

## تحلیل آسایش انسان از نظر عوامل اقلیمی در استان تهران

محمود احمدی<sup>۱</sup>

### چکیده

عناصر اقلیمی بر روی آسایش انسان تأثیر فراوان دارد. پژوهش حاضر به تحلیل آب و هوا در استان تهران پرداخته است. هدف از انجام این تحقیق، شناسایی مناطق مطلوب آسایش در استان است. به دلیل گستردگی شهرها در این پژوهش سعی گردیده است صرفاً به مراکز مهم توجه شود. در آسایش انسان بیشتر عناصر بارش، دما، رطوبت و سرعت باد اثر دارد. در روش کار نسبت به استخراج آستانه‌های اقلیمی مذکور بر اساس آمار سینوپتیک ۸ ایستگاه اقلیمی استان به صورت روزانه طی یک دوره ۲۳ ساله اقدام گردید. سپس درصد فراوانی روزانه عناصر تأثیرگذار طی یک برنامه نرم‌افزار کامپیوتری به دست آمده و محاسبه شد. در مرحله بعد بر مبنای مدل (A.H.P) به صورت وزن‌دهی و بر اساس درجه اهمیت طی یک جدول ماتریسی به عدد مطلوبیت هر عنصر اقلیمی دست یافته‌ایم در نهایت بر روی نقشه استان بر مبنای فصول سال نسبت به شناسایی مناطق مناسب اقدام شده است. بنابراین نتایج تحقیق نشان داد آسایش انسان بر مبنای فصول سال متفاوت و در فصل زمستان شهر تهران به دلیل جزیره گرمایی در حداکثر و سایر مناطق در حداقل است و در فصل تابستان مناطق شمالی استان در حداکثر و مناطق جنوبی در حداقل به سر می‌برد. مطلوبیت مناسب در طول سال ۵۰ درصد برای کل استان در نیمه شمالی و هر چه به طرف نیمه جنوبی استان پیش می‌رویم این روند به حداقل رسد.

کلیدواژگان: آسایش اقلیمی، تهران، مدل A.H.P.

---

۱. استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی.

## مقدمه

توسعه زندگی شهری و صنعتی مشکلات فزاینده‌ای را در زمینه آسایش و راحتی انسان فراهم آورده است. به همین تناسب قطب‌بندی و شناخت آن در هر کشوری بر اساس میزان فعالیت انسان‌ها متناسب با مکان‌های جغرافیایی حائز اهمیت بوده، و مراکز حساس جمعیتی مثل پایتخت‌ها و ... از توجه بیشتری برخوردار هستند. فزونی تأثیر انسان‌ها روی اقلیم محلی با توسعه شهرها ظهور می‌یابد. ساختن هر کارخانه، جاده، خانه و غیره، میکروکلیم‌های یک منطقه را تغییر داده و مجموعه پیچیده جدیدی را به وجود می‌آورد (بیدختی و سعادت‌آبادی، ۱۳۸۲). نقش شهرها در تغییرات اقلیمی طی دهه ۱۹۳۰ توسط دانشمندان مشخص شد. اولین مطالعات را کراتزر (1937) با موضوعاتی مثل رطوبت، ابرها و بارش در شهر مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت، شهرها و شهرنشینی موجب افزایش مقدار بارندگی می‌گردد و در آسایش ساکنین مهم است (راحلی، ۱۳۸۱). عمده تحقیقات در زمینه اقلیم شهری از دهه ۱۹۷۰ آغاز گردید. چاندلر (Chandler, 1970) در انگلستان و لندزبرگ (Lendzberg, 1974) در آمریکا و اروپای غربی و اوک (Oke) در کانادا، ضمن تحقیقات گسترده به بررسی تغییرات در روند برخی عناصر اقلیمی مانند دما، کاهش دید افقی، رطوبت نسبی و بارش شهرها پرداختند و به نتایج مشابهی دست یافتند (Oke, 1978). از بهترین نمونه‌های تغییر اقلیم پدیده جزیره گرمایی شهرها است. تغییراتی که انسان در فضای شهرها به وجود می‌آورد به طور مستقیم و غیرمستقیم در آب و هوای شهرها تأثیر می‌گذارد. این تأثیرات به ویژه در منطقه پرتراکم و پرجمعیت شهر کاملاً محسوس است. مطالعه شهرها به عنوان مهمترین محل سکونت انسانی و متأثر از اقلیم از اهمیت بیشتری برخوردار است. چاندلر (۱۹۷۰) یافته‌هایی با ۱۸۰۰ عنوان پیرامون اقلیم شهری به سازمان جهانی هواشناسی ارائه نمود. تأثیر شهر بر مقدار بارش در نیمه دوم قرن بیستم مورد توجه دانشمندان اروپایی قرار گرفت. از جمله تحقیقات در آمریکا پروژه جهانی مترومکس (Metromex) است که توسط چانگنون (Changnon, 1977) و اکرمین و همکارانش (۱۹۷۸) انجام شد (راحلی، ۱۳۸۱).

آنچه جغرافیدانان و هواشناس بنام اقلیم (آب و هوا) از آن سخن می‌گویند مجموع پدیده‌های جوی متنوعی است مثل باد، باران، سرما، گرما، رطوبت، فشار هوا، تبخیر، رعد و برق، نور و

... هنگامی که این پدیده‌ها درهم آمیزند و بر روی هم تأثیر بگذارند خود دانش پیچیده‌ای را به وجود می‌آورند که اصطلاحاً به آن متئوروپاتولوژی (Meteoropathology) می‌گوییم (هوش‌ور، ۱۳۸۱).

به کارگیری طولانی انسان در شرایط سخت و مختلف جوی باعث کاهش قدرت جسمانی و فکری آنها و یا گرمزدگی و سرمازدگی می‌گردد. با عوض شدن فصل و جابجا شدن افراد در شرایط جوی نامناسب امراض مختلفی مثل سرماخوردگی و ... تشدید می‌شود. تأثیر جوی می‌تواند از مقاومت بدن در برابر امراض بکاهد. گرما و سرمای زیاد مانع از فعالیت‌های بدن می‌گردد باد و باران و برف بر روی افراد تأثیر دارد. برف می‌تواند کوری موقت ایجاد کند. باد اگر در دمای زیر  $18^{\circ}\text{C}$  - بوزد باعث انجماد بدن می‌شود دمای زیاد باعث تبخیر آب بدن انسان می‌گردد و افراد دچار کم آبی می‌شوند (آهنی و محسنی، ۱۳۸۴). دما بر روی انسان‌ها و تأسیسات، ساختمان‌ها و حیوانات و گیاهان در طول فصول سال تأثیرات چشمگیری دارد. بررسی عنصر دما از دو نگاه مورد مطالعه قرار گرفته است گرما و سرما دو پدیده‌ای است که به کرات در محیط‌های مختلف به طور مستقیم تأثیرات چشمگیر و اثرات قابل توجهی دارند. طی سال‌های اخیر دانشمندان زیادی مطالعات خود را روی دما معطوف داشته‌اند. استدمن (Steadman, 1997) روشی را به نام شاخص دمای ظاهری ابداع و چگونگی احساس گرما را در ترکیبی از رطوبت و دما نشان داد. بر این اساس دمای  $48^{\circ}\text{C}$  آستانه حساس درد در انسان است و دمای  $60^{\circ}\text{C}$  نیز می‌تواند موجب سوختگی از نوع درجه یک شود (آهنی و محسنی، ۱۳۸۴). سرما نیز پیامدهای اقلیمی متفاوتی بر روی انسان دارد. در سرمای زمستان سال ۱۹۴۱ و ۱۹۴۲ نیروهای ارتش آلمان در روسیه صدها هزار تلفات را متحمل شدند. و بدلیل یخ‌زدگی بخشی از اعضای بدن ۱۵ هزار سرباز آلمانی قطع گردید (Collins, 1998). وقتی باد بوزد احساس می‌کنیم هوا سرد است این سنجش (احساس سردی) را شاخص سوز باد می‌نامند (پاینده، ۱۳۸۳).

بدن انسان همانند یک ژنراتور انرژی حرارتی تولید می‌کند. این حرارت معمولاً در  $37^{\circ}\text{C}$  ثابت نگهداشته می‌شود. تنظیم این آستانه توسط غده هیپوتالاموس در مغز انسان صورت می‌گیرد. این روند در طول شبانه‌روز متغییر و نوسانی در حدود  $1/4$  درجه سلسیوس دارد.

بدن انسان قادر است به دو صورت واکنش نشان دهد، لرزش در محیط سرد و عرق کردن در محیط گرم، عواملی که سبب می‌شود شخص احساس گرما یا سرما نماید به دو بخش عوامل محیطی و عوامل فردی تقسیم می‌شود. عوامل محیطی شامل دمای هوا، سرعت باد، تابش خورشید، رطوبت هوا است. عوامل فردی شامل میزان فعالیت فردی، مقدار لباس پوشیده شده، تفاوت‌های فردی (سن، جنس، بیماری و...) است. مقدار لباسی که هر فرد می‌پوشد کلو<sup>۱</sup> (Clo) نامیده می‌شود (پاینده، ۱۳۸۳). برای یک انسان بهترین حالت آن است که فرد در تبادل با محیط آسایش بیشتری داشته باشد در این حالت می‌تواند فعالیت‌های و کارایی خود را به حداکثر برساند این موضوع طی سال‌های اخیر تحت عنوان شاخص‌های دما مورد بررسی قرار گرفته است. شاخص‌های از قبیل داغی حرارت تابستان، دما رطوبت، دمای مرطوب محفظه کروی، آسایش فانگر، و شاخص دمای مؤثر از مهمترین آن است. ساختمان‌ها نیز در آسایش انسان مؤثر است. ساختمان‌هایی که بر اساس طراحی اقلیمی بنا می‌شوند نه تنها در مقابل عوامل نامساعد جوی عملکرد خوبی دارند بلکه یک محیط زندگی انسان سالم و زیبا را فراهم می‌کند اگر چه انرژی نیز قادر است از راه‌های مختلف مانند دیوارها، سقف‌ها، پنجره‌ها، کف‌ها و سایر طرق تبادل حرارت به داخل یا خارج از ساختمان انتقال دهد (قبادیان و مهدوی، ۱۳۷۶).

تحقیقات در زمینه آسایش انسان عمری طولانی ندارد ولی محققین زیادی طی سال‌های اخیر در این زمینه پژوهش‌هایی را انجام داده‌اند. اولگی (Olgyay, 1953) رشته بیوکلایمتیک (زیست اقلیمی) را تأسیس نمود. در اواخر دهه ۱۹۴۰ فینچ طراحی اقلیمی را مورد استفاده قرار داد و گیونی (۱۹۷۶)، جدول بیوکلایمتیک را طراحی و دانشمندان زیادی در زمینه طراحی اقلیمی مطالعات ارزشمندی را از خود بر جای گذاشته‌اند (قبادیان و مهدوی، ۱۳۷۶). استدمن (Steadman, 1971) اولین انطباق باد را بر اساس فرض نفوذ حرارت از لباس، کاهش حرارت بر اثر بازدم، و عوامل آن تحت عنوان دمای هم‌ارز سوز باد برای بدن انسان تحقیق

---

۱. یک کلو عبارت است از: مقدار لباس یک فرد در حالت استراحت (نشسته) پوشیده باشد. در حالی که در محیطی با دمای ۲۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵۰ درصد در معرض جریان هوا با سرعت 0/5m/s قرار گرفته و با آن مقدار لباس احساس آسایش کند.

نمود. ماهانی (Mahaney, 1971) تحقیقات وسیعی را آغاز و در فراهم شدن آسایش انسان عوامل دما، نم نسبی و سرعت باد را مؤثر و جدولی را ارائه کرد که منطقه آسایش شب و روز هر ماه را با توجه به معدل سالیانه دمای محل مورد مطالعه و معدل رطوبت نسبی همان ماه تعیین می نمود (وب سایت aftarb.ir). در دهه دوم قرن بیستم توسط انجمن مهندسين تأسیسات امریکایی مؤسسه اشرا (Ashrae) یکی از رایج ترین شاخص های وضعیت گرمایی بنام دمای مؤثر (ET) ارائه گردید (رازجویان، ۱۳۶۷). فانگر (Fanger, 1972) تمام مراحل اقلیمی و فیزیولوژیکی را که در ارتباط با دما مؤثر بوده اند مورد مطالعه و آزمایش قرار داد. در سال ۱۹۷۴ «اشری» استاندارد آسایش را ارائه نمود و طی تحقیقات مدون از سال ۱۹۵۵ الی ۱۹۷۴ اساس عکس العمل های افراد بالغ و در حالت نشسته و لباس سبک را برای محل کار اداری در کارگران بنیاد جی - بی - پیرس بررسی کرد. گونزالیس (1977) و گلدمن (1978) تحقیقات جامعی را در خصوص اثر لباس بر روی آسایش افراد انجام و ثابت نمودند که ۸۰ درصد از آزمایش شونندگان در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد و با لباس ۱/۲ تا ۰/۹ (Clo) ابراز رضایت دارند (قبادیان و مهدوی، ۱۳۷۶).

گیونی (۱۹۸۰) مطالعات جامع تری در خصوص رابطه ساختمان با شرایط اقلیمی در آسایش مناطق انجام داد و جهت ارائه چنین خصوصیتی از جدول سایکرومتریک که رابطه آسایش انسان و شرایط گرمایی محیط اطرافش را با دقت بیشتری مشخص می نماید استفاده نمود و چگونگی احساس گرما را نیز در ترکیبی از رطوبت و دما در سال ۱۹۷۹ در ارتباط با فعالیت های انسان نشان داد و این شاخص را بنام "شاخص دما" نامید (قبادیان، مهدوی ۱۳۷۶).

پیپی (1987) شاخصی به نام «داغی حرارت تابستانی» ارائه نمود (پاینده، ۱۳۸۳). همچنین محققین کشور چین به دلیل وسعت زیاد و شرایط آب و هوایی و شاخص حرارتی آسایش از جنبه صنعت توریسم در سال 1993 بررسی هایی بر روی انسان ها انجام و نتایج این تنوع و تفاوت های اقلیمی و حرارتی آن را جهت گسترش و توسعه سریع این صنعت به کار گرفتند (احمدی، ۱۳۷۵). حسن (1994) در کشور بنگلادش در خصوص آسایش حرارتی تحقیقاتی انجام داد. الیاس بین (1994) تحقیقاتی در منطقه اوربال بنگلادش در خصوص ارتباط بین آسایش حرارتی انسان با محیط بیرونی گرمسیری به رشته تحریر درآورد. زهین های (1995) مباحث بنیادی درباره ی فرایند تهویه جهت

بهبود بخشیدن شرایط آسایش حرارتی و کیفیت هوای درون ساختمان‌ها ارائه نمود (احمدی، ۱۳۷۵). چان (۲۰۰۴) تحقیقاتی در ارتباط با مقدار پوشش لباس به منظور عایق‌سازی بدن نسبت به دما در اهداف نظامی انجام داد (پاینده، ۱۳۸۳).

در دهه‌های اخیر در ایران تحقیقات کسمائی در خصوص پهنه‌بندی اقلیمی، طراحی اقلیمی، اقلیم و معماری همساز با اقلیم و ... رئوس کلی و جامع آسایش انسان و ساختمان را به طور مبسوط بیان داشت (منابع موجود وزارت مسکن و شهرسازی ۱۳۸۵). غیور (۱۳۷۱) تأثیر اقلیم در معماری فولادشهر (تشعشع، دما و رطوبت) و در سال ۱۳۷۴ اقلیم کاربردی که به موضوع تشعشع دما در ارتباط با معماری بود پرداخت. همچنین کاویانی در خصوص پدیده شرجی در سواحل جنوبی کشور در ارتباط با آسایش بیان نمود. وی همچنین مقاله‌ای را پیرامون اقلیم کاربردی تشعشع و دما در ارتباط با معماری به چاپ رسانید. در همین سال بررسی و تهیه نقشه زیست اقلیم انسانی ایران بر اساس مدل ترجونگ را ارائه نمود (کاویانی، ۱۳۷۲). علیجانی (۱۳۷۳)، به نقش آب و هوا در طراحی مسکن پرداخت. همچنین ایشان در خصوص نگرش نو و کاربرد آب و هواشناسی در مدیریت محیط، طراحی الگوی معماری متناسب با شرایط آب و هوایی در شهر تبریز پژوهشی ارائه نمودند. قادری (۱۳۷۳) به کاربرد اقلیم در طراحی ساختمان (لارستان) پرداخت. آسیایی و همکاران (۱۳۸۳) طی مطالعاتی نقش معماری همساز با ویژگی‌های اقلیمی مناطق در جهت بهینه‌سازی مصرف سوخت و انرژی را در ایران مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار دادند. جهانبخش (۱۳۷۷) مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی زیست اقلیم انسانی تبریز و نیازهای حرارتی ساختمان ارائه نمود. رازجویان (۱۳۷۹) آسایش در پناه باد را به طور مبسوط در قالب کتابی بیان نمود. سلیقه (۱۳۸۳) مدل‌سازی مسکن همساز با اقلیم برای شهر چابهار به منظور استفاده حداکثر از جهت تابش، دما، بارش و رطوبت را استفاده و مطرح نمود. علیمحمدی (۱۳۸۸) مجری طرح آمایش استان تهران، برای تعریف آسایش اقلیمی مناطق خوش آب و هوایی اعتقاد دارد. چنانچه ۸۰ درصد افراد به طور تصادفی در یک منطقه انتخاب شوند و از نظر رطوبتی و حرارتی یک قضاوت ذهنی مناسب از حالت آسایش داشته باشند شرایط آسایشی مناسب است. بدین منظور طی بررسی‌های به عمل آمده هشت شاخص را بر اساس مطالعات دیگران بررسی و به این نتیجه رسید که بر مبنای یک شاخص فراگیر با در نظر گرفتن عناصر متعدد کمربندی میانی استان مناسب‌ترین

کلاس خوش آب و هوایی را دارد (دلپذیر) و با حرکت به سمت شمال و جنوب این شاخص کاهش می‌یابد.

اینچه که می‌توان نتیجه گرفت آنکه تحقیقات صورت گرفته در کشور به صورت پراکنده بوده است ولی پژوهش جامعی در سطح استان تهران بر مبنای زمانی و در نظر گرفتن تمام عناصر مؤثر تاکنون انجام نپذیرفته، لذا این تحقیق سعی دارد بر مبنای یک مدل اقلیمی این وضعیت (آسایش ساکنین در فصول سال) را بررسی نماید.

## کلیات

استان تهران با مساحتی بالغ بر ۱۸۷۰۳ کیلومتر مربع در موقعیت جغرافیایی ۱۰ و ۵۰° تا ۰۹ و ۵۳° طول شرقی و ۵۲ و ۳۴° تا ۲۱ و ۳۶° عرض شمالی در بخش مرکزی شمال کشور قرار گرفته است (شکل ۱). این استان از شمال به استان مازندران، از شرق به استان سمنان، از غرب به استان قزوین و مرکزی و از جنوب با استان قم هم‌جوار است. براساس تقسیم‌بندی سال ۱۳۸۸ مرکز آمار ایران، جمعیت استان تهران ۳۴۱ ۷۶۹ ۱۳ نفر و پرجمعیت‌ترین استان کشور است (وب‌سایت [rajanews.com](http://rajanews.com)). در حالیکه مساحت آن فقط ۱/۱ درصد مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد ولی ۱۸/۶ درصد جمعیت کشور را در خود جای داده است. این استان ۱۲ شهرستان شامل تهران، شهریار، رباط‌کریم، ساوجبلاغ، نظرآباد، ورامین، اسلامشهر، شمیرانات، ری، دماوند، فیروزکوه و پاکدشت و دارای ۴۳ شهر و ۱۳۵۸ آبادی دارای سکنه است (مطالعات جامع توسعه کشاورزی، جلد ۵ - ۱۳۷۵).



شکل ۱: موقعیت استان تهران

شهر تهران به عنوان مهمترین کانون بر اساس مختصات می‌توان گفت، استقرار آن در دامنه‌ی جنوبی کوه‌های البرز و حاشیه‌ی شمالی کویر مرکزی ایران در دشتی نسبتاً هموار واقع شده است که شیب آن از شمال به جنوب است. ارتفاع آن در شمال ۱۷۰۰ متر و در نواحی مرکزی ۱۲۰۰ متر و در جنوب ۱۱۰۰ متر است (پوراحمد، ۱۳۷۷). در اقلیم استان تهران سه عامل جغرافیایی وجود دارد که در آب و هوای آن نقش مؤثری دارند. این عوامل عبارت‌اند از: رشته کوه‌های البرز در شمال، وزش بادهای باران‌زای غربی و دشت کویر در جنوب استان. عامل ارتفاع در آب و هوای استان نقش اساسی دارد. به همین جهت با کاهش ارتفاع به جنوب دما افزایش می‌یابد اما میزان بارندگی کم‌تر می‌شود. فصل بارندگی از مهر تا اسفند ماه است و معمولاً در ماه‌های شهریور و مرداد باران نمی‌بارد. وجود کوهستان‌ها و مخصوصاً مجاورت دشت و کوه به طور محلی، آشفستگی در جریان‌های عمومی به وجود می‌آورند، به طوری که اغلب طوفان‌های زمستانی یا تابستانی نتیجه دخالت مستقیم این عوامل می‌باشند. اصولاً اقلیم نیمه خشک تهران به علت مجاورت با نواحی بیابانی، هوا در حالت عادی آلوده به گرد و غبار است (وب سایت weather.ir).

### روش تحقیق

برای تعیین شرایط آسایش انسان در استان تهران مراحل ذیل در این پژوهش انجام شده است. الف) متغیرهای مؤثر در راحتی انسان بشرح جدول شماره‌ی ۱ تعیین گردید. در این جدول نشان می‌دهد حد مجاز راحتی دما برای انسان بین ۱۸ تا ۲۷ درجه سلسیوس، برای نم نسبی بین ۴۰ تا ۷۰ درصد، و برای عناصر دیگر باد ۱/۵ متر در ثانیه، بارش بین صفر تا حداکثر ۱۰ میلی‌متر در روز و فشار بخار آب بین ۶/۶ تا ۱۸ میلی‌بار مطلوبیت آسایش در نظر گرفته شده است.

جدول ۱: آستانه‌های مجاز آسایش انسان

عنوان	دما به سلسیوس	رطوبت نسبی به درصد	سرعت باد به گره	بارش روزانه به میلی‌متر	فشار بخار آب به میلی‌بار
انسان	۱۸ - ۲۷	۴۰ - ۷۰	۰ - ۳	۰ - ۱۰	۶/۶ - ۱۸



ب) ضریب کمی اهمیت متغیرهای انتخاب شده در جدول شماره ۱ بر اساس روش A.H.P محاسبه و به شرح جدول شماره ۲ انتخاب گردید.

جدول ۲: محاسبه NRI مطلوبیت آسایش انسان

عناصر اقلیمی	دما	رطوبت نسبی	سرعت باد	بارش روزانه	فشار بخار آب	RI	NRI
دما	۱	۳	۵	۷	۹	۳/۹۳	۰/۴۵
رطوبت نسبی	۰/۷۵	۱	۳	۵	۷	۲/۳۹	۰/۲۷
سرعت باد	۰/۵	۰/۷۵	۱	۳	۵	۱/۴۱	۰/۱۵
بارش روزانه	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۱	۳	۰/۷۷	۰/۰۹
فشار بخار آب	۰/۱۲۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۱	۰/۴۱	۰/۰۴۶

این مدل (Analytical Hierarchy Process) برای اولین بار توسط ساعتی (۱۹۸۰) مطرح شد (قدسی پور، ۱۳۸۴). این مدل عناصر اقلیمی مؤثر را به ترتیب طی یک جدول ماتریسی و براساس نوع اهمیت ضرایب نشان می‌دهد. بیشترین ضریب عنصر دما (۱) و فشار بخار آب با ضریب ۹ برابر کمتر در نظر گرفته شده است. رطوبت نسبی نسبت به دما ۰/۷۵ سرعت باد ۰/۵ و بارش روزانه ۰/۲۵ و فشار بخار آب ۰/۱۲۵ از درجه اهمیت برخوردار هستند. این جدول به شکل ماتریسی ۵×۵ منظور شده است. در این مرحله بر اساس فرمول ذیل NRI هر عنصر مشخص و تعیین گردید.

$$RI = \sqrt[n]{a \times b \times d \dots n}$$

ج) ایستگاه‌های مورد مطالعه در استان براساس طول دوره‌ی آماری موجود و نوع شرایط توپوگرافی طی جدول شماره ۳ و شکل شماره ۲ معرفی گردید.

جدول ۳: مشخصات ایستگاه‌های اقلیمی

ردیف	نام شهر	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	موقع جغرافیایی
۱	آبعلی	35.75	51.88	کوهستانی
۲	چینگر	35.7	51.13	پایکوهی
۳	فیروزکوه	35.92	52.83	کوهستانی
۴	فرودگاه امام (ره)	35.42	51.17	دشت
۵	کرج	35.92	50.9	پایکوهی
۶	کرج کشاورزی	35.9	50.92	پایکوهی
۷	فرودگاه پیام	35.78	50.83	پایکوهی
۸	شمال تهران	35.78	51.62	کوهستانی
۹	تهران مهر آباد	35.68	51.32	پایکوهی



شکل ۲: موقعیت ایستگاه‌های اقلیمی

د) فراوانی روزهای مطلوب هر ایستگاه برای هر متغیر در طول دوره آماری بر اساس میانگین روزانه هر متغیر با استفاده از نرم‌افزار طراحی شده توسط<sup>۱</sup> نگارنده استخراج و به صورت درصد برای سال و فصول محاسبه گردید.

۱. نرم‌افزار مذکور بر مبنای داده‌های اقلیمی کلیه ایستگاه‌های سینوپتیکی کشور توسط نگارنده در سال ۱۳۸۵ با راهنمایی دکتر بهلول علیجانی به صورت جامع برای پردازش کلیه عناصر اقلیمی تهیه گردیده است.

ه) در انتها برای هر فصل و کل سال شرایط مطلوبیت هر ایستگاه بر اساس فرمول ذیل به دست آمد.

$$C = \sum NRI \times fi$$

- C ضریب آسایش نهایی هر ایستگاه
- NRI وزن هر متغیر بر اساس جدول شماره ۲
- fi فراوانی روزهای مطلوب هر متغیر در هر ایستگاه در طول سال یا فصول مربوطه

و) نقشه پردازش‌های کمی با نرم‌افزار Excel و تهیه شکل‌ها با نرم‌افزار Surfer انجام پذیرفت.

## نتایج

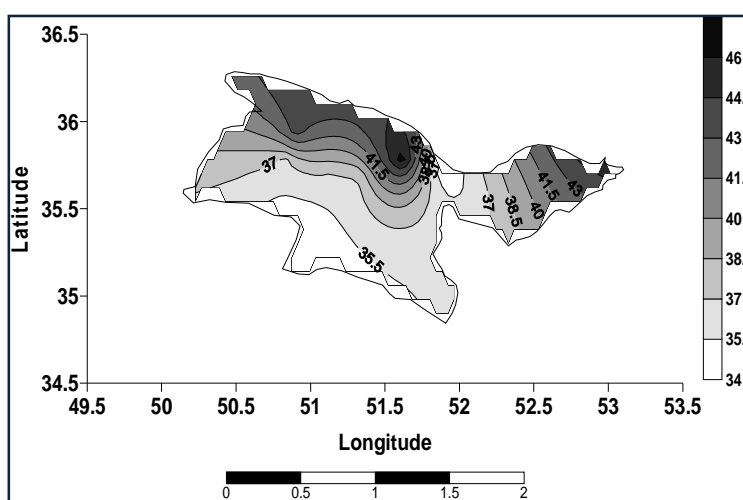
نتایج نهایی آسایش انسان در استان تهران برای سال و فصول جداگانه محاسبه و هر کدام در جداول و شکل‌های مربوطه آورده شده‌اند. در اینجا برای خلاصه و منظم بودن مطالب ابتدا نتایج سالانه و سپس نتایج فصول شرح داده می‌شوند.

### شرایط آسایش سالانه

نتایج آسایش انسان در طول سال در استان تهران در جدول شماره ۴ و شکل شماره ۳ آورده شده است.

جدول ۴: محاسبه nri استان تهران کل سال

ردیف	نام شهر	طول	عرض	دما (درصد)	NRI دما	رطوبت (درصد)	NRI رطوبت	سرعت باد	NR	بارش (درصد)	NRI بارش	فشار بخار آب (درصد)	NRI فشار بخار آب	FINAL
۱	آبعلی	51.88	35.75	29	0.45	28	0.27	38.53	0.15	68.8	0.09	26.21	0.05	34
۲	چیتگر	51.13	35.7	24	0.45	26.2	0.27	58.91	0.15	98	0.09	29.42	0.05	37
۳	فیروزکوه	52.83	35.92	30	0.45	53.6	0.27	45.3	0.15	97.8	0.09	52.52	0.05	46
۴	فرودگاه امام (ره)	51.17	35.42	27	0.45	41.8	0.27	1.64	0.15	99.1	0.09	62.61	0.05	35
۵	کرج	50.9	35.92	29	0.45	45.5	0.27	41.84	0.15	98.4	0.09	63.18	0.05	43
۶	کرج کشاورزی	50.92	35.9	30	0.45	50.4	0.27	24.64	0.15	98.3	0.09	59.1	0.05	42
۷	فرودگاه پیام	50.83	35.78	30	0.45	41.6	0.27	3.83	0.15	98.6	0.09	55.03	0.05	37
۸	شمال تهران	51.62	35.78	29	0.45	39.4	0.27	81.04	0.15	96.3	0.09	55.56	0.05	47
۹	تهران مهرآباد	51.32	35.68	25	0.45	34.4	0.27	32	0.15	98.3	0.09	55.06	0.05	37



شکل ۳: شرایط آسایش انسان در کل سال

بررسی‌ها نشان می‌دهد نیمه شمالی و نیمه شرقی در طول سال از وضعیت مطلوبی برخوردار است. این وضعیت قریب ۴۶ درصد کل آسایش مجاز است. شهرهایی مثل آبعلی با موقعیت کوهستانی و ۳۰ درصد فراوانی مناسب دما و ۲۸ درصد فراوانی مناسب رطوبت نسبی و ۳۸ درصد فراوانی سرعت باد و ۶۸ درصد فراوانی بارش روزانه کمک به افزایش ضریب آسایش

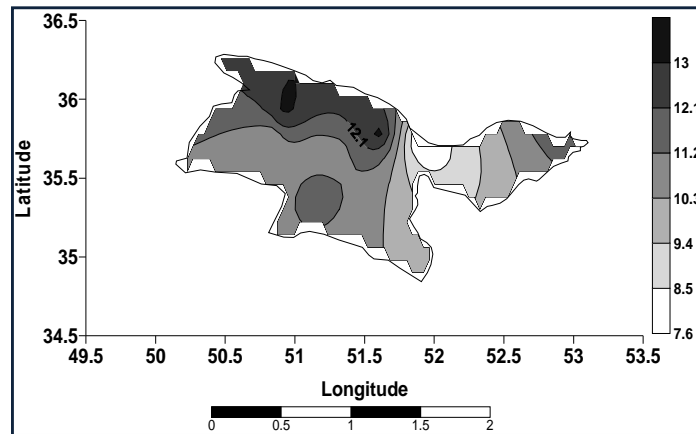
راحتی در منطقه نموده است. شهرهای فیروزکوه، طالقان، کرج نیز از شرایط نسبی خوبی برخوردار هستند. در نیمه جنوبی استان این شرایط بدلیل دشت بودن فراهم نیست، بنحوی که رقم فراوانی مهمترین عنصر (دما) به ۲۶ درصد بیشتر نمی‌رسد. در صورتی که این مناطق از تراکم نسبی جمعیتی و فعالیت اقتصادی و .... بیشتری برخوردار است.

### شرایط آسایش در فصل بهار

شرایط مطلوبیت زیستی در فصل بهار بر اساس شکل شماره ۴ و جدول شماره ۵ نشان می‌دهد حداکثر آسایش قریب ۱۵ درصد بیشتر نیست. که این مقدار متعلق به شمال و شرقی‌ترین منطقه استان و محدوده مرکزی جنوب شهر تهران است. مناطقی از قبیل شمال کرج، نظرآباد، طالقان، شمیرانات، فیروزکوه در حداکثر مطلوبیت در این فصل است که در ارزیابی عناصر بر اساس درصد می‌توان گفت عمده فراوانی آستانه‌های اقلیمی در این مناطق در حد قابل قبولی مشاهده می‌گردد بنحوی که درصد فراوانی دما و بارش در کرج و درصد رطوبت در فیروزکوه و درصد سرعت باد در شمال تهران از بهترین شرایط برخوردار است. و کمترین میزان در این فصل براساس همین شکل مناطق ورامین، دماوند رودهن از وضعیت نسبی کمتری برخوردار و این میزان بین ۷ تا ۱۰ درصد متغیر بوده است که علت آن براساس تغییرات آستانه‌های اقلیمی شاخص‌های دما و بارش در منطقه آبدلی، رطوبت در غرب تهران، چیتگر، حوالی کرج (فرودگاه پیام) است.

جدول ۵: محاسبه nri استان تهران در فصل بهار

ردیف	نام شهر	طول	عرض	NRI دما	دما (درصد)	رطوبت NRI	رطوبت (درصد)	سرعت باد NRI	سرعت باد	بارش NRI	بارش (درصد)	فشار بخار آب NRI	فشار بخار آب (درصد)	FINAL
۱	آبعلی	51.88	35.75	0.45	6.84	0.27	5.68	0.15	5.36	0.09	16.4	0.046	9.58	7
۲	چیتگر	51.13	35.7	0.45	12.5	0.27	3.14	0.15	10.58	0.09	24.4	0.046	8.34	11
۳	فیروزکوه	52.83	35.92	0.45	9.48	0.27	14.13	0.15	6.7	0.09	24.4	0.046	17.35	12
۴	فرودگاه امام	51.17	35.42	0.45	14.1	0.27	7.85	0.15	0.18	0.09	24.8	0.046	22.36	12
۵	کرج	50.9	35.92	0.45	13.5	0.27	10.05	0.15	7	0.09	24.5	0.046	21.39	13
۶	کرج کشاورزی	50.92	35.9	0.45	15.3	0.27	9.86	0.15	3.83	0.09	24.6	0.046	21.37	13
۷	فرودگاه پیام	50.83	35.78	0.45	10.1	0.27	10.68	0.15	0	0.09	24.4	0.046	18.89	11
۸	شمال تهران	51.62	35.78	0.45	13.1	0.27	7.12	0.15	16.48	0.09	24.4	0.046	18.62	13
۹	تهران مهرآباد	51.32	35.68	0.45	12.8	0.27	5.5	0.15	2.86	0.09	24.6	0.046	18.24	11



شکل ۴: شرایط آسایش انسان در فصل بهار

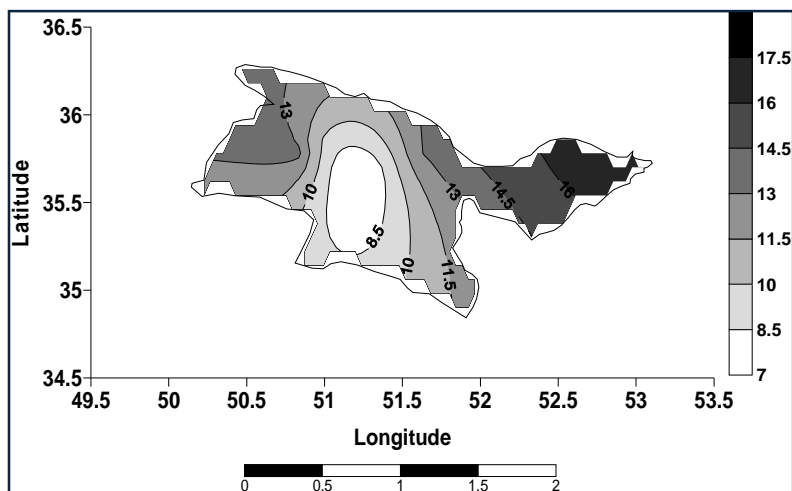
#### شرایط آسایش در فصل تابستان

بر اساس نتایج به دست آمده در شکل شماره ۵ و جدول شماره ۶ نشان می‌دهد در این فصل قریب ۲۰ درصد آسایش مشاهده گردید. مناطق شرقی و مناطق غربی از قبیل فیروزکوه، کرج و طالقان از شرایط بسیار مناسب در این فصل برخوردار هستند که علت آن بالا بودن درصد فراوانی مطلوبیت عنصر دما و رطوبت مناسب در این موقع از سال است. اگرچه به دلیل افزایش نسبی دما قسمت‌های مرکزی استان شامل شهر تهران و جنوب آن از روند نامطلوبی برخوردار است. بحث جزیره گرمایی شهر تهران پایین بودن رطوبت با توجه به وضعیت نامناسب حمل و نقل و تراکم

انسانی و افزایش مصرف انرژی نقش مهمی در عدم آسایش در تابستان ایجاد نموده است. بنحوی که کاهش مطلوبیت فراوانی دما در مناطق تهران تا حد ۶/۸۷ می‌رسد.

جدول ۶: محاسبه nri استان تهران در فصل تابستان

ردیف	نام شهر	طول	عرض	دما (درصد)	NRI دما	رطوبت (درصد)	NRI رطوبت	سرعت باد	NRI سرعت باد	بارش (درصد)	NRI بارش	فشار بخار آب (درصد)	NRI فشار بخار آب	FINAL
۱	آبلی	51.88	35.75	22.45	0.45	2.93	0.27	7.35	0.15	0.09	0.09	17.13	0.046	15.88
۲	چینگر	51.13	35.7	3.96	0.45	0.8	0.27	15.63	0.15	0.09	0.09	25.19	0.046	12.67
۳	فیروزکوه	52.83	35.92	20.68	0.45	14.47	0.27	9.1	0.15	0.09	0.09	24.94	0.046	19.8
۴	فرودگاه علم (ره)	51.17	35.42	6.84	0.45	3.56	0.27	0.27	0.15	0.09	0.09	25.19	0.046	21.26
۵	کرج	50.9	35.92	11.41	0.45	7.01	0.27	8.67	0.15	0.09	0.09	25.18	0.046	24.54
۶	کرج کشاورزی	50.92	35.9	8.49	0.45	9.86	0.27	4.37	0.15	0.09	0.09	25.19	0.046	23.36
۷	فرودگاه پیام	50.83	35.78	16.43	0.45	10.13	0.27	0.27	0.15	0.09	0.09	25.19	0.046	22.18
۸	شمال تهران	51.62	35.78	12.74	0.45	2.98	0.27	20.91	0.15	0.09	0.09	25.12	0.046	23.04
۹	تهران مهرآباد	51.32	35.68	6.87	0.45	1.8	0.27	5.36	0.15	0.09	0.09	25.17	0.046	21.78



شکل ۵: شرایط آسایش انسان در فصل تابستان

### نتایج فصل پاییز

براساس شکل شماره ۶ و جدول شماره ۷ در فصل پاییز نشان می‌دهد آسایش اقلیمی شرایط آن کاملاً متفاوت است و فقط نیمه شمالی استان از وضعیت بهتری برخوردار است. اگرچه مقدار این رقم حداکثر به ۱۱ درصد می‌رسد. آن چه که از تفسیر شکل مشاهده می‌گردد

برخلاف سایر فصول حداکثر مطلوبیت از شمال استان آغاز و به صورت یک خط طولی به جنوب کاهش دارد و در طرفین غرب و شرق این مطلوبیت در حداقل به سر می‌برد عامل ارتفاع و تراکم نقاط زیستی و تغییرات آب و هوایی یکی از دلایل اصلی این نوسان است. مناطق نظرآباد، اشتهارد دماوند و ... در حداقل است کمترین میزان فراوانی دما به ترتیب آبعلی، با ۰ درصد، فرودگاه امام و شمال تهران با کمتر از ۳ درصد، کرج با ۴ درصد و فیروزکوه ۰/۲۹ درصد است. درخصوص رطوبت به دلیل آغاز بارش‌ها در نوسان ۹ تا ۱۵ درصد فراوانی آن مشاهده می‌شود.

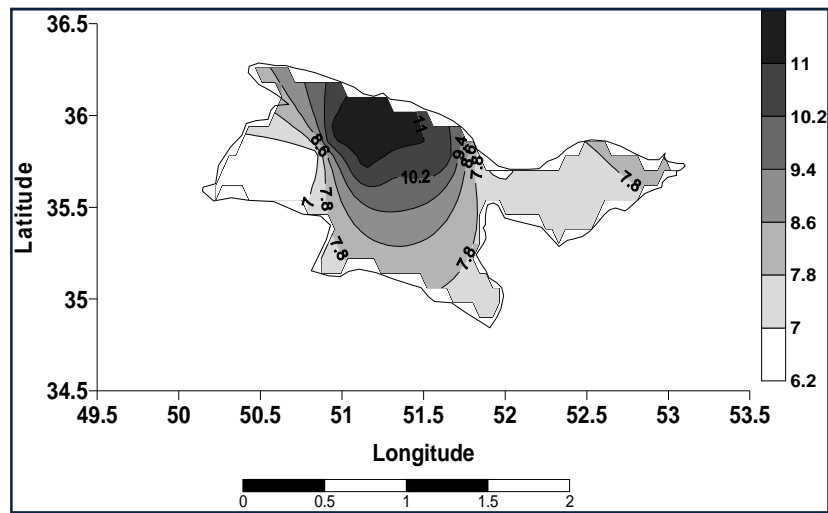
### عنصر سرعت باد در فرودگاه

فرودگاه امام (ره) با ۰/۱۸ درصد کمترین حد و بارش در کل مناطق از روند مناسبی برخوردار است.

جدول ۷: محاسبه NRI استان تهران در فصل پاییز

ردیف	نام شهر	طول	عرض	دما (درصد)	NRI دما	رطوبت (درصد)	NRI رطوبت	سرعت باد	NRI سرعت باد	بارش (درصد)	NRI بارش	فشار بخار آب (درصد)	NRI فشار بخار آب	فشار بخار آب (درصد)	FINAL
۱	آبعلی	51.88	35.75	0	0.45	10.29	0.27	15.1	0.15	19.73	0.09	0.046	0.046	0	7
۲	چینگر	51.13	35.7	7.17	0.45	10.83	0.27	17.75	0.15	24.54	0.09	0.046	0.046	6.94	11
۳	فیروزکوه	52.83	35.92	0.29	0.45	13.73	0.27	14.75	0.15	24.77	0.09	0.046	0.046	10.89	8
۴	فرودگاه امام (ره)	51.17	35.42	5.57	0.45	15.61	0.27	0.18	0.15	25.01	0.09	0.046	0.046	12.05	9
۵	کرج	50.9	35.92	4	0.45	14.03	0.27	15.88	0.15	24.65	0.09	0.046	0.046	13.26	10
۶	کرج کشاورزی	50.92	35.9	6.02	0.45	18.62	0.27	10.4	0.15	24.91	0.09	0.046	0.046	11.97	12
۷	فرودگاه پیام	50.83	35.78	2.74	0.45	9.56	0.27	1.64	0.15	24.64	0.09	0.046	0.046	10.68	6
۸	شمال تهران	51.62	35.78	2.88	0.45	15.2	0.27	22.57	0.15	24.12	0.09	0.046	0.046	11.21	11
۹	تهران مهرآباد	51.32	35.68	5.55	0.45	12.59	0.27	13.93	0.15	24.63	0.09	0.046	0.046	10.87	10





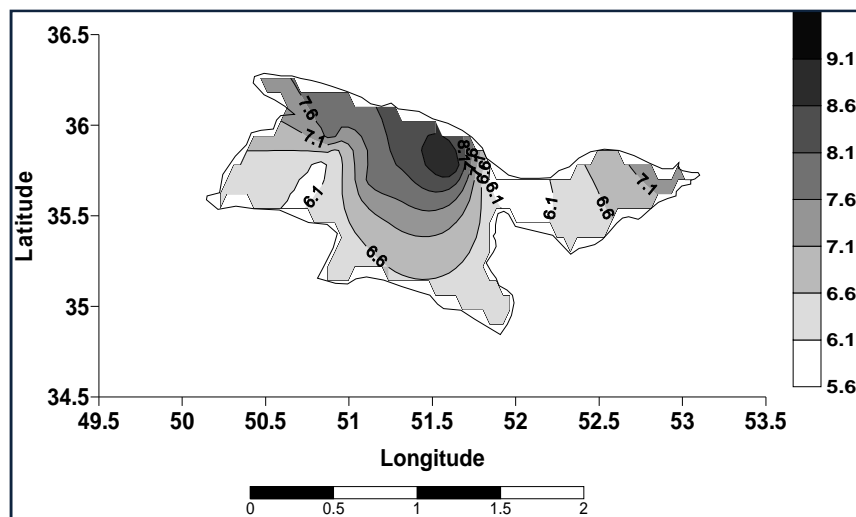
شکل ۶: شرایط آسایش انسان در فصل پاییز

### فصل زمستان

نتایج در شکل شماره ۷ و جدول شماره ۸ نشان می‌دهد کمترین وضعیت آسایش اقلیمی در فصل زمستان دیده می‌شود. حداکثر ضریب آسایش قریب ۹ درصد در مناطق مرکزی شهر تهران مشاهده می‌گردد که به دلیل شرایط خاص اقلیم شهری آن است. نواحی جنوب غرب و شرق استان در این فصل وضعیت خوبی نداشته که عمدتاً ناشی از بارش زیاد و افزایش سرعت باد بنظر می‌رسد. کاهش عنصر دما در مناطق اَبعلی و فیروزکوه در کاهش ضریب آسایش نقش مهمی دارد.

جدول ۸: محاسبه nfi استان تهران در فصل زمستان

ردیف	نام شهر	طول	عرض	دما (درصد)	NRI دما	رطوبت (درصد)	NRI رطوبت	سرعت باد	NRI سرعت باد	مقدار باد	NRI باد	بارش (درصد)	NRI بارش	فشار بخار آب (درصد)	NRI فشار بخار آب	FINAL
۱	آبعلی	51.88	35.75	0	0.45	9.09	0.27	10.72	0.15	14.96	0.09	15.43	0.046	0.82	0.046	5
۲	چینگر	51.13	35.7	0.6	0.45	11.42	0.27	14.96	0.15	14.96	0.09	23.82	0.046	1.47	0.046	8
۳	فیروزکوه	52.83	35.92	0	0.45	11.25	0.27	14.93	0.15	14.93	0.09	23.17	0.046	4.49	0.046	8
۴	فرودگاه امام(ره)	51.17	35.42	0.46	0.45	14.78	0.27	1	0.15	14.78	0.09	24.09	0.046	6.94	0.046	7
۵	کرج	50.9	35.92	0.16	0.45	14.37	0.27	10.29	0.15	14.37	0.09	24.05	0.046	3.99	0.046	8
۶	کرج کشاورزی	50.92	35.9	0.27	0.45	12.05	0.27	6.02	0.15	12.05	0.09	23.55	0.046	3.57	0.046	7
۷	فرودگاه پیام	50.83	35.78	0.55	0.45	11.23	0.27	1.92	0.15	11.23	0.09	24.37	0.046	3.29	0.046	6
۸	شمال تهران	51.62	35.78	0.06	0.45	14.11	0.27	21.08	0.15	14.11	0.09	22.67	0.046	2.69	0.046	9
۹	تهران مهرآباد	51.32	35.68	0.25	0.45	14.53	0.27	9.89	0.15	14.53	0.09	23.92	0.046	4.17	0.046	8



شکل ۷: شرایط آسایش انسان در فصل زمستان

### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده در استان دو منطقه شمال و شرق استان از وضعیت بسیار مناسبی در طول سال برخوردار هستند که ناشی از بالا بودن ضریب درصد فراوانی عناصر دما، بارش، عدم وزش بادهای با سرعت بیش از  $1/5$  متر در ثانیه و مناسب بودن نم نسبی است. این موضوع متفاوت از شرایط توپوگرافی و موقع جغرافیایی مکان‌ها است. در تحلیل اشکال مشاهده گردید تنوع آسایش در تمام نقاط استان در طول سال از توزیع یکنواختی برخوردار نیست و بر حسب زمان از فصلی به فصل دیگر متفاوت به نظر می‌رسد. ولی آنچه که می‌توان اذعان نمود آن که نیمه جنوبی استان از وضعیت مطلوب و مناسب برخوردار نیست و بالعکس، نواحی نیمه شمالی و منتهی‌الیه نقاط شرقی استان در طول سال از روند مطلوبی برخوردار است. در فصل گرم نیز مناطقی چون جنوب طالقان و فیروزکوه و نواحی پیرامون آن از آسایش نسبی برخوردار و مناطق جنوبی تهران و ری از شدت کمی برخوردار و در حداقل آسایش به سر می‌برد و در فصل سرد هم نواحی شمالی استان از حداقل آسایش زیستی برخوردار است.

**پیشنهادها**

با توجه به پژوهش به عمل آمده و برآوردهای نسبی تجربی براساس واقعیت‌ها در زمینه‌ی آسایش اقلیمی می‌توان گفت نتیجه این تحقیقات نشان می‌دهد ضریب آسایش از وضعیت خوبی در استان برخوردار نیست و کمی از متوسط پایین‌تر است. لذا با توجه به شرایط مرکزیت سیاسی، اقتصادی و مهمتر آن که بیش از ۱۰ درصد جمعیت کشور در این منطقه سکونت دارند. لازم است تدابیری جهت افزایش آسایش در این استان فراهم و نسبت به مطالعه کمی جهت شناخت بیشتر دامنه‌ای آسایشی در شهرهای بزرگ آن اقدام نمود. افزایش طول دوره آماری و مطالعه شاخص‌های بیشتر براساس مدل‌های اقلیمی نیز می‌تواند برای محققین کمک شایانی در جهت شناخت بیشتر آسایش اقلیمی داشته باشد. توجه جدی به ویژگی‌های جغرافیایی شهر تهران به عنوان یک کانون عمده‌ی تراکم انسانی براساس زندگی صنعتی می‌طلبد بخشی از برنامه‌ریزی بیشتر در برنامه‌های اقتصادی و بهداشتی معطوف به فراهم‌سازی آسایش زیست‌اقلیمی گردد. طراحی شهرهای جدید در نیمه جنوبی استان مثل پرنده، وضعیت آسایش اقلیمی را در طول فصول سال با مشکل جدی مواجه نموده است. در صورتی که توسعه صنایع در دیگر مناطق می‌توانست با مسئله سکونت در مکان‌گزینی جابجا شود تا بتوان آسایش نسبی ساکنین را با توجه به صرفه و صلاح جریان انرژی در نظر گرفت.

## منابع

۱. آسیائی، مهدی، محمد حامد خاکسار، و سعید پرهیزگار، (۱۳۸۳). نقش معماری همسان با ویژگی‌های اقلیمی منطقه در جهت بهینه‌سازی مصرف سوخت و انرژی در ایران. بولتن علمی پژوهشکده اقلیم‌شناسی، ۴ : ۳۸-۲۹.
۲. احمدی، محمو، (۱۳۷۶). بررسی آسایش انسان از نظر عوامل آب و هوایی شهر تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.
۳. احمدی، محمود، (۱۳۸۸). نرم‌افزار پردازش داده‌های اقلیمی ایستگاه‌های سینوپتیکی ایران.
۴. بیدختی، عباسعلی و عباس سعادت‌آبادی. ۱۳۸۲. مطالعه اثر اقلیمی جزیره گرمایی تهران، مجموعه مقالات سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، اصفهان.
۵. پاینده، نصراله. ۱۳۸۳. مقدمه‌ای بر اقلیم‌شناسی نظامی و مهندسی رزمی. فصلنامه علوم نظامی، ۲۲ : ۴۱-۲۵.
۶. پاینده، نصراله، (۱۳۸۳). اثر دمای محیط بر رزم. فصلنامه علوم نظامی، شماره ۲۲ : ۶۹-۴۱.
۷. پوراحمد، احمد، (۱۳۷۷). نقش اقلیم در ساختار جغرافیایی در آلودگی هوای شهر تهران، پژوهش‌های جغرافیایی، ۳۴ : ۵۳-۳۸.
۸. جهانبخش، سعید، (۱۳۷۷). ارزیابی زیست‌اقلیم انسانی تبریز و نیازهای حرارتی ساختمان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۴۸ : ۸۰-۶۷.
۹. داتسون، داندولب، کنت، (۱۳۷۶). طراحی اقلیمی (اصول نظری و اجرائی کاربرد انرژی در ساختمان). ترجمه وحید قبادیان، محمدفیض مهدوی. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
۱۰. رازجویان، محمود، (۱۳۶۷). آسایش بوسیله معماری همساز با اقلیم. دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
۱۱. راحلی، جواد، (۱۳۸۱). تأثیر توسعه شهرنشینی بر روی فرایند بارش در تهران، نشریه فیزیک زمین و فضا، ۲ : ۵۱-۴۵.
۱۲. سلیقه، محمد، (۱۳۸۳). مدل‌سازی مسکن همساز با اقلیم برای شهر چابهار، فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۴ : ۱۷۰-۱۴۷.
۱۳. علیجانی، بهلول، (۱۳۷۳). نگرشی نو در کاربرد آب و هواشناسی در مدیریت منابع و توسعه کشور (نقش آب و هوا در طراحی مسکن). فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۳۵ : ۶۱-۴۵.

۱۴. علیمحمدی، عباس، (۱۳۸۸). طرح تهیه و تدوین برنامه آمایش استان تهران، تحلیل وضعیت اقلیم، جلد ۳: ۱۶۷-۱۵۷.
۱۵. غیور، حسنعلی، (۱۳۷۴). اقلیم کاربردی تشعشع و دما در ارتباط با معماری، رشد جغرافیا،: ۳۷.
۱۶. غیور، حسنعلی، (۱۳۷۱). تأثیر اقلیم در معماری فولادشهر، مجموعه مقالات هشتمین کنگره جغرافیایی ایران، اصفهان.
۱۷. قادری، حیدر، (۱۳۷۳). کاربرد اقلیم در طراحی ساختمان (اقلیم و معماری لارستان). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرری.
۱۸. قدسی پور، سیدحسن، (۱۳۸۲). تحلیل سلسله مراتبی. دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.
۱۹. کاویانی، محمدرضا، (۱۳۷۲). بررسی و تهیه نقشه زیست اقلیم انسانی ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۷۲: ۷۷-۱۰۹.
۲۰. کسمانی، مرتضی، (۱۳۷۲). پهنه بندی اقلیمی ایران. مسکن و محیط های مسکونی. انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن. تهران.
۲۱. مطالعات جامع توسعه کشاورزی، (۱۳۷۵). جلد ۵.
۲۲. هوشور، زردشت، (۱۳۸۱). پاتولوژی، جغرافیایی ایران، جلد اول، انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد.
23. ASHRAE .1997, ASHRAE Handbook: Fundamentals SI Edition. ASHRAE, Atlanta, USA.
24. Collins, Johan M. 1998. Military Geography for professionals and the public. Brasseys, Washigton, London.
25. Li: Zhenhal. F. 1996, studies on ventilation for impring thermal comfort conditions and indoor eir duality university of Illinois.
26. Fanger, P O .1970, Thermal Comfort. Danish Technical Press, Copenhagen, Denmark.
27. Mallick, Fuad Hassan. 1994, thermal comfent for urbad housing in bancladesh, Open University (united kincdom).
28. Oke.T.R.1987.Boundary Layer Climates.2ded.Routledge, 435 pp.
29. Olgyay, V.1953. Application of Climatic Data to house Desingn, U.S.Hosing and home Finance Agenc.Washington, D, C. 2 vol.
30. Steadman RG .1979, The assessment of sultriness. Part I: Atemperature-humidity index based on human physiology and clothing science. J Applied Meteorol 18:861-873
31. Salleh.Eliasbin.1994,tropical urban out door environment and human, thermal, open university (unitad kincdom).
32. www.weather.ir
33. www.rajanews.com
34. www.aftab.ir