بام سبز؛ رویکردی در ارتقای کیفی خرد اقلیم و جاذبه گردشگری شهر پایدار

• مرجان خانزاده نطنزی، کارشناس‌ارشد طراحی شهری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

Khanzadeh_marjan@yahoo.com

چکیده

امروزه، پیشرفت شهرنشینی به عنوان امری اجتناب‌ناپذیر باعث خلق یک دغدغه فکری برای اندیشمندان و طراحان شهری و محیطی در جهت ارایه راهکارهایی برای تعدیل معضلات ناشی از آن شده است و پرداختن به این امر منتج به دستیابی الگوهایی جهت تقلیل اثرات مخرب ناشی از آن و همچنین بالا بردن کیفیات محیط زندگی شهری گشته است. بشر، امروزه به ارزش و اهمیت خلق فضاهای پایدار پی برده و در تلاش برای پاسخ‌دهی به نیازها و خواسته‌های خود اما با در نظر گرفتن افق‌هایی پایدار می‌کوشد. نتیجه این تلاش در رفع نیاز شهرنشینی آفرینش الگوهای شهری است پایدار، شهری متراکم و فشرده.

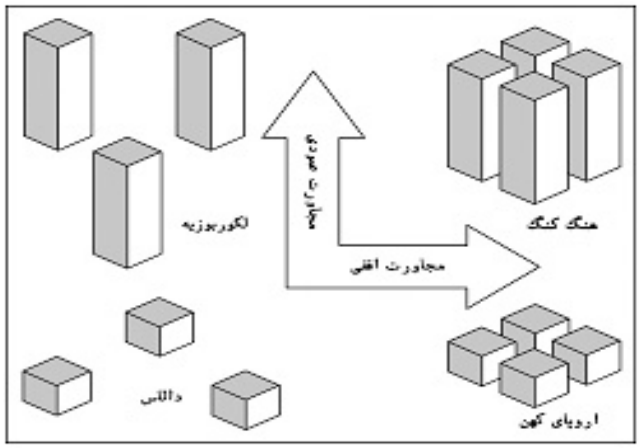
اما مانند بسیاری موارد این دست‌یافته بشری نیز بدون پیامد نمی‌باشد. تحقیقات نشان داده‌اند که افزایش تراکم، باعث بر هم زدن تعادل موجود در پرتوافکنی فضاهای شهری و انتقال گرمایی بین زمین، ساختمان‌ها، اتمسفر و همچنین تولید گرمای داخلی خود شهر گردیده، دمای هوای شهری را افزایش داده و بر سرعت باد نیز تأثیرگذار است. از طرفی دیگر افزایش تراکم می‌تواند به معنای کاهش فرصت‌های خلق فضاهای سبز شهری و در نتیجه کاهش مطلوبیت فضا باشد و همچنین به سبب افزایش ازدحام آلودگی هوا را به دنبال داشته باشد.

در این خصوص، بام‌ها به مثابه رویه‌هایی که بیشترین سهم از پلان شهرهای فشرده را به خود اختصاص می‌دهند می‌توانند بسیار مورد توجه قرار گیرند از طرفی نیز اثرات بهبود بخش پوشش‌های گیاهی در مطلوب‌سازی کیفی شرایط آب و هوایی (معتدل‌سازی اثرات و پیامدها ناشی از تراکم شهری، کاهش امواج گرمایی و خورشیدی، سرعت باد و آلودگی هوا) می‌تواند به عنوان پتانسیلی بالقوه در طرح‌ها لحاظ گردد.

در این پژوهش، با استفاده از مدل غیر ایستایی[1] ارائه شده بروس (ENVI-met) به شبیه‌سازی سایتی در شرایط مختلف سه‌گانه (وضع موجود، افزایش تراکم و سبزسازی بام) پرداخته شده و نتایج حاصل از سبزسازی بام بالاخص بر روی دمای هوا و وزش باد به دست آورده شده است. در انتها مقایسه نتایج حاصله با پژوهش‌های دیگر انجام گرفته باعث دستیابی به بینشی جامع‌تر از بهره و تأثیر سبزسازی بام در بهبود شرایط خرد اقلیمی بالاخص در شهرهای فشرده و با مقیاس استفاده گسترده‌تر از گیاهان گردیده است و در خاتمه بحث به دلیل آگاهی بیشتر از ارزش به کارگیری این مهم ـ به عنوان یکی از اهداف قابل وصول و کاربردی در پروژه‌های شهری و معماری ـ به اختصار سایر منافع آن نیز شمرده شده است.

واژه‌های کلیدی: افزایش تراکم، مدل بروس، شبیه‌سازی، بام سبز، خرد اقلیم

1. non-hydrostatic



شکل شماره ۱

پایین، کوتاه مرتبه با تراکم پایین و کوتاه مرتبه با تراکم بالا. که می‌توان برای آنها به ترتیب مدل «هونگ هنگ»، «لکوربوزیه»، «دالاس» و «اروپای کهن» را نام برد (تصویر شماره ۱).

امروزه، با پیشرفت شهرنشینی یکی از اهداف تمام اندیشمندان و صاحبنظران امور شهری، تلاش برای ارتقاء و به دست آوردن کیفیت مطلوب سطح زندگی در شهرهاست که از زمان انقلاب صنعتی مورد تعرض و تهدید واقع شد و روی ناخوشایندی را به شهرها نشان داد. شهرها و شهروندان آن امروزه به دنبال گونه‌های از توسعه و طراحی در شهرها هستند که نه تنها آثار مخرب توسعه‌های گذشته را نداشته بلکه باعث بهبود وضعیت شهرها بلاخص از نظر زیست‌محیطی گردند. در واقع توسعه‌ای که پایدار باشد. بر اساس تعاریف و مفاهیمی که از توسعه پایدار شهری برداشت می‌شود، راستاهای اصلی پایداری شهری باید زمینه‌هایی شامل:کاربری فشرده و با کارآیی؛ اتومبیل کمتر،دسترسی بیشتر ؛ مسکن و محیط زندگی خوب؛ احیای سیستم های طبیعی؛ کارآیی در استفاده از منابع، آلودگی و مواد زاید کمتر را در بر داشته باشد [۱].

اکنون نه تنها به عنوان یک تحقیق دانشگاهی بلکه یک امر عمومی این امر محقق شده است که شهرهای فشرده (تراکم بالا با ارتفاع کوتاه تا متوسط)، پایدارترین فرم‌های منطبق با محیط‌زیست هستند. به خصوص در رابطه با برخی از تأثیرات محیطی چگونگی استفاده از فضا که شامل: استفاده مصالح، مصرف انرژی، حمل و نقل و اکولوژی است [۵]. بدین‌صورت که استفاده ازاین فرم پایدار برای پلان شهری، تأثیراتی مانند کاهش میزان مصالح لازم، صرفه اقتصادی در خدمات ساختمانی، کاهش تقاضای سفر و در نتیجه مصرف سوخت حمل ونقل، بهبود شخصیت اجتماعی شهر و همچنین اجتناب از تباهی و زوال اکوسیستم خارج از شهر ناشی از تصاحب زمین های غیر شهری، را به دنبال خواهد داشت [۳].

اما باید در نظر نیز داشت که این الگو با وجود تمامی منافع بدون پیامد و معضل نیست. افزایش تراکم شهری باعث ایجاد تغییراتی در توازن و تعادل پرتوافکنی فضاهای شهری و انتقال گرمایی بین زمین، ساختمان‌ها، اتمسفر و همچنین تولید گرمای داخلی خود شهر می‌گردد. دمای هوای شهری و سرعت باد نیز متأثر از این عواملند (Givoni,1998). سطوح غیرقابل نفوذ و ایزوله (مانند سطح بام‌ها و برخی معابر) چرخه کوچکی از آب‌های سطحی روان را به وجود می‌آورند [۶] و همچنین نتایج استفاده بهینه از سوخت حمل و نقل نیز ممکن است بر اثر افزایش لزوم تهویه مصنوعی خنثی گردد [۳]. در آخر می‌توان گفت ساختار و کارایی اکوسیستم به صورت مشخصی در حال تغییر در بازه شهری ـ روستایی است.

پوشش گیاهی اثرات حایز اهمیتی را در کاستن و معتدل‌سازی اثرات و پیامدها ناشی از تراکم شهری به ثبت رسانیده است [۶]. گیونی (۱۹۹۸) در کتاب خود به بیان این منافع اقلیمی ناشی از پوشش گیاهی شهری در کاهش امواج گرمایی و خورشیدی، سرعت باد و آلودگی هوا پرداخته است.

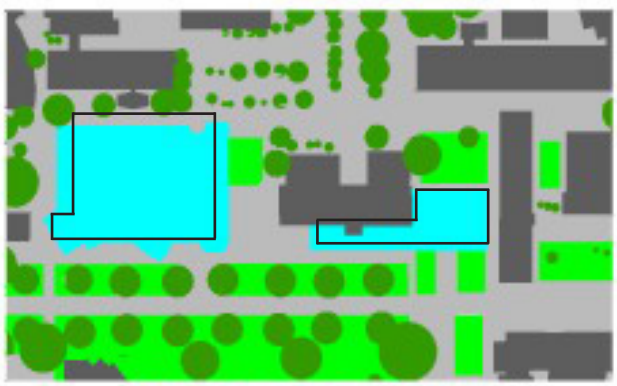
بالا بردن تراکم شهری (شهر فشرده) به معنی پایین آمدن و کاهش فرصت‌ها برای اصلاح و بهبود اثرات مضر تراکم در جهت رسیدن به «فضای سبز» شهری (پارک‌ها، باغ‌ها و درختان خیابان) نیز می‌تواند باشد. بام‌ها به عنوان سطوحی که دارای بیشترین سهم از شهر فشرده‌اند می‌توانند برای جبران کاهش این فرصت‌ها مورد توجه قرار گیرند همچنین بام‌ها به وسیله این حقیقت که بیشترین و عمده‌ترین بخش بازتاب، جذب و تابش تشعشعات شهر در مقیاس خرد اقلیمی در آنها اتفاق می‌افتد، خود را به عنوان یک وسیله و فرصت قابل استفاده (نه به صورت کاملاً بهینه) برای سبزسازی شهر فشرده نشان دادند [۲].

سایت اینترنتی انجمن متخصصان ایران: www.irsen.org

در این پژوهش، چگونگی اثرگذاری استفاده از سبزسازی بام‌ها در مطلوب‌سازی شرایط خرد اقلیمی و میزان این تأثیرات با استفاده از مدل شبیه‌سازی مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. این مطالعه، اثرات خرد اقلیمی یک توسعه جدید در یک مجموعه دانشگاهی را، با احداث پوشش گیاهی در بام و بدون آن، مدل‌سازی کرده است و یافته‌ها در رابطه با آسایش حرارتی محیط بیرونی و کارایی ساختمان ارزیابی گردیده‌اند. در انتها ویژگی‌ها و منافع محیطی افزوده، سبزسازی بام مورد بحث قرار گرفته است و به عنوان راهکاری در رفع برخی از پیامدهای تراکم بالا در الگوی شهرهای پایدار پیشنهاد گردیده است.

مکان مورد مطالعه

در انجام این پژوهش به دلیل فقدان امکانات مناسب جهت شبیه‌سازی یک مکان انتخابی، به بازنگری شبیه‌سازی مکان دانشگاه UNSW انجام شده توسط اوسماند (۲۰۰۵) اکتفا شده است. این مکان در ۶ کیلومتری سیدنی واقع شده است. ۳۵ هکتار فضای باز دانشگاه توسط ساختمان‌های اطراف محاصره شده و گسترش فضای دانشگاه نیازمند افزایش تراکم می‌باشد.



تصویر شماره ۲. مکان مورد مطالعه (محدوده ساختمان‌های جدید با خط مشکی مشخص شده‌اند) [۶]

مکان مطالعاتی شامل قسمت‌های تفرجگاه پیاده اصلی دانشگاه، ساختمان‌های چندین طبقه موجود و پیشنهادی برای توسعه،زمین چمن غیرفعال، فضای غذاخوری باز، پیاده‌روها، پارکینگ‌ها و مسیر سواره می‌باشد (تصویر ۲) بازه ارتفاعی ساختمان‌ها بین ۱۲–۴۷ متر می‌باشد و تقریباً ۷۵٪ از ۳۷۰۰۰ مترمربع سایت مطالعاتی توسط سطوح نفوذناپذیر (بام‌ها و سنگفرش) پوشیده شده است که به ۸۰٪ – موقع تکمیل ساختمان‌ها ـ افزایش پیدا خواهد کرد. پوشش گیاهی موجود شامل چندین محوطه چمن، تنوعی از درختان خزان‌پذیر غیربومی و همیشه سبز بومی است (مانند اکالیپتوس، فایکوس و سپیدار) که عموماً بلندی بین ۱۰–۱۵ متر دارند و درختچه‌ها و گیاهان پوشاننده در حاشیه ساختمان‌ها و پارکینگ‌ها مشاهده می‌شود.

هندسه شهری سایت و ازدیاد سطوح نفوذناپذیر آن دارای اثری کاملا محسوس بر روی خرد اقلیم محلی، آسایش حرارتی محیط بیرونی (به ویژه در تابستان‌های گرم و مرطوب سیدنی) وعملکرد ساختمان از نظر مباحث انرژی می‌باشد. (اگر چه این شواهد اثبات نشده‌اند).

توسعه برنامه‌ریزی شده، شامل ساختمان حقوق ۴ طبقه (18 m) با زیربنای ۳۵۰۰مترمربع و دو حیاط مرکزی در طبقه دوم (8 m) و یک مرکز تحلیلی از طبقه سوم تا پنجم (m24-12) با مساحت ۱۱۵۰ مترمربع که در اطراف ساختمان علوم کاربردی موجود، پیچیده شده است.

روش مطالعاتی

در این پژوهش، مدل سه‌بعدی غیرایستابی (تهیه شده توسط بروس) برای شبیه‌سازی اثرات خرد اقلیمی ساختمان‌های توسعه داده شده با پوشش گیاهی بام و بدون آن بر روی دو ساختمان موجود و دو ساختمان طراحی شده در برنامه توسعه به کار گرفته شده است.

ENVI-met (مدل ارائه شده بروس)، برای آنالیز بر همکنش هوا، گیاه و سطح در مقیاس‌های خرد، با تفکیک‌پذیری افقی موردی 0.5-10m ، طراحی شده است. محاسبات مدل شامل جریان‌های رادیویی موج کوتاه و موج بلند با در نظر گرفتن، ساختمان‌ها و پوشش گیاهی؛ تبخیر، تعرق و جریان حرارتی محسوس از پوشش گیاهی؛ دمای دیوارها و سطوح؛ تبادل حرارتی و soil water و پراکندگی آلاینده‌های ذره‌ای می‌باشد [۸].

در این مطالعه سه شبیه‌سازی انجام شده؛ شرایط موجود، با ساختمان‌های جدید، و ساختمان‌های جدید با پوشش گیاهی سقفی. در جدول ۱، معیارها و مشخصات سودمند در رابطه با مدل کاشت پشت‌بام و در جدول ۲ داده‌های ورودی مدل اصلی بیان گردیده‌اند.

نتایج حاصل از شبیه‌سازی

مدل ENVI-met، اطلاعات بسیاری را در زمینه خواص و ویژگی‌های جو، سطح (بام)، خاک و پوشش گیاهی بر پایه مراحل زمانی انتخابی، ارائه داده است. اما در این پژوهش، سرعت باد و دمای هوا ـ که متأثر در مطلوب‌سازی شرایط خرد اقلیمی‌اند ـ بیشتر مد توجه قرار گرفته‌اند.

برای بررسی این تأثیرات، یک عکس فوری در ژوئن، ساعت ۲ بعد از ظهر به نمایندگی از زمانی که بیشترین مردم در محوطه دانشگاه هستند و دمای محدوده نزدیک به بیشترین حد دمای روزانه است، برداشته شده است [۶].

جدول شماره ۱. نوع کاشت انتخاب شده بام برای شبیه‌سازی. [۶]

نوع کاشت	ساختمان
m 2×10 درخت در هر حیاط مرکزی؛ درختچه‌های ۲ متری و چمن با الگوی شطرنجی روی بام معرف پوشش گیاهی بومی ساحلی	ساختمان حقوق
درختچه‌های متراکم ۲ متری روی قسمت غربی (کوتاه) سقف، چمن ۵۰ سانتی‌متری روی قسمت شرقی	مرکز تحلیلی
درختچه‌های متراکم ۲ متری (پوشش گیاهی بوته‌زار بومی)، ساختمان ۱۵ متری	ساختمان دالتون (دقیقاً شرق مرکز تحلیلی)
چمن ۵۰ سانتی‌متری (بر اساس چمن‌زار بومی)، ساختمان ۲۴ متری	ساختمان هارترون (شمال ساختمان دالتون)

جدول شماره ۲. داده‌های ورودی کلیدی برای مکان مورد مطالعه. [۶]

موقعیت	۳۳/۹ درجه شمالی، ۱۵۱/۲ درجه شرقی
تاریخ و زمان شبیه‌سازی	۲۰۰۳/۱/۲۱ – ۱۶:۰۰
سرعت و جهت باد	m۱۰ در mls ۵ در بالای سطوح، از ۱۳۵ درجه
دمای اولیه هوا	۲۹۲ k
غلظت ثابت رطوبت در ۲۵۰۰ متری	۸ g/Kg
توان بازتاب دیوارها	۰/۴
توان بازتاب بام‌ها	۰/۳
پوشش ابری	**۲۵٪ پوشش ابری متوسط**
شبکه تقسیم‌بندی و اندازه‌گیری	**۵۰×۳۰×۲۴ در شبکه‌های ۵ متری**

سرعت باد

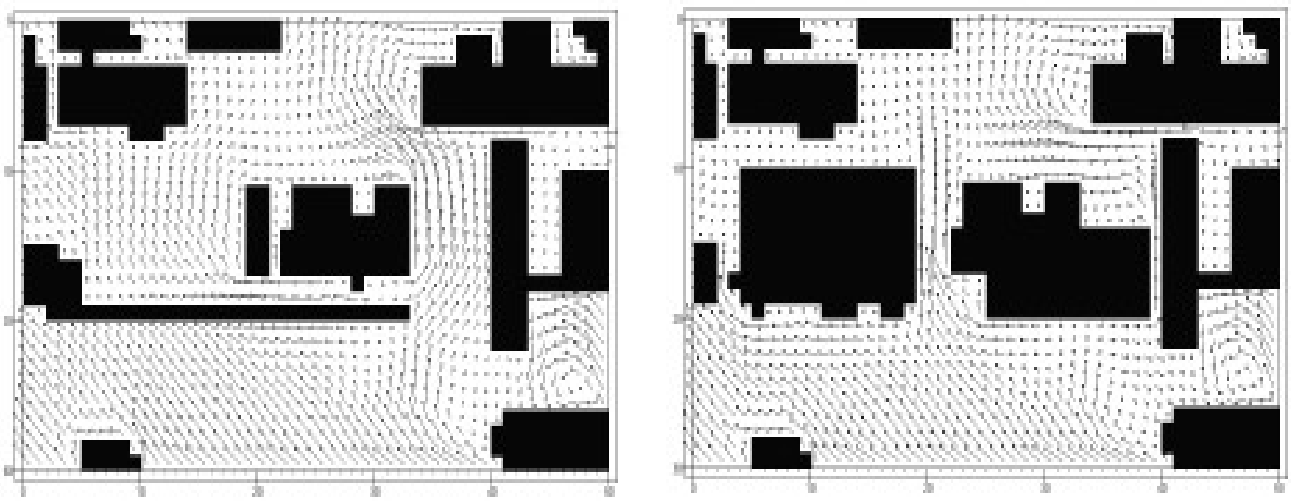
مدل مورد استفاده، نشان‌دهنده یک اثر محسوس در سرعت و چگونگی وزش باد، در مورد شبیه‌سازی توسعه جدید (افزایش تراکم) در محوطه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در وضع موجود، محوطه بین ساختمان‌های علوم کاربردی، دالتون و هفرون (بالاسمت راست) می‌توانند برای شرایط بادخیز غیرمطلوب باشند. برای فضای بین ساختمان حقوق و علوم کاربردی نیز شرایط مشابهی مخل آسایش پیاده پیش‌بینی می‌گردد (مرکز تصویر ۳ب)، در نتیجه، این افزایش تراکم می‌تواند بسیار مفید واقع گردد.

پوشش گیاهی سقف نیز دارای اثر ناچیزی بر روی سرعت باد در ۲ متر بالاتر از تراز همکف است، که به دلیل مقیاس کم کاشت می‌توانست قابل انتظار باشد. به هر صورت، کاهشی هر چند کم، در سرعت باد در سطح پشت بام دیده می‌شود.

دمای هوا

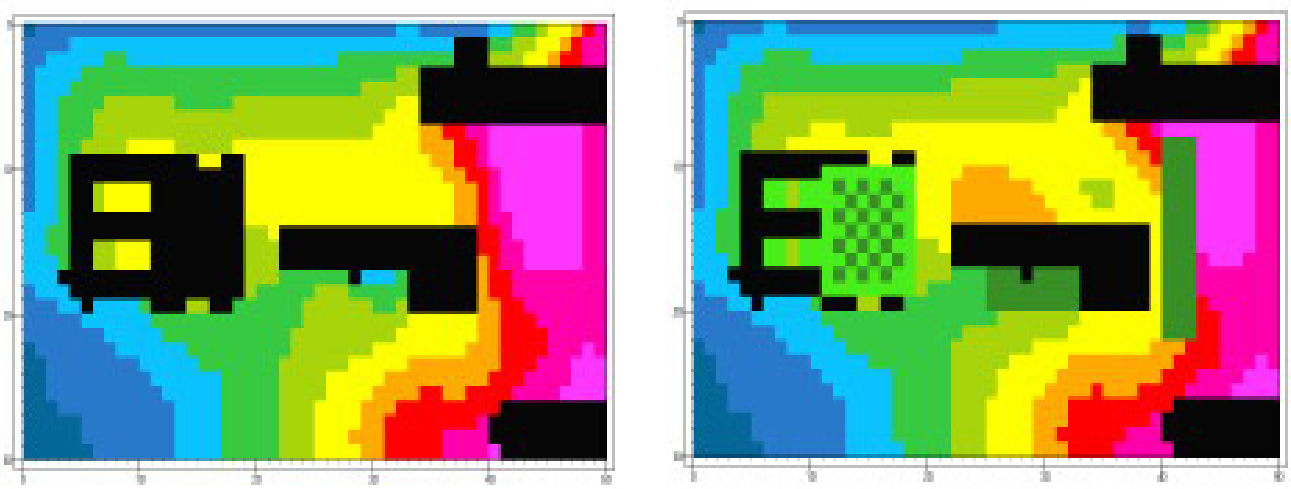
مدل، افزایشی کمی (در حدود ۰/۲ K) را در محل پارک ماشین‌ها در سمت شمالی ساختمان های جدید (سمت بالا مرکز تصویر ۲) پیش‌بینی می‌کند. تأثیر سبزسازی پشت‌بام نیز تغییر ناچیزی حدود ۰/۵ k را در اطراف فضای کاشت نشان می‌دهد.

تصویر ۴ یک برش افقی در ارتفاع ۱۵ متری پشت‌بام کاشت شده را نشان می‌دهد. که در آن ۸ مرحله رنگی ـ از سفید تا خاکستری تیره ـ فاصله‌های ۰/۰۴ K را نمایش می‌دهد. (ساختمان‌ها با مشکی مشخص شده‌اند)



تصویر شماره ۳. الف (چپ) و ب (راست): موقعیت و چگونگی وزش باد(*): در شرایط موجود (الف) و بعد از توسعه (ب) [۷]

* جهت وزش باد ۱۳۵ درجه. برای وضوح بصری در تصویر، پوشش گیاهی موجود نشان داده نشده است.



تصویر شماره ۴. الف (چپ) و ب (راست): ساختمان‌ها بدون پوشش گیاهی بام (الف) و با پوشش گیاهی بام (ب) [۶]

سایت اینترنتی انجمن متخصصان ایران: www.irsen.org

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

محوطه UNSW از نظر ریخت‌شناسی نزدیک به الگوی لوکوربوزیه (تصویر شماره ۱) است با این تفاوت که در الگوی لوکوربوزیه ساختمان‌ها در میان پارک لندهای پوشیده از چمن قرار می‌گیرند در صورتی که در محوطه دانشگاه مورد مطالعه تمامی سطح هم‌کف سنگفرش گردیده است. در داخل چنین چارچوبی، مطالعه حاضر نشان می‌دهد که منافع سبزسازی پشت‌بام در مقیاس کوچک، در بهبودی آسایش حرارتی محیط بیرونی (outdoor) تنها محدود به حول و حوش بام کاشت شده می‌گردد؛ در صورتی‌که باید این مسئله را نیز در نظر داشت که امکان وجود منافع گسترده‌تری در جاهایی که ایجاد باغ‌های سقفی مقدور است مورد انتظار می‌باشد.

از طرفی نیز تأثیر هر چند محدود سبزسازی بام روی خرد اقلیم شهری، در سایت نیمه لوکوربوزیه‌ای مورد مطالعه، مؤکد این امر است که رسیدن به آسایش حرارتی محیط بیرونی در مواقعی که در طرح مورد توجه قرار گیرد، با اتخاذ ترکیبی از سیاست‌ها قابل دستیابی است.

به عنوان مثال بروس و اسکینر (۲۰۰۰) در مدل‌شان به کاهش دمای هوا تا ۱/۴ K بر اثر سبزسازی بام‌ها دست یافتند [۲]. کاهش دما به صورت عمده‌ای به وضعیت قرارگیری سقف‌ها و جهت جابجایی توده‌های هوایی باد غالب نیز بستگی دارد. این امر نشان می‌دهد که احتمالاً تفاوت عمده بین نتایج حاصل از مدل‌سازی اوسمان (نمونه موردی پژوهش) و بوروس ناشی از عدم تجانس فرم‌های شهری در سایت است به خصوص با نظر به بلندی ساختمان‌ها. سایت بروس و اسکینر بیشتر شامل ساختمان‌های کوتاه مرتبه (۳-۱۱ متر) و متراکم با کمی پوشش گیاهی موجود بوده است. به علاوه مدل ملبوم، شامل سبزسازی تمامی سقف‌ها در محدوده مورد مطالعه، که ۴۵٪ سایت را در بر می‌گیرند، می‌شود در حالی‌که در محدوده مورد مطالعه ما این میزان تنها ۱۵٪ است. این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده این امر باشد که تأثیرات سبزسازی بام‌ها بر روی خرد اقلیم در محدوده‌های متراکم (نزدیک به الگوی شهر فشرده) بسیار محسوس‌تر از دیگر الگوهاست.

از طرفی نیز فوائد محیطی سبزسازی بام تنها محدود به بهبود خرد اقلیمی نیست. پژوهش‌های اخیر انجام شده نشان‌دهنده یک کاهش ۷۵ درصدی در رواناب ناشی از فاضلاب سطحی حاصل از بارندگی در یک باغ سقفی[1] با لایه خاک ۱۵۰mm نسبت به یک بام کاشت نشده است. همچنین این تحقیقات نشان‌دهنده کاهش انرژی برای خنکسازی در طی تابستان در کانادا از kwh ۶-۷/۵ به kwh ۱/۵ در ساختمان‌های کاشت شده به وسیله بهره از سایه‌اندازی مستقیم، خنک‌سازی تبخیری از گیاهان و عایق‌کاری مازادی که گیاهان و فضای کشتشان سبب شده‌اند، نسبت به ساختمان‌های دیگر است. (انجام گرفته توسط باس و باسکاران) [۶].

منفعت‌های دیگری نیز توسط پک (۱۹۹۹) مطرح گردیده که شامل موارد ذیل است [۷]:

بهبود کیفیت هوا به علت توانایی پوشش گیاهی در تصفیه ذرات ریز و برخی از گاهای آلاینده موجود در هوا؛ بقای تنوع زیستی؛ افزایش فضاهای مطلوب سبز در موقعیت‌های شلوغ شهری؛ و از لحاظ اقتصادی، افزایش ارزش افزوده ملک و فرصت‌های شغلی می‌باشد. همچنین، بررسی‌ها نشان‌دهنده بازگشت سرمایه ساخت بر اثر ذخیره‌سازی انرژی نیز می‌باشند.

1. Roof garden

سایت اینترنتی انجمن متخصصان ایران: www.irsen.org

منابع

۱. بحرینی، سید حسین (۱۳۸۱) «تجدد؛ فرا تجدد و پس از آن در شهرسازی»، انتشارات دانشگاه تهران

۲. کاظم‌زاده، ناصر «حسابداری محیط‌زیست»، مجله تدبیر شماره ۱۳۵، مرداد ماه ۱۳۸۲

3. Bruse, M; Skinner, C (2000) "rooftop greening and local climate, case study in Melbourne", in Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the millennium, WMO/ TD No. 1026, World Meteorological Organisation, Geneva.

4. Dobbelsteen, van den (2003) " Space use and sustainability, Environmental assessment and comparison of urban cases of optimized use of space", published in CIB International Conference

5. Givoni, B. (1998)"Climate considerations in building and urban design". John Wiley and sons, New York

6. Jenks, M; Borton, E.; Williams, K (1996)," The compact city - a sustainable urban form?" Spon, London

7. Osmond ,Paul (2005) " Rooftop greening as an option for microclimatic amelioration in high-density building complex

8. Peck, S, Callaghan, C, kuhn, M, and Bass, B, (1999)." Greenbacks from green roofs, forging a new industry in Canada", Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa.

9. http://www.envi-met.com

سایت اینترنتی انجمن متخصصان ایران: www.irsen.org

Greening the Rooftop; One step towards microclimatic amelioration and tourism attraction in Sustainable city

Marjan Khanzadeh Natanzi .M.A of Urban Design, sciences and research branch, Islamic Azad University

Abstract

Today, thinkers and environment and urban designers are concerned about the inevitable growth of metropolises trying to propose some methods to moderate its effects. This has resulted in some patterns that reduce its disturbing effects along with improving the quality of life in these cities.

Mankind is aware of the value of the sustained spaces and is trying to answer his needs, holding permanent horizons in view. These efforts resulted in patterns of sustained metropolises, a steady and dense city.

But this human achievement is not, like his other achievements, without a consequence. Research shows that increase in the density of the city disturbs the balance in the illumination of the city spaces in addition to damaging the heat transfer between the earth, buildings and the atmosphere. It also affects the internal heat of the city, increases the temperature and influences the velocity of the wind. In another view, higher density means a decreased opportunity for building green spaces resulting in a demolished desirability of the spaces. It also results in crowdedness and brings about air pollution.

As flat planes that occupy a large share in such dense cities, roofs are of great importance to us. Good effects of green patterns on improving the climatic conditions like moderating undesirable consequences of dense cities decrease of heat and sun waves, the velocity of the wind and pollution posits a good potential in plans. Bruce's non-hydrostatic model is used in this research to simulate a site in three conditions of its current state, increase in density and greening the roofs. Then effects of rooftop greening especially on air temperature and wind velocity are studied. Finally a comparison is made between the results of this research and other researches done in this field t achieve a broader insight into how greening the roofs may affect low-scale environmental conditions specially in dense cities by using plants in higher scales. There is also a discussion about other benefits of this approach to show its value in architectural and urban projects.

Keywords: High density, Bruse Model, Simulation, Green Rooftops, Microclimatic

سایت اینترنتی انجمن متخصصان ایران: www.irsen.org