

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۱۴

نقش سنجش از دور در تعیین محدوده آسایش حرارتی در مناطق شهرداری شیراز

محمود احمدی

استادیار گروه آب و هواشناسی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران.

مهدی نارنگی فرد

دانشجوی دوره دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه یزد، ایران.

محبوبه کریمی

کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی توریسم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد.

چکیده

در تمام شهر پراکنده شده است و در اواخر فصل تابستان محدوده آسایش به نهایت مساحت خود رسیده و همچنان مناطق ۶ و ۷ خارج از محدوده آسایش قرار دارد.

کلمات کلیدی: آسایش حرارتی، دمای سطح زمین، ماهواره لندست، شهر شیراز

مقدمه

دمای داخلی بدن انسان در حالت عادی در حدود ۳۷ درجه سلسیوس است که این دما در سطح پوست به ۳۲ درجه (دمای پوست) کاهش می‌یابد. در صورتی که دمای داخلی بدن در اثر عوامل خارجی مثل تغییر دمای هوا، فعالیت‌های بدنی زیاد و غیره از این میزان بالاتر رود، احساس گرما به بدن دست داده و بدن انرژی اضافی خود را به محیط منتقل می‌کند. در صورتی که دمای داخلی از ۳۷ درجه کمتر شود، بدن احساس سرما نموده و انرژی مورد نیاز خود را از محیط جذب می‌کند. بر این اساس همواره بین بدن و محیط اطراف تبادل حرارتی برقرار است.

از نظر فیزیولوژیک، شرایط آسایش حرارتی محدوده‌ای است از دما و رطوبت که در آن ساز و کار تنظیم حرارت بدن در کمینه فعالیت خود باشد. بنابراین راحتی و سلامت انسان در محیط طبیعی، رابطه مستقیمی با وضعیت آب و هوایی دارد. امروزه مطالعات و بررسی‌های بیوکلیمای انسانی، پایه و اساس برنامه‌ریزی‌های شهری، عمرانی، سکونتگاهی، معماری، جهانگردی و غیره می‌باشد. بدین جهت در این پژوهش به بررسی محدوده‌های آسایش حرارتی در مناطق نه‌گانه شهرداری شهر شیراز با بکارگیری داده‌های سنجش از دور در پنج تاریخ: ۱۵ اسفند سال ۱۳۸۷، ۲۳ خرداد سال ۱۳۸۹، ۲۴ تیر سال ۱۳۸۹، ۷ شهریور سال ۱۳۸۸، ۱۵ آذر سال ۱۳۸۹ پرداخته است. بدین منظور با استخراج دامنه‌های دمایی از تصاویر ماهواره لندست محدوده دمایی ۱۸-۲۷ درجه سانتیگراد به عنوان آستانه آسایش حرارتی تعیین گردید. نتایج حاصله نشان داد در فصل سرد محدوده‌های منطبق بر آسایش حرارتی عمدتاً در نواحی پیرامونی جنوبی و شرقی شهر قرار دارد، در عین حال محدوده آسایش در فصل بهار عمدتاً در منطقه یک منطبق بر باغات قصرالدشت قرار و سایر مناطق دمایی بیشتر از آستانه حرارتی دارد. در اوایل فصل تابستان مساحت محدوده آسایش گسترده شده و بجز مناطق ۶ و ۷

نویسنده مسئول: محمود احمدی، نشانی: تهران- اوین میدان- شهید شهریاری - دانشکده علوم زمین استادیار گروه آب و هواشناسی، دانشگاه شهید بهشتی تهران،

ایران. ma_ahmadi@sbu.ac.ir

شاخص‌ها داده‌های اقلیمی را به شکلی ارائه می‌کنند که نشان دهنده واکنش افراد به شرایط آب و هوایی است و در طبقه‌بندی عددی، درجاتی را از بسیار مناسب تا بسیار نامناسب در برمی‌گیرند. این شاخص‌ها تفسیر تأثیرات پیچیده عناصر جوی را از آسایش انسان آسان‌تر می‌کنند و امکان مقایسه مکان‌های مختلف را از دیدگاه اقلیم آسایشی فراهم می‌آورند (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۰: ۲). منظور از شرایط آسایش انسان مجموعه شرایطی است که از نظر حرارتی و رطوبتی، حداقل ۸۰ درصد از افرادی که به طور تصادفی انتخاب و در آن شرایط قرار داده می‌شوند قضاوت ذهنی حالت آسایش را داشته باشند (کسمایی، ۱۳۷۲، ۵۰). شناخت توان آسایش زیست اقلیمی در مناطق مختلف جغرافیایی، می‌تواند به برنامه ریزی اکوتوریستی جاذبه‌های طبیعی کمک نماید، تا مناطق جاذب محیطی در برابر آلودگی محیط زیست، هجوم و تجاوز انسانی، تغییرات کاربری زمین، استفاده برای گذران اوقات فراغت و غیره حفظ شود (رمضانی، ۱۳۸۵: ۷۳).

ویژگی‌های دمایی به عنوان یک عامل مهم در زمینه گردشگری محسوب می‌شود. با این حال، یک مشخصه آب و هوایی یا یک نمایه حرارتی بر اساس معادلات تجربی به طور کامل در زمینه ارزیابی شرایط حرارتی جهت مقاصد گردشگری کفایت نمی‌کند (Lin and Matzarakis, 2011: 492). تاکنون تلاش‌های زیادی در زمینه ابداع شاخص‌های تجربی برای ارزیابی آسایش گرمایی انسان صورت گرفته است. همچنین تلاش‌های برای تعیین اثرات جمعی دما و رطوبت محیطی و نشان دادن مقدار و سطح استرس گرمایی انجام شده است. این شاخص‌ها در مقیاس‌های مختلف جهانی تا محلی مورد استفاده قرار گرفته است (ساری صراف، ۱۳۸۹: ۱۰۰). گسترش انفجاری جمعیت شهرها و صنعتی شدن آن‌ها به ویژه در کلان شهرها که منجر به افزایش دما و تنش گرمایی شده است، نیاز بیش از پیش جوامع

حال اگر این تبادل حرارت به حالت تعادل درآید، یعنی بدن در دم قادر به انتقال انرژی اضافی خود به محیط باشد یا بتواند انرژی مورد نیازش را از محیط جذب کند، آسایش حرارتی برقرار شده است. در این حالت شخص با لباس سبک نه احساس سرما و نه احساس گرما می‌کند. به شرایطی که در آن مجموع عناصر دما، رطوبت، جریان هوا، تابش و پوشش برای آسایش فراهم باشد، نقطه‌ی آسایش گویند (قویدل رحیمی و احمدی، ۱۳۹۲: ۱۷۶). با افزایش نگرانی‌های جهانی در زمینه تغییرات آب و هوایی، نیاز به فضاها و رویکردهای نوآورانه که بتواند آسایش حرارتی و صرفه جویی در انرژی را فراهم نماید رو به افزایش است (Taleghani et al, 2014: 486)؛ و به تدریج موضوع آسایش حرارتی تبدیل به یک توجه پژوهشی فراوان، به نمایندگی از تغییرات گسترده در این زمینه در چند دهه گذشته شده است (Luo et al, 2014: 411). گردشگری فعالیت اقتصادی است که به دلیل ماهیت و ویژگی‌های خاص آن، فرصت‌هایی مناسب برای ورود به عرصه تجارت بین‌المللی را فارغ از سطح توسعه‌یافتگی کشورها فراهم می‌آورد. این مهم باعث شده است که از این فعالیت اقتصادی به عنوان صنعت یاد شود که اساساً ماهیت خدماتی دارد و پس از صنعت نفت و خودرو به عنوان سومین صنعت جهان شناخته می‌شود (تقی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰: ۲). گردشگری به عنوان فعالیتی طلایی و بدون دود و آلودگی معرفی و همواره بر پیامدهای مطلوب و منافع به ویژه منافع اقتصادی آن تاکید می‌شود (رهنمایی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۷). اقلیم و گردشگری وابستگی زیادی به یکدیگر دارند، به گونه‌ای که دارا بودن شرایط مطلوب اقلیمی جزء مزیت‌ها و توان‌های بالقوه برای گردشگری محسوب می‌شود و اغلب مسافران در انتخاب مکان و زمان سفر به شرایط آب و هوایی توجه می‌کنند. بیان شرایط اقلیم آسایشی معمولاً با شاخص‌هایی بیان می‌گردد که در آن مجموعه‌ای از عناصر هواشناختی و انسانی و محیطی دخالت داده می‌شود. این

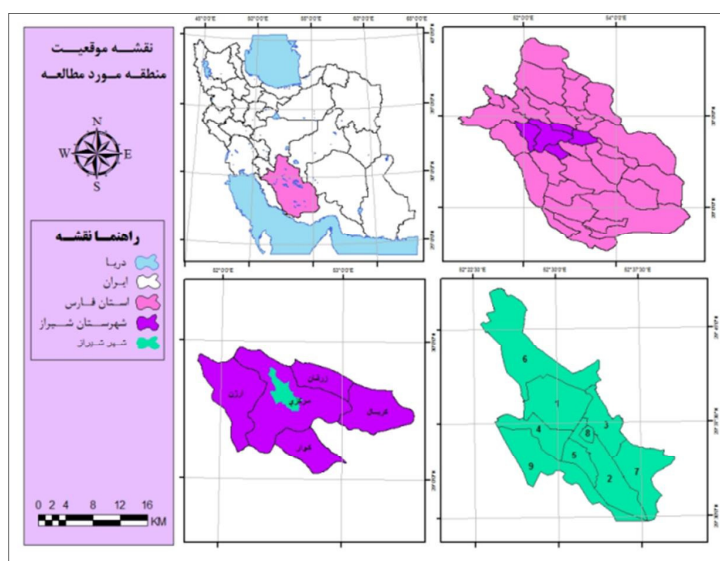
شهر تهران همچنین رضایی و کاظم نژاد (۱۳۹۱) در شهر ساحلی انزلی می‌باشد. هدف از این پژوهش شناخت محدوده‌های مکانی با آسایش حرارتی در تاریخ‌های گوناگون در شهر شیراز با استفاده از داده‌های سنجش از دور می‌باشد.

داده‌ها و روش کار

منطقه مورد مطالعه شهر شیراز مرکز استان فارس در عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی و ۵۲ درجه ۳۳ دقیقه طول شرقی واقع شده است. میانگین ارتفاع این شهر ۱۵۰۰ متر، میزان میانگین بارش سالانه ۳۳۰ میلی‌متر و میانگین سالانه دما ۱۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بر اساس آخرین سرشماری سال ۱۳۹۰ جمعیت این شهر بالغ بر ۱۵۴۹۴۵۳ نفر است. شیراز به نه منطقه شهرداری تقسیم شده و مساحتی بالغ بر ۱۷۸/۸۹ کیلومتر مربع در بر گرفته است؛ موقعیت منطقه مورد مطالعه نیز در (شکل ۱) نشان داده شده است.

شهرنشین را به آسایش و راحتی دو چندان کرده است. در زمینه آسایش حرارتی پژوهش‌های متعددی در مقیاس مکانی شهری و استانی انجام گرفته که می‌توان به پژوهش‌های زیر اشاره کرد:

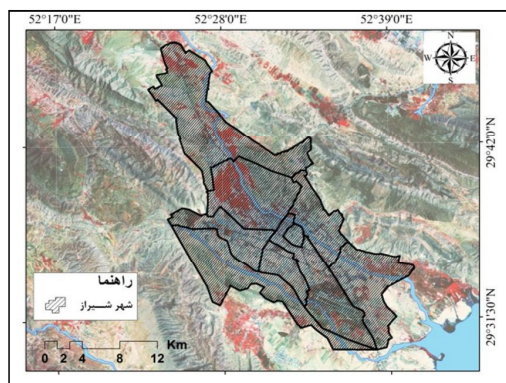
ذوالفقاری و مرادی (۱۳۸۳) به بررسی آسایش حرارتی در استان کرمانشاه، هجرتی و همکاران (۱۳۹۰) در استان خراسان رضوی، گندمکار (۱۳۹۱) در استان اصفهان، امیدوار و همکاران (۱۳۹۱) به ارزیابی اقلیم گردشگری در استان اصفهان و امیدوار و همکاران (۱۳۹۲) در استان یزد؛ طاوسی و سبزی (۱۳۹۱) در استان ایلام و همچنین طاوسی و یاری (۱۳۹۲) در استان سیستان و بلوچستان در زمینه اقلیم گردشگری در مقیاس استانی مورد مطالعه قرار داده‌اند. پژوهش‌های صورت گرفته در مقیاس شهری نیز شامل بررسی‌های بذریاش و همکاران (۱۳۸۷) در شهر بابلسر، صادقی و طباطبایی (۱۳۸۸) و امیدوار و همکاران (۱۳۹۰) در شهر یزد، حیدری و غفاری (۱۳۸۹) در شهر تبریز، گندمکار (۱۳۹۰) در شهرستان ناین و منشی‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) در



شکل (۱): نقشه منطقه مورد مطالعه

جدول (۱): مشخصات تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده در پژوهش

ردیف	تاریخ برداشت میلادی	تاریخ برداشت خورشیدی	ردیف و گذر	ماهواره	نوع سنجنده
۱	۲۰۰۹/۳/۶	۱۳۸۷/۱۲/۱۵	۱۶۳-۳۹	LANDSAT 5	TM
۲	۲۰۰۹/۸/۲۹	۱۳۸۸/۶/۷	۱۶۳-۳۹	LANDSAT 5	TM
۳	۲۰۱۰/۶/۱۳	۱۳۸۹/۳/۲۳	۱۶۳-۳۹	LANDSAT 5	TM
۴	۲۰۱۰/۷/۱۵	۱۳۸۹/۴/۲۴	۱۶۳-۳۹	LANDSAT 5	TM
۵	۲۰۱۰/۱۲/۶	۱۳۸۹/۹/۱۵	۱۶۳-۳۹	LANDSAT 5	TM



شکل (۲): ترکیب کاذب رنگی (۴۳۲ RGB) تصویر ماهواره لندست شهر شیراز

همچنین ترکیب رنگی کاذب^۵ آن در شکل (۲) نمایش داده شده است.

جهت استخراج دمای سطح زمین نیز مراحل زیر انجام گرفت: الف: محاسبه رادیانس طیفی: تصویر حرارتی با بهره بالای^۶ این سنجنده، با روش پیکسل به پیکسل به ترتیب به دمای سطحی تبدیل شد: تبدیل ارزش‌های رقومی به رادیانس طیفی بر اساس مرجع تابش طیفی؛ بر اساس رابطه (۱) Landsat (Project Science Office, 2002)

$$L = \text{gain} \times \text{DN} + \text{offset} \quad \text{رابطه (۱)}$$

تابش طیفی مرجع باند ۶ در DN به ترتیب معادل ۱ و ۲۵۵ بر حسب $(W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1})$ است. مقدار Gain و Bias از Headerfile تصاویر استخراج شده است.

ب: بازیابی دمای روشنایی^۷؛ گام بعدی تبدیل رادیانس طیفی به دمای جسم سیاه است، که از رابطه پلانک برای تبدیل مقادیر تابش طیفی به دمای جسم سیاه (BT) استفاده می‌گردد:

جهت تعیین شرایط آسایش حرارتی انسان در شهر شیراز مراحل زیر در این پژوهش انجام شد. درجه حرارت به عنوان یک متغیر موثر در راحتی انسان در نظر گرفته شد، که بر اساس آن آستانه مجاز راحتی دما برای انسان بین ۱۸ تا ۲۷ درجه سلسیوس در نظر گرفته شد (احمدی، ۱۳۹۰: ۶۸). به دلیل فقدان ایستگاه‌های اندازه‌گیری دما در مناطق مختلف شهر جهت استحصال الگوهای دمایی با استفاده از داده‌های سنجش از دور پهنه‌های دمایی استخراج و محدوده‌های آسایش دمایی تعیین گردید.

داده‌های بکارگیری شده در این پژوهش شامل پنج تصاویر ماهواره لندست در سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ است، که از تارنمای^۱ سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده (USGS) با شماره ردیف^۳ و گذر^۴ ۱۶۳-۳۹ در سامانه جهانی WRS دریافت گردید؛ ویژگی‌های این تصاویر در جدول (۱)؛ و

^۱ - <http://glcfapp.glc.f.umd.edu>

^۲ - United States Geological Survey

^۳ - Row

^۴ - Path

^۵ - False Color Composite (FCC)

^۶ - High Gain

^۷ - Retrieving Brightness Temperature

یافته‌ها و بحث

پس از تهیه الگوهای دمایی مناطق نه‌گانه شهر شیراز، محدوده‌های دمایی ۱۸-۲۷ درجه سانتی‌گراد به عنوان محدوده‌های آسایش حرارتی بروی نقشه‌ها مشخص گردید، این محدوده‌ها در شکل (۳) الی (۷) به رنگ زرد نمایش داده شده‌اند.

برابر شکل (شماره ۳) به تاریخ ۱۵ اسفند سال ۱۳۸۷ در فصل سرد محدوده‌های منطبق بر آسایش حرارتی عمدتاً در نواحی جنوبی و شرقی شهر (مناطق ۷، ۲ و ۹)، که مساحت این محدوده بالغ بر ۱۴/۴ کیلومتر مربع می‌باشد و سایر مناطق دمایی کمتر از آستانه حرارتی دارد. در اواخر فصل بهار ۲۳ خرداد سال ۱۳۸۹ محدوده آسایش عمدتاً در منطقه یک منطبق بر باغات قصرالدشت قرار دارد مساحتی در حدود ۵/۵ کیلومتر مربع و سایر مناطق دمایی بیشتر از آستانه حرارتی دارد (شکل ۴). در تاریخ ۲۴ تیر سال ۱۳۸۹ مساحت محدوده آسایش گسترده شده و بجز مناطق ۶ و ۷ در تمام شهر پراکنده شده است و مساحتی بالغ بر ۶۶/۹ کیلومتر مربع را به خود اختصاص داده است (شکل ۵). در اوایل شهریور ماه ۷ شهریور سال ۱۳۸۸ محدوده آسایش به نهایت مساحت خود ۱۴۸/۵ کیلومتر مربع رسیده است، همچنان مناطق ۶ و ۷ خارج از محدوده آسایش قرار دارد (شکل ۶).

نقشه محدوده آسایش در ۱۵ آذر سال ۱۳۸۹ در (شکل ۷) نمایش داده شده است. برابر این شکل بجز مناطق کوچک پیرامون شهر معادل ۷/۸ کیلومتر مربع، دما در سایر مناطق کمتر از حد آسایش است. ویژگی‌های بیشینه و میانگین دمایی تصاویر در (جدول ۲) نشان داده شده است، بر اساس اطلاعات این جدول بالاترین بیشینه دمایی مربوط به تاریخ ۲۳ خرداد سال ۱۳۸۹ با ۴۱ درجه سانتی‌گراد و بیشترین مساحت محدوده آسایش حرارتی نیز با ۱۴۸/۵ کیلومتر مربع مربوط به ۷ شهریور ماه سال ۱۳۸۸ دارد. همچنین کم‌ترین مساحت اختصاص به ماه آذر با ۷/۸ کیلومتر مربع دارد.

$$\text{رابطه (۲)} \quad BT = \frac{K_2}{\left\{ \text{LN} \left[\frac{K_1}{L+1} \right] \right\}}$$

که در این رابطه BT دمای روشنایی سنجنده بر حسب کلونین، K_1 ثابت کالیبراسیون اول معادل ۶۶۶/۰۹ بر حسب $(W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1})$ ، K_2 ثابت کالیبراسیون دوم معادل ۱۲۸۲/۷۱ بر حسب کلونین و L رادیانس طیفی بر حسب $(W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1})$ است. مقدار درصد پوشش گیاهی با استفاده از شاخص NDVI محاسبه می‌شود. در این روش، آستانه گذاری NDVI مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱- $NDVI > 0.2$: در این حالت پیکسل مربوط به خاک خشک (لخت)، و ارزش گسیلمندی آن بر اساس آنالیز کتابخانه‌ای نمونه‌های خاک برای باند حرارتی لندست ۰/۹۷ است.

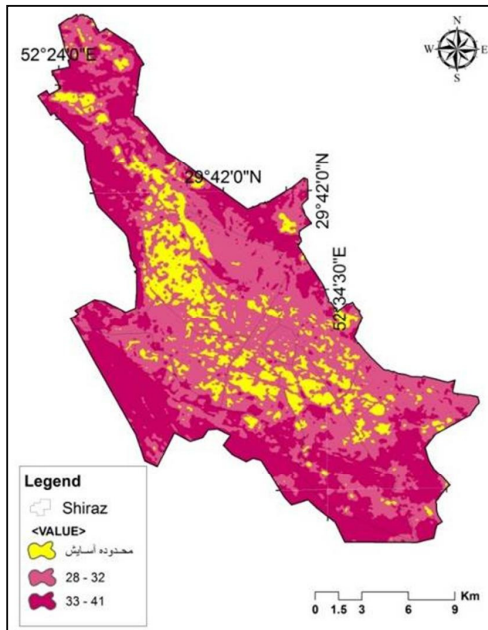
۲- $NDVI < 0.5$: پیکسل‌های با ارزش NDVI بالاتر از ۰/۵ مناطق با پوشش گیاهی کامل و مقدار ارزش ثابت برای گسیلمندی ۰/۹۹ در نظر گرفته شده است.

۳- $0.2 \leq NDVI \leq 0.5$: در این حالت، پیکسل ترکیبی از خاک خشک و پوشش گیاهی تشکیل داده است.

به منظور اعمال این روش، مقدار گسیلمندی خاک و پوشش گیاهی مورد نیاز است. بدین جهت، مقدار گسیلمندی ۰/۹۹ برای پوشش گیاهی انتخاب گردید. با توجه به تنوع بالای گسیلمندی خاک در مقایسه با پوشش گیاهی مقدار میانگین آن با (انحراف استاندارد ۰/۰۰۴)، ۰/۹۷۳ در نظر گرفته شد (Sobrino et al, 2004, 436). سپس دمای سطح زمین با استفاده از رابطه (۳) محاسبه می‌شود.

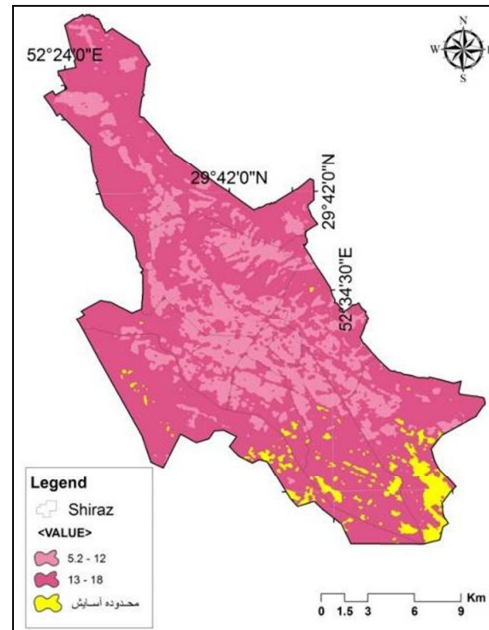
$$\text{رابطه (۳)} \quad T_s = \frac{T_b}{\left[1 + \left(\frac{\lambda B T_b}{a} \right) \text{Ln} \epsilon \right]}$$

که در آن: λ طول موج رادیانس ساطع شده $(11.5 \mu m)$ ، $\alpha = \frac{hc}{k}$ ، h ثابت پلانک $(6.62 \times 10^{-34} j \cdot sec)$ ، c سرعت نور $(2.998 \times 10^8 m/sec)$ ، k ثابت استفان بولتزمن $(1.38 \times 10^{-23} j/k)$ و ϵ گسیلمندی است.



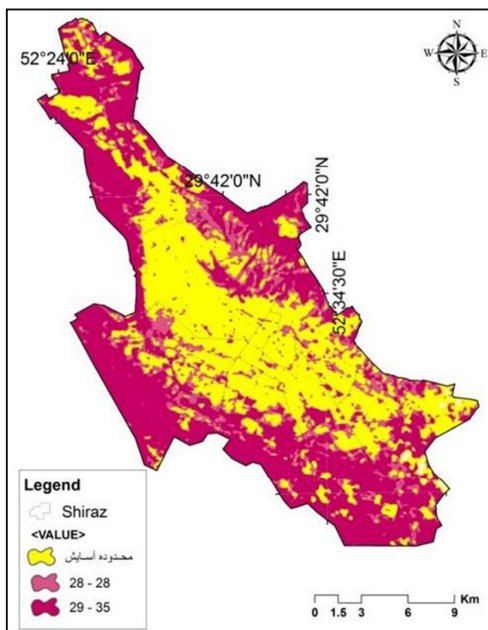
شکل ۴: نقشه محدوده آسایش مناطق نه گانه شهر شیراز در تاریخ:

۱۳۸۹/۳/۲۳



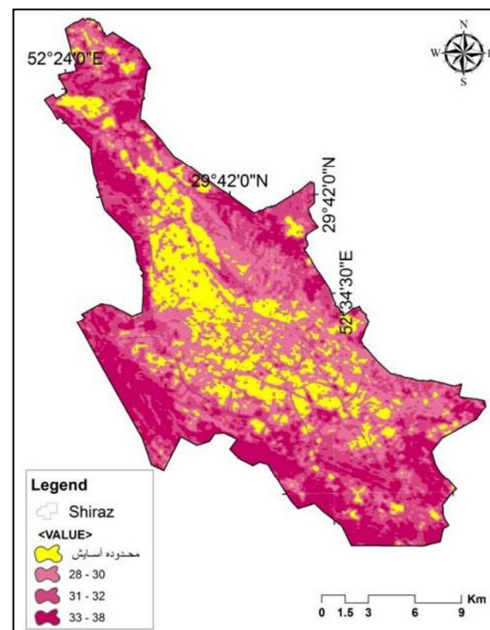
شکل ۳: نقشه محدوده آسایش مناطق نه گانه شهر شیراز در تاریخ:

۱۳۸۷/۱۲/۱۵



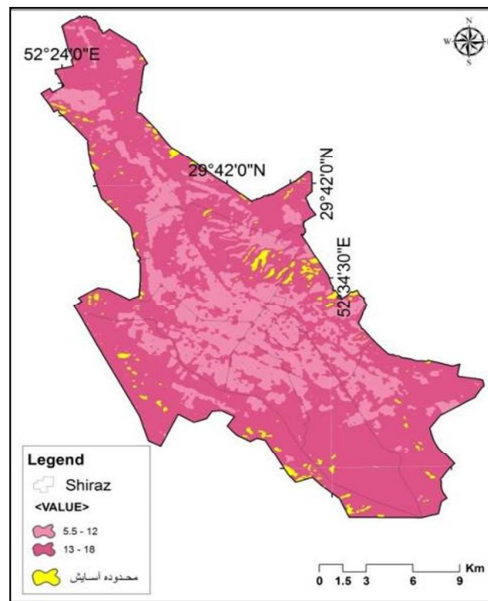
شکل ۶: نقشه محدوده آسایش مناطق نه گانه شهر شیراز در تاریخ:

۱۳۸۸/۶/۷



شکل ۵: نقشه محدوده آسایش مناطق نه گانه شهر شیراز در تاریخ:

۱۳۸۹/۴/۲۴



شکل (۷): نقشه محدوده آسایش مناطق نه گانه شهر شیراز در تاریخ: ۱۳۸۹/۹/۱۵

جدول (۲): ویژگیهای دمایی و مساحت تصویرهای مورد مطالعه

ردیف	تاریخ	بیشینه دما (سانتیگراد)	میانگین دما شهر (سانتیگراد)	مساحت محدوده آسایش (کیلومتر مربع)
۱	۱۳۸۷/۱۲/۱۵	۲۳	۵/۵	۱۴/۴
۲	۱۳۸۸/۶/۷	۳۵	۱۱	۱۴۸/۵
۳	۱۳۸۹/۳/۲۳	۴۱	۱۲	۵۰/۵
۴	۱۳۸۹/۴/۲۴	۳۸	۱۲	۶۶/۹
۵	۱۳۸۹/۹/۱۵	۲۱	۵/۵	۷/۸

نتیجه گیری

آسایش حرارتی برخوردار می‌باشند. وجود تنش‌های سرمایی و گرمایی در طی ماه‌های سرد و گرم سال ضرورت توجه ویژه به نقش تعدیل‌کنندگی فضاها، سبز و پوشش گیاهی در مناطق مرکزی شهر را دوچندان می‌کند. نگهداری و حراست از فضای سبز موجود و گسترش آن به ویژه در مکان‌های گردشگر پذیر، شرایط آسایش حرارتی را برای فعالیت‌های گردشگران مناسب‌تر می‌نماید. همچنین جهت مکان‌یابی ایجاد مراکز تفریحی و گردشگری و اقامتی توجه به مناطقی که در طی سال از بیشترین زمان آسایش حرارتی برخوردار هستند، جهت جذب گردشگران بیشتر بسیار مهم و تأثیرگذار می‌باشد.

با توجه به تأثیر عوامل آب و هوایی در رضایتمندی گردشگران مطالعه در زمینه آسایش دمایی به ویژه در شهرهای جنوبی ایران بسیار حائز اهمیت می‌باشد. برابر بررسی انجام گرفته در تاریخ‌های مورد نظر شهریور ماه بیشترین مساحت را در محدوده آسایش حرارتی (۱۴۸/۵) کیلومتر مربع) در شهر شیراز به خود اختصاص داده است، در مقابل کم‌ترین مساحت از بین تاریخ‌های موجود مربوط به ماه آذر با مساحتی بالغ بر ۷/۸ کیلومتر مربع می‌باشد. به طور کلی در فصول سرد سال مناطق جنوبی و خاوری با گستره‌های کوچک و در فصول گرم مناطق شمال باختری به ویژه منطقه یک منطبق بر باغات قصرالدشت با بالاترین مساحت از نظر

منابع

۱. احمدی، محمود (۱۳۹۰): «تحلیل آسایش انسان از نظر عوامل اقلیمی در استان تهران»، جغرافیا، سال نهم، شماره ۲۹، صص ۶۱-۸۱.
۲. احمدی، محمود، نارنگی فرد، مهدی و محبوبه کریمی (۱۳۹۲): «تعیین محدوده آسایش حرارتی در مناطق شهرداری شیراز»، اولین همایش ملی گردشگری، سرمایه‌های ملی، چشم انداز آینده، اصفهان.
۳. اسماعیلی، رضا، گندمکار، امیر و مجید حبیبی نوخندان (۱۳۹۰): «ارزیابی اقلیم آسایشی چند شهر اصلی گردشگری ایران با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET)»، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۵، صص ۱-۱۸.
۴. امیدوار، کمال عزیززاده شورکی، یحیی و عبدالنبی زارعشاهی (۱۳۹۰): «تعیین مطلوبیت شرایط آسایش مدارس شهر یزد بر اساس شاخص‌های زیست - اقلیمی»، نشریه شهر و معماری بومی، سال اول، شماره ۱، صص ۱۰۱-۱۱۷.
۵. امیدوار، کمال، دهقانی زاده، سمانه و جلال نوروز باقری (۱۳۹۲): «ارزیابی اقلیم گردشگری استان یزد (مطالعه موردی: شهرستان‌های بافق، رباط پشت بام، طبس، مروست و یزد)»، نخستین کنفرانس ملی آب و هواشناسی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان.
۶. امیدوار، کمال، نوروزباقری، جلال، رجیبی، زهره و پویا خرازی (۱۳۹۱): «ارزیابی اقلیم گردشگری استان اصفهان»، اولین همایش ملی گردشگری و طبیعت گردی ایران زمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان.
۷. بذریاش، رحیم، ملکی، حمید رضا، حسینی، علی اکبر (۱۳۸۷): «بررسی آسایش حرارتی در فضای آزاد جهت اکوتوریسم در شهرستان بابلسر»، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۹۰، صص ۹۳-۱۰۸.
۸. تقی‌زاده، زهرا، نوری، غلام‌رضا و زیبا شیرانی (۱۳۹۰): «نقش ایران در گردشگری درمانی جهان اسلام با تأکید بر طبیعت درمانی: کارکردها، چالش‌ها و راهکارها»، اولین همایش بین‌المللی مدیریت گردشگری و توسعه پایدار، صص ۱-۱۵.
۹. حیدری، شاهین، غفاری جباری، شهلا (۱۳۸۹): «تعیین محدوده زمانی آسایش حرارتی برای شهر تبریز»، دوره ۱۰، شماره ۴، صص ۳۷-۴۴.
۱۰. ذوالفقاری، حسن، مرادی، فرشاد (۱۳۸۳): «بررسی آسایش حرارتی در استان کرمانشاه»، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره ۳، صص ۴۳-۵۸.
۱۱. رضائی، بهروز (۱۳۸۵): «شناخت پتانسیل‌های اکوتوریستی آسایش زیست اقلیمی (بیو کلیماتیک) تالاب کیاکلاهی لنگرود با روش اوانز»، جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره ۷، صص ۷۳-۸۸.
۱۲. رضائی، بهمن و زهرا کاظم نژاد (۱۳۹۱): «ارزیابی شرایط اقلیم آسایش در جهت توسعه گردشگری ساحلی شهر انزلی»، جغرافیا و مطالعات محیطی، دوره ۱، شماره ۱، صص ۳۲-۴۱.
۱۳. رهنمائی، محمد تقی، فرهودی، رحمت اله، دیتمان، آندریاس و مصطفی قدمی (۱۳۸۷): «بررسی ظرفیت تحمل حوزه مقصد گردشگری با تأکید بر جامعه میزبان (نمونه مورد مطالعه شهر کلاردشت)»، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۶۶، صص ۱۷-۳۳.
۱۴. ساری صراف، بهروز (۱۳۸۹): «مناسب‌ترین شاخص مطالعه اقلیم آسایش استان آذربایجان غربی»، چهارمین کنفرانس ژئوفیزیک، تهران.
۱۵. صادقی روش، محمد، طباطبایی، مهدی (۱۳۸۸): «تعیین محدوده آسایش حرارتی در شرایط آب و هوای خشک»، هویت شهر، شماره ۴، صص ۳۹-۴۶.
۱۶. طاوسی تقی و سبزی برزو (۱۳۹۱): «تعیین گستره منطقه آسایش زیست اقلیمی استان ایلام با استفاده از شاخص اوانز»، جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، سال سوم، شماره ۷، صص ۲۱-۳۴.
۱۷. طاوسی تقی و منیر یاری (۱۳۹۲): «تعیین گستره آسایش دمایی در برنامه‌ریزی اقلیم گردشگری مورد : استان سیستان و بلوچستان»، جغرافیا و توسعه، سال یازدهم، شماره ۳۱، صص ۲۹-۴۶.
۱۸. قویدل رحیمی یوسف و محمود احمدی (۱۳۹۲): «برآورد و تحلیل زمانی آسایش اقلیمی شهر تبریز»، جغرافیا و توسعه، سال ۱۱، شماره ۳۳، صص ۱۷۳-۱۸۲.

25. Landsat Project Science Office (2002). Landsat 7 Science Data User's Handbook URL: http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/IAS/handbook/handbook_toc.html.
26. Lin, T. and A. Matzarakis, (2011): Tourism climate information based on human thermal perception in Taiwan and Eastern China, *Tourism Management*, Vol 32, Issue 3, Pp 492-500.
27. Luo, M. Cao, B. Zhou, X. Li, M. Zhang, J. Ouyang, Q. Zhu, Y. (2014): Can personal control influence human thermal comfort? A field study in residential buildings in China in winter, *Energy and Buildings*, Vol 72, Pp 411-418.
28. Sobrino, A., Juan, C., Jiménez-Muñoz. And Leonardo Paolinib, (2004). Land Surface temperature Retrieval from LANDSAT TM 5, *Remote Sensing of Environment*, No 90, Pp 434-440.
- Taleghani, M. Tenpierik, and M. van den Dobbelen, A. (2014): Energy performance and thermal comfort of courtyard/atrium dwellings in the Netherlands in the light of climate change, *Renewable Energy*, Vol 63, Pp 486-497.
۱۹. کسمایی، مرتضی، پهنه‌بندی اقلیمی ایران (۱۳۷۲): مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، چاپ اول، تهران.
۲۰. گندمکار، امیر (۱۳۹۰): «تعیین شاخص اقلیم آسایش گردشگری شهرستان نایین با استفاده از GIS»، نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال سوم، شماره ۳، صص ۹۳-۱۰۳.
۲۱. گندمکار، امیر (۱۳۹۱): «پهنه‌بندی اقلیم آسایش گردشگری استان اصفهان با استفاده از تحلیل‌های آماری چند متغیره»، جغرافیا و مطالعات محیطی، دوره ۱، شماره ۳، صص ۷۶-۸۶.
۲۲. منشی‌زاده، رحمت‌اله، حسینی، ابراهیم، اجاق، عقیل، شعبانی (۱۳۹۱): «حمیده، آسایش حرارتی و تأثیر ارتفاع ساختمان‌ها بر خرد اقلیم فضاهاى شهری نمونه موردی خیابان شهرداری تهران (حد فاصل میدان تجریش تا میدان قدس)»، آمایش محیط، شماره ۲۰، صص ۱۰۹-۱۲۶.
۲۳. هجرتی محمدحسین، اسماعیلی رضا و صابر حقیقت اکرم (۱۳۹۰): «توان مندی‌های اقلیم آسایش، راهبردی مناسب جهت توسعه گردشگری (مطالعه موردی: خراسان رضوی)»، نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال چهارم، شماره ۱، صص ۱-۱۰.
24. <http://earthexplorer.usgs.gov>

