



مروری بر پدیده گرمای جزیره ای در شهرها و ارائه راهکارهای اصلاحی

مجید ریاحی سامانی^۱

* نویسنده مسئول: riahysamani@iaukhsh.ac.ir

واژه‌های کلیدی

گرمای جزیره ای، آلودگی هوا، شهر، فضای
سبز، بام سبز

چکیده

در شهرها قسمت عمده ای از سطوح مانند سقف ساختمان‌ها و خیابان‌ها تیره رنگ هستند. این سطوح تیره رنگ گرما را درخود جذب نموده و نا به هنگام آن را به هوا گسیل می‌دارند این پدیده باعث افزایش دمای مناطق مسکونی از ۲ تا ۱۵ درجه سانتیگراد شده و به نام پدیده جزیره حرارتی شناخته می‌شود. وجود پدیده جزیره حرارتی در شهرها باعث گرم شدن شهرها و انجام فعل و انفعالات ثانویه در آلاینده های هوا شده و آلاینده های اولیه با هم واکنش داده و آلاینده های ثانویه ای را تشکیل می دهد که نوعا ده ها برابر خطرناک تر هستند. پدیده گرمای جزیره ای همچنین باعث یک جریان ملایم و آرام از حومه شهرها به سمت مرکز شهرها می باشد و با توجه به استقرار صنایع در حومه شهرها این جریان آلاینده های حومه شهرها را نیز به مرکز شهرها هدایت می کند. در این مقاله به بررسی روشهایی نوین به منظور جلوگیری از ایجاد پدیده جزیره حرارتی در شهرها گردیده است. از جمله روش های کنترل پدیده گرمای جزیره ای نگرش مهندسی به فضای سبز شهرها می باشد معمولا طراحی فضای سبز شهرها بدون مطالعات مهندسی صورت می پذیرد. در صورتی که می توان با مدل سازی جریانات هوای شهر با توجه به وضعیت توپوگرافی زمین و جهت وزش باد، محلهایی را به فضای سبز اختصاص داد که در معرض بیشترین جریانات هوای شهری باشند و راندمان عملکرد آنها در خنک کردن شهرها چندین برابر شود. از روش های دیگر در کاهش اثر پدیده جزیره گرمایی می توان به کاهش مصرف انرژی در ساختمانها، استفاده از مصالح ساختمانی با ضریب سپیدی بالا و مدیریت ترافیک شهری اشاره نمود.

۱- مقدمه

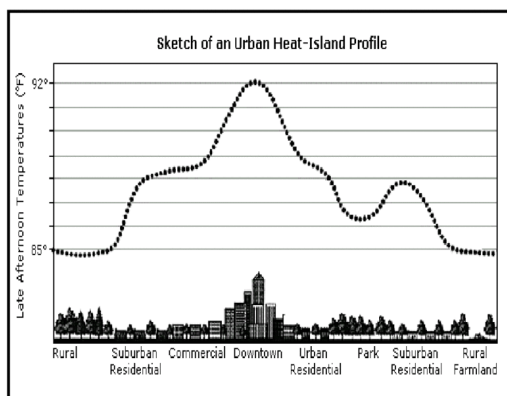
آلودگی هوا تغییر در ویژگی‌های طبیعی جو بر اثر مواد شیمیایی، غباری یا عامل‌های زیست‌شناختی است [۱]. جو یا اتمسفر سامانه گازی طبیعی پویا و پیچیده‌ای است که زندگی در سیاره زمین به آن وابسته است. تحلیل رفتن لایه اوزن استراتوسفر به خاطر آلودگی هوا، دیرزمانی است که خطری برای تندرستی مردمان و نیز زیست‌بوم‌های زمین شناخته می‌شود [۲]. این آلودگی هوا ممکن است طبیعی (مانند فعالیت آتش فشان‌ها)، یا مصنوعی باشند. آلودگی‌های مصنوعی عمدتاً ناشی از فعالیت وسایل نقلیه و کارخانه‌ها هستند [۳]. سالیانه ۳ میلیون نفر در اثر آلودگی هوا جان خود را از دست می‌دهند که ۹۰ درصد آنان در کشورهای توسعه یافته هستند. در بعضی کشورها تعداد افرادی که در اثر همین عامل جان خود را از دست می‌دهند بیشتر از قربانیان سوانح رانندگی است [۴]. این مرگ و میر بطور خاص مربوط به آسم، برونشیت، تنگی نفس و حملات قلبی و آلرژی‌های مختلف تنفسی است. در شهرها به دلیل تراکم بالای جمعیت آلودگی هوا از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد. حدود ۳۰ درصد منبع آلودگی شهرها به دلیل فعالیت‌های خانگی و صنعتی و بالغ بر ۷۰ درصد آلودگی شهرها به دلیل تردد خودرو در شهرها می‌باشد [۵]. امروزه طراحی نامناسب شهرها باعث تاثیر چندین برابر آلودگی هوا و ایجاد پدیده ای به نام جزیره حرارتی شهری (Urban Heat Island) شده است. مطابق آمارهای ارائه شده توسط سازمان ملل تا سال ۲۰۲۵ بیش از ۸۲٪ جمعیت جهان در شهرها ساکن خواهند بود [۶]. از طرف دیگر، مسئله افزایش گرمایش در شهرها با روند سریع و رو به رشد شهرنشینی در سالهای آینده افزایش خواهد یافت و در این میان پدیده جزیره گرمایی در کلان شهرها باعث افزایش سریعتر دمای محیط می‌گردد و با گرم شدن هر چه بیشتر شهرها بر وخامت شرایط افزوده می‌شود. پدیده جزیره گرمایی بیش از صد و پنجاه سال پیش، برای نخستین بار در برخی شهرهای اروپا از جمله لندن شناسایی شده [۷]. و پس از آن در بسیاری از مناطق جهان بر روی این پدیده و تأثیرات مختلف ناشی از آن، مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته است [۸].

۲- معرفی پدیده جزیره حرارتی:

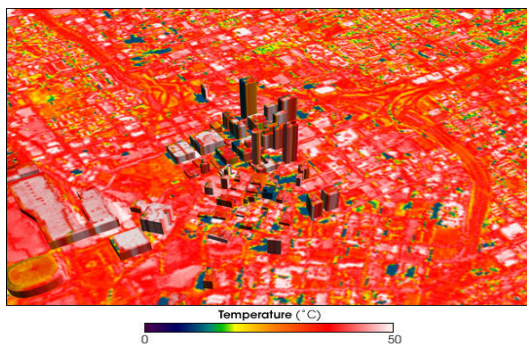
در شهرها به ویژه در آب‌شهرها، پهنه گسترده‌ای از سطح شهر مانند سقف ساختمان‌ها و خیابان‌ها تیره رنگ هستند. این سطوح تیره رنگ به ویژه در طی فصل تابستان، گرما را در خود جذب نموده و نا به هنگام آن را به هوا گسیل می‌دارند این پدیده باعث افزایش دمای مناطق مسکونی از ۲ تا ۱۵ درجه سانتیگراد شده و به نام پدیده جزیره حرارتی شناخته می‌شود. اثر جزیره گرمایی از جمله عوارض محیطی است که در اثر رشد سریع و بی رویه شهرهای بزرگ حاصل می‌گردد. این پدیده از طریق افزایش نامطلوب دمای مناطق مسکونی باعث بروز مسائلی چون احتمال بالا رفتن افزایش مصرف انرژی برای خنک کردن محیط‌های مسکونی، افزایش ایجاد آلودگی در جو و کاهش پایداری محیطی میشود. عامل کلیدی در تشکیل این پدیده، تبدیل نور خورشید به گرما است؛ به طوری که در مناطق شهری روبه توسعه، مصالح بکار رفته در تشکیل بناها و سطوح سازنده آنها، زمینه‌های محیطی را برای تبدیل نور خورشید به گرما افزایش داده و به این ترتیب سبب تشکیل اثر جزیره گرمایی می‌گردند. در این رابطه، با افزایش سطوح مذکور، این پدیده تشدید می‌گردد.

. بررسی‌های ماهواره‌ای ناسا نشان می‌دهد که تمامی ابرشهرهای روی زمین، به دلیل از بین بردن رستی‌ها و گیاهان و جایگزینی آنها با مصالح، به ویژه تیره رنگ ساختمانی، دچار چنین مشکلی شده‌اند. [۹]. شهرها دمای بیشتری از مناطق غیرشهری دارند. انرژی ورودی خورشیدی موجب تبخیر آب گیاهان و خاک، در مناطق غیرشهری می‌شود. این گرمای نهانی تبخیر، موجب تغییر حالت آب از مایع به بخار می‌گردد. این روند، دمای مناطق غیر مسکونی را افزایش نمی‌دهد، اما شهرها برخلاف مناطق غیر شهری، خاک و گیاه کمتر دارند. در نتیجه مقدار زیادی از انرژی ورودی خورشید، مستقیم موجب گرمای خیابان‌ها و ساختمان‌ها گردیده، این روند موجب افزایش سریعتر دمای هوای شهرها می‌شود. در طی شب، گرمای ذخیره شده در خیابان‌ها و ساختمان‌ها به آهستگی به هوا گسیل می‌شود که روند کاهش دما را کند می‌کند. این اثر موجب گرم‌تر شدن محدوده شهری می‌شود. ساختمان‌های بلندتر، گرمای بیشتری را در خود ذخیره کرده و روند خنک شدن هوا را کندتر می‌کنند. شکل شماره (۱) و (۲) نحوه ایجاد این پدیده را نشان می‌دهد. مطابق این دو شکل حرارت شهرها در مرکز شهرها و در کنار ساختمانهای

میزان انعکاس قابل کنترل هستند درختان به عنوان عوامل حائل به طور مؤثر می توانند در ایجاد فضای مطلوب زیستی به کار گرفته شوند و کنترل اشعه خورشیدی یکی از مهمترین ویژگی ها و کارکردهای گیاهان به طور عام و حتی پوشش جمعی درجه ی حرارت هوا را، از طریق پخش نور خورشید و جذب اشعه ی تابشی و همچنین فرآیند تعریق و تبخیر، می توانند کاهش دهند درون سطوح داخلی یک توده جنگلی دو تا سه درجه از بیرون خنک تر است [۱۰].



شکل (۱) الگوی دمایی در شهرها



شکل (۲) پهنه بندی دمایی یک شهر

درختان با تعریق و تعرق خود نقش حساسی در کاهش دمای میکروکلیم و افزایش رطوبت نسبی هوا ایفا می کنند. دمای یک هکتار فضای سبز در مرداد ماه تا ۴.۵ درجه کمتر از فضای مجاور خالی از درخت است. و به همین نحو رطوبت نسبی درون یک فضای سبز تا ۱۱ درصد بیش از محیط خارج اندازه گیری شده است [۱۱].

مرتفع بیشتر از بقیه قسمتها می باشد. وجود پدیده جزیره حرارتی در شهرها باعث گرم شدن شهرها و انجام فعل و انفعالات ثانویه در آلاینده های هوا شده و آلاینده های اولیه با هم واکنش داده و آلاینده های ثانویه ای را تشکیل می دهد که نوعا ده ها برابر خطرناک تر است. از این نوع آلاینده های ثانویه می توان به مه دود های فتوشیمیایی اشاره کرد که در اثر واکنش اکسید های نیتروژن و هیدروکربنهای نشوخته در جو ایجاد می شود و به مراتب خطرناک تر از هردو گاز ذکر شده می باشد. پدیده گرمای جزیره ای همچنین باعث یک جریان ملایم و آرام از حومه شهرها به سمت مرکز شهرها می باشد و با توجه به استقرار صنایع در حومه شهرها این جریان آلاینده های حومه شهرها را نیز به مرکز شهرها هدایت می کند. اهمیت توجه به این پدیده از اینجا نشأت می گیرد که تشکیل جزایر گرمایی، تأثیرات مهمی در وضعیت آلودگی هوا و مدیریت آن، افزایش دمای محیط و مصرف انرژی وسایل خنک کننده خانگی و همچنین سلامت عمومی در مناطق شهری دارد. این جریان باعث تجمع آلودگی هوا در مراکز شهرها و بیشتر در کنار ساختمان های بلند مرتبه می شود. در این مقاله به بررسی روشهایی نوین به منظور جلوگیری از ایجاد پدیده جزیره حرارتی در شهرها گردیده است.

۳- روشهای کاهش اثر حرارت جزیره ای

الف: نگرش مهندسی به فضای سبز شهرها

بازبینی نحوه طراحی فضای سبز شهری به طور قابل توجهی می تواند پدیده جزیره حرارتی در شهرها را کاهش دهد. معمولا طراحی فضای سبز شهرها بدون مطالعات مهندسی صورت می پذیرد. در صورتی که می توان با مدل سازی جریانات هوای شهر با توجه به وضعیت توپوگرافی زمین و جهت وزش باد، محلهایی را به فضای سبز اختصاص داد که در معرض بیشترین جریانات هوای شهری باشند و راندمان عملکرد آنها در خنک کردن شهرها چندین برابر شود. فضای سبز شهرها ریه های تنفسی شهرنشینان به شمار می آیند. به همین دلیل فقدان آن به معنای عدم وجود سلامتی و تندرستی در شهرها محسوب می شود. تاج درختان از جمله سطوحی است که دارای کمترین مقدار اشعه انعکاسی بود و بعد از محیط های آبی بیشترین مقدار اشعه تابشی را جذب می کند. تشعشعات خورشیدی چه به طور تابش مستقیم یا اشعه منعکس شده، به وسیله ایجاد حائل (درختان) و یا تقلیل

داربستی که بر روی دیوار نصب شده به طرف بالا هدایت می شوند. شکل (۴) و (۵) نمونه هایی از دیوار سبز را نشان می دهند



شکل (۳) مشخصات اجرایی بام سبز



شکل (۴) نمونه ای از دیوار سبز



شکل (۵) نمونه دیگری از دیوار سبز

ب: کاهش مصرف انرژی در ساختمانها:

یکی از نگرش های جدید به فضای سبز شهری استفاده از بام منازل به صورت بام سبز می باشد. طرح بام سبز یکی از رویکردهای نوین معماری و شهرسازی است که از آن می توان در جهت افزایش سرانه فضای سبز، ارتقای کیفیت محیط زیست و توسعه پایدار شهری بهره برد. بام ساختمانی است که تمام یا قسمتی از آن با گیاهانی که بر روی یک لایه ضد آب کاشته شده باشند، پوشانده شده است [۱۲]. این بام ممکن است شامل لایه های دیگر مانند حصار ریشه، زه کشی و یا سیستم آبیاری باشد. شکل (۳) مشخصات اجرایی بام سبز را نشان می دهد و اثره ای سبز به مسئله ی محیط زیست اشاره می کند و شامل بام هایی نمی شود که تنها رنگ آن ها سبز باشد. مزایای زیست محیطی انکارناپذیر بام های سبز در زمینه کاهش آلودگی کاهش گازهای گلخانه ای، جذب آلاینده ها، کاهش دمای محیط پیرامون توسط متخصصان و پژوهشگران مورد سنجش قرار گرفته است [۱۳]. نگرش دیگر در فضای سبز استفاده از فضای سبز عمودی و دیوار سبز می باشد. علاوه بر زیباسازی منظر شهری و بهبود مناظر اطراف ساختمان می تواند به عنوان مزایای اجتماعی این فناوری نو مدنظر قرار گیرد و به همین دلایل نیز اخیرا استفاده از ظرفیت نمای ساختمان و بام ها برای احداث فضای سبز، مورد توجه قرار گرفته و با توجه به ارزش افزوده و کمبود زمین در شهر ها، در جهت توسعه فضای سبز شهری، استفاده از ظرفیت نمای ساختمان و پشت بام ها مورد توجه قرار گرفته است. دیوار سبز فناوری نوینی است که امروزه جایگاه خود را به آرامی در شهرهای معاصر و مرفعی جهان پیدا می کند. دیوار سبز به دیواری گفته می شود که به صورت سازه مستقل و یا بخشی از یک ساختمان با پوشش گیاهی پوشانده شده باشد نمای سبز، دیوار سبز است که در آن استراکچر ساده ای به صورت داربست به دیواره بنا متصل شده و بعنوان تکیه گاهی برای گیاهان خزنده و بالا رونده چون مو، پاپیتال و غیره عمل می کند. نماهای سبز می توانند به نمای ساختمان، نرده و ستون ها تکیه کنند و یا خود به صورت ساختار مستقل احداث شوند. ساختار داربست نمای سبز انواع بالارونده ها در پای دیوار و در زمین، و در صورت نبود امکان در گلدان کاشته شده، توسط

روش دیگر در کاهش اثر پدیده جزیره گرمایی، کاهش مصرف انرژی در ساختمانها است. در ساختمانها مصرف بالای انرژی می تواند تولید گرمای بیشتر و در نتیجه تشدید اثر حرارت جزیره ای را به دنبال داشته باشد. از راهکارهای کاهش مصرف انرژی در ساختمانها می توان به عایق بندی مناسب منازل، استفاده از انرژی خورشیدی، استفاده از تجهیزات کم مصرف الکترونیکی و تغییر الگوی مصرف شهروندان اشاره کرد [۱۴].

ج: رنگ آمیزی مناسب بافت های شهری و استفاده از مصالح مناسب:

یکی از روشهای کنترل پدیده حرارت جزیره ای استفاده از مصالح ساختمانی با ضریب سپیدی بالا است. کاربرد رنگ روشن در شهرسازی، ساده ترین روش جهت خنک کردن سطح شهرها محسوب می شود. استفاده از رنگ های روشن در مناطق مختلف شهر و به خصوص پشت بام ساختمان ها، همچنین استفاده از موادی که نور خورشید را به خوبی منعکس میکند بر روی بام ها کمک قابل توجهی به کاهش گرمای شهری میکند [۱۵].

د: مدیریت ترافیک شهری و تردد خودروها

افزوده شدن هر خودرو به محیط شهری یعنی اضافه شدن یک منبع آلاینده و گرما به جزیره گرمایی شهر. با توجه به تعداد قابل توجه خودروها در کلان شهرها، می توان گفت که یکی از منابع مهم ایجاد و تقویت پدیده جزیره گرمایی شهر، خودروهای موجود در آن هستند. هرچه خودرو گرمای کمتری به هوا گسیل کند، تاثیر کمتری بر افزایش پدیده جزیره خواهد داشت. ساده ترین راه کاهش ایجاد گرما استفاده از خودروهای کم مصرف و مدرن و همچنین مدیریت ترافیک شهری و افزایش حمل و نقل عمومی می باشد. بحث دیگر سودجستن از رنگ های روشن به جای رنگ های تیره در خودرو است. با اتخاذ تدابیر و ترفندهای مهندسی در ساخت خودرو باید رهاسازی گرمائی آن را به کمترین حالت ممکن رسانده شود تا در حجم زیاد خودرو کاهشی در پدیده جزیره گرمائی اتفاق بیفتد. [۱۶].

۵- نتیجه گیری

در این مقاله به بررسی روشهایی نوین به منظور جلوگیری از ایجاد پدیده جزیره حرارتی در شهرها گردیده است. از جمله روشهای پیشنهادی برای مهار این پدیده بازبینی نحوه طراحی فضای سبز شهری می باشد. یکی از نگرش های جدید به فضای سبز شهری استفاده از بام منازل به صورت بام سبز می باشد. طرح بام سبز یکی از رویکردهای نوین معماری و شهرسازی است که از آن می توان در جهت افزایش سرانه فضای سبز، ارتقای کیفیت محیط زیست و توسعه پایدار شهری بهره برد. بام ساختمانی است که تمام یا قسمتی از آن با گیاهانی که بر روی یک لایه ضد آب کاشته شده باشند، پوشانده شده است. نگرش دیگر در فضای سبز استفاده از فضای سبز عمودی و دیوار سبز می باشد. علاوه بر زیباسازی منظر شهری و بهبود مناظر اطراف ساختمان می تواند به عنوان مزایای اجتماعی این فناوری نو مدنظر قرار گیرد و به همین دلایل نیز اخیرا استفاده از ظرفیت نمای ساختمان و بامها برای احداث فضای سبز، مورد توجه قرار گرفته و با توجه به ارزش افزوده و کمبود زمین در شهرها، در جهت توسعه فضای سبز شهری، استفاده از ظرفیت نمای ساختمان و پشت بامها مورد توجه قرار گرفته است. دیوار سبز فناوری نوینی است که امروزه جایگاه خود را به آرامی در شهرهای معاصر و متری جهان پیدا می کند. روش دیگر در کاهش اثر پدیده جزیره گرمایی، کاهش مصرف انرژی در ساختمانها است. از راهکارهای کاهش مصرف انرژی در ساختمانها می توان به عایق بندی مناسب منازل، استفاده از انرژی خورشیدی، استفاده از تجهیزات کم مصرف الکترونیکی و تغییر الگوی مصرف شهروندان اشاره کرد. یکی از روشهای کنترل پدیده حرارت جزیره ای استفاده از مصالح ساختمانی با ضریب سپیدی بالا است. کاربرد رنگ روشن در شهرسازی، ساده ترین روش جهت خنک کردن سطح شهرها محسوب می شود. استفاده از رنگ های روشن در مناطق مختلف شهر و به خصوص پشت بام ساختمان ها، همچنین استفاده از موادی که نور خورشید را به خوبی منعکس میکند بر روی بام ها کمک قابل توجهی به کاهش گرمای شهری میکند یکی دیگر از عوامل ایجاد گرمی جزیره ای تردد خودروها در شهر و ایجاد حرارت توسط آنهاست. ساده ترین راه کاهش ایجاد گرما توسط

- [۱۱] سیادت، قریال (۱۳۹۲)، «بام باغ و دیوار سبز (باغ عمودی)، عناصری برای طراحی پایدار»، دومین همایش ملی اقلیم، ساختمان و بهینه سازی مصرف انرژی (با رویکرد توسعه پایدار).
- [12] N. Kabisch and D. Haase, Green spaces of European cities revisited for 1990-2006, *Landscape and Urban Planning* 110,113-12(2013).
- [13] W. Y. Chen, D. T. Wang, Economic development and natural amenity: An econometric analysis of urban green spaces in China, *Urban Forestry & Urban Greening* 12,435-442(2013).
- [14] C. M. Shackleton, P. H. ebinck, H. Kaoma, M.Chishale, A. Chinyimba, S. E. Shackleton, J. Gambiza and D. Gumbo, LOW-cost housing developments in South Africa miss the opportunities for household level urban greening, *Land Use Policy* 36,500-506(2014).
- [15] Y. Yu-Peng, Green Wall-The Creative Solution in Response to the Urban Heat Island Effect National Chung-Hsing University.
- [16] American Society of Landscape Architects Foundation, *Landscape Planning for Energy conservation*. Environmental Design Press 1977, 224.
- خودروها استفاده از خودروهای کم مصرف و مدرن و همچنین مدیریت ترافیک شهری و افزایش حمل و نقل عمومی می باشد.
- مراجع:**
- [۱]- محرم نژاد، ن و ه بهمن پور. ۱۳۸۵. بررسی اثرات توسعه شهری بر فضای سبز شهر تهران و ارائه راهکارهای مدیریتی. *مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست*، دوره یازدهم، شماره چهار، ویژه نامه زمستان ۸۸، ص ۵۳۱-۵۳۳
- [۲] فرید، یداله، جغرافیا و شهرشناسی. دانشگاه تبریز ۱۳۶۸.
- [۳] رهنمائی، محمد تقی، مجموعه مباحث و روش های شهرسازی، جغرافیا، مسکن و شهرسازی، تهران، ۱۳۷۵
- [۴] مرادی، م. ۱۳۸۶. عملکرد فضای سبز تهران با تأکید بر جنبه های زیست محیطی (مطالعه موردی منطقه یک شهرداری تهران). *پروژه کارشناسی*. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر.
- [۵] بحرینی، سید حسین، (۱۳۷۸)، «توسعه پایدار در کشورهای در حال توسعه» ترجمه عبدالرضا رکن الدین افتخاری و حسین رحیمی، انتشارات موسسه توسعه روستایی ایران، صفحات ۴-۶.
- [6] IPCC2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of IPCC, Cambridge University Press, pp. 881.
- [7] Howard L. 1833. The Climate of London, vols. I-III, London.
- [8] H. E. landsberg, 1981, The Urban Climate, Academic Press, Maryland (1981).
- [9] A.M.S undaram, Urban green-cover and the environmental performance of Chennai city. *Environment, Development & Sustainability* 13,107-119(2011).
- [۱۰] رحیمی مشکین، مریم و خسروی مهر، مری، اجرای دیوار سبز بر بدنه ساختمان ها و نقش آن در معاری پایدار دومین همایش ملی معماری پایدار، ۷ اسفند ۱۳۹۲.