

# جزیره گرمایی

دکتر حسین صرامی

عضو هیأت علمی دانشگاه اصفهان

لیاسلکی

دانشجوی کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی دانشگاه اصفهان

## جزیره گرمایی؟ (بررسی، تأثیرات، راهکارها) چکیده

و اندازه این پدیده که حاصل ویژگیهای هواشناسی محلی و شهری است از نظر زمانی و مکانی تغییر می‌کند. (کاوایانی، ۱۳۸۰، ص ۲۳۵) مقایسه الگوهای شهرهای متفاوت، بیانگر این واقعیت است که ساختار جزیره گرمایی شهرها با ویژگیهای محلی به شدت کنترل می‌شود. (همان) طبق نظر محققان سازمان انرژی آمریکا شهرها در تابستان به یک کوره تبدیل می‌شوند، به خاطر اینکه شهرها در زیر یک پرده سیاه و خاکستری تیره قرار می‌گیرند و آسفالتها و سطح پشت بامها، گرمای خورشید را جذب و به سمت زمین می‌فرستند. در هر صورت مقابله با گرما هزینه زیادی می‌برد. اما سؤال این است که عامل اصلی در جهت بهتر یا بدتر کردن وضعیت چه خواهد بود؟ آیا این اثرات نتایج حاصله از تراکم ذرات در مناطق شهری را تشدید و یا تعدیل خواهد کرد؟ دانش ما هنوز درباره اثرات حاصله از گرم کردن مستقیم و یا از طریق افزایش تبخیر خیلی ناقص است. (پرکینز ۱۳۷۶، ص ۲۱۴)

## جزیره گرمایی شهری

شهرها از مناطق روستایی حومه خود گرم‌ترند زیرا در استفاده از انرژی اسراف می‌کنند و ظرفیت حرارتی خیابانها و ساختمانها نیز برای دریافت اشعه خورشید بیشتر می‌باشند. در جریان روز گرم شدن سطوح ساختمانهای شهری سریع‌تر از روستاهای اطراف شهر است. (فرید، ۱۳۶۸، ۳۷۴) به طور کلی اقلیم شهری به شدت تحت تأثیر فرایندهای ناشی از مکانیسم کار و زندگی شهری قرار دارد. فعالیت انسانی در شهرها بدون استفاده از ابزار صنعتی ممکن نیست. توسعه زندگی ماشینی در شهرهای ایران به تدریج مقوله جدیدی را در مطالعات شهری تحت عنوان اقلیم شهری مطرح ساخته است. (رهنمای، ۱۳۷۵، ۱۳۵) گرمایی که از خانه‌ها و سوخت اتومبیل‌ها در فضای شهر نشر می‌یابد و در تغییر هوای شهر اثر می‌گذارد گرمایی است که با رشد و توسعه شهر فزاینده است. (فرید، ۱۳۶۸، ۳۷۴) آیا این انرژی که به وسیله انسان و به شکل گرما آزاد می‌شود دقیقاً، نوعی آلودگی هوا خوانده می‌شود؟ آری چون رهایی گرما (انرژی) باعث تغییر مشخصی در آب و هوای شهرهای ما می‌شود و ممکن است در آینده نیز اثرات جهانی بسر آب و هوا داشته باشد (همان، ۱۳۷۶، ص ۲۳) نمودار شماره (۱) تغییرات دما را ضمن عبور از حومه شهر به داخل آن نشان می‌دهد و چنانچه به خوبی می‌توان مشاهده کرد دمای

در این مقاله بحث جزیره گرمایی، به طور کلی مطرح شده است. ابتدا به تعریف جزیره گرمایی شهر و پیشینه آن با استفاده از شکل و نمودار پرداخته، در ادامه به متغیرهای اقلیمی که بر جزایر گرمایی تأثیرگذار بوده‌اند توجه کرده‌ایم. هدف از تحقیق معرفی جزیره گرمایی شهر یا نقطه حداکثر گرما در شهر است که بیشتر شامل مرکز شهر می‌باشد و منظور از جزیره گرمایی گرم‌تر بودن شهر نسبت به حومه و اطراف است که در مواردی این میزان به ۵-۸ درجه سانتیگراد نیز می‌رسد. روش تحقیق در مقاله به صورت اسنادی، استفاده از منابع کتابخانه‌ای، منابع الکترونیک و ساینهای مختلف می‌باشد. در ادامه به عوامل فرضی که باعث ایجاد لایه سرپوش جزیره گرمایی شهر می‌شود اشاره شده، تراز تابش در منطقه شهری و مقایسه آن با حومه و تأییراتی که بر سلامتی انسان و محیط دارند بررسی گردیده است. و در آخر راهکارهایی برای مقابله با جزیره گرمایی از طریق افزایش فرهنگ همگانی در امر حفاظت محیط و گسترش فضای سبز و غیره... بررسی و پیشنهاد شده است.

## کلمات کلیدی

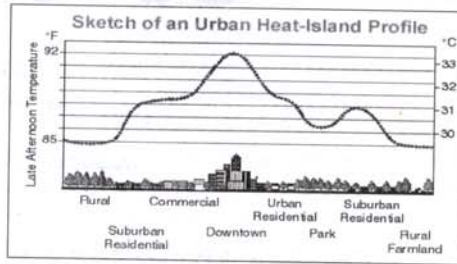
جزیره گرمایی، لایه سرپوش، متغیرهای اقلیمی، مرکز شهر، میکروکلیم، ازون، سیستم، اکوسیستم.

## مقدمه

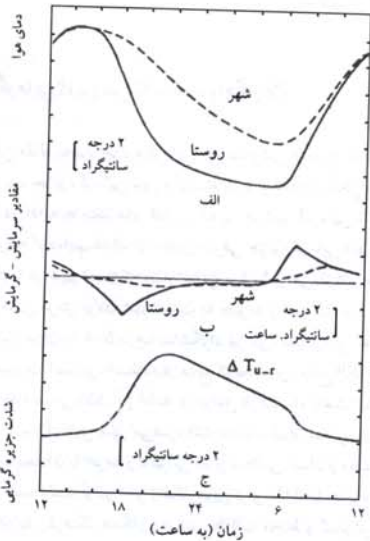
اصطلاح جزیره گرمایی که مانلی (Manley) در سال ۱۹۸۵ وضع کرد مقبولیت همگانی یافت. بعدها او که (Oke, 1973) جزیره گرمایی را در یازده شهر اروپایی اندازه گیری نمود و معادله مفیدی برای تخمین حداکثر اختلاف دمایی مناطق شهری و روستایی و پیرامونی بدست آورد. (مسعودیان، مختاری، ۱۳۸۴) در یک بعد از ظهر تابستان مناطق اصلی مرکز شهرهایی چون آتلانتا، شیکاگو، واشنگتن ۸-۵ درجه گرم‌تر از نواحی مساجور خود هستند البته نه به دلایلی که اغلب مردم فکر می‌کنند. (Peterj.akbare 1997.1) اثر جزیره گرمایی شهر احتمالاً روشنترین مثال و بهترین گواه از جرح و تعدیلهای ناخواسته اقلیمی است و شکل دقیق

جزیره گرمایی شبانه شهر در رابطه معکوس با سرعت باد و درجه ابرناکی قرار دارد. از این رو در شرایط هوای آرام و آسمان صاف که تشدیدکننده اختلافات میکروکلیمایی است جزیره گرمایی شهرها بهتر از سایر اوقات ظاهر می شود. وجود جزیره گرمایی شهرها در فرایندهای زیستی اقتصادی و هواشناختی تأثیر می گذارد. گرمای شهر عامل شکفتن و به گل نشستن زودتر گیاهان و درختان، طولانی تر شدن فصل رشد و جذب بعضی از پرندگان است. (کاویانی، ۱۳۸۰، ص ۲۳۷)

یک شهر از دمای چشم انداز اطراف آن بیشتر بوده و ویژگی یک جزیره گرمایی را داراست.



نمودار شماره (۱): وضعیت جزیره گرمایی در شهر (اوکه ۱۹۷۶)



نمودار شماره (۲): مقایسه سیر دمای روزانه در مناطق شهری و روستایی

گرمای مزبور برای شهرهای اقلیم گرم می تواند عامل نامطلوب و فشاردهنده محسوب شود درحالی که از نظر گرمایش زمستانی می تواند اهمیت اقتصادی داشته باشد. اس، سی، ای، پی طی گزارشی می نویسد در سال ۱۹۷۰ لوس آنجلس، معادل ۶ درصد انرژی جذب شده خورشید به زمین، حرارت تولید کرده است و در سال ۲۰۰۰ این عدد تا ۱۸ درصد افزایش داشته است که این انرژی هم به صورت تسخیر آب مخصوصاً در نیروگاهها و هم به صورت گرم کردن مستقیم هوا آزاد می شود. (برکینز، ۱۳۷۶، ص ۴۳) حال این سؤال پیش می آید: آیا مجموع اثرات حرارت تلف شده و تراکم زیاد اثر فرایندهای است؟

هانا و سونیشر در سال ۱۹۷۱ توجه کردند که تولید انرژی مصنوعی در مناطق صنعتی به ۱۰۰۰ وات در مترمربع می رسد. (طبقه بندی آنها توجه به مرکز فوق انرژی یا شهر است) درحالی که جذب انرژی خورشید به وسیله جو ۲۵ وات در مترمربع می باشد، بنابراین شهر به صورت جزیره گرمایی

مرز بین شهر و حومه از شیب حرارتی تندی به سمت شهر برخوردار می شود. در این بخش از شهر گرادیان افقی دما می تواند از چهار درجه به ازای هر کیلومتر افزایش فاصله نیز فراتر رود. بیشترین قسمت باقیمانده شهر هوای گرم و با گرادیان افزایشی نسبتاً ثابت و ضعیف است که جهت آن به سمت مرکز شهر می باشد. یکناختی این بخش شهری با آثار کاربریهای مختلف درون شهرها مانند پارک، دریاچه و فضاهای باز (خنک) و ساختمانهای تجاری، صنعتی و سایر ساختمانهای گرم قطع می شود. به طور کلی از نظر زمانی شهرها از نیمروز به بعد و شبها گرمتر از نواحی اطراف خود هستند. این افزایش گرما با بزرگی شهرها و عرض جغرافیایی آنها ارتباط مستقیم دارد. (رهنمای، ۱۳۷۵، ۱۳۲۲) در شهرهای بزرگ و شهرهای واقع در عرض جغرافیایی بالا تفاوت های دمایی میان هوای روی شهر و هوای پیرامون شهر شدیدتر است. (رهنمای، ۱۳۷۵، ۱۳۲۲) معمولاً درجه حرارت جزیره گرمایی شهرها در یک نقطه از حداکثر مقدار برخوردار است. اختلاف دمای بین نقطه مزبور و دمای حومه شهر به عنوان شدت جزیره گرمایی تلقی می شود. (کاویانی، ۱۳۸۰، ۲۳۵) شدت جزیره گرمایی در شرایط هوای ساکن در طول روز تغییر می کند. نمودار شماره (۲) مقایسه سیر دمای روزانه در مناطق شهری و روستایی را نشان می دهد که کاهش دما در ساعات آخر بعد از ظهر نزدیک شب، در ناحیه شهری آرامتر انجام می گیرد. این موضوع باعث می شود که حداقل درجه حرارت شبانه در شهر بالاتر از محیط حومه قرار داشته باشد.

(الف) مقایسه تغییرات دمای هوا در ناحیه شهری و روستایی ب) مقادیر سرمایش و گرمایش ج) شدت جزیره گرمایی حاصل از شرایط ایده آل و نسبیته هوا است. مناطق شهری بعد از طلوع آفتاب آهسته تر رو به گرمی می رود، از این رو اختلاف دمای دو محیط سه تا پنج ساعت بعد از غروب آفتاب مشاهده می شود. شدت جزیره گرمایی معمولاً در اثنای باقیمانده شب به آرامی کاهش می یابد و بعد از طلوع آفتاب به شدت دچار تسخیر می شود. حتی در بعضی از شهرها ممکن است جزیره گرمایی در ساعات نیمروز مخفی شود، به عبارت دیگر مرکز شهر سردتر از حومه باقی بماند.

## ۲ - باد

یکی دیگر از متغیرهای اقلیمی که بر روی جزیره گرمایی اثر می‌گذارد باد است. بزرگترین اختلاف دمای شهر و روستا در شرایطی دیده می‌شود که باد نمی‌وزد و آسمان صاف است در نتیجه روز آفتاب گیر و شب هنگام هوا به سرعت سرد می‌شود. تأثیر باد باعث ضعیف شدن جزایر گرمایی و پایین آمدن دما در مسیر وزش باد می‌شود.

Hannel, Oke عنوان نمودند باد دارای یک سرعت بحرانی است که بیش از آن سرعت جزیره گرمایی پدید نمی‌آید و این سرعت بحرانی تابعی از اندازه و جمعیت شهر است و به صورت فرمول زیر ارائه می‌شود. (مسعودیان، مختاری، ۱۳۸۳، ص ۲)

$$U = 3.41 \log p - 1.16 (m/s)$$

که برای والنسیا این سرعت بحرانی به صورت زیر بدست می‌آید:

$$3.41 \log 777.427 - 11.6 = 84 m/s$$

البته بیشترین سرعت باد و بیشترین میزان ابرناکی در ماههای زمستانی دیده می‌شود و در این زمان شدت جزیره گرمایی شهر به ضعیف‌ترین حد خود می‌رسد. در تابستان وقتی که شاخص‌های یادشده (سرعت باد و ابرناکی) به کمترین مقدار خود می‌رسند، گسترش جزیره گرمایی شهر نیز در همه نقاط شهر به بیشترین حد خود نمی‌رسد، فقط اندکی بالاتر یا پایین‌تر از مقادیر بهاره و زمستانه است. بنابراین اثرات شاخص‌های اقلیم‌شناسی نسبتاً پیچیده است و بررسی اثر آنها بر گسترش جزیره گرمایی شهر نمی‌تواند به این شاخص سرعت باد و ابرناکی و دما محدود شود اگر چه شاخص‌ها اهمیت فراوانی دارند. (آنکر، سوگی، زبویکی، ۱۳۸۳، ص ۳)

## ۳ - جمعیت شهر

نسبت تراکم جمعیت شهر به واحد سطح نیز در تشدید جزیره گرمایی مؤثر است و هر چه این تراکم جمعیت بیشتر و فشرده‌تر باشد درجه حرارت بالاتر است.

## عوامل فرضی که باعث ایجاد لایه سرپوش جزیره گرمایی شهرها می‌شوند

جزیره گرمایی در یک لایه سرپوش (لایه آسمانی)، اغلب در سر تا سر شهر یا نواحی مسدود شده وجود دارد که نسبت به آن قسمتی که بوسیله هوا احاطه شده، گرم‌تر است و از سطح زمین تا پام ساختمانها را شامل می‌شود که طرح و عرض ساختمانها و جاده‌ها اختلاف ارتفاع و مسیر قرارگیریشان الگوهای اقلیمی پیچیده‌ای را پدید می‌آورند. (مسعودیان، مختاری، ۱۳۸۴، ص ۳) بطور کلی تغییر شرایط تراز انرژی که موجب تراز حرارتی مثبت می‌شود به عوامل زیر بستگی دارد:

- ۱- افزایش جذب امواج کوتاه -
- ۲- افزایش امواج بلند برگشتی از آسمان
- ۳- کاهش هرز تابش امواج بلند
- ۴- کانونهای سوخت بوسیله انسان

در می‌آید. به عنوان مثال هانا و سونیشدر بررسی مقالات خود می‌نویسند که در هوای آرام، گرمای هوای شهرها ممکن است تا ۱۲ درجه سانتیگراد بیش از مناطق روستایی اطراف باشد. اخیراً اریلیچ و هورن نظریه هانا و سونیشدر را تأیید کرده‌اند:

"اگر میزان افزایش جهانی انرژی در حال حاضر تقریباً ۵ درصد در سال برای یک و نیم قرن دیگر ادامه یابد انرژی مصرف شده به وسیله انسان برابر ۱۰ درصد انرژی خورشید که در تمام کره زمین جذب می‌شود و یا معادل یک سوم انرژی که در خشکی جذب می‌گردد، خواهد بود." (همان، ۴۴) مطالعات پیشرفته‌ای در زمینه جزایر گرمایی انجام گرفته است اکثر این مطالعات از طریق ایجاد انواع رویه‌های شهری و به کمک مدل VIS (پوشش گیاهی - رویه‌های ناتراوا - خاک) انجام گرفته است. در این مدل معیار طبقه بندی تابعی از درصد رویه‌های پوشیده از گیاه رویه‌های ناتراوا و زمینهای لخت می‌باشد. پوشش گیاهی در شهر تنها نقش تزئینی ندارد بلکه عملکرد تعدیل کننده محیطی نیز دارد، آب جو را حفظ می‌کند، در تبخیر نقش دارد، صافی برای آلودگی هوا و تنظیم کننده عالی هوا، گرما و مرطوب کننده محیطهای شهری است. (مسعودیان، مختاری، ۱۳۸۴، ص ۲، نقل از ۱۹۸۲ Horbretal) وجود منابع اطلاعاتی در مورد شرایط اقلیمی می‌تواند به دو صورت ۱- همگانی (عمومی) ۲- جزئی (موردی) بدست می‌آید. در اطلاعات کلی و همگانی از موقعیت بسیاری از شهرها و نواحی اطراف آن استفاده می‌شود تا تأثیر تدریجی توسعه شهر بر آب و هوای اطراف آن بررسی شود. همچنین از یک سری ایستگاههای آب و هوای ملی در درجه اول و نیز ایستگاههای آب و هوای امور ارتشی استفاده می‌شود.

اما در اطلاعات جزئی (موردی) از شبکه ایستگاههای آب و هوایی در یک شهر که موقعیت و وسعت و بزرگی ایستگاههای گرمایی شهر را تشخیص می‌دهد (مثل ایستگاههای کشاورزی یا کنترل کیفیت هوا یا شبکه‌های خدمات رفاهی و غیره) استفاده می‌شود. (Akbari, 2000)

## مهمترین متغیر اقلیمی که بر جزایر گرمایی تأثیر دارد

۱ - دما

دما مهمترین خصوصیت اقلیم شهری محسوب می‌شود اوکه (Oke 1973) حداکثر جزیره گرمایی (MHI) را به عنوان تابع جمعیت (P) به صورت معادله فوق ارائه کرد:

$$MHI = 2.01 \log 4.06 (c)$$

بر اساس حداکثر جزیره گرمایی در شهر والنسیا عبارت است از:

$$2.01 \log 777.427 - 4.06 = 7.7c$$

و در بعضی موارد برداشتهای دما با استفاده از دما سنخ مقاومتی دارای سبب تابشی با دقت ۰.۵۱ سانتیگراد به دست می‌آید که برای نمونه برداری رقومی آن را به دستگاه داده گیر قابل حمل متصل می‌کنند. اما بررسی مقطع دما در یک ناحیه شهری، مقادیر استاندارد شده بسیار سودمند هستند و نشان می‌دهند که شکل نیرمخ متوسط فصلی جزیره گرمایی شهر به شرایط آب و هوایی وابسته نیست و عمدتاً تابعی از خصوصیات رویه شهر است. (آنکر، سوگی، زبویکی، ۱۳۸۳، ص ۳)



## مقایسه تراز انرژی شهر و حومه

در نمودار شماره (۳) که تراز انرژی در یک ناحیه شهری آمده مشخص می‌شود که دانسیته شار حرارت محسوس (QH) شهرها مقادیر زیادی از تابش خالص روزانه (Q\*) را به خود اختصاص می‌دهد. پس از آن تبخیر و تعرق (QE) است که به عنوان دومین عامل در مصرف تابش خالصانه روزانه سهیم است. در این نمودار ذخیره گرمای محسوس (QS) در سیستم تراز تابش شهری که از اهمیت زیادی برخوردار است نشان داده شده. یکی از ویژگیهای مهم تراز انرژی شهر در تعویق منحنی (QH) منعکس است، به گونه‌ای که در ساعات بعد از ظهر و بویژه بعد از غروب آفتاب به آرامی تنزل می‌کند. این موضوع یعنی تداوم گرمایش جو بوسیله انتقال گرمای تلاطمی ممکن است در رشد جزیره گرمایی شهر که در همان زمان بوجود می‌آید اهمیت داشته باشد. در شب، هنگامی که باد ضعیف است، تراز خالص تابش از ذخیره گرمایی محسوس تغذیه می‌کند. مطالعه منحنی تراز تابش شهر، نشان می‌دهد که در مناطق پرجمعیت و مراکز تجاری و صنعتی مقادیر (QH, QS) نقش برتری نسبت به تبخیر و تعرق (QE) ایفا می‌کنند. حتی در شرایط تراکم کامل ممکن است تبخیر و تراکم چندانی انجام نگیرد. همچنین در پارکهای شهری، بویژه هنگامی که آبیاری شود ممکن است به ایجاد «اثر واهه» بینجامد، زیرا پارکهای مزبور به عنوان کانون رطوبت غیر عادی در یک منطقه معمولاً خشک تلقی می‌شود. بدین ترتیب این موضوع حاکی از این حقیقت است که وجود رطوبت و در دسترس بودن آن یکی از مهمترین عوامل کنترل کننده اقلیم شهرهاست. ورودی تابش خالص شهرها در روز بیشتر از محیط اطراف است، اما این مازاد در شب به دلیل اتلاف بیشتر انرژی جبران می‌شود. مهمترین تفاوت در عوامل تابشی بین دو محیط شهر و روستا در میزان انرژی است که به مصرف تبخیر و تعرق (QE) می‌رسد. مقادیر انرژی مزبور در شهرها برعکس پایین‌تر از حومه اطراف قرار دارد. این موضوع باعث هدایت ترجیحی مقادیر زیادی انرژی خالص روزانه به سمت گرمای محسوس و گرمای بیشتر محیطهای شهری می‌شود. ذخیره بیشتر انرژی سیستمهای شهری نسبت به حومه می‌تواند در اثر عایق پوشش گیاهی محیط روستایی با سطح بزرگتر جذب انرژی شهرها و کاهش گرمای نهان ترکیبات ساختمانی شهرها خلاصه شود. (کاویانی، ۱۳۸۰، ۲۳۹)

## رطوبت و مه بین شهر و حومه

اصولاً اختلاف رطوبت بین شهر، حومه و روستاها کمتر و الگوی فضایی آن پیچیده است. مطالعات انجام شده برای شهرهای عرض میانه حاکی از این است که لایه سرپوش شهرها در روز خشکتر و در شب مرطوبتر است. این الگو برای شرایط هوای خوب تابستانی اعتبار بیشتری دارد. نمودار قبلی نشان می‌دهد که در اثنای روز رطوبت حومه نسبت به شهر بالاتر است که علت احتمالی آن در تبخیر و تعرق بیشتر مناطق روستایی می‌باشد. اواپسل غروب هوای روستا نسبت به شهر روبه سردی گذارده و پایدارتر می‌شود، از این رو رطوبت لایه‌های پایین جو روستا به دلیل فرونی تبخیر و تعرق نسبت به هرز رطوبت به لایه‌های

۵- افزایش ذخیره گرمایی محسوس

۶- کاهش تبخیر و تعرق

۷- کاهش کامل انتقال گرمایی تلاطمی

همچنین ساختارهای شهری که منجر به تغییرات تراز انرژی می‌شود به شرح زیر می‌باشد:

۱- شرایط هندسی معابر - افزایش ابعاد سطوح و انعکاسهای مکرر

۲- آلودگی هوا - جذب بیشتر و انتشار مجدد

۳- شرایط هندسی معابر و کاهش ضریب دید

۴- هرز گرمایی ساختمانها و ترافیک

۵- مصالح ساختمانی - افزایش پذیرش گرما

۶- مصالح ساختمانی - افزایش ناتراوایی

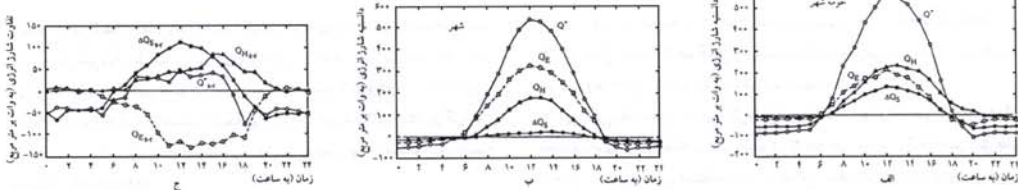
۷- شرایط هندسی معابر - کاهش سرعت باد (کاویانی، ۱۳۸۰، ص ۲۳۹)

## تراز تابش در مناطق شهری

ساختار کلی شهر و مسئله شهرنشینی بر تراز تابش نیز اثر می‌گذارد. معمولاً ورودی امواج کوتاه ( $K \downarrow = S + D$ ) ضمن عبور از جو آلوده شهرها به شدت تغییر می‌یابد. میزان تابش مزبور به طبیعت به مقادیر مواد آلاینده جو شهرها بستگی دارد.

در یک شهر بزرگ صنعتی که سوخت ذغال سنگ در آن مرسوم است، میزان ورودی تابش کوتاه خورشید می‌تواند از ۱۰ تا ۲۰ درصد نسبت به حومه شهر کاهش یابد. در شهرهایی که رشد صنعتی کمتری دارد و خودروها کانون اصلی آلودگی را تشکیل می‌دهند و آلاینده‌های فتوشیمیایی غالب است، دامنه تضعیف تابش ورودی می‌تواند بین ۴ تا ۱۰ درصد تغییر کند.

بدیهی است که اندازه مزبور به تغییرات فصلی و غلظت آلاینده‌ها بستگی دارد. در روزهایی که هوا بسیار آلوده بوده و مقارن با ارتفاع پایین خورشید باشد، کاهش ورودی امواج کوتاه ممکن است از ۳۰ درصد نیز تجاوز نکند. آلاینده‌های شهری در جذب بخشهایی از طیف به طور انتخابی عمل می‌کند و باعث می‌شود که حدوداً ۴۰ درصد بخش ماوراء بنفش خورشید جذب شود. دامنه جذب مزبور در شرایط افزایش آلودگی تا ۹۰ درصد نیز گزارش شده است. این موضوع احتمالاً برای گیاهان از نظر کاهش فتوسنتز و انسان از نظر کاهش تولید ویتامین D درجه برتره شدن و سرطان پوست با اهمیت است. انعکاس امواج کوتاه خورشید بوسیله اجزاء ساختمانی مناطق شهری به آلیبدو یکایک ترکیبات آنها بستگی دارد که معمولاً نسبت به سطوح هموار مناطق روستایی کمتر است. مناطق شهری نسبت به حومه خود گرم‌تر بوده و بازتاب امواج بلند آن ( $L \uparrow$ ) به سوی جو بیشتر است. انتشار امواج بلند جو به سوی زمین ( $L \downarrow$ ) نیز در شهرها به دلیل وجود بیشتر آلاینده‌ها نسبت به حومه شهر بیشتر است. آلاینده‌های شهری به بسته شدن پنجره جو کمک می‌کنند. بنابراین تغییر در شار تابش موج بلند آثار تقابلی داشته و تفاوت تراز موج بلند ( $L \uparrow$ ) بین شهر و روستا را کاهش می‌دهد. (دکتر کاویانی، ۱۳۸۰، ص ۲۳۴)



نمودار شماره (۳): انرژی همزمان در یک ناحیه الف شهری ب) روستایی ج) مقایسه آنها در ناحیه ونکوور (کلویگ و اوکه، ۱۹۸۶)

ومیر را در نواحی میانه و نواحی مرتفع همراه با تغییرات مهم دمای سالیانه افزایش می‌دهد. بنابراین ساکنان شهرهای جنوبی همچون میامی که به شرایط آب و هوای گرم عادت داشته‌اند کمتر آسیب‌پذیر بوده‌اند. همچنین گرمای تابستانی می‌تواند مشکلاتی در داخل خانه ایجاد کند همانطور که در خارج از خانه باعث تهذیب می‌شود. البته در مورد خانه‌هایی که دارای باه‌های تیره و سیاه هستند، انتقال گرما به درون خانه بیشتر بوده تأثیرات آزار دهنده‌تری را به دنبال دارد. چه بسا از طریق تغییر وضعیت، کوران هوا و کمک وسایل مدرن و غیره می‌توان اثر جزیره گرمایی را کاهش داد.

### چگونه گرمای زیاد بر سلامتی انسان تأثیر می‌گذارد؟

افزایش دمای ناگهانی و بسیار شدید به خصوص زمانی خطرناک تلقی می‌شود که در میانگین و سرعت مرگ و میر تأثیر بگذارد. در سالهای ۱۹۹۸-۱۹۷۹، CPC تخمین زده که تعداد ۷۴۲۱ نفر در نتیجه قرار گرفتن در برابر گرمای زیاد در ۱۱۵ دجای مرگ و میر شده‌اند. در سال ۱۹۹۵، یک موج گرما در شیکاگو نشان داده که چگونه دمای زیاد و جزایر گرمایی نگران‌کننده هستند. متأسفانه این حادثه باعث مرگ بیشتر از ۷۰۰ تن گردیده است.

### چگونه لایه اوزن بر اکوسیستم و محیط و سلامت انسان تأثیر می‌گذارد؟

با سحابه جایی لایه اوزن توسط باد، جمعیت‌هایی چون کودکان و سالخورده‌گان بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند. حتی برای ساکنان دور از مراکز شهر و آلودگی هم ممکن است خطرناک باشد. اثرات لایه اوزن بر سلامتی انسان عبارت است از:

- ۱- لایه اوزن می‌تواند شش‌هایی را که در مسیر هوا هستند تحریک و باعث التهاب آن‌ها شود.
- ۲- قرار گرفتن در برابر آلودگی لایه اوزن برای چندین ماه ممکن است باعث معیوب شدن دائمی شش‌ها شود.
- ۳- حتی قرار گرفتن در سطوح پایین لایه اوزن می‌تواند باعث شدیدتر شدن تنگی نفس، کاهش توانایی شش‌ها و افزایش آمادگی برای بیماری‌های تنفسی گردد.
- ۴- آلودگی اوزن می‌تواند بر گیاهان و اکوسیستم‌های شهری که در معرض باد قرار گرفته یا نگرته آسیب برساند، به عنوان نمونه سطوح اطراف اوزن، قدرت گیاهان در برابر رشد و غذای ذخیره آنها را مانع می‌شود. اوزن همچنین بر شاخ و برگ درختان و گیاهان آسیب می‌رساند و

فوقانی رو به افزایش می‌گذارد. اما در طول شب با کاهش یا قطع تبخیر میزان رطوبت کاهش می‌یابد، علاوه بر اینکه مقادیر زیادی از رطوبت لایه‌های پایین بوسیله فرایند شب‌بند مصرف می‌شود (نوعی وارونگی رطوبتی). برعکس در محیط شهر به دلیل تبخیر ضعیف‌تر، تعدیل شب‌بند، کانون‌های رطوبتی انسانی و هوای راکدتر به حفظ جو مرطوب‌تر، در حجم هوای معابر کمک می‌شود. بعد از طلوع آفتاب با تبخیر دوباره شبنم و آب سایر سطوح، رطوبت روستا به سرعت رو به افزایش می‌گذارد. اما در طول روز با افزایش درجه ناپایداری هوا و آمیزش رطوبت لایه‌های سطحی و سطوح فوقانی جو، غلظت رطوبت هم در شهر و هم در روستا رو به نقصان می‌گذارد. در اثنای شب رطوبت شهرها از رطوبت روستاها فراتر می‌رود و (جزیره رطوبتی)، مشابه جزیره حرارتی ایجاد می‌شود. شهرهای اقلیم سرد می‌توانند در روزهای زمستانی مرطوب‌تر از روستاها باشند. این شرایط موقعی ایجاد می‌شود که کانون رطوبت روستا (یعنی تبخیر و تعرق) عملاً تحلیل رود، مثلاً هنگامی که سطح زمین از برف پوشیده بوده و زمین زیر آن یخ زده باشد. همچنین کاهش تبخیر و تعرق پوشش گیاهی به دلیل خواب زمستانی به تقویت شرایط مزبور کمک می‌کند، در حالی که رهایی رطوبت ناشی از احتراق به دست انسان در هوای شهرها به روند افزایش رطوبت همچنان ادامه می‌دهد (کاویانی، ۱۳۸۰، ص ۲۴۳)

### گرما، سلامتی و محیط

تأثیر جزایر گرمایی، یکی از چندین عاملی است که می‌تواند دمای تابستانی را در سطوحی که ته‌پذیری برای سلامتی عموم ایجاد کند افزایش دهد. عوامل دیگری که بر مرگ و میر ناشی از گرما در نواحی شهری کمک می‌کند عبارتند از: شرایط جسمی و سلامتی، وضعیت هوای موجود، سن و جنس جمعیت و تغییرات دما در فصل. همچنین طبق شرایط معین گرمای زیاد می‌تواند سرعت سطوح احاطه شده شکل لایه ازن را افزایش دهد، دود مه نیز یک تهدید اضافی برای سلامتی و اکوسیستم است که باید مورد بررسی و توجه قرار گیرد.

### آیا با تغییر دادن موقعیت می‌توانیم آسیب پذیری گرمای زیاد را کم کنیم؟

یک سری تحقیقات در امریکا رابطه بین بررسی دما و مرگ را در ارتباط با تغییر دادن موقعیت‌ها نشان داده است. به احتمال زیاد گرما، خطر مرگ

باعث کم اثر شدن واقعی گونه‌های آرایشی گیاهان و درختان و فضاهای سبز شهری می‌شود، از طرف دیگر ازون بادهایی را که در اطراف شهر هستند، می‌تواند انتقال یا تغییر مسیر دهد که این امر محصولات و درختان جنگلی را نیز کاهش می‌دهد. این مسئله همچنین باعث می‌شود درختان و گیاهان آسیب پذیری بیشتری در برابر بیماریها و حشرات داشته باشند. (Akbari, 2005)

### چه می‌توان کرد؟

جزیره گرمایی در یک لایه تاج پوش (لایه آسمانی)، اغلب در سرتاسر شهر یا نواحی مسدود شده وجود دارد که نسبت به آن قسمتی که به وسیله هوا احاطه شده، گرم‌تر است. این فضا از سطح زمین تا بام ساختمانها را شامل می‌شود، طول و عرض خیابانها و جاده‌ها، اختلاف ارتفاع و مسیر قرارگیری نشان‌الگوهای اقلیمی پیچیده‌ای را پدید می‌آورند. به طور کلی، جزایر گرمایی در فصل تابستان، سطوح آلودگی هوا بویژه دود و خروج بخار از گلخانه‌ها را افزایش می‌دهند. آن‌ها همچنین میزان پیمای و مرگ ناشی از گرما را افزایش می‌دهند. چنانچه هر سال به طور متوسط ۱/۱۰۰ امریکایی از شدت گرما می‌میرند.

جزایر گرمایی تهدیدی است برای سلامتی عموم مردم از طریق افزایش مستقیم دما و رشد غیر مستقیم تمرکز سطوح اطراف لایه ازون. این خطر مهم از سرایت گرما و قرار گرفتن در معرض لایه ازون، مشتمل بر بیماریهای مختلف، خاصه کودکان و افراد مسن‌تر و افراد دارای بیماری تنفسی همواره از قبل وجود داشته است. جزایر گرمایی در مقیاس عمل تفاوتی درجه حرارت را بین مناطق شهری و روستایی توصیف می‌کند. ساختمانهای بلند و خیابانهای باریک می‌تواند هوای ما بین آنها را به دام بیندازد و باعث پایداری جریان هوا یا کاهش آن شود. و از طرفی حرارت ناشی از وسایل نقلیه، کارخانه‌ها و سطح نیاز مردم به وسایل تهوویه ممکن است به بدتر کردن محیط شان کمک کند و اثر جزیره گرمایی را اضافه کند. (همان) راههای متعددی وجود دارد که جوامع می‌توانند برای کاهش اثرات جزایر گرمایی در مقابل با شرایط سخت از آن استفاده کنند. این شیوه‌ها عبارتند از:

- ۱- نصب بامهای سرد و پوشش تیره آن در واقع روکش پشت بامها، می‌تواند پشت بامها را سرد نگهداری کند و نیاز به تهویه را برای استفاده انرژی مورد نیاز کاهش دهد.
- ۲- ایجاد بامهای سبز مشروط به استحکام بنا و سقف
- ۳- کاشتن درختان و ایجاد فضای سبز بیشتر
- کاشتن درخت نزدیک خانه‌ها و ساختمانها و ایجاد سایه باعث کاهش گرما از طریق تأثیر انعکاسی آن می‌شود. اگر این درختان و گیاهان در امتداد میدانها و پیاده‌روها نیز کاشته شود می‌تواند آلودگی ناشی از بخار یا دود خارج شده از ماشینها و فیلترها را کاهش دهد.
- ۴- استفاده از مواد سرد برای سنگفرش کردن خیابانها و معابر
- ۵- استفاده از مصالح و رنگ روشن برای سنگ فرش کردن خیابانها که

نسبت زیادی از هزینه انرژی برای تقاضای تهویه هوا را کاهش می‌دهد.

۶- افزایش تعلیمات همگانی و رسیدگی های عمومی در رعایت و نظارت زیست محیطی و حفاظت از طبیعت در شهر

۷- بررسی نقشه‌های جزیره گرمایی توسط ارگانهای محلی و گروههای مختلف شهری و اینکه نواحی شهری تا چه حد می‌توانند از استراتژیهای کاهش جزایر گرمایی استفاده کنند به عوامل متعددی بستگی دارد. برخی از این عوامل نظیر الگوهای آب وهوایی غالب، موقعیت جغرافیایی و آلودگی های منتقل شده از نواحی بادخیز، عمدتاً فراتر از تأثیر سیاست محلی می‌باشد، هر چند عواملی نظیر الگوهای استفاده شده از زمین، مواد استفاده شده در جاده‌ها، مصالح و معماری ساختمانها و نوع پوشش آنها، درختان شهری و فضاهای سبز، مستقیماً تحت تأثیر فعالیتهای مسئولان امر قرار می‌گیرد، این جاست که مشخص می‌شود سیاست و برنامه ریزیهای شهری برای کاهش تأثیر جزایر گرمایی و دسترسی به اهداف صحیح محیطی و ذخیره انرژی و غیره چقدر لازم و سودمند می‌باشد.

### ۱- کاهش جزایر گرمایی با استفاده از پشت بامها

در یک روز گرم تابستانی مواد سنتی که برای پشت بامها استفاده می‌شود ممکن است به حداکثر درجه حرارت (۱۹۰ درجه فارنهایت) برسد درحالی که بامهای سرد فقط به درجه حرارت کمتری (حداکثر ۱۲۰ درجه) می‌رسند. (اصطلاح بام سرد برای توصیف مصالح پشت بامی استفاده می‌شود که

آلبیدوی زیادی دارند و این مواد بخش اعظم انرژی خورشیدی را منعکس می‌کنند). بامهای سرد درصد زیادی از حرارت جذب شده را آزاد می‌کنند و این امر مصالح را خنک‌تر نگه داشته و کمک می‌کند که تأثیر جزایر گرمایی را کاهش دهیم. دونوع بام سرد وجود دارد آن دسته که بر روی پشت بامهای کم شیب یا مسطح بکار می‌روند (عمدتاً تجاری) و آن دسته از بامهایی که دارای پشت بامهایی با شیب خوابیده هستند (عمدتاً مسکونی). بیشتر بامهای سرد برای ساختمانهایی با شیب کم به کار می‌روند و دارای سطحی نرم، روشن و سفید می‌باشند که انرژی خورشید را منعکس و انتقال گرما را به قسمتهای داخلی پایین آورده و نیاز به سیستم تهویه تابستانی را کاهش می‌دهند. جایگزین دیگری که برای پشت بامهای سنتی به کار می‌رود بامهای سبز می‌باشد. این بامها که به طور گسترده در شهر مورد استفاده قرار می‌گیرد از طریق جانشین کردن سطح جذب کننده گرما بوسیله گیاهان و بوته‌ها و درختان کوچک است که به کاهش جزایر گرمایی کمک می‌کنند.

پشت بامهای گیاهکاری شده عمدتاً خنک‌تر از پشت بامهایی هستند که بوسیله مصالح سنتی ساخته شده‌اند، به علاوه بامهای سبز نیاز به سیستم تهویه زمستانی را بوسیله کاهش جذب گرما کاهش می‌دهند.

### ۲- کاهش جزایر گرمایی به وسیله درختان و فضاهای سبز

بدون شک افزایش پوشش گیاهی و فضای سبز در شهر راهی برای کاهش جزایر گرمایی شهری می‌باشد. درختان دارای فواید بسیار دیگری نیز می‌باشند از جمله تولید اکسیژن، کاهش بادهای طوفانزا، زیبایی

چشم‌انداز و لطافت محیط و... پژوهشگران تخمین زده‌اند که از لحاظ استراتژی کشت درختان و گسترش فضای سبز مصرف انرژی خنک‌کننده را تا بیشتر از ۲۵٪ کاهش می‌دهد.

### ۳- کاهش جزایر گرمایی با استفاده از مواد سنگفرش

مواد سردی که در سنگفرشها استفاده می‌شود، جذب انرژی گرمایی را کم کرده و انتقال گرما را به محیط کاهش می‌دهد. این مواد اغلب دارای رنگ روشن، مواد متخلخل هستند که انرژی خورشید را به نحو مؤثری رها می‌کنند. رنگهای روشن بیشتر شامل رنگهای سفید، نخودی، خاکستری روشن، قرمز مایل به قهوه‌ای می‌باشند. سنگهای متخلخل نیز به آب اجازه می‌دهند تا به سطح زمین جریان پیدا کنند. بنابراین سنگفرشها هنگامی که مرطوب باشند ایجاد سرمای‌کنند. این مصالح را می‌توان از مواد سخت و بهم چسبیده (بتون) آسفالت یا پلاستیک که توسط خاک، علف و گراول پر شده است، ساخت.

برای مقابله با این شرایط راه‌های زیر پیشنهاد می‌گردد:

- ۱- ایجاد پارکینگهای دور از خیابان و فرش کردن آنها
- ۲- استفاده از مصالح متخلخل برای فرش کردن خیابانها
- ۳- کاشتن و حفاظت و نگهداری درختان و گیاهان
- ۴- کاشتن درختان نزدیک به خانه‌ها و ساختمانها و ایجاد سایه که باعث کاهش گرما از طریق انعکاس آب در ساختمانها و با بخار آب می‌شود. این درختان و گیاهان اگر در امتداد میدانها و پیاده‌روها کاشته شوند می‌توانند آلودگی ناشی از بخار یا دود خارج شده از ماشینها و فیلترها را کاهش دهند.
- ۵- ایجاد باغهای بالای پشت‌بامها یا پشت‌بامهای سبز می‌توانند بخارهای گرمایی و بازده انرژی و جدایی ساختمانهای مسکونی و تجاری را کاهش دهند.
- ۶- افزایش تعلیم و تربیت همگانی و رسیدگی کامل به آنها.
- ۷- بررسی نقشه‌های جزیره گرمایی توسط ارگانهای محلی و گروه‌های شهری.
- ۸- نصب کردن پشت‌بامهای سرد و استفاده از سنگفرشهای سرد در پشت‌بامها.

گروه جزایر گرمایی به کنترل ساختمانها و اندازه‌گیری یا شبیه‌سازی افزایش انعکاس پشت‌بام برای:

- انواع مختلف ساختمانها
- فصول و مناطق آب و هوایی مختلف
- سطوح پوششی پشت‌بامهای مختلف و جهت یابی آنها

### نتیجه‌گیری

اقلیم‌دستگاه پیچیده‌ای است که همواره توسط عوامل درونی و برون‌ی در حال تغییر است. عمدتاً تغییر یک عنصر از این دستگاه در سراسر آن گسترش می‌یابد. با گرم‌تر شدن زمین سطح آب اقیانوسها بالا خواهد آمد و به ویژه کشورهای کم‌ارتفاع ساحلی با خطر جدی روبرو خواهند شد. گستردگی یخچوها کاهش یافته، از وسعت یخچای دریایی نیز کاسته خواهد شد. به دنبال آن افزایش دمای عرضهای بالا تشدید می‌گردد، گردبادان دما بین

استوا و قطب کاهش می‌یابد و الگوی چرخش عمومی هوا تغییر عمده‌ای خواهد یافت. به این ترتیب کمربندهای اقلیمی به سوی عرضهای بالاتر جابه‌جا می‌شوند و مناطقی که سالها با شرایط اقلیمی ویژه‌ای سازگاری یافته و مبانی اقتصادی و اجتماعی را برپایه حالت اقلیمی معینی طراحی کرده‌اند ناگزیر می‌شوند بسیاری چیزها را از نو بسازند. (غیور، مسعودیان، ۱۳۷۶، ۴۹) از طرفی مقابله با گرما هزینه زیادی دارد به طوری که تهیه هوا یک ششم انرژی برق مصرف شده در امریکا را در بر می‌گیرد و حدود ۴۰ میلیون دلار در هر سال هزینه دارد. بنابراین پیشگیری مخصوصاً دراز مدت شدت جزیره گرمایی از طریق برنامه‌ریزی صحیح شهری با تمرکز زوادی جمعیتی و صنعتی، گسترش فضاهای سبز و درختی شهرها، دقت در انتخاب سطوح پوششی بامها و نمای ساختمانها و... در تعدیل، بهینگی و مطلوبیت فضا و مخصوصاً دمای شهری، کنترل آلودگی، صرفه‌جویی مالی و کاهش اثرات جزایر گرمایی بسیار مؤثر است.

### منابع و مأخذ

- ۱- رهنمای، محمد تقی، مجموعه مباحث و روشهای شهرسازی، جغرافیا، مسکن و شهرسازی، تهران، ۱۳۶۹.
- ۲- ژنوس آنگر، زولتان سوگی، جودیت زبویکی، ویژگیهای مقطع دمای در یک ناحیه شهری، ترجمه پیرزادمانی، ابوالفضل مسعودیان، دانشگاه اصفهان، ۱۳۷۴.
- ۳- غیور، حسعلی، مسعودیان، سید ابوالفضل؛ اثرات گرم‌تر شدن زمین بر چرخه آب در طبیعت، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره پیاپی ۴۶، پاییز ۱۳۷۶.
- ۴- فرید بداله، جغرافیا و شهرشناسی، دانشگاه تبریز، ۱۳۶۸.
- ۵- کاویانی، محمدرضا، میکروکلیماتولوژی، انتشارات سمت، تهران، ۱۳۸۰.
- ۶- گومز، گاجو، پوشش گیاهی و تغییرات اقلیمی در مناطق شهری (مورد مطالعه والنسیا)، ترجمه رضامختاری ملک‌آبادی، دکتر ابوالفضل مسعودیان، دانشگاه اصفهان، ۱۳۸۴.
- ۷- هنری برکینز، آلودگی هوا، ترجمه دکتر منصور غیبات‌الدین، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۶.

8 - APA, Smart Growth and Urban Heat Islands. EPA site <http://smartgrowth.org>, 1992.

9 - Akbari Hashem, Cool roofs July 4th, 2005 site <http://lb1.gov> 2005.

10 - Akbari Hashem Wash Your Roof, <http://lb1.gov> site July 4th, 2005.

11 - Akbari Hashem, What Can Be Done <http://lb1.gov> site July 4th, 2005.

12 - Akbari Hashem, Basic Information site <http://lb1.gov> July 4th, 2005.

13 - Akbari Hashem, Heat, Health & Environment site <http://lb1.gov>, July 4th, 2005.

14 - Brian Pone, Craig Kenton Smith, Dan Moses Stamper-Kurn Existing Climate Data Sources and Their Use in Heat Island. site <http://lb1.gov> April 27, 2000

15 - How, Peter J and Akbari Hashem Lighten UP COOL DOWN. CITIES, TOLD, UK, 1997