بام های سبز (Green Roofs)

تاریخ دریافت مقاله:۸۹/۷/۱۵ تاریخ پذیرش مقاله:۸۹/۸/۱۳

دکتر محمد تقی رضویان*(عضو هیأت علمی دانشگاه شهید بهشتی)
دکتر امین غفوری پور(عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی)
ماهان رضویان (دانشجوی عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی)

چکیده

امروزه شهرها از دو نماد جغرافیایی (محیط طبیعی، اجتماعی و اقتصادی) و مصنوعی(محیط انسان ساخت – معماری) بهره‌مند هستند. بشر امروزه در پی فعالیت های روزانه و در تکاپو برای گذران زندگی روزمره و معاش خود و در جهت احداث مسکن، چه به عنوان سرپناه و چه به منظور سرمایه گذاری، مسمترا این دو نماد را تغییر شکل می دهد و محیط زیست شهری را دگرگون می سازد. در این فرایند فضاهای سبز، باغ ها و جنگل ها تبدیل به آسمان خراش ها و شهرک های مسکونی می شوند. آهن و آجر ، سیمان و سنگ جای گزین سیمای ساختمانی شهرها که روزگارانی علاوه بر تامین محل سکونت انسان چشم اندازی سبز و زیبا در اختیار وی قرار میداد شده است. شهر نشینان امروزی گاهی که به درون خود می نگرند با احساس خلائی عمیق از دستیابی به طبیعت خود را به دور از آسایش و آرامش راستین می یابند. در مقابله با این مشکل، بشر از گذشته های دور به ایجاد بام‌های سبز یا باغ بام‌ها به عنوان راه‌حلی مناسب برای آشتی‌دوباره با طبیعت و تغییر چشم انداز شهری‌روی آورده است. درواقع بام سبز استفاده از فضاهای بلا استفاده و بی‌روح ساختمان های شهری در جهت ایجاد لکه های سبز می باشد. این امر علاوه بر جنبه زیبائی شناختی شهر موجب تلطیف هوا (در مقیاس میکرو کلیما) و کاهش آلودگی هوا و نهایتاً بهبود محیط زیست ساکنان شهر می‌گردد.

واژه های کلیدی

بام سبز، معماری سبز، باغ بام، سیمای شهری

Archive of SID

مقدمه: بام های سبز



گسترش فیزیکی شهرها منجر به از بین رفتن محیط های طبیعی پیرامونی و زمین های زراعی شده است. در ساختمان های شهری بام های مسطح با هزینه زیاد بمنظور حفاظت ساختمان در برابر باران و برف و نگهداری لوازم مکانیکی طراحی شده‌اند. بام های تخت معمولا فاقد ملاحظات زیبایی شناسانه معماری بوده و بنابراین نمی توانند در اغنای ارزش زیبایی و معماری ساختمان نقشی داشته باشند . این سطوح جهره ای زمخت و خشن به سیمای شهر، یا محدوده ساختمان می بخشند و نیازمند سیستم دفع آب باران نیز هستند [۱]. ایجاد و توسعه فضاهای سبز مصنوعی نقش مهمی در زندگی بشر داشته و جای گزینی برای محیط طبیعی از بین رفته در هنگام ساخت و ساز است. بسیاری از فناوری ها و فعالیت های جدید به منظور کاهش تاثیر انسان بر روی زمین به وجود آمده اند، از جمله: انرژی های جای گزین ، استفاده موثر از منابع طبیعی ، کشاورزی بدون استفاده از مواد صنعتی و سبز پوش کردن پشت بام ها. بام های سبز بخشی از تلاش مدیران شهری برای پایدار ساختن فضای شهرها و یکی از راه حل های مدرن برای حل مشکلات محیط زیست شهری می باشد [۲]. انسان آپارتمان نشین امروزی ، سعی دارد روح و حس طبیعی را به بلوک های مسکونی زمخت و غم زده برگرداند . او سعی می کند تا طبیعت زنده و سرسبز را به نحوی با مظاهر تکنولوژی مدرن پیوند دهد و مناظر زیبا و بدیع خلق نماید. از سوی دیگر زمین برای ایجاد فضای سبز در شهرها کمیاب و بسیار گران است. در این حالت میتوان از سطوح بلا استفاده مانند بام خانه ها استفاده کرد. بام سبز از جمله فناوری های زیست محیطی است که تحت فرایندهای طبیعی شکل می گیرد و در سال های اخیر در بسیاری از کشورهای جهان مورد توجه قرار گرفته و واحدهای مسکونی، ساختمان های اداری، آموزشی، درمانی، زیارتی، فضاهای تفریحی و ورزشی را در نواحی شهری پوشش می دهد. بام سبز شامل مجموعه ای است به هم پیوسته از پوشش گیاهی با رشد متناسب، یک لایه زهکشی مطلوب جهت تخلیه آب و یک عایق ضد آب (نفوذ ناپذیر) که سقف را پوشش می دهد.

Archive of SID



۲- تعریف بام سبز

یک بام سبز، بامی است که مقدار یا تمامی آن با پوشش گیاهی و خاک، یا با محیط کشت رونده، پوشانده می شود. لفظ بام سبز گهگاه برای بام هایی که مفاهیم "معماری سبز" را مد نظر قرار می دهند، نظیر پانل های خورشیدی و یا صفحات فتوولتائیک، بکار می رود [۳]. بام سبز در واقع بامی است که بر روی سطح آن گیاهان رشد می‌کنند. تنوع گیاهی چنین ساختاری می‌تواند از بام پوشیده از چمن مصنوعی تا باغ بامی باشد که با گیاهان مورد استفاده در طراحی منظر پوشیده شده است. سبزپوش کردن بام نیازمند گیاهانی است که بتوانند در برابر محیط خشن و بی‌روح پشت‌بام در شرایط کم آبی، یخزدگی، توفان و غیره مقاومت کنند. نوع گیاهان انتخابی بسته به نوع آب و هوا و شرایط اقلیمی، متفاوت است.

جزئیات اجرایی بام های سبز تفاوت چندانی با بام های معمول نداشته و شامل عایق رطوبتی/ حرارتی، پوشش ضد آب، ماسه و درزپوش می باشد. پروژه های بام سبز نیازمند مصالح و عناصری هستند که بتوانند عمل نگهداری/ زهکشی رطوبت و نگهداری گیاهان را مطابق استاندارد های تعریف شده در ساختمان فراهم آورند. تکنولوژی دیگر، ایجاد نماهای سبز است که از محدودیت های سازه ای کمتری نسبت به بام های سبز برخوردار بوده و در مقابل، تنوع گیاهی کمتری دارند.

نقش عمده بام سبز در مدیریت آب های ناشی از بارندگی، بازیافت آب، کاهش اثرات گازهای گلخانه ای، تنوع زیست محیطی درموجودات زنده شهری (گیاهان و جانوران)، محافظت از پوسته

Archive of SID

زمین، جلوگیری از تابش اشعه فرابنفش به ساختمان ، بهبود و تلطیف هوا، کاهش دما، معتدل نمودن هوای گرم، جلوگیری از آتش سوزی ساختمان ها، کاهش نفوذ تابش الکترومغناطیس ، بهبود کیفیت اقلیمی و ایجاد تهویه مطبوع در شهر، ایجاد چشم اندازهای زیبای شهری، مطبوعیت و مطلوبیت فضاهای شهری، پاکیزگی و کاهش آلودگی هوا، ذخیره انرژی ، کاهش آلودگی صوتی کاهش هزینه های مربوط به نگهداری و تعویض سقف ساختمان ، ایجاد محیطی آرام در نواحی پر ازدحام شهری و افزایش فضاهای جدیدی برای فعالیت های تفریحی، بالا بردن امنیت غذایی شهر (کشاورزی) و همچنین به عنوان آزمایشگاهی جهت انواع پرروژه های تحقیقاتی و آموزشی چشمگیر است [٤].

۳- تاریخچه کاربرد بام های سبز

ایده ایجاد باغچه روی سقف و کشت بر روی آن توسط ایرانی‌ها در ۲۵۰۰ سال پیش و بر روی بام زیگورات‌ها به کار گرفته شده است. همچنین بام های سبز ٦۰۰ سال قبل از میلاد مسیح توسط مردم بابل ساخته شده بود. باغ های معلق بابل در واقع باغ هایی نبودند که در هوا معلق باشند بلکه فضاهای سبزی بودند که روی بام ها و مهتابی های چند ساختمان قرار داشتند. این باغ ها به دستور نبوکد نزر (بخت النصر) برای همسرش که شاهزاده خانمی از ماد و دلتنگ کوه ها و سبزی و خرمی زادگاهش بود، ساخته شد. وی دستور داد کوهی بسیار بزرگ با ابعاد عجیب بسازند. این کوه در واقع ساختمانی چهارگوش با ارتفاع ۱۲۰ متر بود که ۵ بام داشت و هریک بر ستون هایی بنا شده بود که در آن ها انبوهی از چمن، گل و درخت میوه کاشته شده و توسط تلمبه های آبی، آبیاری می شدند.

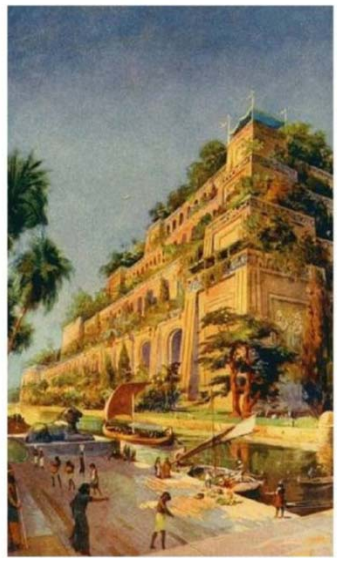
Archive of SID







باغهای باستانی



از زمان باستان انسانها به کاشت گیاهان بر روی سازه ساختمانها روی آوردند. نمونه این باغها باغهای معلق بابل است که جزء عجائب هفتگانه دنیا محسوب می گردد. نمونه دیگر ساختمانهایی است که ناصر خسرو در اوایل قرن ۱۱ میلادی از آنها نام می برد که در مصر ساخته شده بودند و بیش از ۱٤ طبقه ارتفاع داشته اند.

www.google.com/search?q=suspended+gardens+of+babylon+photo&rls=com

در عصر رنسانس نیز در فرانسه و ایتالیا گونه هایی از باغ بام بوجود آمد که اکثراً توسط دولت و در ساختمان های عمومی شکل می گرفت. در سال ۱٦۰۰ میلادی یک آلمانی تراس خانه خود را تبدیل به باغچه نمود و این فرایند تبدیل تراس و بام به باغ تا سال ۱۸۷۵ در آلمان و روسیه رواج داشت. لوکوربوزیه و رایت پیشگامان طبیعت‌گرا و ایجاد کننده بام‌های‌سبزدر قرن بیستم بودند. توسعه فضاهای سبز بر بام‌ها در سال های اخیر به ویژه در اروپا و آمریکا سرعت بیش تری به خود گرفته است. دلیل عمده توجه به این امر علاوه بر مبحث زیبایی شناسی معمارانه، پاسخگویی به عواملی همچون عایق‌سازی (حرارتی، رطوبتی‌و صوتی) طبیعی ساختمان، استفاده از فضای مرده بام در جهت خلق فضای دلپذیر، ایجاد سطوح چشم نواز در نما، تلفیق ساختار مصنوع با طبیعت، کمک به کاهش آلودگی‌های جوی، افزایش نسبت اکسیژن هوا و غیره می باشد. از دیدگاه مهندسی سازه، طراحی ساختمان با بام سبز منجر به‌افزایش پایداری و مدیریت‌صحیح بارانهای سیل آسا و آب باران می گردد. در یک نظر خواهی از شهرداران چندین شهر در اروپا وامریکا، در سیستم بام سبز پتانسیل‌های کاربردی

Archive

زیادی نهفته و به کارگیری این سیستم در شهرها، از هزینه انرژی کاسته و به کارایی مفید محیط می افزاید. همچنین بام های سبز به مساحت قابل ساخت یک پروژه افزوده و مکان های جدیدی برای اجتماع درون محیطی فراهم می آورد. تشویق و حمایت های بی دریغ شهرداران در این باب منجر شده است که صاحبان ساختمان ها به مزایای به کارگیری این تکنولوژی در طراحی، گیاهکاری و تخصیص و ساخت باغ بام ها و ارزش افزوده ناشی از آن پی برند. بر اساس برآوردهای موجود، امروزه حدود ۱۰ درصد از کل بام های آلمان، به گونه ای بام سبز می باشند [۵].

بام های سبز مدرن از سیستم لایه های پیش ساخته تشکیل می شوند. این سیستم در دهه ۱۹۶۰ در آلمان اختراع شد و به سرعت در بسیاری از کشورهای اروپا و امریکای شمالی گسترش یافت [٦].

۴- ساخت بام های سبز

ساخت انواع باغ بام ها نیازمند برنامه ریزی و دانش خاص آن است. بام های سبز از نظر قابلیت نگهداری و کنترل وزن خاک، باران و برف و تعبیه مسیرهای پیاده نیازمند فناوری فراتر از سیستم معمول مهندسی بام می باشد. یک بام سبز از سه قسمت تشکیل شده است:

۱- سقف ساختمان یا آن چیزی که هم اکنون بر بام همه ساختمان ها وجود دارد و بر روی آن لایه عایق مثل قیرگونی، ایزوگام یا هر عایق دیگر کشیده شده و احیانا روی آن موزاییک یا اسفالت یا سنگفرش شده است.

۲- باغ بام که یک لایه محافظت کننده است و سقف و عایق رطوبتی را از لایه خاک و گیاهان جدا می‌کند.

۳- خاک و کود و سیستم آبیاری باغ که هر کدام با دقت در محل خود قرار می‌گیرد [۷].

موادی که در ساخت "باغ بام" استفاده می‌شود، دارای عمر بسیار طولانی هستند که این خصوصیت آنها، باعث می‌شود نیازی به تعویض دوره‌ای نداشته باشند. ماندگاری آنها بین ۳۰ تا ۵۰ سال است. عموما کارخانه های سازنده تجهیزات دو مشخصه مقیاس را برای باغ بام ها در نظر می گیرند: بام های متراکم / فشرده، و بام های گسترده / وسیع. به کارگیری هریک از این مشخصه ها به تعریف نوع استفاده از باغ بام، تنوع گیاهی مدنظر و میزان هزینه برای ساخت و نگهداری آن بستگی دارد. سیستم هایی که برای ساخت بام سبز طراحی شده اند سبک وزن ، نیازمند رسیدگی کم ترو بادوام هستند. مصالح به کار گرفته شده در هنگام بارش باران‌های سیل‌آسا و ناگهانی، آب باران را

Archive of SID

جذب کرده و با کم کردن سرعت آب جاری شده، خطر وقوع سیلاب را کاهش می‌دهد. شیوه‌های جدید آبیاری باغ بام ها، مصرف آب را به حداقل رسانده و رطوبت موجود در خاک را حفظ کرده از تبخیر سریع جلوگیری می کند [۸].در هنگام ساخت، ابتدا لایه عایق رطوبتی و سپس شبکه زه کشی مناسب بر روی پشت بام نصب می شود. ایجاد یک محیط رشد کاملا مناسب برای موفقیت بام سبز ضروری است . این محیط بر خلاف خاک زراعی طبیعی کاملا متناسب با محیط طراحی شده و به هنگام خیس شدن خیلی سنگین نمی شود . در نهایت گیاهان کاشته می شوند . پوشش های گیاهی مقاوم در برابر سرما و گرما مورد استفاده قرار می گیرد. گیاهانی که برای این منظور استفاده می شوند معمولا شامل گیاهان چند ساله علفی ، گلها ، علف های وحشی و خزه می باشند [۹].

در ۱۵ سال اخیر به علت کشف مواد ترکیبی جدید و ساده شدن مراحل ساخت باغ بر روی بام ،این کار به یک صنعت پر رونق بدل شده است. با پیشرفت سریع تکنولوژی و پیدایش مواد جدید می توان بر روی بام هر خانه ، آپارتمان ، اداره، مدرسه، بیمارستان و هر ساختمان دیگری یک باغ زیبا با گیاهان کوچک وبزرگ ایجاد کرد و از فضای بلا استفاده روی بام که همیشه در معرض تابش آفتاب است، با هزینه ای اندک بهره جست. این باغ ها در ساعات مختلف شبانه روز می توانند مورد استفاده ساکنین قرار بگیرند. با توجه به اینکه ایجاد و احداث فضای سبز در شهرها به علت کمبود زمین و قیمت بالای آن، بسیارهزینه بر و گران است و اکثر زمین ها توسط ساختمان ها و خیابان ها اشغال شده است، با تبدیل بام ساختمان به باغ می توان طبیعت تسخیر شده توسط شهر را به آن بازگرداند. همزمان احداث باغ بام راه حل موثر و ارزانی برای کاهش آلودگی های زیست محیطی می باشد. به موجب یک بررسی، هر متر مربع فضای سبز در سال حدود نیم کیلوگرم از آلودگی های معلق در هوا را گرفته و تصفیه می نماید [۱۰].

۵– انواع بام های سبز

باغ های سبز یا باغ بام ها را بر اساس سیستم اجرایی، بسته به عمق متوسط کشت و میزان تاسیسات مورد نیاز به سه دسته اصلی تقسیم می کنند:

الف– سیستم گسترده Extensive

ب– سیستم متمرکز Intensive

پ– سیستم مدولار یا جعبه گیاه Planter Box

Archive of SID



سیستم گسترده



سیستم مدولار یا جعبه گیاه



سیستم متمرکز

الف– سیستم گسترده: Extensive

- برای سیستم گسترده از واژه Green Roof یا بام سبز استفاده می شود.

– این سیستم به نام مقطع کم ارتفاع یا اجرا با ضخامت کم نیز شناخته می شود.

- این نوع بام سبز فقط شامل یک یا دو نوع گیاه و محیط کاشت کم عمق می باشد.

- معمولا این سیستم برای زمانی که حداقل بار وزن مد نظر باشد به کار گرفته می شود.

- به طور اخص، فقط پرسنل نگهداری و تعمیر به این نوع بام دسترسی دارند.

این نوع بام مثل چمنهای نروژی، بر روی بامهای مسطح و شیب دار احداث می شود.

- در این سیستم معمولا از گیاهانی با عمق ریشه ٤٠ تا ١٠٠ میلی متر استفاده می شوند.

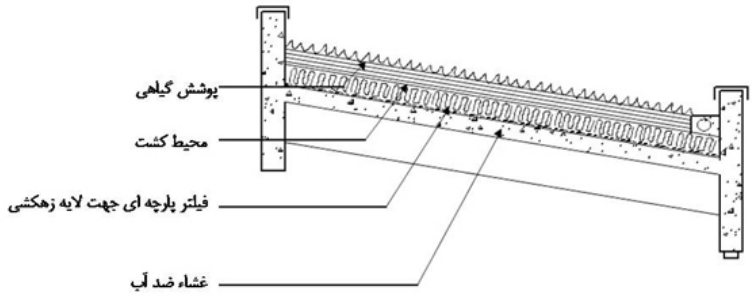
- حدود بار نهایی بام تقریباً بین ٥٠ تا ١٠٠ کیلوگرم بر متر مربع در حالت اشباء می باشد.

- در مورد بام های شیب دار در اغلب مکان ها ١٠ تا ٢٠ ٪ شیب توصیه می شود .در شیب حداکثر ٣٠٪ نیاز به استفاده از زهوار و ابزارهای ضد فرسایش وجود دارد.

- محیط‌کشت‌سطحی وکم‌عمقی داردو معمولاً قسمتی‌از بام‌و قسمتی‌ازساختارساختمان سبز می باشد.

- یک‌بام سبز گسترده به‌طور کلی‌در دسترس‌عموم بوده‌و مورداستفاده کارکردی خاص‌نیست.

Archive of SID



جزئیات اجرایی سیستم گسترده

– بام شرکت Mountain Equipment (تصویر زیر) نمونه ای از یک بام سبز گسترده می باشد که در سال ۱۹۹۸ ساخته شده است.

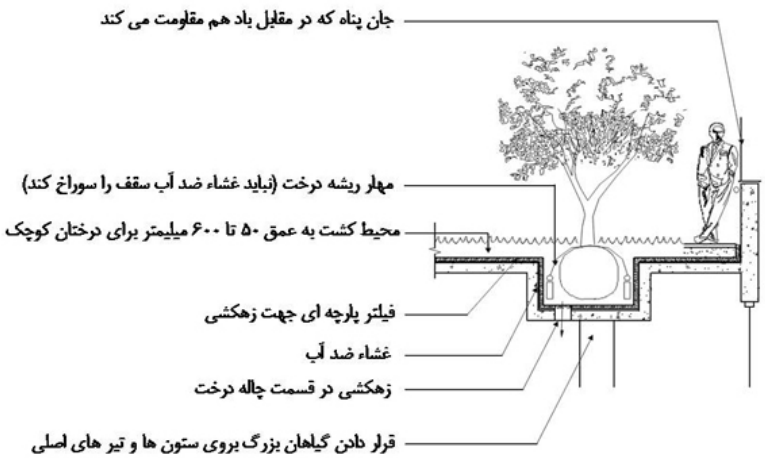




ب– سیستم متمرکز: Intensive

- برای سیستم متمرکز واژه Roof Garden یا باغ بام استفاده می شود.
– این سیستم به نام مقطع عمیق یا باغ بام نیز شناخته می شود .
- بام های سیستم متمرکز نیازمند عمق متعارفی از خاک برای رشد گیاهان حجیم و چمن معمولی می باشند.
- این نوع ازبام سبز شامل انواع مختلفی‌از گیاهان می‌باشد و مشابه یک پارک طراحی می شود.

Archive of SID



جزئیات اجرایی سیستم متمرکز

-برخی از بام های سبز دارای درختان بزرگ و آب نماهایی می باشند که این موضوع، به ویژه برای بام هایی که دسترسی عمومی نیز داشته باشد، نیاز به تقویت اساسی سازه دارد.

- این نوع بامها نیازمند آبیاری، کوددهی و سایر مراقبت ها می باشند.



پ– سیستم مدولار یا جعبه گیاه Planter Box

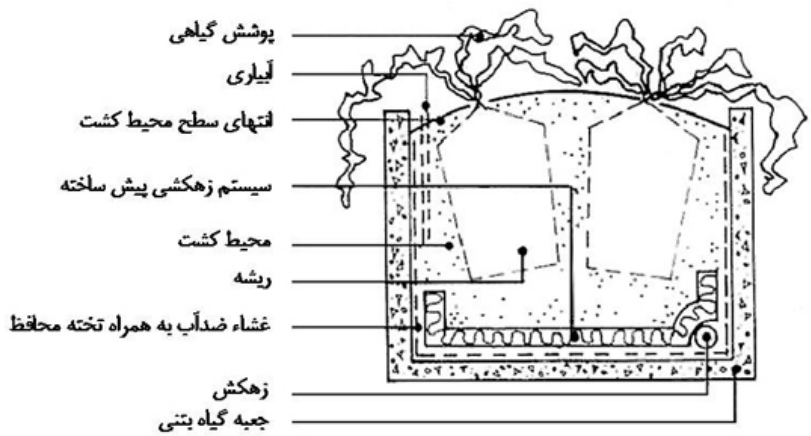
-در این سیستم گیاهان در جعبه های مخصوصی که تمام یا بیش تر بام سبز را می پوشاند، کشت و نگهداری می شوند.

-در سیستمهای غیر مدولار محیط کاشت یک لایه پیوسته بر روی بام سبز می باشد. در سیستم مدولار این محیط ناپیوسته است.

Archive of SID



سیستم مدولار یا جعبه گیاه



جزئیات اجرایی سیستم مدولار یا جعبه گیاهPlanter Box

یک شیوه دیگر طبقه بندی، تفکیک بام ها به مسطح و شیب دار است. بامهـای سـبز شـیب دار مشخصه برجسته بسیاری از ساختمان های اسکاندیناویایی هستند که نیازمنـد طراحـی سـاده تـری در

مقایسه با بام های تخت می باشند. زیرا شیب بام خطر نفوذ آب از طریق سازه بام را، با استفاده از لایه های آب بندی و زه کشی کم تری نسبت به بام تخت، کاهش میدهد [۱۱].

۶- دیوار سبز

علاوه بر بام های سبز، دیوارهای سبز نیز وجود دارد که به دو گروه اصلی تقسیم میشود:

الف- نماهای سبز

ب- دیوارهای اکسیژن ساز.

الف- نماهای سبز: در این سیستم گیاه بر روی سطح نما حرکت می کند. در این سیستم گیاه رونده و یا پیچ در حالی که ریشه در زمین دارد(در یک بستر خاکی) شروع به بالا رفتن از ساختمان می کند. اخیرا برای نمای سبز دیوار، سازه ای حمایت کننده هم در نظر می گیرند.

ب- دیوارهای اکسیژن ساز: خود به دو دسته سیستم های فعال و غیر فعال تقسیم می شوند:

سیستم های فعال: این سیستم ها جدید ترین نوع دیوارهای سبز می باشند.در این سیستم از هوای تولید شده توسط گیاهان در سیستم تهویه هوای ساختمان استفاده می شود.این دیوار ها بر مبنای علم تصفیه هوای بیولوژیکی با واسطه گیاهی بر مبنای تحقیقاتی که در بیمارستانی در شهر واترلو انجام شده، پایه ریزی شده است. دیوارهای سبز با فیلتر بیولوژیکی، ظرفیت تصفیه هوا را افزایش می دهند. پوشش های طبیعی موتورهای تصفیه کننده و پاک کننده هستند و سیستم تهویه هوا با مکش از ریشه سیستم عمل می کند.

دیوار سبز غیر فعال: که عملا هیچ نقشی در حرکت هوا از ریشه ها به درون سیستم تهویه ساختمان ندارد. تاثیر سیستم غیر فعال بر روی کیفیت هوای ساختمان از نظر علمی مشخص نیست. بعضی از دیوار های سبز پشت شیشه محافظت می شوند تا نسبت به آنچه در دیوارهای غیر فعال رخ می دهد، جریان هوای قابل پیش بینی تری داشته باشند.در دیوار غیر فعال مکانیزمی برای گردش هوا وجود ندارد. آنها به صورت باز نگهداری می شوند تا بهبودی نسبی در گردش هوای آزاد تا حد امکان ایجاد کنند.

دیوارهای اکسیژن ساز، سازه ای مستقل دارند که جدا از نمای اصلی ساختمان و در فاصله ای نزدیک به آن قرار می گیرد و توسط ساختمان مهار می گردد. جزییات مختلفی برای طراحی این دیوار ها وجود دارد که بیش تر مربوط به چگونگی نگهداری گیاه بر روی دیوار و شکل قالب های نگهدارنده سیستم میباشد[۱۲].

Archive of SID

۷– اجزاء باغ بام

دسته بندی اجزای اجرایی باغ بام ها بسیار متنوع و وسیع است. هر موسسه تولیدی یا شـرکت بازرگانی با توجه به رویکرد خاص خود و رقابت در بازار اجزاء قابل نصب را دسته بندی می کند.

تقسیم بندی کلی اجزاء باغ بام

فارغاز همه‌دسته بندی های تجاری اجزاء باغ بام را به ۵ دسته کلی‌می توان تقسیم بندی کرد:

- لایه پوشش گیاهی Plant layer
- محیط کشت Growing medium
- لایه زهکش Drainage layer
- لایه محافظت Protection layer
- ساختار سقف Roof construction

۱–۷– لایه پوشش گیاهی

اگرچه هر گیاهی می تواند روی بام گذاشته شود اما این مسأله با محدودیت هایی از قبیـل آب و هوا، طراحی سازه ای و هزینه نگهداری و تصورات طراح بام سبز مواجه می باشد. از آنجایی که بـام های سبز تا حد امکان سبک طراحی می شوند، اغلب شامل گیاهانی هستند کـه بتواننـد در خـاک کـم عمق و با مراقبت و نگهداری کم رشد کنند.

۲–۷– محیط کشت

محیط کشت همان فضایی است که گیاهان در آن شروع به رشد و نمو می کنند. محیط کشـت به واسطه الزامات خاص سازه ای باید وزن کمی داشته باشد به همین دلیل نسـبت بـه خـاک معمـولی تفاوت هایی دارد. در این حالت باید از محیطی برای کشت استفاده کرد که حتی الامکان سبک بوده و وزنش حدود ۹۰۰ کیلوگرم در هر متر مکعب در حالت مرطوب باشد. یک مخلوط معمولی مرکب از یک سوم ماسه، یک سوم سنگ های متخلخل و یک سوم گیاخاک مصنوعی (ترکیبی از چوب پوسـیده و کود نباتی) محیطی مناسب را تشکیل میدهد.

۳–۷– لایه زهکش

لایه زهکش بین محیط کاشت و لایه محافظت قرار می گیرد تا آب بتواند از هر جای بام سبز به سیستم زهکش ساختمان جریان یابد . بام ها معمولامقدار زیادی آب باران را در خود نگه می دارند

Archive of SID

که موجب کاهش فشار تحمیلی بر سیستم زهکشی می شود. با این حال همیشه مقداری آب اضافی وجود دارد که باید به روش های زیر تخلیه شود:

الف- به وسیله خود بام

ب- ناودانی های مربوط به شیروانی ها

پ- آبراه و کانال آب

به منظور رعایت احتیاط باید دوکانال خروجی یا یک خروجی و محلی برای سرریز تعبیه کرد (خروجی ها باید خالی از هر گونه گیاهی باشند و این امر از طریق نصب دریچه ای در بالای آن ها برای بازرسی انجام می شود). در تراس ها می توان از یک شبکه توری تراس استفاده نمود.

انتخاب لایه زهکش مناسب، بر اساس بیشینه جریان آبی که از طریق اطلاعات بارش به دست می آید، انجام می گردد و از آنجایی که لایه زهکش محیط کاشت و گیاه را پشتیبانی می کند، مقاومت فشاری آن باید مناسب باشد . برخی از سیستم ها به سادگی لایه ای قطور از خاک انبساط یافته را به کار می برند. اما اکثر شرکت های بام سبز از یک حصیر زهکش پلاستیکی موجدار با الگوی سازه ای مشابه کارتن تخم مرغ یا Landscape Pavers استفاده می کنند. حداقل ضخامت لایه زهکش ۲۰ میلی متر می باشد، اما حصیرهای ضخیم تر می توانند یک لایه عایق اضافی را تامین کنند. لایه زهکش خود می تواند مجموعه پیچیده ای از لایه های دیگر به شرح زیر باشد:

الف- لایه صافی: Filter Layer

در بین محیط‌کشت ولایه زهکش فیلتری‌قراردارد که رطوبت را از محیط ریشه ها دور می‌کند و مانع از گندیدگی ریشه ها می شود. این فیلتر می تواند شامل یک بافت پارچه ای باشد.در سیستم های‌مدرن معمولا ازیک یا دو لایه "geo-textile" غیر بافته شده استفاده می‌شود. این فیلتر حتی می‌تواند لایه‌ای از شن و ماسه باشد و در این حالت ممکن است با لایه زهکش ترکیب شود .

ب- لایه مانع ریشه ها: Root barrier

لایه ای است که به خوبی از نفوذ ریشه ها و آسیب زدن آنها به عایق کاری و غشاء سقف جلوگیری می کند. لایه مانع ریشه ها معمولاً بیش تر در سیستم متمرکز استفاده می شود و در زیر زهکش و بلافاصله در بالای لایه waterproof یا آب بند نهایی یا عایق کاری حرارتی قرار می گیرد. این لایه معمولاً از یک پوسته پلی اتیلن تشکیل شده وبیشتر در پروژه های عمومی که

Archive of SID

ترافیک عبوری و بار سقف زیاد است و جاهایی که گیاهانی با ریشه های عمیق و ریشه های تهاجمی کاشته شده استفاده می شود.

پ- صفحه زهکش: Drain board

یک صفحه سه لایه است که لایه بالایی عمل فیلتر را انجام می دهد و آب اضافی را از قسمت ریشه‌ها دور می کند. این لایه همچنین به عنوان لایه محافظ ریشه ها عمل می کند . لایه وسطی که به شکل کاسه های مخروطی شکل است آب اضافی را از ریشه ها دریافت کرده و در خود نگه می دارد. این لایه‌به کاهش‌سرعت Run-off آب باران کمک می‌کند واز طرفی‌باعث گردش هوا و جلوگیری از گندیدگی‌محیط می‌شود. لایه‌پایینی یک‌فیلتر پارچه‌ای‌است که‌مانع از آسیب دیدن‌غشاء وعایق‌می‌شود.

۴-۷- لایه محافظت

این لایه شامل پوشش هایی است که بام و سیستم عایق کاری را از نشت کردن و نفوذ آب حفاظت می کنند. صفحه محافظ Protection Board به طور مستقیم بروی غشاء قرار می گیرد و آن را در طول عملیات اجرایی و از شکست محافظت می کند. این صفحه می تواند باریکه ای از بتن سبک، صفحه ای‌ازعایق محکم، ورقه ضخیم پلاستیکی، ورق مسی، یا ترکیبی از اینها، برحسب ویژگی های طراحی و کاربرد بام سبز باشد . برخی از سیستم های بام سبز لزوماً به صفحه محافظ احتیاجی ندارند و ممکن است از لایه مانع ریشه به جای آن استفاده شود.

۵-۷- ساختار سقف، غشاء بام یا لایه عایق کاری رطوبتی: Water Proofing

بام را از نشت کردن و چکه کردن محافظت می کنند. غشاء هم به شکل یک لایه یکپارچه ضدآب استفاده می شود و هم به شکل ورقه های بهم پیوسته. انتخاب یک غشاء مناسب بستگی به شرایط بام، هزینه و سهولت اجرا و تعمیر دارد. اخیرا برخی کارخانه ها محصولی تولید کرده اند که لایه مانع ریشه و غشاء را در یک لایه قرار داده است [۱۳].

به منظور اینکه به مرور زمان لایه خاک کیفیت مناسب خود را از دست ندهد، به هنگام تخمین حجم خاک لازم ، یک ضریب تصفیه در محاسبات وارد می شود که این عمل با اضافه کردن درصدی از خاک صورت می گیرد[۱٤].

Archive of SID

اجزای تشکیل دهنده بام های سبز را بطور کلی می توان مطابق شکل زیر نشان داد [۱۵]:





۸- آبیاری بام های سبز

آب بام های سبز از دو منبع تامین می شود:

الف- آبیاری مصنوعی

ب- آبیاری طبیعی(آب باران)

الف- در آبیاری مصنوعی باغ از دو روش استفاده می شود: روش دستی و روش اتوماتیک. روش اتوماتیک هم به دو صورت آنالوگ و دیجیتال انجام می شود که ممکن است یک ایستگاهه یا چند ایستگاهه باشد.در هر دو روش رطوبت لازم برای خاک و ریشه ها تامین میشود .

ب- از آب باران نیز برای تامین آب مورد نیاز استفاده می شود در این حالت، آب مازاد بر رطوبت خاک از طریق لایه های تصفیه کننده آب و لایه زهکش ذخیره می شود و تا دوره ای نسبتا طولانی آنرا از آبیاری مجدد بی نیاز می سازد . از سوی دیگر هر گونه آب اضافی بر روی لایه ضد رطوبت ریخته و از طریق شیب بام به بیرون انتقال می یابد .آب باران اضافی می تواند پس از تصفیه شدن در مخازنی ذخیره گردد (برای مثال در سیستم فلاش تانک سرویس ها). لایه عایق بام ساخته شده از پلی پروپیلن فشرده از انتقال هر گونه رطوبت به سقف جلوگیری می کند [۱۶].

۹- برخی گیاهان مورد استفاده در بامهای سبز

Actinidia کیوی (درختچه‌ای بالا رونده- استفاده زینتی‌دارد و از میوه آن نیز استفاده‌می گردد)

Trifoliata شبدر

Aristolochia چپقک خزری- رودباری- زاگرسی

Compsis پیچ اناری (بومی شمال آمریکاو ژاپن و چین)

Celastrus شمشاد

Clematis گیاهی چوبی و بالا رونده (شش گونه دارد از جمله سرخ - بنفش - لاجوردی)

Cotoneaster شیرخشت ۱۶ گونه درختچه ای دارد (مازندرانی- فیروزکوهی- تاجیک- کرمانی- برگ ساده- لرستانی- زاگرسی-سیاه- سکه ای- خراسانی- مومی- هرمزی- ترکمنی و...)

Fortuynia شب بو (در مناطق بیابانی هم می روید)

Hedra پاپیتال ، گونه ها و فرم های اصلاح شده زیادی از آن نیز امروزه در پارک ها- حیاط منازل و باغ های گیاه شناسی کاشته شده است (ساقه رونده دارد و بسیار بردبار و سایه پسند است)

Homulus رازک ، یک گونه علفی بالا رونده است که درشمال ایران و جنگل های ارسباران می روید

Lonicera پیچ امین الدوله، پلاخور- شونگ- شن - گل های زیبا و معطر دارد

Parthenocissus موچسب ، درختچه ای بالا رونده و همیشه سبز

Archive of SID

Vitisberlandieri انگور- مو- تاک، درختچه ای بالا رونده و میوه دار (گونه ای به نام V.Sylvestris دارد)

Polygonum auberti بند واش- علف هفت بند ، 35 گونه علفی یا بوته ای یک ساله یا چند ساله

Pyracantha شیرخشتی، در ایران یک گونه گیاه درختچه ای خودرو دارد.گیاهی است زینتی

Wisteria گلیسین، درختچه ای است بالا رونده با گل های خوشه ای بنفش یا آبی بسیار زیبا و پیش رس [۱۷].

۱۰- مزایای اثبات شده پشت‌بام سبز بر روی ساختمان‌ها



بام های سبز اثرات زیادی در اکولوژی شهر، اقتصاد جامعه و دیگر جنبه های محیط زندگی شهر نشینان دارند. این اثرات را می توان در سه گروه مزیتی به شرح زیر تقسیم نمود:

مزایای اکولوژیک [۱۸]		
۱	بهبود شرایط میکروکلیماتیک	به دلیل تولید رطوبت و ایجاد هوای خنک باعث مناسب تر شدن شرایط میکروکلیما ها می شوند
۲	کاهش آلودگی صوتی	یک پشت بام سبز گسترده انعکاس صدا را تا ۳ دسی بل کاهش و عایق بودن صوتی سقف را تا ۸ دسی بل افزایش می دهد
۳	کاهش آلودگی هوا	جذب دی اکسید کربن هوا و کاهش آلودگی هوا از طریق گیاهان. همچنین باعث جذب کننده گرد و غبار و ذرات سمی موجود در هوا می شوند

ادامه مزایای اکولوژیک [۱۸]		
٤	کاهش تاثیر جزیره های حرارتی شهر (Heat Island Effect)	باعث خنک شدن هوای شهر می‌شوند
٥	ایجاد محیط زیست برای پرندگان	پرندگان می‌توانند مناظر و چشم‌اندازهای گمشده توسط ساختمان‌ها را جبران کنند
٦	تامین فضایی سازگار و مطبوع برای کاربران ساختمان	به دلیل تبدیل بام، دیوار و پاسیو به فضای سبز
۷	امکان پرورش میوه، سبزی و گل	
۸	کاهش بار گرمایش (با افزودن توده و لایه عایق حرارتی) و سرمایش بنا (از طریق سرمایش تبخیری)	بر اساس پژوهشی که در سال ۲۰۰۵ توسط Brad Bass از دانشگاه تورنتو انجام گرفته بامهای سبز می توانند اتلاف گرمایش و مصرف انرژی را در زمستان به مقدار قابل توجهی کاهش دهند
۹	کاهش اثرات گرمایش و تغییرات آب و هوایی شهری	
۱۰	افزایش محدوده زندگی	بامهای سبز می توانند بعنوان فضای تفریح، استراحت مورد استفاده قرارگیرند
۱۱	تصفیه هوا و کاهش گاز CO_2	
۱۲	کاهش و تعدیل شدت صداها	صداهایی که تا 18 dB وارد ساختمان می شود و از آن خارج می شود به میزان 3 dB یا بیشتر
۱۳	افزایش زیستگاه حیوانات خانگی در مناطق مسکونی	
١٤	بهبود مناظر اطراف ساختمان	با فراهم کردن یک فضای سبز زیبا
١٥	بالا بردن طول عمر غشای بام	(دو یا سه بار بیشتر) با محافظت از آن در برابر اشعات UV مضر و صدمات آب و هوایی

مزایای اقتصادی [۱۹]		
۱	لایه عایق رطوبتی	از صدمات ناشی از اشعه ماورای بنفش و صدمات شیمیایی جلوگیری کرده و در برابر امواج گرما به عنوان عایق عمل می کند . این ویژگی بام های سبز طول عمر عایق رطوبتی را تا دو برابر افزایش داده و باعث صرفه جویی در هزینه ها می شود
۲	کاهش آلودگی صوتی	عایق بندی بام های سبز باعث کاهش آلودگی صوتی می شود

Archive of SID

ادامه مزایای اقتصادی [۱۹]		
۳	جاذبه زیبایی شناختی و زیبایی طبیعی	بام های سبز ارزش ساختمان را در نزد بسیاری از استفاده کنندگان و مطابق با هر سلیقه برای کاربردهای تجاری ، سازمانی و مسکونی بالا می برند
٤	افزایش ارزش ملک	پشت‌بام‌های سبز می‌توانند باعث تغییر ساختار از طریق " تبدیل یک سقف خشک و زشت به یک دارایی مناسب " شوند
۵	کاهش مصرف انرژی	در ساختمان‌های چند طبقه ۱۰ درصد و در ساختمان‌های یک طبقه ۲۰ تا ۳۰ درصد مصرف برق را کاهش میدهد
۶	افزایش عمر سقف	عمر سقف را حداقل دو برابر و اکثر اوقات تا سه برابر افزایش می‌دهد. در واقع سقف را از تشعشعات اشعه فرا بنفش خورشید حفظ می‌کند
۷	ایجاد محیط مناسب تفریحی	پشت‌بام‌های سبز یک محیط مناسب تفریحی برای مراجعه‌کنندگان و ساکنان است
۸	ایجاد فضای بیشتر کاربردی در ساختمان	از قسمت هایی که بیشتر در ساختمان تقریباً بلا استفاده می بود به بهترین نحو ممکن بهره برداری می شود
۹	کاهش اثرات منفی جریان آب	بر مبنای بیلان یکساله، حجم کل جریان آب باران را بین پنجاه تا نود درصد کاهش می‌دهد و در واقع روان آب باران را در خود نگهداری و بتدریج بسوی چاه‌ها روانه می‌کند
۱۰	خشک شدن سقف‌ها	ارتفاع یافتن گیاهان بر روی سقف موجب خشک شدن سقف می‌گردد
۱۱	کاهش دمای سقف	دمای سقف را از ۶۰ درجه سانتی گراد به ۲۵ درجه کاهش می‌دهد
۱۲	عایق حرارتی	مانعی‌برای‌خروج‌حرارت از ساختمان در زمستان و هوای خنک‌در تابستان‌است

سایر مزایا [۲۰] و [۲۱]		
۱	سلامت روانی	با به وجود آوردن محیط زیست طبیعی در فضای خشک شهری در ایجاد آرامش و سلامت جسمی و روحی ساکنین شهرها نقش عمده ای ایفا می نماید
۲	سرعت بالای اجرا و هزینه پایین	نسبت به سایر عملیات های ساختمانی پوشش سریع بام را در متراژهای بالا ممکن میسازد
۳	عدم نیاز به آبیاری و مراقبت زیاد	سیستم سقف های سبز طوری طراحی شده است که لایه زیرین آن به عنوان عایق،زهکش ومانع نفوذریشه گیاهان به بام عمل می کند .بدین ترتیب باغ بدون آبیاری می تواند تا یکماه در تابستان شاداب و پر طراوت باقی بماند و دوره نگهداری و سرکشی آن می تواند تا ۲ بار در ماه باشد. گیاهان مورد استفاده در باغ بام ها باید نسبت به خشک سالی مقاوم باشند و به نگهداری کمی احتیاج داشته باشند و قابلیت تطبیق و بازیابی خود با تغییر شرایط خاک را داشته باشند

۱۱– هزینه احداث بام سبز

یک بام سبز که به صورت اصولی طراحی و اجرا گردد با توجه به اقلیم، نوع ساختمان، سیستم مورد استفاده وگیاهانی که کاشته میشود به طور متوسط بین ۵ تا ۳۵ دلار در هر فوت مربع هزینه در

Archive of SID

برخواهدداشت [۲۲]. این‌هزینه‌درمقایسه بامزایای ذکر شده‌درجداول‌فوق نه‌تنها ارزش‌سرمایه‌گذاری دارد بلکه اثرات اقتصادی-اجتماعی آن بر زندگی شهر نشینان اجرای آن را مقرون به صرفه‌می‌نماید.

۱۲- احداث بام سبز در تهران: مطالعه موردی منطقه ۸

تهران، شهری که شاید تا چند دهه قبل کم تر کسی تصور می‌کرد که با معضل کمبود زمین مواجه شود و مسؤولانش مجبور باشند برای توسعه فضای سبز متحمل هزینه های سنگین شوند امروزه با کمبود فضا برای اجرای بسیاری از طرح های شهری به ویژه در زمینه گسترش فضای سبز مواجه شده است.

چندین سال از تصویب طرح توسعه عمودی فضای سبز در شورای شهر می‌گذرد، ولی به نظر می‌رسد این طرح برای اجرا شدن در شهر تهران با مشکلات بسیاری روبرو است. اگرچه نخستین فضای سبز عمودی شهر تهران در دهه ۷۰ بر روی ساختمان سازمان پارک‌های شهرداری ایجاد شد تا نمونه عملی برای اجرای این طرح در دیگر ساختمان‌های شهر تهران باشد، اما این طرح در همان سال‌ها مسکوت ماند. از سال ۱۳۸۵ بحث ایجاد فضای سبز عمودی در شهر تهران مجددا مطرح شد. از اواخر سال ۱۳۸٦ با پایان یافتن بخشی از پروژه بزرگ راه امام علی (ع)، نخسین فضای سبز عمودی در ساختمان های حاشیه آن به اجرا درآمد. خبرها حاکی از آن بود که این طرح‌ها در سال ۸۷ سرعت بیش تری به خود می‌گیرد، اما در آن سال فقط چند پروژه فضای سبز عمودی در پرونده کاری اداره فضای سبز جای گرفت که شاید تأثیر چندانی هم بر افزایش سرانه فضای سبز نداشت.

در حال حاضر یکی از مهم ترین پروژه های اجرای بام های سبز در منطقه ۸ تهران در دست اجرا می باشد. اجرای این طرح (که برای نخستین بار در پایتخت تجربه می‌شود) در منطقه مزبور به سرعت پی گیری شده و مسؤولان تلاش می نمایند با توسعه عمودی فضای سبز، سرانه فضای سبز را در بخشی از پایتخت بالا ببرند. طبق آماری که مسؤولان ارائه می‌دهند، مساحت فضای سبز منطقه ۸ بیش از ١٦٥ هکتار است که نسبت به جمعیت ۳۸۰ هزار نفری آن، کم تر از استانداردهای تعیین شده است. با آنکه در سال‌های اخیر تلاش‌های بسیاری انجام شده تا سرانه ٤ متر مربعی فضای سبز منطقه افزایش یابد، اما آخرین ارقام نشان می‌دهد که این عدد فقط یک درصد افزایش یافته است. کمبود زمین عمده ترین مشکل ارائه شده توسط مسؤولان میباشد. در این حالت توسعه عمودی فضای سبز در منطقه اهمیت بالایی دارد. تفاوت بافت جمعیتی و مسکونی نواحی و محله‌های منطقه ۸ شرایطی متفاوتی از نظر دسترسی ساکنان به فضاهای سبزایجاد کرده است. در ناحیه یک منطقه ۸ فضای سبز

Archive of SID

حدود ۷۱ هکتار است که اگر بر جمعیت ناحیه تقسیم کنیم سرانه فضای سبز این ناحیه ۵/٦ متر مربع می‌شود. به گفته مسئولان شهرداری، طرح توسعه عمودی نمای سبز ساختمان های این ناحیه در برنامه قرار دارد و تا سال آینده وارد مرحله اجرایی می‌شود. با این که بزرگ‌ترین بوستان منطقه در ناحیه ۲ منطقه ۸ قرار دارد، اما مساحت فضای سبز این محدوده ۵۱ هکتار است که حدود ٤۸ میدان و ۷ بوستان را در خود جای داده است و سرانه فضای سبز آن به ٤/۲ مترمربع می‌رسد. از سوی دیگر، ناحیه ۳ حدود ۳۸ هکتار فضای سبز دارد که سرانه فضای سبز آن به ۲/٤ متر مربع می‌رسد. در این ناحیه ۳٤ بوستان و چند میدان وجود دارد که بزرگ‌ترین آن میدان تسلیحات است. در این ناحیه ۷ محله وجود دارد که محله لشکر شرقی فقط با داشتن یک تکه کوچک از فضای سبز عمودی بزرگ راه امام علی(ع) کم ترین فضای سبز را دارا میباشد. همزمان طرح دیگری برای احداث بام سبز درمنطقه ۹ تهران با بهره گیری از امکانات نوین و استانداردهای مورد نیاز به مساحت ۱۵۰ متر مربع و با بهره گیری از انواع گونه های گیاهی نظیر تویا آمریکایی، لارسون پیچ، ژونی پروس ایستاده، ابلق، تاکسوس، یاس هلندی پیوندی، کف نیوزنلندی، رز ساناز و انواع گیاهان پوششی نظیر لیزوماکیا، سدم کاجی، شبدر زینتی اجرا شده است . این اقدام علاوه بر ساختمان شهرداری منطقه ۹ در نقاط دیگری نظیر دفتر بوستان المهدی، دفتر بوستان فتح، کتابخانه مهرآباد، مرکز آموزش های اجتماعی و ساختمان شهرداری ناحیه یک نیز پی گیری شده است.

در سایر مناطق با هماهنگی سازمان پارک ها و فضای سبز شهرداری تهران نسبت به نصب پانل هایی از جنس آلمینیوم و پلاستیک به منظورکاشت فضای سبز در سطوح عمودی (پس از انجام آزمایش های مورد نیاز و حصول اطمینان از عملکرد مطلوب این پانل ها) در محل های پیش بینی شده اقدام شده است [۲۳].

به هر حال توسعه عمودی فضای سبز از طرح‌هایی جدیدی است که اجرای آن ساز و کار خاصی دارد و به نظر می‌رسد مسؤولان شهری تهران در اجرای پروژه هائی در این زمینه برنامه ریزی نموده اند [۲٤].

۱۲– نتیجه گیری

همان طور که در صفحات قبل گفته شد ایجاد بامهای سبز مزایای گوناگونی دارد که محیط زیست شهری و زندگی اکولوژیک شهرنشینان و سلامت روحی، اجتماعی و اقتصادی آنان را تحت تاثیر قرار می دهد.

Archive of SID

مزایای علمی احداث بامهای سبز Green Roofs

۱- کاهش سرازیر شدن آب باران و سیلاب

۲- جلوگیری از انتشار ذرات معلق در هوا و آلودگی

۳- کاهش تاثیر جزیره حرارتی شهرها از طریق سرد کردن بخار هوای محیط

٤- فراهم آوردن محیط آرام برای پرندگان و جانوران

۵- بهبود کارآیی انرژی ساختمان ها

٦- فراهم آوردن امکانات برای کشت برخی محصولات مصرفی

رشدروزافزون ونامتعادل‌شهر تهران‌موجب افزایش روند تقاضای‌زمین برای‌احداث‌کاربری‌های گوناگون، به ویژه مسکن، شده است. در برنامه ریزی کاربری های شهری میزان سرانه ها ابزار مهمی است که می تواند در تهیه طرح های شهری ونحوه توزیع و تقسیم اراضی در شهر نقش اساسی داشته باشد. باتوجه به توسعه الگوی طرح های راهبردی و منسوخ شدن طرح های جامع سنتی، نگرش استفاده از سرانه‌های شهری تا حدود زیادی تغییر کرده است. یکی از دستاوردهای مهم این‌رویکرد جدید، اهمیت یافتن مسأله کیفیت در برابر کمیت و بها دادن به مشارکت مردمی‌است. براساس اطلاعات موجود ٦۷/۹ درصد از مساحت ۷۳۰ کیلومتر مربعی شهر تهران را اراضی ساخته شده (مسقف) با کاربری های مختلف تشکیل داده اند و مابقی مربوط به معابر و فضاهای باز می‌باشد. با توجه به جمعیت محدوده شهر تهران سرانه زمین به طور متوسط ۸۱/۹ متر مربع می باشد. بیش ترین سرانه کاربری ها مربوط به سرانه مسکونی با ۲۲ متر مربع می باشد که۲٦/۹ درصد کل اراضی ساخته شده را به خود اختصاص داده است [۲۵]. به موجب آمارهای شهرداری، مجموع مساحت پارک های این شهر در حال حاضر ۱۲۹۸/٦ هکتار می باشد. در بین مناطق شهرداری تهران،بیش ترین نسبت سطح فضای سبز به مساحت کل منطقه، در منطقه ۲۲ با ۷۷/٤۵ درصد می باشد [۲٦]. استاندارد فضای سبز تعیین شده برای هر نفر ۱۲ متر مربع می باشد که با توجه به جمعیت ۱۳ میلیون نفری کلان شهر تهران سرانه فضای سبز موجود بسیار کم تر از استاندارد است. در چنین شرایطی می توان با تشویق شهروندان به اجرای طرح بام سبز، حداقل نزدیک به یک پنجم سطح شهر تهران را به فضای سبز تبدیل کرد و میزان آلودگی هوا را نیز به میزان محسوسی کاهش داد.

Archive of SID

منابع و مآخذ

[1] www.report.aruna.ir/archives/2006/Aug/22/842.php

[2]www.topcity.parsiblog.com/-468246.htm

[3] www.naturalarchitecture.blogspot.com/

[4] www.civilica.com/Paper-NCEUED01-NCEUED01_125.html

[5] www.report.aruna.ir/archives/2006/Aug/22/842.php

[6] www.daneshju.ir/forum/f616/t20357.html

[7] www.greenroof.ir/index.php?option=com_content&task=view&id=26&Itemid

[8] www.manzelmag.com/main/no14/home-architecture-/254-green-.html

[9] www.topcity.parsiblog.com/-468246.htm

[10] www.greenroof.ir/index.php?option=com

[11] www.dardastras.com/forums/architecture-architect-memari/aandr-waad-baam-sbz/?wap2

[12] www.greenroof.ir

[13] www.memarejavan1386.blogfa.com/post-83.aspx

[14] www.zinco-greenroof.com

[15]www.greenroof.ir/index.php?option=com_content&task=view&id=28&Itemid=55

[16] www.naturalarchitecture.blogspot.com/

[17]www.greenroof.ir/index.php?option=com_content&task=view&id=62&Itemid=1

[18] www.calhoun.org

[19] www.irandrd.com/tabid/63/Default.aspx

[20] www.greenroof.ir/index.php?option=com_content&task=view&id=34&Itemid=44

[21] www.daneshju.ir/forum/f616/t20357.html

[22] www.naturalheritage.blogfa.com/post-9.aspx

[23] www.aryanews.com/Lct/fa-ir/News/20091102/

[24] www.hamshahrionline.ir/News/?id=102607

[25]rpc.tehran.ir/Default.aspx?tabid=7921&ctl=Details&mid=15972&ItemID=12283 -IR

[26] www.architects.ir/UserFiles/File/File_534_1.pdf

Archive of SID