

## تحلیل تنش گرمایی در مناطق ۲۲ گانه تهران با استفاده از الگوی فضایی هات اسپات و تحلیل خوشه‌ای

فرزانه افضلی نیا<sup>۱</sup>، حسین محمدی<sup>۲\*</sup>، منوچهر فرج زاده<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری آب و هواشناسی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

<sup>۲</sup> استاد آب و هواشناسی گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

<sup>۳</sup> استاد گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۹/۰۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۲۷

### چکیده

هدف از این مطالعه بررسی نقش تنش گرمایی با استفاده از الگوی خودهمبستگی فضایی و تحلیل خوشه‌ای بر شهروندان تهرانی می‌باشد. در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل داده‌های پرسشنامه‌ای از نرم‌افزار SPSS و MATLAB بهره گرفته شده و از شاخص فضایی Hot Spot استفاده گردید. نتایج بدست آمده بر اساس الگوی خودهمبستگی فضایی نشان داد که نقش تنش گرمایی بر سلامت روانی افراد در مناطق مرکزی، شرقی و شمال شرقی شهر تهران بیشترین تاثیر و در مناطق غربی و جنوبی تهران کمترین نقش را داشته‌اند. همچنین بر سلامت جسمانی افراد در مناطق مرکزی، جنوبی، شمالی و شمال غربی بیشتر و در مناطق غربی و شمال شرقی ضعیف‌تر عمل کرده‌اند. همچنین بر اساس تحلیل خوشه‌ای تنش گرمایی بر بیماری‌های قلبی ریوی و گرفتگی عضلانی، آرامش روح و روان و عامل خستگی، سرگیجه، گرم‌زدگی و کاهش فعالیت و افزایش تعرق بدن تاثیر گذاشته است.

**کلید واژه‌ها:** تنش گرمایی، تحلیل خوشه‌ای، تحلیل فضایی، Hot Spot، شهروندان تهران

## مقدمه

تنش گرمایی در جوامع شهری یکی از نگرانی‌ها در مدیریت مخاطرات طبیعی جوامع تبدیل شده است (WHO and WMO, 2012). از دیدگاه علمی، درک پدیده گرمایش شهری و نقش افزایش تنش گرمایی بر ساکنان شهرها بویژه در طی گرماهای شدید ارتباط قابل توجهی با برنامه‌ریزی شهری دارد (Mayer, 2006; Allen, 2012; Gill et al., 2007). از این منظر، یکی از اثرات گرمایش زمین در شهرها افزایش تنش گرمایی می‌باشد که باید با آن مقابله و یا سازگاری برقرار نمود. این افزایش در مناطق شهری بدلیل آسیب‌پذیری آنها بعنوان یک تهدید بر شمرده می‌شود (Habeb et al., 2015). از اینرو گرما می‌تواند یکی از مشکلات در زندگی روزمره افراد در محل سکونت، محل کار و اماکن عمومی باشد، بدین منظور گسترش استراتژی‌های تاثیرگذار که موجب کاهش اثرات گرما در زندگی افراد جامعه بشود بسیار ضروری می‌باشد، از این جهت نیاز به درک تجارب ذهنی افراد نسبت به گرما بعنوان یک تنش و تعیین آن، اهمیت زیادی در جامعه دارد (Großmann et al., 2012; Pfaffenbach and Siuda, 2010). واکنش‌های ذهنی نسبت به تنش گرمایی در افراد را می‌توان بر اساس ویژگی‌های جمعیتی، اختلالات در سلامت و نوع رفتار در طی گرما که همراه با تنش گرمایی ذهنی بیشتر یا کمتر در افراد را نشان داد. تنش گرمایی ترکیب دمای هوای (خشک یا مرطوب)، رطوبت، گرمای تابشی و سرعت جریان هوا که بالقوه در ارتباط متقابل با گرمای بدن می‌باشد که موجب تنش گرمایی می‌شود و به طور کلی توانایی انسان در سازگاری با دمای محیط از تغییرات در دمای بدن مشاهده می‌شود (Alam et al., 2014). اخیراً، دیدگاه‌های علوم اجتماعی بر تنش گرمایی ذهنی، رفتار در طی امواج گرمایی و آسیب‌پذیری در گرما متمرکز شده است که از تباطو بین دما با تلفات و امراض را بررسی می‌نماید که در آن یک الگوی همه جانبه از عوامل طبیعی، فردی، بیرونی، اقتصادی- اجتماعی و محیطی مشخص می‌شود که نشانگر رابطه افزایش مرگ و میر و امراض ناشی از گرما در طی رخداد‌های گرمایی همراه با دماهای بالا می‌باشد (and Creutzling, 2015). گرما یکی از مشکلات در زندگی روزمره افراد، در مناطق مختلف از جمله شهرها می‌باشد و با توجه به اینکه روزهای گرم و تنش گرمایی ناشی از شرایط گرمایی از جمله مسائلی هست که انسان و فعالیت‌های او را در مکان‌های گوناگون متاثر می‌سازد، به همین دلیل مطالعات گسترده و گوناگونی توسط کارشناسان و محققان اقلیم‌شناسی و هواشناسی در این زمینه صورت گرفته است و با توجه به اهمیت موضوع، تحقیقاتی در ارتباط با موضوع گرما و اثرات تنش‌های گرمایی بر افراد جامعه انجام گرفته است. رامسی<sup>۱</sup> (1995) در تحقیقی میزان عملکرد افراد در گرما را بررسی نموده و اثرات تنش گرمایی بر میزان بازدهی کارگران را نشان داده که این مسأله باعث کاهش عملکرد شناختی و فیزیکی در محل کار می‌شود. پارسونس<sup>۲</sup> (2003) در پژوهشی تنش گرمایی را جزء پدیده‌های طبیعی می‌داند که موجب تلفات و مرگ و میر می‌شود. ماراس و همکاران<sup>۳</sup> (2014) هم در مقاله‌ای شاخص‌های تنش گرمایی را در شهر آخن آلمان در مکان‌های عمومی بررسی نمودند و با استفاده از شاخص‌های ENVI و PMV به این نتیجه رسیدند

<sup>1</sup> Ramsey

<sup>2</sup> Parsons

<sup>3</sup> Maras et al

که پوشش گیاهی باعث افزایش آسایش گرمایی در مکان های عمومی می شود. آرگوسو و همکاران<sup>۱</sup> و (2015) درباره نقش توسعه شهری و تغییر اقلیم روی تنش گرمایی در منطقه سیدنی تحقیق نمودند و به این نتیجه رسیدند که اینها موجب افزایش ریسک شرایط تنش گرمایی می باشد که بطور اساسی به فراوانی بیشتر شرایط ناسازگار در مناطق شهری منجر می شود. ونوگوپال و همکاران<sup>۲</sup> (2015) تنش گرمایی در محل های کار منتخب در هندوستان را مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که کاهش تنش گرمایی در محل کار موجب افزایش سلامت کارگر و میزان بهره وری در صنایع می شود. کانزپلاپ و همکاران<sup>۳</sup> (2016) عوامل ذهنی تنش گرمایی بر زمینه های مختلف زندگی شهروندان را مورد مطالعه قرار دادند و نشان دادند تنش گرمایی ذهنی چگونه بر فرایندهای مختلف زندگی روزمره اثر می گذارد و به این نتیجه رسیدند که با یکسری خط مشی ها می توان در برابر موج های گرمایی آینده بهتر مقابله نمود. دهقان و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیقی به ارزیابی مقدماتی تنش گرمایی در محیط کار پرداختند و نتایج این تحقیق نشان داد که که روش<sup>۴</sup> HSSI برای غربالگری و تعیین سطح ریسک تنش گرمایی مناسب است. همچنین محققان دیگری از جمله (Kuttler et al., 2012a, Kuttler et al., 2013, Kahaya, 2007, Golbabaei et al., 2015, Rezazadeh Azari and Motamedzadeh, 2002) در رابطه با تنش گرمایی پژوهش هایی را انجام داده اند. تهران یک شهر به نسبت گرم و یکی از کلانشهرهای بزرگ و پرجمعیت، با گرما و تنش گرمایی بر روی افراد ساکن در این شهر مواجه می باشد که این مسأله بر سلامت جسمی و روانی افراد تأثیرگذار خواهد بود و افراد در موقعیت ها و شرایط مختلف نسبت به مشکلات ناشی از تنش گرمایی، واکنش های ذهنی از خود نشان می دهند که نیاز به بررسی و مطالعه دقیق دارد. در این پژوهش، ادراک شهروندان تهرانی نسبت به تنش گرمایی در مناطق مختلف تهران بررسی شده است.

#### موقعیت منطقه مورد مطالعه

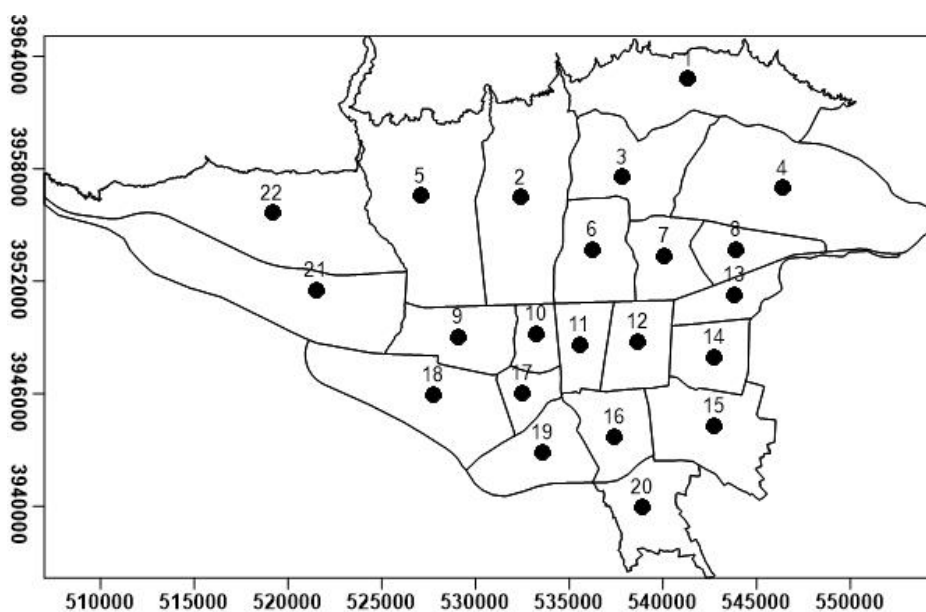
شهر تهران مرکز سیاسی و اداری کشور و مرکز استان تهران در طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۵ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۰ دقیقه قرار دارد. این شهر در اقلیم مدیترانه ای در دامنه جنوبی ارتفاعات البرز در کوهپایه ها تا دشت های کم شیب بر روی رسوبات آبرفتی دوران چهارم از ارتفاع ۱۰۴۰ تا ۱۴۸۰ متر از سطح دریا قرار دارد (طرح جامع توسعه گردشگری تهران، ۱۳۸۵).

<sup>1</sup> Argueso et al

<sup>2</sup> Venugopal et al

<sup>3</sup> Kunz Plapp et al

<sup>4</sup> Heat Strain Score Index



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه

### روش‌شناسی تحقیق

هدف از این پژوهش، تحلیل الگوی خودهمبستگی فضایی و تحلیل خوشه‌ای تنش گرمایی در مناطق ۲۲ گانه تهران می‌باشد. این پژوهش از نوع توصیفی بوده و به شکل میدانی انجام شده و برای جمع‌آوری اطلاعات از پرسشنامه استفاده گردید. بنابراین نوع تحقیق کاربردی، روش آن توصیفی - تحلیلی و برای گردآوری اطلاعات از روش کتابخانه‌ای و میدانی (پرسشنامه، مشاهده و مصاحبه) بهره گرفته شده است. همچنین در این مطالعه برای بدست آوردن حجم نمونه از فرمول کوکران استفاده شده که حجم نمونه برای این پرسشنامه در مجموع ۳۸۵ حاصل شده است.

این فرمول از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود (آبکار ۱۳۸۸: ۶-۲۸):

$$q = \frac{(k-1) \{ k \sum_{j=1}^k G_j^2 - (\sum_{j=1}^k G_j)^2 \}}{K \sum_{j=1}^n L_j - \sum_{j=1}^n L_j^2}$$

$G_j$  - مجموع پاسخ‌های مثبت یا موفقیت‌ها در ستون  $j$ ام یعنی تعداد یک‌ها در هر ستون

$L_j$  - مجموع پاسخ‌های مثبت یا موفقیت‌ها در ستون  $i$ ام یعنی تعداد یک‌ها در هر سطر

$K$  - تعداد ستون‌ها

$Q$  - دارای توزیعی تقریباً معادل با توزیع (کای اسکوتر  $X^2$ ) و با درجه آزادی  $K-1$  می‌باشد

از سوی دیگر، تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از این تحقیق، با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و MATLAB و نرم‌افزار GIS انجام شده است. بنابراین به منظور بررسی و تحلیل همبستگی گونه‌های تحقیق در مناطق مختلف منطقه مورد مطالعه در چارچوب تحلیل کمی از الگوی خودهمبستگی فضایی با استفاده از شاخص فضایی هات اسپات Hot Spot در نرم‌افزار GIS و تحلیل خوشه‌ای در نرم‌افزار SPSS استفاده گردید. تحلیل لکه‌های داغ (Hot Spot Analysis)

آماره گتیس- ارد جی ( $Getis - Ord Gi$ ) را برای کلیه عوارض موجود در داده‌ها محاسبه می‌نماید. امتیاز  $Z$  محاسبه شده نشان می‌دهند که در کجای داده‌ها مقادیر زیاد و یا کم خوشه‌بندی شده‌اند. این ابزار در حقیقت به هر عارضه در چارچوب عوارضی که در همسایگی‌اش قرار دارند نگاه می‌کند. اگر عارضه‌ای مقادیر بالا داشته باشد جالب و مهم است، ولی به تنهایی ممکن است یک لکه داغ معنادار از لحاظ آماری نباشد. برای اینکه یک عارضه لکه داغ تلقی شود و از نظر آماری معنادار نیز باشد هم خودش و هم عوارضی که در همسایگی‌اش قرار دارند دارای مقادیر بالا باشند. جمع محلی ( $Local sum$ ) یک عارضه و همسایگی‌اش بطور نسبی با جمع کل عارضه‌ها مقایسه می‌شود. زمانی که جمع محلی بطور زیاد و غیر منتظره‌ای از جمع محلی مورد انتظار بیشتر باشد و اختلاف به اندازه‌ای باشد که نتوان آن را در نتیجه تصادف دانست، در نتیجه امتیاز  $Z$  به دست خواهد آمد.

آماره گتیس- ارد جی ( $Getis - Ord Gi$ ) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{S \sqrt{\frac{[n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i,j})^2]}{n-1}}}$$

در این فرمول  $x_j$  مقدار خصیصه برای عارضه  $j$ ،  $w_{i,j}$  وزن فضایی بین عارضه  $i$  و  $j$  و  $n$  برابر با تعداد کل عارضه‌ها می‌باشد.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{X})^2}$$

از آنجا که  $G_i$  خودش نوعی امتیاز  $Z$  است دیگر نیاز به محاسبه دیگری نیست (عسگری، ۱۳۹۰، ۷۵).

### یافته‌های تحقیق

جدول ۱ فراوانی و درصد سکونت پاسخگویان برای مناطق ۲۲ گانه تهران را نشان می‌دهد. براساس جدول ۱ بیشترین فراوانی پاسخگویان با ۱۰/۶ درصد مربوط به منطقه ۴ تهران می‌باشد. از طرفی دیگر منطقه ۵ بعد از منطقه ۴ دارای بیشترین فراوانی می‌باشد. با این وجود در اکثر مناطق به طور متوسط فراوانی پاسخگویان به بالای ده می‌رسند. در جدول ۲ فراوانی و درصد پاسخگویان برای گویه‌های مورد مطالعه آورده شده است. براساس جدول ۲ اکثر افراد بر این باورند که در دمای بسیار بالا تحمل تنش گرمایی را ندارند. برای مثال هنگامی که دمای هوا بیش از ۳۵ درجه سانتی‌گراد است بیش از ۵۰ درصد از آنها تحمل گرما را ندارند. از طرف دیگر هنگام حضور در اماکن عمومی و یا کار کردن در فضای بیرونی در دمای بیش از ۳۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر پاسخگویان بر این باورند که تحمل آنها در چنین وضعیتی خیلی کم می‌باشد. یا حتی در محیط منزل حتی هنگامیکه دمای هوا بیش از ۳۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد اکثر پاسخگویان آرامش خاطر ندارند.

جدول ۱: فراوانی و درصد سکونت پاسخگویان در مناطق ۲۲ گانه تهران

| منطقه    | فراوانی | درصد | منطقه    | فراوانی | درصد |
|----------|---------|------|----------|---------|------|
| منطقه ۱  | ۲۲      | ۵/۷۱ | منطقه ۱۲ | ۱۲      | ۳/۱۱ |
| منطقه ۲  | ۳۱      | ۸/۰۵ | منطقه ۱۳ | ۱۳      | ۳/۳۷ |
| منطقه ۳  | ۱۳      | ۳/۳۷ | منطقه ۱۴ | ۲۲      | ۵/۷۱ |
| منطقه ۴  | ۴۱      | ۱۰/۶ | منطقه ۱۵ | ۳۱      | ۸/۰۵ |
| منطقه ۵  | ۳۸      | ۹/۸  | منطقه ۱۶ | ۱۳      | ۳/۳۷ |
| منطقه ۶  | ۱۰      | ۲/۵  | منطقه ۱۷ | ۱۳      | ۳/۳۷ |
| منطقه ۷  | ۱۳      | ۳/۳۷ | منطقه ۱۸ | ۱۸      | ۴/۶۷ |
| منطقه ۸  | ۱۴      | ۶/۶۳ | منطقه ۱۹ | ۱۱      | ۲/۸۵ |
| منطقه ۹  | ۸       | ۲/۰۷ | منطقه ۲۰ | ۱۸      | ۴/۶۷ |
| منطقه ۱۰ | ۱۳      | ۳/۳۷ | منطقه ۲۱ | ۶       | ۱/۵۵ |
| منطقه ۱۱ | ۱۲      | ۳/۱۱ | منطقه ۲۲ | ۱۰      | ۲/۵۹ |

جدول ۲: فراوانی و درصد پاسخگویان برای گویه های پرسشنامه

| گویه   | هرگز  | کمی   | تا حدی | زیاد  | خیلی زیاد |
|--|-------|-------|--------|-------|-----------|
| Q1 در دمای بیش از ۳۵ درجه احساس خستگی می‌کنم.  | ۲۹    | ۷۰    | ۱۱۹    | ۱۰۶   | ۶۱        |
|  | ۷.۵۳  | ۱۸.۱۸ | ۳۰.۹۱  | ۲۷.۵۳ | ۱۵.۸۴     |
| Q2 هنگامی که دمای هوا بیش از ۳۵ درجه است، مشکلاتی در تمرکز پیدا می‌کنم   | ۶۴    | ۹۴    | ۱۴۰    | ۵۹    | ۲۷        |
|  | ۱۶.۶۲ | ۲۴.۴۲ | ۳۶.۳۶  | ۱۵.۳۲ | ۷.۰۱      |
| Q3 در محیط منزل حتی هنگامیکه دمای هوا بیش از ۳۵ درجه باشد، آرامش خاطر دارم.                                    | ۱۳۶   | ۹۵    | ۹۵     | ۴۰    | ۱۹        |
|  | ۳۵.۳۲ | ۲۴.۶۸ | ۲۴.۶۸  | ۱۰.۳۹ | ۴.۹۴      |
| Q4 در دمای بالای ۳۵ درجه در محل کار احساس آرامش خاطر دارم.   | ۱۹۸   | ۷۳    | ۸۳     | ۲۱    | ۱۰        |
|  | ۵۱.۴۳ | ۱۸.۹۶ | ۲۱.۵۶  | ۵.۴۵  | ۲.۶۰      |
| Q5 در مسیر رفتن به سر کار، دانشگاه و... در دمای بالای ۳۵ درجه احساس آرامش خاطر دارم.                           | ۲۱۷   | ۸۱    | ۵۶     | ۲۳    | ۸         |
|  | ۵۶.۳۶ | ۲۱.۰۴ | ۱۴.۵۵  | ۵.۹۷  | ۲.۰۸      |
| Q6 هنگام حضور در اماکن عمومی و یا کار کردن در فضای بیرونی در دمای بیش از ۳۵ درجه احساس آرامش خاطر دارم.        | ۲۱۲   | ۹۰    | ۵۸     | ۱۸    | ۷         |
|  | ۵۵.۰۶ | ۲۳.۳۸ | ۱۵.۰۶  | ۴.۶۸  | ۱.۸۲      |
| Q7 در زمان اوقات فراغت (در پارک‌ها، باغ‌ها رفتن به استخر) حتی در دمای بیش از ۳۵ درجه هم احساس آرامش خاطر دارم. | ۱۱۵   | ۱۰۲   | ۱۱۲    | ۴۰    | ۱۶        |
|  | ۲۹.۸۷ | ۲۶.۴۹ | ۲۹.۰۹  | ۱۰.۳۹ | ۴.۱۶      |
| Q8 در زمان انجام فعالیت‌های ورزشی در دمای بالای ۳۵ درجه احساس آرامش خاطر دارم.                                 | ۱۹۷   | ۱۰۸   | ۵۲     | ۲۰    | ۸         |
|  | ۵۱.۱۷ | ۲۸.۰۵ | ۱۳.۵۱  | ۵.۱۹  | ۲.۰۸      |
| Q9 در دمای بالای ۳۵ درجه در وسایل حمل و نقل شخصی و عمومی همچون اتوبوس، مترو و... غیره احساس آرامش خاطر دارم.   | ۲۲۷   | ۹۹    | ۴۲     | ۶     | ۱۱        |
|  | ۵۸.۹۶ | ۲۵.۷۱ | ۱۰.۹۱  | ۱.۵۶  | ۲.۸۶      |

|       |       |       |       |       |         |     |   |
|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-----|---|
| 31    | 44    | 112   | 112   | 84    | فراوانی | Q10 | در دمای بالای ۳۵ درجه دچار سردرد و سرگیجه می شوم.                                       |
| 8.05  | 11.43 | 29.09 | 29.09 | 21.82 | درصد    |     |   |
| 54    | 78    | 92    | 96    | 65    | فراوانی | Q11 | در زمانی که دمای هوا بالای ۳۵ درجه سانتی گراد است، نمیتوانم خوب بخوابم.                 |
| 14.03 | 20.26 | 23.90 | 24.94 | 16.88 | درصد    |     |   |
| 23    | 34    | 67    | 83    | 178   | فراوانی | Q12 | در دمای بالای ۳۵ درجه بیماری های قلبی، ریوی، تنفسی و... غیره برایم تشدید می شود.        |
| 5.97  | 8.83  | 17.40 | 21.56 | 46.23 | درصد    |     |   |
| 67    | 77    | 82    | 86    | 73    | فراوانی | Q13 | در دمای بالای ۳۵ درجه دچار گرمزدگی می شوم.  |
| 17.40 | 20.00 | 21.30 | 22.34 | 18.96 | درصد    |     |   |
| 12    | 24    | 66    | 80    | 203   | فراوانی | Q14 | در دمای بالای ۳۵ درجه، دچار گرفتگی عضلانی می شوم.                                       |
| 3.12  | 6.23  | 17.14 | 20.78 | 52.73 | درصد    |     |   |
| 86    | 80    | 97    | 78    | 44    | فراوانی | Q15 | فعالیت های ورزشی و تمرین بیش از حد در دمای بالای ۳۵ درجه برای من سخت است.               |
| 22.34 | 20.78 | 25.19 | 20.26 | 11.43 | درصد    |     |   |
| 110   | 121   | 84    | 40    | 30    | فراوانی | Q16 | در دمای بالای ۳۵ درجه، هنگامیکه در حال قدم زدن و فعالیت می باشم بدنم دچار تعریق می شود. |
| 28.57 | 31.43 | 21.82 | 10.39 | 7.79  | درصد    |     |   |
| 49    | 71    | 121   | 88    | 56    | فراوانی | Q17 | در دمای بالای ۳۵ درجه در سایه هم دچار تعریق می شوم.                                     |
| 12.73 | 18.44 | 31.43 | 22.86 | 14.55 | درصد    |     |   |

به منظور بررسی و تحلیل الگوی خودهمبستگی فضایی گویه ای تنش گرمایی از شاخص فضایی هات اسپات بهره گرفته شده است. به منظور حصول اطمینان از مناطق دارای خوشه های با ارزش بالا و پایین از شاخص G استار یا هات اسپات استفاده شده است که نتایج آن در شکل ۱ ارائه شده است. آماره G که برای هر عارضه موجود در داده ها محاسبه می شود، نوعی امتیاز Z است. برای امتیاز Z مثبت و معنادار از نظر آماری، هر چه امتیاز Z بزرگ تر باشد، مقادیر بالا به میزان زیادی خوشه بندی شده و لکه داغ تشکیل می دهند. برای امتیاز Z منفی و معنادار از نظر آماری، هر چه امتیاز Z کوچکتر باشد، به معنای خوشه بندی شدیدتر مقادیر پایین خواهد بود و این ها در حقیقت لکه های سرد را نشان می دهند. در شکل ۲ تا ۵ الگوی خودهمبستگی فضایی گویه را نشان می دهد. براساس شکل ۲ در گویه یک (در دمای بیش از ۳۵ درجه احساس خستگی می کنم) در مناطق ۲۲ گانه مشاهده می شود که تنش گرمایی در مناطق ۴، ۶، ۱۰، ۲۲ و بخش هایی از مناطق ۵ و ۱۴ تشکیل الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت داده است و در مناطق دیگر از جمله ۲۱، ۱۸، ۱۹ و ۱ و ۷ از الگوی خودهمبستگی فضایی منفی برخوردار بوده است. بنابراین براساس گویه یک تنش گرمایی در مناطق قرمز رنگ بیشتر مشاهده شده است و در سایر مناطق متمایل به زرد رنگ تنش گرمایی فاقد الگوی فضایی بوده است. در گویه دوم (هنگامی که دمای هوا بیش از ۳۵ درجه است، مشکلاتی در تمرکز پیدا می کنم) بر عکس گویه اول تنش گرمایی بیشتر در منطقه های ۳، ۶، ۷، ۸ و ۲۱ مشاهده شده است. در گویه سوم (در محیط منزل حتی هنگامیکه دمای هوا بیش از ۳۵ درجه باشد، آرامش خاطر دارم). الگوی خودهمبستگی سوم در مناطق ۲۲ گانه همگون تر بوده است به طوری که مناطق با خوشه ای بالا بیشتر در نواحی شرق منطقه مورد مطالعه تشکیل هسته فضایی

داده است و مناطق با خوشه‌ای پایین بیشتر در غرب منطقه مورد مطالعه یعنی مناطق ۲۲، ۲۱ و ۱۹ مشاهده شده است. با این حال سایر مناطق فاقد الگوی فضایی بوده است. در گویه چهارم (در دمای بالای ۳۵ درجه در محل کار احساس آرامش خاطر دارم.) الگوی فضایی مشابه با الگوی فضایی سوم را تجربه کرده است به طوری که تنش‌های گرمایی شهروندان در مناطق شرق و شمال شرق منطقه مورد مطالعه مشاهده شده است. در گویه پنجم (در مسیر رفتن به سر کار، دانشگاه و..... در دمای بالای ۳۵ درجه احساس آرامش خاطر دارم.) همانطور که مشاهده می‌شود همانند گویه چهارم اما با شدت کمتر الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت تشکیل داده است. با این تفاوت که در مناطق ۲ و ۴ از شدت آن در بیشتر این نواحی کاسته شده است. مناطق ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ به سبب قرارگیری در شاهراه‌های ارتباطی و مسیرهای منتهی به مراکز آموزش عالی و ادارات دولتی به این خاطر در تشکیل یک الگوی خودهمبستگی فضایی معنادار قابل اهمیت می‌باشد. این درحالی می‌باشد که در مناطق ۵، ۲۲، ۲۱، ۲۰ و ۱۹ به علت استقرار پارک‌های جنگلی و تفریحی و دوری از مناطق مرکزی شهر در این الگوها از مقادیر پایین تری برخوردار بوده است. در گویه ۶ (هنگام حضور در اماکن عمومی و یا کار کردن در فضای بیرونی در دمای بیش از ۳۵ درجه احساس آرامش خاطر دارم) مناطق ۴، ۱، ۷، ۱۲، ۱۱، ۱۶، ۱۷ و ۲۱ تشکیل الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت داده‌اند. در این گویه منطقه ۲۱ تهران خودهمبستگی بالا و معناداری نسبت به گویه‌های ۱ تا ۵ داشته است. این امر نشان‌دهنده انباشت و تمرکز کارخانه‌ها و مراکز صنعتی در منطقه ۲۱ تهران می‌باشد. در گویه ۷ (شکل ۳) (در زمان اوقات فراغت (در پارک‌ها، باغ‌ها رفتن به استخر) حتی در دمای بیش از ۳۵ درجه هم احساس آرامش خاطر دارم) نیز مناطق ۱، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ تشکیل یک الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت داده‌اند. در این مناطق نیز به علت قرارگیری در مناطق مرکزی و پر رفت و آمدتر نسبت به سایر مناطق شهر و همچنین کمبود فضای سبز، بیشترین تاثیر را در تشکیل یک الگوی خودهمبسته با مقادیر بالا داشته است. در گویه ۸ (در زمان انجام فعالیت‌های ورزشی در دمای بالای ۳۵ درجه احساس آرامش خاطر دارم) مناطق ۴، ۲، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۱، ۱۳ و بخش‌هایی از منطقه ۱۷ تشکیل الگوی خودهمبستگی مثبت داده است. درحالی‌که مناطق ۱، ۱۴، ۱۵، ۲۰ و ۲۲ تشکیل الگوی خودهمبستگی فضایی منفی داده‌اند که این مناطق به عنوان مناطق پایکوهی قلمداد می‌شوند و نقش ارتفاعات در کاهش تنش گرمایی و دوری از مناطق مرکزی شهر در این امر بی تاثیر نیست. در گویه ۹ (در دمای بالای ۳۵ درجه در وسایل حمل و نقل شخصی و عمومی همچون اتوبوس، مترو و... غیره احساس آرامش خاطر دارم) بیشتر مناطق تهران مثل ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۷، ۱۸ تشکیل الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت داده‌است. در اینجا بخش‌هایی از مناطق ۴ و ۱۶ نیز از این قاعده پیروی می‌کنند. قرارگیری این مناطق در مسیر وسایل حمل و نقل عمومی شامل مترو، خطوط اتوبوس رانی، و تاکسیرانی در مناطق مرکزی شهر تهران موجبات ایجاد تنش گرمایی را فراهم نموده است. مناطق ۲، ۳، ۵، ۲۲ و بخش‌هایی از منطقه ۱ تهران تشکیل الگوی خودهمبستگی فضایی منفی داده‌اند. این مناطق به علت دوری از خطوط پر رفت و آمد شهری و قرارگیری در شمال منطقه تهران از تاثیرات تنش گرمایی شدید تقریباً کمتر تاثیر پذیرفته‌اند.

در گویه ۱۰ (در دمای بالای ۳۵ درجه دچار سردرد و سرگیجه می‌شوم) مناطق ۶، ۸، ۱۱ و ۲۲ دارای الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت برخوردار بوده‌اند. در این الگو مناطق مرکزی تهران همانند سایر گویه‌های قبلی حائز



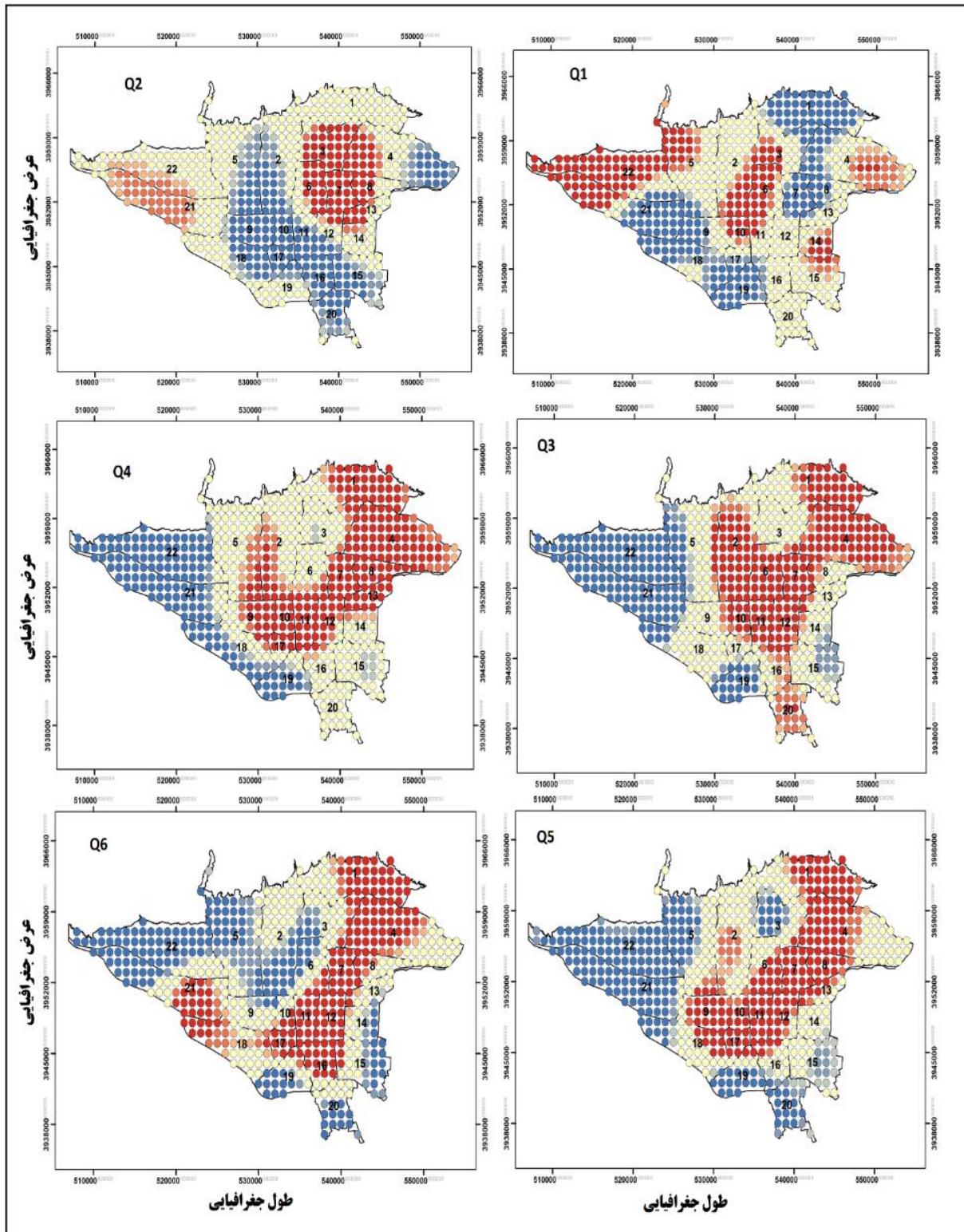
اهمیت می‌باشد. مناطقی که تحت کنترل وسایل نقلیه عمومی و شخصی قرار داشته و سبب افزایش آلودگی‌های ناشی از سوخت‌های فسیلی شده است. مناطق ۱، ۵، ۱۸، ۱۹ و ۲۱ دارای الگوی خودهمبستگی فضایی منفی بوده است. این مناطق که عمدتاً در غرب تهران قرار دارند تأثیر کمتری از شرایط ناشی از تنش گرمایی پذیرفته‌اند. در گویه‌ی ۱۱ (در زمانی که دمای هوا بالای ۳۵ درجه سانتی‌گراد است، نمیتوانم خوب بخوابم) مناطق ۳، ۱۰، ۱۱ و ۲۰ تشکیل یک الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت داده‌اند. در این گویه محل پراکندگی خوشه‌های خودهمبستگی مثبت در مناطق شمالی، مرکزی و جنوبی شهر تهران قرار دارد. در مناطق مرکزی شرایط ناشی از تنش گرمایی بسیار شدید عمل کرده است. در مناطق جنوبی نیز به احتمالاً نزدیکی به دشت ورامین و دشتهای مجاور به عنوان مناطق نیمه کویری در افزایش دمای این مناطق بی تأثیر نبوده است. مناطق ۷، ۹، ۱۸ و ۲۲ دارای الگوی خودهمبستگی فضایی منفی می‌باشد. در گویه‌ی ۱۲ (در دمای بالای ۳۵ درجه بیماری‌های قلبی، ریوی، تنفسی و... غیره برایم تشدید می‌شود) مناطق ۲، ۳، ۶، ۷، ۸، ۱۱ و ۱۲ از الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت پیروی کرده است. این مناطق به طور کلی در مناطق مرکزی شهر تهران قرار دارند. بنابراین ازدیاد جمعیت، کمبود هوای سالم، افزایش رفت و آمد وسایل نقلیه موتوری که سبب افزایش دما شده و سبب شده تا بیماری‌های قلبی و عروقی بیشترین مقدار را در این نواحی نسبت به سایر مناطق دیگر دارا می‌باشد. درحالیکه مناطق ۱۹، ۲۰، ۲۱ و ۲۲ مناطقی هستند که از الگوی خودهمبستگی منفی پیروی کرده‌اند. این مناطق به طور کلی در غرب و جنوب غرب شهر تهران قرار دارند که از قلب تهران دورتر می‌باشد و از مقادیر کمتری برخوردار بوده‌اند. در گویه‌ی ۱۳ (در دمای بالای ۳۵ درجه دچار گرمزدگی می‌شوم) مناطق ۲، ۶، ۱۱، ۱۲، ۱۷، ۱۸، ۲۰ و ۲۲ از الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت تبعیت می‌کنند. درحالیکه مناطق ۸، ۱۳ و ۲۱ از الگوی خودهمبستگی منفی تبعیت کرده است. در گویه‌ی ۱۴ (شکل ۴) (در دمای بالای ۳۵ درجه، دچار گرفتگی عضلانی می‌شوم) مناطق ۲، ۳، ۵، ۶، ۱۴ و ۱۵ تشکیل الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت داده است. درحالیکه مناطق ۱، ۴، ۱۰، ۱۱، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۲۱ تشکیل الگوی خودهمبستگی فضایی منفی داده است. در گویه‌ی ۱۵ (فعالیت‌های ورزشی و تمرین بیش از حد در دمای بالای ۳۵ درجه برای من سخت است) مناطق ۲، ۲۰، ۲۲، ۲۱ تشکیل یک الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت را می‌دهد. این مناطق بیشتر در مناطق پایکوهی قرار دارند. این عامل احتمالاً نقش شیب و توپوگرافی در فعالیت‌های ورزشی و مشکلات ناشی از دمای بالای هوا و فعالیت‌های بدنی شدید را توجیه می‌کند. درحالیکه دیگر مناطق شهر تهران مثل مناطق ۴، ۷، ۸ و ۲۱ تشکیل یک الگوی خودهمبستگی منفی داده است. در گویه‌ی ۱۶ (در دمای بالای ۳۵ درجه، هنگامیکه در حال قدم زدن و فعالیت می‌باشم بدنم دچار تعریق می‌شود) مناطق ۲، ۵، ۲۰ و ۲۲ تشکیل یک الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت دادند. در این مناطق تأثیرات ناشی از تنش گرمایی مشکلات زیادی در انجام کارهای روزمره داشته است. در این گویه نیز این تنش گرمایی بیشتر در مناطق پایکوهی مشاهده می‌شود. از طرف دیگر مناطق ۷، ۹، ۱۰، ۱۳، ۱۶، ۱۷، ۱۹ تشکیل یک الگوی خودهمبستگی فضایی منفی داده‌اند که کمترین تأثیر را از تنش گرمایی روزمره پذیرفته‌اند. در گویه‌ی ۱۷ (در دمای بالای ۳۵ درجه در سایه هم دچار تعریق می‌شوم) مناطق ۲، ۵، ۸، ۱۱، ۱۵ و ۲۰ به طور کامل تشکیل یک الگوی خودهمبستگی فضایی را داده‌اند.

در این گویه نیز همانند گویه‌ی ۱۶ می‌باشد با این تفاوت که در گویه‌ی ۱۷ تغییراتی در میزان و شدت لکه‌های داغ در مناطق می‌باشد.

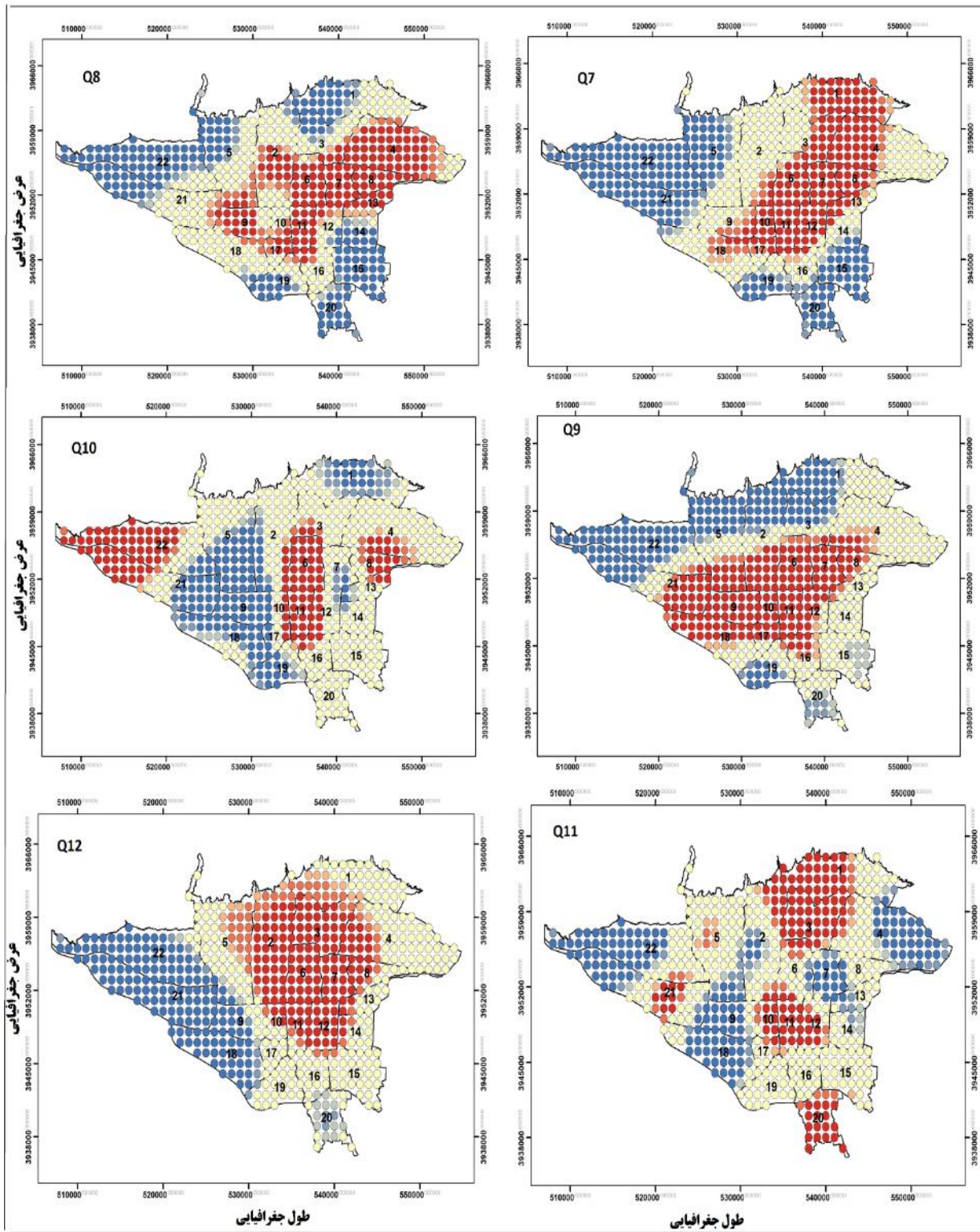
در بررسی میزان و شدت تشکیل هسته‌های داغ و سرد بر روی شهر تهران و باتوجه به تمامی الگوهای خودهمبستگی، مناطق ۲، ۳، ۶، ۷، ۸، ۱۱ و ۱۲ بیشترین نقش و را در تشکیل الگوی خودهمبستگی مثبت داشته‌اند. به‌طور کلی بیشتر این مناطق در مناطق مرکزی شهر تهران قرار دارند که قرارگیری بر سر مسیرهای رفت و آمد و ادارات، موسسات، مراکز آموزشی که سبب افزایش نقل و انتقالات به این مناطق می‌شود، بی‌تاثیر نمی‌باشد. در مناطق ۱۹ و ۲۱ به‌طور کامل و بخش‌هایی از مناطق ۵، ۹، ۱۸ و ۲۲ نیز در این تقسیم بندی الگوی فضایی منفی بوده و در بیشتر معیارهای مورد مطالعه کمتر تاثیر پذیرفته است.

توزیع الگوی خودهمبستگی فضایی شاخص‌های تنش گرمایی در مناطق ۲۲ گانه تهران (شکل ۵) بر اساس روانی افراد طی دماهای بالا به‌طور کلی مناطق ۴، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۷ دارای بیشترین الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت در تاثیرات ناشی از تنش گرمایی بوده‌اند. درحالی‌که مناطق ۵، ۱۵، ۱۹، ۲۰، ۲۲ و ۲۱ دارای کمترین الگوی خودهمبستگی فضایی منفی ناشی از تاثیرات تنش گرمایی بوده‌اند. این شرایط نشان‌دهنده نقش کمتر این مناطق در تاثیرپذیری تبعات ناشی از تنش گرمایی بوده‌اند.

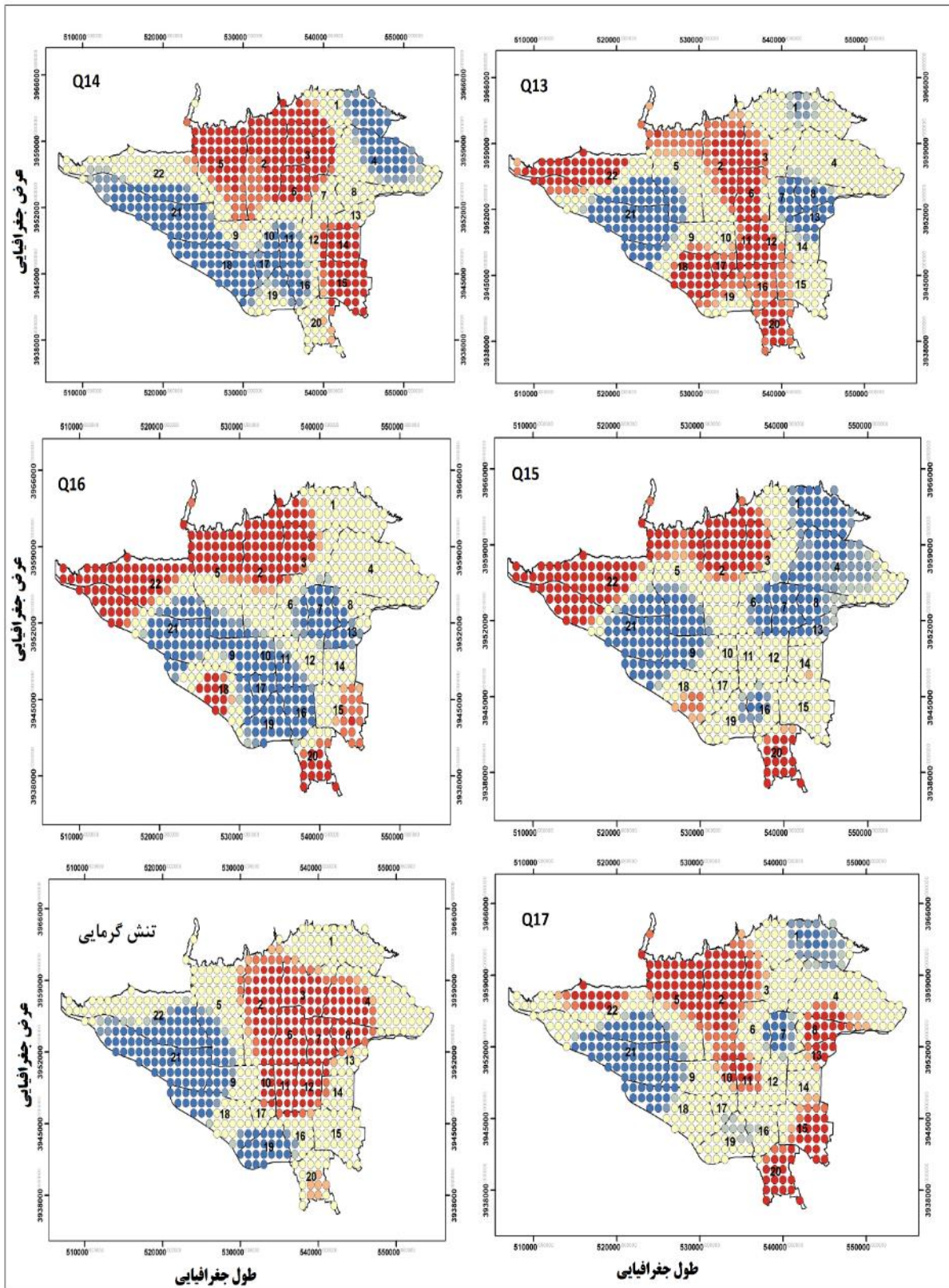
توزیع الگوی خودهمبستگی فضایی شاخص‌های تنش گرمایی در مناطق ۲۲ گانه تهران (شکل ۵) بر اساس سلامت جسمی افراد طی دماهای بالا به‌طور کلی مناطق ۲، ۳، ۵، ۶، ۱۱، ۱۲، ۲۰ دارای بیشترین الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت در تاثیرات ناشی از تنش گرمایی بوده‌اند. درحالی‌که مناطق ۹، ۱۹، ۲۱ و بخش‌هایی از مناطق ۱ و ۷ دارای کمترین الگوی خودهمبستگی فضایی منفی ناشی از تاثیرات تنش گرمایی بوده‌اند. این شرایط نشان‌دهنده نقش کمتر این مناطق در تاثیرپذیری تبعات ناشی از تنش گرمایی بوده‌اند. همچنین درصد توزیع الگوی خودهمبستگی برای گویه‌های تنش گرمایی در جدول ۳ نشان داده شده است.



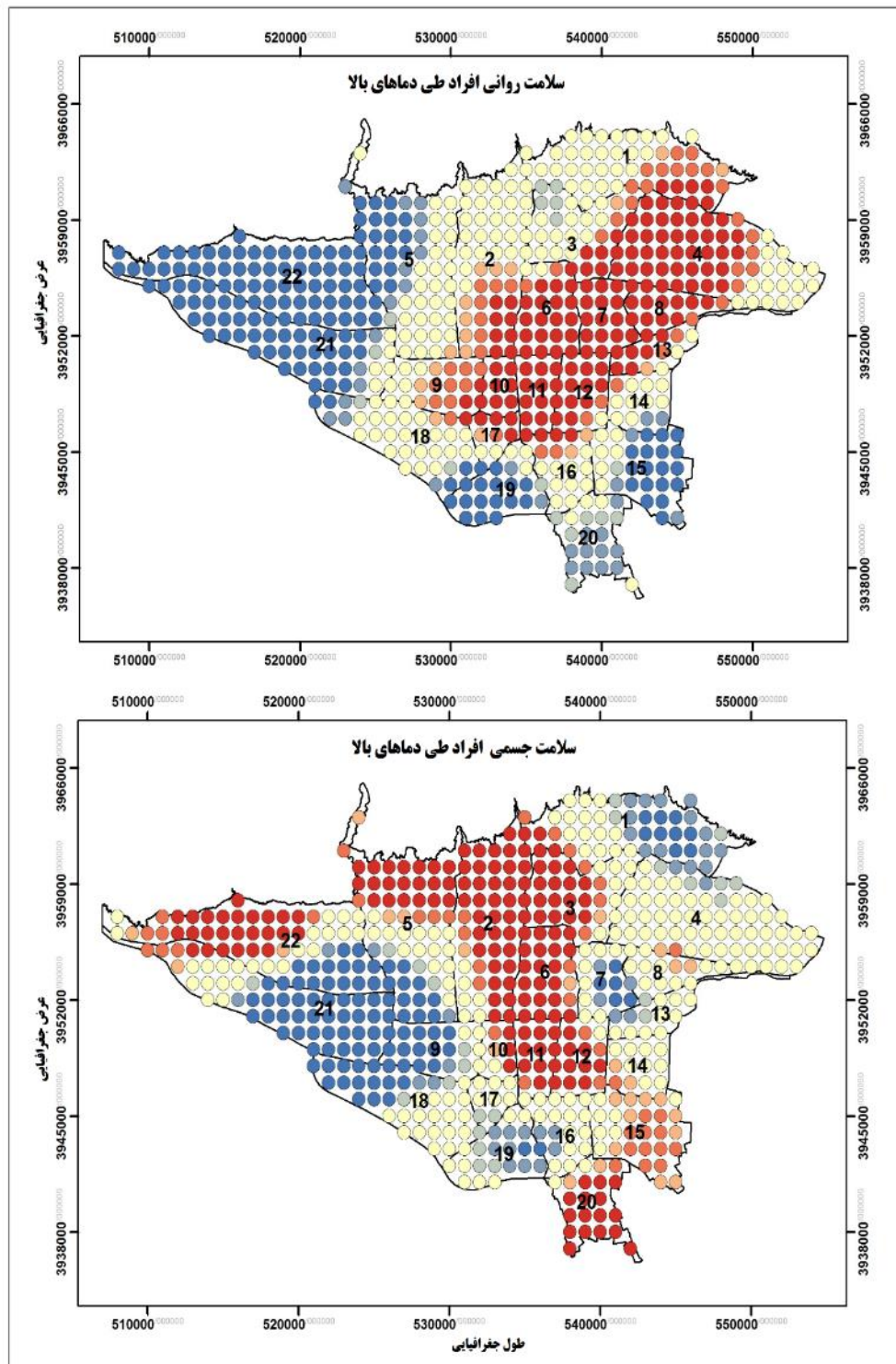
شکل ۲: توزیع الگوی خودهمبستگی فضایی تنش گرمایی در مناطق ۲۲ گانه تهران بر اساس گویه های پرسشنامه ای



شکل ۳: توزیع الگوی خودهمبستگی فضایی تنش گرمایی در مناطق ۲۲ گانه تهران بر اساس گویه های پرسشنامه ای



شکل ۵: توزیع الگوی خودهمبستگی فضایی تنش گرمایی در مناطق ۲۲ گانه تهران بر اساس گویه های پرسشنامه ای

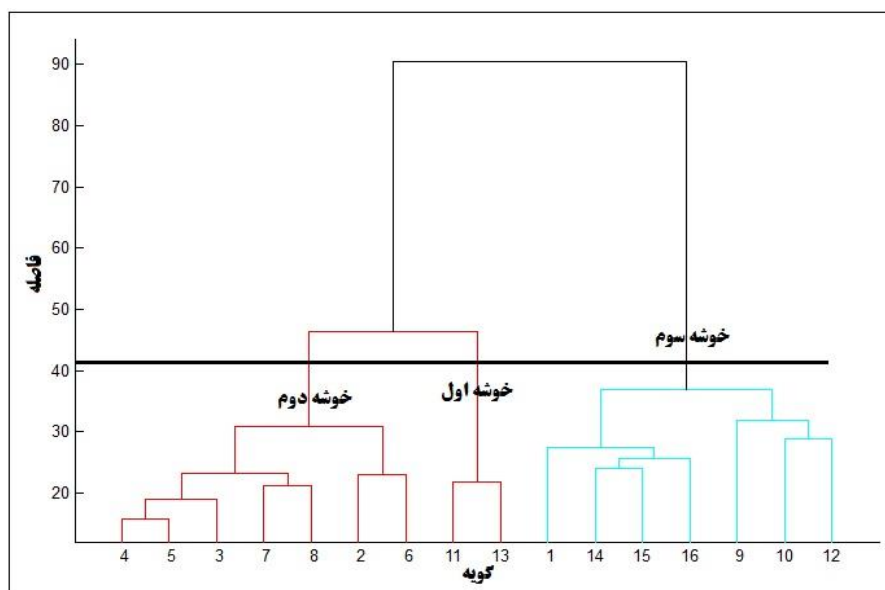


شکل ۵: توزیع الگوی خودهمبستگی فضایی شاخص تنش گرمایی در مناطق ۲۲ گانه تهران

جدول ۳: درصد توزیع الگوی خودهمبستگی برای گویه‌های تنش گرمایی

| گویه       | الگوی خودهمبستگی     | الگوی خودهمبستگی     | الگوی خودهمبستگی     | فاقد الگو | الگوی خودهمبستگی     | الگوی خودهمبستگی     | الگوی خودهمبستگی     |
|------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|
|            | فضایی منفی (۹۹ درصد) | فضایی منفی (۹۵ درصد) | فضایی منفی (۹۰ درصد) |           | فضایی مثبت (۹۰ درصد) | فضایی مثبت (۹۵ درصد) | فضایی مثبت (۹۹ درصد) |
| Q1         | 25.70                | 4.69                 | 1.62                 | 34.95     | 0.32                 | 5.36                 | 27.67                |
| Q2         | 22.02                | 8.58                 | 4.85                 | 39.32     | 0.49                 | 4.36                 | 20.06                |
| Q3         | 23.79                | 5.07                 | 2.43                 | 29.83     | 0.49                 | 6.33                 | 32.00                |
| Q4         | 20.87                | 2.43                 | 2.27                 | 32.36     | 0.16                 | 6.52                 | 34.83                |
| Q5         | 27.67                | 4.85                 | 4.37                 | 27.02     | 0.32                 | 5.09                 | 31.50                |
| Q6         | 25.24                | 7.61                 | 2.10                 | 29.45     | 0.32                 | 4.96                 | 30.69                |
| Q7         | 29.10                | 4.21                 | 1.62                 | 27.99     | 0.65                 | 5.25                 | 31.52                |
| Q8         | 27.80                | 4.21                 | 2.91                 | 28.80     | 0.65                 | 4.03                 | 31.55                |
| Q9         | 25.73                | 3.72                 | 3.40                 | 30.23     | 0.49                 | 5.15                 | 31.85                |
| Q10        | 20.01                | 5.50                 | 4.05                 | 43.53     | 0.32                 | 4.05                 | 23.14                |
| Q11        | 21.76                | 5.34                 | 3.07                 | 39.81     | 0.32                 | 7.12                 | 22.43                |
| Q12        | 23.03                | 2.10                 | 3.40                 | 34.30     | 0.65                 | 5.68                 | 30.85                |
| Q13        | 22.83                | 6.46                 | 3.40                 | 34.20     | 0.32                 | 7.62                 | 25.43                |
| Q14        | 26.54                | 6.15                 | 2.43                 | 30.26     | 0.81                 | 4.44                 | 29.85                |
| Q15        | 22.73                | 7.25                 | 3.72                 | 35.92     | 0.00                 | 5.99                 | 24.43                |
| Q16        | 23.62                | 3.05                 | 2.75                 | 37.22     | 0.16                 | 4.80                 | 28.74                |
| Q17        | 17.56                | 4.53                 | 4.05                 | 33.10     | 0.32                 | 11.36                | 28.67                |
| سلامت ذهنی | 23.21                | 5.02                 | 2.75                 | 30.74     | 0.32                 | 5.36                 | 32.20                |
| سلامت جسمی | 22.99                | 6.15                 | 4.37                 | 26.58     | 0.32                 | 6.96                 | 32.69                |
| تنش گرمایی | 24.06                | 4.59                 | 2.10                 | 28.20     | 0.65                 | 8.25                 | 32.02                |

به منظور خوشه بندی گویه‌ها از تحلیل خوشه‌ای بر روی گویه‌ها استفاده شد، از سوی دیگر گویه " هنگامی که دمای هوا بیش از ۳۵ درجه است، مشکلاتی در تمرکز پیدا می‌کنم " در این تحلیل بدلیل عدم همبستگی بالا حذف شده است. که دندرو گرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای در شکل ۶ ارائه شده است. در این رویه از کار به کمک آزمون اختلاف میانگین و تحلیل واریانس درون گروهی و برون گروهی محل برش دندروگرام در شکل با خط تیره رنگ مشخص شده است. نتایج حاصل از خوشه بندی گویه‌ها در جدول ۴ ارائه شده است.



شکل ۶: دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای برای گویه‌ها

همان طوری که اشاره شده است بر اساس تحلیل خوشه‌ای گویه‌ها در سه دسته، طبقه بندی شده است که نتایج آن در جدول ۵ آورده شده است.

**خوشه اول:** براساس تحلیل خوشه‌ای ۱۲/۵ درصد از گویه‌ها در خوشه اول قرار دارند. میزان همبستگی بین این دو گویه ۰/۵۶ می‌باشد از این رو می‌توان نام این خوشه را به «بیماری‌های قلبی ریوی و گرفتگی عضلانی» نام‌گذاری کرد.

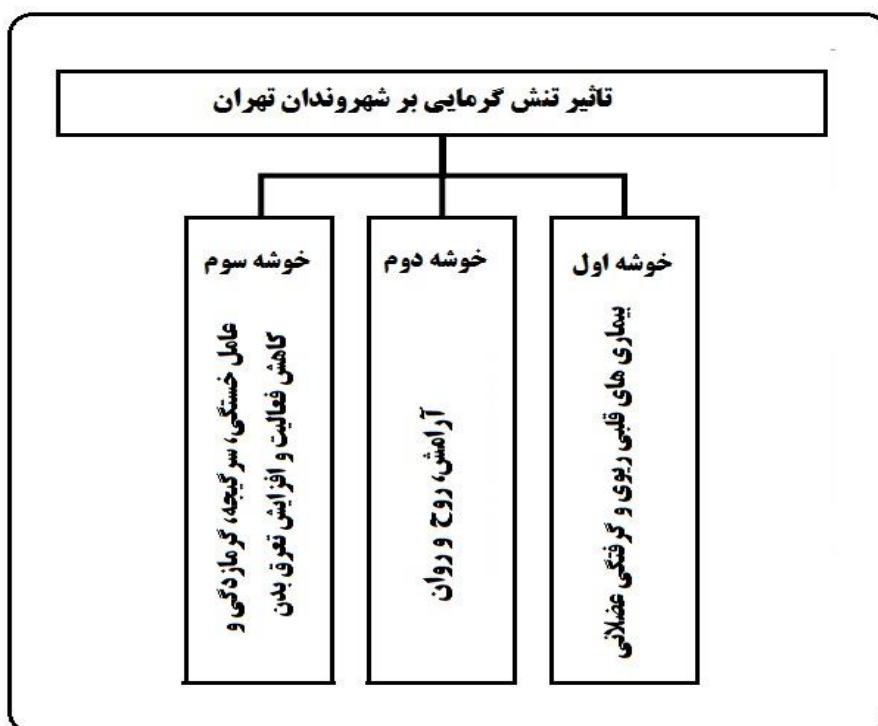
**خوشه دوم:** در این خوشه همان طوری که اشاره شده است ۴۳/۷۵ درصد از گویه‌ها در این خوشه قرار دارند. ماتریس همبستگی بین گویه‌هایی که در این خوشه قرار دارند، بیانگر این است که تمام گویه‌هایی که در این خوشه قرار دارند دارای رابطه همبستگی متوسط و بالا و رابطه مستقیمی با هم دارند. با توجه به گویه‌هایی که بر روی این عامل تاثیرگذار می‌باشند این خوشه را می‌توان با خوشه "آرامش روح و روان" نام‌گذاری کرد.

**خوشه سوم:** در خوشه سوم همانند خوشه دوم ۴۳/۷۵ درصد از گویه‌ها تاثیرگذار بودند. همچنین بین گویه‌های خوشه سوم رابطه مثبت و مستقیمی برقرار است که در این بین گویه «فعالیت‌های ورزشی و تمرین بیش از حد در دمای بالای ۳۵ درجه برای من سخت است» با گویه «در دمای بالای ۳۵ درجه، هنگامیکه در حال قدم زدن و فعالیت می‌باشم بدنم دچار تعریق می‌شود» بیشترین ضریب همبستگی را در خوشه سوم با هم داشتند. با توجه به نوع گویه‌هایی که بر روی خوشه سوم تاثیرگذار می‌باشند، این خوشه را می‌توان با نام خوشه «عامل خستگی، سرگیجه، گرم‌زدگی و کاهش فعالیت و افزایش تعریق بدن» نام‌گذاری می‌کرد.

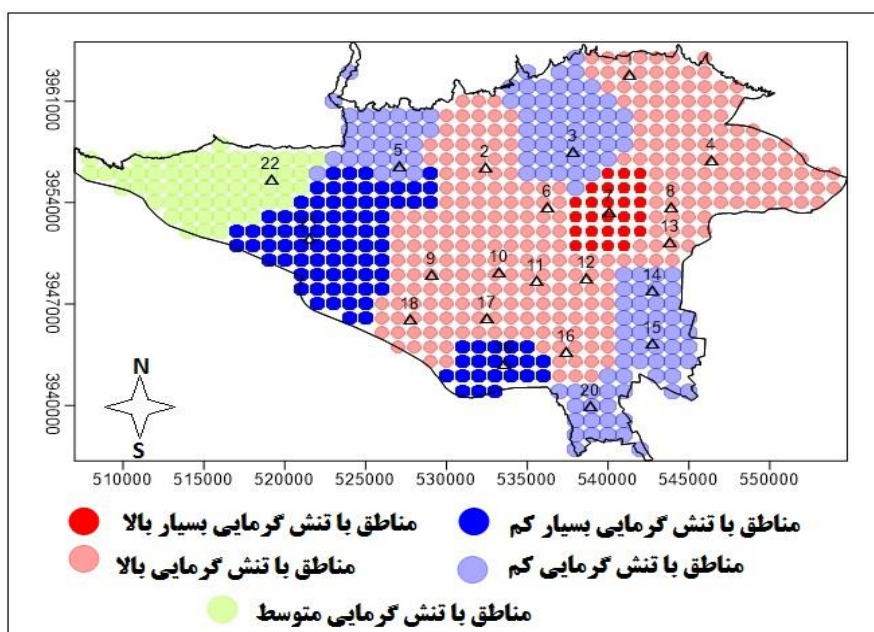


## جدول ۵: خوشه بندی گویه بر اساس تحلیل خوشه ای

| ردیف | گویه ها  | خوشه |
|------|--|------|
| ۱    | در دمای بیش از ۳۵ درجه سانتی گراد احساس خستگی می کنم.                                    | سه   |
| ۲    | در محیط منزل حتی هنگامیکه دمای هوا بیش از ۳۵ درجه باشد آرامش خاطر دارم.                  | دو   |
| ۳    | در دمای بالای ۳۵ درجه ، در محل کار آرامش خاطر دارم.                                      | دو   |
| ۴    | در مسیر رفتن به سر کار، دانشگاه و..... در دمای بالای ۳۵ درجه سانتی گراد آرامش خاطر دارم. | دو   |
| ۵    | در اماکن عمومی یا در فضای بیرونی در دمای بیش از ۳۵ درجه آرامش خاطر دارم.                 | دو   |
| ۶    | در زمان اوقات فراغت (در پارک ها، باغ ها) حتی در دمای بیش از ۳۵ درجه احساس آرامش دارم.    | دو   |
| ۷    | در انجام فعالیت های ورزشی دمای بالای ۳۵ درجه، احساس آرامش خاطر دارم.                     | دو   |
| ۸    | در دمای بالای ۳۵ درجه در وسایل حمل و نقل شخصی و عمومی و... غیره احساس آرامش خاطر دارم.   | دو   |
| ۹    | در دمای بالای ۳۵ درجه دچار سردرد و سرگیجه می شوم.  | سه   |
| ۱۰   | زمانی که دمای هوا بالای ۳۵ درجه سانتی گراد است، نمیتوانم خوب بخوابم.                     | سه   |
| ۱۱   | دمای بالای ۳۵ درجه، بیماری های قلبی، ریوی، تنفسی و... غیره برایم تشدید می شود.           | یک   |
| ۱۲   | در دمای بالای ۳۵ درجه، دچار گرمازدگی می شوم.   | سه   |
| ۱۳   | در دمای بالای ۳۵ درجه، دچار گرفتگی عضلانی می شوم.  | یک   |
| ۱۴   | فعالیت های ورزشی و تمرین بیش از حد در دمای بالای ۳۵ درجه برای من سخت است.                | سه   |
| ۱۵   | در دمای بالای ۳۵ درجه، هنگام قدم زدن و فعالیت بدنم دچار تعریق می شود.                    | سه   |
| ۱۶   | در دمای بالای ۳۵ درجه، در سایه هم دچار تعریق می شوم.                                     | سه   |



شکل ۷ مدل نهایی حاصل تاثیر تنش گرمایی بر شهروندان تهرانی بر اساس تحلیل خوشه ای را نشان می دهد.



شکل ۸: مدل نهایی اثرات تنش گرمایی بر شهروندان تهرانی براساس تحلیل خوشه‌ای

شکل ۸: ناحیه بندی اثرات تنش گرمایی بر شهروندان تهرانی براساس تحلیل خوشه‌ای در شکل ۶ نیز ناحیه بندی اثرات تنش گرمایی بر شهروندان تهرانی براساس تحلیل خوشه‌ای نشان داده شده است.

## نتیجه‌گیری

بررسی‌های به‌عمل آمده بر روی تاثیرات تنش گرمایی بر روی مناطق ۲۲ گانه تهران بر اساس دو الگوی خودهمبستگی فضایی مثبت و منفی اینگونه استنباط شد که تنش گرمایی بر روی سلامت روانی افراد در مناطق مرکزی، شرقی و شمال شرقی شهر تهران بیشترین تاثیر را داشته‌اند. این در حالیست که مناطق غربی و جنوبی تهران در مسائل و مشکلات مربوط به تنش گرمایی بر روی سلامت جسمانی افراد، مناطق مرکزی، جنوبی، شمالی و شمال غربی شهر تهران نقش بیشتری در ایجاد تنش گرمایی بر روی زندگی انسان‌ها داشته است. درحالیکه مناطق غربی، و شمال شرقی شهر تهران در آسیب‌پذیری ناشی از تنش گرمایی ضعیف‌تر عمل کرده‌اند. باتوجه به نتایج بالا می‌توان گفت مناطق مرکزی شهر تهران نسبت به سایر مناطق دیگر بیشترین نقش را در شکل‌گیری مسائل و مشکلات ناشی از تنش گرمایی داشته است. این شرایط معلول عواملی همچون، قرارگرفتن در قلب شهر، وجود بازارهای تجاری، خدماتی و تولیدی و مهم‌تر اینکه مراکز آموزشی در این قسمت از شهر قرار گرفته است. درنتیجه شرایط برای شکل‌گیری جزیره‌ی حرارتی بر روی مرکز شهر تهران و مسائل و مشکلات ناشی از این پدیده مهیا می‌باشد. نکته دیگر اینکه مشکلات جسمانی ناشی از تنش گرمایی بیشتر در مناطق پایکوهی و شمالی شهر تهران نمود داشته است. درحالیکه مشکلات روانی حاصل از تنش گرمایی در مناطق مرکزی و شرقی تهران آشکارتر است. درنتیجه می‌توان با احتمال بیان کرد که مردم مناطق

مرکزی و شرق تهران بیشتر دارای مشکلات ناشی از به خطر افتادن سلامت روانی مردم و مناطق شمالی و پایکوهی شهر تهران در مشکلات ناشی از سلامت جسمانی در ارتباط با پدیده‌ی تنش گرمایی باشند. نتایج تحقیق (Bishop-Williams et al., 2015) نیز تأییدی بر این گفته می‌باشد که نقشه‌های تصویری پراکندگی تنش گرمایی می‌توانند اطلاعات مربوط به خطرات سلامت و آگاهی برای راهبردهای کنترل را بخوبی نمایش دهند.

از سوی دیگر، بر اساس تحلیل خوشه‌ای تنش گرمایی به ترتیب بیشتر بر جنبه بیماری‌های قلبی ریوی و گرفتگی عضلانی، آرامش، روح و روان و عامل خستگی، سرگیجه، گرمزدگی و کاهش فعالیت و افزایش تعرق بدن تاثیر گذاشته است. با این وجود می‌توان گفت که افزایش تنش گرمایی موجب افزایش خطر بروز بیماری‌های مرتبط با گرما و حتی مرگ و میر افراد آسیب‌پذیر نسبت به این پدیده خواهد شد به طوری که نتایج محققین در سایر نقاط جهان تأییدی بر این گفته می‌باشد. برای نمونه در سال ۲۰۰۳، موج گرمای شدید موجب مرگ بیش از ۲۰ هزار نفر در اروپا و نیز بیش از ۱۵۰۰ نفر در هندوستان شد. دانشمندان این مرگ‌ها را به خاطر موج گرمای ناشی از تغییرات اقلیمی دانسته و هشدار می‌دهند که در آینده، باز هم با این چنین پدیده‌ای روبرو خواهیم بود. بنابراین زمانی که افزایش دمای بدن از مکانیسم دفع حرارت پیشی می‌گیرد، دمای بدن افزایش پیدا کرده و علائم مهم گرمزدگی بروز می‌کنند. از این رو تنش گرمایی جز رویدادهای فرین محسوب می‌شوند که تلفات شدیدی به محیط زیست و زندگی انسان وارد می‌کنند. همزمان با تغییرات اقلیمی، رویداد روزهای بسیار داغ و امواج گرمایی نیز بیشتر می‌گردد (Tebaldi et al., 2006). به عنوان مثال می‌توان به رویدادهای حدی شدیدی که در ژانویه ۲۰۰۹ در استرالیا، تابستان ۲۰۱۰ در روسیه، تابستان ۲۰۱۱ در اکلاهاما، تابستان ۲۰۰۳ در اروپا و تابستان ۲۰۰۳ در فرانسه به وقوع پیوسته است، اشاره نمود که منجر به مرگ تقریباً ۴۰۰۰۰ نفر گردید (Luterbacher, 2004; Barriopedro et al., 2011; Schar et al., 2004). همچنین نتایج مطالعات دیگر نشان داد که درک افراد مسن از آسیب‌پذیری شان در گرما را که اغلب ناشی از سن باشد با افزایش در معرض خطر قرار گرفتن سلامت شان در طی گرما رابطه‌ای نیست (Abrahamson et al., 2009; Wolf et al., 2010). همانگونه که اشاره شد تنش گرمایی بر فعالیت‌های شهروندان تهرانی و گرمزدگی تاثیر به سزایی گذاشته است. از این رو می‌توان استنباط کرد که این حالت نیز در یک آب و هوای به نسبت گرم اتفاق می‌افتد ولی معمولاً در افراد جوان و سازگار، و متعاقب فعالیت شدید عضلانی اتفاق افتاده و در اثر تعریق زیاد شخص دچار تنش گرمایی شدید می‌شود. یافته‌های تحقیقات (فلاح قاهره و همکاران، ۱۳۹۵) تأییدی بر این گفته می‌باشد به طوری که در این مطالعه نشان دادند که ضرورت توجه به مسأله تنش گرمایی و شیوع امراض (حمله گرمایی، سنکوپ و کرامپ عضلانی) را از بعد برنامه ریزی و مدیریت بحران، بیشتر می‌کند.

## منابع

- ۱- آبکار، علی رضا (۱۳۸۸) جایگاه فعالیت‌های جسمانی در اوقات فراغت دانشجویان، فصلنامه علوم شماره (۱) صص ۹-۲۸.

- ۲- دهقان حبیب‌الله، مرتضوی سیدباقر، جعفری محمد جواد، مرثی محمد رضا، ۱۳۹۴. بررسی پایایی و روایی پرسشنامه ارزیابی مقدماتی استرس گرمایی در محیط کار، دو ماهنامه طب جنوب پژوهشکده زیست- پزشکی خلیج فارس، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر، سال هجدهم، شماره ۴، صفحه ۶.
- ۳- رضازاده آذری منصور، معتمدزاده مجید، ۱۳۸۱، ارزیابی مقایسه‌ای تنش گرمایی کارکنان بندر امام خمینی به دو روش پایش محیطی و پایش زیستی، دو ماهنامه پژوهشی پژوهنده علوم پزشکی دانشگاه شهید بهشتی، جلد ۷، شماره ۴، صفحات ۹-۱۵.
- ۴- گلبابایی فریده، مظلومی عادل، محمودخانی سمیه، کاظمی زینب، حسینی مصطفی، عباسی‌نیا مرضیه، فرهنگ دهقان سمیه. ۱۳۹۴، ارزیابی اثر استرس گرمایی بر توجه انتخابی و زمان واکنش در کارگران یک صنعت گرم: کاربرد آزمون استروپ رایانه‌ای. فصلنامه بهداشت و ایمنی کار، جلد ۵، شماره ۱.
- ۵- طرح جامع توسعه گردشگری تهران، ۱۳۸۵.
- ۶- عسگری، علی، ۱۳۹۰، تحلیل‌های آمار فضایی با ArcGIS، انتشارات سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران، صفحات ۷۵ و ۷۶.
- ۷- فلاح قاهره، غلامعباس، اسماعیلی، رضا و شاکری فهیمه، ۱۳۹۵، ارزیابی روند تغییرات فصلی تنش‌های گرمایی طی نیم قرن اخیر در چند نمونه اقلیمی ایران، مجله سلامت و محیط‌زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران؛ دوره نهم، شماره دوم، صص ۲۳۳ تا ۲۴۶.
- 8- Abrahamson, V., Wolf, J., Lorenzoni, I., Fenn, B., Kovats, S., Wilkinson, P., Adger, W. N., and Raine, R. 2009. Perceptions of heatwaverisks to health: interview-based study of older people in London and Norwich, UK, *J. Public Health (Oxf.)*, 31, 119–126, doi:10.1093/pubmed/fdn102.
- 9- Alam Arham, Purwitasari, Widhawati Dwi Nisa, Fardiansyah Rachmat, Tualeka Abdul Rohim, 2014. Factors Related To Subjective Complaint of Heat Pressures in Employees Basement Mtc Karebosi Makassar, *International Refereed Journal of Engineering and Science*, Volume 3, , PP.49-54 .
- 10- Allen, W.L. III 2012: Advancing green infrastructure at all scales: From landscape to site. *11– Environmental Practice* 14 (1): 17-25.
- 12- Argüeso D, Evans JP, Pitman AJ, Di Luca A (2015) Effects of City Expansion on Heat Stress under Climate Change Conditions. *PLoS ONE* 10(2): e0117066. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117066>.
- 13- Barriopedro D, Fischer EM, Luterbacher J, Trigo RM, García-Herrera R. 2011. The hot summer of 2010: redrawing the temperature record map of Europe. *Science*.;332(6026):220-24.
- 14- Bishop-Williams. Katherine E., Berke. Olaf, Pearl. David L. and Kelton. David F., 2015, A spatial analysis of heat stress related emergency room visits in rural Southern Ontario during heat waves, *BMC Emergency Medicine*, Published online 2015 Aug 6. doi: 10.1186/s12873-015-0043-4.
- 15- Fernandez Milan, B. and Creutzig, F.: 2015. Reducing urban heat wave risk in the 21st century, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 221–231, doi: 10.1016/j.cosust.
- 16- Gill S.E., J.F. Handley, A.R. Ennos and S. Pauleit 2007: Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure. – *Built Environment* 33 (1): 115-133.
- 17- Großmann, K., Franck, U., Krüger, M., Schlink, U., Schwarz, N., and Stark, K.: Soziale Dimensionen von Hitzebelastung in Grossstädten (english title: Social dimensions of heatstress in cities), *disP – The Planning Review*, 48, 56–68, doi:10.1080/02513625.2012.776818, 2012.
- 18- Habeeb, Dana, Vargo, J, Stone Jr. Brian, 2015. Rising heat wave trends in large US cities, *Nat Hazards*, 76:1651–1665.
- 19- Kahya E. The effects of job characteristics and working conditions on job performance. *Int J Ind Ergon.* 2007;37:515–523.

- 20- Kunz-Plapp Tina, Hackenbruch Julia, and Willem Schipper Janus, 2016. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 16, 977-994.
- 21- Kuttler, W., D. Dütemeyer und A.-B. Barlag 2012a: Erarbeitung eines Konzeptes zur städtebaulichen Anpassung an den Klimawandel in Gelsenkirchen. Stufe III: Handlungsstrategien und Maßnahmenkatalog zur Mitigation und Adaptation möglicher Auswirkungen des Klimawandels auf das Stadtklima Gelsenkirchens. – Unpublished. – Essen.
- 22- Kuttler, W., D. Dütemeyer und A.-B. Barlag 2013: Handlungsleitfaden – Steuerungswerkzeug zur städtebaulichen Anpassung an thermische Belastungen im Klimawandel. – dynaklim-Publikation 34 / Februar 2013 im Verbundforschungsprojekt dynaklim des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). – Berlin. – Online available at: [www.dynaklim.de](http://www.dynaklim.de).
- 23- Luterbacher J, Dietrich D, Xoplaki E, Grosjean M, 2004. Wanner H. European seasonal and annual temperature variability, trends, and extremes since 1500. *Science*.:303(5663): 1499-503.
- 24- Maras, I., Buttstädt, M., Hahmann, J., Hofmeister, H., and Schneider, C. 2014. Investigating public places and impacts of heat stress in the city of Aachen, Germany, *Erde*, 144, 290-303, doi:10.12854/erde-144-20.
- 25- Mayer, H. 2006: Indizes zur human-biometeorologischen Bewertung der thermischen und lufthygienischen Komponente des Klimas. – *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft* 66 (4): 165-174.
- 26- Parsons, K.C, 2003. *Human Thermal Environments: The Effects of Hot, Moderate and Cold Temperatures on Human Health, Comfort and Performance*, 2nd ed.; Taylor & Francis: London, UK.
- 27- Pfaffenbach, C. and Siuda, A.: Hitzebelastung und Hitzewahrnehmung im Wohn- und Arbeitsumfeld der Generation 50plus in Aachen, Europa Regional, <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-314920> (last access: 31 March 2016), 18, 192-206, 2010.
- 28- Ramsey, JD (1995) Task performance in heat: a review. *Ergonomics*, 38.1: 154-165.
- 29- Schar C, Vidale PL, Lüthi D, Frei C, Häberli C, Liniger MA, . 2004. The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature*. 427(6972):332-36.
- 30- Schar C, Vidale PL, Lüthi D, Frei C, Häberli C, Liniger MA., 2004. The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature*. 427(6972):332-36.
- 31- Venugopal .Vidhya , Chinnadurai. Jeremiah S, Lucas .Rebekah A. I. and Kjellstrom Tord. 2015. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13, 89; doi:10.3390/ijerph13010089.
- 32- WHO (World Health Organization) and WMO (World Meteorological Organization): *Atlas of health and climate*, World Health Organization WHO and World Meteorological Organization WMO, <http://www.who.int/globalchange/publications/atlas/report/en/> (last access: 31 March 2016), 2012.

## **Thermal stress analysis in 22 districts of Tehran using Hotspot spatial model and cluster analysis**

**Farzaneh Afzalinia<sup>1</sup>, Hossein Mohammadi<sup>2\*</sup>, Manouchehr Farajzadeh<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> PhD student in Urban Meteorology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran

<sup>2</sup> Professor of Meteorology, Department of Natural Geography, Faculty of Geography, University of Tehran

<sup>3</sup> professors of Department of Natural Geography, Tarbiat Modares University

### **Abstract:**

The aim of this paper is to analytically investigate the autocorrelation pattern and cluster analysis of the heat stress on the Tehran habitants. The MATLAB software has been used in relating to Hot Spot. The results on the effects of heat stress based on spatial autocorrelation pattern show that heat stress had a greater effect on the mental health of the residents in central, eastern and northeastern districts. While this had a lesser effect in the southern and western districts. There was a greater physical effects of heat stress on livelihood of residents in the central, southern, northern and northwestern. This show a significantly less effects for residents in the western and northeastern residents. The results also indicated that based on cluster analysis of heat stress has been affected on cardio pulmonary disease and cramps, calm of soul and spirit and fatigue, dizziness, heatstroke and decreased activity and increased transpiration.

**Keywords:** Heat stress, cluster analysis, spatial analysis, Hot Spot, Tehran habitants.

---

\* (Corresponding Author): hmmmohammadi@ut.ac.ir