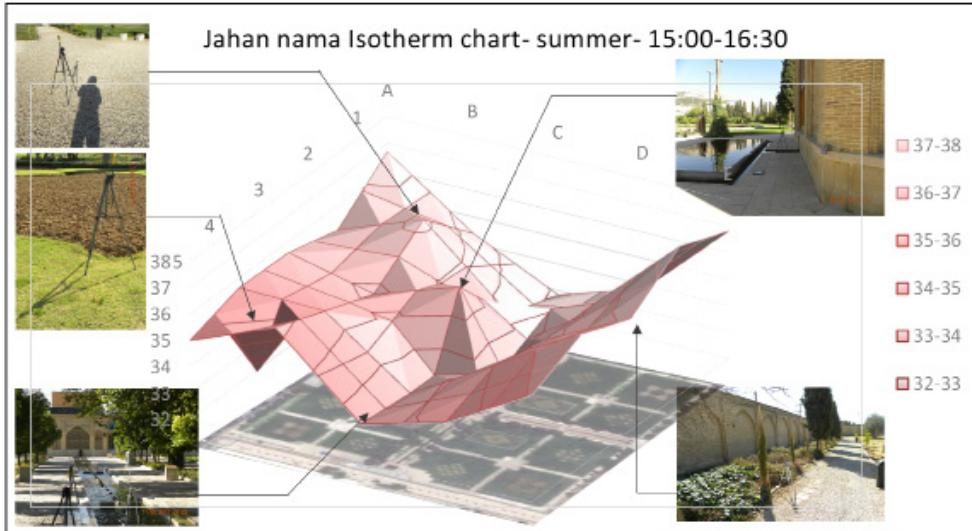


نمودار ۳: نقشه خطوط هم‌دمای باغ جهان‌نما، ۱۲:۰۰ تا ۱۳:۳۰ تابستان



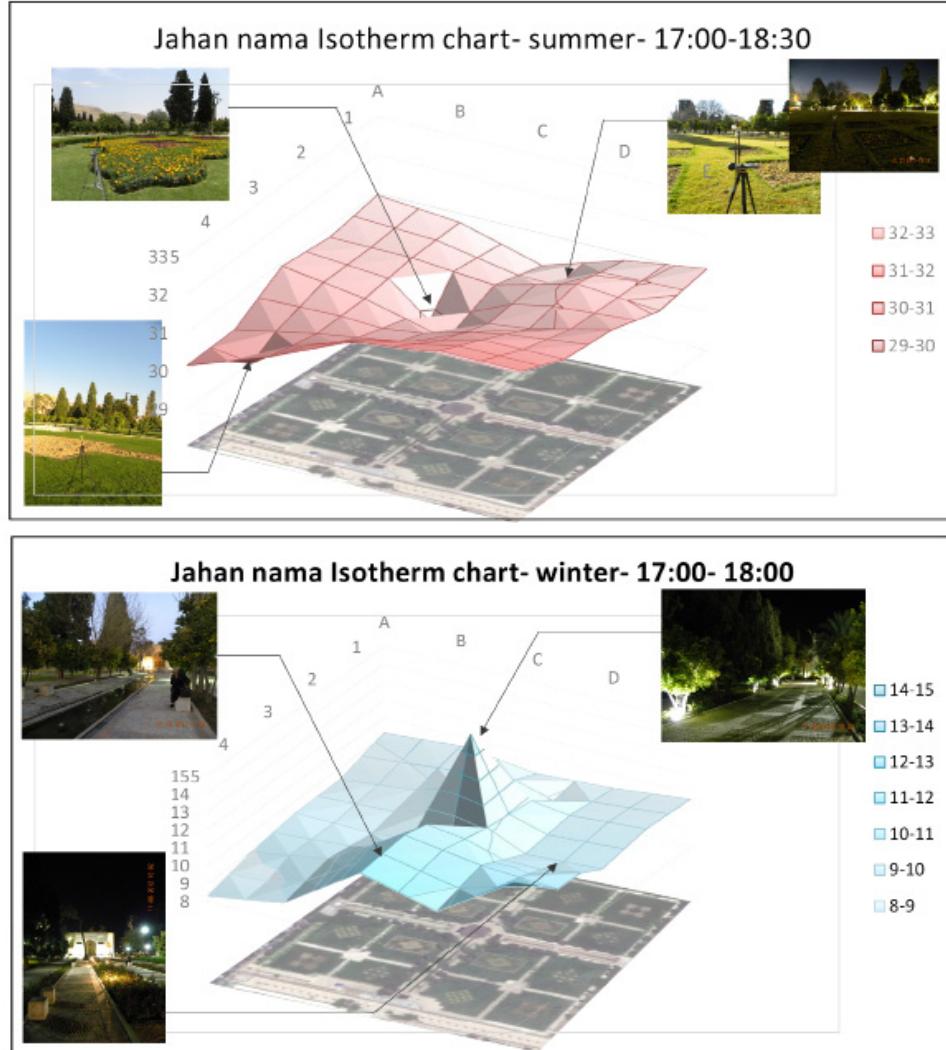
نمودار ۴: نقشه خطوط هم‌دمای باغ جهان‌نما، ۱۲:۰۰ تا ۱۳:۰۰ زمستان

با بررسی وضعیت گرمایی باغ در ساعت ۱۵:۰۰ تا ۱۶:۰۰ که سطوح بیشترین میزان جذب تابش و گرما را دارند، مشاهده می‌شود که بخش مرکزی باغ علی‌رغم وجود حوض آب، بهدلیل وجود مصالح با جرم حرارتی بالا، دمای بالاتری دارد. همچنین محدوده شرقی باغ در این ساعت، گرم‌تر از سایر بخش‌هاست. نکته مهم در این نمودار، کاهش دمای ۴ درجه‌ای درون کرت نسبت به نقاط پیرامون آن است.



نمودار ۵: نقشه خطوط هم‌دماهی باغ جهان‌نما، ۱۵:۰۰ تا ۱۶:۰۰ تابستان

با بررسی وضعیت گرمایی باغ در ساعت ۱۷:۰۰ تا ۱۸:۰۰ که سطوح در حال تشعشع گرمایی به محیط اطراف خود هستند، مشاهده می‌شود که نوسان گرمایی کاهش یافته است. نکته قابل توجه در این نمودار، کاهش دمای نقاط درون کرت در حدود ۱ تا ۲ درجه است. محدوده‌های اندازه‌گیری شده درون کرت با پوشش چمن، نسبت به دیگر سطوح باغ خنک‌ترند. علت این امر این است که سطوح نرم و چمن کاری شده امواج تابشی کمتری را به اطراف ساطع می‌کنند و در نتیجه، هوای بالای این سطوح خنک‌تر باقی می‌ماند. بررسی این نمودارهای هم‌دما در این ساعت بودن محور جنوبی باغ نسبت به محور شمالی آن است. نکته قابل توجه از بررسی نمودارهای هم‌دما در تابستان و زمستان این است که نوسانات دمایی تا حد چشمگیری کاهش یافته و سطوح تاحدی هم‌دما هستند. نقشه خطوط هم‌دما در زمستان در ساعت ۱۷:۰۰ تا ۱۸:۰۰ نشان می‌دهد که کوشک و محور جنوبی و آب موجود در این محور، به عنوان ذخیره‌کننده انرژی گرمایی که در طول روز گرمای بیشتری جذب کرده‌اند، در ساعات پایانی روز نیز نسبت به دیگر نقاط باغ دمای بالاتری دارند. مهم‌ترین نکته درباره نمودار تابستان در ساعت ۱۷ تا ۱۸، خنک‌تر بودن کرت‌ها نسبت به دیگر نقاط است. با وجود کمبود درختان سایه‌انداز در این نقاط، به نظر می‌رسد وجود پوشش نرم (عمدتاً چمن و گل) باعث جذب کم حرارت در این نقاط شده است.



نمودار ۶: نقشه خطوط هم‌دماهی باغ جهان‌نما، ۱۷:۰۰ تا ۱۸:۰۰ (بالا): تابستان، (پایین): زمستان

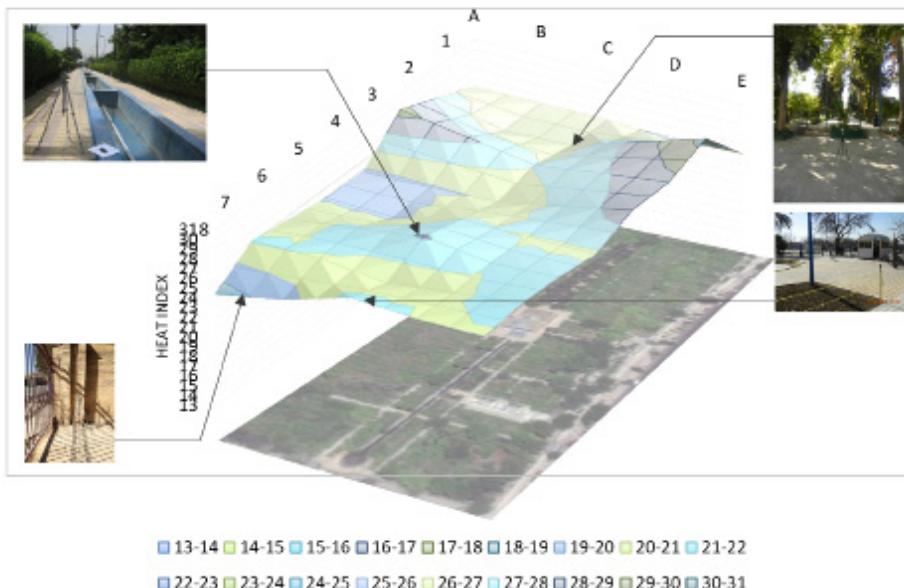
۵۱

مطالعه‌ی معماری ایران

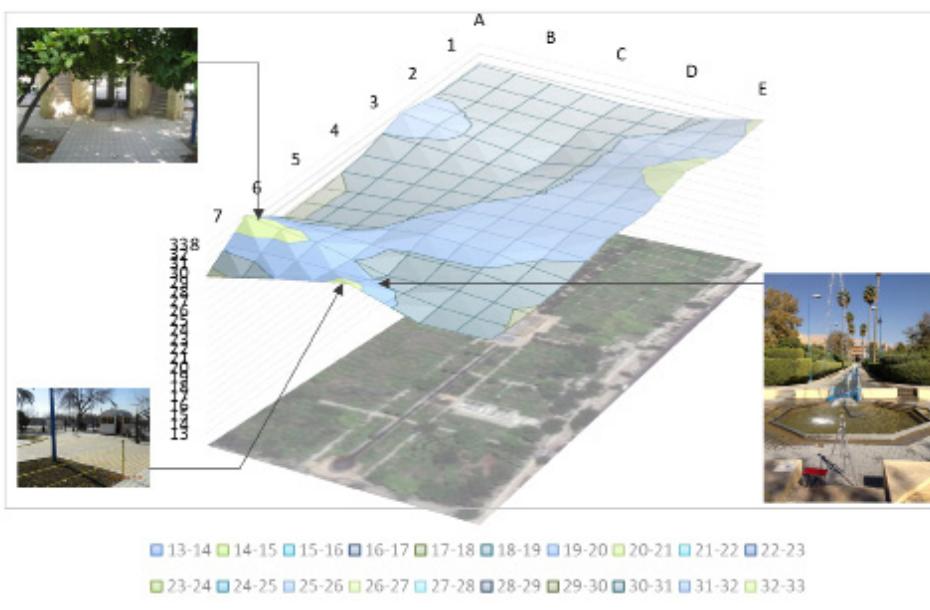
دو فصلنامه معماری ایرانی
شماره ۷ - بهار و تابستان ۹۴

در ادامه، وضعیت گرمایی کل سطح باغ دلگشا با ترسیم نقشه خطوط هم‌دماهی باغ در ساعت ۹:۰۰ و ۱۲:۰۰ و ۱۵:۰۰ ارزیابی شد. با بررسی نقشه هم‌دماهی باغ در ساعت ۹:۰۰ صبح می‌توان دریافت که محدوده‌های A^۳ و E^۲ و ورودی باغ بهدلیل وجود بازشو در دیوار پیرامونی، نسبت به سایر نقاط، دماهی بالاتری دارند. این نمودار نشان می‌دهد که محور شمالی باغ تحت تأثیر پوشش گیاهی سایه‌انداز خود تاحدی خنک‌تر از محور جنوبی و سایر نقاط باغ است. سطوح سبزرنگ، وضعیت درون کرت‌ها که مشاهده می‌شود، درون کرت‌هایی باع دلگشا بهدلیل وجود انبوهی از درختان مرکبات و سایه ناشی از آن‌ها نسبت به دیگر بخش‌های باغ خنک‌تر است. با بررسی نمودار هم‌دماهی باغ دلگشا در ساعت ۱۲:۰۰ می‌توان دریافت که سطوحی از باغ که دارای عناصر مصنوع و ساختمان‌هایی با جرم حرارتی بالا هستند (سطح آبی آسمانی)، نسبت به سایر نقاط، دماهی بالاتری دارند. همچنین محدوده‌های سبزرنگ بهدلیل وجود بازشو در دیوار پیرامون باغ و ورودی باغ و ارتباط این نقاط با اقلیم محلی، تاحدی گرم‌ترند. از نمودار می‌توان دریافت که محور شمالی و محل حوض و فواره ورودی باغ، نسبت به سایر نقاط، دماهی کمتری دارند.

Delgosha Isotherm chart- summer, 9:00-10:00

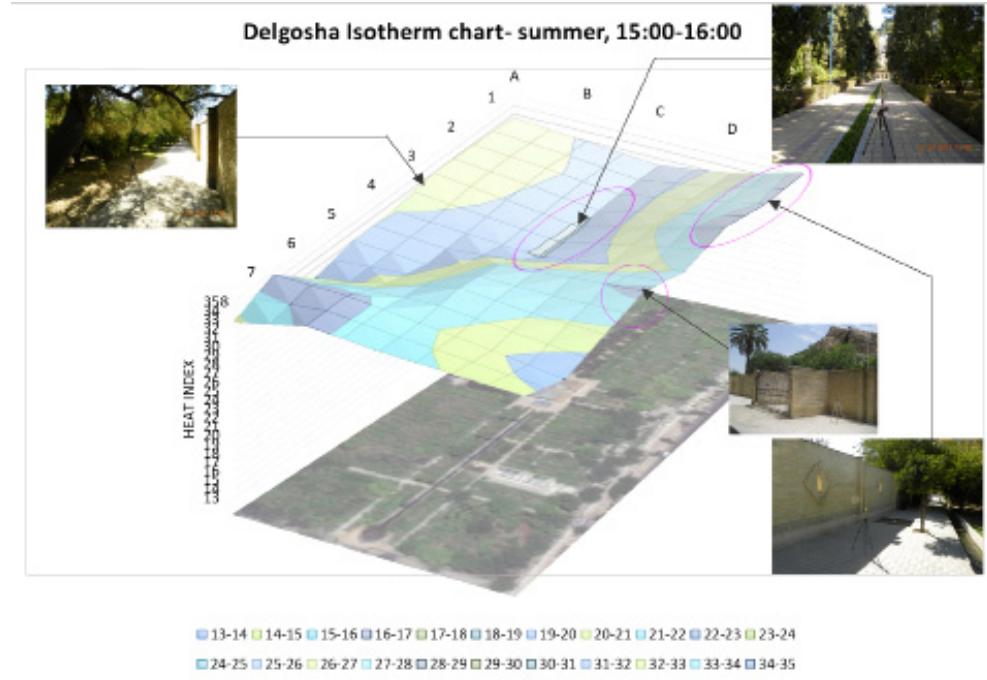


Delgosha Isotherm chart- summer, 12:00-13:00



نمودار ۷: نقشه خطوط همدمای باغ دلگشا، (بالا) ۹:۰۰ تا ۱۰:۰۰ (پایین) ۱۲:۰۰ تا ۱۳:۰۰ تابستان

همچنین این نمودار در ساعت ۱۵:۰۰ نشان می‌دهد که محور شمالی باغ به مراتب خنک‌تر از سایر بخش‌های باغ است. کاهش دمای محور شمالی باغ تحت تأثیر پوشش گیاهی متراکم و گونه‌های درختی سایه‌انداز این محور است که همان‌گونه که از نمودار پیداست، حدود ۳ تا ۴ درجه خنک‌تر از محور جنوبی است. در محور جنوبی نیز به دلیل نبود پوشش گیاهی سایه‌انداز و میزان بالای سطوح سخت و جاذب حرارت، دمای بیشتری دارد.



نمودار ۸: نقشه خطوط هم‌دماه باغ دلگشا، ۱۵:۰۰ تا ۱۶:۰۰ تابستان

جمع‌بندی

مطالعات انجام شده بر روی دو باغ تاریخی جهان‌نما و دلگشا در این پژوهش، نکات مهمی در رابطه با سازگاری این باغ‌ها در فصول تابستان و زمستان با نیازهای اقلیمی انسان را نشان می‌دهد. با در نظر داشتن این نکته که روزهای برداشت در تابستان گرم‌تر و خشک‌تر و در زمستان خشک‌تر از وضعیت اقلیمی بلندمدت شیراز بوده است، بررسی‌ها نشان داد که در باغ جهان‌نما در فصل تابستان، «اقلیم محلی گرم‌تر از اقلیم شهری (ایستگاه هواشناسی)» و «اقلیم خرد در طی روز خنک‌تر از اقلیم محلی (تا ۱۱ درجه سانتی‌گراد)» است. در فصل زمستان، «اقلیم محلی گرم‌تر از اقلیم شهری» و در اواسط روز، «اقلیم محلی گرم‌تر از اقلیم خرد» و در ساعات پایانی روز، «اقلیم خرد گرم‌تر از اقلیم محلی» است. در فصل تابستان در باغ دلگشا، «اقلیم محلی گرم‌تر از اقلیم شهری» و «اقلیم خرد گرم‌تر از اقلیم محلی (بین ۲ تا ۷ درجه سانتی‌گراد)» است و در فصل زمستان، «اقلیم محلی گرم‌تر از اقلیم شهری» و «اقلیم خرد سرددتر از اقلیم محلی» است.

با بررسی وضعیت اقلیم هر دو نمونه در سه مقیاس اقلیم شهری، اقلیم محلی و اقلیم خرد، می‌توان دریافت که نظام ساختار هندسی، نظام کالبدی و عناصر شکل‌دهنده به این باغ‌ها توانسته است در تابستان، به خوبی خود را با اقلیم سازگار کند و وضعیتی را در باغ به وجود آورد که کاهش دمای مؤثری نسبت به محیط پیرامون خود داشته باشد. بررسی‌ها همچنین نشان داد که دیوار در ایجاد و حفظ خرد اقلیم باغ، نقش حیاتی دارد و حتی آنجا که حفره یا ورودی در دیوار وجود دارد، وضعیت اقلیمی درون و بیرون باغ بهشت بهم نزدیک می‌شوند و در اکثر مواقع، محدوده نزدیک به این بازشوها از وضعیت آسایش خارج می‌گردد (در فصل تابستان). جهت‌گیری و ارتفاع دیوار و در پی آن، مساحت و سمت سایه‌انداز آن در ایجاد وضعیت آسایش برای مسیرها و محل‌های نشستن مجاور خود در تابستان، نقش مهمی دارد. همچنین مطالعات صورت‌گرفته حاکی از آن است که جنس دیوار از لحاظ جذب، حفظ و تابش گرما بر محیط اطراف خود، تأثیر بسزایی دارد. این خاصیت باعث می‌شود در تابستان دیوارهایی که در سایه درختان

قرار دارند، در ساعت بعدازظهر، دارای وضعیت دمایی مطلوبتری باشند و دیوارهایی که در معرض تابش بیشتری هستند، مانند کوشک، گرمای بیشتری را جذب و ساطع کنند. در ارتباط با پوشش گیاهی درون باغ‌ها برای مثال می‌توان گفت در تابستان، نقاطی که دارای سایه درخت بودند، از نقاطی که زیر سایه عناصر مصنوع قرار داشتند، خنک‌تر بوده و در محدوده آسایش قرار داشتند یا رطوبت زیر درخت سرو تا ۱۵ درصد بیش از رطوبت نقاط در مجاورت مسیر آب و فواره بوده است. در باغ دلگشا نیز بهدلیل تراکم درختان همیشه‌سبز مرکبات، با کاهش دمای مؤثری درون کرت‌ها در فصل تابستان روبه‌رو می‌شویم. این مسئله همچنین موجب کاهش دمای درون باغ در فصل زمستان می‌شود؛ به عبارت دیگر، فضای سبز کرت و درختان مرکبات موجب تعادل دمایی شده و نوسان دمای روز و شب را کاهش می‌دهد.

با درنظرگرفتن تمامی محدودیت‌های این پژوهش، از جمله تغییرات به وجود آمده در ساختار تاریخی باغ‌ها، زمان و امکانات محدود و کمبودهای موجود از جمله خطای انسانی و تعداد کم نمونه‌های بررسی شده، می‌توان عنوان کرد که با بررسی وضعیت اقلیمی باغ دلگشا و جهان‌نما در دو فصل زمستان و تابستان، نقش عناصر و نظامهای موجود در آن‌ها در ایجاد وضعیت آسایش اقلیمی، به روشنی دیده شده و بخشی از تئوری‌های مطرح شده توسط صاحب‌نظران در رابطه با سازگاری اقلیمی این باغ‌ها با وضعیت محیطی به اثبات رسیده است. با وجود آنکه این پژوهش از اولین گام‌ها در مسیر شناخت علمی وضعیت اقلیمی باغ ایرانی از طریق برداشت میدانی محسوب می‌شود، امید است پس از این، پژوهش‌هایی از این باغ‌ها با وضعیت اقلیمی ایرانی در پنهان باغ ایرانی در جهت کمک به طراحی مناظر سازگار با محیط و نیازهای اقلیمی افراد صورت گیرد. این پژوهش‌ها می‌توانند با گسترش روش پژوهش حاضر، بررسی دیگر باغ‌های ایرانی در اقلیم‌های مختلف، مقایسه و سنجش اطلاعات مبنی بر برداشت‌های میدانی با شبیه‌سازی رایانه‌ای و توسعه نتایج پژوهش‌های کمی اقلیمی به حوزه کیفیات طراحی منظر، در شناسایی و گسترش میراث باغ‌سازی ایرانی گام‌های مؤثری بردارند.



نام باغ	گرمتر	مقیاس اقلیمی	سردتر
تابستان	محلي	شهری	خرد
آسایش	استرس گرمایی بسیار شدید	استرس گرمایی متوسط تا بدون استرس	استرس گرمایی شدید
زمستان	محلي	خرد	شهری
آسایش	استرس سرمایی متوسط تا بدون استرس	آسایش تا استرس خفیف	استرس سرمایی خفیف
تابستان	محلي	شهری	خرد
آسایش	استرس گرمایی شدید	استرس گرمایی متوسط	بدون استرس گرمایی
زمستان	محلي	خرد	شهری
آسایش	بدون استرس	بدون استرس	استرس سرمایی خفیف

پی‌نوشت‌ها

۱. برای اطلاعات بیشتر نک: ماتلاک، ۱۳۷۹؛ گلکار، ۱۳۸۷؛ تقوایی، ۱۳۹۱؛ carmona and Tiesdell 2007

2. Penwarden

۳. برای اطلاعات بیشتر نک: بشارتی‌زاده، ۱۳۹۰.

۴. کاربری فعلی باغ عفیف‌آباد موزه سلاح‌های نظامی است.

۵. علت انتخاب ارتفاع ۱/۵ متری برای شبکه مذکور این است که در این ارتفاع، وضعیت زمین و پوشش گیاهی بر روی اندازه‌گیری‌های اقلیمی تأثیر مستقیمی نداشت (پوردیهمی، ۱۳۹۰، ج. ۱، ۲۰).

هواشناسی مورد توجه قرار گرفته و دستگاه استیونسن نیز در همین ارتفاع قرار می‌گیرد. عربه‌علت مرمت و دسترسی نداشتن به بام کوشک باغ جهان‌نما، از پشت‌بام ساختمان ضلع جنوبی باغ برای نصب دستگاه ثابت بام استفاده شد.

۷. برداشت اطلاعات در ساعت مختلف یک روز، امکان ارزیابی کامل‌تری از وضعیت دمایی درون باغ در روز برداشت را فراهم می‌آورد.

۸. دستگاه هواشناسی (WBGT Wet Bulb Globe Temperature) قادر به اندازه‌گیری اطلاعات هواشناسی نظیر دما، رطوبت، تابش و دمای تشبعی هم در فضای درونی ساختمان و فضاهای باز است. علاوه بر این، قابلیت اندازه‌گیری همزمان تأثیر دما، رطوبت، جریان هوا و دمای تشبعی را بر یکدیگر داراست (www.Wetglobe.com).

۹. دستگاه هواشناسی Kestrel قادر به اندازه‌گیری و ذخیره‌سازی اطلاعات مربوط به فاکتورهای آب و هوایی نظیر دما، رطوبت نسبی، سرعت جریان باد، دمای نقطه شبنم ... است. علی‌رغم سبکی و کوچکی، این دستگاه از نظر دقیق ثبت اطلاعات در میان سایر دستگاه‌های هواشناسی، از رتبه خوبی برخوردار است، به صورت دیتا‌لگر بوده و می‌تواند تا ۲۰۰۰۰ داده را در خود ذخیره کند (www.kestrelweather.com).

10. Universal Thermal Climate Index (UTCI)

۱۱. استرس گرمایی (Heat Stress) به مجموعه شرایطی اطلاق می‌شود که در آن، بدن قادر به جبران گرمایی وارد نیست و در اثر عدم تعادل حرارتی، انسان احساس گرما می‌کند. هرچه به شدت گرما اضافه شود، میزان استرس نیز افزایش خواهد یافت (طاها باز، ۱۳۹۱، ۶۵).

۱۲. استرس سرمایی (Cold Stress) به مجموعه ویژگی‌هایی اطلاق می‌شود که در آن، بدن قادر به جبران سرمایی وارد نیست و در اثر عدم تعادل حرارتی، انسان احساس سرما می‌کند. هرچه به شدت سرما اضافه شود، میزان استرس نیز افزایش می‌یابد (همو، ۶۴).

13. SIKRON

۱۴. نرم‌افزار سیکرون در دانشکده معماری دانشگاه شهید بهشتی توسط منصوره طاها باز و پیمان امینی بهمنی برای انجام مطالعات اقلیمی تهیه شده است. در این نرم‌افزار، امکان ترسیم محدوده‌های حرارتی تعریف شده توسط برخی از شاخص‌های گرمایی فضای باز روی نمودار سایکرومتریک فراهم شده که با انتخاب کاربر نمایش داده می‌شود (طاها باز، ۱۳۹۱، ۸۲).

۱۵. Comfort Zone and no Thermal Stress

۱۶. Psychrometric Chart

۱۷. Isotherm

منابع

- آریانپور، علیرضا. ۱۳۶۵. پژوهشی در شناخت باغ‌های ایران و باغ‌های تاریخی شیراز. تهران: فرهنگسرای ادبی، سامان. ۱۳۸۸. بررسی فرایند ادراک در باغ ایرانی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد معماری منظر، تهران: دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی.
- بشارتی‌زاده، آرزو. ۱۳۹۰. راهنمای طراحی شهری برای تأمین آسایش حرارتی در فضاهای شهری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد معماری، تهران: دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی.
- پوردیمیمی، شهرام. ۱۳۹۰. زبان اقلیمی در طراحی محیطی پایدار. جلد ۱، تهران: مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- تقوایی، سید حسن. ۱۳۹۰. کلیت باغ و رمز «همیشه سرسبزی». مجله منظر ۳(۱۶): ۶ - ۱۱.
- تقوایی، سید حسن. ۱۳۹۱. معماری منظر؛ درآمدی بر تعریف‌ها و مبانی نظری. تهران: مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- جیحانی، حمیدرضا، محمدعلی عمرانی. ۱۳۸۶. باغ فین. تهران: پژوهشگاه میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری.

- حسینی شیرازی، حاج میرزاحسن. ۱۳۱۳. فارستامه ناصری. جلد ۲، تصحیح و تحشیه منصور رستگار فسایی. تهران: امیرکبیر.
- سایت سازمان هواشناسی استان فارس: www.farsmet.ir
- شاهچراغی، آزاده. ۱۳۹۰. پارادایم‌های پردازی؛ درآمدی بر بازناسی و بازآفرینی باغ ایرانی. تهران: جهاد دانشگاهی واحد تهران.
- صفامنش، کامران. ۱۳۸۳. باغ ایرانی، حکمت کهن منظر جدید. تهران: موزه هنرهای معاصر تهران.
- طاهباز، منصوره، شهربانو جلیلیان، و فاطمه موسوی. ۱۳۹۱. آموزه‌هایی از معماری اقلیمی گزنهای کاشان. دو فصلنامه مطالعات معماری ایران، ش. ۱: ۵۹-۸۳.
- کمالی سروستانی، کوروش. ۱۳۸۴. دانشنامه آثار تاریخی فارس. شیراز: موسسه فرهنگی و پژوهشی دانشنامه فارس با همکاری سازمان میراث فرهنگی کشور.
- گلکار، کورش. ۱۳۸۷. تئوری‌های طراحی شهری: تحلیل گونه‌شناختی تئوری‌ها. نشریه علمی - پژوهشی صفو، ش. ۲۹: ۱۶-۳۳.
- ماتلاک، جان. ۱۳۷۹. آشنایی با طراحی محیط و منظر. ترجمه معاونت آموزش و پژوهش سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تهران. تهران: سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر تهران.
- منقی‌پیشه، سمانه، پویا رنجبر، و اشکان قشقایی. ۱۳۹۱. سنجش کیفی نشیمن‌های پارک‌های شهری و مقایسه آن با دیدگاه شهروندان. خلاصه مقالات نخستین همایش ملی معماری و شهر پایدار، ۱۰۶. تهران: سازمان زیباسازی شهر تهران با همکاری دانشگاه تربیت شهید رجایی.
- مسعودی، عباس. ۱۳۸۸. بازناسی باغ ایرانی؛ باغ شازده ماهان. تهران: نشر فضا.
- ویلبر، دونالد. ۱۳۸۵. باغ‌های ایرانی و کوشک‌های آن. ترجمه مهیندخت صبا. تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب.
- Bosselmann, Peter. 1984. *Sun, Wind, and Comfort A Study of Open Spaces and Sidewalks in Four Downtown Areas*. IURD Monograph Series, Institute of Urban and Regional Development, UC Berkeley.
- Carmona, Matthe, and Steve Tiesdell. 2007. *Urban Design Reader*. Oxford, Burlington, MA: Elsevier/Architectural Press.
- Fahmy, Mohamad, Stephen Sharples, and Ali Eltrapolsi. 2009. *Dual Stage Simulations to study the Microclimatic Effects of Trees on Thermal Comfort in a Residential Building*. Eleventh International IBPSA Conference Glasgow, Scotland, July 27-30.
- Hidayat, Imawan Wahyu. 2010. The Ecological Role of Trees and Their Interactions in Forming The Microclimate Amenity Of Environment. *Jurnal Bumi Lestari* 10(2): 182- 190.
- Norouzian Pour, Hirbod, Mehri Motahari Rad, and Samaneh Motaghipishe. 2012. Persian Gardens are Sustainable Gardens: Scrutinizing the Sustainability Features in Persian Gardens. In 2nd International Conference on Archi-Cultural Translations Trough the Silk Road, Japan, 14-16 July.
- Tahbaz, Mansoureh. 2011. Psychrometric chart as a basis for outdoor thermal analysis. International *Journal of Architectural Engineering & Urban Planning* 21(2): 95-109.
- UTCI. Cost Action 730: www.utci.org
- www.Wetglobe.com
- kestrel weather Catalog: www.kestrelweather.com
- Ambient Weather Guide website: ambientweather.wikispaces.com/Weather+Station+Comparison+Guide
- <http://www.testequipmentdepot.com/reed/thermometers/8778.htm>