

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 بازشناسی است. شهر شیراز به واسطه جغرافیای خاص خود، به‌تنهایی دارای تعداد زیادی از باغ‌هایی با شهرت جهانی نظیر باغ ارم، باغ تخت، باغ جهان‌نما و باغ دلگشاست. 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 جهان‌نما و دلگشا، برای اولین بار پژوهشی کمی کیفی برای سنجش وضعیت گرمایی خرداقلیم 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 چهارم و پنجم بهمن ماه ۱۳۹۱ و نهم و سیزده مرداد ۱۳۹۲ استفاده شده است. داده‌های میدانی نیز بر روی شبکه‌ای از پیش 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 استخراج‌شده 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 تعدیل 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 متقی‌پیشه 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، Motaghipishe@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، به‌تنهایی نمی‌تواند ضامن حضور مردم در آثار به‌وجودآمده و به‌ویژه 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 کم‌توجهی به عوامل اثرگذار آسایش محیطی و بهبود وضعیت اقلیمی دانست 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 دربارهٔ ویژگی‌ها و نیاز به فضاهای شهری باکیفیت محیطی بالا و در شأن مردم، افزایش یافته است.» (متقی 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 به‌عنوان خرداقلیم‌های خرم و عناصر سرسبز در منظر شهری کاربرد دائمی دارند. به قول آنتونی اسمیت «آنچه واقعاً باغ [های ایرانی] را پرآوازه نموده، سرسبزی، خنکی و سایه مطبوع آن‌هاست» (مسعودی ۱۳۸۸). وضعیت مطبوع و آسایش درآمیخته با «کلیت باغ ایرانی و رمز همیشه سرسبزی» (تقوایی ۱۳۹۰) که در تنظیم با شرایط بوم، مکان و معناگرایی، می‌تواند «باغ پایدار» (Norouzian pour, Motahari rad, and Motaghipishe 2012) و همچنان کارآمد به‌عنوان فضای سبز شهری نیز مطرح 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، به‌عنوان 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 آب‌وهوایی سازمان هواشناسی (ایستگاه هواشناسی مرکزی) و اطلاعات جمع‌آوری‌شده از اقلیم محلی و خرد، به تحلیل این موضوع پرداخته می‌شود.

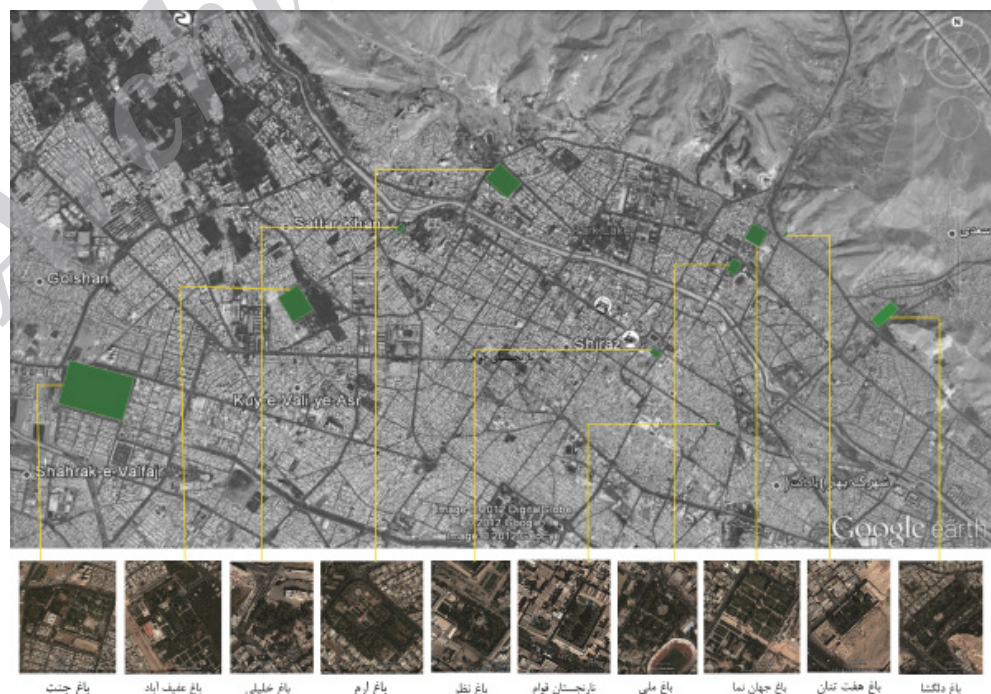
۱. پیشینه پژوهش

پن واردن^۲ مبحث آسایش اقلیمی در فضاهای باز در دنیا را از سال ۱۹۷۵، مورد مطالعه قرار داد (Tahbaz 2011). (95)؛ درحالی‌که 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 هر یک با در نظر 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 طاهباز (1391)، (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 به‌کارگرفته‌شده) بستگی دارد که از آن جمله می‌توان به (Bosselmann 1984) اشاره کرد. برخی از پژوهش‌های دانشگاهی انجام‌گرفته در

سال‌های اخیر نیز، دستاوردهای ارزنده‌ای داشته‌اند که در این پژوهش، از آن‌ها نیز بهره گرفته شده است.^۳ دربارهٔ باغ ایرانی، علی‌رغم موفقیت این هنر و صنعت در ایران، تحقیقات کمی در زمینهٔ 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 دههٔ گذشته، پژوهش‌های عمدتاً کیفی ارزشمندی در زمینهٔ شناخت ویژگی‌های باغ ایرانی در ایران و به‌ویژه در گروه‌های معماری منظر دانشگاه‌های شهید بهشتی و تهران به انجام رسیده است. دربارهٔ 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 جنبهٔ 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 بازشناسی عناصر باغ ایرانی پرداخته است. محدود تک‌نگاری‌هایی نیز در زمینهٔ باغ ایرانی وجود دارند که با دید تحلیلی به موضوع پرداخته و تمامی ابعاد باغ را علاوه بر توصیف، ترسیم و تحلیل نموده‌اند (جیحانی و عمرانی ۱۳۸۶). بدین ترتیب، مرور متون تخصصی در زمینهٔ شناخت باغ ایرانی نشان می‌دهد که در این متون، علی‌رغم ارائهٔ مطالب ارزشمندی در خصوص 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 به‌عنوان یک فضای سبز و آسوده در منظر شهری احساس شده است.

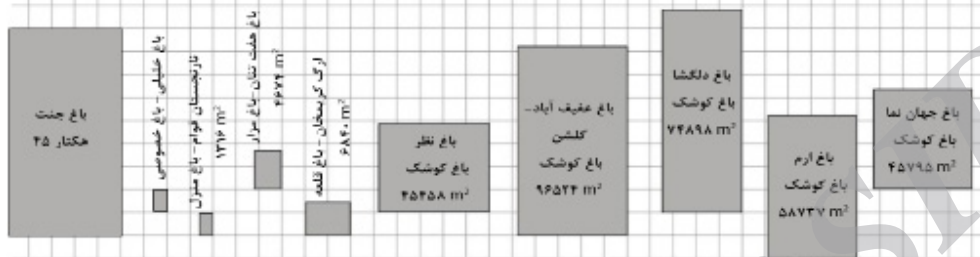
۲. انتخاب نمونه مورد مطالعه

در این پژوهش، با توجه به غنای تاریخی شهر شیراز و وضعیت خاص اقلیمی آن که در پهنهٔ دشتی اقلیم گرم و خشک ایران قرار دارد، این شهر به‌عنوان نمونه انتخاب شد. از این میان، باغ‌های تاریخی این شهر که در فهرست آثار ملی ایران به ثبت رسیده‌اند و 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 به‌عنوان نمونه‌های اولیه، مورد مطالعه قرار گرفتند. (تصویر ۱)



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

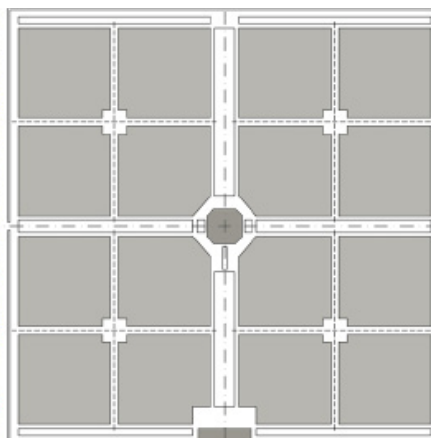
با بررسی‌های انجام‌گرفته، تعدادی از باغ‌ها از جمله باغ‌موزه نظر، باغ ارم، باغ هفت‌تان و... به دلیل تغییرات زیادی که در ساختار اولیه آن‌ها ایجاد شده است، برای انجام این پژوهش مناسب به نظر نمی‌آیند؛ برخی از باغ‌ها نیز به دلیل تفاوت‌های مقیاسی کنار گذاشته شدند (نارنجستان قوام و باغ جنت). از این میان، باغ عقیق‌آباد هم که یکی از گزینه‌های انتخابی بود، به دلیل کاربری فعلی آن که امکان برداشت میدانی و نصب دستگاه هواشناسی در آن مقدور 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 - تهیه‌شده توسط نگارنده - منبع مطالب: (شاهچراغی 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 به‌شمار 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 «جعفرآباد» 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 روبه‌رو شده است، اما می‌توان گفت که باغ جهان‌نمای امروز همچنان به کیفیت ساختاری عهد زندیه باقی است (صفامنش ۱۳۸۳، ۱۱۲). 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 چهارباغ کوچک‌تر تقسیم کرده که همان الگوی چهارباغ 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 عمده‌ای دارد. (تصویر ۳)



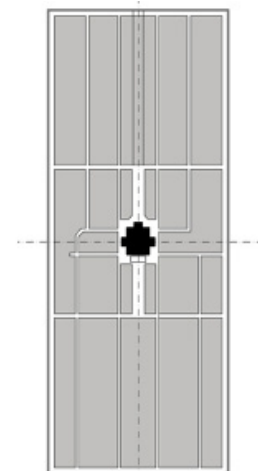
تصویر ۳: (راست) ساختار هندسی و محورهای اصلی و فرعی کنونی باغ جهان‌نما - (چپ) محور غربی باغ جهان‌نما

باغ جهان‌نما در سال ۱۳۸۱، پس از تصویب شورای توسعه فرهنگی استان فارس توسط سازمان مسکن و شهرسازی تملک شد و برای احیا و نیز ایجاد باغ‌موزه ادبیات ایران و اتصال به مجموعه حافظیه در اختیار شهرداری شیراز قرار 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

سابقه آبادانی این باغ به پیش از دوره سلسله‌های آل اینجو و آل مظفر می‌رسد. پس از خساراتی که در دوره‌های گوناگون به این باغ وارد شد، در دوره 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 محدوده شهر قرار داشته است. ساختار هندسی باغ به شکل مستطیلی است که کشیدگی آن در جهت شمالی‌جنوبی است و به نقل از *فارسنامه 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 عمده 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 به‌عنوان 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).



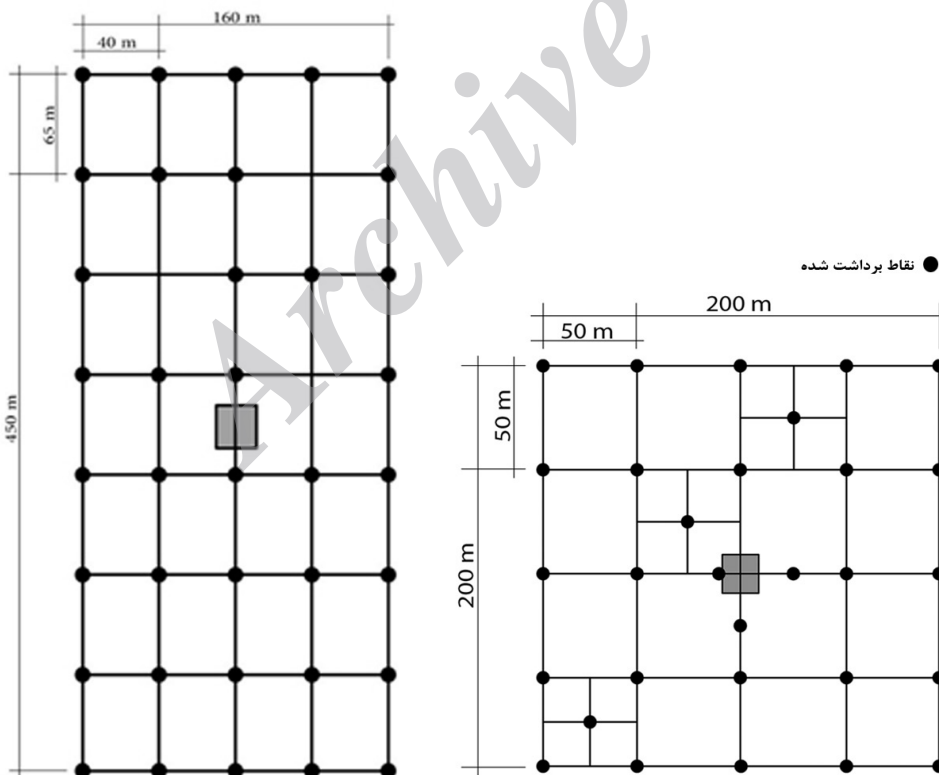
تصویر ۴: (راست) نقشه ساختار هندسی و محورهای اصلی و فرعی باغ دلگشا - (چپ) محور جنوبی باغ دلگشا

در نتیجه مطالعه پژوهش‌هایی که شرایط آسایش اقلیمی را در فضاهای سبز شهری بررسی کرده‌اند، به‌نظر می‌رسد که 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 جبهه خارجی باغ و همچنین بافت مسکونی متراکم اطراف پوشش داده شود (تصویر ۵).



تصویر ۵: وضعیت نقاط درونی و بیرونی برداشت‌شده در باغ‌ها، (بالا) باغ جهان‌نما، (پایین) باغ دلگشا

برداشت اطلاعات در درون باغ جهان‌نما، 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 جهان‌نما، (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 سردترین روزهای زمستان بود. برداشت اول در تاریخ‌های ۱۶ و ۱۸ آبان ۱۳۹۱ به‌منظور گزینش نقاط مناسب درون و بیرون باغ در جهت 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 فصول 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 کنترل 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 سه‌پایه‌هایی که از قبل 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 تعیین‌شده در باغ جهان‌نما استفاده شد (تصویر ۸).



تصویر ۸: برداشت اطلاعات هواشناسی در باغ جهان‌نما

به منظور برداشت هم‌زمان نقاط، کل سطح باغ به سه بخش تقسیم شد و به صورت هم‌زمان، 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 می‌کردند. این عمل در هر روز ۴ بار، در ۴ ساعت متفاوت (۹ صبح، ۱۲ ظهر، ۳ و ۶ بعدازظهر) توسط تیم برداشت انجام شد.^۷ دستگاه‌ها در هر نقطه به مدت ۶ دقیقه (زمانی که طول می‌کشد 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 می‌کرده است.

۳. ابزارهای گردآوری اطلاعات

به منظور برداشت اطلاعات در این پژوهش از دستگاه‌های هواشناسی WBGT 8778^۸ و kestrel 4500^۹ استفاده شد. یکی از دستگاه‌های kestrel برای برداشت اطلاعات نقطه مرجع (اقلیم محلی) روی پشت‌بام 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

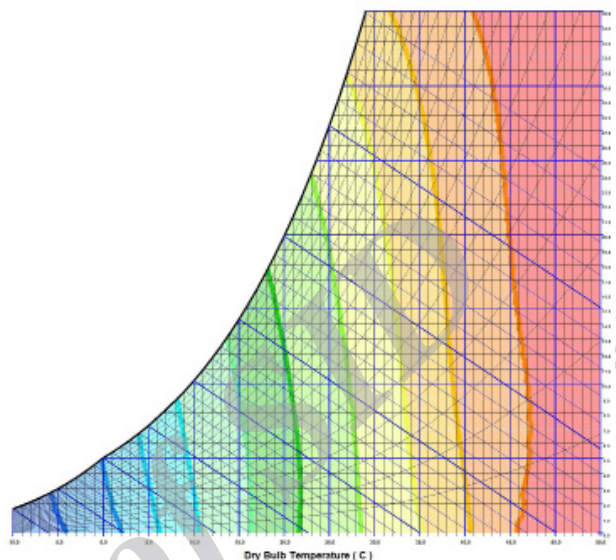
۴. تحلیل داده‌ها

۱.۴ روش تحلیل داده‌ها

داده‌های گردآوری شده توسط دستگاه‌های کستزل در مرحله اول، به نرم‌افزار میکروسافت 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 کستزل، 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 کنترل 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} (طاهباز 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 نشان‌دهنده وضعیت گرمایی قابل تحمل^{۱۵}، رنگ‌های گرم (زرد تا قرمز) وضعیت استرس گرمایی و رنگ‌های سرد (آبی تا بنفش) وضعیت استرس سرمایی را نشان می‌دهد (طاهباز، ۱۳۹۱: ۶۵).

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 آماری ساعتی و آماری 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	حداقل رطوبت نسبی	حداکثر رطوبت نسبی
روز برداشت	C	C	%	%
۴ بهمن ۱۳۹۱	-۱.۶	۱۷	۲۵	۸۰
۵ بهمن ۱۳۹۱	-۱	۱۸.۸	۲۷	۸۲
متوسط آمار بهمن ۱۳۵۰-۱۳۹۱	۱.۱	۱۳.۶	۳۲	۸۲
۹ مرداد ۱۳۹۲	۲۲	۳۹.۸	۶	۳۱
۱۳ مرداد ۱۳۹۲	۲۶.۴	۴۰.۶	۱۱	۳۳
متوسط آمار مرداد ۱۳۵۰-۱۳۹۲	۲۰.۶	۳۷.۷	۱۱	۴۱

Outdoor UTCI (Divided) of SHIRAZ

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



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 کستریل 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 می‌کردند (جدول ۲ و ۳).

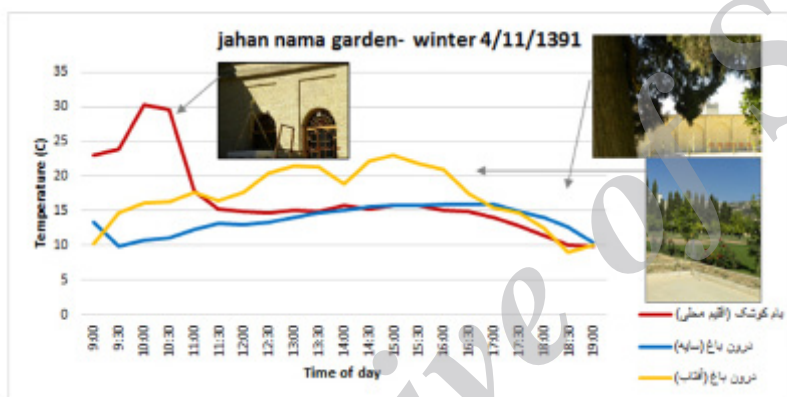
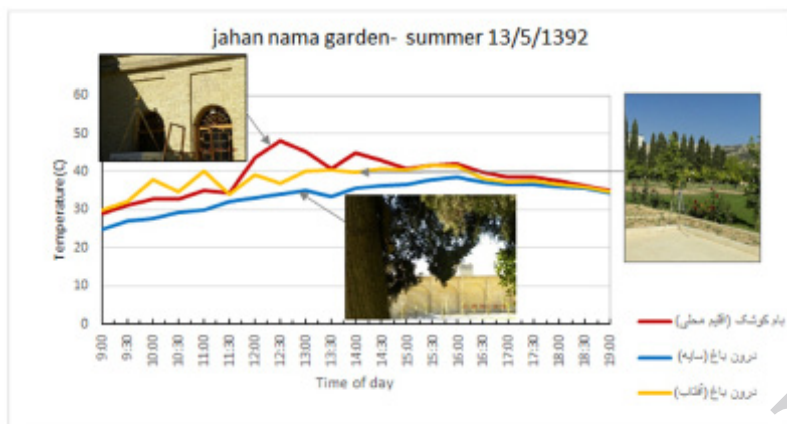
جدول ۲: وضعیت دمایی دستگاه‌های ثابت بام، ثابت سایه و ثابت آفتاب در باغ جهان نما

روز برداشت - تابستان (۱۳۹۲/۵/۱۳)			
ثابت بام	ثابت سایه	ثابت آفتاب	
۹ صبح تا ۷ بعدازظهر	۹ صبح تا ۷ بعدازظهر	۹ صبح تا ۷ بعدازظهر	ساعت برداشت
۳۹.۴ درجه	۳۳.۹ درجه	۳۷.۸ درجه	متوسط درجه حرارت
۸۵٪	۱۳٪	۹.۶٪	متوسط رطوبت نسبی
روز برداشت - زمستان (۱۳۹۱/۴/۱۱)			
ثابت بام	ثابت سایه	ثابت آفتاب	
۹ صبح تا ۶ بعدازظهر	۹ صبح تا ۶ بعدازظهر	۹ صبح تا ۶ بعدازظهر	ساعت برداشت
۱۶.۸ درجه	۱۳.۸ درجه	۱۷.۲۵ درجه	متوسط درجه حرارت
۲۰.۷٪	۳۰.۲٪	۲۵٪	متوسط رطوبت نسبی

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

روز برداشت - تابستان (۱۳۹۲/۵/۹)			
ثابت بام	ثابت سایه	ثابت آفتاب	
۹ صبح تا ۷ بعدازظهر	۹ صبح تا ۷ بعدازظهر	۹ صبح تا ۷ بعدازظهر	ساعت برداشت
۳۷.۴ درجه	۳۲.۷ درجه	۳۷.۵ درجه	متوسط درجه حرارت
۷۸٪	۱۲.۸٪	۹.۲٪	متوسط رطوبت نسبی
روز برداشت - زمستان (۱۳۹۱/۱۱/۵)			
ثابت بام	ثابت سایه	ثابت آفتاب	
۹ صبح تا ۶ بعدازظهر	۹ صبح تا ۶ بعدازظهر	۹ صبح تا ۶ بعدازظهر	ساعت برداشت
۱۹.۸ درجه	۱۴.۴ درجه	۱۷.۲۵ درجه	متوسط درجه حرارت
۲۴.۲٪	۲۶.۴٪	۲۹.۸٪	متوسط رطوبت نسبی

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 جهان نما در تابستان که اقلیم شهری کوتاه مدت (آمار ساعتی ایستگاه هواشناسی در روز برداشت) با متوسط دمای ۳۳/۵ درجه سانتی گراد، در سردترین و گرم‌ترین وضعیت خود، به ترتیب ۴۰/۶ درجه و ۲۶/۴ درجه است، اقلیم محلی با متوسط دمای ۳۹/۴ درجه سانتی گراد و رطوبت ۱۱،۲ درصد در محدوده استرس گرمایی شدید قرار دارد؛ به عبارت دیگر، اقلیم محلی به دلیل وجود مصالح با جرم حرارتی بالا که جذب حرارت آن را افزایش می‌دهند، نسبت به اقلیم شهری کوتاه مدت و همچنین اقلیم خرد درون باغ، دمایی 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 ساعاتی این اختلاف دما به ۱۱ درجه هم می‌رسد. در زمستان نیز اقلیم شهری با متوسط حداکثر دمای ۱۷ و حداقل ۱/۴- درجه سانتی گراد، در محدوده استرس گرمایی متوسط قرار گرفته است. مقایسه اقلیم شهری با اقلیم محلی نشان می‌دهد که اقلیم محلی به واسطه سطوح سخت و جاذب حرارت خود در زمستان تا حدودی وضعیت گرمایی بهتری دارد. داده‌های اقلیم خرد درون باغ نیز نشان می‌دهند که از ساعات اولیه صبح تا ۱۲ ظهر دمای درون باغ تا حدی کمتر از اقلیم محلی است و با نزدیک شدن به غروب، این اختلاف کم شده و بعد از آن، نسبت به اقلیم محلی، دمایی 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 ایستگاه هواشناسی در روز برداشت
- اقلیم محلی - آمار دستگاه نصب شده بر بام
- اقلیم خرد - آمار دستگاه نصب شده در باغ - بهترین حالت از نظر سایه اندازی
- اقلیم خرد - آمار دستگاه نصب شده در باغ - (محدوده فاقد سایه و عنصر سایه اندازی)

- Extreme Cold Stress
- Very Strong Cold Stress
- Strong Cold Stress
- Moderate Cold Stress
- Moderate Cold Stress -
- Slight Cold Stress
- Slight Cold Stress -
- No Thermal Stress
- No Thermal Stress -
- Moderate Heat Stress
- Strong Heat Stress
- Very Strong Heat Stress
- Extreme Heat Stress

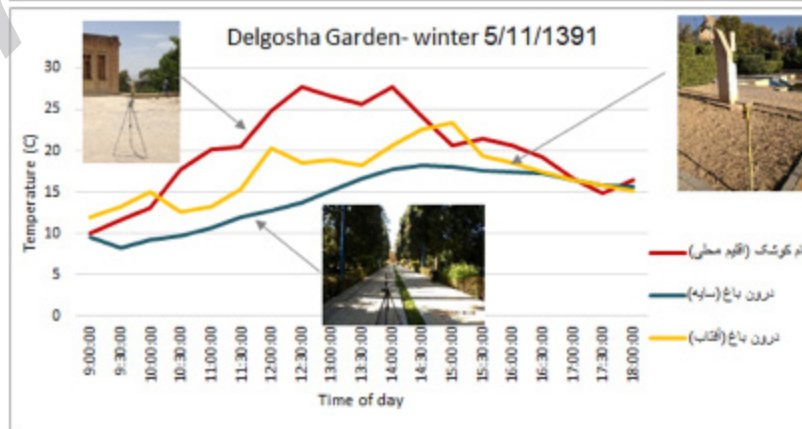
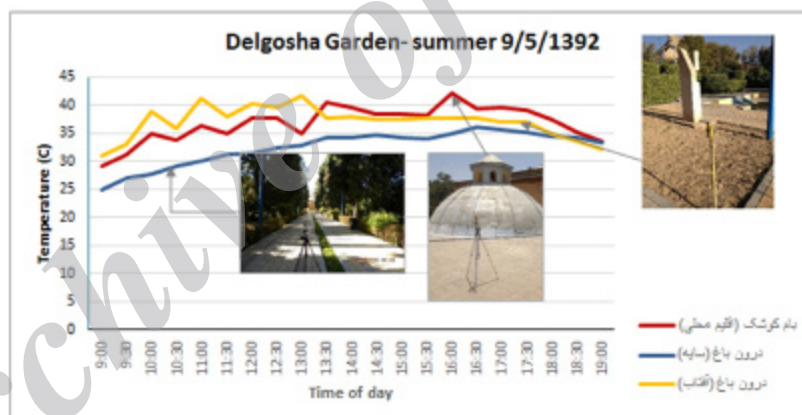


تصویر ۱۲: مقایسه آمار بلندمدت ایستگاه هواشناسی (اقلیم شهری)، آمار دستگاه نصب شده بر بام (اقلیم محلی) و آمار دستگاه نصب شده در باغ (اقلیم خرد) در تابستان و زمستان باغ جهان نما

مطالعه معماری ایران
دو فصلنامه معماری ایرانی
شماره ۷ - بهار و تابستان ۹۴

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 به دلیل وجود پوشش گیاهی و آب، اختلاف دمایی 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 سرمای 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 همیشه‌سبز آن به صورت اولیه خود باقی مانده است و تغییرات کمی نسبت به ساختار اولیه خود دارد، به دلیل تراکم بالای پوشش گیاهی همیشه‌سبز، در زمستان، اجازه عبور تابش کمتری را به سطوح باغ می‌دهد. در نتیجه، در مقایسه با باغ جهان‌نما که پوشش گیاهی درون آن با شکل اولیه خود، به‌ویژه پوشش گیاهی درون کرت‌ها تفاوت زیادی دارد، در زمستان سردتر 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 شکل‌دهنده به این باغ‌ها، توانسته است به خوبی خود را با اقلیم سازگار کند و وضعیتی را در باغ به‌وجود 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}

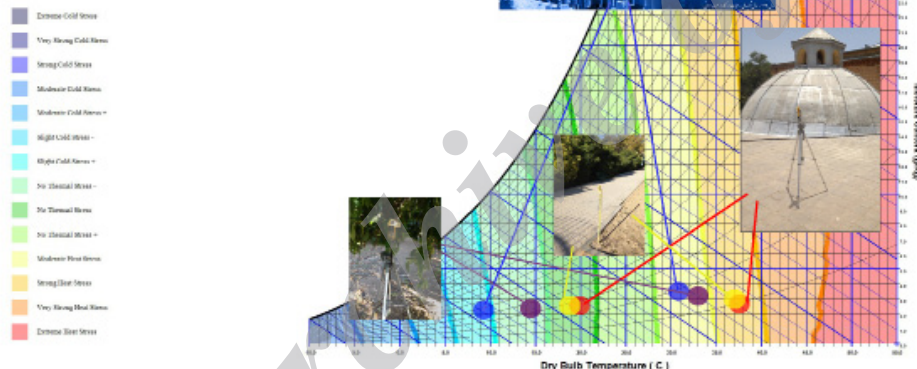
در فضاهای باز و سبز شهری، به دلیل وجود عناصر مختلف طبیعی و مصنوعی ممکن است در ساعاتی مختلف روز، از نظر اقلیمی وضعیت یکسانی وجود نداشته باشد. در واقع می‌توان گفت عناصر محیطی با سایه‌اندازی بر سطوح مختلف، وضعیت خاصی را از نظر اقلیمی بر محیط حاکم می‌کنند که در ساعات مختلف روز، ممکن است با یکدیگر تفاوت داشته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

Outdoor UTCI (Divided) of Shiraz

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

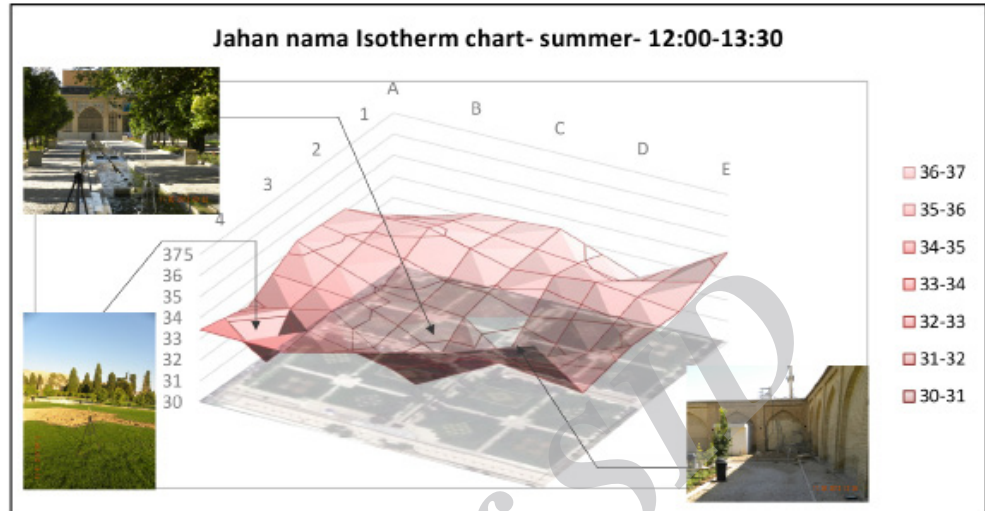
Station :
Latitude : 0.00N
Longitude : 0.00W
Elevation : 1484.0 m

- اقلیم شهری - آمار ساعتی ایستگاه هواشناسی در روز برداشت
- اقلیم محلی - آمار دستگاه نصب شده بر بام
- اقلیم خرد - آمار دستگاه نصب شده در باغ بهترین حالت از نظر سایه اندازی
- اقلیم خرد - آمار دستگاه نصب شده در باغ - (محدوده فاقد سایه و عنصر سایه‌اندازی)

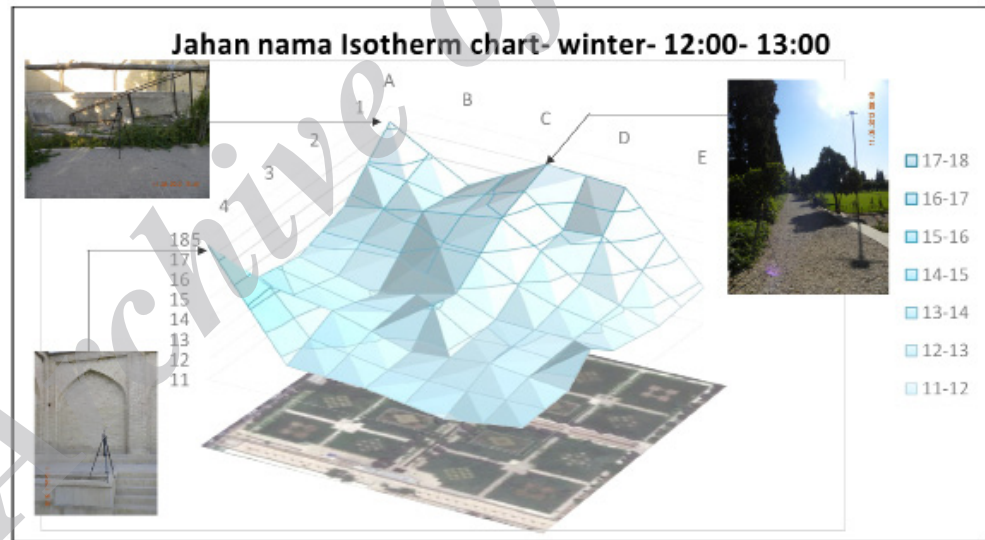


تصویر ۱۳: مقایسه آمار بلندمدت ایستگاه هواشناسی (اقلیم شهری)، آمار دستگاه نصب‌شده بر بام (اقلیم محلی) و آمار دستگاه نصب‌شده در باغ (اقلیم خرد) در تابستان و زمستان - باغ دلگشا

نقشه هم‌دمای 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)، دمای کمتری دارد. محدوده جنوب غربی باغ نیز به دلیل وجود سطح نرم زیاد (چمن و خاک)، با کاهش دمای محسوسی مواجه است. با بررسی این نمودار مشاهده می‌شود که بخش غربی و به‌طور 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 جذب حرارت، دمای بالایی دارد. بررسی نمودار باغ در همین ساعت در فصل زمستان نشان می‌دهد که بخش جنوب غربی باغ به دلیل سطوح سخت و عناصر مصنوعی 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 دمای محور جنوبی و شمالی باغ، وجود مسیر حرکت آب در محور جنوبی و برودت تبخیری ناشی از آن است.

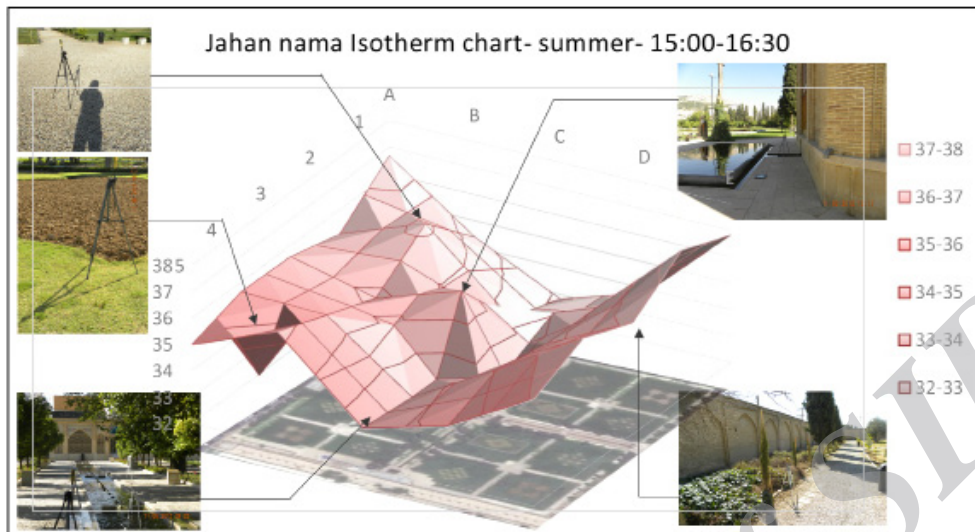


نمودار ۳: نقشه خطوط هم‌دمای باغ جهان‌نما، ۱۲:۰۰ تا ۱۳:۰۰ تابستان



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

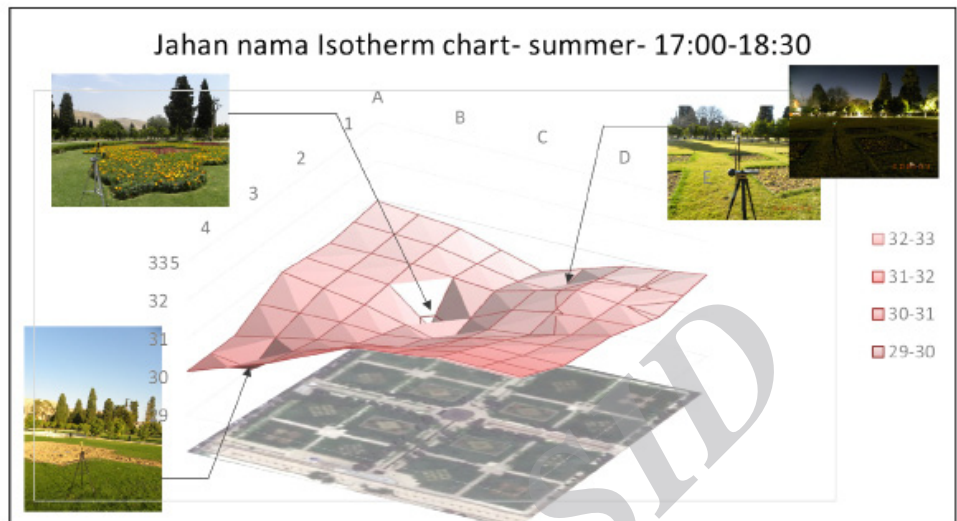
با بررسی وضعیت گرمایی باغ در ساعت ۱۵:۰۰ تا ۱۶:۰۰ که سطوح بیش‌ترین میزان جذب تابش و گرما را دارند، مشاهده می‌شود که بخش مرکزی باغ علی‌رغم وجود حوض آب، به دلیل وجود مصالح با جرم حرارتی بالا، دمای بالاتری دارد. همچنین محدوده شرقی باغ در این ساعت، گرم‌تر از سایر بخش‌هاست. نکته مهم در این نمودار، کاهش دمای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



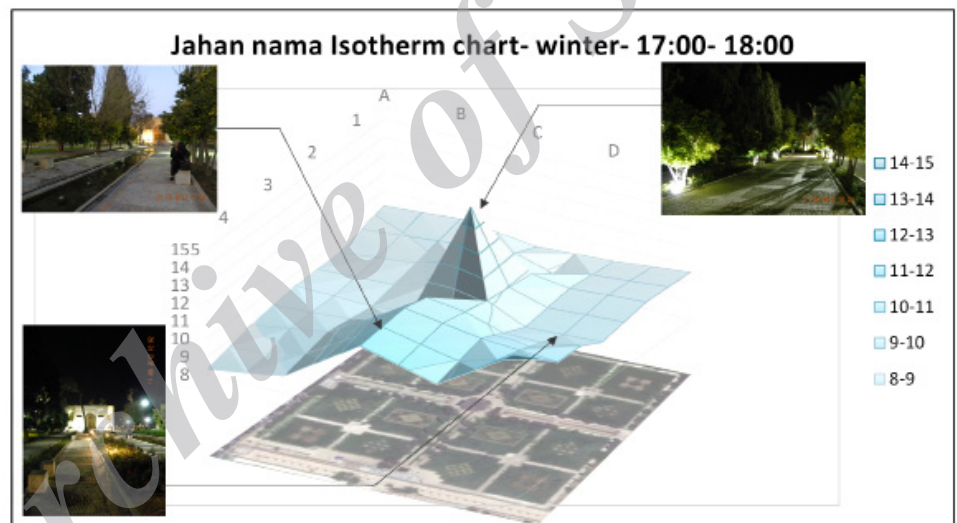
نمودار ۵: نقشه خطوط همدمای باغ جهان‌نما، ۱۵:۰۰ تا ۱۶:۰۰ تابستان

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 نمودار در زمستان نیز حاکی از گرم‌تر بودن محور جنوبی باغ نسبت به محور شمالی آن است. نکته قابل توجه از بررسی نمودارهای هم‌دما در این ساعت 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، به‌عنوان 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 ساعات ۱۷ تا ۱۸، خنک‌تر بودن کرت‌ها نسبت به دیگر نقاط است. با وجود کمبود درختان سایه‌انداز در این نقاط، به‌نظر می‌رسد وجود پوشش نرم (عمدتاً چمن و گل) باعث جذب کم حرارت در این نقاط شده است.

Jahan nama Isotherm chart- summer- 17:00-18:30



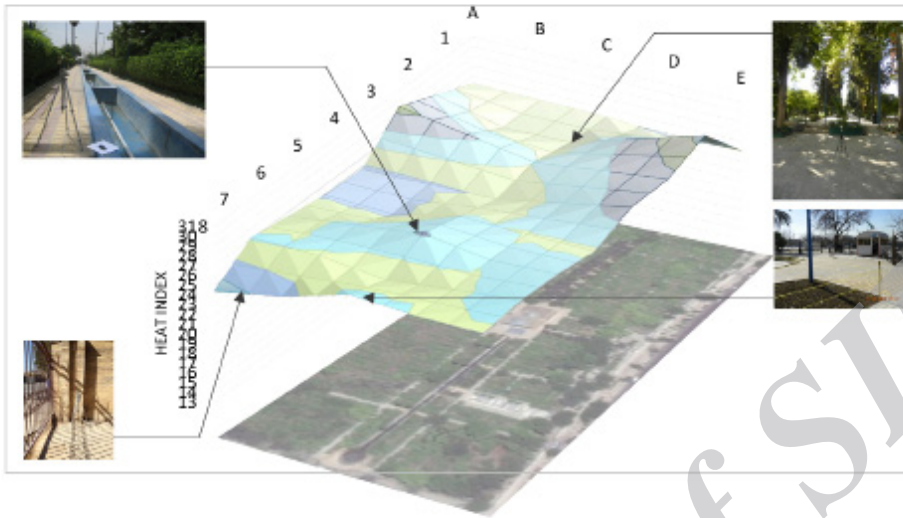
Jahan nama Isotherm chart- winter- 17:00- 18:00



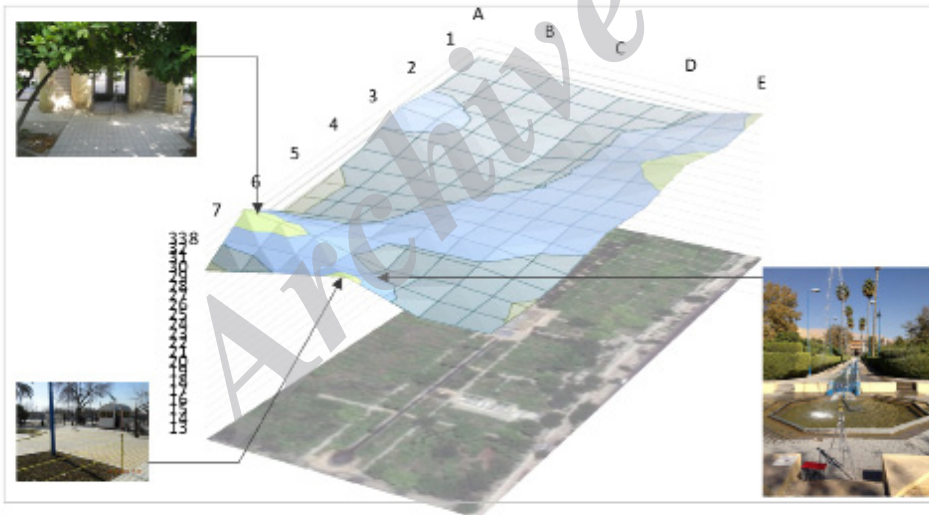
نمودار ۶ نقشه خطوط همدمای باغ جهان‌نما، ۱۷:۰۰ تا ۱۸:۰۰ (بالا): تابستان، (پایین): زمستان

در ادامه، وضعیت گرمایی کل سطح باغ دلگشا با ترسیم نقشه خطوط همدمای باغ در ساعات ۹:۰۰، ۱۲:۰۰ و ۱۵:۰۰ ارزیابی شد. با بررسی نقشه همدمای باغ در ساعت ۹:۰۰ صبح می‌توان دریافت که محدوده‌های A۳ و E۲ و ورودی باغ به دلیل وجود بازشو در دیوار پیرامونی، نسبت به سایر نقاط، دمای بالاتری دارند. این نمودار نشان می‌دهد که محور شمالی باغ تحت تأثیر پوشش گیاهی سایه‌انداز خود تا حدی خنک‌تر از محور جنوبی و سایر نقاط باغ است. سطوح سبز رنگ، وضعیت درون کرت‌ها را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، درون کرت‌های باغ دلگشا به دلیل وجود انبوهی از درختان مرکبات و سایه ناشی از آن‌ها نسبت به دیگر بخش‌های باغ خنک‌تر است. با بررسی نمودار همدمای باغ دلگشا در ساعت ۱۲:۰۰ می‌توان دریافت که سطوحی از باغ که دارای عناصر مصنوعی و ساختمان‌هایی با جرم حرارتی بالا هستند (سطوح آبی آسمانی)، نسبت به سایر نقاط، دمای بالاتری دارند. همچنین محدوده‌های سبز رنگ به دلیل وجود بازشو در دیوار پیرامون باغ و ورودی باغ و ارتباط این نقاط با اقلیم محلی، تا حدی گرم‌ترند. از نمودار می‌توان دریافت که محور شمالی و محل حوض و فواره ورودی باغ، نسبت به سایر نقاط، دمای کمتری دارند.

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

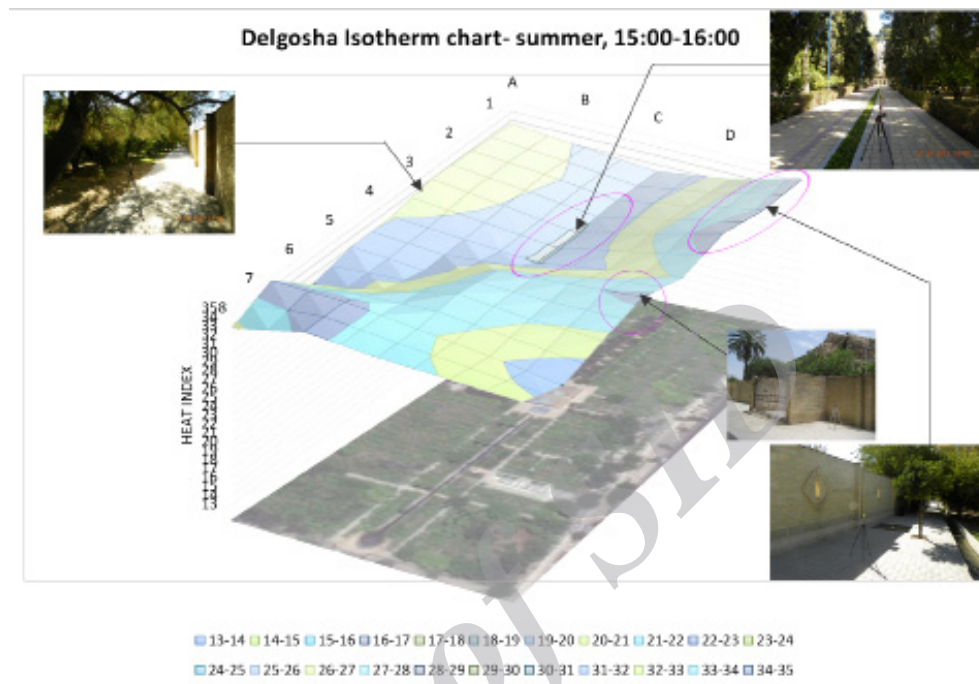


Delgosha Isotherm chart- summer, 12:00-13:00



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 همدمای باغ دلگشا، ۱۵:۰۰ تا ۱۶:۰۰ تابستان

جمع بندی

مطالعات انجام شده بر روی دو باغ تاریخی جهان نما 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 جهان نما 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 خنک‌تر از اقلیم محلی (بین ۲ تا ۷ درجه سانتی‌گراد)» است و در فصل زمستان، «اقلیم محلی گرم‌تر از اقلیم شهری» و «اقلیم خرد سردتر 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، به‌خوبی خود را با اقلیم سازگار کند و وضعیتی را در باغ به‌وجود آورد که کاهش دمای مؤثری نسبت به محیط پیرامون خود داشته باشد. بررسی‌ها همچنین نشان داد که دیوار در ایجاد و حفظ خرداقلیم باغ، نقش حیاتی دارد و حتی آنجا که حفره یا ورودی در دیوار وجود دارد، وضعیت اقلیمی درون و بیرون باغ به‌شدت به هم 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 ساعات 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 به دلیل 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 در نظر گرفتن تمامی محدودیت‌های این پژوهش، از جمله تغییرات به‌وجودآمده 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، به‌روشنی دیده شده و بخشی از تئوری‌های مطرح‌شده 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، پژوهش‌های گسترده‌تری به‌منظور روشن شدن ابعاد پنهان باغ ایرانی در جهت کمک به طراحی مناظر سازگار با محیط و نیازهای اقلیمی افراد صورت گیرد. این پژوهش‌ها می‌تواند با گسترش روش پژوهش حاضر، بررسی دیگر باغ‌های ایرانی در اقلیم‌های مختلف، مقایسه و سنجش اطلاعات مبتنی 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	محلی	شهری	سردتر
	استرس گرمایی بسیار شدید	استرس گرمایی شدید	استرس گرمایی متوسط تا بدون استرس
	استرس گرمایی	استرس گرمایی	استرس گرمایی
زمستان	محلی	شهری	سردتر
	استرس گرمایی متوسط تا بدون استرس	استرس گرمایی خفیف	استرس گرمایی خفیف
	استرس گرمایی	استرس گرمایی	استرس گرمایی
تابستان	محلی	شهری	سردتر
	استرس گرمایی شدید	استرس گرمایی متوسط	بدون استرس گرمایی
	استرس گرمایی	استرس گرمایی	استرس گرمایی
زمستان	محلی	شهری	سردتر
	بدون استرس	بدون استرس	استرس گرمایی خفیف
	استرس گرمایی	استرس گرمایی	استرس گرمایی

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 عقیق‌آباد 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 نخواهد گذاشت (پوردیپیمی، ۱۳۹۰، ج. ۱: ۲۰). این نکته همواره در نصب دستگاه‌های

هواشناسی مورد توجه قرار گرفته و دستگاه استیونسن نیز در همین ارتفاع قرار می‌گیرد.
۶. به علت 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 ساعات مختلف یک روز، امکان ارزیابی کامل‌تری از وضعیت دمایی درون باغ در روز برداشت را فراهم می‌آورد.

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

۹. دستگاه هواشناسی Kestrel قادر به اندازه‌گیری و ذخیره‌سازی اطلاعات مربوط به فاکتورهای آب‌وهوایی نظیر دما، رطوبت نسبی، سرعت جریان باد، دمای نقطه شبنم و... است. علی‌رغم سبکی و کوچکی، این دستگاه از نظر دقت ثبت اطلاعات در میان سایر دستگاه‌های هواشناسی، از رتبه خوبی برخوردار است، به‌صورت دیتالاگر بوده و می‌تواند تا ۲۰۰۰۰۰ 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 گرمای وارده نیست و در اثر عدم تعادل حرارتی، انسان احساس گرما می‌کند. هرچه به شدت گرما اضافه شود، میزان استرس نیز افزایش خواهد یافت (طاهباز ۱۳۹۱، ۶۵).

۱۲. استرس سرمایی (Cold Stress) به مجموعه ویژگی‌هایی اطلاق می‌شود که در آن، بدن قادر به جبران سرمای وارده نیست و در اثر عدم تعادل حرارتی، انسان احساس سرما می‌کند. هرچه به شدت سرما اضافه شود، میزان استرس نیز افزایش می‌یابد (همو، ۶۶).

13. SIKRON

۱۴. نرم‌افزار سیکرون در دانشکده معماری دانشگاه شهید بهشتی توسط منصوره طاهباز و پیمان امینی به‌پهانی برای انجام مطالعات اقلیمی تهیه شده است. در این نرم‌افزار، امکان ترسیم محدوده‌های حرارتی تعریف‌شده توسط برخی از شاخص‌های گرمایی فضای باز روی نمودار سایکرومتریک فراهم شده که با انتخاب کاربر نمایش داده می‌شود (طاهباز 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: فرهنگسرا.
- اویسی، 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.
- پوردیبهیمی، 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 تعاریفها 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 میرزا حسن. ۱۳۱۳. *فارسانامه ناصری*. جلد ۲، تصحیح و تحشیه منصور رستگار فسایی. تهران: امیرکبیر.
- سایت سازمان هواشناسی استان فارس: www.farsmet.ir
- شاهچراغی، آزاده. ۱۳۹۰. *پارادایم‌های پردیس: درآمدی بر بازشناسی و بازآفرینی باغ ایرانی*. تهران: جهاد دانشگاهی واحد تهران.
- صفامش، 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 گذرهای 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، کوروش. ۱۳۸۷. *تئوری‌های طراحی شهری: تحلیل گونه‌شناختی تئوری‌ها*. نشریه علمی - پژوهشی *صفه*، ش. ۲۹: ۳۳-۱۶.
- 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.
- متقی‌پیشه، 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. *بازشناسی 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>