

## تحلیل تأثیر دمای هوا بر مرگومیر شهر تهران

دکتر منوچهر فرج‌زاده<sup>۱\*</sup>، محمد دارند<sup>۲</sup>

۱- گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس ۲- گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس

دریافت: ۸۶/۸/۶ پذیرش: ۸۷/۷/۲۲

**Title:** Analysis of air temperature influence on mortality in Tehran

**Authors:** Farajzadeh M, (PhD); Darand M, (MSc).

**Introduction:** A direct relationship exists between air temperature and seasonal and daily variations of mortality. Stressor effect of temperature decrease and increase has a significant increasing impact on death rate. Quantification of the relationship between daily mortality and air temperature is useful as a fundamental policy for accuracy enhancement of temperature decrease and increase warning system.

The objective of this study was determination of the relationship between temperature and death rate and the Temperature Minimum Mortality (TMM) in Tehran during the period 2002-2005.

**Methods:** In a descriptive and analytical study, we statistically analyzed the relationship between temperature and number of total deaths as well as deaths due to cardiovascular diseases, cerebrovascular accidents, and respiratory diseases. Studied population was the reference population for mortality in Tehran from which a 4-year sample of daily mortality was drawn for years 2000 to 2005.

**Results:** Relationship between daily death numbers and daily temperature averages was V-shaped during the studied period. TMM for Tehran was calculated as 28.5°C. The more different the temperature was from the TMM, the more was the death rate. There was a strong and significant correlation between air temperature and mortality rate, especially with average monthly mortality rate. Determination coefficient was 0.76 with a 99% confidence level.

**Conclusion:** The highest number of deaths had occurred in the cold months of the year (December, January, and February). The more decrease in temperature had occurred, the more had increased the mortality. Increase in cardiovascular diseases, cerebrovascular accidents, and respiratory diseases mortality rates during the cold months further clarifies this relationship. Amongst 22 zones of Tehran's Municipality, zones 9, 6, and 12 had the highest death rates.

**Keywords:** Death rate, Tehran, Disease, Temperature Minimum Mortality (TMM), climate.

Hakim Research Journal 2008; 11(3): 27- 34.

\* نویسنده مسؤل: تهران، پل گیشا، دانشگاه تربیت مدرس، صندوق پستی ۴۸۳۸-۱۴۱۵۵. تلفن: ۰۹۱۲۱۷۳۳۱۲۴. شماره: ۸۸۰۰۶۵۴۴  
پست الکترونیک: farajzam@modares.ac.ir

## چکیده

**مقدمه:** تغییرات فصلی و روزانه مرگ‌ومیر ارتباط مستقیمی با دما دارد. کاهش و افزایش دما سهم عمده‌ای بر میزان مرگ‌ومیر داشته و اثر استرس‌زای دما بر تعداد فوت‌شدگان یکی از عوامل افزایش مرگ‌ومیر می‌باشد. کمیت‌سازی ارتباط بین مرگ‌ومیر روزانه و دما به عنوان یک خط مشی اساسی جهت افزایش دقت سیستم‌های هشدار کاهش یا افزایش دما سودمند می‌باشد. هدف این تحقیق بررسی ارتباط بین دما با تعداد فوت‌شدگان شهر تهران طی دوره (۲۰۰۲ - ۲۰۰۵) و تعیین دمای حداقل مرگ‌ومیر (TMM) تهران می‌باشد.

**روش کار:** در این تحقیق که از نوع توصیفی و تحلیلی می‌باشد با استفاده از روش‌های آماری به بررسی و تجزیه و تحلیل ارتباط بین تعداد فوت‌شدگان به صورت کلی و به تفکیک بیماری‌های قلبی-عروقی، تنفسی و سکنه مغزی با دما پرداخته شده است. جمعیت مورد بررسی جامعه آماری مرگ‌ومیر شهر تهران می‌باشد که یک نمونه ۴ ساله از آمار مرگ‌ومیر روزانه بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ انتخاب شده است.

**یافته‌ها:** ارتباط بین تعداد فوت‌شدگان روزانه با میانگین دمای روزانه طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۵ به صورت V شکل می‌باشد و دمای حداقل مرگ‌ومیر (TMM) برای تهران  $28/5^{\circ}\text{C}$  محاسبه شده است. هرچقدر دما کمتر یا بیشتر از دمای حداقل مرگ‌ومیر باشد میزان مرگ‌ومیر افزایش می‌یابد و بین دما با تعداد فوت‌شدگان رابطه همبستگی معنادار و قوی به ویژه بین میانگین ماهانه وجود دارد. ضریب تعیین بین آنها  $0/76$  در سطح اطمینان  $99\%$  می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** بیشترین تعداد فوت‌شدگان در ماه‌های سرد سال (دسامبر، ژانویه و فوریه) بوده است. به این صورت که هرچقدر دما کاهش یافته میزان مرگ‌ومیر افزایش یافته است. افزایش تعداد فوت‌شدگان ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی، تنفسی و سکنه مغزی در ماه‌های سرد سال گویای این امر می‌باشد. در بین مناطق ۲۲ گانه تهران مناطق ۹، ۶ و ۱۲ بیشترین تعداد مرگ‌ومیر را به خود اختصاص داده‌اند.

**کل‌واژگان:** تعداد فوت‌شدگان، تهران، بیماری‌ها، دمای حداقل مرگ‌ومیر، آب و هوا.

## مقدمه

مرگ‌ومیر برای برخی از شهرهای جهان مشخص شده است. مرگ‌ومیرهای که مستقیماً در ارتباط با دما هستند، نظیر افزایش دمای بدن، می‌تواند نتیجه بیماری‌های قلبی، تنفسی یا کارکرد ضعیف رگ‌های انتقال‌دهنده مواد مغذی و خون به بدن باشد (۱۲ و ۱۳). ارتباط معنادار بین شمار فوت‌شدگان ناشی از بیماری‌های تنفسی و گردش خون با وضعیت هوا در بسیاری از کشورها مشخص شده است. تحقیقاتی بر روی اثر حداکثرهای دمای هوا بر مرگ‌ومیر به انجام رسیده است (۱۷-۱۴). این موضوع که دمای حداقل در مناطق خشک بر سلامتی انسان بیشتر اثر می‌گذارد به اثبات رسیده است (۱۸ و ۱۹). اصطلاح منحنی V شکل (۲۰) و J شکل (۲۱ و ۲۰) اشاره به الگویی دارد که در آن میزان مرگ‌ومیر روزانه با افزایش فاصله از دمای حداقل مرگ‌ومیر<sup>۲</sup> افزایش می‌یابد. دمای حداقل مرگ‌ومیر

توجه به ارتباط بین آب و هوا و سلامتی انسان از زمان هیپوکرات‌ها وجود داشته است (۱ و ۲). دانشمندان و متخصصان آب و هواشناسی و پزشکی علایق زیادی به ارزیابی تغییرات فصلی و روزانه مرگ‌ومیر و ارتباط آن با اقلیم دارند. نتایج مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که مرگ‌ومیر به طور کلی در زمستان افزایش می‌یابد. افزایش مرگ‌ومیر در این فصل نتیجه افزایش تعداد بیماری‌های قلبی و تنفسی، نامساعد بودن شرایط اقلیمی می‌باشد و همچنین شرایط اجتماعی-اقتصادی مردم در این امر نقش مهمی را به عهده دارد (۵-۳). شاموی و همکاران نیز نشان دادند که دما سهم عمده‌ای در میزان مرگ‌ومیر شهر لوس‌آنجلس دارد (۶). اثر استرس‌زای اقلیم بر مرگ‌ومیر به اثبات رسیده است به این صورت که هرچقدر دما از محدوده آسایش انسان فاصله بگیرد میزان استرس بیشتر و در نتیجه تعداد فوت‌شدگان افزایش می‌یابد (۱۱-۷). ارتباط معناداری بین دما و

<sup>1</sup> Hypertermia

<sup>2</sup> Temperature Minimum Mortality (TMM)

بین میانگین، حداقل و حداکثر دما با تعداد فوت‌شدگان به صورت کلی و به تفکیک نوع بیماری‌های تنفسی و قلبی - عروقی و سکتة مغزی پرداخته شد. همچنین میانگین، حداقل، حداکثر دما به تفکیک ماه و سال استخراج شد و با تعداد فوت‌شدگان بیماری‌های مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

## نتایج

**تحلیل آماری تعداد فوت‌شدگان:** میانگین تعداد کل فوت‌شدگان شهر تهران بر اساس سال‌های مورد مطالعه ۴۱۵۱۷ نفر بوده که از لحاظ جنسیت بیشترین تعداد فوت‌شدگان مربوط به مردها برابر با ۵۲/۶٪ و نوزادان کمترین تعداد فوت‌شدگان را با ۱۲/۲٪ را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین تعداد فوت‌شدگان در سال ۲۰۰۳ نسبت به سال‌های قبل و مابعد خود حدود ۱٪ به تفکیک جنس افزایش یافته است که این افزایش ناشی از کاهش دما می‌باشد.

در این تحقیق فقط بیماری‌های خاصی که ارتباط مستقیمی با دما دارند تجزیه و تحلیل شده است. آمار تعداد کل فوت‌شدگان به تفکیک نوع بیماری در جدول ۱ هر کدام از بیماری‌ها نشان داده شده است. همانطور که مشخص است تعداد کل فوت‌شدگان ناشی از بیماری قلبی - عروقی ۶۳۹۶۲ نفر (۳۸/۵٪)، بیماری تنفسی ۷۴۷۷ نفر (۴/۵٪) و سکتة مغزی ۸۲۰۵ نفر (۴/۹٪) کل تعداد فوت‌شدگان را به خود اختصاص می‌دهند.

ارتباط بین تغییرات دما با تعداد کل فوت‌شدگان از مسایل بسیار مهم تلقی می‌شود. همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است بیشترین تعداد مرگ‌ومیر در دوره مطالعه (۲۰۰۲ - ۲۰۰۵) مربوط به سال ۲۰۰۳ می‌باشد که میزان مرگ‌ومیر در این سال برابر با ۱۱۹/۸ در روز و میانگین دما  $18^{\circ}\text{C}$  می‌باشد.

همچنین حداکثر تعداد فوت‌شدگان سن‌های بالای ۶۵ سال که به طور میانگین برابر با ۵۷/۴ در روز نیز در این سال اتفاق افتاده است. این نشان می‌دهد که سال‌هایی که دمای هوا کاهش یافته میانگین روزانه تعداد فوت‌شدگان بیشتر شده است. شکل ۱ ارتباط بین میانگین ماهانه دما با تعداد کل فوت‌شدگان را نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است رابطه معناداری بین آنها وجود دارد و ضریب تعیین برابر با ۰/۷۶٪ می‌باشد. یعنی هر قدر که میانگین دمای سالیانه کاهش یابد تعداد فوت‌شدگان نیز به تبع آن افزایش می‌یابد.

(TMM) دمایی است که در آن میزان مرگ‌ومیر کاهش می‌یابد. در کشور هلند، به محض رسیدن دما به  $16^{\circ}\text{C}$  میزان مرگ‌ومیر کاهش می‌یابد (۱۵) و در کشور میامی این رقم  $27/5^{\circ}\text{C}$  (۲۲) و در تایوان  $29^{\circ}\text{C}$  محاسبه شده است (۲۳).

هدف اصلی این تحقیق تحلیل ارتباط بین دمای هوا با مرگ‌ومیر شهر تهران، پراکنش جغرافیایی آنها در مناطق شهر تهران، تعیین دمای حداقل مرگ‌ومیر (TMM) و مقایسه آن با سایر شهرهای جهان می‌باشد.

## روش کار

**منطقه مورد مطالعه:** از لحاظ مکانی شهر تهران در ۳۵ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۳ دقیقه طول شرقی در کوهپایه‌های جنوبی رشته کوه‌های البرز گسترده شده است. مساحت شهر تهران حدود ۸۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد ارتفاع شهر در جنوب در فرودگاه مهرآباد ۱۲۰۰ متر و در شمال به ۲۰۰۰ متر می‌رسد. شهر تهران بر اساس تقسیمات شهرداری تهران دارای ۲۲ منطقه می‌باشد. شکل ۱ نشان‌دهنده منطقه مورد مطالعه به همراه مناطق ۲۲گانه می‌باشد.

**داده‌های مرگ‌ومیر:** در این تحقیق آمار روزانه فوت‌شدگان به تفکیک علت مرگ در مناطق ۲۲گانه تهران طی دوره ۴ ساله ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۵ (یازده دی ۱۳۸۰ تا یازده دی ۱۳۸۴) از سازمان بهشت‌زرها تهیه گردید. به دلیل نبودن آمار تعداد فوت‌شدگان منطقه ۲۱ از آوردن آن در محاسبات صرف‌نظر شد. همچنین آمار مناطقی که خارج از تهران بودند نیز حذف گردید.

**داده‌های اقلیمی:** داده‌های اقلیمی روزانه طی دوره ۴ ساله (۲۰۰۲ تا ۲۰۰۵)، از سازمان هواشناسی کشور استخراج شد. سپس از بین پارامترهای اقلیمی میانگین، حداکثر، حداقل دما روزانه ۵ ایستگاه هواشناسی مستقر در شهر تهران شامل فرودگاه مهرآباد، چیتگر، ژئوفیزیک، دوشان تپه، اقدسیه استخراج شد.

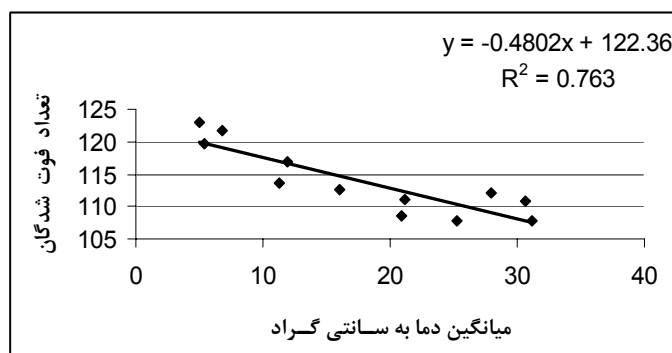
در این تحقیق ابتدا از لحاظ زمانی داده‌های هواشناسی و مرگ‌ومیر با همدیگر مطابقت گردید. سپس تعداد فوت‌شدگان روزانه مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های تنفسی، قلبی - عروقی و سکتة مغزی به تفکیک منطقه و جنس مشخص گردید و با داده‌های روزانه اقلیمی نظیر میانگین، حداقل و حداکثر دما با استفاده از روش‌های آماری چون ضریب تعیین، معادله خط رگرسیون، نمودارها و جداول به بررسی و تجزیه و تحلیل ارتباط

جدول ۱- تعداد فوت‌شدگان به تفکیک نوع بیماری (۲۰۰۲-۲۰۰۵)

سالها	سالها					بیماری‌ها
	۲۰۰۲	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵	مجموع	
قلبی - عروقی	۱۵۷۹۰	۱۷۷۱۸	۱۶۱۲۱	۱۴۳۳۳	۶۳۹۶۲	۱۵۹۹۰/۵
تنفسی	۱۴۳۴	۱۸۰۸	۱۵۸۰	۲۶۵۵	۷۴۷۷	۱۸۶۹/۲۵
سکته مغزی	۱۷۹۵	۲۱۶۰	۲۰۱۷	۲۲۳۳	۸۲۰۵	۲۰۵۱/۲۵
عفونت	۱۴۹۷	۱۸۵۰	۱۷۰۰	۱۶۰۰	۶۶۴۷	۱۶۶۱/۷۵
سرطان	۳۳۷۲	۳۵۰۷	۳۶۷۲	۳۵۶۳	۱۴۱۱۴	۳۵۲۸/۵
گوارشی	۲۵۴	۲۴۹	۲۸۲	۲۷۶	۱۰۶۱	۲۶۵/۲۵
مسومیت و آسیب‌دیدگی	۶۰۰۴	۵۸۹۹	۶۱۵۰	۵۹۳۵	۲۳۹۸۸	۵۹۹۷
کهولت	۲۰۶۳	۲۲۶۵	۲۱۰۴	۱۶۸۷	۸۱۱۹	۲۰۲۹/۷۵
تولد نارس	۱۲۰۵	۱۴۲۲	۱۳۷۵	۱۳۶۳	۶۶۲۲	۱۶۵۵/۵
بیماری‌های داخلی و غیره	۵۷۴۱	۵۹۹۸	۵۸۵۴	۵۰۵۰	۲۳۴۷۷	۵۶۱۹/۲۵
نشاندگان	۸۹۰	۸۴۵	۸۶۵	۷۹۷	۳۳۹۷	۸۴۹/۲۵

جدول ۲- جدول آماره‌های پارامترهای اقلیمی و تعداد فوت‌شدگان به تفکیک سال (۲۰۰۲-۲۰۰۵)

سالها	سالها					میانگین (۲۰۰۲-۲۰۰۵)
	۲۰۰۲	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵	میانگین	
میانگین	۱۰۸/۱	۱۱۹/۸	۱۱۲/۹	۱۱۴/۴	۱۱۳/۸	۱۱۳/۸
کل مرگ‌ومیر روزانه	۵	۶/۹	۶/۵	۵/۴	۵/۹	۵/۹
میانگین	۵۱/۶	۵۷/۴	۵۴/۹	۵۶/۲	۵۵	۵۵
سن بالای ۶۵ سال	۳/۵	۵/۶	۳/۱	۳/۴	۳/۹	۳/۹
میانگین	۱۸/۸	۱۸	۱۸/۵	۱۸/۶	۱۸/۴	۱۸/۴
میانگین دما روزانه	۹/۹	۹/۸	۹/۳	۹/۹	۹/۷	۹/۷
میانگین	۱۴	۱۳	۱۳/۷	۱۴	۱۳/۶	۱۳/۶
حداقل دما روزانه	۸/۹	۸/۶	۸/۳	۸/۷	۸/۶	۸/۶
میانگین	۲۳/۵	۲۳	۲۳/۵	۲۳/۵	۲۳/۳	۲۳/۳
حداکثر دمای روزانه	۱۰/۶	۱۰/۵	۹/۸	۱۰/۶	۱۰/۳	۱۰/۳



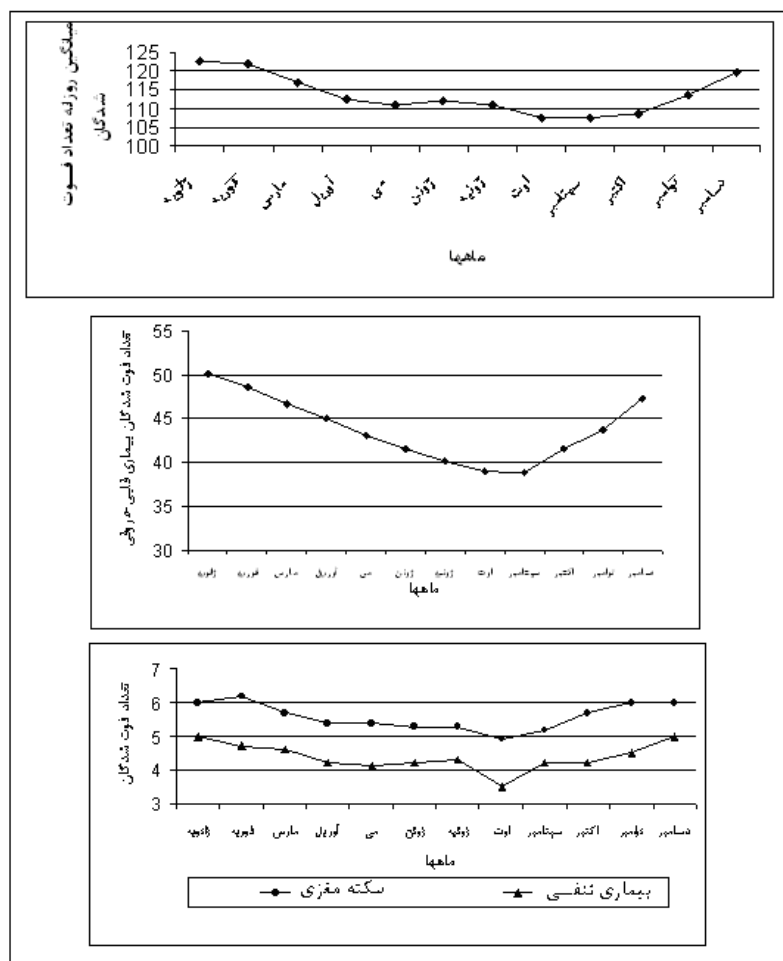
شکل ۱- ارتباط بین میانگین ماهانه دما با تعداد فوت‌شدگان (۲۰۰۲-۲۰۰۵)

ماه‌های سرد سال (دسامبر، ژانویه و فوریه) رخ داده است. همچنین این شکل میانگین روزانه تعداد فوت‌شدگان بیماری‌های ذکر شده را به تفکیک ماه‌های مختلف نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است بیشترین تعداد فوت‌شدگان این بیماری‌ها در ماه‌های سرد سال اتفاق افتاده است.

ارتباط بین دمای ماهیانه با تعداد فوت‌شدگان نیز از مسایل مهم تلقی می‌شود. جدول ۳ نشان‌دهنده وجود رابطه معنادار بین میانگین، حداقل و حداکثر ماهانه دما با میانگین تعداد فوت‌شدگان می‌باشد. به این صورت که هر قدر که میزان دما کاهش یابد، تعداد فوت‌شدگان افزایش می‌یابد. همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است حداکثر تعداد فوت‌شدگان در

جدول ۳- میانگین روزانه تعداد فوت‌شدگان به تفکیک ماه‌های مختلف سال و میانگین، حداقل، حداکثر دما (۲۰۰۲-۲۰۰۵)

ماه‌های سال	میانگین روزانه تعداد فوت‌شدگان					دما					میانگین روزانه تعداد فوت‌شدگان بر اثر بیماری‌های مختلف
	۲۰۰۲	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۲-۲۰۰۵	میانگین	حداقل	حداکثر	قلبی- عروقی	سکته مغزی	
ژانویه	۱۱۲/۵	۱۳۱/۹	۱۲۵/۷	۱۳۱/۸	۱۲۲/۹	۵	۲/۷	۸/۷	۵۰/۱	۶	۵
فوریه	۱۱۴/۳	۱۲۷/۷	۱۱۸/۸	۱۲۶/۱	۱۲۱/۸	۶/۷۷	۴/۱	۱۰/۷	۴۸/۶	۶/۲	۴/۷
مارس	۱۱۲/۲	۱۱۵/۵	۱۲۲/۱	۱۱۸/۳	۱۱۷/۰	۱۱/۹۴	۸/۹	۱۶/۲	۴۶/۷	۵/۷	۴/۶
آوریل	۱۰۶/۵	۱۲۲/۱	۱۱۱	۱۱۰/۵	۱۱۲/۵	۱۶/۰۱	۱۲/۹	۲۰/۲	۴۵	۵/۴	۴/۲
می	۱۰۲/۹	۱۱۷/۶	۱۱۲/۱	۱۱۱/۹	۱۱۱/۱	۲۱/۲۹	۶/۱	۲۶/۰	۴۳/۱	۵/۴	۴/۱
ژوئن	۱۰۴	۱۱۸/۱	۱۱۱/۱	۱۱۵/۵	۱۱۲/۲	۲۷/۹۸	۲۴/۰	۳۲/۸	۴۱/۵	۵/۳	۴/۲
ژوئیه	۱۰۷/۶	۱۱۷/۵	۱۰۵/۴	۱۱۲/۴	۱۱۰/۸	۳۰/۷۵	۲۶/۹	۳۵/۷	۴۰/۱	۵/۳	۴/۳
اوت	۱۰۱/۹	۱۱۲/۸	۱۰۷/۲	۱۰۹	۱۰۷/۷	۳۱/۱	۲۶/۴	۳۵/۲	۳۹	۴/۹	۳/۵
سپتامبر	۱۰۶	۱۱۰/۶	۱۰۴/۸	۱۰۹/۳	۱۰۷/۷	۲۵/۲۸	۲۲/۸	۳۱/۵	۳۸/۹	۵/۲	۴/۲
اکتبر	۱۰۴/۴	۱۱۳/۴	۱۰۸/۱	۱۰۸/۶	۱۰۸/۶	۲۰/۹۴	۱۷/۷	۲۵/۸	۴۱/۶	۵/۷	۴/۲
نوامبر	۱۰۶/۲	۱۲۰/۲	۱۱۳/۲	۱۱۴/۷	۱۱۳/۶	۱۱/۳۴	۸/۸	۱۵/۴	۴۳/۷	۶	۴/۵
دسامبر	۱۱۸/۲	۱۳۰/۷	۱۱۵/۱	۱۱۴/۹	۱۱۹/۷	۵/۴۷	۳/۳	۹	۴۷/۳	۶	۵
مجموع	۱۲۹۶/۷	۱۴۳۷/۶	۱۳۵۴/۸	۱۳۷۲/۸	۱۳۶۵/۶	-	-	-	۵۲۵/۶	۶۷/۱	۲۵/۵
میانگین	۱۰۸/۱	۱۱۹/۸	۱۱۲/۹	۱۱۴/۴	۱۱۳/۸	۱۷/۸۲	۱۳/۷۱	۲۲/۳	۴۳/۸	۵/۶	۴/۳۷



شکل ۲- میانگین روزانه تعداد فوت‌شدگان (بالا)، فوت‌شدگان بیماری سکته قلبی (وسط) و فوت‌شدگان بیماری سکته مغزی و بیماری تنفسی (پایین) در ماه‌های مختلف سال (۲۰۰۲-۲۰۰۵)

صورت ۷ شکل می‌باشد (۲۱-۲۰). برای شهر تهران این منحنی به صورت ۷ شکل می‌باشد و میزان آن برابر با  $28/5^{\circ}\text{C}$  می‌باشد. یعنی در این دما کمترین مرگ‌ومیر اتفاق می‌افتد و هر چقدر که دمای هوا از این نقطه ( $28/5^{\circ}\text{C}$ ) بیشتر و یا کمتر باشد میزان مرگ‌ومیر افزایش می‌یابد.

میانگین روزانه مرگ‌ومیر تهران طی ماه‌ها و فصول مختلف سال نوسانات زیادی دارد. به طور مثال برای ماه‌های گرم سال (ژوئیه، اوت و سپتامبر) بین  $32^{\circ}\text{C}$  -  $28^{\circ}\text{C}$  است و برای ماه‌های سرد سال (ژانویه، فوریه و مارس) بین  $12^{\circ}\text{C}$  -  $5^{\circ}\text{C}$  می‌باشد. می‌توان گفت که تعداد فوت‌شدگان در ماه‌های گرم سال نسبت به ماه‌های سرد سال به طور کلی کاهش می‌یابد. البته ممکن است که در بعضی از ماه‌های گرم سال نیز تعداد فوت‌شدگان در اثر افزایش بیش از حد دما و فاصله گرفتن آن از دمای حداقل مرگ‌ومیر (TMM) افزایش یابد.

برای تعیین ضریب تعیین و ارتباط بین دما و تعداد فوت‌شدگان ناشی از بیماری‌های مختلف شهر تهران از میانگین ماهانه و سالانه در طول دوره آماری ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۵ استفاده گردید. نتایج نشان می‌دهد که بین تعداد کل فوت‌شدگان و تعداد فوت‌شدگان ناشی از بیماری‌های تنفسی، قلبی-عروقی و سکته مغزی ارتباط معناداری وجود دارد. بدین صورت که هر قدر میزان دما کاهش یابد تعداد فوت‌شدگان بیماری‌های قلبی-عروقی، سکته مغزی، بیماری‌های تنفسی افزایش می‌یابد. ضرایب تعیین بین آنها به صورت زیر می‌باشد:

۱- ضریب تعیین بین تعداد کل فوت‌شدگان با میانگین ماهانه دما  $0/87\%$  به دست آمد. بدین معنی که هر چقدر که دما کاهش یافته است میزان مرگ‌ومیر افزایش یافته است. ماه‌های سرد سال تعداد فوت‌شدگان ناشی از بیماری‌های مختلف افزایش یافته است.  $(Y = -485x + 122/425)$ .

۲- ضریب تعیین بین تعداد کل فوت‌شدگان با حداقل ماهانه دما برابر با  $0/88\%$  می‌باشد  $(Y = -461x + 124/083)$ .

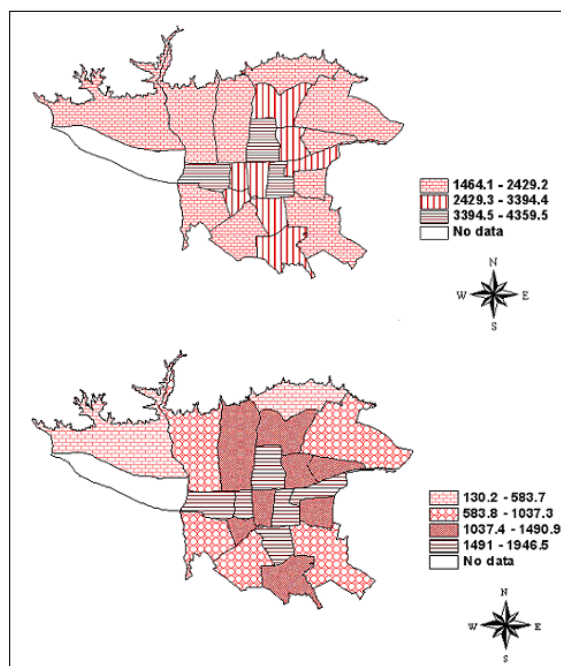
۳- ضریب تعیین بین تعداد کل فوت‌شدگان با حداکثر دما  $0/88\%$  می‌باشد  $(Y = -518x + 121/440)$ .

۴- ضریب تعیین بین تعداد فوت‌شدگان ناشی از بیماری قلبی با میانگین ماهانه دما  $0/93\%$  می‌باشد  $(Y = -366x + 50/348)$ .

۵- ضریب تعیین بین تعداد فوت‌شدگان ناشی از سکته مغزی با میانگین ماهانه دما  $0/89\%$  می‌باشد  $(Y = -040x + 6/208)$ .

۶- ضریب تعیین بین تعداد فوت‌شدگان ناشی از بیماری تنفسی با میانگین ماهانه دما برابر با  $0/86\%$  می‌باشد  $(Y = -038x + 5/097)$ .

پراکنش تعداد فوت‌شدگان به تفکیک مناطق مختلف که در شکل ۳ نشان داده شده است؛ نشان می‌دهد که بیشترین تعداد فوت‌شدگان به ازای صدهزار نفر، مربوط به مناطق ۹، ۶ و ۱۲ می‌باشد. به نظر می‌رسد که علت این امر بالا بودن سن مردم، عوامل اجتماعی-اقتصادی و محیطی نظیر عدم آسایش و رفاه مردم و فقر، آلودگی صوتی، آلودگی بیشتر هوا و محیط و استرس زیاد می‌باشد. به منظور بررسی نقش تعداد فوت‌شدگان بالای ۶۵ سال در آمار مرگ‌ومیر، توزیع جغرافیایی آن در شکل ۳ نشان داده شده است. همانطور که شکل مذکور نشان می‌دهد مناطق ۱۶، ۱۳، ۱۲، ۱۰، ۹، ۶ بیشترین تعداد فوت‌شدگان بالای ۶۵ سال را به خود اختصاص می‌دهند. این موضوع بیانگر این است که مردم این مناطق از سن بالایی نسبت به دیگر مناطق تهران برخوردارند. همین امر یکی از فاکتورهای مهم افزایش مرگ‌ومیر در این مناطق نسبت به مناطق اطراف و شمالی می‌باشد.



شکل ۳- نقشه پراکنش تعداد کل فوت‌شدگان مناطق (بالا) و تعداد فوت‌شدگان بالای ۶۵ سال (پایین) به ازای صد هزار (۲۰۰۲-۲۰۰۵)

دمای حداقل مرگ‌ومیر (TMM): دمایی که حداقل مرگ‌ومیر در آن صورت می‌گیرد دمای حداقل مرگ‌ومیر نامیده می‌شود. هر چقدر میزان دما بیشتر یا کمتر از دمای حداقل مرگ‌ومیر باشد میزان مرگ‌ومیر افزایش می‌یابد. این دما از ارتباط بین تعداد فوت‌شدگان روزانه با میانگین دمای روزانه به دست می‌آید که در شهرها و کشورهای مختلف متفاوت است. برای بعضی شهرهای جهان به صورت J شکل (۲۰) و برای شهرهای دیگر به مجله پژوهشی حکیم

## بحث و نتیجه‌گیری

می‌تواند در ماه‌های مختلف سال تفاوت داشته باشد. با توجه به این که نتایج این مطالعه نشان‌دهنده وجود رابطه همبستگی معنادار و قوی به ویژه بین میانگین ماهانه دما با میانگین ماهانه و سالیانه تعداد فوت‌شدگان می‌باشد می‌توان گفت که در بررسی علل و مرگ‌ومیر در شهر تهران به عنوان یک عامل مهم در کنار سایر عوامل مرتبط مانند کهولت سن، مخاطرات، حوادث، تصادفات، بیماری‌های مختلف و غیره مورد توجه جدی قرار گیرد. همچنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ارتباط بین تعداد فوت‌شدگان روزانه با میانگین دمای روزانه به صورت  $V$  شکل می‌باشد و دمای حداقل مرگ‌ومیر (TMM) که برای تهران  $28/5^{\circ}\text{C}$  محاسبه شد تقریباً مشابه با کشور تایوان و شهر بیروت می‌باشد. با فاصله گرفتن دما از دمای حداقل مرگ‌ومیر، میزان مرگ‌ومیر افزایش می‌یابد. بیشترین تعداد فوت‌شدگان در ماه‌های سرد سال ( دسامبر، ژانویه و فوریه) اتفاق می‌افتد، هر چقدر دما کاهش یابد میزان مرگ‌ومیر به طور نسبی بیشتر شده و این افزایش ناشی از بالا بودن تعداد فوت‌شدگان ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی، تنفسی و سکتته مغزی در ماه‌های سرد سال می‌باشد. تعداد فوت‌شدگان در ماه‌های گرم سال نسبت به ماه‌های سرد سال به طور کلی کاهش می‌یابد. البته این امر همیشه صادق نیست. ممکن است که در بعضی از ماه‌های گرم سال نیز تعداد فوت‌شدگان در اثر افزایش بیش از حد دما و فاصله گرفتن آن از دمای حداقل مرگ‌ومیر (TMM) افزایش یابد. از نظر پراکنش جغرافیایی مرگ‌ومیر در شهر تهران نیز بیشترین تعداد فوت‌شدگان مربوط به مناطق مرکزی یا مناطق ۶، ۹ و ۱۲ می‌باشد.

تعیین عوامل تأثیرگذار در میزان مرگ‌ومیر از عوامل مهمی است که در ارایه راهکارهای مناسب برای کاهش مرگ‌ومیر بسیار مناسب است. تغییرات آب و هوا و به ویژه دما از عوامل مهم تأثیرگذار در میزان مرگ‌ومیر همواره مورد توجه بوده است و محققین مختلف ارتباطات معناداری را بین عوامل دمایی و میزان مرگ‌ومیر در شهرهای مختلف دنیا یافته‌اند. نتایج این مطالعه نشان داد که بین دما و مرگ‌ومیر در شهر تهران ارتباط مستقیمی وجود دارد و بنابراین می‌تواند در بررسی علت مرگ‌ومیر مدنظر قرار گیرد. تأثیر دما روی مرگ‌ومیر در رابطه با نوع بیماری مانند سکتته قلبی و یا سکتته مغزی دارای تفاوت‌هایی است که در مجموع بیانگر وجود ارتباط فوق‌الذکر می‌باشد به عبارت دیگر تأثیر آن در سکتته‌های قلبی - عروقی بیشتر محسوس است. نکته مهم دیگر که بیان‌کننده چنین ارتباطی می‌باشد تغییرات ماهانه مرگ‌ومیر می‌باشد که نتایج مطالعه حاضر نشان داد در شهر تهران طی ماه‌های سرد، میزان مرگ‌ومیر افزایش قابل‌توجهی را پیدا می‌کند. پراکندگی میزان مرگ‌ومیر در شهر تهران نیز نشان‌دهنده نکات در خور توجهی می‌باشد، بدین ترتیب که در نواحی مرکزی میزان مرگ‌ومیر نسبت به نواحی پیرامونی افزایش قابل‌توجهی را نشان می‌دهد که تغییرات دمایی، وجود آلودگی هوا، آلودگی صوتی، ساختار سنی و جنسی جمعیت ساکن و غیره از عوامل تأثیرگذار در این نوع پراکندگی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که دما می‌تواند یکی از فاکتورهای مهم و مؤثر بر مرگ‌ومیر در تهران باشد که اثرات آن

## References

- Mather JR. *Climatology: Fundamental and Application*. McGraw-Hill, New York 1974.
- Oliver JE. *Climatology: Selected Applications*. John Wiley, New York 1981.
- Douglas AS, Allan TM, Rawles JM. Composition of Seasonality of Diseases. *Journal Medical Scottish*1991; 36: 76- 82.
- Hodge, W. Weather and mortality. In: EDIS. US Department of Commerce, Washington 1978.
- Bako G, Ferenczi L, Hill GB, et al. Seasonality of mortality from various diseases in Canada 1979-83. *Canadian Journal of Public Health*1988; 7: 388- 389.
- Shumway RH, Azari AS, Pawitan Y. Modeling mortality-uctuation in los angeles as function of pollution and weather. *Environmental Research*1988; 45: 224- 241.
- Marmor, M. Heat wave mortality in New York City, 1949 to 1970. *Archive of Environmental Healt* 1975; 30: 130- 136.
- Bridger CA, Ellis FP, Taylor HL. Mortality in St Louis during heat waves in 1936, 1953, 1954, 1955 and 1966. *Environmental Research* 1976 ;12: 38- 48
- Ellis FP, Nelson F. Mortality in the elderly in a heat wave in New York City, August 1975. *Environmental Research* 1978; 15: 504-512.
- Applegate WB, Runyan Jr, JW, Braseld, L, et al. Analysis of 1980 the heat wave in Memphis. *Journal of American Geriatrics Society*1981 ;29: 337- 342.
- Ramlow JM, Kuller LH. E.cts of the summer heat wave of 1988 on daily mortality in Allegheny County, PA *Public Health Reports*1990 ;105:283- 289.
- Kalkstein LS. A new approach to evaluate the impact of climate on human mortality. *Environ Health Perspect* 1991; 96:145- 150.
- Martens WJM. Climate change, thermal stress and mortality changes.*Soc Sci Med* 1998;46 (3):331- 344.

- 14- Gerald F, Rose R. Blizzard morbidity and mortality: Rhode Island, 1978. *American Journal of Public Health* 1979; 69: 1050- 1052.
- 15- Kunst AE, Looman CWN, Mackenbach JP. Outdoor air temperature and mortality in the Netherlands: a time-series analysis. *Am J Epidemiol* 1993;137 (3):331- 341.
- 16- Christophersen O. Mortality during the 1996/7 winter. *Population Trend* 1997; 90: 11- 17.
- 17- Donaldson GC, Keatinge WR. Mortality related to cold weather in elderly people in Southeast England 1979-94. *BMJ* 1997; 315: 1055- 1056.
- 18- Larson U. Short-term- fluctuation in death by cause, temperature and income in the United States, 1930-985. *Social Biology* 1990;37: 172- 187.
- 19- Makino K. Weather/season and death. *Asian Medical Journal* 1993; 36: 580-587.
- 20- McMichaels AJ, Haines A, Sloof R, et al. Climate change and human health: an assessment prepared by a task group on behalf of the World Health Organization, The World Meteorological Organization and the United Nations Environment Program. Geneva, Switzerland: World Health Organization 1996.
- 21- Alberdi JC, Diaz J, Montero JC, et al. Daily Mortality in madrid community 1986- 1992: relationship with meteorological variables. *European Journal of Epidemiology* 1998 ;14: 571- 578.
- 22- Curriero FC, Heiner KS, Samet JM, et al. Temperature and mortality in 11 cities of the Eastern United States. *Am Journal Epidemiol* 1997; 155 (1): 80- 87.
- 23- Wen-Harn P, Lung-An L, Ming-Jan T. Temperature extremes and mortality from coronary heart disease and cerebral infarction in elderly Chinese. *Lancet* 1995; 345: 353- 355.