

مطالعه رابطه اقلیم و آسایش انسان در محیط شهری با استفاده از شاخص فشار عصبی (مطالعه موردی: تهران)

محمود مولی‌نژاد*

استادیار سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران (IROST) و رئیس مرکز منطقه‌ای علوم و انتقال فناوری (IORA RCSTT)

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۶/۲۶

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۳/۲۴

چکیده

شهرنشینی و توسعه شهرها همراه افزایش شتابان جمعیت و توسعه فعالیت‌های صنعتی با مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی، آلودگی‌ها را به شدت افزایش داده که عواقب آن در کوتاه‌مدت روی بیماری‌های مختلف و در بلندمدت موجب تشدید برخی نوسانات اقلیمی و تأثیرات زیست‌محیطی آن، از جمله تغییر دوره‌های زمانی مطلوب از نظر اقلیم آسایش است. منظور از شرایط آسایش انسان مجموعه شرایطی است که از نظر حرارتی حداقل برای ۸۰ درصد افراد مناسب باشد، به عبارت دیگر انسان در آن شرایط، نه احساس سرما کند و نه گرما. بنابراین، آب و هوای بسیار سرد و گرم برای زندگی مناسب نیست. در این مقاله با استفاده از داده‌های اقلیمی ۳۰ ساله دما، رطوبت نسبی و سرعت باد طی دوره آماری (۱۹۷۶-۲۰۰۵) در ایستگاه‌های منتخب تهران (مهرآباد، شمال تهران، ژئوفیزیک و دوشان تپه) و با بهره‌گیری از شاخص فشار عصبی ماه‌های مطلوب و نامطلوب برای آسایش فیزیولوژی انسان در دو دوره ۱۵ ساله تعیین شد. نتایج نشان داد که نواحی شمالی تهران در دوره گرم سال ضریب آسایش مناسبی دارند، اما نواحی جنوبی به علت دارا بودن ضریب شاخص عصبی بالا در شرایط عدم آسایش قرار دارند. همچنین، در دوره سرد نواحی شمالی تهران در شرایط عدم آسایش خنک قرار دارند در حالی که نواحی جنوبی به مراتب شرایط آسایشی بهتری دارند. به طوری که با افزایش روند دمایی در ایستگاه‌ها انتظار می‌رود در آینده نزدیک، ماه‌های سرد شرایط مساعدتری برای آسایش و راحتی فیزیولوژی انسان داشته باشند و متقابلاً در ماه‌های گرم شرایط عدم آسایش تشدید شود.

کلیدواژه

اقلیم، آسایش، تهران، شهرنشینی، شاخص فشار عصبی.

۱. سرآغاز

ساخت و ساز اماکن و ساختمان و نوع گرم و سردکردن آن‌ها با اقلیم رابطه مستقیم دارد، استفاده از اطلاعات و آمار هواشناسی در طراحی و احداث شهرهای جدید و توسعه شهرهای قدیمی می‌تواند این عوارض را به حداقل برساند (زاهدی، ۱۳۶۹). بنابراین، ایجاد هرگونه تأسیسات زیربنایی نظیر احداث سد و جاده، راه‌آهن، فرودگاه‌ها و بنادر و شبکه‌های آبیاری، حفظ منابع آب و خاک، حفاظت

آب و هوا بیش از هر عامل دیگر در نوع و شکل زندگی انسان تأثیر دارد. به طوری که بسیاری از شهرها که بدون توجه به اطلاعات اقلیمی ساخته شده یا گسترش یافته‌اند از مشکلاتی نظیر آلودگی هوا، تأمین آب مورد نیاز و سیل‌خیزبودن منطقه و نظایر این‌ها که جملگی ناشی از عوامل جوی و اقلیمی‌اند در رنج‌اند. تنوع اقلیمی در

جنگل‌ها و منابع طبیعی، حفظ محیط‌زیست، جلوگیری از آلودگی هوا، دسترسی به انرژی‌های سالم و ارزان، توسعه منابع غذایی و تمام عوامل لازم برای دست‌یافتن به توسعه پایدار داشتن اطلاعات و آمار و داده‌های هواشناسی و دسترسی و استفاده بهینه از این اطلاعات و کاربردی کردن آن است. منظور از شرایط آسایش انسان مجموعه شرایطی است که از نظر حرارتی حداقل برای ۸۰ درصد از افراد مناسب باشد، به عبارت دیگر انسان در آن شرایط، نه احساس سرما کند و نه گرما. بعضی از پژوهشگران، در اصطلاح خنثی‌بودن حرارتی را تعبیر دقیق‌تری می‌دانند، زیرا انسان سرما و گرما و ناراحتی موضعی ناشی از مسائل اقلیمی را احساس نمی‌کند (قبادیان و فیض‌مهدوی، ۱۳۷۶).

بهترین شرایط اقلیمی برای زندگی آن است که فرد بدون کوشش و تلاش زیاد بتواند توازن منطقی بین گرمای حاصل‌شده در بدن و گرمای ازدست‌داده برقرار کند، یعنی نه حرارتی از محیط پیرامون دریافت کند و نه حرارتی به محیط پس دهد. بنابراین، آب و هوای بسیار سرد و گرم برای زندگی نامناسب است. کمترین سوخت و ساز در ۱۸ تا ۲۵ درجه سلسیوس انجام می‌شود و کمتر یا بیشتر از آن موجب افزایش سوخت و ساز خواهد شد (هوشور، ۱۳۸۱). در چنین شرایطی ارگانیسم انسان می‌تواند بیلان حرارتی خود را در بهترین شکل موجود حفظ کند، بدون آنکه دچار کمبود یا ازدیاد انرژی شود. در شکل‌گیری شرایط آسایش انسان از دیدگاه اقلیمی چهار عنصر دما، رطوبت، باد و تابش نقش دارند. در بین این عناصر دما و رطوبت تأثیر بیشتری در سلامت و راحتی انسان دارند و به این دلیل بیشتر مدل‌های سنجش آسایش انسان بر این دو عنصر استقرار شده است (علیجانی، ۱۳۷۲؛ صادقی‌روش، ۱۳۸۹). با توجه به تأثیر زیاد اقلیم در آسایش انسان، بشر همواره در جستجوی استفاده بهینه از آب و هوای محل خود بوده است، به همین منظور از دیرباز تا به امروز اندیشمندان زیادی به این موضوع توجه کرده‌اند.

صفایی‌پور و همکاران (۱۳۹۲)، شاخص‌های زیست-اقلیمی مؤثر در ارزیابی آسایش انسان در شیراز را بررسی کردند. نتایج آنان نشان داد که شیراز طی سال با داشتن تنوع بیوکلیمایی، از شرایط گرم تا بسیار خنکی برخوردار است؛ طی فصول زمستان و تابستان از محدوده آسایش زیست-اقلیمی خارج است و با آغاز فصول بهار و پاییز در ماه‌های گذار از سرما به گرما (فروردین) و گرما به سرما (آبان) اقلیم شیراز به شرایط آسایش انسانی نزدیک می‌شود. در مجموع بهار با شرایط منحصر به فرد آسایش انسانی، بهترین فصل برای انجام فعالیت‌های محیطی و گردشگری در شیراز است. بهادری (۱۳۹۱) به بررسی اقلیم و شاخص آسایش در شهرستان بوشهر پرداخته است. نتایج شاخص THI نشان می‌دهد ماه‌های فروردین، اردیبهشت، آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند مطلوب‌اند. در ماه‌های خرداد و مهر اکثر مردم احساس ناراحتی می‌کنند و در ماه‌های شهریور و مرداد کارایی کاهش می‌یابد. درویشی (۱۳۷۸) به بررسی دمای آسایش-محور شاهرود-سمنان از دیدگاه نظامی پرداخته است. همچنین، امیری (۱۳۸۰) تأثیر اقلیم در معماری قم را بررسی کرده است. شعبانی (۱۳۸۱) به منطقه‌بندی اقلیمی بر اساس پارامترهای مؤثر در کیفیت زندگی در استان مرکزی پرداخته است. ساری‌صراف و همکاران (۱۳۸۹) در تعیین مناسب‌ترین شاخص ری‌من^۱ برای مطالعه اقلیم آسایش در شمال استان آذربایجان غربی به این نتیجه رسیدند که از بین شاخص‌های تحت بررسی، نتایج شاخص پت^۲ (دمای معادل فیزیولوژیک) با واقعیات اقلیمی منطقه شمال استان آذربایجان غربی تطابق بیشتری دارد. روشن و همکاران (۱۳۸۷) به مطالعه ویژگی‌های اقلیم آسایش یزد با استفاده از مدل گیونی و تأثیر روند تغییر اقلیم روی آن پرداخته‌اند. قویدل‌رحیمی و احمدی (۱۳۹۲) به برآورد و تحلیل زمانی آسایش اقلیمی تبریز پرداختند. نتایج آنان نشان می‌دهد که بیشترین میزان ساعات آسایش اقلیمی در ماه‌های آگوست، جولای و سپتامبر و کمترین مقدار آن در ماه‌های نوامبر، دسامبر،

شاخص‌های آسایش حرارتی عملی‌اند که بیش از سایر شاخص‌ها استفاده شده‌اند.

$$THI = t_d - (0.55 - 0.55R_h)(t_d - 58)$$

که در آن:

THI : شاخص دما-رطوبت؛

t_d : دمای خشک بر حسب فارنهایت؛

R_h : نم نسبی بر حسب درصد است.

ب) شاخص دمای مؤثر، این شاخص بر پایه دمای هوا و رطوبت نسبی استوار است و به صورت رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$ET = (t - 10) \times \left(1 - \frac{R_h}{100}\right)$$

که در آن:

ET : دمای مؤثر؛

t : دمای هوا؛

R_h : رطوبت نسبی است.

۲. مواد و روش‌ها

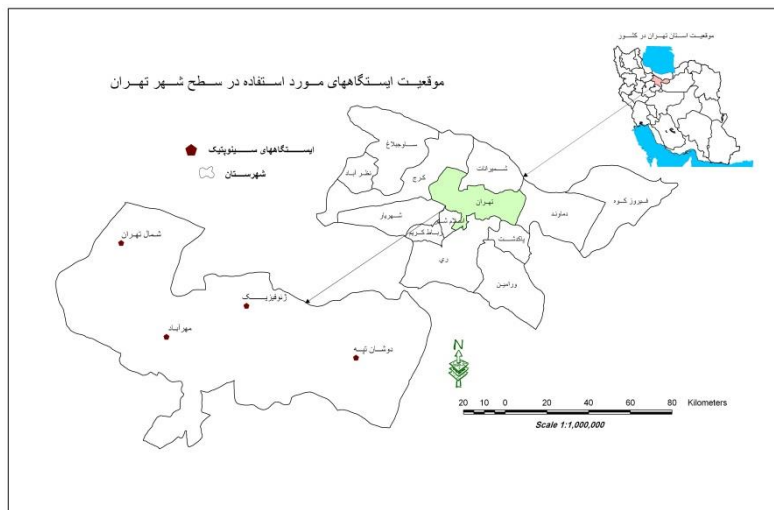
تهران از نظر طبقه‌بندی اقلیمی دارای آب و هوایی گرم و خشک و میانگین بارش سالیانه آن حدود ۲۵۰ میلی‌متر است. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های هواشناسی استفاده‌شده را نشان می‌دهد.

ژانویه، فوریه و مارس متمرکز است. از نظر توزیع متوالی ماه‌های دارای بیشترین ساعات آسایش اقلیمی دوره گرمایی آوریل تا اکتبر بالاترین میزان ساعات آسایش اقلیمی را به خود اختصاص داده‌اند و این در حالی است که دوره نوامبر تا مارس فاقد ساعت آسایش اقلیمی است. پژوهشگران نیز در این زمینه تحقیقاتی انجام داده‌اند که از جمله می‌توان به Givoni (1989)، Thompson (1997)، خلیلی (۱۳۷۸)، کسمایی (۱۳۷۸)، کاویانی (۱۳۸۰) و اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۰) اشاره کرد. بنابراین، با توجه به تأثیر فراوان اقلیم در آسایش انسان و بعضاً گسترش شهرنشینی، در این تحقیق به بررسی این مورد در کلان‌شهر تهران پرداخته شده است.

۱.۱. شاخص‌های آسایش حرارتی

تلاش‌های زیادی به منظور طراحی شاخص‌های عملی ارزیابی آسایش حرارتی انسان صورت گرفته است. در این شاخص‌ها سعی شده است تأثیر رطوبت و حرارت محیط و ترکیب و میزان سطح استرس حرارتی ارائه شود. این شاخص‌ها در مقیاس‌های جهانی و محلی استفاده شده‌اند که دو مورد از آن‌ها در زیر آمده است:

الف) شاخص حرارت-رطوبت (THI) که گاهی شاخص غیرآسایش نامیده می‌شود و دمای مؤثر (ET) از



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی تهران و ایستگاه‌های مورد مطالعه

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (m)	نوع ایستگاه
مهرآباد	۵۱ ۱۹	۴۱ ۳۵	۱۱۹۰	سینوپتیک
ژئوفیزیک	۵۱ ۲۳	۴۴ ۳۵	۱۴۱۸	سینوپتیک
دوشان تپه	۵۱ ۲۰	۴۲ ۳۵	۱۲۰۹	سینوپتیک
شمال تهران	۵۱ ۳۷	۴۷ ۳۵	۱۵۴۸	سینوپتیک

باد است. شاخص به صورت زیر بیان می‌شود:

$$C_I = I - d_I$$

که در آن:

C_I : شاخص عددی آسایش؛

I : شاخص دمای مؤثر و رطوبت با فرض شرایط آرام

هوا؛

d_I : شاخصی است که اثر سرمایش اضافی ناشی از

حرکت هوا را اضافه می‌کند؛

d_I و I : از روابط زیر به دست می‌آیند:

$$I = (0.5 + U^2 \times 10^{-4}) \times (T - 80 + 0.11U)$$

$$d_I = -0.35V^{0.5} (20 + 0.5U - 0.2T)$$

که در آن:

T : دما بر حسب فارنهایت؛

U : رطوبت نسبی بر حسب درصد؛

V : سرعت باد بر حسب نات بر ساعت است.

پس از به دست آوردن ضریب آسایش از روابط بالا،

برای پی‌بردن به آهنگ گرمایش از جدول ۲ استفاده

می‌شود (محمدی، ۱۳۸۵):

جدول ۲. درجه‌بندی ضریب‌های آسایش مرطوب با اقلیم گرم

آهنگ گرمایش	ضریب آسایش (CI)
خنک با شرایط عدم آسایش	کمتر از -۵
خنک	بین -۵ تا -۱
آسایش	۰
گرم با شرایط آسایش	بین ۱ تا ۵
گرم با شرایط عدم آسایش	بین ۶ تا ۱۰
شرایط عدم آسایش زیاد	بین ۱۱ تا ۱۵
کاملاً شرایط عدم آسایش	بیشتر از ۱۵

در این مقاله رابطه بین ۳ عنصر دما، رطوبت نسبی و سرعت باد برای ۲ دوره ۱۵ ساله آماری از سال ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۵ برای ایستگاه‌های منتخب تهران شناسایی و با استفاده از شاخص فشار عصبی مطالعه شده است. مشخصات ایستگاه‌های استفاده‌شده در این تحقیق در جدول ۱ آمده است.

۳. شاخص فشار عصبی

شناخت تأثیر عناصر اقلیمی در نحوه تبادل گرمایی بین انسان و محیط ریشه در روش‌های گسترده‌ای دارد که می‌تواند به‌منزله اقلیم از نظر سلامت و آسایش انسان تجزیه و تحلیل شود. این‌گونه تجزیه و تحلیل‌ها در قالب آنچه موسوم به شاخص‌های فشار عصبی است انجام می‌شود. این شاخص‌ها نوع فشار فیزیولوژیکی واردآمده برای برقراری آسایش بین جذب و دفع گرما را مشخص می‌کنند. نرخ جذب یا دفع گرما تا حدی به فعالیت مشخص و تا حدی هم به گرادیان حرارتی و رطوبتی بین بدن و محیط‌زیست بستگی دارد (لایقی، ۱۳۸۲). هدف این شاخص تشریح سطح آسایش با استفاده از دما، رطوبت و

عصبی در دوره دوم نشان داد که این ضرایب در اکثر ماه‌های سال در ایستگاه‌های مورد مطالعه روند صعودی داشته‌اند. به عبارت دیگر، از شرایط آسایش حرارتی سرد به شرایط آسایش حرارتی گرم نزدیک شده است که نشان‌دهنده افزایش دمایی و تغییر اقلیم در منطقه مورد مطالعه است. در این دوره نیز در ماه‌های ژانویه و دسامبر آهنگ گرمایشی به صورت خنک با شرایط عدم آسایش بوده، به طوری که در این دوره نیز ایستگاه شمال تهران دارای حداکثر شرایط عدم آسایش طی دوره سرد سال بوده است. همچنین، طی دوره گرم سال نیز ماه‌های آوریل، می، ژوئن، جولای، آگوست، سپتامبر و اکتبر دارای آهنگ گرمایشی شرایط گرم با عدم آسایش تا عدم آسایش کامل بوده‌اند. در این بین ماه‌های فوریه، مارس و نوامبر دارای بهترین شرایط آسایش بوده‌اند (جدول ۴).

۱.۳. تجزیه و تحلیل شاخص فشار عصبی در منطقه

مورد مطالعه

به منظور شناخت وضعیت بیوکلیماتیک در ایستگاه‌های مورد مطالعه تهران، ضرایب آسایش حرارتی طی دو دوره ۱۵ ساله محاسبه شدند. با توجه به جدول ۳ در دوره اول در ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر آهنگ گرمایشی به صورت خنک با شرایط عدم آسایش است، به طوری که ایستگاه شمال تهران دارای حداکثر شرایط عدم آسایش طی دوره سرد سال بوده است. همچنین، طی دوره گرم سال نیز ماه‌های می، ژوئن، جولای، آگوست و سپتامبر دارای آهنگ گرمایشی شرایط گرم با عدم آسایش تا عدم آسایش کامل بوده‌اند. در این بین ماه‌های مارس و اکتبر دارای بهترین شرایط آسایش و ایستگاه مهرآباد نسبت به ایستگاه‌های دیگر طی سال دارای شرایط آسایشی به مراتب بهتری است.

به طوری کلی ضرایب به دست آمده از شاخص فشار

جدول ۳. ضرایب آسایش شاخص فشار عصبی ماهانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه (دوره اول)

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
مهرآباد	-۵/۳	۵/۲	۱۱/۲	۱۴/۵	۱۵/۲	۱۵/۳	۱۷/۵	۱۴/۶	۱۲/۹	۹/۶	۴	-۶/۳
شمال تهران	-۲۱/۸	-۱۶	-۵/۸	۳/۳	۷/۷	۹/۴	۱۱/۳	۱۰/۸	۷/۸	۳	-۵/۴	-۱۵/۸
دوشان جنوب	-۱۱/۱	-۳/۹	۶/۴	۱۳/۱	۱۶/۴	۱۶/۴	۱۷/۵	۱۶/۸	۱۳/۲	۱۰/۳	۲/۵	-۵/۹
ژئوفیزیک	-۲/۱	۳/۶	۱۱/۴	۱۹/۳	۲۱/۴	۱۹/۵	۱۸/۹	۱۷/۲	۱۵/۷	۱۵	۱۰/۶	۱/۳

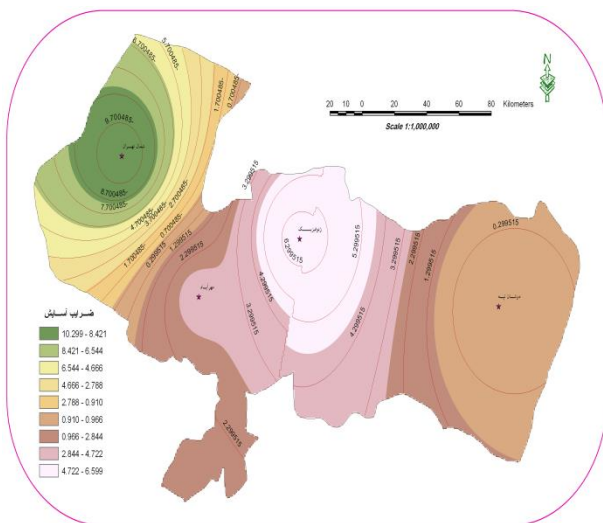
جدول ۴. ضرایب آسایش شاخص فشار عصبی ماهانه در ایستگاه‌های مورد مطالعه (دوره دوم)

ایستگاه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
مهرآباد	-۰/۸	۶/۸	۱۲	۱۷/۶	۱۸/۷	۱۸/۹	۲۰/۵	۱۸/۹	۱۶/۱	۱۲/۸	۶/۸	-/۴
شمال تهران	-۱۴/۲	-۶	۱	۷/۵	۱۰/۸	۱۲/۲	۱۴/۲	۱۳/۴	۱۰/۴	۷/۴	-۳/۶	-۱۲/۹
دوشان جنوب	-۴/۹	۱/۱	۵/۹	۱۲/۹	۱۵/۵	۱۵/۵	۱۷/۷	۱۶/۷	۱۳/۸	۱۰/۳	۳/۹	-۴/۲
ژئوفیزیک	-۲/۷	۷/۲	۱۳/۲	۱۹/۵	۲۲/۸	۲۰/۶	۲۴/۵	۲۲/۷	۱۹/۶	۱۷/۳	۸/۶	-۲/۲

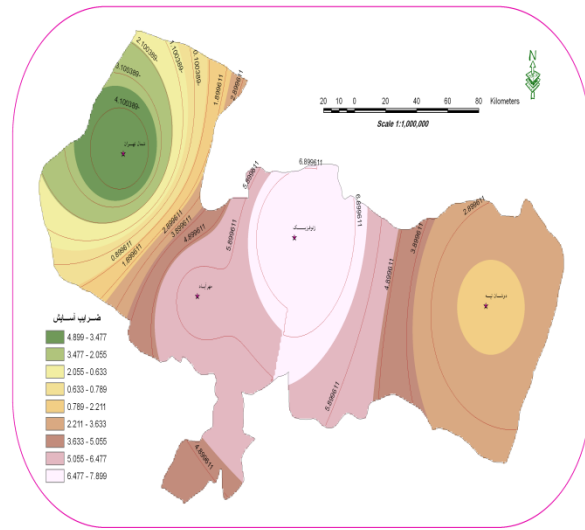
۲.۳. پهنه‌بندی مقادیر شاخص فشار عصبی

پس از محاسبه ضرایب شاخص فشار عصبی، برای نشان‌دادن بهتر تغییرات ضریب آسایش حرارتی در تهران پهنه‌بندی صورت گرفت. بدین منظور در این تحقیق سعی شد از روش‌های موجود برای انترپولاسیون و تحلیل فضایی داده‌های مکانی، از مدل میان‌یابی وزن‌دهی معکوس^۳ استفاده شود. در این مدل در یک سطح میان‌یابی اثر یک پارامتر در نقاط اطراف یکسان نبوده است و نقاط نزدیک بیشتر و نقاط دور کمتر تحت تأثیرند و هرچه

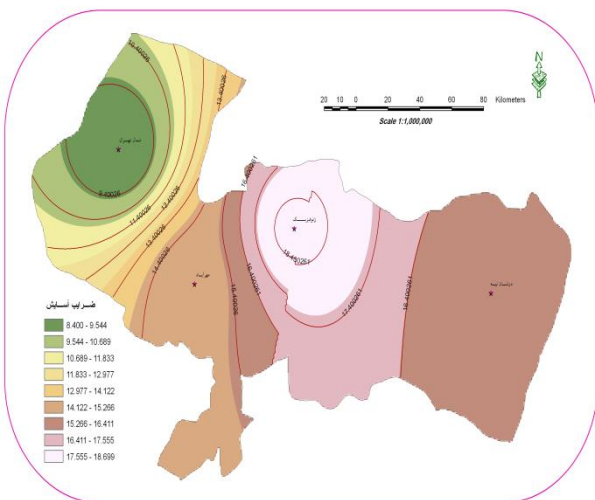
فاصله از مبدأ افزایش یابد، اثر کمتر خواهد شد (مک‌کوی و جانستون، ۱۳۸۵). در این روش پس از مشخص کردن ضرایب شاخص فشار عصبی طی دو دوره ۱۵ ساله گرم (شکل ۲-۳) و سرد (۴-۵)، ضرایب آسایشی به سطح تعمیم داده شدند. در نهایت نقشه تغییرات آسایشی با استفاده از نرم‌افزار GIS (Arc Map) روی نقشه اعمال شد و نقشه‌های پهنه‌بندی تولید شدند.



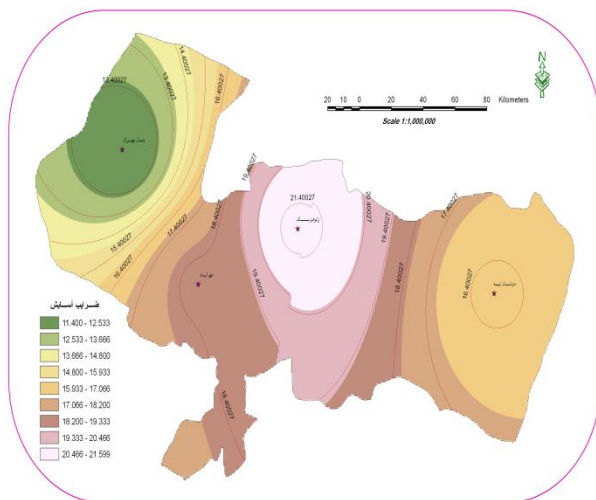
شکل ۳. پهنه‌بندی ضرایب شاخص فشار عصبی دوره گرم دوم



شکل ۲. پهنه‌بندی ضرایب شاخص فشار عصبی دوره گرم اول



شکل ۵. پهنه‌بندی ضرایب شاخص فشار عصبی دوره سرد دوم



شکل ۴. پهنه‌بندی ضرایب شاخص فشار عصبی دوره سرد اول

همچنین، طی دوره گرم سال نیز ماه‌های آوریل، می، ژوئن، جولای، آگوست، سپتامبر و اکتبر دارای آهنگ گرمایشی شرایط گرم با عدم آسایش تا عدم آسایش کامل بوده‌اند. در این بین ماه‌های فوریه، مارس و نوامبر دارای بهترین شرایط آسایش بوده‌اند. نتایج پهنه‌بندی نیز نشان داد که نواحی شمالی شهر، به مراتب در دوره سرد در شرایط عدم آسایش بوده‌اند و در عین حال در دوره گرم وضعیت مطلوبی جایگزین آن می‌شود (شکل ۲-۳). این در حالی است که در نواحی جنوبی، در فصل سرد شرایط آسایش حرارتی حاصل شده است و در دوره گرم سال عدم آسایش جایگزین آن می‌شود (شکل ۴-۵). در نهایت می‌توان گفت نواحی شمالی تهران در دوره گرم سال دارای ضریب آسایش مناسبی‌اند، اما نواحی جنوبی به علت دارابودن ضریب شاخص عصبی بالا در شرایط عدم آسایش قرار دارند. همچنین، در دوره سرد نواحی شمالی تهران در شرایط عدم آسایش خنک و نواحی جنوبی در شرایط آسایشی به مراتب بهتری قرار دارند.

یادداشت‌ها

1. Ray Man
2. physiological equivalent temperature (PET)
3. Inverse distance weighting (IDW)

۴. بحث و نتیجه‌گیری

ضرایب آسایشی شاخص فشار عصبی برای هر یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه طی دو دوره ۱۵ ساله برای ماه‌های مختلف سال محاسبه و ارزیابی شدند. به طوری که نتایج نشان داد طی دوره اول در ماه‌های ژانویه، فوریه و دسامبر آهنگ گرمایشی به صورت خنک با شرایط عدم آسایش و ایستگاه شمال تهران دارای حداکثر شرایط عدم آسایش طی دوره سرد سال بوده است. همچنین، طی دوره گرم سال نیز ماه‌های می، ژوئن، جولای، آگوست و سپتامبر دارای آهنگ گرمایشی شرایط گرم با عدم آسایش تا عدم آسایش کامل بوده‌اند. در این بین ماه‌های مارس و اکتبر دارای بهترین شرایط آسایش بوده‌اند و ایستگاه مهرآباد نسبت به ایستگاه‌های دیگر طی سال دارای شرایط آسایشی به مراتب بهتری است. به طوری کلی در دوره دوم نیز نتایج نشان داد که این ضرایب در اکثر ماه‌های سال در ایستگاه‌های مورد مطالعه روند صعودی داشته‌اند، به عبارت دیگر از شرایط آسایش حرارتی سرد به شرایط آسایش حرارتی گرم نزدیک شده که نشان‌دهنده افزایش دمایی و تغییر اقلیم در منطقه مورد مطالعه است. در این دوره نیز در ماه‌های ژانویه و دسامبر آهنگ گرمایشی به صورت خنک با شرایط عدم آسایش و در ایستگاه شمال تهران دارای حداکثر شرایط عدم آسایش طی دوره سرد سال بوده است.

منابع

- امیری، آ. ۱۳۸۰. تأثیر اقلیم بر معماری شهر قم، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرری، گروه جغرافیای طبیعی.
- اسماعیلی، ر.، گندمکار، ا.، حبیبی‌نوخندان، م. ۱۳۹۰. ارزیابی اقلیم آسایشی چند شهر اصلی گردشگری ایران با استفاده از شاخص دمایی معادل فیزیولوژیک (PET)، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۵، بهار ۱۳۹۰، صص ۱-۱۸.
- بهادری، ع. ۱۳۹۱. بررسی اقلیم و شاخص آسایش در شهرستان بوشهر، اداره کل هواشناسی استان بوشهر، بهار ۱۳۹۱.
- خلیلی، ع. ۱۳۷۸. تحقق سه‌بعدی روزهای گرمایش و سرمایش ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره‌های ۵۴ و ۵۵.
- درویشی، ر. ۱۳۷۸. بررسی دمایی آسایش محور شاهرود-سمنان از دیدگاه نظامی، پایان‌نامه کارشناسی، دانشگاه تهران، دانشکده ادبیات، گروه جغرافیا، رشته جغرافیای طبیعی.
- روشن، غ.، نگهبان، س.، حسام، م. ۱۳۸۷. مطالعه ویژگی‌های اقلیم آسایش شهر یزد با استفاده از مدل گیونی و تأثیر روند تغییر اقلیم، مجموعه مقالات اولین همایش علمی سراسری دانشجویی جغرافیا، ۷-۸ آبان، صص ۱۶۴-۱۶۸.

- زاهدی، م. ۱۳۶۹. کاربرد آب و هواشناسی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱۹.
- ساری صراف، ب.، محمدی، غ.ج.، حسینی صدر، ع. ۱۳۸۹. تعیین مناسب‌ترین شاخص Ray Man برای مطالعه اقلیم آسایش در شمال استان آذربایجان غربی، چهاردهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، تهران، ۲۱-۲۳ اردیبهشت ۸۹، مؤسسه ژئوفیزیک، مقالات شفاهی، فیزیک فضا، صفحه ۱۰۰-۱۰۵.
- شعبانی، ف. ۱۳۸۱. منطقه‌بندی اقلیمی بر اساس پارامترهای مؤثر بر کیفیت زندگی در استان مرکزی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد تهران مرکزی گروه جغرافیا.
- صفایی پور، م.، شبانکاری، م.، تقوی، س. ط. ۱۳۹۲. شاخص‌های زیست اقلیمی مؤثر بر ارزیابی آسایش انسان (مطالعه موردی: شهر شیراز)، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۴، پیاپی ۵۰، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲.
- صادقی‌روش، م.ج. ۱۳۸۹. مقایسه میزان آسایش حرارتی انسانی در شرایط آب و هوایی خشک و مرطوب مطالعه موردی شهر یزد و ساری، فصلنامه علمی- پژوهشی خشک‌بوم، جلد ۱، شماره ۲، زمستان ۱۳۸۹.
- علیچانی، ب. ۱۳۷۲. نگرش نو در کاربرد آب و هواشناسی در مدیریت منابع و توسعه کشور، نقش آب و هوا در طراحی مسکن، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۳۵، زمستان ۱۳۷۲.
- قبادیان، و.، فیض‌مهدوی، م. ۱۳۷۶. طراحی اقلیمی- اصول نظری و اجرای کاربردی انرژی در ساختمان، انتشارات دانشگاه تهران.
- قویدل‌رحیمی، ی.، احمدی، م. ۱۳۹۲. برآورد و تحلیل زمانی آسایش اقلیمی شهر تبریز، جغرافیا و توسعه شماره ۳۳، زمستان ۱۳۹۲، صص ۱۷۳-۱۸۲.
- کاویانی، م.ر. ۱۳۸۰. میکروکلیماتولوژی، انتشارات سمت.
- کسمایی، م. ۱۳۷۸. اقلیم و معماری، انتشارات بازتاب با همکاری شرکت خانه‌سازی ایران، تهران.
- لایقی، ب. ۱۳۸۲. بررسی نحوه تأثیر عناصر اقلیمی بر صنعت گردشگری در استان گیلان، هواشناسی رشت.
- محمدی، ح. ۱۳۸۵. آب و هواشناسی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، صص ۱۸۷-۱۸۹.
- محمدی، ح.، سعیدی، ع. ۱۳۸۷. شاخص‌های زیست- اقلیمی مؤثر بر ارزیابی آسایش انسان مطالعه موردی: شهر قم، ۸۶ مجله محیط‌شناسی، سال سی و چهارم، شماره ۴۷، پاییز ۸۷، صفحه ۷.
- مک‌کوی، ج.، جانستون، ک.، ترجمه میرمحمد صادقی، م. ۱۳۸۵. آموزش نرم‌افزار Arc Gis (اسپشال آنالیز)، انتشارات فرات، چاپ اول، ص ۱۱۰.
- هوشور، ز. ۱۳۸۱. اصول و مبانی پاتولوژی جغرافیای ایران، جلد اول، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

Givoni, B., 1989. Man, climate and Architecture, John, Willy USA.

Thompson, R.D.; Perry, A. 1997. Applied climatology principles and practice, Rutledge, U.K.