



جغرافیا و روابط انسانی، تابستان ۱۴۰۵، دوره ۹ شماره ۲، صص ۱۰۶-۱۰۷

## بررسی نقش پارک های شهری بر آسایش حرارتی

(نمونه موردی: پارک ائلر باغی و ساحلی شهر ارومیه)

سمانه قنبری لک<sup>۱\*</sup>، فرشید آرام<sup>۲\*</sup>

۱- گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه ارومیه، شهر ارومیه، کشور ایران، samaneghanbari773@yahoo.com

۲- گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه ارومیه، شهر ارومیه، کشور ایران (نویسنده مسئول) f.aram@urmia.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۳

### چکیده:

هدف این پژوهش، بررسی میزان نقش عوامل اکولوژیکی شهری نظیر پارک های شهری، بر میزان کاهش دمای محیط اطراف و افزایش آسایش حرارتی شهروندان است.

روش پژوهش با استفاده از نقشه های دمای سطح زمین و سلامت پوشش گیاهی، به تحلیل میزان این شاخص ها در محدوده پرداخته و داده های خرد اقلیم شامل دما، رطوبت نسبی و سرعت باد از روز ۵ تیر تا ۱۰ مرداد ۱۴۰۳ به مدت ۶ جلسه از ساعت ۱۲ تا ۱:۳۰ دقیقه ظهر، توسط دستگاه های قابل حمل برداشت و ثبت شده است. برای محاسبه شاخص دمای معادل فیزیولوژیکی که یکی از مولفه های آسایش حرارتی می باشد، از نرم افزار Ray man استفاده شده است.

نتایج این پژوهش نشان داد که وجود عوامل اکولوژیکی موجود در پارک مورد مطالعه، می تواند ۵ تا ۷ درجه سانتیگراد در شعاع ۸۵ تا ۹۰ متری باعث کاهش دمای محیط اطراف خود شود. با تعیین نقاط مختلف در محدوده، دو نقطه انتهایی هر دو پارک به فاصله ۸۵۰ متری از نقطه مرکزی و فاقد پوشش گیاهی، بیشترین میزان میانگین دما را در ۶ روز اندازه گرفته شده، دارا می باشند که دمای نقاط A و G به ترتیب ۳۵/۲۲ و ۳۳/۲۳ درجه سانتیگراد بود. این در حالی است که نقطه مرکزی پارک با پوشش گیاهی و آبنا، کمترین میزان میانگین دما به مقدار ۲۹/۴۷ درجه سانتیگراد داشت. میزان شاخص دمای معادل فیزیولوژیکی نیز در نقطه A با بیشترین میزان ۵۰/۹۳ و نقطه مرکزی پارک با کمترین این میزان، ۴۲/۵۵، بیانگر اختلاف این شاخص در این دو نقطه می باشد.

واژگان کلیدی: آسایش حرارتی، دمای معادل فیزیولوژیکی، شهر ارومیه، عوامل اکولوژیکی

شهرها کانال‌های ارتباطی اجتماعی، فرهنگی، زیست‌محیطی و اقتصادی هستند که در آن مردم به طور مداوم با محیط ساخته شده در تعامل هستند. یکی از اشکال کالبدی شهری، فضای عمومی بیرونی است. این فضاها ارگان‌های حیاتی ساختار شهری هستند که تعامل انسان با محیط ساخته شده را تسهیل می‌بخشد و زندگی عمومی را تقویت می‌کنند (Radwan & Morsi, 2020:97). گسترش شهری همراه با زوال مناظر طبیعی، محرک اصلی تغییرات در خرد اقلیم شهری هستند. در چند دهه گذشته، مطالعات ثابت کرده است که زیر ساخت سبز شهری، به‌ویژه عنصر اصلی آن که درختان می‌باشد، می‌تواند به طور مثبت بر خرد اقلیم فضای باز تأثیر گذاشته و گرمای شهری را در فصل تابستان تعدیل کند (Balany et al, 2020:2). شهرنشینی از یک سو فرصتی برای ایجاد پایدار کاربری زمین و همچنین فرصت‌های اجتماعی و اقتصادی، برای بشر به شمار می‌رود، اما از سوی دیگر فشار زیادی بر منابع طبیعی و محیط‌زیست وارد کرده و باعث تخریب اکوسیستم‌های طبیعی می‌شود. شتاب ساخت‌وساز شهری و رشد جمعیت، باعث تغییر محیط طبیعی، آلودگی هوا و در نتیجه گرم‌شدن مناطق شهری می‌شود. به طوری که میزان این تغییرات و نحوه تأثیر آن‌ها بر آسایش حرارتی انسان و وضعیت سلامتی و رفاه عمومی آنان، موضوعاتی است که در دهه گذشته توجه ویژه‌ای را به خود جلب کرده است (Wang & Zacharias, 2015:4). یکی از این تغییرات، هندسه سطح مرتبط با ساخت‌وساز ساختمان‌های عمودی و ضریب نمای آسمان است که منجر به تغییر در انرژی، تبادل آب و جریان هوا می‌شود و دومی مصالح سطح ساختمان‌ها و جاده‌ها، با آلودگی کم است که موجب افزایش پذیرش حرارتی و در نهایت گرمایش شهری می‌شود. علاوه بر این، انتشار گرمای متابولیکی انسان و حرارت احتراق سوخت، در کنار کمبود عناصر طبیعی موجود در مناطق شهری، به روش‌های مختلفی بر افزایش دمای محیط شهری، تأثیر می‌گذارند (Wang, 2016:11). یکی از استراتژی‌ها برای کاهش گرمای شهری، استفاده از پوشش گیاهی و آب‌نما در محیط شهری است که نه تنها به تنظیم ریز اقلیم کمک می‌کند، بلکه کیفیت هوا را نیز بهبود می‌بخشد. با توجه به بحران کنونی تغییرات آب‌وهوایی، بررسی عوامل محیطی و مسائل مربوط به آب‌وهوا و تأثیر جزیره گرمایی شهری در فضاهای شهری از اهمیت بالایی برخوردار است. در کنار این عوامل، افزایش مداوم جمعیت جهان که بر اساس گزارش سازمان ملل متحد، پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ به ۹ میلیارد نفر برسد، در حال ایجاد یک تغییر جهانی در مورفولوژی شهری است. با شتاب گرفتن شهرنشینی، پیکربندی ساختمان‌های بلند در حال برجسته‌شدن است. شهرهای با ساختمان‌های بلند، تلفات مرتبط با آب‌وهوا مانند موج گرما و جزیره گرمایی را تجربه می‌کنند که پدیده‌های ناشی از تغییرات ریز اقلیمی هستند (Sunikka-Blank et al, 2021:14).

در این پژوهش، شهر ارومیه به عنوان مرکز استان آذربایجان غربی مورد مطالعه قرار گرفته است. این شهر در سال‌های اخیر به دلیل توسعه‌های شهری نامتوازن، عدم رعایت سرانه فضای سبز و همچنین نادیده گرفتن عوامل اکولوژیکی و اقلیمی در توسعه شهری، شاهد رشد گرمای شهری در محیط‌های شهری شده است، با این وجود حضور برخی عوامل اکولوژیکی موجود در شهر از جمله پارک‌های شهری در قلب شهر ارومیه می‌تواند بر کاهش دمای شهری مؤثر باشد. تاکنون تحقیقات اندکی در خصوص نقش عوامل اکولوژیکی، نظیر پارک‌های شهری بر کاهش دما و افزایش آسایش حرارتی صورت گرفته است.

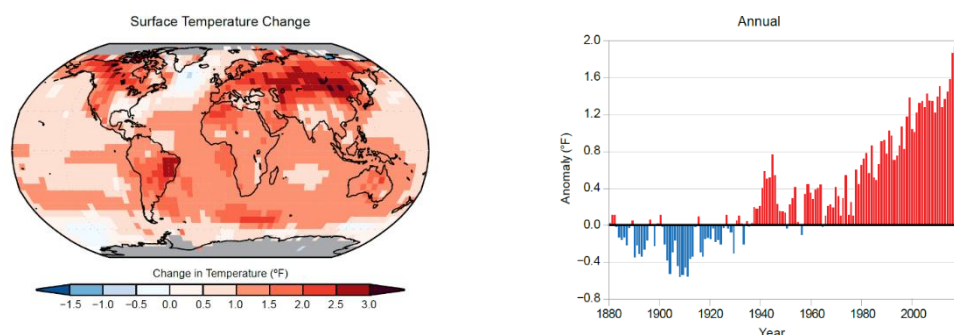
بر همین اساس یکی از اهداف اصلی پژوهش حاضر این است که با استفاده از روش‌های معتبر علمی و استفاده

از تصاویر جدید ماهواره‌ای (لندست ۸)، اثر خنک‌کنندگی پارک‌های شهری در روزه‌های گرم تابستان بر کاهش دمای محیط اطراف و افزایش آسایش حرارتی را بررسی نمایید. برای تحلیل و بررسی دقیق‌تر این موضوع سعی شد تا اطلاعات خرد اقلیم شامل سرعت باد - رطوبت نسبی و دما را در محدوده مورد مطالعه در ۶ جلسه ثبت کرده و با محاسبه شاخص PET که یکی از مؤلفه‌های تعیین‌کننده آسایش حرارتی می‌باشد، رابطه بین داده‌های گردآوری شده را با این شاخص در نرم‌افزار SPSS تحلیل شود.

## ۲. مبانی نظری

### ۲-۱. گرمایش جهانی

گرمایش جهانی در طول ۱۵۰ سال گذشته و به‌ویژه در شش دهه اخیر آغاز شده است. (شکل شماره ۱ و ۲). شواهد زیادی تغییرات آب‌وهوای کره زمین را در اثر گرمایش جهانی نشان می‌دهد. این تغییرات عبارت‌اند از: تغییر در دمای اقیانوس‌ها، ذوب‌شدن یخچال‌ها، بالا آمدن سطح آب دریاها، افزایش بخار آب اتمسفر، تغییر در الگوی بارندگی‌ها، وقوع خشکسالی و... که در درجه اول، فعالیت‌های انسانی و به‌ویژه انتشار گازهای گلخانه‌ای، مسئول چنین تغییراتی می‌باشد (Wuebbles, 2021:36).



شکل ۱: ناهنجاری‌های دمای جهانی زمین و اقیانوس در ۲۰۱۶-۱۸۸۰ (Wuebbles, 2021:36)

نوارهای قرمز نشان‌دهنده دمای بالاتر از میانگین سال‌های ۱۹۶۰-۱۹۰۱ و نوارهای آبی نشان‌دهنده دمای زیر میانگین هستند. میانگین دمای سالانه جهانی بین دوره ۲۰۱۶-۱۹۸۶ نسبت به دوره ۱۹۰۱-۱۹۶۰، بیش از ۱/۲ درجه فارنهایت (۰/۷ درجه سانتیگراد) افزایش یافته است (شکل ۱) (Wuebbles, 2021:36).

### ۲-۲. تاریخچه آسایش حرارتی

برای اولین بار مطالعات بر روی محیط حرارتی انسان که بیشتر بر تجربه حرارتی او متمرکز بود، در سال ۱۹۲۰ آغاز شد. این تحقیقات منجر به توسعه چندین شاخص حرارتی که عمدتاً بر اساس دمای هوا و رطوبت نسبی بود، شد. در دهه ۱۹۷۰ شخصی به نام فنگر، مفهوم کلاسیکی برای توصیف ادراک حرارتی معرفی کرد. او نام آن را "آسایش حرارتی" گذاشت. فنگر آسایش حرارتی را به‌عنوان رضایت انسان از محیط حرارتی اطراف خود، توصیف کرد. او از

این توضیح برای تعریف مفهوم میانگین رای پیش‌بینی شده استفاده کرد. این شاخص، آسایش حرارتی را برای فضاهای داخلی، به‌عنوان یک شاخص فیزیولوژیکی اندازه‌گیری می‌کند. اگرچه این مدل، آسایش حرارتی را در محیط‌های داخلی ارزیابی می‌کند، اما می‌توان گفت از اولین تلاش‌هایی بود که شاخص‌های حرارتی قابل‌اندازه‌گیری مثل: متابولیسم بدن، نرخ لباس، دما و رطوبت هوا، میانگین دمای تابشی و سرعت جریان باد را به وجود آورد. با این وجود، عوامل روانی کاربران در این مدل در نظر گرفته نشده است (Falk&Vogdt,2017:34). سایر شاخص‌های فیزیولوژیکی از جمله دمای معادل فیزیولوژیکی، بعداً توسعه یافته و مورد آزمایش قرار گرفت. در سال ۲۰۰۲، شخصی به نام هوپ مدلی را برای توصیف آسایش حرارتی ایجاد کرد و نام آن را شاخص جهانی آب‌وهوای گرمایی، گذاشت. هوپ از مدل کلاسیک حالت پایدار برای محیط‌های بیرونی استفاده نکرد؛ اما با این حال، پویا و پذیرفته شده است. با تغییر مستمر شرایط آب‌وهوایی، محققان به این نتیجه رسیدند که باید مدل‌ها و روش‌های دیگری برای اندازه‌گیری پارامترهای ذهنی آسایش حرارتی شهروندان وجود داشته باشند. رویکرد دوم در دهه ۱۹۹۰ که مدل تطبیقی نامیده می‌شود، توسعه یافت. این مدل، حالت پیشرفته مدل فانگر است که مبتنی بر سه عامل شامل: جنبه‌های فیزیولوژیکی، رفتاری و روان‌شناختی انسان می‌باشد. اگرچه این مدل عوامل روان‌شناختی را شامل می‌شود، اما به طور جامع به شرایط محیطی فضای باز، نمی‌پردازد. تحقیقات در مورد آسایش حرارتی طی چند سال گذشته به طور تصاعدی افزایش یافته است. در یک تلاش جامع، روپ و همکارانش در سال ۲۰۱۵، ۴۶۶ مقاله در زمینه آسایش حرارتی، از سال ۲۰۰۵ تا سال ۲۰۱۵ را بررسی کردند. نتیجه این بررسی‌ها، اهمیت مدل آسایش حرارتی تطبیقی مکمل مدل کلاسیک فانگر را نشان می‌دهد. آن‌ها تأکید کردند که ارتباط چندرشته‌ای با روان‌شناسان، فیزیولوژیست‌ها، جامعه‌شناسان و فیلسوفان می‌تواند در درک بهتر احساس، ادراک و آسایش حرارتی همراه با فیزیولوژیک ابعاد روانی و اجتماعی، ارزش زیادی برای توسعه داشته باشند (Garshasby Moakhar,2020:52).

### ۲-۳. اثر باد بر احساس آسایش حرارتی

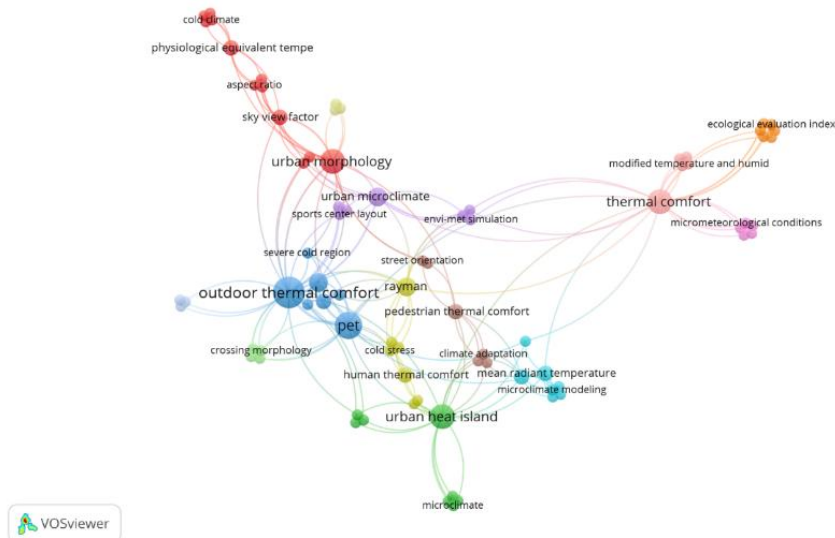
تأثیر باد بر ادراک حرارتی یک فضای شهری خیلی مهم است. اثر خنک‌کنندگی باد که به سرمای باد معروف است، موجب کاهش دمای هوا می‌شود. با این حال بسته به شرایط آب‌وهوایی ممکن است یا باعث آسایش یا ناراضی‌تاری حرارتی شود. در مناطق یا فصول سرد، باد، احساس ناراضی‌تاری حرارتی را افزایش داده و در مناطق یا فصول گرم نیز جریان باد اثر خنک‌کنندگی بر روی افراد دارد و باعث افزایش آسایش حرارتی می‌شود. عامل تأثیرگذار دیگر باد، دمای آن است. هنگامی که در مناطق یا فصول گرم، باد بر روی یک‌رشته کوه و در سراسر حومه شهر حرکت می‌کند، ممکن است تبدیل به باد گرم و خشک شود که هم می‌تواند دمای درک شده باد را به سطحی از آسایش یا حتی ناراضی‌تاری حرارتی افزایش دهد. از طرفی زمانی که دمای محیط بالاست، کمبود جریان هوا، ممکن است برای کسی که در معرض تابش مستقیم نور خورشید قرار دارد، منجر به ناراضی‌تاری حرارتی او شود (Toner,2015:191).

## ۴-۲. نقشه‌های نرم‌افزار VOS viewer پیرامون موضوع آسایش حرارتی

تراکم کلیدواژه‌ها پیرامون موضوع آسایش حرارتی در نرم‌افزار VOS viewer انجام شده است. اگرچه این نرم‌افزار اساساً برای تجزیه و تحلیل شبکه‌های کتاب‌سنجی در نظر گرفته شده است، اما در واقع می‌توان از آن برای ایجاد، تجسم و کاوش نقشه‌ها بر اساس هر نوع داده شبکه استفاده کرد.

نقشه تجسم شبکه<sup>۱</sup>

در نقشه ۱، آیتم‌ها با برچسب خود و به طور پیش‌فرض با یک دایره نشان داده می‌شوند. اندازه برچسب و دایره یک آیتم با وزن آن ارتباط دارد. هر چه وزن یک آیتم بیشتر باشد، برچسب و دایره آن نیز بزرگ‌تر می‌شود. رنگ یک آیتم، توسط خوشه‌ای که به آن تعلق دارد تعیین می‌شود. خطوط بین آیتم‌ها نشان‌دهنده پیوندها هستند. فاصله بین دو مجله در تصویرسازی، تقریباً ارتباط مجلات را از نظر پیوندهای استنادی مشترک نشان می‌دهد. به‌طور کلی، هر چه دو مجله به یکدیگر نزدیک‌تر باشند، ارتباط آنها قوی‌تر است. قوی‌ترین پیوندهای هم‌استنادی بین مجلات نیز با خطوط نشان داده می‌شود (Van et al, 2023:6-19). در این نقشه موضوع آسایش حرارتی در فضای باز و آیتم‌های مرتبط با آن از جمله دمای معادل فیزیولوژیکی، از اهمیت بالایی برخوردار است



نقشه ۱: نقشه تجسم شبکه

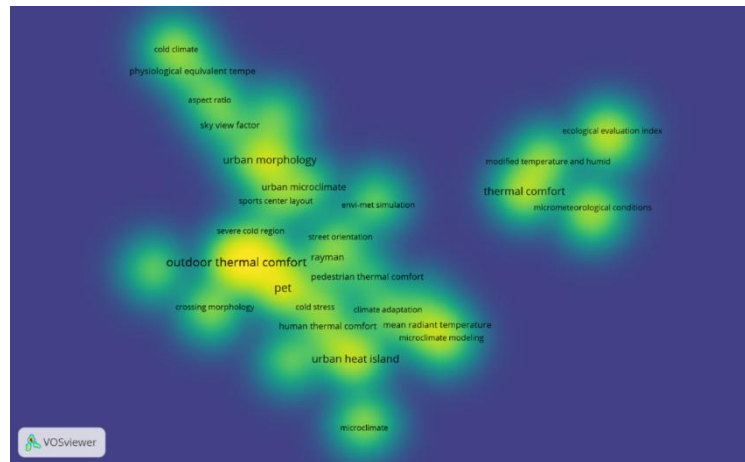
## ۵-۲. نقشه تجسم چگالی<sup>۲</sup>

هر نقطه در نقشه ۲ دارای رنگی است که تراکم آیتم‌ها را در آن نقطه نشان می‌دهد. هر چه تعداد آیتم‌ها و وزن آنها در همسایگی یک نقطه بیشتر باشد، رنگ نقطه به زرد نزدیک‌تر است (Van et al, 2023:6-19). با توجه به نقشه به‌وضوح

<sup>1</sup> Network visualization

<sup>2</sup> Density visualization

مشخص است که تراکم مطالعات انجام شده در حوزه آسایش حرارتی در فضای باز و شاخص دمای معادل فیزیولوژیکی که یکی از شاخص‌های معرف آن می‌باشد، نسبت به سایر موضوعات بیشتر است.



نقشه ۲: نقشه تجسم چگالی

### ۳. پیشینه پژوهش

با توجه به اهمیت موضوع پژوهش‌های مختلفی در ایران و جهان در خصوص نقش فضاهای سبز شهری در ایجاد آسایش حرارتی صورت گرفته است.

دنگ و همکاران (۲۰۲۳)، با شواهدی از ۴۷۷ پارک تالاب شهری در چین به چنین نتایجی دست یافتند؛ پارک‌های تالاب شهری که شامل: ۱- پارک‌های دارای رودخانه ۲- پارک‌های دارای دریاچه هستند، هر دو نوع پارک تالاب شهری منجر به اثرات خنک‌کنندگی قوی‌تری را در طول فصل گرم سال می‌شوند. پارک‌های شامل دریاچه شدت خنک‌کنندگی بالاتر و شعاع خنک‌کنندگی پایینی به لحاظ فاصله نسبت به پارک‌های شامل رودخانه دارند. همچنین به این نتیجه رسیدند که مدل رگرسیون تصادفی جنگل می‌تواند عملکرد بهتری نسبت به رگرسیون حداقل مربعات جزئی داشته باشد. برای مکانیابی چنین پارک‌هایی بهتر است در کنار مناطق ساختمانی با تراکم بالا انجام شود و برای به دست آوردن یک اثر خنک‌کنندگی قوی، نسبت نواحی آبی پارک باید حداقل ۷۰٪ باشد (Deng et al, 2023:30).

اورنلاس و همکاران (۲۰۲۳)، در باغ گیاه‌شناسی شهر دانشگاهی کویمبرا واقع در کشور پرتغال، با بررسی تغییرات دمایی در طول روز (صبح و بعدازظهر) در دو فصل مختلف تابستان و زمستان با استفاده از سنسور دمای سیار و پهپاد، به چنین نتایجی دست یافتند؛ دمای فضاهای سبز خصوصاً در فصل تابستان، اندکی پایین‌تر از دمای نواحی شهری می‌باشد. در این مطالعه به این نتیجه رسیدیم که میانگین دمای هوا در ۱/۵ متری بالای زمین نسبت به دمای اجسام، هم در فصل تابستان و زمستان، افزایش بیشتری را نشان می‌دهد. واقعیت نشان‌دهنده این است که درختان نقش حیاتی در تنظیم دما با جذب، انعکاس و فیلتر تابش خورشیدی دارند. همچنین فاصله بین درختان نیز در جریان هوا و کاهش دما نقش اساسی دارد. مشاهداتی که در تابستان به دست آمد این است که دمای تاج درخت از دمای هوای اطراف

بیشتر است که نشان‌دهنده توانایی درختان برای انباشت گرما می‌باشد. سایه ایجاد شده توسط تاج درختان نمودار دمای هوا را  $4/84$  درجه سانتیگراد در ارتفاع  $1/5$  متری کاهش می‌دهد که بسیار قابل‌توجه است (Ornelas et al, 2023:12).

ژو و همکاران (۲۰۲۲)، با مطالعه در شهر ساحلی چینگدائو در چین، به چنین نتایجی دست یافتند؛ ۱- در روزهای گرم تابستان، پارک‌های ساحلی شهر در مقایسه با پارک‌های داخلی، دمای هوای کمتر، رطوبت نسبی و میزان تابش خورشید بالاتری دارند. پس طراحان می‌توانند فضاهای سایه دار بیشتری را در پارک‌های ساحلی به منظور بهبود آسایش حرارتی افراد ایجاد کنند. ۲- دمای بدن، متغیر ضربان قلب و اشباع اکسیژن همبستگی بالایی با آسایش حرارتی دارند و می‌توانند به عنوان شاخص‌های ارزیابی عینی با دقت بالا استفاده شوند. (Zhu et al, 2022:34)

ارلوین و پالیت (۲۰۲۱)، با مطالعه در شهر مونیخ جنوب آلمان، به بررسی تأثیر متقابل تراکم شهری بر در دسترس بودن فضای سبز و آسایش حرارتی در فضای باز می‌پردازد. ساخت پارکینگ‌های زیرزمینی منجر به حذف درختان در شهرها می‌شود چنین امری باعث افزایش  $5^{\circ}\text{C}$  در میزان PET روزانه می‌شود. اگر فضای پارکینگ مورد نیاز به نصف کاهش یابد، افزایش PET را می‌توان به  $1/3$  تا  $1/7$  درجه سانتی‌گراد کاهش داد؛ بنابراین حفظ درختان بالغ در شهر تأثیر به‌سزایی بر میزان PET دارد. (Erlwein & Pauleit, 2021:19)

آرام و همکاران در یک تحقیقی در منطقه آب‌وهوای مدیترانه‌ای شهر مادرید تحت عنوان " چگونه پارک‌ها درک آسایش حرارتی شهروندان را در هسته‌های شهری فراهم می‌کنند " به نتایج زیر دست یافتند: ۱: پارک‌های بزرگ شهری به ویژه در مناطق با تابستان گرم، نقش عمده‌ای در تامین آسایش حرارتی شهروندان از هر دو جنبه فیزیولوژیکی و روانی دارند. ۲: در روزهای گرم تابستان مادرید که دارای آب و هوای مدیترانه‌ای است، به دلیل وجود پارک بزرگ با مساحت ۱۲۵ هکتار، واقع در مرکز این شهر، دو منطقه به فاصله ۴۴۵ متری و ۶۰۰ متری پارک به ترتیب  $8/3$  و  $7/1$  درصد دمای هوای کمتری نسبت به منطقه مشابهی که در فاصله ۸۸۵ متری پارک قرار دارد، تجربه می‌کند که این کاهش دما بر شاخص دمای معادل فیزیولوژیکی تأثیر می‌گذارد و باعث می‌شود افراد در این محدوده‌ها به طور متوسط  $3/9$  درجه سانتیگراد (  $9/5$  PET %) کمتری داشته باشند. ۳: با کاهش دما و در نتیجه کاهش شاخص دمای معادل فیزیولوژیکی در مناطق اطراف پارک، مردم ساکن و حاضر در آنجا، سطوح بالاتری از راحتی حرارتی را درک می‌کنند. ۴: با تجزیه و تحلیل نقشه‌های شناختی به این نتیجه رسیدند که پارک رتیرو و تأثیر خنک‌کنندگی آن، در ذهن شهروندان خیلی عمیق است. ۵: با وجود رشد جزایر حرارتی در مناطق پر تراکم و پر جمعیت شهری در صورت عدم وجود چنین فضاهای سبز، احتمال قوی وجود دارد که بخش‌های مرکزی شهر افزایش دما را به شکل جزایر حرارتی تجربه کنند که تأثیرات بدی بر سلامت جسمی و روانی شهروندان دارد. (Aram et al, 2020:11)

کریمی راد و همکاران (۱۳۹۶)، با مطالعه در مجتمع مسکونی گلدشت شیراز، به چنین نتایجی دست یافتند؛ نوع درختان با توجه به نوع تاج خود (مخروطی، پهن) و نوع برگ (پهن برگ، سوزنی برگ) می‌تواند تأثیر متفاوتی در سایه اندازی و جذب تابش، تغییر جریان باد و رطوبت داشته باشند. عوامل اصلی در بهبود شرایط آسایش حرارتی محیطی عبارتند از: نوع کاشت درختان، همیشه سبز - برگ ریز بودن درختان و در نظر گرفتن شاخص سطح برگ و تراکم

سطح برگ درختان، توجه به تاج و ارتفاع و فرم درختان، می تواند در نوع سایه اندازی و عبور جریان هوا مؤثر واقع گشته و باعث کاهش دمای متوسط تابشی و افزایش رطوبت گردد (کرمی راد و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۵).

تفویضی و همکاران ۱۴۰۰ در مقاله ای تحت عنوان "نقش ارتفاع تاج پوشش گیاهی فضاهاى سبز شهری بر آسایش زیست اقلیمی انسان در پارک نازوان اصفهان" به این نتیجه رسیدند که درختان و پوشش های گیاهی سبب شکل گیری خرد اقلیم های مناسب شهری شده و هرچه ارتفاع تاج درختان بیشتر باشد، میزان اختلاف عوامل اقلیمی با محیط و در آفتاب بیشتر می شود. و همچنین درختان دمای هوا را نسبت به چمن به دلیل سایه اندازی بیشتر، بیشتر کاهش می دهند و این بستگی به گونه های مختلف درختی دارد که به دلیل تفاوت در تاج، ارتفاع، آلدوی شاخ و برگ درختان و ... نقش مهمی در تعدیل آب و هوا دارند. همچنین آنان به این نتیجه رسیدند که قرار گیری درختان با ارتفاع کمتر در توپوگرافی پایین تر و درختان با ارتفاع بیشتر در توپوگرافی بالاتر، باعث برقراری آسایش زیستی یکنواختی در محیط می شوند (تفویضی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۹۸).

علیجانی و همکاران ۱۳۹۸، در مقاله ای تحت عنوان "آسایش حرارتی شرط اولیه در ارتقاء زیست پذیری منطقه ۲۲ تهران" به این نتیجه رسیدند که فرم فیزیکی شهری عامل بسیار تعیین کننده در تغییرات آسایش اقلیمی می باشد و پوشش گیاهی و درختان با حجم مناسب، علاوه بر محصوریت بالا منجر به کاهش دمای معادل فیزیولوژیکی می شود و 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 (علیجانی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۰۶).

همچنین در پژوهشی در شهر ارومیه تحت عنوان "نقش زیرساخت های سبز در افزایش تاب آوری اقلیمی (مورد مطالعه: محلات منطقه ۴ شهر ارومیه)" حبیب پور و عابدینی ۱۴۰۳ به اهمیت نقش فضاهاى سبز شهری و لزوم برنامه ریزی صحیح جهت افزایش تاب آوری اقلیمی شهر ارومیه اشاره کردند (حبیب پور و عابدینی، ۱۴۰۳).

#### ۴. روش پژوهش

دمای سطح زمین (LST) یک عامل اساسی در بسیاری از مطالعات تغییرات آب و هوایی جهانی به شمار می رود. نقشه LST برای تجزیه و تحلیل گرمای شهری به کار می رود (Mejbel Salih et al, 2018:606). در این پژوهش، سعی شده است که دمای سطح زمین و پوشش گیاهی را در دو محدوده پارک ائلر باغی و پارک ساحلی با استفاده از داده های ماهواره ای لندست ۸ به دست آورده و با هم مقایسه کنیم. لندست ۸ جدیدترین ماهواره سری لندست است که امکانات زیادی برای مطالعه فرایندهای زمین به کمک سنجنش از دور فراهم کرده است. نقشه پوشش گیاهی<sup>۲</sup> NDVI که شاخص تفاوت نرمال شده گیاهی می باشد، به منظور اندازه گیری سلامت گیاهان و ارزیابی وجود یا عدم وجود

<sup>۱</sup> Land Surface Temperature

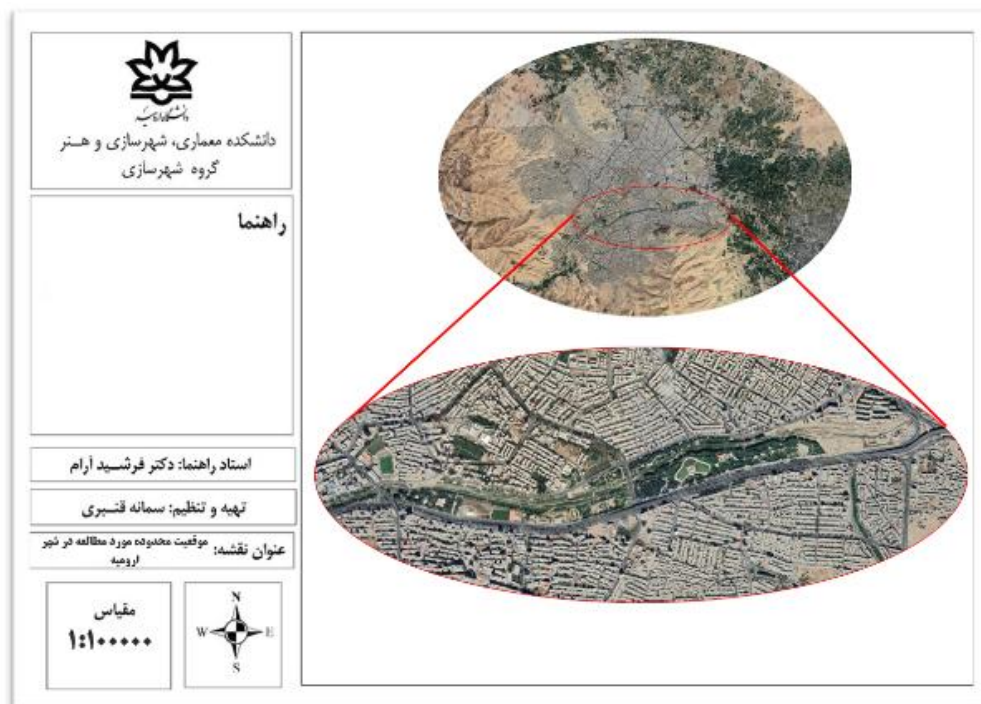
<sup>۲</sup> Normalized Difference Vegetation Index

پوشش گیاهی یک منطقه به کار می‌رود. نقشه تراکم پوشش گیاهی نیز از همین نقشه استخراج شده و تحلیل گردیده است.

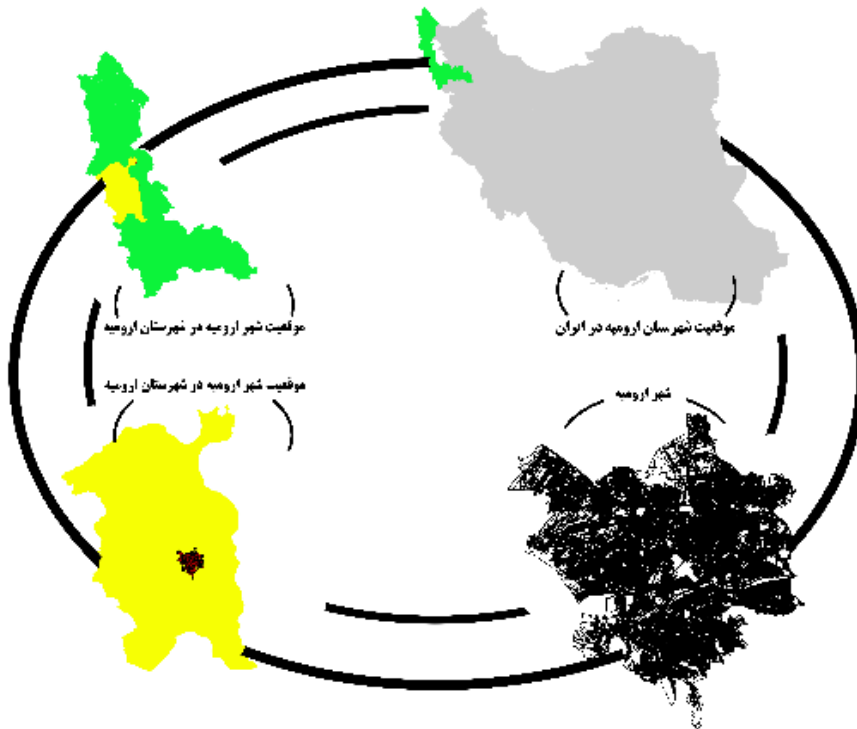
با تعیین نقاط موردنظر در محدوده مورد مطالعه، داده‌های خرد اقلیم (دما - رطوبت نسبی و سرعت باد) توسط دستگاه‌های قابل حمل، جمع‌آوری شده و توسط نرم‌افزار Ray man شاخص PET محاسبه شده است. زمان اندازه‌گیری از روز سه‌شنبه ۵ تیرماه ۱۴۰۳ آغاز و تا چهارشنبه ۱۰ مرداد ۱۴۰۳ به مدت ۶ جلسه به طول انجامیده است. اندازه‌گیری‌ها در هر نقطه به مدت ۸ دقیقه و هر ۲ دقیقه یکبار ثبت شده و میانگین گرفته شده است. برای تحلیل رابطه بین داده‌های خرد اقلیم ثبت شده در محدوده و شاخص PET، از نرم‌افزار SPSS استفاده شده است.

#### ۱-۴. محدوده مورد مطالعه

شهرستان ارومیه (شکل شماره ۳)، یکی از شهرستان‌های دوازده‌گانه استان آذربایجان غربی است که در میانه آن قرار گرفته است. شهر ارومیه مرکز شهرستان ارومیه و نیز مرکز استان آذربایجان غربی است که در فاصله ۱۸ کیلومتری دریاچه ارومیه، در ۴۵ درجه و ۴ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۳۳ دقیقه عرض شمالی در داخل جلگه‌ای به طول ۷۰ کیلومتر و عرض ۳۰ کیلومتر واقع شده است (طرح جامع ارومیه، ۱۳۹۸).



نقشه ۳: موقعیت محدوده مورد مطالعه (پارک ائلر باغی و ساحلی شهر ارومیه)



شکل ۳: تقسیمات سیاسی، کالبدی شهر ارومیه (طرح تفصیلی، ۱۳۹۸)

پارک ائلر باغی (نقشه شماره ۳)، یکی از طولانی‌ترین پارک‌های شهر ارومیه است که در امتداد خیابان والفجر و رودخانه شهرچایی که از وسط شهر ارومیه عبور می‌کند، واقع شده است. امتداد این پارک، پارک ساحلی است که دارای رودخانه شهرچایی، پوشش گیاهی و سایر کاربری‌های شهری است.

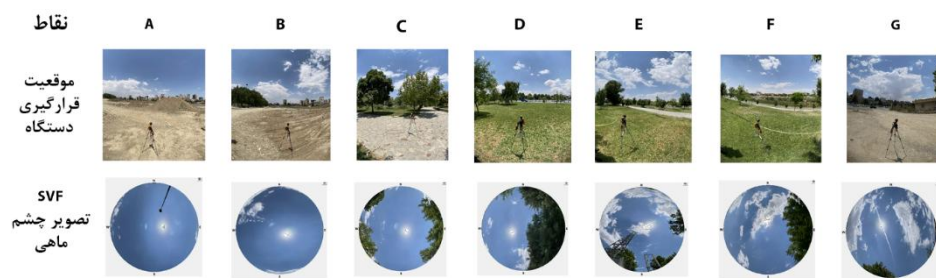
#### ۴-۱-۱. تعیین نقاط و فاصله بین آن‌ها جهت ثبت داده‌های خرد اقلیم

۷ نقطه مطابق نقشه ۴، در محدوده پارک ائلر باغی و ساحلی بر اساس نقشه دمای سطح زمین، تعیین شده اند. موقعیت نقاط به نحوی مکانیابی شده است که نقطه A در گرمترین نقطه پارک و نقطه D که نقطه مرکزی است و به فاصله یکسان از هر دو سمت می باشد، در سردترین نقطه قرار گیرد. دیگر نقاط پارک بر اساس طیف رنگی متفاوت، مطابق نقشه LST انتخاب شده اند. جهت اثبات این ادعا و تعیین میزان گرمی و سردی نقاط انتخاب شده، از دستگاه های قابل حمل مطابق شکل ۵، استفاده شده است. شکل شماره ۴، تصاویر موقعیت قرار گیری دستگاه در هر نقطه

و تصاویر ضریب نمای آسمان هر کدام از آن ها که مربوط به تاریخ ۱۲ تیر ماه ۱۴۰۳ می باشد را نشان می دهد. این اندازه گیری ها در ۶ جلسه از ۵ تیر تا ۱۰ مرداد ۱۴۰۳، به طول انجامیده است.



نقشه ۴: نقاط مورد ارزیابی در محدوده و فاصله بین آن ها



عدد ضریب نمای آسمان                      ۰/۸۹۵                      ۰/۸۹۵                      ۰/۸۹۵                      ۰/۸۹۵                      ۰/۸۹۶                      ۰/۸۹۶                      ۰/۸۹۵

شکل ۴: تصاویر نقاط محدوده روز سه شنبه ۱۲ تیر ۱۴۰۳، ۲ جولای ۲۰۲۴

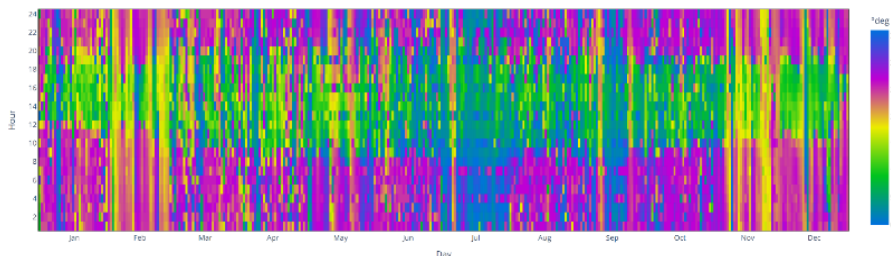


شکل ۵: دستگاه های مورد استفاده شده در این تحقیق

#### ۲-۴. شناخت اقلیم شهر ارومیه

##### ۴-۲-۱. نمودارهای اقلیمی شهر ارومیه در CBE Clima tool

اطلاعاتی که این ابزار از شهر ارومیه در اختیار می گذارد، بر اساس داده های جمع آوری شده بین سال های ۱۹۴۹ تا ۲۰۲۱، به قرار زیر است؛ منطقه آب و هوایی ارومیه بر اساس کوپن - گیگر: BSk (استپ عرض جغرافیایی میانی)، میانگین دمای سالانه: ۱۱/۶ درجه سانتی گراد، گرم ترین دمای سالانه (۹۹٪): ۳۲/۰ درجه سانتی گراد، سردترین دما در سال (۱٪): -۹/۷ درجه سانتی گراد، تابش خورشیدی تجمعی افقی سالانه: ۱۹۱۰/۲ کیلووات ساعت بر مترمربع و درصد تابش افقی پراکنده خورشیدی: ۲۶/۶٪ می باشد (نمودارهای ۱ تا ۳).

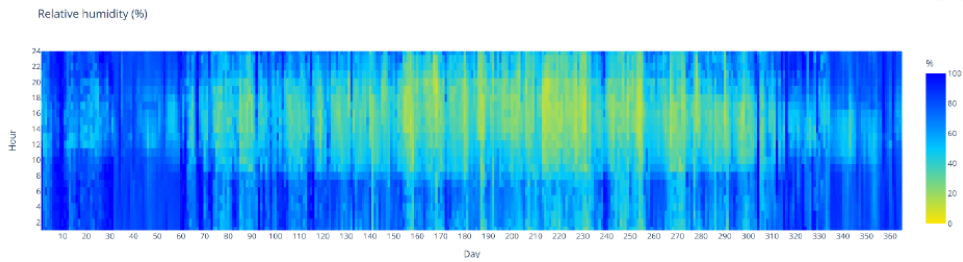


##### نمودار ۱: نمودار دمای باد شهر ارومیه

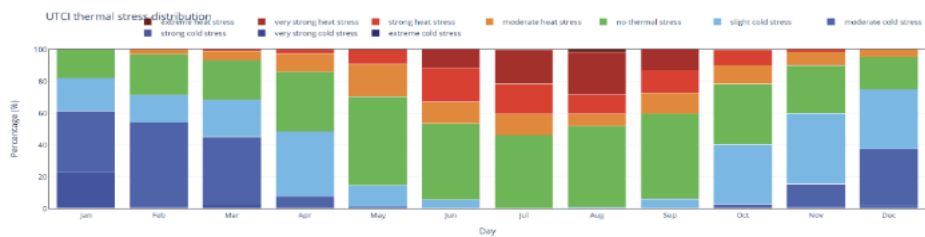
نمودار شماره ۱، دمای باد شهر ارومیه را در ماه های سال بر حسب درجه سانتیگراد و به صورت ساعتی نشان می دهد.

#### ۲-۲-۴. رطوبت نسبی

بررسی وضعیت آب و هوایی و اقلیمی منطقه عمومی ارومیه از نظر میزان رطوبت نسبی، آن را جزء مناطق نیمه مرطوب جای می دهد. اطلاعات در دسترس، متوسط میزان رطوبت نسبی این منطقه را در حدود ۵۶/۵ درصد و دامنه تغییرات آن را بین ۳۴ درصد تا ۸۱ درصد نشان می دهد که نزدیکی به دریاچه ارومیه در بالابودن نسبی سطح رطوبت منطقه بسیار مؤثر است. (طرح جامع ارومیه، ۱۳۹۸) - (نمودار ۲)



### نمودار ۲: نمودار رطوبت نسبی شهر ارومیه به کمک CBE Clima tool

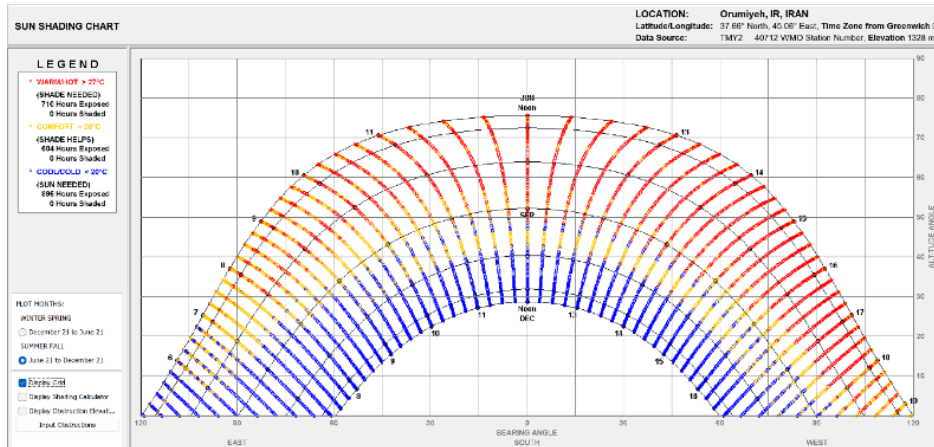


### نمودار ۳: نمودار توزیع تنش حراری در شهر ارومیه براساس شاخص UTCI به کمک CBE Clima tool

در نمودار ۳، ساعات و میزان تنش حرارتی بر حسب درصد در ماه‌های سال در شهر ارومیه نشان داده شده است که قسمت‌های سبزرنگ، آسایش حرارتی، قرمز و زرشکی تنش حرارتی قوی را نمایان می‌کند.

### ۳-۲-۴. نمودار سایه‌اندازی خورشیدی با نرم‌افزار Climate consultant

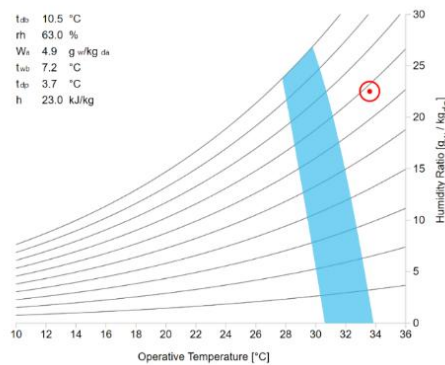
اطلاعات نمودار ۴ بدین صورت است که اگر دمای هوا بیشتر از ۲۷ درجه سانتیگراد باشد، گرم و داغ محسوب می‌شود که از ۲۱ ام ماه جون تا ۲۱ ام دسامبر، حدود ۷۱۰ ساعت این میزان دما در شهر ارومیه محسوس است. نواحی قرمز رنگ بیانگر چنین وضعیتی است. در این وضعیت استفاده از سایبان الزامی می‌باشد. دمای بیش از ۲۰ درجه سانتیگراد، دمای آسایش با نواحی نارنجی رنگ، نشان می‌دهد که حدود ۶۰۴ ساعت در شهر ارومیه این دما محسوس است. نواحی آبی رنگ دمای کمتر از ۲۰ درجه سانتیگراد را نشان می‌دهد که حدود ۸۹۶ ساعت برآورد شده است. در این شرایط به نور خورشید احتیاج است.



نمودار ۴: نمودار سایه‌اندازی خورشیدی

#### ۴-۲-۴. تعیین حد آسایش حرارتی به کمک ابزار CBE<sup>1</sup> Thermal Comfort

محدوده آسایش حرارتی در ماه تیر سال ۱۴۰۲ بر اساس بیشینه دما و رطوبت نسبی مطابق جداول ۱ و ۲ به‌قرار زیر است. باتوجه‌به نمودار ۵، شرایط وضع موجود در محدوده آسایش حرارتی قرار نگرفته است.



نمودار ۵: نمودار سایکرومتریک - تیر ۱۴۰۲

جدول ۱: متغیرهای اساسی شرایط آسایش حرارتی در دمای بیشینه ارومیه - تیر ۱۴۰۲

لباس	فعالیت: نشستن	سرعت باد	بیشینه رطوبت نسبی	بیشینه دما
۰/۵۴ Clo	۱ met	۱/۵ m/s	۶۸ %	۳۳/۶ C°

<sup>1</sup> Center for the built environment

جدول ۲: شاخص‌های آسایش حرارتی ارومیه - تیر ۱۴۰۲ محاسبه شده با ابزار CBE Thermal Comfort

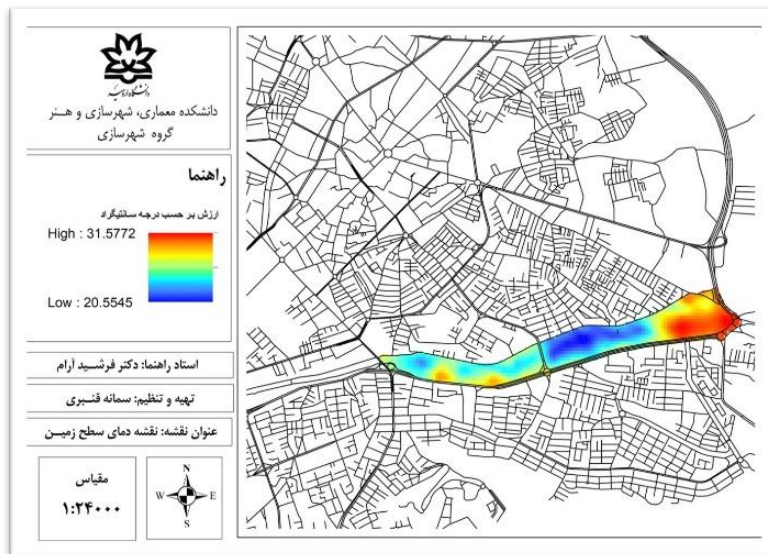
PPD	حساسیت حرارتی	دمای خشک	اثر سرمایش	درجه تنش فیزیولوژیک (PET)
۶۷٪	گرم و داغ	۳۰/۲ °C	۳/۴ °C	تنش گرمای شدید

۵. نتایج و تحلیل داده ها

نقشه‌های دمای سطح زمین و سلامت پوشش گیاهی در تاریخ ۲۷ تیرماه سال ۱۴۰۲ به کمک عکس‌های ماهواره‌ای با نرم‌افزار جی ای اس تهیه شده است. در نقشه ۳، ناحیه قرمز رنگ انتهایی پارک ائللر باغی، زمین بایر فاقد پوشش گیاهی می‌باشد که دمای بیشتری دارد.

جدول ۳: بازه میزان دمای سطح زمین در محدوده مورد مطالعه

نام پارک	بازه شاخص دمای سطح زمین در محدوده مورد مطالعه
پارک ائللر باغی	درجه سانتیگراد (۲۰-۲۳)
پارک ساحلی	درجه سانتیگراد (۲۲-۲۴)



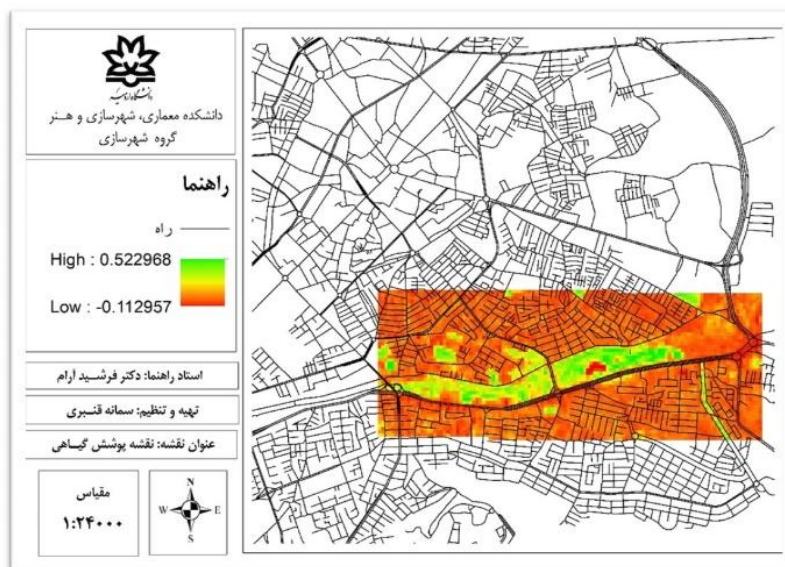
نقشه ۳: نقشه دمای سطح زمین

در نقشه ۴، نواحی سبز رنگ با بالاترین میزان سلامت پوشش گیاهی و نواحی قرمز رنگ که مناطق مسکونی هستند، فاقد پوشش گیاهی می‌باشند.

جدول ۴: بازه میزان شاخص سلامت پوشش گیاهی در محدوده مورد مطالعه

نام پارک	بازه شاخص کیفیت و سلامت پوشش گیاهی
پارک ائلر باغی	(۰/۲۶ - ۰/۵۲)
پارک ساحلی	(۰/۲۴ - ۰/۵۰)

باتوجه به جدول ۴، میزان شاخص سلامت پوشش گیاهی در پارک ساحلی و پارک ائلر باغی نزدیک به یکدیگر می باشد، که بر این اساس نقاط نقاط B,C,D در پارک ائلر باغی انتخاب شد و نقاط E,F,G در پارک ساحلی واقع گردید



نقشه ۴: نقشه سلامت پوشش گیاهی

#### ۱-۵. تحلیل داده های جمع آوری شده

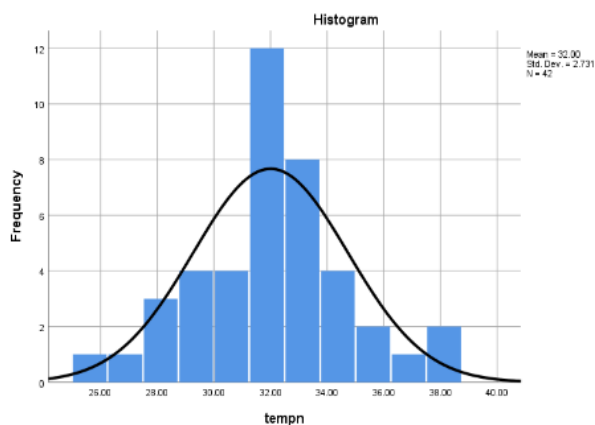
داده های پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS تحلیل شد و در ابتدا جهت بررسی دقیق، با توجه به اهمیت شاخص دما در آسایش حرارتی، داده های دمایی و میزان نرمال بودن آن تحلیل گردید (جدول ۵ و نمودار ۶) و پس از اطمینان در خصوص جمع آوری صحیح داده های دمایی، با استفاده از نرم افزار ReyMan داده های آسایش حرارتی بر اساس شاخص PET محاسبه گردید و داده ها این شاخص نیز از نظر توزیع نرمال بودن تحلیل شد (جدول ۶، نمودار ۷).

جدول ۵: آزمون نرمال بودن شاخص دما

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
دما	.۱۱۲	۴۲	.۲۰۰*	.۹۷۶	۴۲	.۴۹۸

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction



نمودار ۶: نمودار هیستوگرام شاخص دما

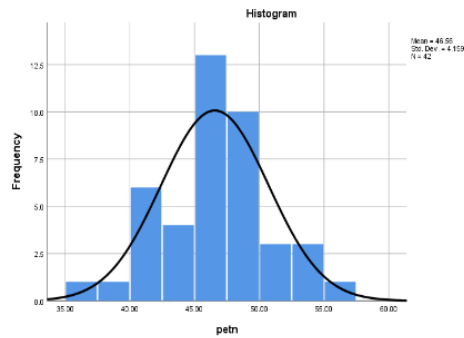
جدول ۶: آزمون نرمال بودن PET

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PET	.۰۷۴	۴۲	.۲۰۰*	.۹۹۲	۴۲	.۹۸۷

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

باتوجه به نمودار ۶ و مقادیر sig می توان پذیرفت که شاخص دما دارای توزیع نرمال می باشد.

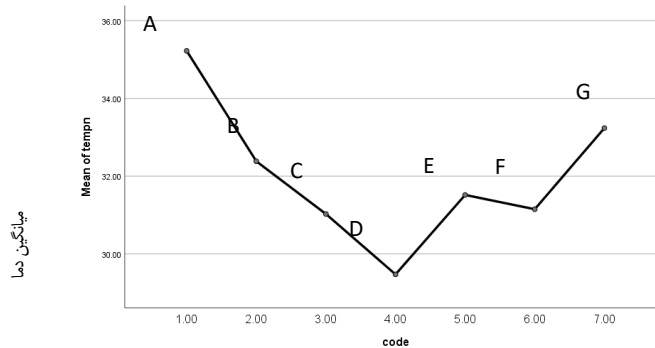


نمودار ۷: نمودار هیستوگرام شاخص PET

باتوجه به نمودار ۷ و مقادیر sig. می توان گفت که شاخص PET دارای توزیع نرمال است.

#### ۱-۱-۵. مقایسه شاخص دما در ۷ نقطه:

بر اساس محاسبات انجام شده، میانگین دما در ۶ روز مختلف تابستان ۱۴۰۳ نشان داد در نقطه A که در محدوده بیرون پارک ائللر باغی قرار دارد و فاقد پوشش گیاهی است دارای بیشترین میانگین دما با ۳۵/۲۲ درجه سانتی گراد را دارا می باشد و نقطه D واقع در مرکز پارک ائللر باغی با بیشترین حجم از پوشش گیاهی دارای کمترین میانگین دما با ۲۹/۴۷ درجه سانتی گراد می باشد. این موضوع در نمودار ۸ نیز دیده می شود.



نمودار ۸: نمودار آزمون ANOVA

با توجه به شکل نمودار ۸، هر چه از نقطه A به سمت نقطه D حرکت می کنیم دما کاهش می یابد. جهت بررسی دقیق تر میران معنا داری این اختلاف در تغییرات دمایی با استفاده از آزمون ANOVA بررسی گردید، نتایج بدست آمده از این تحلیل نشان داد که بین ۷ نقطه مختلف از نظر شاخص دما تفاوت معناداری وجود دارد (جدول ۷).

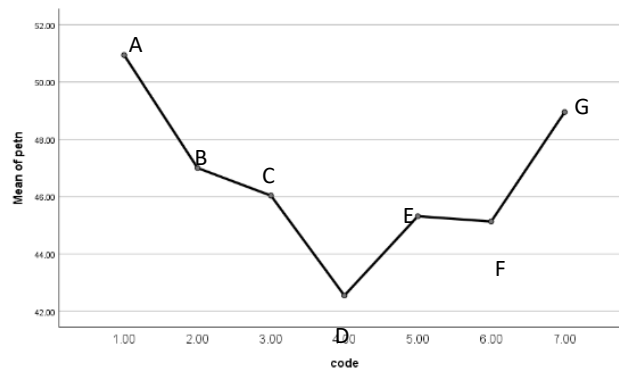
جدول ۷: جدول آزمون ANOVA برای مقایسه شاخص دما در ۷ نقطه

دما

	مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	Sig.
بین گروه‌ها	۱۲۲.۱۲۲	۶	۲۰.۳۵۴	۳.۸۷۹	.۰۰۵
داخل گروه‌ها	۱۸۳.۶۳۶	۳۵	۵.۲۴۷		
کل	۳۰۵.۷۵۸	۴۱			

۲-۱-۵. مقایسه شاخص PET در ۷ نقطه:

بر اساس محاسبات انجام شده توسط نرم افزار Rayman، نقطه A دارای بیشترین PET با مقدار ۵۰/۹۳ و نقطه D دارای کمترین PET با مقدار ۴۲/۵۵ می باشند. این موضوع را در نمودار ۹ نیز به وضوح می توان مشاهده کرد.



نمودار ۹: نمودار مقایسه شاخص PET در ۷ نقطه

جدول ۸: جدول آزمون ANOVA برای مقایسه شاخص PET در ۷ نقطه

	مجموع مربعات	df	میانگین مربعات	F	Sig.
بین گروه‌ها	۲۷۰.۰۶۴	۶	۴۵.۰۱۱	۳.۵۸۷	.۰۰۷
داخل گروه‌ها	۴۳۹.۱۸۰	۳۵	۱۲.۵۴۸		
کل	۷۰۹.۲۴۴	۴۱			

باتوجه به مقدار sig. در جدول ۸ می توان پذیرفت که ۷ نقطه از نظر شاخص PET تفاوت معناداری دارند.

با نگاه اجمالی به مقالات بررسی شده در حوزه تأثیر درختان و پوشش گیاهی موجود در پارک‌های شهری بر کاهش دما و ایجاد آسایش حرارتی شهروندان و نیز نتایج به دست آمده از داده‌های جمع‌آوری شده می‌توان چنین برداشت کرد که نقطه مرکزی پارک که دارای پوشش گیاهی مطلوب می‌باشد، در طول ۶ جلسه اندازه‌گیری‌ها، میانگین دمای هوای کمتر و در نتیجه PET کمتری نسبت به نقاط اطراف پارک داشت. این کاهش شاخص دمای معادل فیزیولوژیکی تأثیر مثبتی بر ادراک آسایش حرارتی شهروندان گذاشته به طوری که در ساعت اوج گرما در تابستان، دمای این نقطه نسبت به نقاط دیگر، خنک‌تر بود.

## ۶. نتیجه‌گیری

پارک‌های شهری تأثیر بسزایی در خنک‌کنندگی محیط پیرامون خود دارند. فضاهای سبز شهری با پوشش گیاهی و درختان، با ایجاد سایه در فصل تابستان و در هنگام ظهر، به بهبود شرایط آسایش حرارتی افراد حاضر در پارک کمک شایانی می‌کنند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که پارک شهری مورد مطالعه می‌تواند دمای محیط اطراف خود را به شعاع ۸۵ تا ۹۰ متری، حدود ۵ تا ۷ درجه سانتیگراد کاهش دهد. همانطور که در تحلیل‌های این تحقیق نیز اثبات شد، کاهش دما به نوبه‌ی خود باعث کاهش شاخص دمای معادل فیزیولوژیکی شده و در نتیجه منجر به افزایش آسایش حرارتی شهروندان می‌شوند. تحلیل‌های به دست آمده از این تحقیق نشان داد که در ۶ نقطه متفاوت که به فواصل مشخص شده از نقطه مرکزی پارک قرار دارند، نقطه A و G به فاصله ۸۵۰ متری از نقطه مرکزی و فاقد پوشش گیاهی، بیشترین میزان میانگین دما را در ۶ روز اندازه گرفته شده دارا می‌باشند که به ترتیب ۳۵/۲۲ و ۳۳/۲۳ درجه سانتیگراد می‌باشد. نقطه مرکزی که دارای پوشش گیاهی مطلوب می‌باشد، کمترین میزان میانگین دما که ۲۹/۴۷ درجه سانتیگراد است را دارا می‌باشد. این موضوع در میزان شاخص PET نیز صادق است. نقطه A با بیشترین میزان PET، ۵۰/۹۳ و نقطه D با کمترین میزان PET، ۴۲/۵۵، اختلاف این شاخص را نشان می‌دهد.

## منابع

تفویضی، رومینا؛ حبیبی، امین؛ شیبانی، مهدی و وکیل نژاد، رزا. (۱۴۰۰). نقش ارتفاع تاج پوشش گیاهی فضاهای سبز شهری بر آسایش زیست‌اقليمی انسان (نمونه موردی: پارک ناژوان اصفهان). *جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای*. شماره ۴۲، بهار

۱۴۰۱

حبیب پور، نگین و عابدینی، اصغر. (۱۴۰۳). نقش زیرساخت‌های سبز در افزایش تاب‌آوری اقلیمی (مورد مطالعه: محلات منطقه ۴ شهر ارومیه). *جغرافیا و روابط انسانی*، ۱۴۰۳

کرمی راد، سینا؛ علی‌آبادی، محمد؛ حبیبی، امین و وکیلی نژاد، رزا. (۱۳۹۶). سنجش میزان تأثیر پوشش گیاهی بر شرایط آسایش حرارتی بیرونی عابران پیاده (مورد پژوهی: مجتمع مسکونی گلدشت شیراز). *معماری و شهرسازی ایران*

علیجانلی، سعیده؛ زیاری، کرامت الله؛ حاتمی نژاد، حسین و پوراحمد، احمد. ۱۳۹۸، نگرشی جدید بر زیست پذیری شهری، آسایش حرارتی شرط اولیه در ارتقاء زیست پذیری، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال ششم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، صفحات ۸۹ تا ۱۱۰

طرح تجدیدنظر طرح جامع ارومیه، وزارت مسکن و شهرسازی، بررسی و شناخت شهر، جلد یک، بهار ۱۳۸۹

طرح تفصیلی منطقه یک شهر ارومیه، شهرداری ارومیه، آذر ۱۳۹۴

## References

- Aram, Fa., Solgi, E., Baghaee, S., & et al. 2020. "How Parks Provide Thermal Comfort Perception in the Metropolitan Cores; a Case Study in Madrid Mediterranean Climatic Zone." *Climate Risk Management* 30(April): 1–14.
- Balany, F., WM Ng, A., Muttil, N., Muthukumaran, S., & Wong, M. S. (2020). "Green Infrastructure as an Urban Heat Island Mitigation Strategy—a Review." *Water (Switzerland)* 12(12): 1–22.
- Deng, Y., Yao, Y., & Zhang, L. (2023) Analysis of urban wetland park cooling effects and their potential influence factors: *Evidence from 477 urban wetland parks in China, Ecological Indicators* 156 (2023) 111103
- Erlwein, S., & Pauleit, S. 2021. Trade-Offs between Urban Green Space and Densification: Balancing Outdoor Thermal Comfort, Mobility, and Housing Demand, *Urban Planning 2021*, Volume 6, Issue 1, Pages 5–19 DOI:10.17645/up.v6i1.3481
- Garshasby Moakhar, M .2020. "Investigating the Impact of Psychological Factors on Thermal Perception and Walking Experience (Doctoral dissertation, Arizona State University, Tempe). Retrieved from ProQuest Dissertations & Theses. .(AAT28029946)
- Karamirad, S., Aliabadi, M., Habibi, A., & Vakilinejad, R. (2017). Measuring the Impact of Vegetation on Pedestrians Thermal Comfort Conditions. *Journal of Iranian Architecture & Urbanism (JIAU)*, 8(2), 185-196. doi: 10.30475/isau.2018.62074. [In Persian].
- louise, Toner. 2015 "Predicting Outdoor Thermal Comfort in Urban Areas." Master dissertation, Victoria University of Wellington, Newzeeland).
- Mejbel Salih, M., Oday Zakariya, J., Khalid, I. H., & Aysar Jameel, A. (2018). Land Surface Temperature Retrieval from LANDSAT-8 Thermal Infrared Sensor Data and Validation with Infrared Thermometer Camera. *International Journal of Engineering & Technology* 7(4.20): 608.
- Ornelas, A., António, C., & Miguel Lameiras, J. 2023. "Thermal Comfort Assessment in Urban Green Spaces: Contribution of Thermography to the Study of Thermal Variation between Tree Canopies and Air Temperature." *Land* 12(8)
- Porahmad, A., Hataminezhad, H., Ziyari, K., & alijani S. A new Approach of Urban livability in Tehran: Thermal Comfort as a Primitive Condition to Enhance the Quality. Case study, District 22. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards* 2019; 6 (2) :89-110 URL: <http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2955-fa.html>. [In Persian].
- Radwan, A., & Morsi, A. (2020). Public Spaces in City Life as Socio-Cultural Hubs. Selected Public Spaces of Cairo as Case Studies. (Dept.A). *MEJ. Mansoura Engineering Journal* 45(4): 96–108
- Schaudienst, F, & Frank U., V. 2017. "Fanger's Model of Thermal Comfort: A Model Suitable Just for Men?" *Energy Procedia* 132: 129–34. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.658>.
- Sunikka-Blank, M., Abdie, D., & Bardhan, R., 2021. "“We Need Ground Space”: Urban Densification and Transitional Housing in Ethiopia." *Journal of the British Academy* 9(9): 81–106.

- Tafvizi, R., Habibi, A., Sheibani, M., & Vakilinejad, R. (2022). The Role of Canopy Height of Urban Green Spaces on Human Bioclimatic Comfort, (Case Study: NAZHVAN Park in Isfahan). *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, 12(42), 171-204. doi: 10.22111/gaij.2022.6986. [In Persian].
- Tarh o Amayesh. consultant architects & town planners. (2016). Master plan of the city of Urmia. URL: <https://tarhoamayesh.com/home.html>
- Tarh o Amayesh. consultant architects & town planners. (2019) Detailed plan of urmia. URL: <https://tarhoamayesh.com/home.html>
- Van, E., Jan, N., & Waltman, L., 2023. "VOSviewer Manual Version 1-6-19." *Leiden: Univeriteit Leiden (January): 54*
- Wuebbles, D. J. (2021). Climate Science Special Report: *4 Th US National Climate Assessment*, Volume I. I: 213–20.
- Yafei, W. 2016 " *The effect of urban green infrastructure on local microclimate and human thermal comfort*". (Doctoral dissertation, Wageningen University, Netherlands)
- Yupeng, W., & Zacharias, J., 2015. "Landscape Modification for Ambient Environmental Improvement in Central Business Districts - A Case from Beijing." *Urban Forestry and Urban Greening* 14(1).
- Zhu, Ruirui. Zhang, Xiaotong. Yang, Lei a, Liu, Yibin, Cong Yu. Gao ,Weijun 2022. Correlation analysis of thermal comfort and physiological responses under different microclimates of urban park, Case Studies in Thermal Engineering 34 (2022) 102044