



مرکز امینش سبز - کاربردی  
گروه بین‌المللی راه‌شهر (کوپریک بیان)

## بام سبز در طراحی مطرپايدار

● نشریه شماره ۱۴۷، پاییز ۱۳۹۳



RAH SHAHR  
International Group  
گروه بین‌المللی راه‌شهر



یکصد و چهل و هفتادمین نشریه علمی، فنی و مهندسی  
آدرس و بیانیت نشریات

<http://bulletins.rahshahr.com>

## په ناهه هداؤند جان و خرد

آدرس: تهران، خیابان آفریقا، نرسیده به  
چهارراه جهان کودک، کوچه سپر غربی، پلاک  
کدبستی: ۱۵۱۸۶۴۳۳۳۵

[info@rahshahr.com](mailto:info@rahshahr.com)  
[www.rahshahr.com](http://www.rahshahr.com)

تلفن: ۸۸۷۸۲۲۰۰۰  
دورنگار: ۸۸۲۰۲۶۹۳

شماره سند: ۰۱ ۰۹۶۵۳ O PB ۰۱۴۷ ۰۰

## فهرست

۴	• مقدمه
۶	• معرف کلی
۱۰	• تعریفها
۱۳	• انواع سیستمهای بام سبز
۱۴	• لایه‌ها و اجزای بام‌های سبز
۲۲	• عوامل خاص
۲۴	• مزایای بام‌های سبز
۲۸	• طراحی پایدار
۲۹	• مدیریت انرژی و طراحی محیطی
۳۲	• فرآیند طراحی بام‌های سبز



ناشر

مرکز آموزش علمی- کاربردی  
گروه بین‌المللی رمثیر (کوییک بیلد)

ترجمه:  
پرتو کشکولی

ویرایش:  
فرهاد مالکی

امور هنری  
آوا ذاکری فردی

## سخنی با خوانندگان

یکی از ارکان مهم طراحی پایدار، بهره‌گیری هرچه بیشتر از عنصر طبیعی است. بام ساختمان‌ها فرصت بسیار خوبی را در اختیار طراحان قرار می‌دهد تا با استفاده از عنصر طبیعی، آنها را از یک فضای خشک و فراموش شده به فضایی پویا و سرشار از سیستم‌های زنده تبدیل کنند. پیدایش بام سبز بخشی از تغییر و تحول دنیای سبز است که تازه در مسیر آن قرار گرفته‌ایم. حرکت به سوی نوع جدیدی از «معماری زنده» و تجدیدپذیر که در آن اجزای ساختمانی بی‌جان و غیرآلی با سیستم‌های زنده و تجدیدپذیری که تنفس می‌کنند، جایگزین می‌شوند. طراحی موفق و بهینه باهمهای سبز مستلزم تلاش مشترک و همکاری معمaran، طراحان منظر، پیمانکاران، نقشه‌کش‌ها، متخصصان فضای سبز، بوم‌شناسان، مهندسان و باغبانان است.

با بهره‌گیری از ایده‌ی بام سبز، تبدیل محیط‌های ناسالم، پراسترس و بیش از حد گرم شهرهای ما به جوامعی سالم و پایدار، کاملاً ممکن و آسان خواهد شد. هر یک از باهمها و دیوارهای شهر ما این پتانسیل را دارد که تغییر شکل یافته و با کاربری جدید برای کمک به زندگی شهری بهتر به کار گرفته شوند. افزون بر این، باهمهای سبز مزایای متعدد دیگری نیز به همراه دارند که از جمله آن‌ها می‌توان به جلوگیری از آلودگی رودها و دریاهای توسط فاضلاب سطحی، کاهش آلودگی، بهینه‌سازی سیستم‌های تهویه، کل夫ش مصرف انرژی، فراهم نمودن محیط مناسب برای پرورش گونه‌های مختلف گیاهی، کاهش مخالفت جوامع با پروژه‌های ساختمانی و ایجاد زیبایی پایداری و افزایش فضای سبز اشاره کرد.

این مجموعه (که در قالب سه نشریه از کتاب «بام سبز» نوشته استیون پک<sup>۱</sup> استخراج شده است) با هدف آشنا کردن فعالان حوزه‌ی طراحی با باهمهای سبز، پتانسیل‌های این صنعت و روش‌های استفاده از آن در طراحی ساختمان‌ها، طراحی منظر و طراحی شهری ترجمه شده است. این کتاب از شش فصل تشکیل شده است و هدف اصلی آن آشنا کردن مخاطب به صورت گام به گام و با زیان ساده با صنعت بام سبز است. چندین تموثه موردي از پروژه‌های موجود در این زمینه معرفی شده‌اند. در بخش اول (نشریه شماره ۱۴۷)، اصول اولیه‌ی بام سبز و فریند طراحی آن بیان شده است، در بخش دوم، مصالح و روش‌های ساخت بام سبز توضیح داده شده است و در بخش آخر، نمونه‌های موردي از کاربرد باهمهای سبز در اروپا و امریکای شمالی معرفی و سیر حرکت باهمهای سبز در آینده بیان شده‌اند. لازم به ذکر است که در انتخاب نمونه‌های موردي، سعی شده است نمونه‌ای انتخاب شوند که حاوی درس‌ها و نکته‌های جدیدی برای خواننده باشند، پروژه‌یی با کاربری‌ها، فرمها و شرایط متفاوت، تا به طراحان اعلام شود که به کار گیری بام سبز، ویژه‌ی بنایی با شرایط و کاربری‌های خاص نیست، و بام هر ساختمانی را می‌توان با پیاده‌سازی صحیح بام سبز به فضایی زنده تبدیل کرد.

از آنجا که گروه بین‌المللی شهر در راستای اهداف تعیین شده سازمانی، خود را موظف می‌داند که همواره در جهت توسعه پایدار و حفظ محیط زیست تلاش کند و شعار سازمانی «طراحی سازگار با محیط زیست» را انتخاب کرده است، لذا در جهت آگاهی‌رسانی به هموطنان، اقدام به ترجمه کتاب «بام سبز» نموده است که این ترجمه در قالب سه نشریه برای اطلاع و استفاده همه عزیزان منتشر می‌شود. باشد که با دقت و رعایت توصیه‌های مفید ارائه شده در این مجموعه بتولیم از محیط زیستی سالم

پرخوردار باشیم

گروه بین‌المللی شهر

## ۴۰۱ مقدمه

که تنها ظرف چند سال می‌توان به آن دست یافت. شرکت «گرین روفر هلتی سیتیز» مساحت بام‌های سبزی را که هر سال در هر شهر تکمیل شده و به مرحله بهره‌برداری می‌رسند را دنبال کرده و آمار مربوطه را هر ساله منتشر می‌کند. این شرکت دولتها را تشویق می‌کند تا با سرمایه‌گذاری مستقیم یا غیرمستقیم از مرحله ساخت تا بهره‌برداری بام‌های سبز، حمایت کنند.

در صورتی که در ۲۰ سال آتی برای توسعه گستردگی زیرساخت‌های بام سبز سرمایه‌گذاری کنیم، می‌توانیم از نتایج مثبت و فوق العاده این اقدام به خوبی بهره‌مند شویم. سبز ساختن پشت‌بام خانه‌های مزایای زیرساخت‌های متعددی به همراه دارد که می‌تواند به حل مشکلات موجود که سلامت شهرها را تهدید می‌کنند و هر سال میلیاردها دلار از سرمایه عمومی را صرف آن‌ها می‌کنیم، کمک کند. هر سال در پی گرمه‌تر شدن هوا در تابستان‌ها و بروز پدیده جزیره گرمایی شهری، سیستم‌های تهویه ساعات بیشتری از شباهروز مورد استفاده قرار می‌گیرند. بام‌های سبز می‌توانند با کاهش جذب گرما، به طرز قابل توجهی میزان مصرف انرژی در داخل ساختمان را کاهش داده و در عین حال، با خنک کردن ساختمان‌های اطراف مانند یک دستگاه تهویه هوای خارجی عمل کنند. بام‌های سبز در کنار راهکارهای دیگری مانند کاشت گسترده درختان در دو طرف خیابان‌ها و به کارگیری سطوح بازتابنده نور در سطح پیاده‌روها، به خنک کردن کل شهر کمک می‌کنند. در فصل تابستان، به ازای هر ۱۷ درجه سانتی‌گراد کاهش دمای ۴ درصد از میزان تقاضا برای مصرف برق در ساعات اوج مصرف کلسته می‌شوده در نتیجه، دهها میلیون دلار در هزینه لازم برای تولید انرژی، صرفه‌جویی شده

پشت‌بام‌های خشک و بدون گیاه شهرهای ما به عنوان «آخرین سرحد شهری» شناخته می‌شوند. این نوشتار بخavo بارزی نشان می‌دهد که فناوری بام سبز، مجموعه‌ای پایان، متنوع و هیجان‌انگیزی از فرصت‌های جدید را برای طراحی در اختیار طراحان خلاق قرار می‌دهد تا بتولید هزاران کیلومتر فضای بلاستفاده بر روی بام ساختمان‌ها را احیا کنند. «مالکولم ولز»!<sup>۱</sup>، معمار خلاق، روپاپرداز و آینده‌گری که ایده ساختمان‌های مقاوم، بام‌های سبز و دیوارهای سبز را در نیمه دوم قرن بیستم مطرح کرد، در کتاب «احیای آمریکا: معرفی روش‌های ساخت پهینه‌تر»<sup>۲</sup> نوشت: «نحوه نگرش ما به معماری اشتباہ و یک‌جانبه استه آن‌چه را که می‌بینیم تنها حقیقتی محدود در اطراف ما است. برای در ک ماهیت اصلی و حقیقت ذاتی معماری باید از زاویه‌ای دیگر به آن نگاه کنیم. آن زمان است که همیشه می‌توان زمین (سطح) مرده‌ای را دید».

سلط و نفوذ «معماری زنده»<sup>۳</sup> به عنوان محور و الگوی اصلی در قرن بیست و یکم مستلزم آن است که به پشت‌بام‌ها تنها به عنوان فضاهایی بی‌حاصل و فرستی از دست رفته نگاه نکنیم، بلکه روشی چند رشته‌ای و کل نگرتر را در طراحی و ساخت آن‌ها به کار بندیم. به عنوان نمونه، بام‌های سبز طراحی شده توسط شرکت «گرین روفر هلتی سیتیز»<sup>۴</sup> که تا به حال برنده جوایز متعددی شده‌اند، نتیجه تلاش مشترک، تشریک مساعی و مطالعات میان‌رشته‌ای بوده‌اند.

به اعتقاد کارشناسان، می‌توان خیلی سریع و تنها با گنشت یک نسل به این هدف دست یافت. شهر شیکاگو با داشتن مساحتی بیش از ۲۷۸۰۰ متر مربع بام سبز و پارک فوق العاده «میلنیوم»<sup>۵</sup>، نمونه بسیار خوبی از محیط شاخص و سالمی است

1- Malcolm Wells

2- Recovering America: A More Gentle Way to Build

3- Green Roofs for Healthy Cities

4- Millennium Park

متنوع و در حال تغییر و در عین حال مزایای بیشمار این هنر زنده که به عنوان جاذبه‌ای قوی بر روی بام بسیاری از ساختمان‌ها به چشم می‌خورد، آشنا می‌شود. می‌توان به جای تخریب محیط شهری خود با ارتقای سطح آن و به کارگیری بالاترین استانداردهای طراحی، از هر سوتی‌تر مربع فضای موجود در شهر، حداکثر استفاده بهینه را به عمل آورد.

تغییر و تحولات گسترده در بهره‌برداری از روش‌های تجدیدپذیر و سازگار با محیط‌زیست هر روز بیش از پیش در معماری ساختمان‌ها و زیرساخت‌های معماري مطرح می‌شوند. شما نیز می‌توانید عامل موثری در این تحول عظیم باشید. این نوشتار به وضوح نشان می‌دهد ما این قدرت را داریم که در مورد جهانی که می‌خواهیم پس از خود برای فرزندانمان بر جای گذاریم، تصمیم‌گیری کنیم. نمونه‌های ارائه شده در صفحات مختلف این نشریه نشان می‌دهند افراد خوش ذوق و آینده‌نگر در صدد تغییر وضعیت کنونی جهان و دستیابی به محیطی سالم و عاری از آلودگی، هستند. بام ساختمان‌ها صفحه نقلشی قرن حاضرند و منتظر مشارکت فعال کسانی هستند که مایل‌اند در طراحی تجدیدپذیر شهرها نقش پررنگی بر عهده داشته باشند.

هدف این نشریه فراهم آوردن اطلاعات لسلی و اولیه درباره بام‌های سبز است - که یکی از عناصر بالقوه مهم و قابل توجه در منظرسازی پایدار به شمار می‌آید. این اطلاعات می‌توانند منبع مفیدی برای متخصصان طراحی، کارورزان، دانشجویان و افراد علاقمندی بلشند که تمایل دارند با این فناوری رو به رشد آشنا شوند: بام سبز چیست و چگونه عمل می‌کند؟ چگونه می‌توان از این بام‌ها در معماری مدرن، طراحی منظر و پروژه‌های طراحی شهری استفاده کرد؟ فرآیندی که یک طراح یا کارفرما به کمک آن می‌تواند با موفقیت این نوع بام را در ساختمان نصب کند، چیست؟

و غلظت مددود و ذرات معلقی که وارد ریه‌های ما می‌شوند، به نحو قابل توجهی کاهش می‌یابند. در پژوهشی که توسط محققان دلشگاه «ریرسون»<sup>۱</sup> در تورنتو انجام شد، مشخص شد بهره‌گیری از تنها ۸ درصد از مساحت بام‌های سبز گستردۀ می‌تواند منجر به ۳۰۰ میلیون دلار صرفه‌جویی در سال شود که بخش عمده‌ای از این رقم ناشی از بهینه‌سازی مصرف انرژی و بهبود سیستم مدیریت فاضلاب‌های سطحی است. لازم به ذکر است که مدیریت فاضلاب‌های سطحی نیز می‌تواند سالانه ۴ میلیون دلار صرفه‌جویی غیرمستقیم به همراه داشته باشد (زیرا در این صورت طول عمر سواحل بیشتر شده و مدت بیشتری در سال قابل استفاده‌اند و در ضمن، از تبعات منفی فاضلاب‌های سطحی در امان می‌مانند).

یکی از اصول اساسی «معماری زنده» این است که ساختمان‌ها باید در طول عمر مفیدشان بازدهی مطلوبی برای محیط شهری داشته باشند و مزایای آنها بیش از معاییشان باشند. بام‌های سبز و پتانسیل‌های موجود در آن‌ها به خوبی با این ایده مطبلقت دارند. شهرهایی را مجسم کنید که در آن‌ها هر روز تمام ساختمان‌ها در تمیز کردن آب و هوا نقش داشته باشند؛ ساختمان‌های جدید در تولید انرژی سبز و پاک سهیم بلشنده؛ غذای محلی آبی و سالم فراهم باشند و فعالیت‌های تفریحی لذتبخش در مسترس ساکنان شهر باشند و محیط طبیعی مناسبی برای گونه‌های مختلف گیاهان و جانوران فراهم شود، گونه‌هایی که به سرعت با ساخت هر سازه جدید شهری در حال کمیاب شدن هستند. دستیابی به تملیع این موارد با به کارگیری فناوری بام سبز ممکن نست زیرا مزایای آن از هر جزء دیگر ساختمان بیشتر است.

در این نشریه با نمونه‌هایی از زمینه‌های بازی بچه‌ها، بوستان مدارس، زمین‌های بولینگ روی چمن، محل نگهداری انواع پرنده‌گان و پرولئمه‌ها، فضاهای سبز عمومی و کاربردهای

## مرور کلی

این بامها لست. در بخش اول، انواع بامهای سبز تعریف و معرفی می‌شوند و تلاش می‌شود با ارائه توضیحات مناسبه فضای کلی طرح‌هایی که در بخش‌های بعدی مطالعه می‌شوند، ترسیم شود.

### ۱- بام سبز کم‌عمق و عمیق، بستر کشت<sup>۱</sup> و محیط‌رشد<sup>۲</sup>

«بامهای سبز» بامهایی هستند که در آن‌ها فضایی برای رشد گیاهان طراحی می‌شود. این بامها نوع مختلفی دارند. بعضی به شکل روکش‌هایی از گیاهان یک‌دست و با ضخامت یکسان هستند؛ این روکش‌ها را می‌توان روی سطح وسیعی از بامهای سطحی یا شیبدار قرار داد. گاهی ممکن لست به دلیل طراحی خاص یا قابلیت محدود آن‌ها در تحمل بلر، راه رفتن رویین نوع بامها مجاز و میسر نباشد. بامهای سبز کوچک<sup>۳</sup> معمولاً جزو این گروه از بامها قرار می‌گیرند. محیط رشد این بامها ضخامت کمی (حدود ۲/۵ تا ۱۵/۲ سانتی‌متر) دارد و معمولاً از مواد غیرآلی<sup>۴</sup> تشکیل می‌شود. تعریفهای اریخته‌دهد در این کتاب از یک کتاب آلمانی به نام «دستورالعمل برنامه‌ریزی، اجرا و نگهداری بامهای سبز»<sup>۵</sup> گرفته شده است. در اروپا تقریباً درباره‌ی تمام اجزاء بامهای سبز مدرن آزمایش‌هایی تجام شده و استانداردهای لازم برای طراحی آن‌ها تعیین شده لست. ین استانداردها شامل مواد و مصالح لازم برای ساخت و عایق‌کاری<sup>۶</sup> بام، محیط رشد و نوع گیاهان قابل کاشت لست.

در حوزه‌ی بامهای سبز لستفاده از عبارت «بستر کشت»<sup>۷</sup> به جای «خاک»<sup>۸</sup> یا «خاک سطحی»<sup>۹</sup> به عنوان جزء اصلی

در کتاب بام سبز که در قالب سه نشریه تهیه شده، اصطلاحات اولیه و لسلی برای آگاهی خواننده با اصول اولیه و الفبای این فناوری ارائه می‌شوند. کلیه تعاریف و اصطلاحات این مجموعه از منابع منتشر شده و کارشناسان خبره‌ی بام سبز در اروپا و آمریکای شمالی گردآوری شده‌اند. از آن‌جا که از دیرباز کشورهای دو سوی اقیانوس اطلس (کشورهای اروپایی و آمریکا) در حوزه‌های هنر، فرهنگ طراحی و سیاست با یکدیگر اختلاف نظر داشته‌اند در مورد جنبه‌های مختلف طراحی بام سبز نیز اتفاق نظر وجود ندارد. در برخی قسمت‌های این نشریه به تفاوت‌های طراحی بام سبز در اروپا اشاره شده لست ولی بطور کلی تمرکز اصلی بر پژوهش‌هایی است که در آمریکای شمالی تجام شده‌اند. همگام با ادامه تحقیقات و اجرا و نصب پژوهش‌های بیشتر در آمریکای شمالی، بدون شک تخصص و مهارت طراحان بامهای سبز در این سوی اقیانوس اطلس تکامل یافته و برخی مسئله‌ی مورد بحث و اختلاف نظر بین گروه‌های مختلف دانشمندان، طراحان و نصیلان (در هر موقعیت جغرافیایی ای که قرار دارند)، حل و برطرف می‌شوند.

شایان ذکر است که تمام تصاویر، عکس‌ها و نمونه‌های ذکر شده در این کتاب که منبعی در کنار آن‌ها ذکر نشده لست، توسط مولف گردآوری و ارائه شده‌اند.

### ۱) بخش اول: مرور کلی

هدف اصلی این بخش آشنایی با انواع مختلف بامهای سبز، اصطلاحات مربوط به آن‌ها و رویکردهای مختلف در طراحی و نصب

1- Substrate

2- Growing medium

3- Extensive Green Roofs

4- Nonorganic

5- Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.v

6- Water Proofing

7- Substrate

8- Soil

9- Topsoil

که به آن سیستم تکلایه‌ای بام سبز می‌گویند استفاده می‌شود. این سیستمهای تنها شامل یک لایه‌ی محافظه است که بین بستر کشت و لایه‌ی تشکیل‌دهنده‌ی کف بام قرار می‌گیرد. مطالعات نشان داده است که اگر عمق کل لایه درین سیستمها کافی بشود به اندازه‌ی سیستم‌های چندلایه برای رشد گیلهان و نیازهای زیستمحیطی، کارآیی دارند.



تصویر ۱: بام سبز که عمق، در مرکز کنترل کیفیت آب، شهر بورتون، پیالت لورگان<sup>۱</sup>. مساحت این بام سبز سازگار با محیط‌زیست ۷۶۱/۸ مترمربع است. این بام دارای شیب شمالی و سطح انبوشیده از قیر (با نسبت ۱ به ۶) است. عمق محیط رشد این بام ۷/۶ تا ۱۰/۲ سانتی‌متر است.

ممولاً در بام‌های که عمق از گیلهان چندساله که ارتفاع آن‌ها از حد مشخصی فراتر نمی‌رود استفاده می‌شود. این گیاهان باید مقاومت لازم برای تحمل شرایط آب‌وهواهای متغیر را داشته باشند و بتوانند خود را با تغییرات محیط، آب‌وهوا یا خرد (قلیم<sup>۲</sup>) بام وفق دهند. با دوام‌ترین بام‌های سبز که عمق، بام‌هایی هستند با ترکیبی از گیاهان متنوع که می‌توانند در خاکهای که عمق دوام بیاورند و تحمل شرایط سخت را داشته باشند؛ این بام‌ها نیاز به مراقبت چندانی ندارند. در مناطق با آب‌وهواهای معتمد، رایج‌ترین

تشکیل‌دهنده‌ی محیط رشد رایج است. دلیلین نام‌گذاری آن است که این جزء معمولاً از مواد غیرآلی تشکیل می‌شود. این مواد از منطقه هم‌جوار تهیه می‌شوند و با گذشت زمان تجزیه نمی‌شوند و به همین دلیل، نیازمند تعویض نیستند. در نشریه حاضر نیز از عبارت «بستر کشت» برای لشاره به مواد اولیه اصلی محیط رشد، که عموماً مواد غیرآلی هستند استفاده شده است. بر اساس دستورالعمل‌های موجود در ترکیب تشکیل‌دهنده‌ی بستر کشت ممکن است درصد کمی مواد آلی، مغذی<sup>۳</sup> و مواد دیگر برای آمدۀ‌سازی محیط رشد نهادی به کار رود.

در برخی بام‌های سبز لایه‌ی بلاپی، که در واقع همان محیط رشد گیلهان است و لایه‌ی زیرین آن که کلماً غیرآلی است و در موادری وظیفه‌ی هدایت پساب را بر عهده دارد، از یکدیگر متفاوت هستند ولی با این حال برای لشاره به هر دو از واژه لایه استفاده می‌شود. بنابراین در این نشریه نیز در تمدادی از طرح‌ها که وضعیت مشابهی دارند از واژه «لایه» برای لشاره به هر یک از این دو لایه استفاده شده است. در نتیجه «لایه» هم‌به لایه‌های زیر سطح لشاره دارد و هم‌به محیطی که گیلهان روی آن زندگی و رشد می‌کنند. در برخی طرح‌های نشریه (که مربوط به اروپا هستند) واژه «لایه» به کل فضای بین کف اصلی بام تا سطح رشد اشاره می‌کند و با توجه به متن می‌توان به منظور آن پی برد. لایه‌های دیگری را نیز می‌توان زیر محیط رشد نصب کرد. وظیفه‌ی بن لایه‌ها جلوگیری از شسته شدن ذرات ریز خ.ک و جذب و هدایت پساب‌های بلان به سیستم جمع آوری سیلابه یا سیستم ذخیره‌ی آب برای استفاده مجدد است. علاوه بر این، لایه‌های دیگری نیز برای عایق‌بندی و محافظت از بام طراحی می‌شوند. آخرین لایه (لایه‌ی زیرین) نیز همان سطح بام است. در کشورهایی مانند آلمان، سوییس و اتریش که بازار ثابت و معینی برای بام سبز وجود دارد معمولاً از سیستم‌های ساده‌ای

- 1- Nutrients
- 2- Beaverton, Oregon
- 3- Microclimate

## مرور کلی

گیاهان با مهای عمیق ساده نیز می‌شوند با مهای سبز که عمق،  
گیاهان سازگار با محیط و چندساله هستند.

عمر محیط رشد در با مهای سبز عمیق ساده بین ۷/۶ تا  
۱۵/۲ اسلتی متر است در حالی که عمق با مهای سبز عمیق بین  
۱۰/۲ تا ۱۲/۷ اسلتی متر است در آمریکای شمالی اصطلاح «بام  
سبز عمیق» بسیار متداول است اما اصطلاح «بام سبز عمیق  
садه» پندرت به کار می‌رود و به جای آن از اصطلاح «بام سبز  
نیمه عمیق» لسته استفاده می‌شود.



تصویر ۲: این بام سبز عمیق توسط مدیسون گاکس دیزاین<sup>۳</sup> طراحی شده  
و قسمتی از یک بالغچه بلند در شهر نیویورک است این بالغچه در دل  
یک محیط شهری، فضایی نجف و دلنشیز ایجاد کرده است.

این گیلهان از خانواده سدومها<sup>۱</sup> هستند اما می‌توان از گیاهان  
علفی<sup>۲</sup> دیگر نیز لسته کرد این گیلهان نیز مقاومت بالایی دارند  
اما با توجه به نوع بام سبز و اهداف طرح ممکن است به اندکی  
مرقبیت نیاز داشته باشند.

می‌توان در با مهای سبز<sup>۴</sup> که محیط‌شان کاملاً بازسازی شده  
است گیاهانی کلشت که طول ریشه‌ی آنها و عمق نفوذشان  
متغیر است با مهای سبز عمیق<sup>۵</sup> با مهایی هستند که ضخامت  
محیط رشد آنها به مراتب بیشتر از با مهای کم عمق و حدود  
۱۵ اسلتی متر است در این نوع با مهله سازه‌ی بام به گونه‌ای  
طراحی می‌شود که قابلیت تحمل وزن لایه‌های مختلف بام را  
داشته باشد و تردد نسلان نیز روی آنها میسر است محیط رشد  
این با مهای ترکیبی از خاکهای سطحی سیک مشکل از مواد  
آلی و غیرآلی است گیاهان با مهای عمیق به دلیل آنکه از لخلخ  
ارتفاع و رشد ریشه با محدودیت کمتری مواجه هستند نسبت  
به گیاهان با مهای کم عمق از تنوع بیشتری برخوردار هستند.  
در صورتی که سازه‌ی بام استحکام کافی داشته باشند می‌توان از  
درخت گلستان آبنمای گلخانه یا مجسمه نیز لسته کرد این  
نوع با مهای سبز به تعمیر و نگهداری فراوانی نیاز دارد بالغچه‌های  
ستی طراحی شده روی با مهای دارای پیشادره نیمکت گلخانه  
و گلستان هستند نمونه‌ای از با مهای سبز عمیق پوشیده می‌آیند.  
در کتاب دستور العمل برنامه‌ریزی اجراء و نگهداری بالغچه‌های  
سبز، با مهای سبز عمیق در اروپا به دو دسته تقسیم می‌شوند:  
با مهایی که طراحی آنها مشابه پارکها و بالغچه‌های روی سطح  
زمین است و برای استفاده عموم طراحی می‌شوند این با مهله  
با مهای سبز عمیق نمایده می‌شوند با مهایی که از با مهای کم عمق  
کمی پیش‌رفته‌اند اما طراحی پیچیده‌ای ندارند و برای استفاده  
عموم طراحی نمایده با مهای سبز عمیق ساده نمایده شده‌اند.

1- Sedum mixture

2- Herbaceous

3- Intensive

4- Madison Cox Design

## مروزگانی

با هدف (۱) لستندر دسازی تعریف شده (۲) طراحی آزمایش‌هایی که امکان بررسی ویژگی‌های تعیین‌کننده‌ی (وزن، تراولی و حفظ رطوبت) بستر این بام‌ها را فراهم می‌کنند و (۳) ارایه راهکار به طراحان، تهیه می‌شوند و از سوی دیگر، میان پژوهش‌گران و طراحان اروپایی و آمریکایی نوعی پل ارتباطی پیجاد می‌کنند. در آمریکای شمالی، مقررات مربوط به احداث بام‌های سبز نیز رفته رفته به قولیین برنامه‌ریزی و منطقه‌بندی شهری اضافه شده‌اند. برای مثال در شهر پورتلند پالات اورگان<sup>۳</sup> هدف از ایجاد این مقررات، حفاظت و حمایت از تخریزی ماهی‌های قزل‌آلار در رودخانه و بلامت<sup>۴</sup> استه زیرا که پس از باران‌های سنگین، حجم زیادی از سرریز سیلان‌ها از سلمانه‌های پساب شهری و آبهای سطحی وارد رودخانه شده و موجب کم شدن اکسیژن آب رودخانه و در نتیجه به خطر افتادن حیات ماهی‌ها می‌شود. دالی<sup>۵</sup> شهردار شهر شیکاگو در سفری که به شهرهای اروپا داشت به بام‌های سبز علاقه‌مند شد و تصمیم گرفت مقرراتی برای آنها در شهر خود وضع کند. در حال حاضر، شهر شیکاگو از جمله شهرهای پیشتاز در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌های مربوط به بام‌های سبز در میان شهرهای آمریکای شمالی است. در این شهر حدود ۷۰۰،۲۷۸ مترمربع بام سبز احداث شده است. شهرهای ولشتگتن دی. سی.، مینیپلیس، تورنتو، مونترال، ونکوور و وینیپگ همگی در حال وضع قولیین و مقررات حمایتی برای گسترش زمینه ساخت و ایجاد زیرساخت‌های مربوط به بام‌های سبز هستند. در شهر نیویورک دستور العمل هلبی در حال شکل‌گیری است که عملیات پیچیده‌ی دریافت پروانه ساخت بام‌های سبز را آسان می‌کند.

بام سبز نیمه عمیق، بلی است که عمق ۲۵ درصد از محیط رشد آن ۱۵/۲ متر یا بیشتر است. بن اصطلاح برای بام‌های سبزی مناسب است که ویژگی‌هایی از هر دو نوع بام کم عمق و عمیق را دارند و لی به دلیل عمق و نوع گیاهانی که در آن‌ها به کار می‌رود دقیقاً در هیچ یک از این دو گروه قرار نمی‌گیرند. جدول ۱ توضیح دقیق‌تری در این باره اریه می‌دهد.

جدول ۱: مشخصات بام‌های سبز، عمیق و کم عمق

ویژگی	کم عمق	تیمه عمیق	عمیق	عمق مواد
دسترسی	محمولاً غیرقابل دسترسی	محمولاً کاملاً قابل دسترسی	از ۱۵/۲ تا ۲۵ متر	حداکثر ۱۵/۲ متر
هزینه	کم	کم	۲۵ درصد آن حداقل از ۱۵/۲ متر	عمر مواد
اعیانشده از آب	۵۰ تا ۷۰ کیلوگرم بر مترمربع	۲۴۴ تا ۲۶۴ کیلوگرم بر مترمربع	متغیر	متغیر
نوع گیاهی	کم	کم	بیشترین حد	بیشتر
تمثیر و نگهداری	حداقل	متغیر	متغیر	متغیر، ولی ممکن
	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد

اگرچه لستندردهای اروپایی بام سبز بسیار دقیق هستند، لاما به دلیل وجود تفاوت‌های آب‌وهویی فراوان، کشور آمریکا نیز مطالعات و بررسی‌هایی بر روی مواد مورد لستفاده در بام‌های سبز نجات داده است. نجمن آمریکایی آزمایش مواد<sup>۶</sup> پنج روش و دستورالعمل برای طراحی بام‌های سبز منتشر کرده است و در حال تدوین لستندردهای دیگری نیز هست. این دستورالعمل‌ها

1- American Society for Testing Materials  
2- Portland, Oregon  
3- Willamette  
4- Daley

## تعريفها

تاثیر آن بر حاصل خیزی خاک است. ساخت و سازهای بی رویه در این منطقه موجب از بین رفتن زیستگاه‌های برخی گونه‌های گیاهی و جلوری در معرض خطر شده بود. استیون پک<sup>7</sup> اولین فردی بود که عبارت «زیرساخت‌های بام سبز»<sup>8</sup> را مطرح ساخت و به مزایای فراوانی که اجرای گسترده‌ی باهم‌های سبز برای زیرساخت‌های عمومی کشور دارد اشاره کرد. همه‌یین اصطلاحات، بام سبز، اکورووف، بیورووف یا بام قهوه‌ای از مفهوم یکسانی پیروی می‌کنند و آن ساخت محیطی پویا و زنده از گیاهان بر بام ساختمانها است.

گونه‌ای از باهم‌های سبز به نام «دیوارهای زنده» یا «باغهای عمودی» در آمریکای شمالی شکل گرفته است که در آن از فن آوری ساخت باهم‌های سبز در دیوارها و نمای ساختمان لستفاده می‌شود. اگرچه کاشت و پرورش رُز و گیاهان رونده‌ی مقاوم<sup>9</sup> بر روی دیواره، از دیرباز رایج بوده است اما مزایای زیستمحیطی آن به تازگی روشن شده است. از جمله‌ین مزیت‌هایی توان به ایجاد عیق حرارتی در تابستان و زمستان، کاهش گرد و غبار و گیر کردن آلاینده‌ها در میان شاخ و برگ گیاهان اشاره کرد. امروزه برای بهره‌وری بهینه از چنین طرح‌هایی، روش‌های خاصی در حال شکل‌گیری است. برای ساخت شبکه‌ی نگهداری و رشد گیاهان این دیوارها می‌توان از فولاد ضدزنگ، پلاستیک‌های بادوام و سایر موادی که به تازگی وارد بازار شده‌اند لستفاده کرد. چوب به دلیل طول عمر کوتاه‌اش برای این کار مناسب نیست و تعویض آن با مواد دیگر نیز پس از رشد کامل گیاهان بسیار دشوار است. یک گیاپشناس

### ۱-۲- تعريفها: بام سبز، بوم بام (اکورووف)، بام زنده (بایورووف)، بام قهوه‌ای، زیرساخت‌های باهم‌های سبز، دیوارهای زنده

می‌توان گفت که اصطلاح بام سبز اصطلاح چندان دقیق نیست، زیرا این ذهنیت را ایجاد می‌کند که این باهم‌ها همیشه باید سبز باشند، در حالی که گیاهان رویین باهم‌ها (از نوع کوهعمق یا عمیق) چه از خلوادی سدمهم‌ها، چه از نوع گیاهان چندساله یا از گونه‌های گیاهی دیگر، هیچ‌کدام در تمام طول سال سبز نیستند. به همین دلیل اصطلاح دیگری برای توصیف دقیق‌ترین باهم‌ها به وجود آمده است. برای مثال در شهر پورتلند ایالت اورگان اگر رنگ بام سبز نباشد یا هدف از ساخت آن کاربردهای خاص زیستمحیطی و بوم‌شناسی بلشد از «بوم بام» (اکورووف) و «بام زنده» (بایورووف)، لستفاده می‌شود. پیشوند «کو» بیانگر مزایای اقتصادی این نوع باهم‌های سبز است؛ مزایایی مانند افزایش طول عمر بام، ارزش ملک و صرف‌جویی در انرژی. برای کسب اطلاعات بیشتر به جدول شماره ۲ رجوع کنید. اصطلاح «بام زنده» اولین بار توسط دلستی گدج<sup>۱۰</sup> مطرح شد. مؤسسه‌ی «بام‌های زنده»<sup>۱۱</sup> که او در تأسیس آن نقش بصریابی داشت، موفق به ساخت نوعی بام سبز روی ساختمان‌های بلند شد که هدف از ساخت آن بازسازی زیستگاه گونه‌ای از پرنده‌گان به نام ریستارت سیاه<sup>۱۲</sup> بود. علاوه بر این، اصطلاح «بام‌های قهوه‌ای» نیز وارد عرصه‌ی باهم‌های سبز شد. این اصطلاح برای باهم‌های زنده‌ای به کار می‌رود که هدف از طراحی آن‌ها رفع مشکلات نلثی از ایجاد فضاهای صنعتی و

1- Ecoroof

2- Bioroof

3- Brown Roof

4- Dusty Gedge

5- Living Roofs

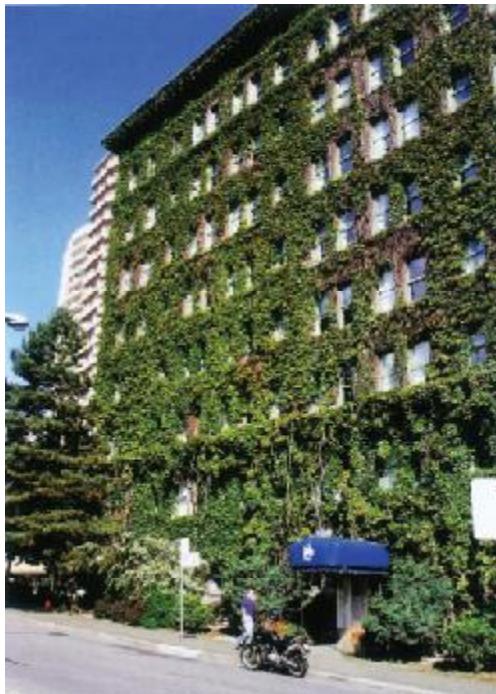
6- Black Redstart بلبل دم قرمز اروپایی

7- Steven Peck

8- Green Roof Infrastructure

9- Hardy Vines

دیوارهای زنده در ساختمان‌های نوساز توصیه نمی‌شود.



تصویر<sup>۳</sup>: نوعی پیچک به نام پارٹنیسوس تریکوسپیدیتا<sup>۱</sup> تمام نمای این هتل را پوشانده و یک دیوار زنده به وجود آورده است، و نکوور.

ژپن یکی از کشورهای خلاق در استفاده از سیستم دیوارهای سبز است. دولت ژپن در بسیاری از شهرهای برای مقبله با پدیده‌ی «اثر جزیره‌ی گرمایی شهری»<sup>۲</sup>، برای سازندگان ساختمان، در صورت نصب شبکه دیوار و بامهای سبز، تسهیلاتی در نظر می‌گیرد. شهر توکیو از هوای آلوده و تغییرات شدید آبوهیوی رنج می‌برد. میلگین دمای هوا در توکیو، در مقایسه با ۳۰ سال

فرانسوی به نام پاتریک بلان<sup>۳</sup> موفق شده است با استفاده از فلز، پویسی و نمد تجزیه‌ناپذیر<sup>۴</sup> یک دیوار سبز و به بیان دیگر باعچه‌ی عمودی بسازد. برای افزایش دوام دیوارهای زنده نیز مانند بامهای سبز از مواد تجزیه‌ناپذیر و غیر ارگلیک استفاده می‌شود تا نیازی به نوسازی و تعویض نباشد.

دیوارهای سبز در مجموع به دو دسته تقسیم می‌شوند نمای سبز<sup>۵</sup> و دیوار زنده<sup>۶</sup>. نمای سبز به سیستمهای مشبکی گفته می‌شود که گیلهان می‌توانند روی آن‌ها رشد کنند و بالا بروند. در این سیستم‌ها گیلهان با ساختمان در تماس مستقیم نیستند، در حالی‌که دیوار زنده جزئی از سیستم و سازه‌ی ساختمان است که گیلهان در آن کلشه می‌شوند و رشد می‌کنند. دکتر آلن دارلینتون<sup>۷</sup> برای اولین بار نوعی دیوار زنده (بیو وال) در کنادا طراحی کرد که به تصفیه‌ی هوا کمک می‌کند. این دیوار در واقع با جذب پخارهای شیمیایی آلو و سمی (ملند متان) و دی‌اکسید کربن کیفیت هوای داخل ساختمان را بهبود می‌بخشد.

بیشتر دیوارهای سبزی که تا به حال در آمریکای شمالی و اروپا طراحی و نصب شده‌اند به صورت نمای سبز بوده‌اند. در این‌گونه نمایا صفحه‌های مشبک و سیستم‌های مشکل از کبل‌های فولادی، گیلهان در حال رشد را از سطح ساختمان جدا نگه می‌دارند. این نمایا به کمک شاخ و برگ گیلهان از گرم شدن ساختمان، بهخصوص دیوارهایی که در معرض تابش مستقیم آفتاب هستند، جلوگیری می‌کنند. ساقه‌های چسبنده‌ی برخی گیلهان ملند پیچک انگلیسی<sup>۸</sup> و سایر گونه‌های رونده و مهاجم بدون نیاز به داربست، مستقیماً به سطح دیوارهای ساختمان چسبند. استفاده از این گیلهان به دلیل آسیبی که به سطح

- 1- Patrick Blanc
- 2- Non-biodegradable Felt
- 3- Façade Greening
- 4- Living Walls
- 5- Dr. Alan Darlington
- 6- English Ivy
- 7- Parthenocissus tricuspidata
- 8- Urban Heat Island Effect

## تعریف‌ها

سازمانهای شهری، برج‌های بتی عامل اصلی تشدید پدیده‌ی اثر جزیره‌ی گرمایی شهری هستند. بنابراین در آوریل سال ۲۰۰۱ دولت ژاپن قانونی رابه اجرا گذاشت که استفاده از بام‌ها و دیوارهای سبز را در تمام ساختمان‌های خصوصی با زیربنای بیش از ۱۰۰۰ مترمربع و ساختمان‌های دولتی با زیربنای بیش از ۲۷۵ مترمربع اجباری می‌ساخت. امروزه از سیستم دیوارهای سبز که در ژاپن پیداع و اجرا شده‌اند در آمریکای شمالی نیز استفاده می‌شود. تا سال ۲۰۰۵ این قانون تنها در برخی ساختمان‌های جدید اجرا

گذشته حدود ۳ درجه سلسیو افزایش یافته است.<sup>۱</sup> در ساختمان‌های بلند نسبت سطح دیوارها به مساحت بام بسیار بیشتر است. دولت ژاپن با توجه به این واقعیت تعلمین بودجه‌ی پژوهشی طرحی به نام زیستشُش و اجرای آن را به عهده گرفت. زیستشُش<sup>۲</sup> مجموعه‌ای از دیوارهای سبز  $152 \times 12$  متری است که ۱۸ تولیدکننده ژاپنی، حدود ۳۰ نوع سیستم دیوار سبز را در آن به نمی‌شوند. در دهه‌ی ۱۹۹۰، شهرداری‌ها و سازمان‌های دولتی ژاپن متوجه شنند که در میان

جدول ۲: مقوله‌های اکورووف (بومدام/ زیستجام) با پامهای معمولی

پام معمولی	بوم پام	موضوع
سیلام		
هیچ‌کدام	۱۰ تا ۴۵ درصد در فصل بارانی، ۶۵ تا ۱۰۰ درصد در فصل بی‌باران	حجم ذخیره‌سازی
هیچ‌کدام	کاهش بیش‌ترین میزان روان‌سیاهای جاری شده بر اثر تمام بارش‌ها	کاهش اوج جریان
	همه‌ی بارش‌ها	کاهش دما
خیر	حفظ آودگی‌های جوی در خود، جلوگیری از تخریب بام و کاهش آودگی‌های آب باران	افزایش کیفیت آب
هیچ‌کدام	مانع افزایش دما می‌شود.	اثر جزیره‌ی گرمایی شهری
هیچ‌کدام	تصفیه هوا با جذب کربن و افزایش تبخیر و تحرق <sup>۳</sup>	کیفیت هوا
هیچ‌کدام	عایق‌بندی ساختمان‌ها	صرف‌جویی در انرژی
هیچ‌کدام	کمک به تبخیر و تحرق فصلی، حفظ تعادل در فتوسترز و میزان کسیون، کربن و آب	پوشش گیاهی
هیچ‌کدام	چایگزینی برای فضای سبزی که در نتیجه‌ی احداث ساختمان از بین رفته، ولی با چنگل برآوری نمی‌کند	فضای سبز
هیچ‌کدام	متغیر، ممکن است تا ۴۰ درصد برسد (در پورتلند)	کاهش در هزینه قبض پاسپ
هیچ‌کدام	برای حشرات و پرندگان	محل زندگی
هیچ‌کدام	کاهش آودگی صوتی، جلوگیری از تاثیرهای ازاردهنده و خیره‌کننده، افزایش زیستی دیداری شهر، افزایش رفاه ساکنان	کیفیت زندگی
بسیار متغیر، از ۵ تا ۱۰ دلار برای هر فوت	بسیار متغیر از ۵ تا ۱۲ دلار برای هر فوت مریع (۵۰ متر مربع تا ۱۲۹ متر مربع)، برای بازسازی و ارتقاء ۷ تا ۲۰ دلار برای هر فوت مریع (۷۵ متر مربع تا ۲۱۵ متر مربع)	هزینه‌ها
بسیار متغیر	بسیار متغیر از ۵ تا ۱۰ دلار برای هر فوت مریع (۵۰ متر مربع تا ۱۲۹ متر مربع)، برای بازسازی و ارتقاء ۷ تا ۲۰ دلار برای هر فوت مریع (۷۵ متر مربع تا ۲۱۵ متر مربع)	
هیچ‌کدام	کاهش تأسیسات لازم برای مدیریت و هدایت سیلامها، صرف‌جویی انرژی، افزایش نرخ اجاره، افزایش ارزش ملک، کاهش نیاز به عایق‌بندی، کاهش پسماندهای جامد، پیجاد شغل	کاهش هزینه‌ها
به دلیل قرار گرفتن در معرض عوامل تخریب کمتر از ۲۰ سال عمر می‌کند.	پوسته ضدآب ساختمان در برابر نور خورشید و تغییرات دمایی محافظت می‌شود، بیش از ۳۶ سال عمر می‌کند، پوسته در مقابل خسارات ناشی از عملیات تعمیر و نگهداری محافظت می‌شود.	دوام

۱- در رمان نالیف کتاب

2- Bio Lung  
3- Evapotranspiration

### ۱-۳- انواع سیستم‌های بامهای سبز

بهطور کلی دو روش برای طرحهای بامهای سبز وجود دارد. یک روش طراحی مبتنی بر لستفاده از سیستمهایی است که از اجزای جدایگنه تشکیل شده است و روش دیگر مبتنی بر لستفاده از واحدهای پیش‌ساخته است. بعضی از شرکت‌های تأمیل لایه‌های لازم برای ساخت بام سبز را عرضه می‌کنند. از جملهین لایه‌های ضدآب استه بهتر است همه‌ی اجزای بام محصول یک شرکت بلشنده درین صورت قطعه، مقاومت آن در برپار نشت آب ضمانت می‌شود (شکل ۵ و ۶). عموماًین شرکت‌ها گروههای مختلفی از محصولات را برای بامهای سبز کم‌عمق و عمیق دارند که بهصورت مجموعه‌ایی ارائه می‌شوند و نام تجاری مخصوص خود را دارند. در صورتی که ازین مجموعه‌ها بهصورت کامل و تحت یک سیستم واحد لستفاده شود، شرکت‌های تولیدکننده آن‌ها را ضمانت می‌کنند. افزون بر این، هر سیستم دارای مشخصات کلی است و کاربران می‌توانند از خدمات متخصصان آموزش دیده لید<sup>۵</sup> و کارمندان شرکت ارائه‌دهنده خدمات نیز استفاده کنند. املاک از آنجا که هیچ شرکتی تمام اجزاء و مواد لازم را تولید نمی‌کند بهتر است که محصولات تولیدکننده‌های مختلف را باهم ترکیب کرد تا بتوان به هدف موردنظر و بهترین نتیجه دست یافت. البته با این کار، علاوه بر آن که بام از ضمانت کامل برخوردار نیسته سازنده‌ی بام نمی‌تواند کارایی و اجرای صحیح آن را تضمین کند زیرا در صورت بروز مشکل، تولیدکننده‌های گوناگون محصولات یکدیگر را مقصر می‌دانند. نجات آزمایش برای ارزیابی کارایی سیستم نیز با دشواری‌هایی همراه است. این مشکل به خصوص در لبتدای کل که بین صنعت به تکمیل فعلی نرسیده بوده جدی‌تر بود ولی با رشد و تثبیت صنعت بامهای سبز این مشکلات نیز که رنگتر شدند.

می‌شده ولی از آن پس در بناهای قدیمی نیز الزامی شد. دیوارهای زنده می‌توانند دمای سطحی ساختمان را تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد کاهش دهند. جهت قرار گرفتن دیوار، زاویه‌ی تابش خورشیده جریان باد و خرد اقلیم<sup>۱</sup> موجود در اطراف ساختمان در میزان انرژی‌هایی که به کمک دیوارهای سبز ذخیره می‌شود، اثرگذار است و در محلسیه‌ی آن باید درنظر گرفته شود. دیوارهای سبز مزای فراوانی دارند که از آن میان می‌توان به بهمود کیفیت هوا ایجاد عالیق صوتی، افزایش سلامت و شادابی و کاهش اثر تخریبی اشعه‌ی ملارای بنسخ بر ساختمان اشاره کرد. فناوری دیوارهای با پوشش گیاهی، به ویژه در مکان‌هایی که محدودیت فضایی دارند، کاربردهای فراوانی دارد. از جمله این کاربردها می‌توان به کنترل صادر فرودگاههای تصفیه‌ی طبیعی هوا در فضلهای سرپوشیده و تصفیه‌ی آبهای خاکستری<sup>۲</sup> لشاره کرد. به کمک دیوارهای زنده و سیپیانهای سبز می‌توان محیطهای شهری را به محیطهای آرامتر، خنکتر و بهتری برای زندگی تبدیل کرد



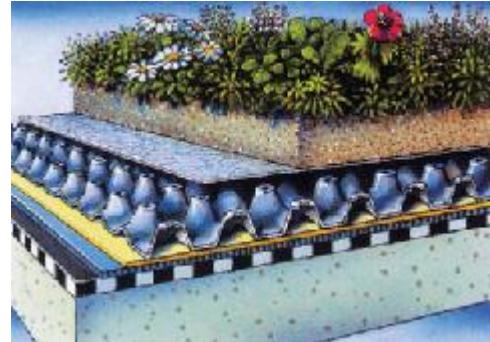
تصویر<sup>۴</sup>: دیوار زنده مرکز آموزشی آکوافست<sup>۳</sup> در آکوایپوم ونکوور. این دیوار زنده از ۲۵۰ واحد پنل دیواری زنده (ساخته شده توسط شرکت جی اسکای<sup>۴</sup>) ساخته شده است.

- 1- Microclimate
- 2- Graywater Treatment
- 3- Aquafest
- 4- G-Sky
- 5- Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)

## لایه‌ها و اجزای بام‌های سبز

### ۴-۱- لایه‌ها و اجزای بام‌های سبز

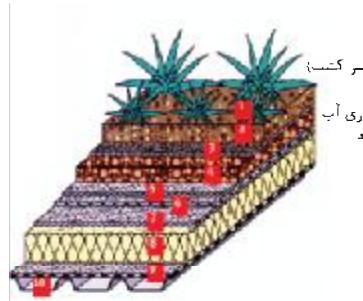
یک بام سبز از لایه‌های متعددی تشکیل شده است. این لایه‌ها از بالا به پایین عبارتند از: پوشش گیله‌ی، محیط رشد لایه فیلتر، لایه‌های هدایت پساب و نگهداری آبه لایه محافظ در مقابل ریشه لایه‌ی علیق در برابر آب و پوشش کف بام. در این بخش به تشریح و توضیح این لایه‌ها می‌پردازیم. با تشخیص طراح ممکن است بعضی از این لایه‌ها حذف شوند و یا این که تولیدکنندگان برای تسهیل روند ساخت و ساز، بعضی از آن‌ها را یکدیگر ترکیب و عرضه کنند.



تصویر ۵: مقطع بام سبز Zinco



همان طور که گفته شد، روش دیگر، استفاده از واحدهای پیش‌ساخته است. این واحدها عموماً ترکیبی از دو یا سه جزء بام سبز هستند. استفاده از این روش در آمریکا و کنادا متداول‌تر از اروپا است. در آمریکا و کنادا چند تولیدکننده محده سیستمهای و قابهای پیش‌ساخته و مدلولار وجود دارد. این شرکت‌ها در صورتی که از کل سیستم آن‌ها استفاده شود، کیفیت و کارایی بام سبز را ضمانت می‌کنند. سیستمهای مدلولار مزیت‌هایی دارند که از آن جمله می‌توان به وزن کم قطعه‌ها (به گونه‌ای که یک یا حداقل دو کارگر قوی به راحتی می‌توانند آن‌ها را جایه‌جا کنند) لشاره کرد. سیستمهای مدلولار یا پیش‌ساخته در محیط‌های مسطحی که شکل هندسی مشخصی دارند، کلایی و عملکرد خوبی دارند.



- ۱ پوشش گیله‌ی
- ۲ محیط رشد و زیر لایه (پسر کت)
- ۳ پارچه فلت
- ۴ لایه هدایت پساب و نگهداری آب
- ۵ لایه محافظ در مقابل ریشه
- ۶ عالوشنده
- ۷ آبندی
- ۸ خالوشنده
- ۹ اینه علیق و مطبق
- ۱۰ کف بام

تصویر ۶: نمایش مقطع بام سبز Optigrun (عکس از Optigrun)

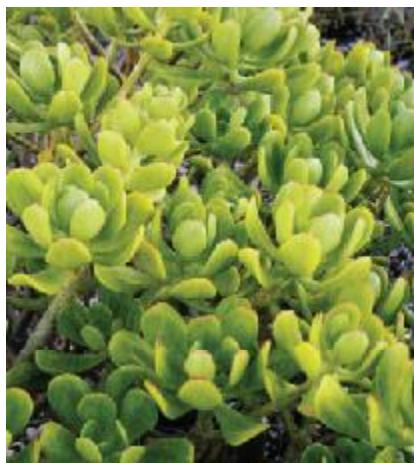
تصویر ۷: مراحل نصب یک سیستم واحدی (Tech Green) در Silvercup Studios

## لایه‌ها و اجزای بام‌های سبز

محدود می‌کرد. با گذشت زمان مجموعه‌های مناسبی از گیلهانی که توانی بر رشد در محیط‌های با درصد پریین مواد غذی را دارند شناسایی شدند. همچنین از آن جا که ثابت شده است که نهال‌ها عموماً نمی‌توانند با شرایط دشوار بام‌های سبز سازگار شوند، در اروپا بیشتر از دانه یا قلمه استفاده می‌شود. چون نهال‌ها عموماً در گل خلنه‌ها در شرایط ایده‌آل رشد کرده‌اند به همین دلیل سازگاری با شرایط سخت بام‌های سبز برای آن‌ها مشکل نست.



تصویر ۸: رشد متنوع گل‌های ناز در بام سبز فرودگاه کننه‌اگ



تصویر ۹: رشد بسیار عالی نزادهای سلوم در دانشگاه چاپنیگو<sup>۱</sup> در مکزیکوییتی

### ۱-۴-۱- پوشش گیاهی

در منطقی از آمریکای شمالی که آبوهای معتدل دارند در بام‌های کم‌عمق عموماً از خلوده سده‌ها برای پوشش گیلهانی استفاده می‌شود. نژاد لین گیاهان بید به گونه‌ای بلند که توانی بر رشد در لایه‌های کم‌عمق، محیط رشته که آبی، سرمه‌گرم‌باد و فضاهای باز را داشته باشند. در آمریکای شمالی عموماً سده‌ها را به صورت نهال یا قلمه می‌کارند. اما در اروپا استفاده از لایه‌هایی که در آن‌ها گیلهان از پیش کلشته شده و حدود ۲/۵ سانتی‌متر رشد کرده‌اند متداول‌تر و به صرفه‌تر است. در سیستم‌های مدولار گاهی اوقات گیاهان قبل از نصب مدول در گل خلنه‌ها کلشته می‌شوند تا رشد کنند و بعد به مدول منتقل می‌شوند. عموماً سده‌ها را به همراه گیلهانی از خلودهای دیگر، که ظاهری شبیه سده‌ها دارند می‌کارند. این گیلهان بلعث افزایش تنوع رنگی بام و حفظ جاذیت آن در فصل‌های مختلف می‌شوند. استفاده از گیاهان مختلفه روشی موثر برای تضمین کیفیت مناسب بام‌های سبز استه زیرا بعضی از گیاهان نمی‌توانند به خوبی روی محیط بام رشد کنند در نتیجه بام در صورت نبود گیاهان دیگر، چهره‌ی مطلوبی خواهد داشت. فرون بر این، به دلیل پیداری گیاهان مختلف در برای بیماری‌ها و آفت‌های گوناگون، تنوع گیلهانی موجب افزایش مقاومت و حفظ ساختار و چهره‌ی بام در مقابل این آسیب‌ها می‌شود. هنگامی که هدف از یجاد بام‌های سبز زیبی‌بی بلند نگهداری و حفاظت از بام بیشتر ضرورت می‌یابد در اروپا در بام‌های سبز عموماً به جای سده‌ها از ترکیبی از گیاهان علفی استفاده می‌شود. این گیاهان عموماً به صورت دله در محیط رشد کلشته می‌شوند. در گذشته، اروپیده‌ها نیز در بام‌های سبز کم‌عمق سده می‌کلشند ولی به دلیل عدم تمثیل صاحبان این بام‌ها به استفاده از کود (به دلیل هزینه‌ای که ایجاد می‌کرد) خیلی زود آسیب می‌دیدند. علاوه بر این، قویین محیط‌زیست در بعضی از مناطق، مانند سوییس، استفاده از کود را

و عمیق با محدودیت همراه می‌سازد، زیرا با گذر زمان مواد آری خاک تجزیه می‌شوند و سطح خاک کاهش می‌پلیده البته این پدیده کاملاً طبیعی است. در یک باعچه معمولی فرسایش و کاهش سطح خاک با تجزیه شاخ و برگ درختان و لاشه حشرات و حیوانات جایگزین می‌شود و همواره یک چرخه متعادل وجود دارد و حتی ممکن است در صورت وجود یک لایه پوشش گیله‌ی دلئی پس از گذشت سال‌ها لایه خاک افزایش یابد.

در یک باعچه معمولی بطور مرتب خاک سطحی جیگزین می‌شود و کود حالت‌دهنده‌های خاک مخلوط‌های آری و کودهای گیاهی در زمان‌های مشخص به خاک افزوده می‌شوند. لاما در بام‌های سبز، جیگزین کردن محیط رشد بسیار دشوار است، زیرا باید بعضی از گیاهان را از خاک بیرون آورد و جای‌جا کرد. علاوه بر این، انتقال مواد اضافه برای محیط رشد و زیر لایه به کمک جرثقیل یا بالابر و روش‌های دیگر نیز مشکل است. به همین دلیل دلشن یک محیط رشد بادام و پایدار از هر لحظه به صرفه است. همچنین، بالا بودن درصد مواد آری می‌تواند بلعث بروز مشکلات دیگری مانند از دست رفتن شدید مواد غذی گیاهان و گرفتگی مسیرهای لایه فیلتر و لایه هدیت پساب شود. گیاهان ممکن است به سرعت مواد آری موجود در خاک را مصرف کنند و سپس بر اثر نبود مواد غذایی آسیب بینند. مواد آری مانند گیاه‌خاک وزن قابل توجهی دارند و افزودن سالیانه آرها می‌تواند بیش از حد تحمل سازه‌ای، بر بار ساختمان بیافزاید.

خاک‌های آری بسیار حاصل خیز هستند و در نتیجه امکان و احتمال رشد و تخم‌گذاری گونه‌هایی از علفهای هرز بیشتر می‌شود. به همین دلیل، در صورت استفاده از خاک‌های آری، برای دلشن محیط عاری از علفهای هرز، نیاز به مراقبت و رسیدگی به بام سبز بیشتر می‌شود. هزینه‌های حمل و نقل به کارگاه و حمل و انتقال مواد به بام عمل بسیار مهمی است و باید با دقت محاسبه شود. ممکن است خاک‌های سطحی حاصل خیز

در بام‌های سبز عمیق به دلیل افزایش عمق محیط رشد می‌توان از گیاهان متنوعتری استفاده کرد. طیف وسیعی از گیاهان مانند سدمهله، گیاهان علفی چندساله، بوته‌ها و درختان کوچک همیشه سبز یا برگ‌ریز پاییزی، برای بام‌های سبز عمیق با محیط‌های رشد عمیق و دارای سیستمهای آبیاری، مناسب هستند با این حال گیاهی که در بام‌های عمیق کلشته می‌شوند نیز باید با محیط‌های دشوار و سخت سازگاری داشته باشند.

### ۴-۲- محیط رشد و زیر لایه (بستر کش)

در باعچه‌های بلی مسنی، در محیط رشد از ترکیب حاصل خیز خاک رس، شن و اجزای آری مانند برگ‌های پوسیده<sup>۱</sup> که قابلیت خوبی برای تخلیه آب دارند بهره می‌گیرند. معمولاً برای لشاره به چنین ترکیبی از نام «خ.ک» استفاده می‌شود. با پیشرفت صنعت تولید خاک در باعچه‌های بلی مدرن از ترکیب‌های خاکی سبک‌وزن که مانند خاک سطحی حاصل خیز هستند (اما درصد مواد با بعد خاک رس در آن‌ها بسیار پیش از استفاده می‌شود). این ترکیب‌های خاکی جدید باید به خاک سطحی حاصل خیز شباهت کافی داشته باشند تا گیاهان بتوانند مقدار کافی رطوبت و مواد مغذی از خاک جذب کنند. یک متر مکعب از ترکیب استاندارد شن، خاک رس و مواد آری تخلیه آب، هنگامی که خیس است وزنی حدود ۱۹۲۲ کیلوگرم دارد. لاما یک متر مکعب از ترکیبات سبک وزن، وزنی حدود دو سوم یا نصف یعنی مقدار دارد. بنابرین برای استفاده در محیط‌های رشد با عرض و عمق کم که در آن‌ها کاهش وزن بسیار قابل توجه و حائز اهمیت بخشنده می‌آید، مناسب است. البته حتی در بام‌های کم‌عمق و عمیق که وسعت بیشتری دارند نیز استفاده ازین خاک و کلشه وزن، در کم کردن هزینه سازه‌های کمکی بام بسیار مهم است. استفاده از خاک‌هایی که درصد بالایی از مواد آری دارند مشکلاتی ایجاد می‌کنند که کاربرد آن‌ها در بام‌های سبز که عمق

## لایه‌ها و اجزای بام‌های سبز

چسیندگی منلسیترنده، زیرا نصب آن‌ها را آسان‌تر می‌کند. زیرلایه‌های (بسترها) کشت (رایج عبارتند از: سنگ رسن خرد شده و تیسلحلیافتی<sup>۱</sup>، پامیس<sup>۲</sup> (جنس سنگ پا)، لسکوری<sup>۳</sup> (شیشه به پامیس)، سفالینه<sup>۴</sup>، خاک رس کلسینه شده<sup>۵</sup>، اسلیت تیسلحلیافتی<sup>۶</sup> یا آجر، آزمایش‌هایی با بتن بازیافتی و خرد شده نیز تجام شده است. لما این ماده pH محیط را افزایش می‌دهد، بر اساس دستورالعمل برنامه‌ریزی، اجرا و نگهداری بام‌های سبز می‌توان به تدارک‌های ۳ تا ۱۰ درصد جرم (بر لمسان وزن در حالت خشک) از مواد آلی بدنغان مواد مغذی برای گیاهان تازه کلشته شده در ترکیب زیرلایه لستفاده کرد. لما این مواد افزوده شده معمولاً پس از اتمام، جایگزین نمی‌شوند (بنابراین ممکن است به کوددهی‌های سالانه یا دور‌دای نیاز بلشد). بعضی از نوع گیاهان مانند سدوهمه‌ک.کتسوس‌ها و گیاهان مشابه دیگر در شرایطی که تحمل آن‌ها برای گیاهان معمولی دشوار یا حتی غیرممکن است، به خوبی رشد می‌کنند. ترکیب نهیبی محیط رشد باید برای هموخونی با مشخصات مهم دستورالعمل‌ها به دقت آزمایش شود. از جمله این مشخصات pH، وزن، درصد مواد آلی، ماهیت دقیق مواد غیرآلی اصلی، سرعت تخلیه آبه حدکثر چگالی و ... هستند. این تمیهیدات باید برای تمام محیط‌های رشد هر طرح اجرایی در نظر گرفته شوند. معمولاً محدوده خطای مجاز در مخلوط‌های مربوط به بام‌های سبز سیلار کمتر استه زیرا تغییر دادن ترکیب محیط رشد یک بام سبز پس از نصب سیلار مشکل‌تر از افزودن مواد به خاک سطحی معمولی است.

عمل مهم دیگری که باید در نظر داشته درشتی و ریزی ذرات زیرلایه و توانی آرها در نگهداری آب است. این ویژگی هم در رشد گیاهان و هم در ایجاد زیست بوم مؤثر است. زیرلایه‌های

به همراه زیر لایه و افزودنی‌های شان گران‌تر نباشند اما وزن زیادشان دلیل کافی برای عدم لستفاده از آن‌هاست. البته بیشتر ترکیب‌های مهندسی شده و زیرلایه‌ها را می‌توان به بالای بام‌ها پمپاژ کرد اما ممکن برای خک سطحی حاصل خیز و مرغوب فراهم نیسته زیرا باعث چسبیدن اجزای آن‌ها می‌شود و افزون برین، به دلیل وزن زیاد قابل پمپاژ کردن نیست. در صنعت بام سبز، بحث درباره مقدار و نوع مواد آلی و کودها (در صورت مصرف)، همچنین مقدار آبیاری، استفاده از حشرکش و علفکش همچنان ادامه دارد. تعمیر و نگهداری بام سبز بسته به مورده بسیار متفاوت است. بعضی از بام‌های کو عمق نیاز نداشته به کوددهی، جمع‌آوری شاخ و برگ و سمپاشی دارند و بعضی اصلاً نیازی به توجه و رسیدگی ندارند. در صورتی که برخی از بام‌های عمیق نیاز فراوانی نوع رسیدگی دارند. در برخی موارد نگهداری به برداشتن شاخ و برگ‌های ریخته گیاهان خلاصه می‌شود زیرا وجود آن‌ها خطر آتش‌سوزی را افزایش می‌دهد و از سوی دیگر از زیبایی بام می‌کلند. همان‌طور که پیش‌تر توضیح داده شد در بعضی شهرها بهویژه در اروپا لستفاده از مواد شیمیایی و کودها ممنوع است زیرا باعث آلودگی سیلانهای نلشی از بارندگی می‌شود. با وجودی که آبیاری گیاهان در سال‌های اول می‌تواند در زنده ماندن و استقرار یافتن آن‌ها بسیار مؤثر بشده اما در بعضی شهرها حتی آبیاری گیاهان نیز ممنوع است. ممکن است بعضی طرح‌های خاص که با هدف احیای محیط‌زیست خاصی ساخته شوند به آبیاری و کوددهی اصلاح نیازی نداشته و تنها به تعمیر و نگهداری اندکی نیاز داشته بشنند.

به‌طور کلی، برای تأمین نیازهای خاص از نوع بام‌های سبز، زیرلایه‌های غیرآلی (معدنی) به همراه مواد افزودنی دارای

- 1- Crushed Expanded Shale
- 2- Pumice
- 3- Lava (scoria)
- 4- Terra cotta
- 5- Calcined clay
- 6- Expanded Slate

تشکیل‌دهنده باید کلملاً سترون (عاری از آودگی) یا حداقل عاری از تخم علفهای هرز باشند؟ پرسیخ به این سوال به هدف پیش‌بینی شده در طرح بستگی دارد و این که آیارشد گروه خلصی از گیاهان در محیط عاری از علفهای هرز موردنظر است یا هر گیاه دیگری می‌تواند همراه با گیاهان زیرلایه رشد کند. بططرور کلی می‌توان میان مواد سترون و سترون شده تفاوت قائل شد. کمپوستهای مرغوب اسلسال عاری از هر نوع علف هرز هستند. برای تضمین پایداری کمپوسته معمولاً آزمیش‌هایی برای تشخیص وجود علفهای هرز و تعیین میزان اکسیژن مورد نیاز برای تثبیت شرایط زیستی آن لجام می‌شود. دیگر موادی که در ساخت بام سبز به کار می‌روند تقریباً ازین نوع آودگی‌ها پاک هستند. مواد زیرلایه‌های متداول، معمولاً صنعتی و سترون هستند اما سترون شده نیستند. مقیسیه‌ی هزینه‌های تهییه مواد عاری از علف هرز با هزینه‌های تعمیرات و نگهداری می‌تواند نشان‌دهنده صرف‌جویی در هزینه‌های صورت گرفته باشد.

کودهای حیوانی سترون شده می‌تواند حاوی مقدار زیادی تخم علفهای هرز باشد و وجود علفهای هرز، رشد گیاهان اصلی تازه کلتشکشده را مختل می‌کند. همان‌طور که در زمینه حد و حدود لستفاده از مواد آلی و مقدار لستفاده و هزینه و فیده‌ی کاربرد مواد سترون و سترون شده اختلاف نظر وجود دارد. درباره این که چه چیزی علف هرز است نیز توافق و نشتر ک کمل و وجود ندارد. بعضی از طرفداران بام‌های سبز کم‌عمق معتقدند که به هر گیاهی به غیر از گیاهان اصلی موردنظر، حتی اگر مشبه گیاهان اصلی بشنند نباید اجازه رشد داد و باید آن‌ها را علف هرز دلست و از بین برد. به این ترتیب به دلیل سترون بودن زیرلایه و سترون کردن مواد افزودنی ملئند کمپوسته نگهداری از بام بسیار آسان خواهد بود. در مقابل، طراحان دیگر معتقدند که بام سبز محیط پویابی لست و تازمانی که بین گیاهان اضافه به پوسته بام آسیب نرسانند و وزن و ارتفاع آن‌ها از محدوده تحمل سازه خارج نشود از آن‌ها باید لستفاده کرد. البته بین پوشش گیاهی خودرو ممکن است پس از مدتی بر گیاهان اصلی غلبه کنند اما بین غلبه در

که از ذرات دانه درشت تشکیل شده‌اند منفذ زیادی دارند و در نتیجه تنفس (عبور جریان هوای) در این لایه آسان‌تر است اما این زیرلایه‌ها نمی‌توانند آب را به لذازه زیرلایه‌هایی که از ذرات دانه ریز تشکیل شده‌اند در خود نگه دارند. زیرلایه ایده‌آل برای بام‌های سبز زیرلایه‌ای است که هم روزنگرهای کافی داشته باشد تا تنفس و تخلیه آب سریع انجام شود و هم بتولید به مقدار کافی رطوبت را در خود نگه دارد. به این ترتیب هنگام برش باران ریشه‌ها می‌توانند آب و رطوبت کافی مورد نیاز گیاه را جذب کنند و آب اضافی نیز که به لایه‌های زیرین نشست می‌کنند به آسلی جمجمه آوری می‌شود.



تصویر ۱: پلا بردن زیر لایه بام در کتلخانه مینیاپولیس

شیب نیز عمل مؤثری در ذخیره رطوبت در بام‌های سبز است. در بام‌های مسطح احتمال جمع شدن آب در محیط رشد بیشتر است به مرور زمان، آب جمع‌شده ممکن است به گیاهانی که با محیط‌های خشک سازگار نباشد آسیب برساند. از آنجا که در بام‌های شیب‌دار آب اضافه به بیرون سریز می‌شود احتمال رشد عالی گیاهان سازگار با محیط‌های خشک در این بام‌ها بیشتر است. با در نظر گرفتن زاویه شیب می‌توان عوامل و ویژگی‌های مؤثر در نگهداری رطوبت در محیط رشد را به گونه‌ای تنظیم کرد که بهترین شرایط برای رشد گیاهان کلتشکشده فراهم شود. آخرین نکته‌ای که باید به آن توجه کرد بین لست که اجزای

محیط رشد جذب نکرده‌اند، جمع‌آوری کرده و آن را به شبکه‌ای از کانال‌ها که در سیستم بام تعبیه شده، هدیت می‌کند. «انجمان آمریکایی آزمایش مواد»<sup>۲۰</sup> آزمایش‌هایی را طراحی کرده که امکان اندازه‌گیری ظرفیت هدایت یا جذب پساب در هر دو نوع لایه‌های مصنوعی و معنی‌را فراهم می‌کند. طراحی صحیح و دقیق لایه پساب در موفقیت هر بام سبز نقش کلیدی دارد.

برخی از بام‌های سبز، لایه‌ای مصنوعی برای نگهداری آب دارند که معمولاً پلاستیکی هستند. روی سطح این صفحه‌ها فرورفتنگی‌هایی وجود دارد که آب را در خود ذخیره می‌کنند. در بعضی محصولات لایه نگهدارنده آب و هدایت‌کننده پساب به صورت یکپلچه ساخته می‌شوند. لایه نگهدارنده آب می‌تواند ظرفیت ذخیره‌سازی آب را در بام به میزان قابل توجهی افزایش دهد. محیط رشد بیشتر بام‌های سبز، می‌تواند از نظر حجمی ۳۵ تا ۴۵ درصد رطوبت را نگه دارد بیشتر صفحه‌های نگهدارنده آب که معمولاً ۶۰/۵ میلی‌متر ضخامت دارند، می‌توانند حدود ۰/۰۶ سنتی‌متر مکعب آب در خود نگه دارند. در برخی از لایه‌های تمام آبی که در خلل و فرج ذخیره شده لست مجدداً توسط گیاهان جذب می‌شود، لایه‌های هدایت پساب نیز می‌توانند آب را برای مدتی در خود نگه دارند تا گیاهان مجدداً از آن استفاده کنند. آب بالقوی ملده در نهایت به سیستم پساب شهری وارد می‌شود. بام‌های سبز باعث کلfulness حجم آب ورودی به سیستم پساب شهری می‌شوند در نتیجه هنگام برلنندگی‌های شدید از سریز و طغیان آب در این سیستم‌ها می‌کاهند. لایه نگهدارنده آب به دلیل خلل و فرج فراوانی که دارد منجر به هوارسانی و جریان هوا در لایه‌های بام سبز می‌شود. در برخی از بام‌های سبز، آب اضافی ناشی از باران برای استفاده مجدد جمع‌آوری می‌شود. در برخی بام‌های آب را به کمک ناودان به مخزن‌هایی در سطوح پایین‌تر، حتی در زیر زمین ساختمان، هدایت می‌کنند. ازین آب می‌توان

صورتی که بام عملکرد درستی داشته بشده مشکل محسوب نمی‌شود. در طول حیات و دوام بام سبز، بهطور طبیعی گیاهان گوناگونی به صورت دوره‌ای روی آن رشد می‌کنند، لاما پیش‌بینی تغییرات حاصل ازین رشد یا نوع گیاهان و تأثیر آن بر رشد گیاهان اصلی بسیار دشوار است. ارتفاع و نوع زیرلایه، رطوبت و نوع آبوهوا، همه در شکل‌گیری نوع پوشش گیاهی مؤثرند. در بام‌های سبزی که با چنین تفکری طراحی می‌شوند وجود تخم علفهای هرز عامل درین‌سر محسوب نمی‌شوده بنابراین نیازی به سترون کردن کمپوزت و دیگر مواد افزودنی نیست.

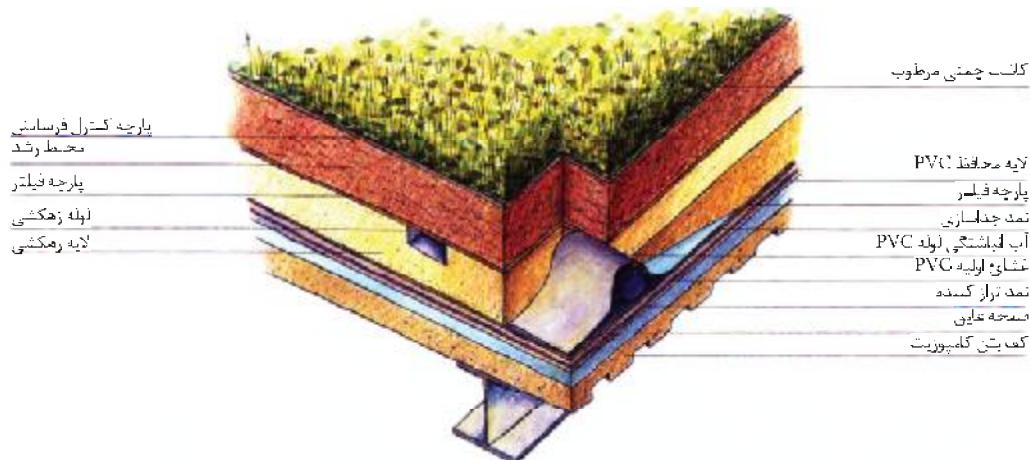
### ۳-۴-۱- پارچه فیلتر

لایه‌ای از پارچه‌ی فیلتر، محیط رشد را از لایه پساب خروجی و سیستم ذخیره آب جدا می‌کند. پارچه فیلتر اگرچه ضخامت بسیل کمی دارد، اما عنصر مهمی در سیستم بام سبز است. این لایه از ورود ذرات ریز محیط رشد به لایه پساب خروجی جلوگیری می‌کند. این ذرات در صورت ورود به لایه پساب موجب گرفتگی آن می‌شوند. در صورت گرفتگی این لایه جریان آب در لایه و تخلیه آن با کیفیت مورد نظر صورت نمی‌گیرد، در نتیجه آب در سیستم بام جمع می‌شود، به سازه‌های بام فشر وارد می‌کند و به گیاهان آسیب می‌رساند.

### ۴-۴-۱- لایه هدایت پساب و نگهداری آب

تمام بام‌های سبز دارای لایه‌ای مخصوص برای هدایت پساب هستند. تنها بام‌های سبز «تک لایه»<sup>۲۱</sup> از این قلعده مستثنی هستند، زیرا در این بام‌ها محیط رشد وظیفه هدایت پساب را بر عهده دارد. لایه پساب می‌تواند از مواد مصنوعی یا مواد معنی‌بسیل نفوذپذیر و ناودان‌هایی که معمولاً به صورت صفحه‌ای تولید می‌شوند تشکیل شده بشده. لایه پساب آب اضافه را که گیاهان و

## لایه‌ها و اجزای بام‌های سبز



تصویر ۱۱: بیشتر بام‌های سبز جدید و روئی‌های سطحی برای پساب ندارنده زیرا گیلهان و لایمهای مختلف تمام آب را جذب می‌کنند. تصویر برش عرضی بام سبز کتابخانه لوکلین<sup>۱</sup> به خوبی این فرآیند را نشان می‌دهد.

سیلاب‌های شهری می‌پیوندد. آبروهای سطحی، روی بام قرار دارند و به لوله‌کشی پساب داخلی ساختمان متصل می‌شوند. آبروهای بیرونی، ناودان‌هایی هستند که به طور مستقیم پساب را به بیرون از ساختمان هدایت می‌کنند یا به لوله‌هایی متصل هستند که این کار را لجام می‌دهند. همه ناودان‌ها در پوشش‌های محافظ دارند تا زباله و ضایعات، آن‌ها را مسدود نکند. این در پوشش‌ها «محفظه‌های بازرسی»<sup>۲</sup> نام دارند و باید به گونه‌ای بشنند که بازرسی داخلی مسیرهای پساب و ناودان‌ها به آسانی لجام شود. طراحی لوله‌های داخلی ساختمان نیز باید تا حد ممکن ساده و مستقیم (بدون پیچ و خم‌های فراوان) لجام شود تا در صورت لزوم دسترسی و تعمیر آن‌ها میسر بشود. گرفتگی لوله می‌توارد مشکلات فراوانی در پی داشته باشد. بهترین پیش‌گیری، طراحی مناسب و دقیق است تا احتمال گرفتگی لوله‌ها به حداقل برسد، لاما در هر صورت تعمیر و نگهداری مداوم ضروری است.



تصویر ۱۲: راه‌آب‌های استاندارد برای ورود پساب باید با سنجاق‌بزه محافظ پوشیده شوند تا از گرفتگی آن‌ها جلوگیری شود.

در آبیاری و مصارف دیگر لستفاده کرد بر اساس نوع طرح و هدف کاربردی مورد انتظار از بام سبز، لایه‌پساب یا به آبروهای سطحی<sup>۳</sup> متصل می‌شود یا به آبروهای بیرونی<sup>۴</sup> روی سطح بام و از آن طریق به سمله جمع‌آوری

1- Oaklyn Library

2- Internal Area Drains

3- External Drains

4- Inspection Chambers: به نام اندازه‌گیر معرفه شده است:

پلی‌ایزوسیلورات<sup>۱</sup> هستند. در بین برخی تولیدکنندگان متداول است که اگر لایه عالیقندی روی لایه محافظت در برابر نفوذ آب قرار گرفت، لایه‌ای از صفحات از جنس الیاف<sup>۲</sup> روی عالیقندی نصب می‌کنند.

### ۴-۷-آبجندی

ضرورت استفاده از لایه عالیق-/محافظ در برابر آب کاملاً واضح است. مواد گوناگونی، به عنوان ماده‌ی محافظ در برابر آبه در بام‌های کار گرفته می‌شوند که از میان آن‌ها، یک ماده سبیل متداول در بام‌ها نوعی قیر<sup>۳</sup> است. البته برخی آینده‌های ساختمان‌سازی استفاده از بعضی مواد ریچ در عالیق کردن بام‌ها مثل نوعی قیر مایع<sup>۴</sup> که هنگام آماده‌سازی، بخار و دود نلمطلوبی آزاد می‌کند را منع کرده‌اند. در بعضی از منطقه‌ها ممکن است مستولان آتش‌نشانی استفاده از لایه‌ای که برای نصب شان از مشعل استفاده می‌شود را منع کرده‌اند. این نوع منوعیت در منطقه‌های شهری پرترکم بیشتر دیده می‌شود، زیرا حتی کمی دود و بوی نلمطابع یا آتش می‌توند آسایش مردم را مختل کند. لایه‌های متداول دیگری که معمولاً در بام‌های سبز استفاده می‌شوند عبارتند از:

(۱) ترمومپلاستیک‌ها متشدپلی و بنیل کلراید<sup>۵</sup> (PVC) یا پلی‌الفین حرارتی<sup>۶</sup> (TPO)، (۲) لاستیک<sup>۷</sup> EPDM و (۳) پلی‌پوریتان مایع.<sup>۸</sup> بعضی از لایه‌های محافظت در برابر آب، در مقابل نفوذ ریشه نیز معلوم و عالیق هستند. معمولاً لایه‌های عالیق آب و رطوبت، ۱۰ تا ۲۰ سال ضمانت دارند.

### ۴-۵-لایه محافظ در مقابل ریشه

برای جلوگیری از نفوذ ریشه‌های گیلهان به لایه آبجندی و ایجاد نشتی در آن، ایجاد یک لایه محافظ در برابر نفوذ ریشه نیاز است. معمولاً برای ساخت این لایه از ترمومپلاستیک<sup>۹</sup> (پلاستیک‌های گرم‌انحراف) استفاده می‌شود. در بعضی موارد نیز ورقه‌های مسی و مواد شیمیایی به کار گرفته می‌شود. در برخی آینده‌های ساختمان‌سازی استفاده از مس، به دلیل امکان ایجاد واکنش شیمیایی با مواد دیگر، ممنوع است. در بعضی موارد لایه محافظ در برابر نفوذ ریشه را با لایه‌های دیگری متشد لایه‌های عالیق در برابر آب تلفیق و روی بام سبز نصب می‌کنند. این روش بیشتر در کشورهای اروپایی استفاده می‌شود زیرا در آن کشورها اطلاعات فراوانی در باره لنتخاب درست گیاهان و لایه‌های بام برای کاهش هر چه بیشتر نفوذ ریشه‌ها وجود دارد.

### ۴-۶-عالیقندی

با توجه به آبوهای منطقه ممکن است لایه دیگری برای عالیقندی ساختمان، زیر لایه محافظ نفوذ ریشه قرار داده شود. این لایه لتقابل گرما به داخل و به بیرون از ساختمان را محدودتر می‌کند. عالیقندی باید وزن کمی داشته و دارای مقاومت فشاری بالایی باشد. به این ترتیب در مقابل وزن زیاد مواد و لشکری که روی آن راه می‌روند، تغییر شکل نمی‌نمهد و فشرده نمی‌شود با توجه به طرح بام سبز و ویژگی‌های لایه‌ی آبجندی، عالیقندی رو یا زیر لایه محافظ، متعی در برابر نفوذ آب ایجاد می‌کند. متداول‌ترین مواد برای استفاده در عالیقندی، پلی‌استایرین<sup>۱۰</sup> و

1- Thermoplastic قابل ارجاع در برابر گرمای = پلاستیک

2- Extruded Polystyrene

3- Polyisocyanurate

4- Fiberboard

5- Polymer Modified Bitumen

6- Mopped and Liquid Applied Bitumen Membranes

7- Polyvinyl Chloride

8- Thermal Polyolefin

9- EPDM Rubber

10- Liquid Applied Polyurethane

## عوامل خاص

جدول ۳: مزیت‌های عمومی نوع مختلف بام‌های سبز

عمیق	تیجه عمیق	کم عمق
تنوع گیاهی بیشتر	بهترین ورگی‌های بام‌های سبز عمیق و کم عمق را دارد	سبک وزن
علیق‌بازی بسیار خوب و مناسب برای مدیریت سیلابها	در مکان‌هایی که می‌توانند بار بیشتری را تحمل کنند به کار می‌روند	مناسب برای مکان‌های وسیع
طراحی آزادتر	ارزان‌تر از نوع عمیق است و سطح پوشش وسیع‌تری دارد	هزینه تعمیرات و نگهداری پایین و عدم بار به ایاری
قابل دسترس برای عموم	به تعمیرات و نگهداری زیادی بار دارد	مناسب برای پرورش‌های یارسانی و نوسازی
کاربردهای متعدد	تنوع گیاهی آن بیشتر از نوع کم عمق است	سرمایه کمتر
تولیدی بیشتر برای تأمین تنوع زیستی	فرصت‌های بیشتری از نوع کم عمق برای ایجاد طراحی زیاد دارد	جایگزینی راحت‌تر

تلخین مواد اسلسی این صنعت نمایندگی‌های خود را در آن سوی اقیلوس اطلس دایر کردند. ل جمله این مواد اسلسی می‌توان به لایمهای بام‌های لایدهای علیق و اجزای دیگر اشاره کرد. اخیراً شرکت‌های آمریکای شمالی تولید محصولات جدیدی را آغاز کردند. به این ترتیب به نظر می‌رسد، اگرچه نامها و کلیری لایمهای مختلف بام‌های سبز تغییر نخواهد کرد، اما قطعاً روش‌های تلفیق، نصب و فروش آن‌ها متحول خواهد شد.

### ۱-۵- عوامل خاص

در طراحی و مرآبت از بام‌های سبز، رعایت میزان تحمل بار پیش‌بینی‌شده بام و روش‌های تشخیص نشت آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بام‌های سبز محیط‌های زندگی هستند و بهصورت طبیعی تغییر حالت می‌دهند یا این‌که به منظور خصلی در آن‌ها تغییر حالت ایجاد می‌شود. به همین دلیل عوامل مربوط به رعایت میزان بار و نشت آب باید همیشه مورد توجه قرار گیرد و در موقع لزوم بازرسی شود.

### ۱-۴-۸- کف بام

آخرین لایه در بام‌های سبز، کف بام است. معمولاً متدالوی ترین کفی‌هایی که در پژوههای بام‌های سبز با آن‌ها مواجه هستیم، بتن مسلح قالب‌های بتن پیش‌ساخته، فولاد و ترکیب‌های بتن و فولاد هستند. اما در بسیاری از پژوههای مخصوصاً پژوههای بازسازی و نوسازی، ممکن است با تخته‌های چندلا و کفی‌های چوبی با اتصالات فاق و زبانه‌ای مواجه شویم. توانایی و مقاومت تمام کفی‌ها باید برای تحمل بار موردنظر پررسی شود. در بیشتر موارد بهترین روش برای علیق‌کری به نوع کف بام بستگی دارد. اگر برای که قرار است بر ساختمان تحمیل شود بیش از میزان قابل تحمل بام بلشده زیرساخت بام باید تقویت شود. برای کاهش هزینه‌ها فقط نقلات لسلسی و مهم بام تقویت می‌شوند. در ساختمان‌های نوساز، کف‌سازی بام باید با توجه به بار بام سبز لجام شود. گاهی اوقات سطح بام کلاماً یکنواخت ساخته می‌شود. در این صورتی حداقل برای که به بام تحمیل می‌شود باید از کل بار درنظر گرفته شده برای بام سبز بیشتر بلشده. این روش برای بام‌های سبز کم عمق مناسب است. در بام‌های نیمه‌عمیق، لایمهای سنگین بر روی محل تحت پوشش دیوارهای باربر و ستون‌ها قرار می‌گیرند و نقلات با ظرفیت تحمل کمتر نیز تقویت می‌شوند. در بام‌های سبز مرکز یا یا چهارچهارمی‌درن، از روش دیگری نیز استفاده می‌شود. در این نوع بام‌ها مقرر به صرفه‌ترین روش این است که جزیبات سازه‌ای کف بتنی در محل‌هایی که تحمل بار بیشتری نیاز است تغییر داده شوند. البته چنان‌چه در بودجه محدودیتی نداشته بلشیم، طرح زمانی بیشترین لعطاف‌پذیری را خواهد داشت که بام بتواند بار زیادی را به آسانی تحمل کند. در چنین حالتی در طراحی بام سبز نیاز به هیچ ملاحظه‌ای درباره ساختار سازه‌ای آن نیست.

در دهه‌های اخیر، ایلات متحده آمریکا و کنادا رشد سریعی در صنعت بام‌های سبز داشته‌اند. تولید کنندگان اروپایی، برای

## عوامل خاص

این نقطه‌ها می‌توانند وزن بیشتری را تحمل کنند. استفاده از این ویژگی در بام‌های نیمه عمیق متداول است. معمولاً زمانی که بام برای تحمل بار بیشتر نیاز به تقویت شدن دارد، تغییراتی در سازه‌ی کف بام ایجاد می‌شود. در این حالت مهندسان سازه محل کارگذاری و ظرفیت تحمل بار سازه‌های تقویتی را مشخص و محلبه می‌کنند. هر چه طراحان در تعیین هدف احداث و اجراء نصب و اجزای سازنده بام سبز دقیق‌تر عمل کنند که مهندسان سازه برای افزایش میزان تحمل بار نقاط مختلف بام آسان‌تر می‌شود.

یکی از موضوع‌های مهم در بام‌های سبز، چگونگی تشخیص محل نشت آب و تعمیر سریع آن است. پس از نصب لایه‌ی عیق در برلر نفوذ آب، می‌توان با پر کردن بام، با حجم مشخصی از آب، تولایی لایه عایق را در جلوگیری از نشت آب آزمود. در مجموعه‌هایی که در آن‌ها از پوسته‌های ترموبلاستیک، تک‌لایه و چسبیده استفاده می‌شود پس از انجام این آزمایش برش‌هایی در کف پوسته ایجاد می‌گردد. به این ترتیب می‌توان متوجه شد که آیا رطوبت تولسته به زیر لایه‌ی عیق در برلر آب، نفوذ کند یا خیر. در گذشته یافتن آسیب‌ها و مکان‌های نشت جزئی، پس از انجام آزمایش کار سیار وقت‌گیری بود و نیاز به بررسی زیادی داشت. زیرا باروشی که توضیح داده شد تنهایی شد محل تقریبی نشت را پیدا کرد. امروزه از روش جدید و کل‌آمدی مکان‌یابی برداری میدان الکتریکی (ای.اف.وی.ام)<sup>۱</sup> استفاده می‌شود. در این روش لایه عایق در برلر آب روی گرفتاری ملند فولاد یا یافتن مسلح قرار می‌گیرد. مکان‌هایی از پوسته که آب از آن‌ها نشت می‌کنند به صورت میدان الکتریکی دیده می‌شوند. به این ترتیب می‌توان به کمک یک ولتمتر به آسانی محل‌های نشت را یافت و مسدود کرد. باید توجه داشت که (ای.اف.وی.ام) یک محصول یا سیستم نیست، بلکه یک روش است. لذا برای آن که بتوان از روش (ای.اف.وی.ام) استفاده کرد، باید لایه آبجندی از نظر الکتریکی

باری که بام تحمل می‌کند به نوع بار زنده و بار مرده تقسیم می‌شود. منظور از «بار مرده»، وزن مواد سازنده و اجزای ثابت روی بام است. بر خلاف بار مرده منظور از «بار زنده»، وزنی است که بر اثر استفاده از فضای بام باید تحمل شود. برای مثال وزن افرادی که روی بام رفت و آمد می‌کنند بار زنده محسوس می‌شود. البته در برخی این‌که بار ناشی از برخی اجزاء ملند گلدن‌های سیار و مورد مشبه جزو کدام گروه قرار می‌گیرد اختلاف نظر وجود دارد. نظران و بارهای ساختمانی حتی ممکن است از تعریف‌های صریح و روشن نیز تفسیرهای مختلفی داشته باشند. مثل این که آیا جزئی که برای مدتی معین، ثابت و بدون تحرک است بار مرده محسوس می‌شود یا از آن‌جا که قبل جایه‌جایی است بار زنده است؟ اجزای گیاهی معمولاً در آینه‌های ساختمان سازی بار مرده محسوس می‌شوند اما برخی از مراجع قلوبی به دلیل این که اجزای گیاهی دائمی نیستند و قابل جایه‌جایی هستند، آن‌ها را بار زنده در نظر می‌گیرند. استانداردهای جدید موسسه استاندارد آمریکا روش‌های یکسانی برای پیش‌بینی بار زنده و مرده بام سبز ارائه کرده است.

آینه‌های ساختمان سازی معمولاً محدوده‌ی تحمل بار را طوری معین می‌کنند که هم بار مرده و هم بار زنده را در برگیرد. ممکن است بارهای دیگری مانند باد، برف و زلزله نیز بر میزان باری که بام باید تحمل کند اثر بگذارد. بنابراین طراحان بام سبز و باعچه‌های بعلی باید در محلبه‌ی حجم باری که بام می‌تواند تحمل کند ضریب اطمینانی در نظر بگیرند. وزن کلی تمام اجزای بام باید از بیشینه‌ی باری که بام می‌تواند تحمل کنند کمتر بشود. معمولاً در زمان برنامه‌ریزی برای ساخت یک بام سبز، لازم است بارهای متراکم نیز جزو باری که بام تحمل می‌کنند محاسبه شوند. بارهای متراکم در واقع بیشترین بار می‌جازد در نقطه‌های فشار هستند محل تقطیع تیرآهن‌های بام یا محل اتصال آن‌ها به ستون‌ها جزو نقاط فشار محسوس می‌شوند. معمولاً

1- Electric Field Vector Mapping(EFVM)

درجه اهمیت این مزیتها نمی پردازیم، زیرا با توجه به هدفهای خاص موردنظر در طراحی بام سبز هر کدام از این ویژگی‌ها و مزیتها ممکن است اهمیت بیشتر یا کمتری داشته باشد.

### ۱-۶-۱- زیبایی‌شناسی

یکی از مزیتها مشخص بامهای سبز جلوه و طراوت ظاهری و فضاهای سبزی است که جایگزین بامهای قیراندو و کسل‌کننده می‌شوند. بعضی از بامهای سبز، ملئند بلطفجه‌ها در دسترس عموم یا صاحبان ساختمان هستند و موجب طراوت محیط زندگی می‌شوند. در محیطهای متراکم شهری نمی‌توان حتی از تأثیر ظهری یک فضای سبز کوچک نیز به سادگی گذشت، به خصوص اگر این فضا در معرض دید یا لستفاده تعداد زیادی از مردم باشد.

### ۱-۶-۲- مدیریت سیالاب‌ها

هنگام باران‌های شدید، گیاهان، محیط رشد و لایه‌ی پساب بامهای سبز (اگر به منظور، مدیریت سیالاب‌ها طراحی شده باشند) حجم قبل توجهی از آب باران را جذب می‌کنند. این عمل از حجم آب سرریز شده می‌کاهد و به کاهش حجم سیالاب کمک می‌کند. نتیجه این که می‌توان سلامنهای کوچکتر کنترل سیالاب داشت و از آودگی آب رودخانه‌ها در اثر سرریز سیالاب‌ها جلوگیری کرد. در منطقه شهری بزرگ بامهای سبز می‌توانند از حوادثی که بر اثر سرریز آب پسابها و سیالابها پس از بارش‌های سنگین به وجود می‌آیند نیز جلوگیری کنند. در صورتی که بامهای سبز پسابی در یک شهر وجود داشته باشند و سطح تحت پوشش بامهای سبز گستردگی باشند، می‌توان با جذب آب باران از سرریز شدن آن در سالمهای کنترل سیالاب‌ها و درون سیستم تصفیه‌ی پساب شهری جلوگیری کرد. با پیشرفت در طراحی، بامهای سبز علاوه بر کاهش سیالابها

نیز علیق بشد. کف بامهایی که با بتون در جا<sup>۱</sup> ساخته شده‌اند این شرایط را دارند. کفی‌های فولادی و ترکیب‌های فولاد نیز مناسب هستند. اما کفی‌های چوبی، تخته‌های بتون پیش‌ساخته و کفی‌های عایق تکمیلی مقاوم در برابر بخار دارای فاصله‌های هواذر<sup>۲</sup>، مناسب نیستند. برای این که این نوع کفی‌ها روش (ای. افوی ام) سلگار شوند، کافی است لایه رسلایی را زیر پوسته آبجندی قرار دهیم و آن را به ارت الکتریکی ساختمان مثلاً لوله‌کشی متصل کنیم. این صفحه رسلا می‌تواند یک صفحه یا شبکه فلزی بشود. روش (ای. افوی ام) غیر از صفحه یا شبکه شوده هیچ هزینه‌ی دیگری ندارد.

سیستم‌های دیگری نیز وجود دارند که می‌توانند به صورت خودکار محل نشت آب را نشان دهند. این سیستم‌ها به کمک شبکه‌ای از کابل‌ها و فرستندهای کار می‌کنند. این فرستندهای باید در زیر پوسته‌ی آبجندی و در محل تقاطع کابل‌ها نصب شوند. این سیستم برای تشخیص میزان رطوبت و ضایعات رطوبتی کف بام، در سرتلس شبکه، پالس‌های الکتریکی ایجاد می‌کند. خروجی سیستم که وضعیت کل کف بام را نشان می‌دهد می‌تواند به ملتیتور کلمپیوت ارسال شود. با لستفاده از این سیستم، محل نیاز به تعمیرات به درستی شناسایی و ترمیم می‌شود. در نتیجه هزینه تعمیرات و جایگزینی اجزا به حداقل می‌رسد. اما وسائل مورد نیاز این سیستم پرهزینه هستند. البته با توجه به این که این تکنولوژی به سرعت در حال پیشرفت است معایب آن به زودی برطرف خواهد شد.

### ۱-۶-۳- مزایای بامهای سبز

بامهای سبز نسبت به بامهای معمولی مزیتها فراوانی دارند در ادامه مجهودترین این مزیتها بررسی می‌شوند. البته در اینجا به

1- Cast in Place Concrete

2- Supplementary Vapor Barrier

مثال روی تبلارها یا ترمینال‌های فروندگاه احداث شوند، می‌توانند از اثر پدیده جزیره گرمای شهری بکاهند.

در زمان بارش‌های سنگین، توانایی نگهداری آب اضافی را نیز پیدا کرده‌اند. در آینده، از این آب برای آبیاری گیاهان بامهای سبز استفاده می‌شود.

### ۱-۶-۴- عایق صدا و گرما

بامهای سبز از لایه‌های زیادی ملند لایه‌ی عایق در پر لبر آب، پوسته بام، محیط رشد و اجزای گیاهی تشکیل شده‌اند و به همین دلیل ضخامت زیادی دارند. این ضخامت موجب می‌شود که بامهای سبز به عنوان عایق صدا عمل کنند و نفوذ صدای ناشی از ترافیک، هوایپیمایها و عوامل دیگر را به درون ساختمان کاهش دهند. بامهای سبز همچنین به دلیل ضخامت‌شان عایق حرارتی نیز بکشمار می‌آیند و تا حدی از انتشار نری اجلوگیری می‌کنند. به همین دلیل بامهای سبز نیاز به خنک کردن ساختمان‌ها در تبلستان و گرم کردن آن‌ها در زمستان را کاهش می‌دهند. افزون بر این، بامهای سبز دمای هوای اطراف خود را نیز کم می‌کنند. این خاصیت بر کارآمدی دستگاه‌های خنک‌کننده می‌افزاید و هزینه‌های اداره ساختمان‌ها را کاهش می‌دهد.

### ۱-۶-۵- تصفیه هوا

بامهای سبز ملند هر توده گیاهی دیگر می‌توانند ذرات غبار و دوده هوا را تصفیه کنند. بامهای سبز در مقایسه با بامهای معمولی که هیچ تأثیر مطلوبی بر هوا ندارند بسیاری از ذرات موجود در هوا را به دام می‌ندازند و هوای شهر را برای تنفس انسان و سایر موجودات زنده سالم می‌سازند.

### ۱-۶-۶- کاهش دی اکسید کربن

یکی از چالش‌های جهان امروز، گرم شدن کره زمین است و نقش گیاهان در کاهش عوامل مؤثر در این زمینه، سرعت پیشرفت

۱-۶-۳- کاهش اثر پدیده جزیره گرمایی شهری  
مجموعه‌ای از بامهای سبز تأثیر بسزایی بر پدیده جزیره گرمایی شهری دارند. این موضوع به خوبی در مناطق شهری بزرگ اثبات شده است. محیط‌های شهری، به خصوص مسیرهای رفت‌وآمد تیره رنگ و سطح تحت پوشش مصالح ساختمانی که فقط هر گونه گیاه هستند در طول روز گرما را جذب می‌کنند و آن را به آهستگی در طول شب پس می‌دهند. در نتیجه دمای مناطق شهری چند درجه از بیلاق‌ها و مناطق روستایی اطرافشان گرمتر است. بنابراین نری خورشید به گرما تبدیل می‌شود و بر هوای اطراف ساختمان‌ها تأثیر می‌گذارد در نتیجه باید هوا را خنک کرد که این امر باعث افزایش هزینه‌ها می‌شود. ذرات موجود در هوا نیز در ایجاد پدیده جزیره گرمایی شهری نقش دارند. این آلودگی‌ها هنگام شب اشعه مادون قرمزی را که از سطح زمین بازتابیده می‌شود جذب می‌کنند و با این کار عمل خنک شدن هوا در شب به کندی پیش می‌رود. از جمله سایر اثرات مهم پدیده جزیره گرمایی شهری در شهرهای آمریکای شمالی می‌توان به افزایش شکل‌گیری مه- دود<sup>۱</sup> و آلودگی هوا افزایش مصرف نری، کاهش شرایط بهداشتی و از دید فشارهای عصبی اشاره کرد. برای مثال فروندگاه‌های بزرگ با حجم وسیع باندها و مسیرهای رفت‌وآمد در صورتی که پوشش گیله‌ی مناسب نداشته باشند خود به جزیره‌های گرمای شهری تبدیل می‌شوند. در مقابل، عمل تبخیر در بامهای سبز و عمل تعرق<sup>۲</sup> گیاهان موجب آزادسازی آب و خنک شدن دمای اطراف ساختمان می‌شود. اگر بامهای سبز در ابعاد گسترده، برای

1- Smog  
2- Transpiration

که برای ساکنان ساختمان‌های نقش مکان تغیریجی و رفاهی دارند، می‌توان ادعا کرد که بام سبز، یک مزیت اقتصادی محسوب می‌شود. در برخی از بامهای سبز، سبزی‌کاری می‌شود که بر هزینه‌های ساکنان ساختمان تأثیر دارد. در آمریکای شمالی، در سطح کلان و دولتی، تسهیلات مالی و معافیت‌های مالیاتی برای کسانی که روی ساختمان‌های سبز باشند می‌گردند. اگر از مواد بازیافتی در بام در نظر گرفته شده است، از سوی دیگر، اگر از مواد بازیافتی در سبز استفاده شود که خود موجب کاهش هزینه‌های حمل و نقل و مصالح می‌شود، مکان استفاده بیشتر از معافیت‌های مالیاتی نیز وجود دارد. اگر بتوان کاهش هزینه‌های عمومی ناشی از سرریز شدن سیالابها یا خسارت‌های ناشی از تشعفات را نیز اثبات کرده دستگاههای قانون‌گذار ممکن است باز هم تسهیلات مالی بیشتری برای سازندگان در نظر بگیرند. تصویب قانون و تدوین آیندهای لازم برای آمریکا زمان زیادی می‌برد، در حالی که چنین تسهیلاتی مدت‌ها است که در اروپا وجود دارند.

**۱-۸-۸- افزایش کارآمدی فوتوفولتاییک‌ها**  
برخی از مزیت‌های بام سبز ناشی از ادغام و سازگاری آن با سایر فناوری‌های جدید است. معمولاً صفحه‌های فوتوفولتاییک را روی بامهایی که بیشترین تبلش خورشید را دارند نصب می‌کنند. به این ترتیب تبدیل نری خورشیدی به الکتریسیته با کارآیی بیشتری صورت می‌گیرد (تصویر ۱۳). البته توجه به این نکته بسیار مهم است که این صفحه‌ها در محدوده‌های دمایی خاص و با نوصلات دمایی کم، کارآیی بیشتری دارند. بامهای سبز در فرلهای آوردن محدوده دمایی مناسب برای صفحه‌های فوتوفولتاییک، بسیار موثرند. بامهای سبز در طول روز نسبت به بامهای معمولی بسیار خنکترند و این مزیت مهمی برای صفحه‌های فوتوفولتاییک است.

و اثرات ناشی از این پدیده را نمی‌توان نادیده گرفت. گاهی این دی‌اکسید کربن هوا را می‌گیرند و از آن نشسته می‌سازند و هم‌زمان اکسیژن آزاد می‌کنند. دی‌اکسید کربن مهم‌ترین عمل ذخیره گرما در جو و گرم شدن کره زمین است. با افزایش پوشش گیاهی می‌توان دی‌اکسید کربن موجود در هوای کله‌شدن داده اما باید توجه داشت که بامهای سبز به صورت غیرمستقیم در کاهش دی‌اکسید کربن، کارایی چشم‌گیرتری دارند. بامهای سبز موجب کاهش دمای اطراف ساختمان می‌شوند در نتیجه نیاز به خنک کردن هوای داخل ساختمان کاهش می‌یابد و متقابلان شاهد کاهش چشم‌گیری در مصرف سوختهای فسیلی برای خنک کردن و حتی گرم کردن ساختمان خواهیم بود. سوختن سوختهای فسیلی با آزاد شدن مقدار بسیار زیادی دی‌اکسید کربن همراه است.

### ۷-۶-۱- مزیت‌های اقتصادی

عوامل فراوانی در افزایش مزیت‌های اقتصادی بامهای سبز مؤثر هستند به همین دلیل اثبات این مزیت‌ها کمی دشوار است. هزینه اولیه ساخت یک بام سبز از یک بام معمولی بیشتر است، اما در دراز مدت، بام سبز عمر و دوام بام ساختمان را افزایش می‌دهد. این افزایش عمر به دلیل آن است که بام سبز از تبلش مستقیم شعه صاره بنفش و لشعه‌های مغرب دیگر به بام ساختمان جلوگیری می‌کند. در بیشتر موارده بام سبز، در جبران هزینه‌های صرفشده موقوف عمل می‌کند. محافظتی که بام سبز از پوسته بام لجام می‌دهد مزیت اقتصادی مهمی برای صاحب ساختمان به شمار می‌آید. در نتیجه گاهی وقت‌ها سازندگان ساختمان، بامهایی را که قرار است با بام سبز پوشانده شوند برای مدت طولانی تر ضمانت می‌کنند. همان‌طور که پیشتر نیز توضیح داده شد، از آنجا که ساختمان‌های دارای بام سبز، به خنک کردن و گرم کردن کمتری نیاز دارند نری که مصرف می‌کنند که از لحاظ اقتصادی مزیت مهمی پخش‌شمار می‌آید. در مواردی که بامهای سبز در سطحی هستند



تصویر ۱۴: وجود تنوع گیاهی که در میان آنها فضایی از شن و سنگپزه طراحی شده باشد پرندگان و حشرات را جذب بام سبز می‌کند. این بام سبز در بیمارستان دلشگاه، شهر بازل سویس ساخته شده است.

### ۱-۶-۹- بازسازی زیستبومها<sup>۱</sup>

همان‌طور که باغوحش‌ها در حال تبدیل شدن به آزمایشگاه‌هایی برای مطالعه حفاظت و تولید مثل جلوگران در حال انقراض هستند، بعضی از بامهای سبز نیز زیستگاه‌های گیاهان در معرض خطر را بازسازی می‌کنند و بدین ترتیب فرصت و امکان مطالعه گروههای گیاهی خاص و لستراور مجدد آنها را فراهم می‌کنند (تصویر ۱۴). طرح‌های مربوط به بامهای زنده و بامهای قهودای که در آن‌ها سعی شده است روی بام محیط زندگی طبیعی نژادهای خاصی از پرنده‌گان بازسازی شود. فضای سبز چه روی زمین بنشد و چه روی بام سرمایه‌ای با ارزش و مفید است. به هیچ عنوان تعجب‌آور نیست که هم‌مان با متدالو شدن بامهای سبز، رقبات و اختلاف نظر در زمینه بهترین نوع کاربرد آنها به وجود آید. سوالی که هم‌اکنون مطرح می‌شود این است که آیا بامهای سبز باید فقط برای لستفاده مردم بنشند یا فقط برای گیاهان و جلوگران یا برای همه؟



تصویر ۱۳: تجهیزات فتوولتاییک، بر بام سالن نمایش شماره ۱، بازل، سویس<sup>۲</sup> در یک بام سبز کم‌عمق با پوشش گیاهی سلول مساحت این بام تقریباً ۱/۶ هکتار است. زیرا لایه این بام با عمق ۷۰ سانتی‌متر از سنگهای اتفاق‌شناختی تشکیل شده است. این بام همچنین ۱۸۵۰ مترمربع سلول فتوولتاییک (خورشیدی) دارد که سالانه ۲۱۵۰۰۰ کیلو وات ساعت (kWh) نرژی تولید می‌کند.

### ۱-۶-۱۰- نظارت بر محیط<sup>۳</sup>

بامهای سبز محصول فناوری‌های مدرن هستند و به همین دلیل برخی از آن‌ها وسایل و تجهیزات خاصی برای نظارت و اندازه‌گیری بسیاری از متغیرهای محیطی دارند. این متغیرها شامل دمای هوا، دمای بام سبز در ساعتهای مختلف روز، مقدار آب جذب شده، مقدار سرریز سیال‌بده مقدار افزایش زیست‌توده گیاهان، محدوده نشت آبه میزان دقیق عایق‌سازی صدا و عایق‌سازی نور خورشید و مواردی از این دست هستند. به مرور زمان با جمع‌آوری این داده‌ها و مقایسه آن‌ها با بامهای معمولی، مزیت‌های فراوان بامهای سبز بیشتر مشخص می‌شود و موجب ترغیب عموم به احداث این بامها در آینده خواهد شد.

دلشمندان با لستفاده از طلایعات حاصل از مطالعه اثرات کشت گیاهان در بامهای سبز مجزا و با کمک مدل‌های پیشرفته رایانه‌ای در حال محلسبه و پیش‌بینی تأثیر بامهای سبز و کاربرد گسترده آن‌ها در محیط‌های شهری هستند

1- Habitat Restoration

2-Exhibition Hall #1, Basel, Switzerland

3- Environmental Monitoring

## طراحی پایدار

طرح پایدار را بومشناس اجتماعی برجسته استفان کلرت<sup>۱</sup> بیان کرده است. او یک طرح محیطی تجدیدنشونده رامحیطی می‌داند که در آن طبیعت و محیط مصنوعی موجب غنای روح و روان لسان<sup>۲</sup> شود. او می‌گوید:

«طرح‌های محیطی تجدیدنشونده از اثرات منفی بر محیط طبیعی و سلامت انسان می‌کاهند و آن‌ها را به حداقل می‌رسانند. چنین طرح‌هایی در مکان‌هایی که جلوه‌های فرهنگی و زیستمحیطی دارند، فرصت‌های مناسبی برای ارتباط سودمند با طبیعت فراهم می‌آورند. تفاوت اصلی این طرح‌ها با طراحی‌هایی که به روش‌های متدالوپ پایدار اجرامی‌شوند، تمرکزی است که روش‌های متدالوپ روی بخش اول تعریف یعنی «گاهش اثرات منفی بر محیط» دارند، در تعریف طراحی پایدار، نیاز خریزی انسان به همزیستی با سیستم‌های طبیعی نادیده گرفته شده است.»

بسیاری از طرح‌هایی که در ادامه ارائه شده‌اند را می‌توان در گروه طرح‌های محیطی تجدیدنشونده قرار داد. در هر بخش، عنصر مهم تداوم و پایداری این طرح‌ها بطور خلاصه توضیح داده شده‌اند.

ذهنیتی مشابه با طراحی پایدار وجود دارد که در اینجا با عنوان طراحی جملع ساختمان<sup>۳</sup> از آن یاد می‌شود. هدف این طراحی احداث ساختمان‌هایی با کارآیی بالا است که همه اجزای آن‌ها در خدمت یک عملکرد کلی بشوند.

جن کریستن اسمات<sup>۴</sup> سیاستمدار و فیلسوف اهل افریقای جنوبی و نویسنده کتاب «کل نگری و سیر تکمله»<sup>۵</sup> شخصی است که واژه «کل نگری»<sup>۶</sup> (هولیسم) را مطرح کرده است. وی این واژه

### ۱-۱۱-آموزش عمومی

بامهای سبزی که طراحی درست و دقیقی دارنده فرصت خوبی برای آموزش‌های عمومی محیط‌زیست فراهم می‌کنند. این بامها را معمولاً در مکان‌هایی می‌سازند که در معرض دید عموم و مراجعه پاره‌گان بشوند و امکان نصب تبلوهای راهنمای آموزشی وجود داشته بشوند (تصاویر ۱۵ و ۱۶)

### ۱-۷-طراحی پایدار

بامهای سبز را می‌توان جزیی از مجموعه بزرگ و پیچیده فرآیندهای روش‌های طراحی، مواد و راهکارهای ساخت‌وساز دلست که منجر به ایجاد یک طرح بذوق و پایدار می‌شوند. در اینجا راهه تعریف کاربردی از پایداری بسیار مهم است. زیرا این تعریف باطراحی‌ای با مسیز ربطه مستقیمی دارد. «یک طرح پایدار طرحی است که خود شرایط رشد خوبیش را فراهم کند و نیازهایش را برآورده سازد. همه مواد و سیستم‌هایی را که استفاده می‌کند بازیافت کند تا در اثر استفاده از آن‌ها، هیچ نقصانی در محیط‌زیست رخ ندهد و طرح پس از تکمیل بدون تحمیل فشار و کاستن از منابع و سیستم‌هایی که به آن‌ها نیاز است به فعالیت خود ادامه دهد.» پیش از این که مفهوم تداوم و پایداری به مفهومی آشنا برای همه تبدیل شود ماهاتما گلدی گفت: «تداوم و پایداری نیازمند آن است که ما از چگونگی تاثیر اعمالمان بر محیط‌زیست، اقتصاد و جامعه آگاه باشیم. ما خودمان باید آن تغییری باشیم که آرزو داریم در جهان اتفاق بیفتد.» بامهای سبز می‌توانند قدمی کوچک در این جهت بشوند.

اما یک طرح پایدار باید از توجه صرف به بهبود مشکلات زیستمحیطی فراتر برود. شاید بتوان گفت بهترین تعریف از یک

1- Sustainable Design

2- Stephen R. Kellert

3- Human Spirit

4- Whole Building Design

5- Jan Christian Smut

6- Holism and Evolution

7- Holism

## مدیریت انرژی و طراحی محیطی



تصویر ۱۵: یک تبلوی راهنمای آموزشی در موسسه سبز<sup>۰</sup> در شهر مینیاپولیس اطلاعات لازم را به بازدیدکنندگان ارائه می‌کند.



تصویر ۱۶: تبلوهای نصب شده روی بام مزیتهای محیطی بام سبز را توضیح می‌دهند. این بام سبز در شهر پرتلند ایالت اورگان احداث شده است.

محیطی مشبته در این شش زمینه اعطای می‌شود: ایجاد سایت پایدار، کارآمدی در استفاده از آب<sup>۱</sup>، کارآمدی در استفاده از

را بر لسان استنباط خود از فرآیند تکاملی طبیعت برای ساخت هر کل، تعریف کرده است. او معتقد بود که در طبیعت هیچ بخش مجزایی وجود ندارد بلکه تنها چیزی که وجود دارد ترکیب‌ها و منظومه‌هایی است که خود جزوی از کل هستند. در سال ۱۹۶۹، باکمینستر فولر<sup>۲</sup>، هنگامی که روی برنامه فضایی کار می‌کرد گفت: «سینئری<sup>۳</sup>؟ تنها واژه‌ای در زبان ماست که مفهوم رفتار سیستم‌های جامع را بیان می‌کند، دقتاری که با بررسی جداگانه رفتار اجزا، یا زیرمجموعه‌ای از آن‌ها قابل دریافت و مشاهده نیست. کل از مجموع اجزای سازنده‌اش بیشتر است». با گذشت چندین دهه هنوز این رویکرد بسیار کلیدی و مهم است.

### ۱-۸- مدیریت انرژی و طراحی محیطی

لید<sup>۴</sup>، یک نظام رتبه‌بندی زیست محیطی است که توسط "شورای ساختمان سازی سبز ایالات متحده آمریکا"<sup>۵</sup> به وجود آمده است. هدف این نظام کمک به شناسایی و در جنبندی طرح‌های پایدار است. شورای ساختمان سازی سبز کانادا نیز بر لسان نظام لید آمریکایی، مدلی برای خود تصویب کرده است.

یکی از خصوصیات مهم فرآیند لید این است که گروه طراح و گروه سازنده باید از زمان شروع عملیات ساخت‌وساز تا پایان آن، سازگاری با شرایط گوناگون پایداری را بدستورت مستند ثبت کنند. حتی اگر ساختمندی با رعایت کامل اصول پایداری ساخته شده بنشاند لاما مراحل عملیات را بدستورت گام ثبت نکرده باشد، امکان دریافت گواهی‌نامه لید را ندارد. در هر دو دستورالعمل آمریکایی و کنادایی امتیازهای بر لسان دست‌آوردهای

- 1- Buckminster Fuller
- 2- Synergy
- 3- Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)
- 4- U.S Green Building Council
- 5- Green Institute
- 6- Sustainable Site Development
- 7- Water Efficiency

## مدیریت انرژی و طراحی محیطی

در صورتی که بام سبز تجهیزات جمع‌آوری سیلابها را داشته باشد، ساختمان می‌تواند امتیاز بیشتری کسب کند، زیرا در این صورت دیگر از آب آشیانیدنی برای آبیاری بام سبز و سایر فضاهای سبز ساختمان لستفاده نمی‌شود. بن و پیوگی می‌تواند با دو امتیاز لید همراه باشد. با ارائه روش‌های دیگری برای کاهش لستفاده از آب آشیانیدنی، می‌توان امتیازات بیشتری کسب کرد. برای مثال، گاهی وقتها می‌توان از سیلاب‌ها (آب باران) در سیفون دستشویی لستفاده کرد. بام سبز خود می‌تواند به گونه‌ای طراحی شود که به تصفیه آبهای نیمه‌آلوده (آبهای خاکستری) کمک کند. آبهای نیمه‌آلوده همان پسابهایی هستند که برای مصارف خانگی ملند شستن ظرفهای دستها و حمام می‌توانند لستفاده شوند. آب خاکستری با آبهای آلوده‌ای که از پساب سرویس‌های بهداشتی حاصل می‌شود و حاوی فضولات و مواد سمی است متفاوت است.

در زمینه سوم یا همان کلارآمدی در استفاده از انرژی (به این بخش گاهی وقتها انرژی و جو نیز گفته می‌شود) سه زیرشاخه مهم وجود دارند: (۱) بهینه‌سازی کلارآیی انرژی، (۲) بهره‌مندی از انرژی‌های تجدیدپذیر و (۳) کاهش کلبرد موادی که به لایه زون آسیب می‌رسند. بامهای سبز چون عایق حرارتی هستند، با کاهش مصرف انرژی می‌توانند کلارآیی مصرف انرژی را افزایش دهند. لید بر استفاده از مدلیع انرژی سبز و پایدار به جای منابع سنتی تأکید دارد. لستفاده از سلول‌های فتوولتاییک در بامهای سبز برای تولید برق و کلبرد آن در ساختمان یا در راه اندازی سیستم آبیاری می‌تواند منجر به کسب امتیاز شود. خاصیت خنک‌کنندگی بامهای سبز که از تعریق و تبخیر گیاهان حاصل می‌شود نیز می‌تواند باعث کسب امتیاز شود.

در زمینه چهارم یا همان انتخاب مواد و مصالح مناسب،

انرژی، انتخاب مواد و منابع با کمترین اثر نامطلوب زیستی<sup>۱</sup>، کیفیت محیط داخلی<sup>۲</sup> و خلاق بودن طرح<sup>۳</sup> بامهای سبز می‌تواند در تمام این زمینه‌ها غیر از کیفیت محیط داخلی، امتیاز کسب کند. برای مثال یک طرح بام سبز می‌تواند میزان سرریز شدن سیلاب‌ها را کاهش دهد برای آبیاری، مصرف بهینه‌ی آب داشته باشد یا این نیاز را به حداقل برساند، مصرف انرژی را کاهش دهد از مصالح ساختمانی بسیار با کیفیت استفاده کند و در طرح خود خلاصه باشد. هر هدف باید با دقت ثبت شود و در فرآیندی که به دقت شرح داده شده، مستند شود.

در زمینه اول یعنی همان تداوم و پایداری سایته (که در بامهای سبز وجود دارد) دو مورد زیر می‌تواند به کسب امتیاز منجر شود: (۱) کاهش در ایجاد موانع در سایت و حفظ و تلمیز فضلهای آزاد (۲) طراحی منظری که موجب کاهش اثرات پدیده جزیره گرمای شهری شود. یک طرح می‌تواند با اثبات این که بخش‌های بقیه ملاده از سایت اولیه، حفاظت‌شده هستند و بخش‌های آسیب‌دیده بهصورت محیط‌هایی برای زندگی طبیعی و تلمیز تنوع زیستی بازسازی شده‌اند امتیاز کسب کند. بام سبزی که شامل محیط زندگی طبیعی بازسازی شده باشد دارای چنین شرایطی است. علاوه بر این، از آنجا که همه بامهای سبز موجب کاهش پدیده جزیره گرمای شهری می‌شوند، باید حداقل ۵۰ درصد بام ساختمان اپوشش دهد تا تأثیره لحاظ بهره‌مندی از این ویژگی امتیازی کسب کند.

در زمینه دوم، یا همان لستفاده کلارآمدتر از آبه بر لاسوس نحوه و میزان مدیریت سیلاب‌ها طراحی سطح زمین برای بهره‌برداری بهتر از آبه کاهش مصرف آب و راهکارهای نواورانه برای پساب‌ها امتیاز داده می‌شود. ساختمان‌ها می‌توانند با کاهش میزان حجم سرریز و تصفیه سیلاب‌ها نیز امتیاز کسب کنند.

1- Energy Efficiency

2- Materials and Resources Selection

3- Indoor Environmental Quality

4- Innovation of Design

## مدیریت انرژی و طراحی محیطی

شهرت مشبله شهرتی است که زمانی بلندترین ساختمان‌ها کسب می‌کرند. از آنجا که لید علاوه بر ساخت‌وساز، طراحی رانیز در بر می‌گیرد می‌تواند به عنوان مجموعه‌ای از دستورالعمل‌های برای همه اعضاً گروه فعال در یک طرح مورد استفاده قرار گیرد.

بعضی از طرح‌هایی که در این نظریه معرفی شده‌اند گواهی‌نامه لید دارند یا متفاوتی دریافت آن هستند. سایتهاشی شورای ساختمان‌سازی سبز یالات متحده و شورای ساختمان‌سازی سبز کلادا هر دو توضیحاتی درباره پسیاری از طرح‌هایی که گواهی‌نامه لید دریافت کرده‌اند را که می‌کنند که برخی از این توضیح‌ها جزئیات فراوانی دارند. برای کسب اطلاعات بیشتر به سایتهاشی [www.USGBG.org](http://www.USGBG.org) و [www.cagbg.org](http://www.cagbg.org) مراجعه کنید.



تصویر ۱۷: تجهیزات سلول‌های فتوولتاییک روی یک بام سبز، شهر بازل سوییس



تصویر ۱۸: نمایی دیگر از تاسیسات فتوولتاییک واقع در «اکزیبیت هال» شهر «بازل» در سوییس. در این تصویر مشخص است که پنلهای فتوولتاییک بزرگ در سطح گسترهای در بام‌های پوشیده از سوم مورد استفاده قرار می‌گیرند.

بام‌های سبز تنها در یک زیرشاخه می‌توانند امتیاز کسب کنند: ذخیره‌سازی و جمع‌آوری مواد قبلی بازیافت. برای مثال، یک بام سبز می‌تواند نقش یک لیار برای کودهای آلی را ایفا کند. به این ترتیب مقداری از زباله‌های آلی (دورریزهای گیلهای مانند سبزی‌ها و میوه‌ها و ...) به جای این که به گودال‌های دفن زباله منتقل شوند در غنی‌تر کردن محیط رشد بام سبز به کار می‌رond. اگر در بام سبز این فرآیند موجب بازیافت یا جمع‌آوری مواد و مصالح محلی و در نتیجه کاهش هزینه‌های حمل و نقل و نیاز به تولید مواد جدید شوده می‌تواند امتیازهای بیشتری از لید به دست آورد.

زمینه پنجم یا همان کیفیت محیط داخلی کمتر به بام سبز مربوط می‌شود لاما ممکن نست در آینده شامل برخی از کاربردهای غیرمستقیم آن شود. مثلا دور از ذهن نیست که در آینده با اتخاذ راهکارهای مناسبه هوای تازه را از بام سبز به فضای داخل ساختمان منتقل کنند و موجب بهبود کیفیت هوای همچنین کاهش مصرف انرژی شوند.

زمینه ششم یا همان خلاق بودن طرح، فرستی را برای گروه طراحی به وجود می‌آورد تا بتواند با ثبت خلاقیت‌هایی فراتر از موارد یاد شده در پنج زمینه قبلی، امتیازهای بیشتری از لید کسب کند.

چهار درجه‌بندی لید وجود دارد:

- تأیید شده ۲۶ تا ۳۲ امتیاز
- نقره ۳۳ تا ۳۸ امتیاز
- طلا ۳۹ تا ۵۱ امتیاز
- پلاتینیوم ۵۲ امتیاز یا بیشتر

مشاورانی که عنوان مشاوران آموزش‌دهنده لید را دارند در هدایت پرورهای در چهار چوب استاندارهای لید مخصوص هستند. آن‌ها نتایج بررسی‌های خود را به مسئولان مربوط آمریکایی یا کنادایی می‌فرستند و در صورتی که امتیازهای بیشتری به دست آورند می‌توانند در هر مرحله از طراحی یا ساخت کمک کنند. بهطور کلی، گواهی‌نامه لید بر ارزش و اعتبار ساختمان می‌افزاید و به آن وجهه و شهرت عمومی مشتبی می‌بخشد. این

نوآوری و تاثیری که در کیفیت زندگی ساکنان می‌گذارد ارزیابی می‌کنند



تصویر ۱۹: معرفی الگوی ۱۱ گله طراحی

### ۱-۳- تشکیل گروه طراحی

بامهای سبز، حتی در نمونههای کوچک، طراحی پیچیده‌ای دارند و در اجرای آنها باید عنصر گوناگونی که هر یک پیچیدگی‌های خاص خود را دارند بدون کمترین خطا در کنار هم قرار داد. از آنجاکه یکی از رایج‌ترین مشکلات در طراحی و اجرای بامهای سبز، نبود هماهنگی لسته می‌توان گفت اولین گام در طراحی یک بام سبز، تشکیل یک گروه طراحی است. این گروه باید دارای یک مدیر طرح یا مستول همله‌نگی بشود که بهتر است در یکی از رشته‌های مربوط به طراحی این بامها متخصص بشود. مدیر طرح باید در کمترین مقدار از طرح دلشته و با تعریفها و اصطلاحات مربوط به آن آشنایی داشته باشد. او همچنین باید خدمات بالقوه‌ای را که هر یک از مشاوران می‌تواند ارائه دهد، بشناسد و بر مبادله همه اطلاعات

### ۲- فرآیند طراحی بامهای سبز

فرآیند طراحی بامهای سبز از بسیاری جهات مشابه سلیر طرح‌ها و تاسیسات، ماهیتی چندجانبه دارد. در طراحی این بامها نیز از روش‌ها و شاخه‌های مختلف طراحی لسته می‌شود. لارن هالپرین<sup>۱</sup>، طراح و معمار منظر، در کتاب خود با عنوان «چرخه آر.اس.وی.پی»<sup>۲</sup> الگوی سلیر مناسب برای فرآیند طراحی ارائه کرده است. در این الگو R برگرفته از کلمه‌ی Resource به معنی منبع (شامل سلیر عوامل از جمله نیروی انسانی و لغزش کار)، S برگرفته از کلمه‌ی Scores به معنی فرآیندی که منجر به اجرا می‌شود V برگرفته از کلمه‌ی Valuation به معنی ارزیابی عملکرد و P برگرفته از کلمه‌ی Performance به معنی عملکرد است. به بیان دیگر، عملکرد نتیجه نهیی اجرای طرح است. در ادامه، یک الگوی یازده مرحله‌ای برای معرفی فرآیند طراحی بامهای سبز ارائه می‌شود (تصویر ۱۹). هر چند این مراحل به ترتیب زملی به نسبال یکدیگر قرار داده شده‌اند، ولی روند طراحی بامهای سبز عموماً به صورت یک چرخه است و اضافه شدن هر گونه اطلاعات در هر یک از مراحل ممکن است در مراحل بعدی یا حتی مراحلی که اجرای آنها پیش‌تر آغاز شده و هنوز فرآیند تکمیل آنها به پایان نرسیده لسته تاثیر بخوبی پذیرد.

آنچه هالپرین ارائه کرده است یک الگوی ذهنی لسته اما الگویی که اینجا ارائه شده لسته شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌های عملی است که هر یک از آنها را می‌توان زیرمجموعه یکی از تقسیم‌بندی‌های الگوی او دانست. به این ترتیب طراحی کلی یک ساختمان نتیجه یک کل گروهی است و در آن همه دست‌اندرکاران طرح، در مراحل مختلف پروژه فعالیت‌می‌کنند و طرح را زنده‌بندی گوناگون می‌کنند هر یکی، کیفیت، انعطاف‌پذیری (سازگاری و پذیرش تغییرات احتمالی آتی)، کارایی، اثربخشی بر محیط زیست، بازده

1- Lawrene Halpin

2- Resources Scores Valuation Performance (RSVP Cycle)

## فرآیند طراحی بام‌های سبز

استفاده از یک سیستم یکپارچه تنها یک شرکت (تولیدکننده) مسئول نواقص و ایرادات ناشی از عملکرد اجزای بام سبز است. به همین دلیل، شرکت‌هایی که چنین محصولاتی تولید می‌کنند عموماً، برای اطمینان از نصب صحیح تاسیسات مربوطه و نحوی عملکرد آن‌ها لستفاده از لیزرهای خاصی را پیشنهاد داده و در صورت پذیرفتن این توصیه‌ها، محصول از ضمایت برخوردار است و از سوی دیگر شرکت سازنده نمی‌تواند مشکل را پذیرد و گروه دیگری را مقصراً لعلام کند.

### ۳-۲- تعیین اهداف برنامه

دومین گام در طراحی بام‌های سبز، داشتن یک برنامه مشخص و اصلاح آن در حین اجرای طرح است. لوگویزیه<sup>۱</sup> در جلی گفته است: «طراحی به استعداد و برنامه‌ریزی به نوع نیاز دارد». در مرحله‌ی برنامه‌ریزی، هر چه سوال‌های بیشتری مطرح شود و هر چه برای پاسخ به سوال‌ها بیشتر فکر شود، برنامه‌ی دقیق‌تری ارائه می‌شود. پاسخ دادن به سوال‌هایی مانند: چه کسی قرار است ز بام سبز لستفاده کند؟ هدف از ساخت آن چیست؟ مالکان خصوصی یا دولتی چه نفعی در ساخت بام سبز خواهند داشت؟ ابعاد آن چقدر است؟ و دلیل وجود آن چیست؟ به یافتن راه حل‌های عملی در طراحی کمک می‌کند. لسلی‌ترین سوالی که در این مرحله باید مطرح شود، ین است که: از بام سبز قرار است چه لستفاده‌ای شود؟ آیا این بام در دسترس عموم خواهد بود یا فقط جنبه زیبایی دارد؟ آیا این بام برای ایجاد یک زیستگاه طبیعی طراحی شده است؟ از نوع کم‌عمق، نیمه‌عمیق یا عمیق است؟ آیا برای حل مشکلاتی ملند کلهش جریان آبهای سطحی ناشی از بارندگی طراحی شده است یا ین که تنها نقش فضایی مطبوع برای استفاده‌ی عموم را ایفا می‌کند؟ آیا ین بام صرفاً قرار است جنبه زیبایی و نمایشی داشته باشد؟

تاكيد کند. همه تلاش او باید در جهت پیش‌برد طرح مطابق برنامه باشد. باید توجه داشت که متناسب با پیچیدگی و وسعت پروژه طراحان و پیمانکاران متعددی در گروه طراحی باید حضور داشته باشند. در اجرای یک طرح کوچک، بهخصوص طرح‌هایی که در آن‌ها بام سبز روی پشت‌بام یک ساختمان قدیمی اجرا می‌شود ممکن است به کمک مهندسان معمول، مهندسان منظر یا سایر مشاوران نیاز نباشد. اما در یک طرح پیچیده و بزرگ، معمولاً در گروه باید معمار، مهندسان منظر، مهندس سازه عمران، محیط‌زیسته طراح یا متخصص آبیاری، مشاور لید<sup>۲</sup> (اگر دریافت گواهینامه لید منظر باشد) و نماینده ساکنان ساختمان حضور داشته باشند. پیمانکار سازنده بام و پیمانکار فضای سبز نیز عضو گروه طراحی به شمار می‌ایند و در همه جلسه‌ها و هم‌هنگی‌های اصلی شرکت می‌کنند.

در طراحی بام‌های سبز باید با تولیدکنندگان عناصر و اجزای این بام‌ها مانند تولیدکنندگان پستر کشت یا محیط رشد، تولیدکنندگان مستگاه‌های آبیری، گلخانه‌های پرورش دهنده‌ی نوع گیاهان قابل کشت در این بام‌ها و همه کسلی که به نوعی در اجرای یک بام سبز مشغول است دارند در ارتباط بود و برای کسب اطلاعات درباره محصولات‌شنan و روش به‌کارگیری بهینه‌ی آنها مشورت کرد.

همان‌طور که پیش‌تر لشاره شد، بعضی از سازنندگان بام‌های سبز سیستم‌های جملعی را طراحی می‌کنند که در آن‌ها هر یک از اجزاء بام سبز به شکل لایه‌ای روی لایه‌های دیگر فشرده شده است. لما سیستم‌های دیگری نیز وجود دارند که هر یک از عنصر تشکیل دهنده‌ی آن‌ها توسط تولیدکنندگان مجزی بی‌تولید شده است. لستفاده از یک سیستم یکپارچه که همه‌ی اجزاء آن محصول یک تولیدکننده است به این معنا است که تنها یک نماینده تولیدکنندگان اجزای بام در گروه طراحی عضو است. با

1- Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)  
2- Le Corbusier

مشکلات احتمالی جلوگیری کرد. همچنین باید اطلاعاتی درباره مقدار باری که به ساختمان تحمیل می‌شود تعداد لایه‌های علیق در برابر آب به کار رفته در کف بام یا الایمهایی که باید نصب شوند و نیز مقررات محلی که باید در بامها رعایت شود، گرداوری شود. حتی در همین مرحله‌ی اولیه نیز باید راههای دسترسی به بام حین اجرای طرح پیش‌بینی شوند. در آنالیز سیستم باید ظرفیت آسانسور برابری و همچنین مسیرهای مربوط به لتقابل مصالح ساختمانی، گیاهان و سیستمهای لازم از داخل ساختمان تعیین شوند. اگر ساختمان، آسانسور نداشته باشد ممکن است راپله‌ها برای حمل تجهیزات و مصالح بزرگ‌تر مناسب نباشند. در چنین شرایطی، مصالح باید توسط جرثقیل منتقل شوند و یا به بام پمپاژ شوند. در هر صورت‌هه گروه طراحی باید همه‌ی مسایل احتمالی را در نظر بگیرد.

در سیستمهایی که در مناطق متراکم شهری هستند معمولاً فضای کافی و مناسب برای اثبات کردن مصالح در همسایگی ساختمان وجود ندارد و بیشتر وقت‌هه باید از بخشی از بام حداقل بهصورت موقت، برای نگهداری مصالح لستفاده کرد که درین صورت باید ازین بخش بام حفاظات بیشتری به عمل آید.

مصالح باید با ترتیب مشخصی به بام منتقل شوند بهطوری که انتقال آن‌ها با عملیات ساخت‌وساز همراه‌گ باشد. گروه طراحی باید همزمان و باقت بسیار با انتخاب عرضه‌کنندگان و پیمانکاران مناسبه تمام این نکات را در نظر بگیرد.

حتی اگر ساختمان قدمی نباشد و از لتدی طرح ساخت قرار باشد بر روی آن بام سبز اجرا شود گروه طراح بام سبز باید اطلاعات لازم و تعیین‌کننده را درباره‌ی طرح سازه پسابها و پیش‌بینی‌های مربوط به آن در اختیار معمار قرار دهد. عدم پیش‌بینی بام سبز به عنوان عنصری مهم در طراحی، در زمان برآنمیزی ساخته موجب بروز مشکلات لسلی در ساختمان می‌شود. برای مثال، پیمانکار بام سبز، ممکن است در مرحله‌ی اجرایی بام با این مسئله روبرو شود که آسانسور برابری در ساختمان وجود ندارد یا راه مناسبی برای دسترسی به بام در

**۳-۳- پژوهش، صورت‌برداری و آنالیز سایت**  
 گام بعدی، گرداوری اطلاعات است. اگر قرار باشد روی ساختمانی که پیش‌تر ساخته شده است بام سبز بسازیم، باید اطلاعاتی درباره‌ی آن ساختمان گرداوری کرد. این اطلاعات فهرستی است از نکاتی که موقعیت ساختمان و وضعیت محوطه آن را مشخص می‌کند. یکی از مهم‌ترین اطلاعات این است که آیا عناصر سازه‌ای و اجزاء تشکیل دهنده‌ی بام مطابق آن چه در نقشه‌ها دیده می‌شود، اجرا شده‌اند یا خیر. مهندسان معمول از توضیح درباره نتیجه‌ی زحمات‌شان، مثلاً سازه‌ای که در بام طبق نقشه به کل رفته یا تغییراتی که بعداً در نقشه داده‌اند لذت می‌برند بشناسند. این نوع اطلاعات را از آن‌ها دریافت کرد. حتی اگر بین نقشه‌ها و وضعیت سایت اختلاف وجود داشته باشد نقشه به دلیل این که جزئیات بام را نشان می‌دهد ارزش سیلی دارد. در صورتی که اختلاف عمددهای میان نقشه و نحوه اجرای طرح وجود داشته باشد نجات آزمایش و گمانهزنی برای تعیین شرایط موجود توصیه می‌شود. برای انجام این آزمایش‌ها ممکن است لازم باشد برخی لایه‌های بام کنده شود تا لطبق آبروهای نصب شده با نقشه‌ی اصلی بام اطمینان حاصل شود. مهم‌ترین مسئله‌ای که در این مرحله باید مشخص شوده سازه و بعد دقيق عنصر سازه بام است. حتی اختلاف جزئی میان بعد عناصر سازه با نقشه‌ها می‌تواند بر تولیتی یا عدم تولیتی بام در تحمل بام سبز و وزن ناشی از آن موثر باشد.

در این مرحله از بررسی سایته گروهی باید مسئول عکس‌برداری از بام (بام فعلی ساختمان)، بررسی ابعاد نرده‌های محافظه، مکان‌یابی آبروهای ارزیابی عملکرد آن‌ها و سیر تلسیسات و سیستم‌های موجود روی بام باشد. مثلاً مشخص کنند که آیا روی بام پریز بر ق وجود دارد؟ این گروه باید از همه‌ی مخلوقات آبه تجهیزات مکلیکی و سایر اشیاء استعداد موجود روی بام، صورت‌برداری کند. طراحی بام سبز باید با توجه به همه‌ی شرایط موجود در سیستم انجام شود. بنابرین در این مرحله هر چه اطلاعات دقیق‌تری گرداوری شوده راحت‌تر می‌توان از بروز

## فرآیند طراحی بام‌های سبز

هزینه‌ی بالا برای افزایش مقاومت بام در برقرار نیروهای وارده ناشی از نصب بام سبز، در همان مراحل اولیه به مرتبه بهتر و اقتصادی‌تر از صرف هزینه‌ی مازاد مامها یا سال‌ها پس از اتمام طرح است. به همین دلیل، حتی اگر احتمال اجرای یک بام سبز در آینده در ساختمان وجود دارد از نظر اقتصادی مقرر باشد که صرفه لست که ظرفیت اضافی لازم برای تحمل وزن بام سبز، از ابتدا در طراحی سازه در نظر گرفته شود.

عمل مهندس دیگری که بر هزینه‌های تائیرگذار لست، بستر کشت و نیز نوع مواد به کار رفته در محیط رشد لست. این مواد معمولاً شامل خاک رس، خاک رس آهکی، سنگ خارا و خکمهای غیرمحاطی هستند. در بیشتر موارد بهتر است از مصالح بومی استفاده شود، زیرا درین صورت هزینه‌های حمل مصالح کاهش می‌بلند. در هر صورت باید توجه داشته باشیم که گیاهان بتوانند رشد کنند باید عمق خاک حداقل ۴۶ سانتی‌متر بایش تر بلشند (در بسیاری از طرح‌های موفق بام‌های سبز، به ویژه آنهایی که در اروپا ساخته شده‌اند از خاک‌های محلی استفاده شده لست)، بنابراین بهتر لست برای تأمین مصالح، تا آن جا که ممکن لست از منابع موجود در منطقه بهره گرفت.

بستر کشت بومی، لایه‌بام‌های سبزی که با هدف کشت گیاهان بومی ساخته می‌شوند، مناسب است زیرا این گیاهان راحت‌تر می‌توانند خود را با ترکیبات چنین بستری‌هایی همراه کنند. باید توجه کرد که ایجاد شرایط بومی برای گیاهان در بام‌های سبز، کار دشواری استه زیرا باید بسیاری از عوامل متناسب نوع و عمق خاک و گیاهان قبل از ایجاد شرایط بومی بازسازی شوند. یکی از روش‌هایی که اکنون در سوییس اجرا می‌شود استفاده از گیاهان بومی با تنوع زیاد است. البته همیشه در بسیاری از بام‌های سبز، امکان کاشت نواحی از گیاهان بومی مقاوم در ابهالی گیاهان دیگر وجود دارد. معمولاً برای تقویت بستر کشت از افزونی‌هایی متناسب مواد آلی، مواد مخصوصی که باعث پوکی و افزایش جریان هوا در خاک می‌شوند و گلهای نیز مواد مغذی استفاده می‌شود. هر چند که همیشه استفاده از مواد بومی ارجح است، ولی عدم

ساختمان پیش‌بینی نشده است. مساله عمده دیگر ارتفاع نرده‌های محافظه است. ارتفاع این نرده‌ها را معمولاً آینه‌نماهای ساختمانی تعیین می‌کند و در بیشتر مواقع، برای بام سبز ارتفاع اضافی در نظر گرفته نمی‌شود. بنابرین، هنگامی که لايههای بام سبز را نصب می‌کنند، سطح بام بالا می‌آید و در نتیجه ارتفاع نرده‌های محافظه از سطح کمتر می‌شود که برای محافظه اضافی نیست. در هر صورت برای جلوگیری از بروز چنین مشکلاتی، بهتر است که پیش از هر اقدامی، معمار طی نشستی با گروه طراحی بام سبز، با محدودیت‌های قانونی مربوط به بام سبز آشنا شود.

### ۴-۳- هزینه و فایده

چهارمین گام تعیین منافعی لست که با در نظر گرفتن هزینه‌ی مصالح نیروی کار و هزینه‌های قانونی، از نصب و اجرای بام سبز به دست می‌آید.

همان‌طور که در بخش ۱ اشاره شده برخی از مزایای بام‌های سبز کلماً مشخص و واضح هستند. تعیین برخی از مزایای آن‌ها نیز مشکل است، ولی توجه به آن‌ها در مرحله‌ی طراحی از اهمیت بسیاری برخوردار لست. برای مثال، یکی از سوالات این مرحله، ممکن لست این بلشند که آیا بام سبز با توجه به هزینه‌هایی که در بر دارد بر ارزش ملک می‌افزاید یا خیر؟

هزینه‌ی مصالح و نیروی کار با توجه به مصالح و روش‌های لتخیلی یا الزامی، متفاوت لست. برای مثال آیا برای عایق‌سازی بام از قیرگونی استفاده می‌شود یا ایزوگام؟ جنس آن از آسفالت لست یا مصالح دیگر؟ آیا پیملکلر هر یک از این روش‌های مصالح و روش کار خود را ضمانت می‌کند؟ در برخی مناطق قوانینی وجود دارد که لتخاب مصالح و روش‌هارا محدود می‌کند.

تقویت ساختار بام نیز از اهمیت بسیاری برخوردار لست. در ساختمان‌هایی که از قبل ساخته شده‌اند باید اسناد ساخت به ویژه نقشه‌ها و طرح‌های مهندسی سازه بررسی شوند. هم‌چنین باید ضوابطی که این ساختمان‌ها بر لسام آن‌ها ساخته شده‌اند مطالعه شود. در ساختمان‌های نوساز، باید توجه کرد که صرف

## فرآیند طراحی بامهای سبز

نگهداری بام سبز نیز عمل تأثیرگذار مهمی بر هزینه‌ها است. برخی از اقوع بامهای سبز، به ویژه بامهای سبز کم‌عمق نیاز کمتری به نگهداری دارند. البته در این بامها نیز باید نظارت دوره‌ای برای وجیان علفهای هرز و گیلهانی که ممکن است لایه‌لای ریشه‌ی گیلهان رسوخ کنند صورت گیرد هزینه‌های دیگری متناسب مقدار کوچه میزان مصرف علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌های وسعت و نوع بام سبز، گیاهانی که لتخاب می‌شوند و هدفهای گروه طراحی و لسته است. در برخی طرح‌ها رشد گیاهانی که داشتن با پاد یا جلوران گوناگون به بام آورده می‌شود زنگ خطری محسوب می‌شود و باید همه گیاهانی را که ناخوسته رشد کردند، از بین برداشته باشند. طرح‌های دیگری ممکن است از ورود این نوع گیاهان استقبال هم بشود. نگهداری از بام سبز نوع اول باید با دقت فراوان صورت گیرد و گروه طراحی باید از آغاز روشی برای نگهداری و حفاظت از بام و هزینه‌های آن ارتقا کند.

آن‌چه تا اینجا درباره هزینه‌ها گفته شده مربوط به مقایسه و تحلیل عوامل مختلف تأثیرگذار بر طرح‌ها و ارزیابی آن‌ها بود. لاما موضوع مهم دیگری که باید در طراحی بام سبز در نظر گرفته شوده از ائمه تحلیلی از هزینه‌های چرخه‌ی حیات بام است.ین تحلیل همه هزینه‌های ناشی از خرید، تملک و اجراء و حتی جمع‌کردن بام سبز را در بر می‌گیرد. هر چند که نمی‌توان توضیح کاملی از هزینه‌های چرخه‌ی حیات بام در این نوشتار ارائه کرد، لاما در این بخش توضیح مختصراً درباره آن ارتقا می‌شود. هزینه‌های چرخه‌ی حیات بام بمنظور خاص برای مقایسه‌ی هزینه‌های گزینه‌های گوناگون طراحی که عملکرد مشابهی دارند به کار می‌روند. به همین دلیل باید از لست‌داد فرآیند طراحی مطرح شود. این کار باید زمانی تجام گیرد که نتیج حاصل از آن بتواند گروه طراحی را به سوی لتخاب بهترین ترکیب از روش‌ها و مواد سوق دهد. هزینه‌هایی که باید در این تحلیل در نظر گرفته شود شامل: هزینه‌های ابتدایی خرید، تملک منابع، رادیاژی، نگهداری، تعییر و هر هزینه دیگری که ممکن است در فرآیند احداث و نگهداری

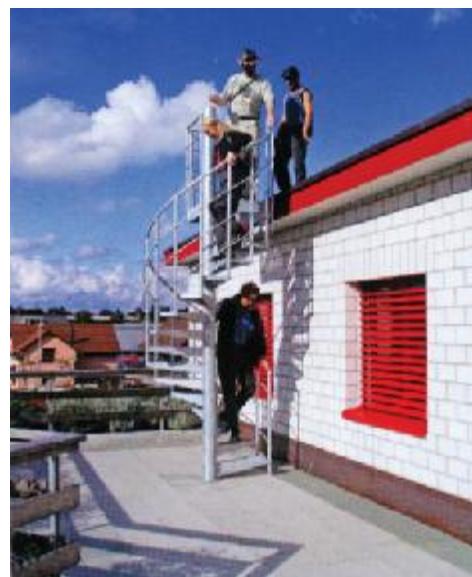
استفاده از آن‌ها چندان هم مهم نیست زیرا به نسبت کل مواد که برای ساختن بستر رشد استفاده می‌شود، اندازه هر یک از این مواد در ترکیب کلی محیط رشد چندان زیاد نیست. هزینه‌ی دیگری که باید در زمان اجرای بام سبز در نظر گرفته شود مربوط به محل درست کردن مخلوط مورد نیاز برای بستر کشت است و این که آیا این ترکیب در خود سایت (یعنی در پشت بام یا در سایت ساختمان) ساخته می‌شود یا این که در جای دیگری ترکیب شده و به سایت حمل می‌شود. در هر دو حالت باید آزمایش‌های دقیقی لجام شود و از مطابقت ترکیبات بستر کشت با قولین مریوطه اطمینان حاصل شود. عموماً در صورتی که مواد پیش از حمل به سایت مخلوط شده باشند مخلوط یکنواخت‌تر و بهتری به دست می‌آید زیرا درین شرایط، نحوه مخلوط کردن اجزا دقیقاً کنترل می‌شود. چنان‌چه مخلوط کردن مواد در خود سیست لجام شود دقت کمتر است و ممکن است عواملی متناسب با قوی نامناسب یا کمبود جام بر لجام کار اثر گذارد. حمل و نقل مصالح نیز تأثیر فراوانی بر هزینه‌های اجرای کار دارد. شیوه و سهولت دسترسی به بام نیز از دیگر عواملی است که بر کاهش هزینه‌ها اثر دارد.

لتخاب گیاهان و روش‌های کلشت آن‌ها عمل لسلی دیگری است که در میزان هزینه‌ها موثر است. برنامه‌ی زمان‌بندی شده برای انتقال مصالح نیز ممکن است بر هزینه‌ی پروژه تأثیر گذارد. فلسله زمانی میان تاریخ انتقال محیط رشد و کلشت گیلهان، احتمال آسوده شدن آن را بازدهی می‌کند که باد حمل می‌کند افزایش می‌دهد. عموماً مناسب‌ترین زمان برای کلشت گیاهان، اویل بهار و زمانی است که هوامعتدل است و گیلهان فرصت کافی دارد تا خود را با دمای بالاتر سازگار کنند. اویل پییز که هواهنوز خیلی سرد نشده است و گیاهان می‌توانند ریشه‌های خود را مستقر کنند هم زمان مناسبی برای کلشت گیاهان است. کلشت گیلهان در گرمای شدید تابستان ممکن است منجر به نلودی آن‌ها شود، به خصوص اگر خوب آبیاری نشوند، در این صورت شاید لازم بشود که دوباره گیاه کلشته یا دانه‌پاشی شود.

## فرآیند طراحی بام‌های سبز

استاندارد ساختمان، غیرمجاز است. بررسی قولین ساختمان و تحقیق درباره آن‌ها، از کارهای مهمی است که باید در طراحی در نظر گرفته شود. در بعضی از شهرها ملند شیکاگو و پورتلند در ایالت اورگان که بام‌های سبز زیادی دارند قولین مشخص‌تری درین زمینه وضع شده است. در این شهرها عمق محیط رشد و درصد پوشش گیاهی نیز باید از استانداردهای معینی پیروی کنند.

پورتلند شیکاگو و تورنتو شهرهایی پیش‌تاز در طراحی بام‌های سبز هستند که علاوه بر تدوین دستورالعمل‌های لازم برای طراحی این بام‌ها، مشوق‌های مالی نیز برای سازندگان این بام‌ها در نظر گرفته شده است. برای مثال در این شهرها مالکان ساختمان، در صورت اجرای بام سبز، حداقل تا ۳۵ درصد از پرداخت عوارض جمع‌آوری پس‌بابان معاف می‌شوند. به برخی از ساختمان‌ها نیز حق تراکم بیشتری داده می‌شود. هر چه مساحت بام سبز بیش‌تر بله‌اند امکان افزایش مساحت زیربنای افزایش می‌بلند. در ساختمان‌های مرکز شهر هر چه تدازه نسبی بام سبز بیش‌تر بله‌اند.



تصویر ۲: با کمک یک پلکان مارپیچی به راحتی می‌توان به بام سبز واقع در «گمندل ور هلوس اند گاردن سنتر» دسترسی پیدا کرد.

بام موثر بله‌اند هستند. پس از شناخت همه‌ی هزینه‌های سالنه، هزینه‌ی چرخه‌ی حیات هر یک از گزینه‌های طراحی به دست می‌آید. البته باید توجه داشت کهین هزینه‌هله قطعی نیستند.

### ۲-۵- درنظر گرفتن آیین‌نامه‌های ساختمانی و طراحی

گام بعدی در فرآیند طراحی، اهداف طراحی است که باید با توجه به محدودیت‌های نلشی از قولین ساختمانی تعديل شوند. در مرحله‌ی برنامه‌ریزی، مهم‌ترین عمل موثر بر طراحی مشخص کردن فرد یا افرادی است که قرار است از بام سبز استفاده کنند. اگر تعداد افرادی که قرار است از بام سبز استفاده کنند نسبتاً زیاد باشد، باید بام سبز عمیق طراحی شود که به دلیل ضرورت تقویت بیشتر سازه، نصب نرده‌های محافظه و اختصاص عمق بیشتری برای کلشت گیاهان هزینه‌ی آن بیشتر خواهد شد. برای مثال، اگر بام سبز برای آپارتمانی مسکونی طراحی می‌شود و بخشی از فضای آن قرار است کاربری تفریحی داشته باشد، باید بام سبز عمیق طراحی شود و در انتخاب و طراحی همه عناصر موجود روی بام، استفاده انسانی و رعایت قولین مربوط به نصب نرده محافظه، راههای دسترسی، ایمنی و غیره مدنظر قرار گیرد.

راههای دسترسی به بام نیز عمل مهمی در طراحی هستند؛ به ویژه در بام‌های کم‌عمق،ین موضوع از اهمیت بیشتری برخوردار است. اگر دسترسی مناسبی به این بام‌ها پیش‌بینی نشده باشد، به دلیل عدم رسیدگی، به مرور زمان این بام‌ها زیبایی خود را که یکی از اهداف اصلی طراحی آن‌ها بوده است از دست می‌دهند. بهترین راه برای دسترسی به بام سبز، طراحی یک آلسسور یا یک راپله‌ی مناسب است. رعایت چنین نکاتی در بام‌های سبز عمیق نیز اهمیت زیادی دارد. آسسسور یا راپله‌ی نه تنها امکان دسترسی مستقیم را ایجاد می‌کند بلکه حمل نوع وسیله، تجهیزات و گیاهان را نیز میسر می‌سازد. استفاده از نرده‌بان یا پله‌های باریک و مارپیچ، مشکلات بسیاری را به وجود می‌آورد (تصاویر ۲۱ و ۲۲). البته امروزه کاربرد این موارد طبق قولین

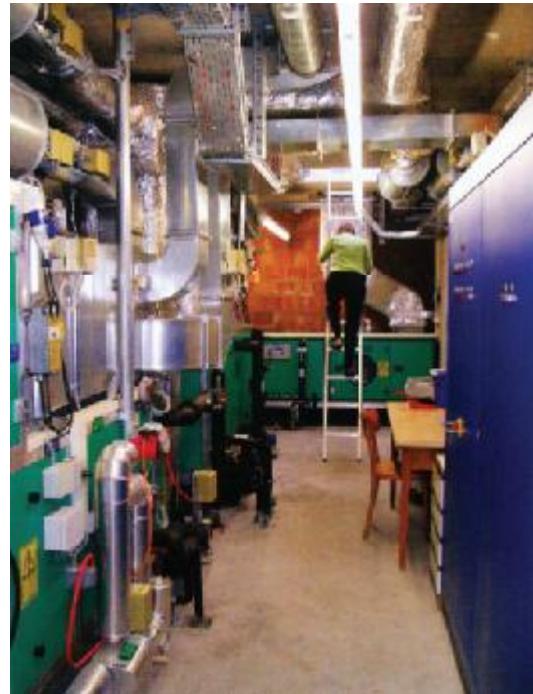
## فرآیند طراحی بامهای سبز

میزان تراکمی که برای ساخت ارائه می‌شود نیز بیشتر می‌شود. برای مثال، به ازای تقریباً یک مترمربع بام سبز، یک مترمربع تراکم ساخت افزایش می‌یابد. در صورتی که سطح بام سبز حداقل ده درصد مساحت ساختمان را در برگیرد و همچنین در بنایی که سی درصد مساحت بام تحت پوشش بام سبز قرار می‌گیرد می‌توان دو فوت مربع (معادل ۱۹/۰ مترمربع) زیربنای ساختمان را افزایش داد و در ساختمان‌هایی که سطح کلی بام طبیعی حداقل شصت درصد مساحت ساختمان لست، مساحت زمین اضافه به سه فوت مربع (معادل ۲۸/۰ مترمربع) می‌رسد.

پورتلند<sup>۱</sup> همچنین در حال برنامه‌ریزی برای طرح کلهش آبهای سطحی لسته به موجب این طرح در صورت احداث بام سبز، در قبض آب و فاضلاب تخفیف لحظه می‌شود.

در این شهر پروژه‌های جدید شهری و همچنین پروژه‌های بازاری مهم باید گواهینامه‌ی طلایی لید<sup>۲</sup> داشته باشند و در گواهینامه برای چنین فضاهایی الزامات خاصی ملند مدیریت آبهای سطحی و صرفهجویی در آب و نریزی وجود دارد که یعنی الزامات افراد را به طراحی بام سبز تشویق می‌کند. طراحی و ساخت تمام ساختمان‌ها و لامکن عمومی شهری، باید دارای بام سبز با سطح پوشش حداقل هفتاد درصدی بشود. حتی برای ساختمان‌های مسکونی که جزو املاک و اموال دولت ایالتی محسوب می‌شوند نیز انطباق با استانداردهای گواهینامه‌ی لید در حدی که حداقل گواهینامه‌ی نقره‌ای را دریافت کنند، ضروری لست.

در پورتلند بیشتر از سی سی شهرهای ایالات متحده، ساختمان‌هایی وجود دارند که گواهینامه‌ی لید دارند. بیشترین ساختمان‌ها مالک خصوصی دارند و یعنی مسئله نشان دهنده‌ی درجه‌ی علاقه‌ی شهر وندان این شهر به طراحی بناهای سبز لست در شهر شیکاگو نیز بامهای سبز فراوانی احداث شده لست و



تصاویر ۲۱ (بالا) و ۲۲ (پایین): وجود یک ذریجان در فضای تاسیسات مکلیکی اصلی یک بیمارستان ممکن است موجب بروز مشکلات زیادی از لحظه ایمنی و لمنیتی شود. اگرچه دسترسی به این بام سبز تنها محدود به داشمندان و پژوهشگرانی ملند «اتالی بلمن» است که در سمت راست تصویر ایستاده است. این بام سبز و راهرو در «روزتی بیلدینگ» واقع در «یونیورسیتی هاسپیتال» در «بازل» سوئیس قرار دارد.

1- Portland  
2- LEED

## فرآیند طراحی بام‌های سبز

در بام‌های سبز عمیق، ارتفاع نردهای محافظ باید بین ۹۰ تا ۱۰۵ سانتی‌متر باشد، تا احتمال سقوط و سرخوردن از روی بام به صفر برسد. ولی در بام‌های کوچک، نصب نردهای کوتاه‌تر و با فاصله بیشتر از یکدیگر نیز ضروری لسته زیرا رفت و آمد و استفاده‌کنندگان دارند.

لازم لست برای دسترسی نیروهای پلیس و آتشنشانی در زمان‌های اضطراری نیز نکاتی رعایت شود. اگر ساختمان درهای ایمنی داشته باشد پلیس یا ملمور آتشنشانی باید بتواند در موقع اضطراری آن‌ها را به آسلی باز کند. برای این منظور ممکن است درها به صورت اتوماتیک بزل شوند یا این که اداره آتشنشانی تعدادی از کلیدهاران را در اختیار داشته باشد. همچنین، برای این که هیچ ملععی برای دسترسی ملموران اورژانس به نقاط مختلف بام وجود نداشته باشد لازم لست مسیرهایی به عرض ۳۰/۵ تا ۹/۷/۵ سانتی‌متر باستگیریهای پوششده شود و هیچ گیاهی در آن‌ها کلشه نشود. ضمناً اگر دیواری روی بام سبز قرار دارد، پوشش بام سبز دقیقاً از پای دیوار شروع نشود و با آن فاصله داشته باشد.

هر چه طراحی بام سبز بیشتر پیشرفت می‌کند نکات مربوط به زیستبومهای خرد همیت‌بیشتری می‌باشد. برخی از بام‌های سبز برای احیای زیستبومهایی که در معرض خطر قرار دارند، ساخته می‌شوند. ساخت چنین بام‌هایی از تخریب بعضی زیستگاه‌های طبیعی نیز می‌کلند. بازآفرینی این زیستگاه‌ها همچنین فرصت مناسبی در اختیار داشتمانان قرار می‌دهد تا به مطالعه‌ی روش‌های مختلف ساخت بام‌های سبز و البته خود این زیستگاه‌های بلندی بپردازند. در بسیاری از پروژه‌های معرفی شده در بخش‌های بعدی زیستگاه‌های طبیعی به کمک بام‌های سبز بازسازی شده‌اند. در این نوع بام‌هله اگر دسترسی به بام ممکن باشد استفاده‌ی ساکنان ساختمان از بام، با توجه به پیشنهاد پژوهش‌گران باید کنترل و محدود شود و لی با این حال، باید قوانین مربوط به راههای دسترسی و یعنی کملای رعایت شود. بخطور معمول، درین نوع بام‌هله تنها برای کارکنان و پژوهش‌گران امکان دسترسی پیش‌بینی می‌شود، البته همه‌ی

طبق قانون این شهر بام‌های سبز جزو فضاهای عمومی و رفاهی بشمار می‌آیند که برای ارتقای کیفیت زندگی عموم ضروری هستند. به همین دلیل برای کسلی که اقدام به احداث این بام‌ها می‌کند امتیاز ویژه‌ای در نظر گرفته شده است، البته برای استفاده از این امتیاز باید بیش از ۵ درصد سطح خالص بام را فضای سبز لشغال کند و لساندی نیز باید ارائه شود که نشان دهنده ساختمان استحکام لازم برای احداث بام سبز و تحمل وزن تسبیبات مربوط و همچنین فضای کافی برای سایر تسبیبات از جمله تسبیبات مکلیکی را دارد.

در شهرهای اصلی کانادا و آمریکا نیز، استثماردهی برای بام‌های سبز تهیه شده است. گاهی بین استثماردهایی که از پیش تعیین شده‌اند و استثماردهای جدید تناقض‌هایی به چشم می‌خورد. در بسیاری از شهرها برای حفظ بافت تاریخی شهر، تلاش می‌شود ساخت و سازهای جدید مطابق اصول خلصی لجام شود تا معماری شهر شکل ناهمگون و بی‌نظمی نداشته باشد. حتی در برخی شهرها کلشت درخت در همه‌ی خیابان‌ها و معابر مجلل نیست. از قوانین موجود در شهر نیویورک می‌توان به مورد زیر اشاره کرد

در نیویورک که اگر ساختمانی در منطقه‌ای باشد که در آن یک نماد شهری وجود دارد صرفنظر از این که ساختمان تاریخی، جدید یا قدیمی باشد طبق قوانین شورای حفاظت از نمادهای شهری، از زاویه‌ی دید ساختمان‌های مجاور (یعنی عرض همه‌ی خیابان‌های مجاور آن ساختمان)، هیچ چیز نباید روی بام ساختمان قابل رویت باشد. همچنین، طبق قوانین مربوط به ساخت‌وساز شهر نیویورک، درصد مواد قابل لشتمان برای ساخت بام‌ها نباید از میزان معینی بیشتر باشد که فرار اضطراری نیز باید به گونه‌ای طراحی شوند که در زمان آتش‌سوزی، ملموران اورژانس و آتشنشانی راههای مشخصی برای دسترسی به بام داشته باشند. باید توجه داشت که بام‌های سبز باید مکان‌های ایمن و بی‌خطری باشند بنابراین آگاهی از استثماردهای ساخت و ساز که در مناطق مختلف با یکدیگر تقاضا دارند، بسیار مهم است.

در نقشه‌ها گنجنده شود دسترسی اعضای گروه طراحی به آرها آسان‌تر است و نتایج بهتری نیز به دنبال دارد. هر چند ممکن است این روند تا حدی خسته‌کننده بشود ولی در صورت توجه به آن می‌توان مطمئن بود که طرح بام سبز با کلیه طراحی‌های ساختمان هماهنگ است و در هزینه‌ها نیز صرفه‌جویی می‌شود. در طراحی‌ها و نقشه‌های مربوط به ساخت نیز فرآیند مشابهی طی می‌شود. بخطور کلی در پایان هر یک از فازهای طراحی باید به اعضای گروه طراحی فرصت کافی داده شود تا جزئیات و یده‌ی طرح را نهایی کنند زیرا هنگامی که فرآیند ساخت آغاز شود، ایجاد تغییرات مستلزم صرف هزینه و اتلاف زمان بسیار است. برای دستیابی به نتیجه‌ی مطلوبه مشخصات مصالح و نحوه‌ی لستفاده‌ی صحیح از آن‌ها باید به همراه نقشه‌ها ارائه شود. در مواردی به پیمانکار فرصت می‌دهند که روش نصب مصالح را خودش لتخاب کنند البته در صورتی که نتیجه‌ی حصل با معیارهای مشخص شده، منطبق بشود. در برخی موارد نیز، همراه با نقشه‌ها مجموعه‌ای از مصالح به پیمانکار پیشنهاد می‌شود. موسسه آزمایش مواد آمریکا، پنج لستدارد جدید برای بامهای سبز تدوین کرده است که در بخش سوم معرفی و تشرییح می‌شوند.

### ۷-۳- آغاز مرحله‌ی اجرا و ساخت

طراحی و اجرای یک بام سبز از برخی جهات مشبیه طراحی و اجرای یک طرح پیچیده‌ی معماری منظر است زیرا در هر دو، حوزه‌های کلاری مختلفی در گیر می‌شوند. در این بخش به جنبه‌های منحصر به فرد بامهای سبز می‌پردازیم. تا جیبی که امکان داشته بشود ساخت و اجرای بام سبز باید از یک برنامه زمان‌بندی شده پیروی کند تا زمان کلشت گیلهان در بهترین زمان ممکن یعنی اول یا نیمه‌ی بهار یا اویل پییز بشود. برای تهییه‌ی یک برنامه زمان‌بندی شده مناسب باید میان مدیر پروژه و پیمانکاری که برنامه را تهییه می‌کند، همله‌نگی وجود داشته باشد هنگلی که زمان اجرای طرح فرا می‌رسد لایه‌های بام بر حسب مورد کاربرد بر روی یکدیگر قرار می‌گیرند. پیمانکار باید در

افرادی که در مجاورت آن کار یا زندگی می‌کنند از منظره‌ی زیبای آن بهره می‌برند.

### ۶-۶- تهییه طرح مفهومی اولیه و اسناد ساخت و ساز

معملان منظر عادت دارند که از اولین مرحله تا پایان کار مشغول طراحی نقشه بشوند. در هر نوع ساختی، حتی ساده‌ترین آن‌ها به مجموعه‌ای نقشه برای مشخص کردن حدود پروژه مصالح و روش‌های اجرای طرح نیاز است. جزئیات درج شده در این نقشه‌ها بخش‌های مختلف و انواع مصالح و روش‌های ساخت آن‌ها را مشخص می‌کنند. این نقشه‌ها معمولاً شامل اطلاعات مرحله‌های متفاوت، از زمان شکل‌گیری ایده‌ی اولیه و توسعه آن گرفته تا نقشه‌ها و مدارک مربوط به اجرا و مشخصات فنی می‌شوند. به این ترتیب، نقشه‌های هر مرحله توسط یک یا چند مشاور و گروه طراحی تهییه و به همه اعضای گروه راهه می‌شود تا بعد مختلف طرح را به دقیق بررسی کنند.

پیش از توافق درباره طرح مفهومی باید جزئیات طراحی مشخص و تأیید و سپس نقشه‌های ساخت تهییه شوند. مراحل اولیه تهییه نقشه‌های مدل‌سازی زمان برای بررسی طرح و شناخت مشکلات احتمالی آن هستند بخطوری که به کمک آن‌ها می‌توان شناخت روش‌تر، کلملت و جامع‌تری از طرح بدست آورد. برای آن که بتوان طرح بام سبز را بهترین شکل ممکن با سیر اجزای ساخت و ساز همانه‌نگ کرده اعضای گروه طراحی باید برای رسیدن به این هدف بهصورتی همانه‌نگ و منسجم تلاش کنند. نکاتی مانند: دیدی‌باهم نحوه لستفاده از آن، مدیریت مصرف آب، سیستم پسابه هماهنگی قسمت‌های مختلف سیستم، روش‌بیانی، صرفه‌جویی در لرزه‌ی، پل‌های خورشیدی (فتولاتیبیک)، تاسیسات تهویه هوای تجهییات مکلیکی، نقاط دسترسی و البته هزینه‌ی هر یک از آن‌ها نیز در شناخت بهتر طرح بسیار مؤثر است. در واقع محل قرار گرفتن و نحوه‌ی عملکرد هر یک از این قسمت‌ها بر دیگری تاثیرگذار است. بنابراین، هر چه جزئیات مربوط به این اجزا بیشتر

## فرآیند طراحی بام‌های سبز

در این مرحله باید به نکات ایمنی نیز توجه کرد. یکی از دلایل بین توجه خاص، آن است که در اجرای بام سبز، خطرهای بالقوه زیادی مانند افتادن و سرخوردن فرد وجود دارد. گلهای ممکن است فعالیت افراد غیرمتخصص و ناکارآمد حوادث ناگواری را به بار بیاورد. در کشورهایی مانند کندا و یالات متحده ضوابط دقیقی برای یمنی وجود دارد. یکی از راههای کاهش خطرین است که به کارگران هشدارهای لازم داده شود و خستگی آنها و سلعت کار آنها مدنظر قرار گیرد. یکی دیگر از راههای موجود بین است که ابتدا همهی نردههای محافظ نصب شوند سپس لایههای بام ساخته شوند هر چند که این کار کمتر اجرا می‌شود.

### ۷-۳- کنترل قیمت‌ها

در حالی که طراحان با تجربه در هر رشتۀ می‌توانند قیمت‌های نسبتاً مشخصی را برای طرح‌های متداول، ارائه کنند تخمین هزینه طرح‌هایی مانند بام سبز، کار دشواری است. در سال ۲۰۰۵ حدود ۲۳۲/۲۵۰ مترمربع و در سال ۲۰۰۶ آن حدود ۶۵۰/۳۰۰ متر مربع بام سبز ساخته شده است. اما چون این طرح‌ها در نقاط مختلفی پراکنده هستند و طرح‌ها و روش‌های ساخت متفاوتی دارند تخمین هزینه‌ی بام سبز با استفاده از آن‌هه متشکل است. برای ساخت و طراحی این بامها نرخ‌های مشخصی در دست تدوین است و لی تشییت این هزینه‌ها به زمان زیادی نیاز دارد. این نرخ‌ها از شهری به شهر دیگر و با توجه به وجود نیروی کار با تجربه متفاوت است. بطوطر کلی، در هر منطقه عواملی وجود دارند که بر هزینه‌های مربوط به بام سبز تاثیر می‌گذارند. گروه طراحی می‌تواند از سه راه هزینه‌ها را کنترل کند. یک راه این است که اجرای طرح فازی‌بندی شود تا در صورتی که هزینه‌های پیشنهادی در منقصه سیار بالاتر از حد انتظار بنشد، بتوان برخی فازهای پروره را به مدت چند ماه یا سال به توقيع انداخت. در این روش، فازبندی باید با توجه به روند ساخت صورت گیرد. به این ترتیب اگر فاز مشخصی از پروره به توقيع بیافتد، گروه سازنده مطمئن است که در طول انجام پروره هیچ فعالیت و اقدام تکراری

زمان ساخت هر لایه، آن را بررسی کند و زمانی که ساخت آن به پلیان رسیده از آن مراقبت و محافظت کند. یعنی محافظت هنگام نصب لایه‌های گوناگونی که روی بام گذاشته می‌شود بیشتر همیت درد. حتی اگر بن غشاها کلماً بدون درز نصب شده باشند باید از آن‌ها مراقبت و نگهداری شود تا چنان‌چه افرادی روی آن‌ها راه بروند یا مصالح روی آن‌ها گذاشته شود سوراخ نشوند و نشتی پیدا نکنند. هنگامی که لایه‌ی علیق در بر بر آب نصب شده نفوذ پذیری این لایه باید کلماً آزمایش شود. برای این منظور، باید برای مدتی آب روی سطح آن جریان داده شود تا در صورت وجود نشتی، محل آن شناسی شود  
نصب یک سیستم یکپارچه و بدون نشت نیاز به هماهنگی همچنین مدیر پروژه و پیمانکار در همهی مراحل و روش‌هایی که به کل گرفته می‌شوند دارد. بطوطر کلی، نصب سیستمهای پیش‌ساخته‌ی بام سبز یا استفاده از تجهیزات و اجزایی که توسط یک کارخانه تولید می‌شوند، آسان‌تر است. در سیستمهایی که اجزای آن‌ها از منبع متعددی تلمین می‌شود نیز می‌توان با آزمایش هر یک از اجزاء برای اطمینان از تناسب و سازگاری با ویژگی‌های مورد نظر، از بروز مشکل در آینده جلوگیری کرد  
از آن‌جا که معمولاً ظرفیت محدودی برای انبار کردن تجهیزات بر روی بام وجود دارد (چه از نظر وزن و چه از نظر فضای باید فضایی در نزدیکی سایت و بارهای دسترسی مشخص برای این منظور، در نظر گرفته شود. همچنین، توجه به یعنی نکته که مصالح چگونه و در کجا بام انبار شوند نیز اهمیت بسیاری دارد و باید دقیقاً که تجمع مصالح در یک نقطه، بلطف افزایش بار وزنی در آن نقطه نشود. همان‌طور که پیش‌تر لشاره شده اگر برای بالا بردن مصالح نیاز به بالابر بنشد باید راههای دقیق انتقال مصالح به سایت اجرایی و سپس بالا بردن آن‌ها، از تبدیل ساخت مدنظر بنشد و برای آن تصمیم‌گیری شود.  
از آن‌جا که نخالهای بینجا ملده از ساختوساز همیشه خطرساز هستند باید جدل‌سازی و انتقال آن‌های خارج از سایت به دقیق انتقال توجهی انجام شود و البته

### ۸-۲-کاشت گیاهان و نصب تجهیزات آبیاری

در این بخش به نکاتی لشاره می‌شود که در برنامه‌ریزی برای کلشت گیاهان و نصب تجهیزات آبیاری روی بامهای سبز حائز اهمیت است. در بخش ۳ اطلاعات دقیق‌تری درباره اصول کلشت و لتخاب گیاهان در بامهای سبز و نوع روش‌های آبیاری ارائه می‌شود. نوع گیاهانی که در بام سبز به کار می‌روند به طرح و هنفی بستگی دارد که در ساخت بام سبز مدنظر است. برای مثال اگر بام سبز از نوع کم‌عمق و بیش‌تر سیستمهای محصول یک تولید‌کننده باشد، لتخاب گیاهان باید با توجه به ترکیب پیشنهادی سازنده بام سبز باشد. در بیش‌تر موارد سازنده‌یافروشندۀ می‌تواند بهترین روش کلشت را پیشنهاد و مشخصات آن را لائه کند. از آنجاکه سیاری از بامهای نیمه‌عمیق و عمیق (و برخی بامهای کم‌عمق)، معمولاً با هدف ایجاد محیط‌های زیبا طراحی می‌شوند نقش معماران منظر، طراحان بوهمناسان و متخصصان علوم باگبانی در طراحی آن‌ها از اهمیت بسیاری برخوردار است. برای این منظور، باید به عادت رشد و ویژگی‌های ترکیبی گیاهان توجه زیادی شود. این موضوع که گیاهان با چه سرعتی رشد می‌کنند و چه ترکیبی از آن‌ها در کنار هم مناسب است باید در طراحی مدنظر قرار گیرد. مقاومت گیاهان نسبت به شرایط محیطی که در آن کشت می‌شوند و حداکثر رشد و اندازه آن‌ها که باید متناسب با محیط کشت بشود از دیگر نکات قلیل توجه است. ترکیب نهایی گیاهانی که گروه طراحی پیشنهاد می‌کنند، باید توسط سلیر اعضای گروه، به ویژه پیمانکاران فضای سبز و تولیدکنندگان بام سبز، بررسی و ارزیابی شود. با توجه به نوع بام سبز و باری که بام می‌تواند تحمل کند، تعداد افزایی دست‌اندرکار و روش‌هایی که برای نصب لستفاده می‌شوند متفاوت است. هنگامی که گیاهان (به روش‌های گوناگون) به سایت بام سبز منتقل می‌شوند باید به دقت اثبات و نگهداری شوند. اغلب گیاهانی که در بام سبز به کار می‌روند، سیار بادوام و در برای خشکی (کم‌آبی) مقاوم هستند. بنابرین پیش از کلشته بیشتر آن‌ها را

با دوباره سازی و تخریب صورت نمی‌گیرد.

راه دیگر برای کنترل هزینه‌ها ین لست که شرکت کنندگان در مناقصه از پیش ارزیابی کیفی شوند. در این روش، هر شخص یا گروهی که برای مناقصه لتخاب شود باید صلاحیت خود را با ارائه فهرستی از پروره‌های اجرا شده و همچنین داشت کافی در مورد مصالح و روش‌های ساخت و هزینه‌های آن، نشان دهد. با این روش گروه طراحی می‌تواند از صلاحیت شرکت کنندگان مطمئن شود.

آخرین روش برای کاهش هزینه‌ها، لستفاده ملهرانه از مشخصات فنی است. عموماً این مشخصات در پروره‌های بام سبز متفاوت و اختصاصی هستند و یعنی باید از محصولات یک تولیدکننده‌ی خاص با نمونه‌ی مشابه آن استفاده شود. هر چه تجربه‌ی طراحان، تولیدکنندگان، عرضه‌کنندگان و پیمانکاران افزایش باید به شاخصه‌های کاربردی محصولات توجه بیش‌تری می‌شود. این شاخصه‌ها عبارتند از: وزن، تخلخل، درصد مواد ارگانیکه pH افزودنی‌ها و مواد غیر لگلیک محیط رشد. در این روش، سازنده‌گان با تجربه‌ای که راههای میانبر روش‌های ترکیبی یا سیر محصولات روش‌های عرضه‌کنندگان و تولیدکنندگان خلاق را می‌شناسند، می‌تواند هزینه‌های را به میزان میزان قلیل توجهی کنترل کند.

هزینه‌های بام سبز اغلب زیاد و از بعضی جهات غیر قلیل پیش‌بینی لسته زیرا در پروره‌های بام سبز، پیمانکاران و متخصصان بسیاری ملند پیمانکاران ساخت و عایق بام سیستمهای الکتریکی، لوله‌کشی، جوشکاری، طراحی فضای سبز و غیره باید در یک فضای کوچک و بازماندگی غیرقابل لطفاً در کنار هم فعالیت کنند. بنابرین درین نوع طرح‌ها لتخاب یک مدیر پروره برای گروه طراحی و یک پیمانکار کلی برای نظارت بر کار همه پیمانکاران در کنترل هزینه‌ها مؤثر است. این دو نفر باید نتیجه‌ی فعالیت گروه‌های خود را به یکدیگر گزارش دهند و با سیر طراحان و پیمانکاران نیز در ارتباط نزدیک بگذشند.

## فرآیند طراحی بام‌های سبز

کاهش و هدایت آبهای سطحی ناشی از بارندگی ساخته می‌شوند و در پروژه‌هایی که برای پژوهش طراحی می‌شوند، نصب این نوع تجهیزات الزامی است. بن تجهیزات باید طبق محاسبات متخصصان در محل‌های خاصی نصب و پیوسته کنترل شوند. با توجه به اطلاعاتی که ازین راه به دست می‌آید، می‌توان برخی جنبه‌های طرح را بلزنگری کرد و عملکرد بخش‌های مختلف آن را بهبود بخشید.

### ۳-۱۰-۳- نگهداری از بام سبز

در طراحی بام سبز باید شخص یا شخصی که مسئول نگهداری از بام هستند و همچنین مجموعه فعالیت‌هایی که باید در این زمینه تجام گردد مشخص شوند. این موارد باید در مشخصات پیشنهادی مناقصه نیز درج شود.

بخش مشخصی از هزینه‌ی کلشت گیاهان (مثلث ۵ تا ۱۰ درصد) باید برای نگهداری و در صورت نیاز جیگزینی آن‌ها کنار گذاشته شود. بنابرین در فرآیند طراحی باید برنامه و بودجه‌ای برای نگهداری از بام سبز در نظر گرفته شود. بهترین برنامه برای نگهداری از بام سبز، یک برنامه ۵ ساله است. زیرا بن برنامه‌ی بلندمدت جهت نگهداری از بام سبز، به مرور زمان جزو فعالیت‌های مرسوم برای نگهداری و تعمیر ساختمان می‌شود و در نتیجه بودجه لازم برای آن تأمین می‌گردد.

می‌توان برای نگهداری از بام سبز از شرکتی که کلشت گیاهان را انجام داده است، استفاده کرد. در این صورت شرکت موردنظر به دلیل آن که محصول و کار خود را تضمین کرده است، سعی می‌کند نگهداری از بام سبز را به بهترین نحو ممکن تجام دهد تا از کلشت مجدد گیاهان، جلوگیری کند.

یکی از اقدام‌هایی که در فرآیند نگهداری انجام می‌شود کنترل تاسیسات (خطوط آبه گاز و برق) است. این کار به منظور اطمینان از عدم خرابی یا نقص در تاسیسات تجام می‌شود. برای این منظور گله‌ی لازم است جهت دسترسی به تاسیسات و شنل‌سایی هر گونه مشکل احتمالی، گلدان‌ها کمی جلیقه‌جا شوند.

می‌توان دور از آفتاب و با کمی آبیاری، برای چند روز و شاید یک هفته یا بیشتر، تبار کرد. نهال‌ها و قلمنه‌های بدون ریشه که برای محافظت از آن‌ها خاکی وجود ندارد، باید سریع‌تر به سایت تحويل داده و کلشه شوند.

بام‌های کم‌عمق را یک یا دو فصل بعد از کلشت باید آبیاری کرد و لی در سال‌های بعد نیازی به آبیاری ندارند. بنابرین در این بام‌ها، با توجه به قلیچم، می‌توان سیستم آبیاری را کلما حذف کرد. اما در بام‌های سبز عمیق معمولاً همیشه یک سیستم آبیاری وجود دارد. در مکان‌هایی که آب‌وهوا خشکی دارند، بهترین روش برای همه‌ی نوع بام‌های سبز، چه عمیق و چه کم‌عمق، پیش‌بینی یک سیستم آبیاری یا شلنگ‌هایی است که هنگام خشکسالی بتوان از آن‌ها برای آبیاری دستی استفاده کرد.

### ۴-۹- ارزیابی پس از اجرا و کنترل کیفیت

از آن‌جا که بام سبز حوزه‌ای نسبتاً جدید در طراحی ساختمان بهشمار می‌آید، بازدید از کار، به محض تکمیل اجرای آن سیار مهم است. گاهی وقت‌ها این مرحله هزمان با مرحله نگهداری تجام می‌شود. لاما اهمیت این مرحله تا حدی است که بهتر است به عنوان یک مرحله جداگله به آن توجه شود. کاربران سیستم ساکنان ساختمان و نمایندگان کلفرما ممکن است همه در اجرای این مرحله مشارکت کنند. بن افراد باید به نکاتی ملند می‌زیان رشد گیاهان، گیاهانی که خوب رشد کرده‌اند هر نوع نشتی آب و سیر مشکلات مربوط به ساختمان، توجه کنند و آزها را گزارش دهند. در این مرحله لازم است با توجه به وسعت و نوع استفاده از بام سبز، هر نوع اثرات ناشی از استفاده نادرست از بام نیز گزارش شود. باید نکت شود که هر چه دوره ضمانت به زمان انتقامه نزدیکتر می‌شوده باید ارزیابی کلملتی از بام انجام شود. همچنین باید با توجه به بودجه و امکانات موجود، در جهت رفع مشکلات و بهبود کیفیت طرح تلاش کرد.

یک روش بلندمدت برای بهبود کیفیت طرح‌های بام سبز، نصب تجهیزات پایش و ثبت نتایج است. در بام‌هایی که با هدف

کاذب ساخته می‌شوند درین حالت قاب آرها با یک لبند<sup>۱</sup> و در پوش قبل جایه‌جایی، پوشیده می‌شود به طوری که هنگامی که از هم جدا شوند می‌توان یک گلدان یا مجموعه‌ای از گلدان‌ها را به راحتی جلبه‌جا کرد. گلهای اوقات قابها چرخ دارند و کل گلدان رامی‌توان ملند یک چرخ دستی جایه‌جا کرد. پس از آن که تجهیزات زیر کفپوش‌های بررسی و کنترل شنند، گلدان‌ها به جای قبای خود غلتده شده و دوباره سر هم می‌شوند. معمولاً این فریشد آسیبی به گیاهان واردنمی‌کند. در سیستم آبیاری قطره‌ای، خطوط توزیع<sup>۲</sup> معمولاً از پشت گلدان‌ها بالا آورده می‌شوند و بر روی سطح محیط رشد باقی می‌مانند. توزیع کشنده‌های نیز می‌توانند هنگامی که مراقبت از گیاهان تمام شد به راحتی جلبه‌جا شده و در محل اولیه خود قرار گیرند. برخی معتقداند بامهای سبز کم‌عمق، پس از ساخته به مراقبت کمی نیاز دارند. اما حتی درین نوع بامها نیز که رشد نوع گیاهان روی آنها آزاد است (تا جایی که نفوذ ریشه‌ها بلعث تخریب بام نشود)، معاینه‌ی دورهای لوله‌های سیستم جمع‌آوری پساب، لایه‌های عایق رطوبت، سیستمهای آبیاری، نردهای محافظ و جمع‌آوری آشغال‌ها و علفهای هرز ضروری است. به عبارت دیگر، صرف هزینه‌ی ندک برای پیش‌گیری از مشکلات به مراد بهتر از صرف هزینه‌ی کلان برای جبران خسارت‌هاست.

در طراحی بامهای سبز، در همه مراحل، به یک رویکرد مشترک نیاز است. در کتاب راهنمای طراحی ساختمان، تعریف مناسبی از طراحی ارائه شده است: «زمانی می‌توان گفت طراحی ساختمنی با موفقیت نجام شده است که هدف از ساخت آن در مراحل اولیه‌ی طراحی مشخص و در طول فرآیند طراحی متعدل شود به‌گونه‌ای که ارتبلط و ولستگی این هدف با کلیه‌ی سیستمهای ساختمنی شناسایی، ارزیابی و به‌کار بسته شود. نتیجه‌ی نهایی چنین تلاشی، ساختمنی با کل آنی بالا است.»

روشی که نگهداری از تأسیسات و رفع مشکلات آن‌ها را آسان می‌کند، ایجاد یک سطح ثلویه بر روی بام با استفاده از سیستم کف کاذب است. این سیستم مشتمل از پایه‌ها و پانل‌هایی است که بر روی کف بام قرار می‌گیرند. هر پایه را می‌توان به گونه‌ای تنظیم کرد که شبیب مورد نظر در بام را تأمین کند. اگر شبیب بام کم است، می‌توان پایه‌ها را با ارتفاع مساوی روی بام قرار داد سپس با قرار دادن پالل بر روی آن‌ها، شبیب کف کاذب مشابه شبیب بام می‌شود. از مزایای این سیستم آن است که لوله‌های آب باران از فضای موجود بین پایه‌ها (فضای بین کف کاذب و سطح بام) عبور می‌کنند بدون آن‌که در معرض دید یا سر راه قرار گیرند. در عین حال، دسترسی به آن‌ها نیز آسان‌تر است. برای این کار مستول نگهداری از بام، یکی از پانل‌ها را بر می‌دارد تا به تلسیستم زیر آن دسترسی داشته بشود. درین سیستم، صفحه‌ها معمولاً بصورت مربع یا مستطیل هستند و به راحتی می‌توان آن‌ها را روی شبکه‌ی پایه‌ها قرار داد.

هر چه فصله بین پایه‌ها بیشتر بشلش صفحات ضخیم‌تر می‌شوند حداقل ضخامت صفحه‌ها ۷۷۵ تا ۵ سانتی‌متر است. برای مثال یک صفحه گرانیتی یا مرمری به بعد ۱۶۱ متر مربع و ضخامت ۳۷۵ سانتی‌متری می‌تواند وزنی حدود ۳۲ تا ۴۷ کیلوگرم را تحمل کند. این صفحه‌ها رامی‌توان به کمک لبزار مناسب که دارای یک قلاب فولادی بشلش به آسلی جلبه‌جا کرد. در این صورت گلدان‌ها معمولاً نزدیک محل‌هایی با شبیب کمتر قرار می‌گیرند زیرا درین قسمت‌ها قادر تحميل وزن بیشتر است در مواردی ممکن است استفاده از گلدان‌های قبل حمل ضروری بشود یا ین‌که بر لسامن الزاماته گلدان‌ها باید دور از دیوار اصلی قرار گیرند. درین حالت می‌توان از گلدان‌های قبل حمل (جلبه‌جایی) استفاده کرد. برای دسترسی به کفپوش‌های<sup>۳</sup> زیر گلدان‌ها و همچنین برای کلهش وزن، بعضی از گلدان‌ها با زیر

1- paver

2- fascia

3- Emitter lines

## فهرست نشریات و کتابها

- گروه بین‌المللی راه‌سازی ناگنوون ۱۴۶ نشریه با عنوانین زیر منتشر  
گردید است:
- ۱- کاربرد جدید شیشه در بناهای ساختمان (نایر ۱۳۷۱)
  - ۲- پارکینگ مراکز نجاری (نایر ۱۳۷۱)
  - ۳- محافظت در مقابل رارله (نایر ۱۳۷۱)
  - ۴- جمع آوری و دفع رباله و مسائل باشی ار آآ (نایر ۱۳۷۱)
  - ۵- طرح اسکان و سریع (نایر ۱۳۷۱)
  - ۶- مجموعه مقالات راجع به ژوئنر (بهار ۱۳۷۲)
  - ۷- مهار آب با آب (بهار ۱۳۷۲)
  - ۸- تحول سیر در معماری (بهار ۱۳۷۲)
  - ۹- روندیلی و مدیریت سیلان (بهار ۱۳۷۲)
  - ۱۰- مطالعات اقتصادی جهت احداث مراکز خرید (نایر ۱۳۷۹)
  - ۱۱- تگاهی کوته بر طراحی فضای سیر - "تجربیات کشورهای مختلف" (نایر ۱۳۷۲)
  - ۱۲- باریافت آب در صنایع شن و ماسه‌شوی (نایر ۱۳۷۲)
  - ۱۳- بناهای چوبی (کنده‌ای) در ایران و نجربیات کشورهای دیگر (نایر ۱۳۷۲)
  - ۱۴- رکان، در مورد طراحی، ساختمان‌های بتنی، پیش‌ساخته پیش‌تیه در منطقه رازم‌خیز (نایر ۱۳۷۲)
  - ۱۵- انواماسیون و بهینه‌سازی در سیستمهای دوریع الکتریکی (نایر ۱۳۷۲)
  - ۱۶- ارزی دریاها (نایر ۱۳۷۲)
  - ۱۷- پارکینگ‌های انوماتیک و سیمه انوماتیک (بهار ۱۳۷۳)
  - ۱۸- ارزی باد (بهار ۱۳۷۳)
  - ۱۹- اصول طراحی ساختمان‌های اداری و بانکها (بهار ۱۳۷۳)
  - ۲۰- ارزی خورشیدی (بهار ۱۳۷۳)
  - ۲۱- طراحی مرکز خرید- جلد اول: مطالعات مقدماتی، جهت طراحی، مراکز خرید (نایر ۱۳۷۳)
  - ۲۲- شهر سالم با آمورنوون (نایر ۱۳۷۳)
  - ۲۳- شهر سالم - کلوره سیستمهای فتوولتائیک ار میله، وات نا مگاوات (نایر ۱۳۷۳)
  - ۲۴- شهر سالم - اصول طراحی برای افزای دارای کهولت، بادوایی، اختلال و معالویت (نایر ۱۳۷۳)
  - ۲۵- سل چهارم سروگاهها (نایر ۱۳۷۴)
- ۲۶- باریافت آب در صنایع ساجی (نایر ۱۳۷۳)
- ۲۷- مراکز درمانی، و بیمارستان‌های آینده (نایر ۱۳۷۳)
- ۲۸- شهر سالم-ابوهصاری (ابوهصاری اسکان) (نایر ۱۳۷۳)
- ۲۹- سیستمهای مدیریت بار و مدیریت ارزی در شبکه‌های ارزی الکتریکی، (نایر ۱۳۷۳)
- ۳۰- باریافت آب - "صفیه پس از صنایع لبی" (بهار ۱۳۷۴)
- ۳۱- شهر سالم - صنعت چوب و کاغذ و نقش آن در فرهنگ، اقتصاد و سیاست (بهار ۱۳۷۴)
- ۳۲- صرفجویی ارزی در ساختمان‌های مسکونی (بهار ۱۳۷۴)
- ۳۳- شهر سالم- معماري و پرورش فکری کودکان و بوجوانان (نایر ۱۳۷۴)
- ۳۴- شهر سالم- باریافت ربله و مصالح ساختمانی و نقش آن در حفظ خاک و پاکسازی محیط (نایر ۱۳۷۴)
- ۳۵- شهر ما کجاست (نایر ۱۳۷۴)
- ۳۶- حفاظت سواحل دریا و رودخانه‌ها- معرفی روش‌های سنتی و پیشرفته (نایر ۱۳۷۵)
- ۳۷- بهینه‌سازی آمورش عالی - تگاهی کوته بر کارکرد نظام آمورشی ایران و جهان (نایر ۱۳۷۵)
- ۳۸- استفاده ار ژوئنر در راهها و باند فرودگاهها (بهار ۱۳۷۶)
- ۳۹- اقتصاد گردشگری (جلد اول) (نایر ۱۳۷۶)
- ۴۰- رگرس‌هایی، بوس به طراحی، فضای بار اداری (نایر ۱۳۷۷)
- ۴۱- اقتصاد گردشگری جلد دوم (فصلن سوم و چهارم) (نایر ۱۳۷۷)
- ۴۲- فهرست مطلب‌های عملیات اجرایی جهت تسهیل در امر ظارت (نایر ۱۳۷۸)
- ۴۳- دادسته‌عملی، در مورد منطق آراء و وزیر اقتصادی در جهان (نایر ۱۳۷۸)
- ۴۴- هدایت منابع مالی و فنی غیر دولتی جهت اجرای طرح‌های عمرانی (نایر ۱۳۷۸)
- ۴۵- پژوهش در ناریخجه، مفهوم و سیر تحول شهرسازی و شهر سالم در فرهنگ ایران و اسلام (نایر ۱۳۷۸)
- ۴۶- بارک ارزی‌های بو (نایر ۱۳۷۹)
- ۴۷- فضاهای بار اداری - مدیریت نجهرات و طراحی داخلی (نایر ۱۳۷۹)
- ۴۸- شهرک زلزلیکی کودکان (نایر ۱۳۷۹)
- ۴۹- فضای بار اداری - استعدادهای طراحی، فضاهای اداری جدا گنده‌ها، قطعات و اتصالات (نایر ۱۳۷۹)

## فهرست نشریات و کتاب‌ها

- فناوری اطلاعات- بخش سیردهم: دموکراسی الکترونیکی (ومنستان ۱۳۸۳)
- فناوری اطلاعات- بخش چهاردهم: انتخابات الکترونیک، (ومنستان ۱۳۸۳)
- فناوری اطلاعات- بخش پانزدهم: حقیقت مجازی (نایسن ۱۳۸۴)
- برگزاری مناقصه‌های دولتی (تصویب شده سال ۱۳۸۳) (نایسن ۱۳۸۴)
- چیز دومین مصرف‌کننده لرزه در جهان (نایسن ۱۳۸۴)
- مدیریت پروژه- استلدارهای مدیریت پروژه (بخش اول، نایسن ۱۳۸۴)
- فناوری اطلاعات- بخش شانزدهم: نوسعه فناوری اطلاعات در روش‌ها (عدالت اجتماعی) (پاییر ۱۳۸۴)
- فناوری اطلاعات- بخش هفدهم: مدیریت ارتباط با مشتریان (پاییر ۱۳۸۴)
- مدیریت پروژه- استلدارهای مدیریت پروژه (بخش دوم، رمنستان ۱۳۸۴)
- مدیریت ارشد- بخش اول: اصول هیأت و فرآیند (ومنستان ۱۳۸۴)
- مدیریت پروژه- استلدارهای مدیریت پروژه (بخش سوم، رمنستان ۱۳۸۴)
- مهندسی ارشد- بخش اول: اصول هیأت و فرآیند (ومنستان ۱۳۸۴)
- مدیریت پروژه- استلدارهای مدیریت پروژه (بخش سوم، رمنستان ۱۳۸۴)
- فناوری اطلاعات- بخش هجدهم: پایخت الکترونیکی- تحلیل عدالت اجتماعی (نایسن ۱۳۸۵)
- مدیریت پروژه- دفتر مدیریت پروژه (بخش اول- نایسن ۱۳۸۵)
- متداول‌زیه‌های کنترل پروژه (نایسن ۱۳۸۵)
- صنایع ارزشی، نظریه‌ها و دیدگاهها (نایسن ۱۳۸۵)
- آشنایی مقنمانی با افزارهای گازی CNG، LPG، LNG (رمنستان ۱۳۸۵)
- آشنایی با افزارهای گازی (رمنستان ۱۳۸۵)
- رهنمودهای، برای نوسعه (رمنستان ۱۳۸۵)
- خبرنامه نخلوت نوسعه در حوزه خلیج فارس (بهار ۱۳۸۶)
- متداول‌زیه‌ی مکانیکی صنایع (نایسن ۱۳۸۶)
- خبرنامه نخلوت نوسعه در حوزه خلیج فارس (جلد دوم) (نایسن ۱۳۸۶)
- خبرنامه نخلوت نوسعه در حوزه خلیج فارس (جلد سوم) (نایسن ۱۳۸۶)
- معماری سر، (لرزه افتاد در معماری) (پاییر ۱۳۸۶)
- معماری سر، (لرزه افتاد در معماری) (پاییر ۱۳۸۶)
- روید نوسعه در خلیج فارس (نسخه چهارم) (پاییر ۱۳۸۶)
- ایران زوارت (بهار ۱۳۸۷)
- ۱-۰۱- سوپر جاذبه‌ها (راهی برای گسترش فضای سر و مقابله با گفروه آب) (نایسن ۱۳۸۷)
- ۱-۰۲- روید نوسعه در خلیج فارس و دریای عمان بخش پنجم (نایسن ۱۳۸۷)
- ۱-۰۳- روید نوسعه در خلیج فارس و دریای عمان بخش ششم (پاییر ۱۳۸۷)
- ۱-۰۴- بام سر (پاییر ۱۳۸۷)
- فضای سر- ماطق صنعتی- پارک‌های صنعتی (نایسن ۱۳۸۰)
- تنظیم شرایط محیطی- بخش اول: استلدارهای عملکرد حسنه، جلد اول: محیط روشنی (پاییر ۱۳۸۰)
- تنظیم شرایط محیطی- بخش اول: استلدارهای عملکرد حسنه، محیط‌های صونی و حرازنی (پاییر ۱۳۸۰)
- منظر ساری- جلد اول: طراحی کاشت (رمنستان ۱۳۸۰)
- منظر ساری- جلد دوم: آبیاری و تغهداری منظر (رمنستان ۱۳۸۰)
- تنظیم شرایط محیطی- بخش دوم: سیستمهای کنترل محیط- جلد اول: نولید و کنترل حرارت (رمنستان ۱۳۸۰)
- تنظیم شرایط محیطی- بخش دوم: سیستمهای کنترل محیط- جلد دوم: نولید و کنترل نور و صدا (رمنستان ۱۳۸۰)
- منظر ساری- جلد سوم: راهبردهای تکمیله، آرسن منظر (بهار ۱۳۸۱)
- تنظیم شرایط محیطی- بخش دوم: سیستمهای کنترل محیط- جلد سوم: سیستم جامع محیطی (نایسن ۱۳۸۱)
- شهر سالم- نوسعه (کلان شهر نهاران) (نایسن ۱۳۸۱)
- فناوری اطلاعات- بخش اول: مفاهیم کلی (پاییر ۱۳۸۱)
- منظر ساری- جلد چهارم (رمنستان ۱۳۸۱)
- فناوری اطلاعات- بخش دوم: مدیریت فناوری اطلاعات (رمنستان ۱۳۸۱)
- فناوری اطلاعات- بخش سوم: تجارت الکترونیکی (بهار ۱۳۸۲)
- فناوری اطلاعات- بخش چهارم: تجارت الکترونیکی، "انتیت و تجارت به سیمه" (نایسن ۱۳۸۲۹)
- ساختمان‌های سر و پایدار (نایسن ۱۳۸۲)
- فناوری اطلاعات- بخش پنجم: دولت الکترونیکی، (نایسن ۱۳۸۲)
- منظر ساری- جنگل‌های مانگرو (درار): بخش اول- کلیات (پاییر ۱۳۸۲)
- فناوری اطلاعات- بخش ششم: بارگردانی الکترونیکی (پاییر ۱۳۸۲)
- فناوری اطلاعات- بخش هفتم: شهرداری الکترونیکی (رمنستان ۱۳۸۲)
- فناوری اطلاعات- بخش هشتم: آمورش الکترونیکی (بهار ۱۳۸۲)
- فناوری اطلاعات- بخش نهم: دلشگاه الکترونیک، (بهار ۱۳۸۲)
- فناوری اطلاعات- بخش دهم: سیستمهای اطلاعاتی مدیریتی ساختمان (نایسن ۱۳۸۳)
- فناوری اطلاعات- بخش یازدهم: داشتگاه الکترونیک، (پاییر ۱۳۸۳)
- فناوری اطلاعات- بخش دوازدهم: مدیریت پرویندهای الکترونیکی (رمنستان ۱۳۸۳)

## فهرست نشریات و کتابها

- ۱۰- احداث سللهای گرمیش شهری (ادیبهشت ۱۳۸۸)
- ۱۱- رود نوسعه در خلیج فارس و دریای عمان بخش هفتم (خرداد ۱۳۸۸)
- ۱۲- بحران جهانی و چشم‌دار آینده (نیسان ۱۳۸۸)
- ۱۳- حمل و نقل همگلی (نیسان ۱۳۸۸)
- ۱۴- بازپارسی اینم (فرصت‌ها و چالش‌ها) (نیسان ۱۳۸۸)
- ۱۵- احداث سللهای گرمیش شهری (ادیبهشت ۱۳۸۸)
- ۱۶- شهر فروندگانی نا منطقه فروندگانی (بخش اول) (۱۳۹۱)
- ۱۷- شهر فروندگانی نا منطقه فروندگانی (بخش دوم) (۱۳۹۱)
- ۱۸- بند خشک (پاییز ۱۳۸۸)
- ۱۹- شرق لیار خاستگاه نوسعه نژادیت منطقه‌ای (پاییز ۱۳۸۸)
- ۲۰- صنعتی ساری ساختمان گامی بلند برای نامن مسکن مردم (زمستان ۱۳۸۸)
- ۲۱- مدیریت هوشمند خودگزینی، حفاظت کاندیدک، حفظ ژرعت ملی (بهار ۱۳۸۹)
- ۲۲- بیوگار تزویی بهفتنه در پسماندها (بهار ۱۳۸۹)
- ۲۳- آکوئتل حرکتی جهانی به سوی گردشگردی پایدار (نیسان ۱۳۸۹)
- ۲۴- توتولانیک تلقیقی، ارزی در گلبد معماری (نیسان ۱۳۸۹)
- ۲۵- اصلاح لغوی استقرار جمعیت‌گلی به سوی نوسعه پایدار (پاییز ۱۳۸۹)
- ۲۶- بازپارسی در معماری (زمستان ۱۳۸۹)
- ۲۷- مدیریت حمل بار، گلی بلند در جهت نوسعه اقتصادی کشور (زمستان ۱۳۸۹)
- ۲۸- بارو مسافر هوایی بین‌المللی، گلی بلند در جهت نوسعه اقتصادی کشور (زمستان ۱۳۸۹)
- ۲۹- نقش طراحی معماری در کاهش مصرف ارزی در ساختمان "معماری همسار با لفیم و مشکلات باش، ار عدم نوجه به آن" (بهار ۱۳۹۰)
- ۳۰- شهر فروندگانی ستر نوسعه گردشگردی، گلی بلند در جهت نوسعه پایدار اقتصادی کشور (بهار ۱۳۹۰)
- ۳۱- ارایه ضبط و پیشنهادات طراحی برای افراد دارای کهولت، بانوی، اختلال و معقولیت در بخش رمنی فروندگانه (بهار ۱۳۹۰)
- ۳۲- نقش طراحی معماری در کاهش مصرف ارزی در ساختمان "بور رور در معماری" (نیسان ۱۳۹۰)
- ۳۳- شهر فروندگانی ستر نوسعه تجارت، چشم‌دار تجارت جهانی، چالش‌ها و فرصتهای ایران (نیسان ۱۳۹۰)
- ۳۴- نوسعه صنایع بونی، گلی بلند در جهت نوسعه اقتصادی کشور "شهر فروندگانی ستر نوسعه صنایع بونی" (نیسان ۱۳۹۰)
- ۳۵- نقش طراحی معماری در کاهش مصرف ارزی در ساختمان "ارزی باد در شهر فروندگانی منشر شده بخش‌های مختلف گروه بین‌المللی رهشید" (نیسان ۱۳۹۰)
- ۳۶- باراچه صنایع دستی در گوهمپایهای شمال نهران (بخش شهر سالم) نیز ماه ۱۳۷۴
- ۳۷- بهینه‌سازی خدمات پروار (بخش شهر سالم) - (دی ماه ۱۳۷۳)

## فهرست نشریات و کتاب‌ها

- ۱۲- باریفایل برای همه (۱۳۸۷)
- ۱۳- درخان در منظر شهری (۱۳۸۹)
- ۱۴- آشنایی با راهکار مدیریت پروژه جامع (هار ۱۳۸۹)
- ۱۵- کتاب آموزش رمافار 2009 Revit architecture (۱۳۸۹)
- ۱۶- ترجمه کتاب شهرهای فروغ‌گاهی قرن ۲۱ (۱۳۹۰)
- ۱۷- منظرسازی پایدار برای همه (بلیز) (۱۳۹۰)
- ۱۸- مواد هوشمند و فناوری مایو (کاربرد در معماری و طراحی، داخلی) (۱۳۹۰)
- ۱۹- ترجمه شهرهای فروغ‌گاهی جهان (۱۳۹۱)
- ۲۰- ترجمه هفت قانون طراحی شهری پایدار، لغزیده‌های طراحی برای همیاری یست-کوتی (۱۳۹۲)
- ۲۱- طراحی برنامه‌ریزی و ساخت هتل‌ها (۱۳۹۳)
- ۲۲- شکل، لذاره و رنگ درخان در طراحی منظر (۱۳۹۳)
- گذاب‌های زیر نیز توسط گروه بین‌المللی رهشتر در دست چاپ اندست:
- ۱- برنامه‌ریزی شهری در اقلیم‌های گرم‌سر
- ۲- گذشته و حال یک شاهکار معماری
- ۳- ساختمان پایدار
- ضمیناً گذاب‌های زیر توسط گروه بین‌المللی رهشتر منتشر گردیده اندست:
- ۱- باریگری استانداردهای صنعت آب کشور با همکاری ورلت برو و سارمان برنامه و بودجه (۱۳۷۲)
- ۲- صرفه جویی در ارزی (۱۳۷۲)
- ۳- ترجمه کتاب "ساره پارک-تگههای طبقانی" (۱۳۷۲)
- ۴- ترجمه کتاب "سارهای آبی" (۱۳۷۲)
- ۵- ندوین کتاب "خودآمور انوکد" (۱۳۷۳)
- ۶- ترجمه کتاب " برنامه‌ریزی و طراحی هتل" در سال ۷۶ توسط سارمان برنامه و بودجه چاپ و نویع شد.
- ۷- ندوین کتاب دامنه‌های برنامه‌نویسی سه بعدی OpenGL (۱۳۸۲)
- ۸- ترجمه کتاب "تنظیم شرایط محیطی"
- ۹- ترجمه کتاب "چگونه هوا پاکیزه بکاریم"
- ۱۰- HSE در سفر (۱۳۸۵)
- ۱۱- با گیاهان آب را نصفیه کنیم