



بام های سبز: راهبردی در جهت ارتقاء کیفیت زیست محیطی شهر

عیسی پیری

چکیده:

این مقاله به بررسی بام‌های سبز به عنوان راهبردی در جهت ارتقاء کیفیت زیست محیطی شهری می‌پردازد و با تشریح پیشینه این اندیشه و انواع بام‌های سبز شهری در ۴ بعد اکولوژیکی، اقلیمی، زیست محیطی و اقتصادی- فرهنگی به بررسی تأثیر این بام‌های سبز پرداخته می‌شود، نکته اساسی، این که تنها راه حل معضلات بشر در طبیعت و احترام به آن است و خود را به عنوان بخشی از طبیعت، نه کل آن بداند.

کلیدواژه‌ها: بام سبز- کوسیستم شهری- کیفیت محیط زیست شهری- ابعاد اقتصادی- فرهنگی

۱- مقدمه

ساختار شهرهای امروزی نابودی محیط زیست بشر به پیش می‌روند. بناهای کم ارتفاع همراه باغچه، جای خود را به بناهای چند طبقه و برج‌های قارچ‌گونه‌ی بدون نمودی از طبیعت داده‌اند و نواحی مجاور بناها نیز، به کاربری‌هایی مانند جاده‌ها و پارکینگ‌ها اختصاص داده می‌شوند. از سوی دیگر برای کاهش هزینه‌ها و بدست آوردن سود بیشتر در ساخت بناها، درصد اختصاصی به فضاهای سبز به شیوه‌های مختلف به زیربنای کل بنا افزوده می‌شود. این مطلب در نواحی با درجه تراکم بالا (هم به لحاظ بنا و هم به لحاظ حجم عبور و مرور) پررنگ‌تر است. احداث پارک‌ها و بناهای مسکونی با منظره‌ی طبیعی سبز در مقیاس وسیع با این روند توسعه پرشتاب شهرهای بزرگ در خیلی از مواقع غیرممکن به نظر می‌رسد. در این میان شهرها می‌توانند از مزایای بام‌های سبز هم به جهت بصری-زیبایی شناختی و هم به جهت بهبود اقلیم بشری بهره‌مند شوند (Kralli et al, ۱۹۹۶: ۶۶). که مکان بناهای شهری را به عنوان نقاط میانی فضاهای سبز شهری به شمار می‌آورد. (Canadian Mortgage and Housing Corporation, ۲۰۰۴: ۱۲۳)

۲- **بام های سبز شهری:** در سکونتگاه‌های شهری به وفور سطوح پوشانده شده با بتون و یا آسفالت دیده می‌شود، که امکان نفوذ آب به خاک را نمی‌دهند. سطوح سیاه بام‌ها و سنگ فرش‌ها انرژی حاصل از نور خورشید را جذب، انباشت و در شب منعکس می‌کنند. اکوسیستم‌های شهری اغلب باعث مشکلات زیست محیطی می‌شوند این مشکلات را می‌توان با اصلاح ویژگیهای سطحی بناها تا اندازه‌ای تخفیف داد (پشت بامها بیش از ۳۲ درصد از سطح مناطق ساخته شده را در بر می‌گیرند) (Frazer, ۲۰۰۵: ۵۹). بام‌های سبز با عناوینی چون باغبانی در پشت بام و یا تکنولوژی کاشت گیاه در پشت بام، بام‌های زنده و یا زیست بام شناخته می‌شوند که در طراحی و برنامه‌ریزی رابطه‌ی ما و طبیعت به شمار می‌آیند. که می‌تواند اثرات منفی ساختمان‌ها در اکوسیستم محلی و در پی آن مصرف انرژی در بناها را کاهش دهند و در تغییرات جریان انرژی ساختمان‌ها نقشی تعیین کننده داشته باشد (Dunnett and Kingsbury, ۲۰۰۴: ۸۴). به عبارتی بام‌های سبز با کاهش اثرات توسعه متراکم تجاری و مسکونی، به احیاء پوشش گیاهی جایگزین یاری می‌رسانند (Van et al, ۲۰۰۵: ۴۵).



۱-۲- انواع بام‌های سبز: ایجاد بام‌های سبز عمدتاً به دو روش، فشرده یا متمرکز (intensive) و گسترده یا وسیع (extensive) کاربرد دارد. در اجرای روش فشرده کمیت خاک مورد استفاده در بام بناها از نظر وزنی فزونی دارد. بدین منظور از نظر ایستایی بایستی مطلوب لازم را دارا باشد. این روش، در ساختمان‌هایی با طراحی نوین استفاده می‌شود. در روش گسترده نیازی به نگهداری و مراقبت زیاد ندارد. و برای بام بناها فشار وزنی چندانی به وجود نمی‌آورد. یکبام سبز گسترده ۵۰-۸۰ درصد ارزان تر از بام‌های سبز فشرده است (Johnston and Newton, ۱۹۹۶: ۹۳).

جدول ۱: مقایسه سیستم بام سبز فشرده و سیستم بام سبز گسترده

تیپ	بام سبز گسترده	بام سبز فشرده
ویژگی‌ها	خاک نازک، عدم نیاز به آبیاری و یا آبیاری جزئی، قابلیت تحمل شرایط سخت	خاک عمیق، سیستم آبیاری، نیازمند شرایط مساعد برای گیاهان
مزیت‌ها و امتیازات	سبک وزن مناسب برای مساحت بزرگ مناسب برای بام‌هایی با شیب ۰ تا ۳۰ درجه حداقل نیاز به مراقبت عدم نیاز به آبیاری و سیستم زهکشی در اغلب موارد قابلیت توسعه طبیعی نسبتاً ارزان نگرش طبیعی‌تر توانایی برنامه‌ریزی آسان‌تر با توجه به نوع تقاضا برای بام سبز و بر اساس ضوابط مجوزهای برنامه‌ریزی	تنوع گیاهی و سکونتگاهی وسیع نیازمند عایق بندی مناسب قابلیت شبیه سازی باغ حیات وحش قابلیت جذابیت بسیار بالا بهره برداری‌های متعدد از بام (سرگرمی، پرورش محصولات تغذیه ای، فضای سبز و...)
نارسایی‌ها	محدودیت در انتخاب گیاهان معمولاً برای سرگرمی و یا کاربرهای مشابه مورد استفاده قرار نمی‌گیرد عدم جذابیت برای برخی از افراد مخصوصاً در زمستان	بار وزنی بالا برای بام نیاز به سیستم زهکشی و آبیاری، انرژی، آب، مواد و... بیشتر هزینه بالا نیاز به سیستم پیچیده و مهارت بیشتر

Source: Johnston and Newton, ۱۹۹۶:۵۴

بعد از ایجاد و کاشت اولیه، هزینه نگهداری یک بام سبز گسترده بیشتر از بام‌های معمولی نیست و رسیدگی به این گونه از بام‌ها تنها به دو بار در یک سال محدود می‌شود (Carter and Keeler, ۲۰۰۷:۴۶). تمامی سیستم بام سبز از گیاهان، خاک، لایه زهکشی و پوسته ضد نفوذ آب شکل می‌گیرند. فاکتورهایی از قبیل: بارندگی، دما، نورخورشید، باد، و ملزومات مراقبت و نگهداری باید با دقت مورد بررسی قرار گیرد (Osmundson, ۱۹۹۹:۶۵).

۲-۲- پیشینه استفاده از بام‌های سبز: پیشینه بام‌های سبز و باغ‌های عمودی به باغ‌های معلق بابل، و در امپراطوری روم در واکنش به فشار جمعیتی در مناطق شهری بر می‌گردد (Farrar, ۱۹۹۶:۲۶). رومی‌ها همچنین درختان را بر بالای ساختمان‌های حکومتی از قبیل مقبره‌های آگوستوس و هادرین قرار می‌دادند (Pieper, ۱۹۸۷:۳۲). وایکینگها دیوارها و بام‌های خانه‌هایشان را با لایه‌هایی از چمن در برابر باد و باران محافظت می‌کردند، و در بعضی از مواقع برای عایق بام از جلبک‌های دریایی استفاده می‌کردند (Donnelly, ۱۹۹۲:۲۵). در سال‌های اخیر تقاضا و کاربرد بام‌های سبز به شدت در بسیاری از



کشورها رواج یافته است، برای نمونه در کشور ژاپن در مناطقی که تراکم ساختمانی بسیار بالاست، کاربرد عملی باغچه بام با هدف تفریحی به شدت دنبال می‌شود (Beattie, ۲۰۰۴:۵۶).

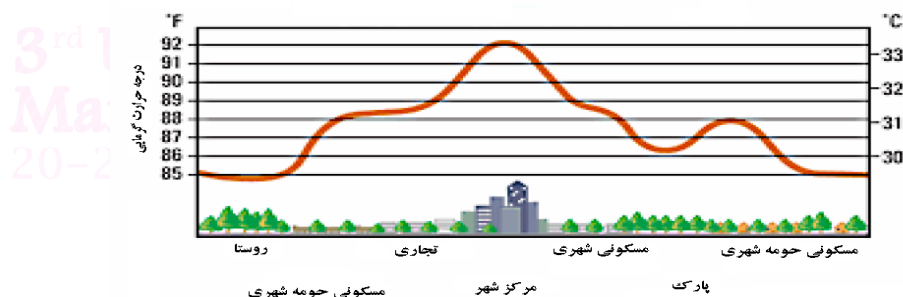
۳- بررسی ابعاد بام‌های سبز شهری

۳-۱- **تأثیرات اکولوژیکی بام‌های سبز شهری:** زیستگاه‌ها و سکونتگاه‌های طبیعی به عنوان محل‌های اکولوژیکی زیست محیطی در شهرها بویژه شهرهای بزرگ به نازل‌ترین درجه از لحاظ کیفیت و کمیت می‌رسند به همین خاطر بام‌های سبز در شرایط زندگی طبیعی در شهرها از اهمیت زیادی می‌تواند برخوردار باشد که هم به حفاظت از سکونتگاه‌های طبیعی و تنوع زیستی یاری می‌رساند. و هم به گندزدایی و استریل محیط شهری در نقاط حیاتی می‌پردازند. در طرح ریزی بام سبز هدف اصلی نزدیکی هرچه بیشتر مولفه‌های یک ساختمان به لحاظ کارکردی به رویکرد اکولوژیکی است (Mendler and Odell, ۲۰۰۰:۳۶). مطالعات نشان می‌دهد حتی در مناطق متراکم مسکونی که بام‌های سبز و باغچه‌ها در ارتفاع ۲۰ طبقه‌ای از سطح زمین قرار دارند می‌توانند جاذب پرندگان، زنبورها، پروانه‌ها و دیگر حشرات باشند (Johnston and Newton, ۱۹۹۲:۳۴). به عبارتی بام‌های سبز برای پرندگان و حشرات یک فضای زندگی در مقیاس خرد را فراهم می‌آورند. و سکونتگاه‌های منزوی از نظر زیست محیطی را به همدیگر متصل و یکپارچه می‌کنند یا در سطحی بالاتر یک جزیره سکونتگاهی را خلق می‌کنند.

۳-۲- **تأثیرات اقلیمی:** زوال و تنزل کیفیت آب و هوا به زایش جزایر حرارتی در شهرها منجر می‌شود که تأثیر منفی در کیفیت زندگی دارند. مناطق شهری یکی از مهمترین منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند. شرایط فضایی یا آب و هوایی نقش اساسی در میزان تقاضای انرژی در شهرها دارند (Mercier, ۱۹۹۸:۷۹). تأثیرات اقلیمی بام‌های سبز را می‌توان در سه بخش تعدیل تأثیر جزایر گرمایی و کارایی انرژی و اثر خنک کنندگی و کاهش اثر باد برشمرد:

۳-۲-۱- **تعدیل اثرات جزایر حرارتی شهرها:** مناطق شهری یکی از مهمترین منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای و ایجاد جزایر حرارتی می‌باشند که از علل اصلی آن سهم رو به تزاید بام‌ها، راه‌ها و فضاهای پارکینگ با سطوح سخت مانند بتن و فقدان درختان و سایر گیاهان و عدم توجه به ساختار محیط زیست می‌باشد که سبب می‌شود گرمای خورشید در طول روز ذخیره شده و در شب با آزاد سازی و انتشار حجم زیادی از این گرما در مناطق شهری از سطوح سنگ، آسفالت و بتن به طور مداوم در حال تکرار باشد.

شکل ۱: برش عرضی جزیره گرمایی شهر



Source: United States Environmental Protection Agency, ۲۰۰۶

از آنجائی که گیاهان زنده فراهم کننده‌ی سایه هستند از بلعیدن گرمای زیاد توسط سطوح سخت ممانعت به عمل آورده و با حفظ نم نسبی به سرد شدن هوا یاری می‌رسانند. کاهش ۱۲ درجه سانتیگراد از میزان گرمای بیرونی هوا به واسطه‌ی آرایش صحیح سایه درختان کاهش ۵۰ - ۷۰ درصدی مصرف انرژی برای تهویه هوا را به دنبال دارد (Gaudet, ۱۹۸۵:۴۵).

۳-۲-۲- **اثر خنک کنندگی و کاهش هزینه تهویه مصنوعی:** در روزهای گرم، زمانی که گرمای هوا در تابستان به ۳۵ درجه سانتیگراد می‌رسد گرمای سطح پشت بام به ۶۵ درجه سانتیگراد می‌رسد (The New York Times, ۲۰۰۰). این



گرمای بسیار زیاد، هم محیط داخلی ساختمان و هم محیط بیرونی را مستقیماً و بلا درنگ تحت تاثیر قرار می‌دهد. سطوح سیاه بام‌های معمولی، تابش خورشیدی را جذب کرده و باز تابش آن موجب تولید گرما می‌شود (Schmidt, ۲۰۰۷:۵۶). یک بام ساده و معمولی ۱۰۰ درصد از تابش خورشید را دریافت می‌کند، در حالیکه یک بام سبز ۲۷ درصد را منعکس، ۶۰ درصد جذب گیاهان و خاک شده و ۱۳ درصد به لایه های پایینی انتقال می‌یابد (Wong et al, ۲۰۰۳:۲۳). تبخیر ۴۰ گالن معادل ۱۵۰ لیتر آب می‌تواند اثر خنک کنندگی کافی در برابر گرمای تولیدی توسط یک صد لامپ ۱۰۰ وات با هشت ساعت روشنایی در روز را داشته باشد (Rosenfeld et al, ۱۹۹۷:۱۶۵). زمانی که لایه‌های خاک به عنوان محافظ بام عمل کرده و گیاهان به آن میزان از رشد می‌رسند که سایه ایجاد کنند، گرمای سطح پشت بام از گرمای معمول محیط بالاتر نمی‌رود و افزایش نمی‌یابد. علاوه بر این، گیاهان و خاک آب را تبخیر، و با خلق اثرات خنک کنندگی، هوا را مرطوب می‌کنند. موجب تسهیل عمل دم و باز دم شده و به طور طبیعی، محیط خنک می‌شود و بر بهبود کیفیت هوا هم در محیط داخلی و هم بیرونی می‌افزایند. بهبود کیفیت هوا در خارج موجب تغییر و تعدیل درجه حرارت محیط داخلی بنا می‌شود (Niachou et al, ۲۰۰۱:۱۵۰). حتی با سایه ای از یک درخت تنها، چند درجه کاهش دما را می‌توان به دست آورد. و تاثیر خنک کنندگی در شب‌ها باز تولید و افزایش می‌یابد، بدین ترتیب تا انباشت گرمای بیشتر تا روز بعد، به آن‌ها فرصت داده می‌شود. بام‌های سبز با کاهش تابش خورشیدی، منجر به کاهش تفاوت دمایی روزانه و نوسانات دمایی سالانه شده و سهم قطعی در بهبود کارایی حرارتی ساختمان دارند (Emilsson and Rolf, ۲۰۰۵:۲۳۰). مطالعه انجام شده توسط شورای تحقیقات ملیدرکانادا نشان می‌دهد که بام‌های سبز در کاهش انتقال گرمای بام بسیار موثر عمل می‌کنند یک بام سبز، متوسط تقاضای انرژی روزانه ساختمانی با ۱۲۲ متر مربع مساحت بام را به میزان ۷۵ درصد کاهش می‌دهد (Liu and Baskaran, ۲۰۰۳:۱۰۱). همچنین در یک تحقیق انجام شده برای شهر شیکاگو نشان می‌دهد که در صورت سبز شدن تمامی بام‌های شهر در اوج تقاضای انرژی تا ۷۲۰ مگاوات کاهش مصرف را خواهند داشت (Velasquez, ۲۰۰۴:۸۷).

۳-۲-۳- کاهش اثر باد سرد: در فصل زمستان لایه‌های خاک، به عنوان عایقی اضافی برای بام عمل می‌کنند. می‌تواند حرارت مورد نیاز برای گرم کردن ساختمان‌ها را کاهش دهد. با کاهش وزش باد کارایی انرژی ساختمان تا ۵۰ درصد افزایش می‌یابد (Minke and Witter, ۱۹۸۲:۱۴). بکار بردن عایق در محیط بیرونی ساختمان‌ها بسیار موثرتر از کاربرد عایق در درون ساختمان‌ها است به خصوص در طول ماه‌های تابستان (Givoni, ۱۹۷۶:۳۲). آن‌ها می‌توانند نیاز به انرژی برای تعادل آب و هوای محیط‌های داخلی بناها را کاهش دهند (Del Barrio, ۱۹۹۸:۶۵).

۳-۳- تاثیر در کیفیت محیط زیست شهری

۳-۳-۱- تاثیر در بهبود کیفیت هوا: برای جوامع شهری بزرگترین مزیت بام‌های سبز پالایش ذرات معلق در هوا، وکاستن از مشکل کیفیت پایین هواست (Akbari and et al, ۲۰۰۱:۲۵). و از سوی دیگر، کاستن از حجم و کیفیت فاضلاب حاصل از آب‌های سطحی است (Mentens et al, ۲۰۰۶:۱۴). بخشی از آلودگی شهرها در صنعت و ترافیک ناشی از ترکیبات نیتروژن موجود در دود اگزوز ماشین‌آلات است. این ترکیب از سوی گیاهان گرفته شده و به عنوان منبع غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به علاوه، اگر به تمامی گیاهان روی زمین شانس بلعیدن این ترکیبات داده نشود. شاهد آلودگی آبراه‌ها، نهرها و نهایتاً دریاچه‌ها و دریاها خواهیم بود. بام‌های سبز با پالایش باکتریها و قارچهای موجود، موجب تجزیه و کاهش ازت و فسفر موجود در آب می‌شوند (US EPA. ۲۰۰۷). برای نمونه، در یک خیابان دارای ردیفی از درختان تنها ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ ذرات گرد و غبار در هر لیتر از هوا وجود دارد. این مقدار گرد و غبار در هوا در نواحی فاقد پوشش گیاهی می‌تواند سه تا چهار برابر بیشتر باشد که تقریباً ۱۰۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ ذرات گرد و غبار در هر لیتر از هوا است (Johnston and Newton, ۱۹۹۲:۱۶). بام‌های سبز گسترده این پتانسیل را دارند که کمبود تبخیر و تصفیه را از طریق گیاهان بهبود بخشند به گونه‌ای که تنها با سبز کردن ۵ درصد از کل دیوارها و بام‌های در داخل یک شهر، آب و هوای سالم شهری دست یافتنی است (Minke, and Witte, ۱۹۸۲:۷).



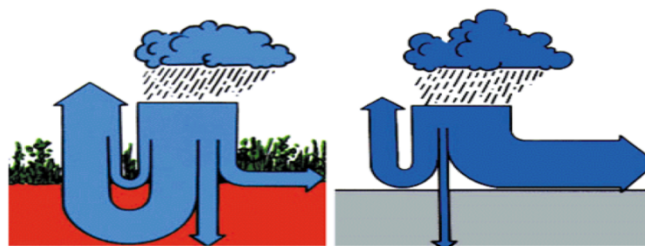
۳-۳-۲- دی اکسید کربن و تبادل اکسیژن: گیاهان بام سبز، مانند دیگر گیاهان برای عمل تنفس خود، دی اکسید کربن را مورد استفاده قرار می دهند و از این رو اثرات منفی آلودگی را کاهش می دهند. بهترین آن ها، گیاهان موثری هستند که در سال بیوگاز (Biogas) بیشتری تولید کنند. بام های سبز گسترده زیاد نمی تواند بیو گاز تولید کنند اما بام های سبز فشرده توانایی انجام آن را دارند. زمانی که سطوح گسترده بام ها توسط گیاهان پوشش داده شوند شهر مزیت اضافی را کسب خواهد کرد. در کل، بام های سبز تنها راه حل مورد استفاده برای مشکل گرمایش زمین و آلودگی نیست بلکه همراه با اثرات و اقدامات مثبت دیگر یک گام کوچک از مسیر صحیحی است که بایستی در نظر گرفته شود. یک بام سبز ۹۳ مترمربع پدربحدود ۱۸.۱ کیلوگرم از ذرات معلق در هوا را می تواند حذف کند همچنین با حذف دی اکسید کربن از اتمسفر موجب تولید اکسیژن می شود (Peck and Kuhn, ۲۰۰۳:۸۹).

۳-۳-۳- تأثیر در کاهش سر و صدا: سطوح نرم، چمن مانند و یا بام سبز، به جای بازتاب صدا آن را کاهش می دهند. دیوارهایی با پوشش گیاهی و یا درختان نیز در وضعیتی متفاوت می تواند موضوع مورد مطالعه باشد. آزمایشات نشان می دهد که پوشش لایه ای به ضخامت ۱۲ سانتیمتری بام سبز ۴۰ دسیبل، و ۲۰ سانتیمتر ۴۶ دسیبل از حجم صدا را کاهش می دهند (Minke and Witter, ۱۹۸۲: ۱۵). در مقابل "سر و صدای سفید" که ناشی از حرکت شاخه ها و برگ های باغ های عمودی توسط جریان باد تولید می شود نقش مثبتی در افزایش حس مطلوب روانی در افراد دارد (Ibid).

۳-۳-۴- کاهش حجم رواناب حاصل از بارندگی

نواحی مادرشهری با ساختمان ها و خیابان ها، ۱۰۰ تا ۷۵ درصد با سطوح نفوذ ناپذیر پوشیده شده است. تنها ۵ درصد از آب باران در سفره های آب سطحی و عمیق نفوذ می کنند و ۱۵ درصد به واسطه ی پوشش گیاهی در جریان هوا تبخیر می شود. به تناوب ۷۵ درصد از آب باران به شکل روان آب های سطحی ظاهر می شوند و بار بیشتری متوجه سیستم زهکشی و تخلیه فاضلاب می شود (Getter and Rowe, ۲۰۰۶: ۱۴). سیستم بام های سبز بیش از ۹۵ درصد از کادمیوم، مس و سرب، و ۱۶ درصد از روی موجود در آب باران را تصفیه می کنند (Johnston and Newton, ۱۹۹۶: ۳۶). و با بارش بیشتر، آب بیشتری زهکشی می شود که در اغلب موارد مانع سیل می شوند. یک پوشش چمنی بام سبز با ضخامت لایه ۲۰-۴۰ سانتیمتری می تواند بین ۱۰-۱۵ سانتیمتر آب را در خود حفظ کند (Liesecke et al, ۱۹۸۹: ۱۵). در این بین تیپ بام های سبز فشرده با توجه به ضخامت خاک مورد استفاده، تراکم گیاهان، شدت باران های طوفانی و دفعات تکرار باران های محلی، توانایی جذب ۵۰ تا ۱۰۰ درصدی آب باران را دارند (Van et al, ۲۰۰۵: ۳۲).

شکل ۲: چرخه گردش آب در مناطق شهری و غیر شهری



Source: City of Olympia, ۱۹۹۵: ۵۹

۳-۳-۵- کاهش اثرات تشعشع الکترو مغناطیسی

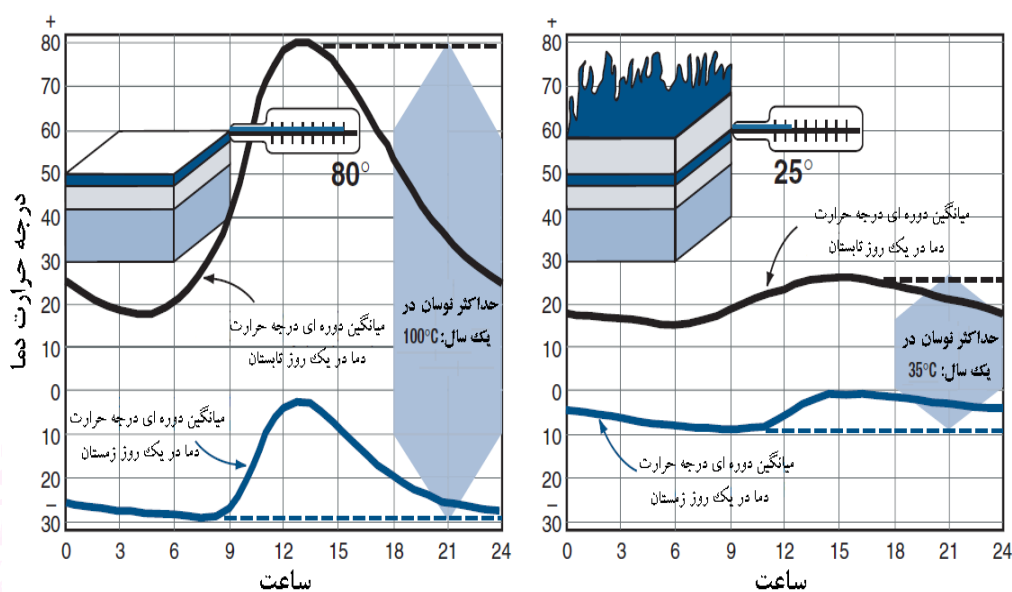
در آلمان پژوهش انجام گرفته از طرف پروفیسور مینک Gernot Minke نشان می دهد که بام سبز به طور چشمگیری موجب کاهش ورود تشعشع الکترومغناطیسی به ساختمان ها شده است. لایه ۱۶ سانتیمتری بام سبز با چمن طبیعی با کاهش برد تشعشع ۲ گیگاهرتزی که اکثر تلفن های همراه در این برد کار می کنند به ۲۴ دسیبل، کاهش ۹۹ درصدی را موجب می شوند. ترکیب ضخامت ۲۴ سانتیمتری با گنبدی آجری شکل، این کاهش به ۹۹.۹۹۹ درصد می رسد. (Minke, ۲۰۰۷: ۵۳).



۴- ابعاد اقتصادی - فرهنگی

۴-۱- افزایش طول عمر بهره‌برداری از عایق پشت بام: از دیگر صرفه جویی‌های بام‌های سبز در انرژی و هزینه، حفاظت از پوسته یا عایق بام و عدم نفوذ پذیری آب هست. عمر بام‌های قیرگونی در شرایط نرمال تقریباً ۲۵-۱۵ سال است. پس از پایان این دوره نیازمند تعویض و جایگزینی است. چرا که اشعه ماوراء بنفش خورشید موجب تسریع شکنندگی، تغییرات گرمایی موجب انبساط و چین خوردگی و از بین رفتن خاصیت انعطاف پذیری موجب ترک خوردگی سطوح می‌شوند (Liesecke et al, ۱۹۸۹:۱۸). گرم شدن عایق بام تا ۶۰ درجه سانتیگراد موجب فرسودگی سطوح می‌شود. اگرچه بام‌های سبز در مراحل آغازین ساخت بسیار هزینه بر از بام‌های معمولی هستند. اما آن‌ها بسیار مقرون به صرفه تر از بام‌های معمولی هستند زیرا با ذخیره انرژی به افزایش طول عمر عایق بام کمک می‌کنند (Porsche and Köhler, ۲۰۰۳:۴۵). پوسته بام‌های سبز با محافظت از عایق بام در برابر اشعه‌های ماوراء بنفش و تغییرات دمایی شدید عمر این سطوح را تا ۶۰ سال افزایش می‌دهند. که صرفه جویی در تجهیزات، انرژی و سرمایه را فراهم کرده و شاهد اتلاف کمتر منابع خواهیم بود. که یک رویکرد اکولوژیک است (The New York Times, August ۲۰۰۰).

شکل ۳: حداکثر نوسانات درجه حرارت دمایی برای بام‌های متداول و بام‌های سبز



Source: Dürr et al, ۱۹۹۵: ۵۶

۴-۲- تفریح و سلامتی

به واسطه کمبود فضاهای سبز شهری، بسیاری از ساکنان شهری در اولین فرصت روبه سوی خانه‌های روستایی، خانه‌های بیلاقی یا حومه شهر می‌آورند (Stifter, ۱۹۹۷:۲۵). بر پایه مطالعات انجام شده در سال‌های ۱۹۸۲ و ۱۹۸۵ نشان می‌دهد که گزارش بیماری برای مجرمان ساکن در سلول‌هایی که چشم اندازی رو به سوی مزارع و جنگل‌ها داشتند بسیار کمتر از مجرمانی بوده است که چشم انداز سلول آن‌ها دیوارهای داخلی، ساختمان‌ها و یا سایر ساکنان زندان بوده است (Ulrich and Parsons, ۱۹۹۲: ۱۰۱). فعالیت‌های اوقات فراغت در محیط‌های طبیعی از جمله در باغ‌ها و پارک‌ها کمک بسیار مهمی، برای تحمل فشارهای استرس‌زا و قرارگیری در محیطی، به دور از استرس محسوب می‌شوند (Ulrich and Parsons,



(۱۹۹۲:۹۸). بام‌های سبز، فضاهای سرد با منظر بتنی و یا آسفالتی را به مناظر سبز و حیات بخش تبدیل می‌کنند. این وضعیت شهرهای استرس آفرین را به فضاهای آرامش‌بخش در توازن با محیط تبدیل می‌کند. افرادی که در نواحی پر تراکم زندگی می‌کنند در صورت داشتن یک بالکن و یا تراس باغ، کمتر در معرض ابتلا به بیماری قرار می‌گیرند (Johnston and Newton, ۱۹۹۶:۲۷). در نهایت تحلیل تاثیر گسترش بام‌های سبز در شهرها به صورت جدول شماره ۲ خلاصه می‌شود:

جدول ۲: مقایسه بین سیستم بام‌های سبز و بام‌های معمولی

بام‌های سبز	بام‌های متداول - رایج
مزیت‌ها صرفه‌جویی گسترده به واسطه‌ی کارایی انرژی (خنک کنندگی در تابستان، پوشش عایقی در زمستان) افزایش عمر عایق بام عایق صدا خلق فضای سبز مضاعف پالایش ذرات معلق در هوا نگهداری و حذف فاضلاب‌های سطحی حفظ تنوع زیستی و خلق زیستگاه مقابله در برابر آتش سوزی - جلوگیری از گسترش آتش سوزی (گیاهان خشک به گسترش آتش سوزی کمک می‌کنند) کاهش اثرات جزایر حرارتی شهری نیاز مدیریتی در سطح پایین خود اتکایی اجتماع گیاهی	مزیت‌ها کم هزینه بودن ساخت و تجهیز آسان هنجار بودن به لحاظ فرهنگی دسترسی آسان به ملزومات و مصالح مقاوم در برابر آتش ساخت سریع و ساده برای مساحت‌های زیاد پوشش هر گونه فرم ساختمانی
نارسایی‌ها نیاز به مراقبت و نگهداری مستمر امکان عدم رشد گیاه در این محیط هزینه‌های اضافی برای مراقبت‌های مورد نیاز برای گیاه عدم مطلوبیت به لحاظ موقعیت جغرافیایی	نارسایی‌ها اثر در جزایر گرمایی شهری (در نتیجه استفاده از دستگاه‌های تهویه و جریان الکتریسته) جذب انرژی خورشیدی در صورت نشت و چکه بایستی کل بام بازسازی شود هدایت ضعیف آب باران حجم بالای رواناب حاصل از بارندگی

Source: Peck And Khun, ۲۰۰۴: ۳۳

۵- نتیجه‌گیری

امروزه ارتباط و پیوند مفهوم طراحی و برنامه‌ریزی با دیگر جانداران در حال نادیده گرفته شدن است. در حالی‌که، پیوستگی با طبیعت و سیاره‌مان به بهبود کیفی، فرایند زندگی می‌افزاید که در این بین بایستی تمامی راه‌حل‌ها در نظر گرفته شود. بام سبز نیز یکی از گزینه‌های کاربردی موثر است. برای نمونه در کشور ژاپن که با اراضی ارزشمند و تراکم ساختمانی بسیار بالا،



کاربرد عملی باغچه بام با هدف تفریحی به شدت دنبال می‌شود. در کشور ما کاربرد بام سبز تا به امروز متداول نیست. در گام نخست، سطوح وسیع بلا استفاده بناها می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. امروزه به واسطه پیشرفت‌های تکنولوژیکی ایجاد و کاربرد بام‌های سبز هم در مواد و مصالح و هم در اجرا آسان شده است. مناطقی که در آن‌ها ساختمان‌های آموزشی، کارخانه‌ای و یا کلیه سطوح با مقیاس بالای مسقف، از جمله مناطقی به شمار می‌روند که می‌توان بام‌های سبز وسیع‌تری را ایجاد کرد. با اعمال این سیستم شاهد اثرات بسیار مثبت محیطی خواهیم بود. بام‌های سبز با ارائه یک چشم انداز بصری فوق العاده به شهر، صرفه جویی در مصرف انرژی و سایر اثرات مثبت محیطی، استفاده و کاربرد آن را در کشور ضرورت می‌بخشد که نیازمند شناخت و مشوق‌های ویژه است.

منابع لاتین

۱. Akbari, H., Pomerantz, M. and Taha, H. (۲۰۰۱). "Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban area". *Solar Energy*.
۲. Beattie, D. J. (۲۰۰۴). "Green roof research in the USA". In *Conference Transcript of the International Green Roof Congress*, Nürtingen, Germany.
۳. Canadian Mortgage and Housing Corporation. (۲۰۰۴). "Greenbacks from Green Roofs: Forging a New Industry in Canada". Available at: http://www.cmhc-chl.gc.ca/en/imquaf/himu/wacon/wacon_088.cfm.
۴. Carter, T., and A. Keeler. (۲۰۰۷). "Life-cycle cost-benefit analysis of extensive vegetated roof systems." *Journal of Environmental Management*. no. ۱.
۵. City of Olympia: Public Works Department. (۱۹۹۵). "Water Resources Program". *Impervious Surface Reduction Study*, Final Report, May. ۱۹۹۵.
۶. Del Barrio EP. (۱۹۹۸). "Analysis of the green roofs cooling potential in buildings". *Energy and Buildings* ۲۷.
۷. Donnelly, Marian. (۱۹۹۲). *Architecture in the Scandinavian Countries*. Cambridge, MA: The MIT Press.
۸. Dunnett NP, Kingsbury N. (۲۰۰۴). *Planting Green Roofs and Living Walls*. Portland (OR): Timber Press.
۹. Dür, A. (۱۹۹۵). *Dachbegrünung: Ein Ökologischer Ausgleich*. (Translated: Roof Greening: An Ecological Balance). Gütersloh, Germany: Bauverlag BV GmbH.
۱۰. Emilsson, T. and Rolf, K. (۲۰۰۵). "Comparison of establishment methods for extensive green roofs in southern Sweden". *Urban Forestry & Urban Greening*, ۳ (۲).
۱۱. Farrar, Linda, (۱۹۹۶). "Gardens of Italy and the Western Provinces of the Roman Empire from the ۴th Century BC to the ۴th Century AD". *BAR International Series* No. ۶۵۰.
۱۲. Frazer L. (۲۰۰۵). "Paving paradise". *Environmental Health Perspectives* ۱۱۳. ۲۰۰۵
۱۳. Gaudet, C. (۱۹۸۵). "Sunspots, Landscaping for Energy Efficiency". in *Harrowsmith Volume X: ۱*, No. ۶۱, June/July ۱۹۸۵.



۱۴. Getter KL, Rowe DB.(۲۰۰۶). “The role of green roofs in sustainable development”. *Hort Science* ۴۱. ۲۰۰۶.
۱۵. Givoni, B, Man.(۱۹۷۶). *Climate, and Nature*. ۲nd Edition; Van Nostrand Reinhold, New York.
۱۶. Hui, S. C. M. (۲۰۰۶). “Benefits and potential applications of green roof systems in Hong Kong”. In *Proceedings of the ۲nd Megacities International Conference Guangzhou, China*.
۱۷. Johnston, J. and Newton, J.(۱۹۹۶). *Building Green, A Guide for Using Plants on Roofs, Walls and Pavements*. The London Ecology Unit, London.
۱۸. Johnston, Jacklyn and Newton, John.(۱۹۹۲). *Building Green: A Guide to Using Plants on Roofs, Walls, and Pavements*. The London Ecology Unit; London.
۱۹. Köhler M.(۲۰۰۳). “Plant survival research and biodiversity: Lessons from Europe”. *Paper presented at the First Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Awards and Trade Show, Chicago*.
۲۰. Kralli, M. N., Kambezidis, H. D. and Cassios, C. A.(۱۹۹۶). “Green Roofs policy in cities with environmental problems”. *Fresenius Environmental Bulletin*, ۵.
۲۱. Liesecke, H-J., Krupka, B., Brueggemann, H.(۱۹۸۹). “Grundlagen der Dachbegruenung, Zur Planung, Ausfuehrung und Unterhaltung von Extensivbegruenungen und Einfachen Intensivbegruenungen; Patzer Verlag, Berlin – Hannover.
۲۲. Liu, K.L., and B. Baskaran.(۲۰۰۳). “Thermal Performance of Green Roofs through Field Evaluation.” Presented at “Greening Rooftops for Sustainable Communities,” *the First North American Green Roofs Infrastructure Conference, Awards, and Trade Show, Chicago*. National Research Council, Institute for Research in Construction.
۲۳. Mendler, S. & Odell, W.(۲۰۰۰). *The HOK guidebook to sustainable design*. New York: John Wiley & Sons, Inc, p.۵۶.
۲۴. Mentens, J., Raes, D. and Hermy, M.(۲۰۰۶). “Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized ۲۱st century?”. *Landscape and Urban Planning*, no. ۷۷. ۲۰۰۶
۲۵. Mercier, G.(۱۹۹۸). “Energy Sector; in Canada Country Study: Climate Impacts and Adaptation, Environment Canada”. ۱۹۹۸
۲۶. Minke, G.(۲۰۱۰). “Inclined Green roofs – ecological and economical advantages, passive heating and cooling effect”. *CESB ۰۷ prague Conference*. available at: www.cesb.cz/cesb-۰۷_proceedings/. ۰۹۶_Minke.
۲۷. Minke, G. und Witter, G.(۱۹۸۲). “Haeuser mit Gruenem Pelz, Ein Handbuch zur Hausbegruenung; Verlag Dieter Fricke GmbH”. Frankfurt.
۲۸. Niachou, A., et al.(۲۰۰۱). “Analysis of the green roof thermal properties and investigation of its energy performance”. *Energy and Buildings*, ۳۳.
۲۹. Osmundson, Theodore.(۱۹۹۹). *Roof Gardens*. New York: W.W. Norton & Company, Inc.



۳۰. Peck, S. And M. Khun.(۲۰۰۴). "Design Guidelines for a Green Roof". available at: http://egov.cityofchicago.org/webportal/COCWebPortal/COC_ATTACH/design_guidelines_for_green_roofs.
۳۱. Peck, S. and M. Kuhn. (۲۰۰۳). "Design Guidelines for Green Roofs. Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa, and the Ontario Association of Architects". Toronto.
۳۲. Pieper, Jan.(۱۹۸۷). "The Nature of Hanging Gardens". in Daidalos.
۳۳. Platt, R.H.(۲۰۰۴). "Regreening the metropolis: pathways to more ecological cities". In: Alfsen-Norodom, C., Lane, B.D., Corry, M. (Eds.), *Urban Biosphere and Society: Partnership of Cities. Annals of the New York Academy of Sciences*.
۳۴. Porsche U, Köhler M.(۲۰۰۳). "Life cycle costs of green roofs: A comparison of Germany, USA, and Brazil". *Proceedings of the World Climate and Energy Event; Rio de Janeiro, Brazil*. Available at: www.gruendach-mv.de/en/ri۰۳_۴۶۱_u_porsche.
۳۵. Rosenfeld et al.(۱۹۹۷). "Painting the Town White – and Green". <http://eetd.lbl.gov/HeatIsland/PUBS/PAINTING/>.
۳۶. Schmidt, Marco.(۲۰۰۷). "Undated.Energy saving strategies through the greening of buildings" http://www.roofmeadow.com/technical/publications/MSchmidt_EnergySavings.pdf.
۳۷. Scholz-Barth, K, Green roofs: Stormwater management from the top down. Environmental Design and Construction. January/February. ۲۰۰۱
۳۸. Stifter, R.(۱۹۹۷). "Greenery on the Roof: a Futuristic, Ecological Building Method"; in Hundertwasser, F". *For a More Human Architecture in Harmony with Nature, Hundertwasser Architecture*. Benedikt Taschen Verlag GmbH, Cologne.
۳۹. Stoker, H. S., and Seager, S. L.(۱۹۷۶). "Environmental Chemistry: Air and Water Pollution". ۲nd edn. , Scott, Foreman and Co. , Glenview, IL.
۴۰. The New York Times.(۲۰۰۰), "Scientists Watch Cities Make their Own Weather". August ۱۵, Renatur, company, Germany. ۱۹۹۶ to ۲۰۰۰. Interviews conducted by the author.
۴۱. Ulrich, R.S. and Parsons, R.(۱۹۹۲). "Influences of Passive Experiences with Plants on Individual Well-being and Health; in The Role of Horticulture in Human Well-being and Social Development". Chapter ۱۵, Timber Press Inc. ۱۹۹۲
۴۲. United States Environmental Protection Agency.(۲۰۰۶). "Heat Island Effect". <http://www.epa.gov/cgi-bin/epaprintonly.cgi>.
۴۳. US EPA (۲۰۰۷). "Heat island effect". Available at: <http://www.epa.gov/heatisland/strategies/greenroofs.html> , ۲۰۰۷.
۴۴. VanWoert, N. D.and et al. (۲۰۰۵). "Green Roof Storm water Retention: Effects of Roof Surface, Slope, and Media Depth". J. Environ. Qual. ۳۴.
۴۵. Velasquez, Linda Velasquez.(۲۰۰۴). "Founder of Greenroofs.com, as heard on Green Roofs". Weekday. KUOW ۹۴.۹ Seattle available at: <http://www.kuow.org/weekday.asp>
۴۶. Wong, Nyuk Hien and et al.(۲۰۰۳). "Life Cycle Cost Analysis of Rooftop Gardens in Singapore." *Building andEnvironment*. Vol. ۳۸ . ۲۰۰۳