



مرکز آموزش علمی - کاربردی
گروه بین‌المللی ره‌شهر (کوییک بیلد)
تحت نظارت دانشگاه جامع علمی - کاربردی

- گیاهان مناسب برای بام‌های سبز عمیق
- تهیه لیست گیاهان و مشخصات آن‌ها
- گیاهان مناسب برای بام‌های سبز کم عمق
- بام‌های سبز در اروپا

بام سبز در طراحی منظر پایدار (بخش دوم)

نشریه شماره ۱۴۸، زمستان ۱۳۹۳





به نام خداوند جان و خرد

آدرس: تهران، خیابان آفریقا، نرسیده به
چهارراه جهان کودک، کوچه سپر غربی، پلاک ۸
کدپستی: ۱۵۱۸۶۴۳۳۳۵

info@rahshahr.com
www.rahshahr.com

تلفن: ۸۸۷۸۲۲۰۰
دورنگار: ۸۸۲۰۲۶۹۳

شماره سند: 01 09653 O PB 0148 00

یکصد و چهل و هشتامین نشریه علمی، فنی و مهندسی
آدرس وبسایت نشریات
<http://bulletins.rahshahr.com>

فهرست

- ۴ • ویژگی‌های گیاهان و نحوه‌ی آبیاری آن‌ها
- ۴ • گیاهان مناسب برای بام‌های سبز عمیق
- ۹ • تهیه لیست گیاهان و مشخصات آن‌ها
- ۱۶ • آبیاری بام سبز
- ۱۸ • مشخصات فنی بام‌های سبز
- ۱۹ • بام‌های سبز در اروپا

ناشر

مرکز آموزش علمی- کاربردی
گروه بین‌المللی ره‌شهر (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 عناصر طبیعی است. بام ساختمان‌ها فرصت بسیار خوبی را در اختیار طراحان قرار می‌دهد تا با استفاده از عناصر طبیعی، آن‌ها را از یک فضای خشک و فراموش‌شده 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 بام‌های سبز مستلزم تلاش مشترک و همکاری معماران، 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 بام‌ها و دیوارهای شهر ما این پتانسیل را دارند که تغییر شکل یافته و با کاربری جدید برای کمک به زندگی شهری بهتر به کار گرفته شوند. افزون بر این، بام‌های سبز مزایای متعدد دیگری نیز به همراه دارند که از جمله آن‌ها می‌توان به جلوگیری از آلودگی رودها و دریاها توسط فاضلاب سطحی، کاهش آلودگی، بهینه‌سازی سیستم‌های تهویه، کاهش مصرف انرژی، فراهم نمودن محیط مناسب برای پرورش گونه‌های مختلف گیاهی، کاهش مخالفت جوامع با پروژه‌های ساختمانی و ایجاد زیبایی دیداری و افزایش فضای سبز اشاره کرد.

این مجموعه (که در قالب سه نشریه از کتاب «بام سبز» نوشته استیون پک^۱ استخراج شده است) با هدف آشنا کردن فعالان حوزه‌ی طراحی با بام‌های 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 زبان ساده با صنعت بام سبز است. چندین نمونه موردی از پروژه‌های موجود در این زمینه معرفی شده‌اند. در بخش اول (نشریه شماره ۱۴۷)، اصول اولیه‌ی بام سبز و فرایند طراحی آن بیان شده است، در بخش دوم، مصالح و روش‌های ساخت بام سبز توضیح داده شده است و در بخش آخر، نمونه‌های موردی از کاربرد بام‌های سبز در اروپا و امریکای شمالی معرفی و سیر حرکت بام‌های سبز در آینده بیان شده‌اند. لازم به ذکر است که در انتخاب نمونه‌های موردی، سعی شده است نمونه‌هایی انتخاب شوند که حاوی درس‌ها و نکته‌های جدیدی برای خواننده باشند، پروژه‌هایی با کاربری‌ها، فرم‌ها و شرایط متفاوت، تا به طراحان اعلام شود که به‌کارگیری بام سبز، ویژه‌ی بناهایی 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 ره‌شهر در راستای اهداف تعیین‌شده 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»^۲ 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 ارائه‌شده در این مجموعه بتوانیم از محیط زیستی سالم برخوردار باشیم.

گروه بین‌المللی ره‌شهر

1- Steven Peck

2- DFE= Design For Environment

بخش سوم: ویژگی‌های گیاهان و نحوه آبیاری آنها

گیاهان بیشتر از سایر عناصر بام سبز در معرض دید قرار دارند، به همین دلیل انتخاب درست، کاشت صحیح و در نهایت نگهداری مناسب آنها، بسیار مهم است.

این فصل به بررسی معیارهای انتخاب گیاهان در انواع بام‌های سبز و نگهداری از آنها می‌پردازد. در این فصل فهرستی از گیاهان متداول مورد استفاده در بام‌های سبز و اطلاعاتی درباره نحوه آبیاری بام سبز که مهم‌ترین عامل در نگهداری از گیاهان است، ارائه می‌شود.

۱-۳- گیاهان مناسب برای بام‌های سبز عمیق

در بام‌های سبز عمیق در مقایسه با بام‌های کم‌عمق، امکان استفاده از گونه‌های متنوع‌تری از گیاهان وجود دارد. برخلاف گیاهان چهارفصل که در بام‌های کم‌عمق از آنها استفاده می‌شود، در بام‌های عمیق می‌توان از انواع متنوعی از گیاهان استفاده کرد. به‌عنوان مثال، در بام‌های عمیق می‌توان از درختچه‌هایی که حدود بیشینه وزن آنها مشخص است و هم‌چنین گیاهانی که گسترش طولی و عرضی آنها زیاد و در بام‌های کم‌عمق قابل استفاده نیستند، استفاده کرد. این گیاهان در بام‌های عمیق در گلدان‌های پلاستیکی، فلزی یا چوبی کاشته می‌شوند ولی استفاده از آنها در بام‌های سبز کم‌عمق به هیچ وجه توصیه نمی‌شود، زیرا ریشه‌های این گیاهان در لایه‌هایی که برای جلوگیری از نفوذ ریشه‌ها طراحی شده‌اند رسوخ کرده و آنها را تخریب می‌کنند. اگرچه انتخاب گیاهان در بام‌های سبز عمیق نسبت به بام‌های کم‌عمق بسیار آسان‌تر است، اما برای این نوع بام‌ها نیز محدودیت‌هایی وجود دارد. در این‌جا به ۱۴ نکته اشاره می‌شود که باید در انتخاب گیاه برای بام‌های سبز عمیق مد نظر قرار گیرد.

۱-۱-۳- معیارهای انتخاب گیاهان در بام‌های سبز عمیق

اجتناب از کاشت گیاهانی که رشد نامنظم و غیرقابل کنترل دارند

از انتخاب گیاهانی که بی‌نظم و آشفته رشد می‌کنند و نیاز به نظافت زیاد دارند، خودداری کنید. درختانی مانند بید یا سیب وحشی^۱ و گیاهان علفی مانند گل ختمی^۲ از این دسته گیاهان هستند. برگ‌های خشک این گیاهان در همه فصل‌ها می‌ریزند و می‌توانند سیستم پساب را مسدود کنند. سیب وحشی نیز، اگرچه در فصل زمستان بسیار زیبا است، ولی در فصلی که میوه‌هایش می‌ریزد، دردسرساز است. میوه‌های سیب وحشی پس از افتادن، لکه‌هایی بر روی سنگ‌فرش‌ها به جای می‌گذارند که پاک‌کردن‌شان بسیار دشوار است، حشرات و موش‌ها را به خود جلب می‌کنند و باعث لغزنده شدن زمین می‌شوند. البته نوعی از این درخت وجود دارد که میوه‌اش هنگام جدا شدن از درخت به شکل دانه‌های خشکیده درمی‌آید که جمع‌آوری آن آسان است. گل ختمی رنگ‌های زیبایی دارد ولی به سرعت رشد می‌کند و قد می‌کشد، بنابراین اگر با تیرهای چوبی مهار نشود، با رشد بی‌نظمش در رشد سایر گیاهان اختلال ایجاد می‌کند.

اجتناب از کاشت گیاهان بزرگ

کاشت درختان و بوته‌هایی که رشد فوق‌العاده‌ای دارند، توصیه نمی‌شود. هرچند برخی از آنها بهتر از بسیاری از گیاهان دیگر می‌توانند خود را با شرایط موجود در بام‌های سبز هماهنگ کنند. در ژاپن برای به‌کارگیری این نوع درختان در بام سبز، از روش بونسای^۳ استفاده می‌شود. بونسای روشی است که در آن گیاهان به شکلی هنرمندانه هرس می‌شوند و شاخه‌ها یا حتی ریشه‌های آنها شکل داده می‌شود. حتی درختان کاج و افرا نیز که رشد

1- Crabapple
2- Hollyhocks
3- Bonsai

بیشتر در معرض وزش باد قرار دارند. همواره توجه داشته باشید که هزینه تعمیرات ناشی از سقوط یا شکستن هر یک از عناصر بام سبز و هزینه جایگزینی گیاهان آسیب‌دیده معمولاً بسیار بالا است.

اجتناب از کاشت گیاهان ضعیف و بی‌حال

بعضی از گیاهان انتخاب‌شده برای بام‌های سبز، آن‌قدر رایج شده‌اند، که ایجاد تغییر در آن‌ها بسیار دشوار است. برای مثال، درخت گلابی براد فورد، به دلیل شکل بیضی‌مانند و متقارن و هم‌چنین شاخ و برگ‌های درخشان و گل‌های سفید رنگش، معمولاً در خیابان‌ها و فضاهای شهری کاشته می‌شود، اما شاخه‌های این درخت به سرعت تکثیر می‌شوند و در صورتی که هرس نشوند، بخش‌های بسیار ضعیفی به بدنه‌ی اصلی درخت اضافه می‌شوند که در مقابل بادهای شدید مقاومت کافی ندارند و به آسانی می‌شکنند. بنابراین باید از کاشت این درخت و سایر گونه‌هایی که اندام ضعیف دارند و به آسانی می‌شکنند، اجتناب شود.

به‌طور کلی باید تلاش کرد تا میزان انتخاب گونه‌های بسیار رایج در بام‌های سبز را کاهش داد، حتی اگر این‌گونه‌ها نقطه ضعف خاصی نداشته باشند، زیرا گونه‌های بسیار متنوعی از گیاهان با مشخصات بی‌نظیری وجود دارند که می‌توان در بام‌های سبز از آن‌ها استفاده کرد.

بررسی میزان سختی و دوام گیاهان

مهم‌ترین و اساسی‌ترین مسئله‌ای که باید در طراحی و ساخت بام‌های سبز مورد توجه قرار گیرد، کاشت گیاهان بادوام و مقاوم است. یک نمونه از آن‌ها، گیاهان بومی محیط‌های آبرفتی هستند.

طولی بسیار زیادی دارند را می‌توان با چنین روشی کوچک نگاه داشت.

به‌طور کلی باید توجه داشت که در بام‌های سبز، چون درختان در یک گلدان با فضایی محدود قرار می‌گیرند و شرایط بام‌های سبز به‌طور طبیعی سخت‌تر از شرایط باغ‌های موجود در سطح زمین است، رشد گیاهان محدودتر است. درختانی مانند کاج، افرا و گونه‌هایی از بلوط در مقایسه با درختانی مانند چنار، زیرفون^۱ و ممرز^۲ بهتر می‌توانند خود را با شرایط بام‌های سبز هماهنگ کنند. ولی چون این درختان به سرعت رشد می‌کنند و بزرگ می‌شوند، هنگامی که اندازه آن‌ها از حد معینی افزایش یابد، باید جابه‌جا شوند تا وزن‌شان برای بام مشکلی ایجاد نکند. باید توجه داشت که انجام این کار نیز بسیار دشوار است. در واقع طراح باید درختی را انتخاب کند که پس از رشد کامل، وزن آن از حد مجازی که محل کاشت می‌تواند آن را تحمل کند، بیشتر نشود. بنابراین انتخاب درختی که وزن آن هنگام کاشت، تنها اندکی کمتر از وزن مجاز کاشت است، به هیچ وجه منطقی نیست.

به‌طور کلی باید توجه داشت که درختان خشک و بی‌جان نیستند که وزن آن‌ها از یک سال تا سال دیگر ثابت باقی بماند، بلکه آن‌ها موجودات زنده‌ای هستند که دائماً در حال رشد و تغییر هستند، نکته‌ای که حتماً باید در طراحی در نظر گرفته شود.

اجتناب از کاشت گیاهان شکننده

گیاهانی که ترد و شکننده هستند و بر اثر بادهای شدید به آسانی می‌شکنند، مانند درخت گلابی براد فورد^۳، عرعر^۴ و بعضی انواع بید، نباید در این بام‌ها کاشته شوند. هنگام انتخاب گیاهان، حتی اگر درباره میزان مقاومت یک گونه در برابر باد تردید دارید، آن گونه را انتخاب نکنید، زیرا در بام‌های سبز، گیاهان نسبت به زمین

1- Linden
2- Beech
3- Bradford
4- ailanthus

تاریشه‌ی بامبو را در برگیرد و مانع از نفوذ آن به بخش‌های مجاور شود. از آن‌جا که در بام‌های سبز، گیاهان در داخل گلدان قرار می‌گیرند، خود گلدان مانع از نفوذ ریشه‌ی بامبو به سایر قسمت‌ها می‌شود. بامبو از جمله گیاهانی است که ساقه‌های زیرزمینی آن پس از چند سال به سطح خاک می‌آیند و گلدان را پر می‌کنند. به همین دلیل انتخاب گیاهانی که بتوانند با بامبوها ترکیب شوند و با آن‌ها رقابت کنند، مشکل است. یکی دیگر از محدودیت‌هایی که کاشت بامبو می‌تواند ایجاد کند ریشه‌های بسیار کلفت و ضخیم آن است که هر چند سال باید از حجم آن‌ها کاسته شود. برای این کار، باید کل ریشه را از گلدان بیرون آورد و پس از هرس کردن دوباره کاشت. مهم‌ترین محدودیتی که در استفاده از بامبو برای بام سبز وجود دارد رشد تهاجمی ریشه‌های آن است، که ممکن است در یکی از لایه‌های بام نفوذ کند. البته این مشکل را می‌توان با مشاوره با یک سازنده‌ی بام و تاکید بر استفاده از یک سیستم بازدارنده‌ی مناسب، حل کرد.

بامبوها از نظر رنگ، ارتفاع، بافت و دوام بسیار متنوع هستند، بنابراین در انتخاب آن‌ها با توجه به مشخصات مورد نیاز باید بسیار دقت کرد. این گیاهان به دو گونه‌ی خوشه‌ای و تنکی یافت می‌شوند و بسته به طرح مورد نظر می‌توان یکی از این دو را برای کاشت انتخاب کرد.

در گونه‌های خوشه‌ای، بامبوها از مرکز گیاه رشد می‌کنند، ولی در گونه‌های تنک، بامبوی مادر، ساقه‌های زیرین را تا فاصله ۳۰ تا ۴۵ سانتی‌متر برای ایجاد گیاه جدید می‌فرستد، این نوع بامبوها رشد تهاجمی‌تری دارند. فیلوستاچیز^۳، ساسا^۴، ایندوکالاموس^۵ و پلایوبلاستوس^۶ گونه‌های معروف بامبوهای تنک هستند. فارگسیا^۷

این گیاهان به شرایط سختی مانند سیل عادت دارند و در تنه‌ی آن‌ها، سلول‌هایی وجود دارند که اکسیژن را به ریشه‌ها می‌رسانند. این گیاهان به قدری مقاوم هستند که می‌توان آن‌ها را در خاک بسیار فشرده‌ی کنار خیابان هم کاشت، زیرا این گیاهان در برابر کم‌آبی و خشک‌سالی نیز مقاومت می‌کنند. برای مثال، در شهر نیویورک که میانگین عمر یک درخت خیابانی، هفت سال است، درختانی مانند مگنولیا، راج^۱، بلوط سوزنی، توس ر رودخانه‌ای و عنبر سائل^۲ اگر بتوانند در زمستان‌های شدید منطقه مقاومت کنند، برای این منظور بسیار مناسب‌اند.

طراحان بام سبز باید به میزان مقاومت و دوام گیاهان و البته شرایط جوی متغیر، توجه زیادی داشته باشند. در حال حاضر به دلیل افزایش دمای کره‌ی زمین، برخی گونه‌ها را می‌توان در مناطقی که پیش‌تر برای آن‌ها بسیار سرد بود، کاشت و مناطق مناسب قبلی هم به دلیل همین افزایش دما برای ادامه حیات آن‌ها نامناسب شده‌اند. به‌طور کلی در شرایط آب‌وهوایی مشابه، گیاهان کاشته‌شده در بام‌های سبز نسبت به گیاهانی که در سطح زمین کاشته می‌شوند، با شرایط سخت‌تری مواجه هستند، بنابراین هنگام انتخاب گیاه برای بام سبز، گیاهانی را انتخاب کنید که درجه‌ی مقاومت‌شان از گیاهان باغ بیش‌تر باشد.

بامبو و چمن

کاشت بامبو و چمن در بام سبز بسیار متداول است. بامبو از جمله مقاوم‌ترین و بادوام‌ترین گیاهان به‌شمار می‌آید. معمولاً هنگام کاشت بامبو در سطح زمین، یک حوضچه بتنی، که گاهی نیز از جنس ورق‌های پلی‌اتیلن است، در زیر سطح زمین ساخته می‌شود

1-Holly

2- Sweetgums

3- Phyllostachys

4- Sasa

5- Indocalamus

6- Pleioblastus

7- Fargesia

تعریف شود ولی در بام سبزی که فضاهای عمومی هستند و بازدیدکنندگان زیادی دارند و افراد ممکن است سیگار بکشند، انجام این کار در فصل‌های خشک بسیار ضروری است. نکته دیگری که باید در نگهداری از چمن‌ها در نظر گرفته شود، خودافشانده بودن برخی گیاهان است، این گیاهان می‌توانند در تمام بام پخش شوند و به حریم سایر گیاهان تجاوز کنند و وجین علف‌های هرز را ضروری‌تر سازند.

بهره‌گیری از ویژگی‌های فصلی گیاهان

موضوع دیگری که در طراحی بام سبز مهم است و باید به آن توجه کرد، ویژگی‌های فصلی گیاهان است. این ویژگی‌ها در واقع معیار انتخاب نوع گیاهان (یک‌ساله یا چندساله) هستند. از آن‌جا که فضای بام محدود است، انتخاب محل مناسب برای نمایش هر چه بهتر رنگ، بافت و عطر گیاهان در بام سبز اهمیت بسیاری دارد. در باغچه‌های زمینی نیز انتخاب محل مناسب برای گیاهان در زیباتر کردن جلوه‌ی باغچه نقش مهمی دارد.

در نظر گرفتن ویژگی‌های خاص (خوب یا بد) گیاهان

از آن‌جا که فضای بام سبز، معمولاً محدود است، توجه به ویژگی‌های مثبت و منفی گیاهان، مانند عطر، داشتن خار و سمی بودن و هم‌چنین ویژگی‌های فصلی بسیار مهم است. گاهی می‌توان گونه‌های مشابهی را انتخاب کرد که بدون خار هستند. در محل بازی کودکان نباید گیاهان سمی وجود داشته باشند، به‌خصوص گیاهان سمی گل‌دار که توجه آن‌ها را به خود جلب می‌کنند. هم‌چنین باید از کاشت گیاهان سمی در مسیرهای عبور نیز خودداری کرد. می‌توان در قسمت‌هایی که در نزدیکی آشپزخانه قرار دارند، سبزیجاتِ معطر کاشت. در محدوده‌ی این

نیز متداول‌ترین گونه‌ی بامبوهای خوشه‌ای است. بامبوها ممکن است به‌صورت بوته، سطح خاک را بپوشانند یا رشد طولی داشته و ارتفاع آن‌ها به چندین طبقه برسد.

یکی از ویژگی‌های مهم بامبوها این است که در بسیاری از اقلیم‌های جنوبی، جزء گیاهان همیشه سبز است، البته بامبوها در آب‌وهوای شمالی، معمولاً برگ‌ریز هستند. آن‌ها در فصل بهار دیرتر از سایر گونه‌های برگ‌ریز جوانه می‌زنند و برگ می‌دهند. با توجه به نوع طراحی، ممکن است این ویژگی بامبوها یک مزیت یا یک اشکال به‌شمار آید. برای مثال اگر از بامبو برای تعریف یک حریم خصوصی استفاده شود، در این حالت استفاده از بامبوهای برگ‌ریز مناسب نیست. اما اگر بخواهیم نوعی سایه‌روشن ایجاد کنیم استفاده از این نوع بامبو کاملاً مناسب است.

انواع چمن‌ها نیز مانند گونه‌های پنیستوم^۱، فسکوس^۲ و میسکانتوس^۳ برای کاشت در بام سبز، بسیار مناسب هستند. این گونه‌ها به خوبی پخش می‌شوند و به‌طور کامل سطح گلدان را می‌پوشانند. این گونه‌ها را هم‌چنین می‌توان راحت‌تر از بامبوها تعویض و گیاهی دیگر را جایگزین آن‌ها کرد. در مناطق معتدل، بیشتر سبزه‌ها برگ‌ریز هستند و در فصل زمستان می‌میرند. در مناطق گرمسیر، فصل رشد آن‌ها طولانی‌تر است، اما در این مناطق نیز، دوره‌هایی وجود دارد که این گیاهان به خواب می‌روند و باید از آن‌ها به خوبی نگهداری شود.

بیشتر چمن‌ها، در اواخر تابستان و پاییز، هنگامی که شکوفه‌های رنگارنگ روی سطح سبز آن‌ها خودنمایی می‌کنند، زیباترین جلوه‌ی خود را دارند. اما هنگامی که خشک می‌شوند، تنها ساقه‌های خشک و مرده‌ی آن‌ها باقی می‌ماند که باید برای جلوگیری از خطر آتش‌سوزی، جمع‌آوری شوند و انجام این کار در برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته برای نگهداری از بام سبز باید

1- Pennisetums

2- Fescues

3- Miscanthus

سایه‌بان‌ها و آلاچیق‌هایی وجود دارند که از درختان مو می‌توان برای پوشاندن آن‌ها استفاده کرده و فضای بام را زنده و شاداب نمود. طراحان باید هنگام انتخاب این نوع درخت، ویژگی‌های آن را بررسی کنند. بعضی از انواع آن به دیوارها می‌چسبند ولی انواع دیگر به تکیه‌گاه نیاز دارند تا به دور آن بپیچند و بالا بروند. در ضمن بعضی از انواع مو، در سال اول یا دوم پس از کاشت، شکوفه می‌دهند، ولی در انواع دیگر ممکن است این فرآیند چند سال طول بکشد. امروزه درباره‌ی برخی گونه‌های این درخت که به دیوارها می‌چسبند و آسیب‌هایی که ممکن است به ساختمان وارد کنند بحث‌هایی وجود دارد. با این وجود، در صورتی که در طراحی تکیه‌گاهی مناسب برای این گیاهان در نظر گرفته شود، این مشکل رفع می‌شود. بسیاری از گونه‌های گل‌دهنده مو، مانند شقایق پیچ^۲، ویستریا^۳ و ادریس^۴، گزینه‌های بسیار مناسبی برای زیباسازی بام‌های سبز هستند.

افزودن گیاهان جدید به لیست

با وجود این که طیف گسترده‌ای از گیاهان برای بام‌های سبز مناسب و در دسترس هستند، هنوز باید برای شناسایی گیاهان بیش‌تر و ویژگی‌های آن‌ها تلاش کرد. حتی می‌توان گاهی گیاهانی را که تاکنون کاشته نشده‌اند، امتحان کرد. البته قبل از کاشت باید این نکته را در نظر گرفت که در صورت از بین رفتن گیاه، جایگزین کردن آن سخت و مشکل‌آفرین نباشد. اگر کاشت گیاه موفقیت‌آمیز باشد و گیاه شرایط بام سبز را به خوبی تحمل کند، می‌توان آن را به لیست گیاهان مناسب برای این منظور اضافه کرد. در هر حال استفاده از گیاهانی که چندان شناخته‌شده نیستند و به‌ندرت در بام‌های سبز کاشته شده‌اند، بسیار ارزشمند و مفید است.

گیاهان هیچ نوع گیاه غیرخوراکی و سمی نباید کاشته شود، زیرا کودکان و حتی بزرگسالان ناآگاه ممکن است آن‌ها را بچینند. در جایی که فضا بسیار محدود است می‌توان از گیاهان رونده (بوته یا درختانی که هرس شده و به دیوار تکیه داده می‌شوند) استفاده کرد. برخی از انواع درختان میوه، مانند درخت سیب و گلابی و بوته‌هایی مانند نارون کوهی که شاخه‌های انعطاف‌پذیری دارند، برای بام‌های سبز انتخاب مناسبی به‌شمار می‌آیند.

به‌کارگیری طیف وسیعی از گیاهان

گونه‌های گیاهی، بسیار متنوعی در طبیعت وجود دارند، بنابراین انتخاب نمونه‌های مناسب از این طیف وسیع، بسیار مهم است. در بام‌های سبز، هم از گیاهان همیشه‌سبز و هم از گیاهان برگ‌ریز استفاده می‌شود. افزون بر این، از درختان، بوته‌ها و پیازها نیز استفاده می‌شود، زیرا بسیاری از انواع پیازها در بام‌های سبز می‌توانند مدت طولانی‌تری دوام بیاورند. چون سطح بام‌های سبز، عایق‌بندی شده است، در طول زمستان بخش زیادی از گرمای روز در سطح بام ذخیره می‌شود، به همین دلیل بعضی از انواع پیازها مانند نرگس و زعفران، در صورتی که روی بام سبز کاشته شوند، چند هفته تا یک ماه زودتر از حالتی که در سطح زمین کاشته شوند، جوانه می‌زنند. از آن‌جا که این نوع پیازها بسیار مقاوم هستند، دلیلی برای استفاده نکردن از آن‌ها در بام وجود ندارد. نرگس به‌طور گسترده‌ای در پارک‌ها کاشته می‌شود، زیرا این پیاز به سرعت بومی و تکثیر می‌شود. گل زعفران^۱ هر سال از پیاز قدیمی جوانه می‌زند ولی تکثیر نمی‌شود. پیاز گونه‌هایی مانند لاله نیز پس از چند سال از بین می‌روند و باید جایگزین شوند. درختان مو نیز اغلب انتخاب مناسبی برای بام‌های سبز هستند، زیرا معمولا در اطراف این بام‌ها یا در ورودی آن‌ها، دیوارها،

1- Crocus
2- Clematis
3- Wisteria
4- Hydrangea

توجه به نظر کارفرما

هر چند امکانات موجود در طراحی بام‌های سبز مدرن، فرصت مناسبی برای استفاده از سبک‌های مختلف و طیف وسیعی از گیاهان و مصالح (مانند انواع سنگ فرش‌ها) را برای طراحان فراهم می‌آورد، ولی در هر حال، توجه به نظرها و خواسته‌های کارفرما بسیار مهم است. به عنوان مثال، اگر کارفرما گیاه مورد نظر شما را نمی‌پسندد، گزینه دیگری را انتخاب کنید. انجام این کار برای یک کارفرمای خصوصی، به مراتب دشوارتر از کارفرمای دولتی است، ولی در هر حال احترام به نظر کارفرما بسیار مهم است، مگر آن‌که دلیل قابل قبولی (مانند مضر بودن گونه‌های گیاهی مورد نظر کارفرما برای سلامتی افراد) برای رد نظر او وجود داشته باشد.

تهیه لیست گیاهان و مشخصات آن‌ها

اگر پروژه‌ی بام سبز به اندازه‌ای بزرگ باشد که برای انتخاب پیمانکار نیاز به مناقصه داشته باشد، در این صورت تهیه لیست گیاهان ضروری است. هزینه‌های مربوط به حمل گیاهان به سایت و بام، آماده‌سازی گلدان‌ها و کاشت گیاهان نیز باید در نظر گرفته شوند. این هزینه‌ها در بام‌های سبز به مراتب بیشتر از طرح‌های فضای سبز سطح زمین هستند. در هر حال، تهیه لیست دقیقی از گیاهانی که قرار است کاشته شوند، ضروری است. به همراه این لیست، باید لیستی از مشخصات یا حداقل نکات، الزامات و روش‌های کاشت گیاهان و همچنین هدف‌های طرح، تهیه شود. بهتر است در این لیست، مسئولیت‌ها نیز مشخص شوند، به بیان دیگر، باید تعیین شود چه کسی مسئول چه کاری در هر مرحله است. به این ترتیب در صورت بروز مشکل، پیمانکار فضای سبز می‌داند در هر یک از قسمت‌ها باید به چه کسی مراجعه کند. در این لیست باید به نکات مربوط به کیفیت گیاهان، برنامه زمان‌بندی پیش‌بینی‌شده برای کاشت آن‌ها و مسئول نظارت و تأیید نهایی کار نیز اشاره شود.

ضمانت انجام کار

در صورت امکان، باید گیاهان و کاشت آن‌ها ضمانت شوند. معمولاً در بسیاری از پروژه‌های دولتی و خصوصی مانند پارک‌ها، ساختمان‌های مسکونی و سایر پروژه‌های استاندارد، پیمانکار فضای سبز، گیاهان را به مدت حداقل یک سال از تاریخ پایان کار (یعنی زمانی که معمار منظر به صورت کتبی، تکمیل کاشت را تأیید می‌کند) ضمانت می‌کند. اگر شرایط بازار رقابتی باشد، ممکن است دوره ضمانت به دو سال هم برسد. بسیاری از پیمانکاران فضای سبز از تضمین کردن گیاهان، امتناع می‌کنند، زیرا به نظر آن‌ها، گیاهان تحت تأثیر شرایط مختلفی هستند که برخی از این عوامل خارج از کنترل آن‌ها است، بنابراین در این موارد پیمانکار مسئول نیست. از سوی دیگر، به دلیل بالا بودن هزینه‌ی جایگزین کردن گیاهان-به دلیل آن‌که راه دسترسی برای خارج کردن گیاه وجود ندارد و این کار تنها با استفاده از بالابر ممکن است- دریافت ضمانت ضروری است. گاهی می‌توان با پیمانکار فضای سبز برای نگهداری از گیاهان تا یک سال پس از کاشت به توافق رسید. در این صورت اگر پیمانکار فضای سبز مسئولیت نگهداری از گیاهان را هم به عهده گیرد، انگیزه‌ی بیشتری برای نگهداری از گیاهان خواهد داشت.

برنامه‌ریزی برای نحوه نگهداری از گیاهان

نگهداری از بام سبز معمولاً مشابه نگهداری از فضاهای سبز زمینی است، با این تفاوت که نگهداری از بام سبز به دلیل قرار داشتن در معرض باد و سایر عوامل، کمی سخت‌تر است و به دقت بیشتر نیاز دارد. در بام سبز نیز گیاهان باید هرس شوند، علف‌های هرز کنده و جمع‌آوری شوند و آبیاری و کوددهی به موقع انجام شود، به‌ویژه اگر به دلیل ظرفیت محدود تحمل بار بام از خاک‌های سبک استفاده شده باشد، باید برای تقویت این خاک‌ها از کود استفاده کرد. توصیه می‌شود در مناطق معتدل، در فصل بهار یعنی در آغاز فصل رویش، از کودهایی که عملکرد کندی دارند، و در اواخر فصل تابستان از کودهایی که سریع‌تر عمل می‌کنند،

تهیه لیست گیاهان و مشخصات آن‌ها

جدول ۳-۱ فهرست گیاهان پیشنهادی برای بام‌های سبز متراکم (کم‌عمق)

نام گیاه‌شناسی	نام فارسی	اندازه	ریشه	توضیحات
۱- درخت‌ها				
<i>Acer palmatum</i>	افرای ژاپنی	۱ متر یا بزرگ‌تر	گیاهان ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده یا گلدانی	دارای وارپته‌های زیادی است.
<i>Amelanchier canadensis</i>	آملانشیه	۲ تا ۲/۵ متر یا بزرگ‌تر	گیاهان ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده یا گلدانی	چند تنه‌ای است.
<i>Betula nigra</i>	توسکای سیاه	۲ تا ۲/۵ متر یا بزرگ‌تر	گیاهان ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده یا گلدانی	چند تنه‌ای است.
<i>Carpinus betulus 'fastigiata'</i>	ممرز اروپایی	۲ تا ۲/۵ متر یا بزرگ‌تر	گیاهان ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده یا گلدانی	برای پرچین‌های ردیفی فوق‌العاده است.
<i>Cornus florida</i>	زغال اخته آمریکایی	۱/۵ تا ۲ متر یا بزرگ‌تر	گیاهان ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده	نیمه سایه
<i>Cornus kousa</i>	زغال اخته کره‌ای	۱/۲ تا ۲ متر یا بزرگ‌تر	گیاهان ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده	نیم‌سایه یا آفتاب
<i>Crataegus phaenopyrum</i>	زالزالک واشنگتنی	۱/۵ تا ۲ متر یا بزرگ‌تر	گیاهان ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده	نیم‌سایه یا آفتاب
<i>Lagerstromia indica</i>	توری	۱/۵ تا ۲ متر یا بزرگ‌تر	گیاهان ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده	دارای وارپته و رنگ‌های زیادی است.
<i>Magnolia soulangiana</i>	ماگنولیای بنفش (زمستانه)	۱/۲ تا ۱/۵ متر یا بزرگ‌تر	گیاهان ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده	نیم‌سایه یا آفتاب
<i>Magnolia stellata</i>	ماگنولیای ستاره‌ای	۱/۲ تا ۱/۵ متر یا بزرگ‌تر	گیاهان ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده	نیم‌سایه یا آفتاب
<i>Magnolia virginiana</i>	ماگنولیای ویرجینیا (ماگنولیای معطر)	۱/۲ تا ۱/۵ متر یا بزرگ‌تر	گیاهان ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده	نیم‌سایه یا آفتاب
<i>Malus floribunda</i>	سیب زینتی ژاپنی	۱/۲ تا ۱/۵ متر یا بزرگ‌تر	گیاهان ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده یا گلدانی	نیم‌سایه یا آفتاب
<i>Malus 'Sugartyme'</i>	نوعی سیب زینتی ژاپنی	۱/۲ تا ۱/۵ متر یا بزرگ‌تر	گیاهان ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده یا گلدانی	نیم‌سایه یا آفتاب
<i>Pinus virginiana</i>	کاج ویرجینیا	۱/۲ تا ۱/۵ متر یا بزرگ‌تر	گیاهان ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده	نیم‌سایه یا آفتاب
<i>Pinus thunbergi</i>	کاج سیاه ژاپنی	۱/۲ تا ۱/۵ متر یا بزرگ‌تر	گیاهان ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده	آفتاب

جدول ۳-۱ فهرست گیاهان پیشنهادی برای بام‌های سبز متراکم (کم‌عمق)

نام گیاه‌شناسی	نام فارسی	اندازه	ریشه	توضیحات
۲- درختچه‌ها				
<i>Acuba japonica</i>	شمشاد ژاپنی	۶۱ تا ۷۶ سانتیمتر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر) ^۱	در سایه سبز تیره، منقوش با نقاط طلایی، حساس و همیشه سبز
<i>Berberis juliana</i>	نوعی زرشک زینتی	۶۱ تا ۷۶ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	همیشه سبز

1-USDA Hardiness zone

نقشه منطقه مقاومت سرمای گیاهی معادل عبارت کامل Plant Hardiness Zone Map است که در سال ۱۹۶۰ توسط وزارت کشاورزی ایالات متحده آمریکا تهیه شده است.

تهیه لیست گیاهان و مشخصات آن‌ها

<i>Berberis thunbergii</i>	زرشک زینتی	۶۱ تا ۷۶ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	شاخساره قرمز، دارای وارینه‌های دیگر
<i>Buxus sempervirens</i>	شمشاد	۶۱ تا ۷۶ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	نیم‌سایه یا آفتاب، همیشه سبز
<i>Cotoneaster dammeri</i>	شیرخشت	۳۸ تا ۴۶ سانتیمتر یا بزرگ‌تر		سایه، نیمه همیشه‌سبز
<i>Forsythia suspense</i>	یاس زرد مجنون	۶۱ تا ۷۶ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	نیم‌سایه یا آفتاب
<i>Hamamelis molis</i>	هاماملیس ژاپنی	۶۱ تا ۷۶ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	نیم‌سایه یا آفتاب
<i>Hydrangea quercifolia</i>	نوعی هورتانسیا	۶۱ تا ۷۶ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	نیم‌سایه یا آفتاب، بافت درشت
<i>Hydrangea sp</i>	نوعی هورتانسیا	۶۱ تا ۷۶ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	آفتاب
<i>Ilex glabra</i>	خاس	۶۱ تا ۷۶ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	سایه یا آفتاب، چندانساقه‌ای
<i>Ilex meserve</i>	نوعی خاس	۶۱ تا ۷۶ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	نیم‌سایه یا آفتاب، حساس و همیشه‌سبز
<i>Ilex verticillata</i>	نوعی خاس	۶۱ تا ۷۶ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	آفتاب، چندانساقه‌ای
<i>Mahonia bealei</i>	ماهونیا	۶۱ تا ۷۶ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	نیم‌سایه، چندانساقه‌ای و همیشه‌سبز
<i>Myrica pennsylvanica</i>	مورد پنسیلوانیا	۶۱ تا ۷۶ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	آفتاب را ترجیح می‌دهد، همیشه سبز
<i>Pieris japonica</i>	آندرومدای ژاپنی	۶۱ تا ۷۶ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	نیم‌سایه، چندانساقه‌ای و همیشه سبز
<i>Rosa sp.</i>	انواع رز	۶۱ تا ۷۶ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	باید به‌دقت انتخاب شود.
<i>Skimmia japonica</i>	اسکیمیای ژاپنی	۶۱ تا ۷۶ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	نیم‌سایه یا آفتاب و همیشه‌سبز
<i>Spiraea vanhouttei</i>	اسپیره	۶۱ تا ۷۶ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	آفتاب یا سایه
<i>Syringa vulgaris</i>	یاس بنفش	۱ متر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	آفتاب
<i>Viburnum opulus compactum</i>	بداغ	۱ متر یا بزرگ‌تر	۳ تا ۵ گالن (۱۰ تا ۲۰ لیتر)	نیم‌سایه و آفتاب، چندانساقه‌ای
<i>Viburnum plicatum tomentosum</i>	نوعی بداغ	۱ متر یا بزرگ‌تر	گلدانی یا ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده	نیم‌سایه یا آفتاب، می‌تواند خیلی بزرگ شود.
<i>Viburnum rhytidophyllum</i>	نوعی بداغ	۱ متر یا بزرگ‌تر	گلدانی یا ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده	سایه یا آفتاب، همیشه‌سبز، عمیق، می‌تواند خیلی بزرگ شود.
<i>Viburnum 'Winterthur'</i>	نوعی بداغ	۱ متر یا بزرگ‌تر	گلدانی یا ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده	آفتاب را ترجیح می‌دهد.
<i>Taxus baccata 'Repandens'</i>	سرخدار گسترده انگلیسی	۳۰/۵ تا ۳۸ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	گلدانی	همیشه‌سبز، نیم‌سایه
<i>Taxus hicksii</i>	نوعی سرخدار	۱ متر یا بزرگ‌تر	ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده	همیشه سبز، آفتاب

جدول ۱-۳ فهرست گیاهان پیشنهادی برای بام‌های سبز متراکم (کم‌عمق)

نام گیاه‌شناسی	نام فارسی	اندازه	ریشه	توضیحات
۳- گیاهان چندساله، گیاهان پوششی، بامبوها، گراس‌ها و گیاهان پیازی				

تهیه لیست گیاهان و مشخصات آن‌ها

<i>Achillea sp.</i>	انواع بومادران	کوارت یا گالن (۱ یا ۴ لیتر)	گلدانی	دارای وارپته‌های بسیار مرتفع و رنگ‌های مختلف
<i>angliaAster novae</i>	ستاره‌ای پایا	کوارت یا گالن (۱ یا ۴ لیتر)	گلدانی	خیلی مقاوم، دارای گونه‌های متفاوت
<i>Echinacea sp.</i>	سرخارگل	کوارت یا گالن (۱ یا ۴ لیتر)	گلدانی	صورتی و ارغوانی، در دسترس هستند.
<i>Festuca ovina glauca</i>	فستوکای آبی	کوارت یا گالن (۱ یا ۴ لیتر)	گلدانی	بسیاری از وارپته‌های آن در دسترس هستند.
<i>Forthergilla gardenia</i>	فوترگیلا	کوارت یا گالن (۱ یا ۴ لیتر)	گلدانی	نیم‌سایه، دارای وارپته‌های دیگر
<i>Helleborus niger</i>	خریق سیاه	کوارت یا گالن (۱ یا ۴ لیتر)	گلدانی	سایه، سفید و همیشه‌سبز
<i>Helleborus orientalis</i>	خریق معمولی	کوارت یا گالن (۱ یا ۴ لیتر)	گلدانی	سایه، همیشه‌سبز و رنگ متغیر
<i>Hemerocalis sp.</i>	زنبق رشتی	کوارت یا گالن (۱ یا ۴ لیتر)	گلدانی و ریشه لخت	وارپته‌های زیادی دارد.
<i>Heuchera 'Palace Purple'</i>	نوعی ریشه زاج	کوارت یا گالن (۱ یا ۴ لیتر)	گلدانی	وارپته‌های دیگری دارد.
<i>Hosta sp.</i>	هوستا	پینت، کوارت یا گالن (۰/۵ تا ۱۰ لیتر)	گلدانی	وارپته‌های زیادی دارد.
<i>Hypericum calycinum</i>	گل چای	کوارت یا گالن (۱ یا ۴ لیتر)	گلدانی	وارپته‌های زیادی دارد.
<i>Liriope muscari</i>	لیریوپ	کوارت یا گالن (۱ یا ۴ لیتر)	گلدانی و ریشه لخت	وارپته‌های زیادی دارد، یکی از آن‌ها ابلق است.
<i>Miscanthus sp.</i>	نوعی گراس	کوارت یا گالن (۱ یا ۴ لیتر)	گلدانی	انواع زیادی دارد.
<i>Ophiopogon japonicas</i>	چمن بال‌اسبی	پینت یا گالن (۰/۵ یا ۴ لیتر)	گلدانی و ریشه لخت	بافت نرم، نیم‌سایه و آفتاب
<i>Opuntia fragilis</i>	نوعی کاکتوس	گالن (۴ لیتر)	گلدانی	آفتاب کامل
<i>Pachysandra terminalis</i>	فرفیون ژاپنی	پینت یا گالن (۰/۵ یا ۴ لیتر)	گلدانی و ریشه لخت	همیشه سبز
<i>Phlox subulata</i>	فلوکس	کوارت یا گالن (۱ یا ۴ لیتر)	گلدانی	وارپته‌های زیادی دارد.
<i>Phyllostachys aureosulcata</i>	خیزران زرد	۱/۲ تا ۱/۵ متر یا بزرگ‌تر	گلدانی و ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده	همیشه‌سبز
<i>Phyllostachys nigra</i>	خیزران سیاه	۱/۲ تا ۱/۵ متر یا بزرگ‌تر	گلدانی و ریشه توپی و گونی‌پیچ‌شده	همیشه‌سبز
<i>Pennisetum alopecurpides</i>	نوعی گراس ژاپنی	گالن (۴ لیتر)	گلدانی	وارپته‌های زیادی دارد، شکوفه‌های زرق و برق دار
<i>Rudbeckia hirta</i>	کوکب کوهی	کوارت یا گالن (۱ یا ۴ لیتر)	گلدانی	شکوفه‌دهی طولانی
<i>Sedum spectabile</i>	سدوم قاشقی	کوارت یا گالن (۱ یا ۴ لیتر)	گلدانی	وارپته‌های زیادی دارد.
<i>Vinca minor</i>	پروانش	پینت، کوارت یا گالن (۰/۵ تا ۱ یا ۴ لیتر)	گلدانی	همیشه‌سبز، دارای وارپته‌های دیگر
<i>Tulips. bluebells, daffodils, crocus, lily valley, lily</i>	لاله‌ها، زنگوله‌های آبی، نرگس‌ها، زنبق‌ها، زعفران، سوسن آفریقایی و سوسن	پیازی	پیازی	به علت گرمای ناشی از سقف زودتر جوانه می‌زند.

۲- فرم ارایه گیاه در بازار خارج هر pint معادل یک گلدان ۴ اینچی است، هر quart معادل یک گلدان ۵ تا ۶ اینچی است و هر gallon معادل یک گلدان ۷ تا ۸ اینچی است. به عبارت دیگر، هر pint معادل یک گلدان ۰/۵ لیتری است، هر quart معادل یک گلدان ۱ لیتری و هر gallon معادل یک گلدان ۴ لیتری است.

تهیه لیست گیاهان و مشخصات آنها

به طور دوره‌ای باید چرخانده شوند.	گلدانی	پنت، کوارت یا گالن (۰/۵ یا ۱، ۴ لیتر)	علف‌ها: آویشن، مریم گلی، رزماری، ریحان و غیره	<i>Herbs: thyme, sage, rosemary, basil, etc.</i>
وارته‌های زیادی دارد، بعضی‌ها از آن‌ها از نظر قرارگیری در باغ بام‌ها بسیار حساس هستند.	گلدانی	پنت، کوارت یا گالن (۰/۵ یا ۱، ۴ لیتر)	سرخس‌ها: سرخس معطر، سرخس کریسمس و سرخس نیویورکی	<i>Ferns: Dennstaedtia punctiobula, Polystichum acrostichoides, Thelypteris noveboracensis</i>

جدول ۳-۱ فهرست گیاهان پیشنهادی برای بام‌های سبز متراکم (کم عمق)

نام گیاه‌شناسی	نام فارسی	اندازه	ریشه	توضیحات
۴- پیچ‌ها				
<i>Akebia quinata</i>	پیچ آبی	۳۰/۵ تا ۳۸ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	گلدانی	مقاوم و متراکم (انبوه)
<i>Camsis radicans</i>	پیچ اناری	۳۰/۵ تا ۳۸ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	گلدانی	بافت درشت، چوب آن صدمه می‌بیند.
<i>Clematis paniculata</i>	پیچ کلماتیس	۳۰/۵ تا ۳۸ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	گلدانی	معطر
<i>Clematis texensis</i>	نوعی پیچ کلماتیس	۳۰/۵ تا ۳۸ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	گلدانی	وارته‌های زیادی از آن وجود دارد.
<i>Hedera helix</i>	پاپیتال	متغیر	گلدانی و ریشه توپی و گونی پیچ شده	همیشه سبز، بافت درشت
<i>Hydrangea petiolaris or anomala</i>	نوعی هورتانسیا	۳۰/۵ تا ۳۸ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	گلدانی	کند رشد
<i>Lonicera sp.</i>	انواع پیچ امین‌الدوله	۳۰/۵ تا ۳۸ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	گلدانی	وارته‌های زیادی با رنگ‌های مختلف از آن وجود دارد.
<i>Parthnocissus quinquefolia</i>	مو چسب وحشی	۳۰/۵ تا ۳۸ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	گلدانی	دارای رنگ پاییزی جذاب
<i>Parthnocissus tricuspidata</i>	مو چسب زینتی	۳۰/۵ تا ۳۸ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	گلدانی	بسیار مقاوم
<i>Wisteria sinensis</i>	پیچ گلیسین	۳۰/۵ تا ۳۸ سانتیمتر یا بزرگ‌تر	گلدانی	معطر

جدول ۳-۲ فهرست گیاهان پیشنهادی برای بام‌های سبز گسترده (عمیق)

نام گیاه‌شناسی	نام فارسی	مشخصات	توضیحات
<i>Allium schoenoprasum</i>	پیاز کوهی	دارای ۱۵ تا ۳۰ سانتیمتر ارتفاع، گل‌های مجتمع و زیبا در ناحیه‌های ۴ تا ۳۸ ^۳ مقاوم است.	کروی، دارای گل‌های ارغوانی کم‌رنگ شبیه خوشه‌های شیدر
<i>Delosperma nubigenum 'basutoland'</i>	گل یخی زرد	دارای ۸ سانتیمتر ارتفاع و ۲۵ سانتیمتر گستردگی، در ناحیه ۶ مقاوم است.	در برابر خشکی شدید، رطوبت پایین و سایه شدید مقاوم است. این گونه مقاوم‌ترین گونه این جنس است. به طور خارق‌العاده‌ای قادر است آب باران را بعد از یک دوره خشکی جذب کند. برگ‌های ضخیم و گوشتی دارد و گل‌های زرد درخشان آن در اول تابستان ظاهر می‌شود.

3-USDA Hardiness zone

نقشه منطقه مقاومت سرمای گیاهی معادل عبارت کامل Plant Hardiness Zone Map است که در سال ۱۹۶۰ توسط وزارت کشاورزی ایالات متحده آمریکا تهیه شده است.

تهیه لیست گیاهان و مشخصات آن‌ها

<i>Sedum acre 'Aureum'</i>	سدوم گریزی	دارای ۸ سانتیمتر ارتفاع و ۲۵ سانتیمتر گستردگی، در ناحیه ۴ مقاوم است.	در برابر خشکی شدید، رطوبت بالا و سایه شدید مقاوم است. در شرایط اقلیمی خنک جواب بهتری می‌دهد. شاخساره‌ها معمولاً در فصل زمستان به رنگ سبز روشن متمایل می‌شوند. اما بیشترین رشد آن در اوایل بهار و اواخر پاییز در آب و هوای خنک‌تر اتفاق می‌افتد. به‌علت این‌که دمای بالای تابستان را نمی‌تواند تحمل کند، مناسب کاشت در خط جنوب ماسون دیکسون نیست.
<i>Sedum album</i>	سدوم سفید	دارای ۱۰ سانتیمتر ارتفاع و ۳۰/۵ سانتیمتر گستردگی، در ناحیه ۴ مقاوم است.	در برابر خشکی شدید مقاوم است، اما در برابر رطوبت و سایه مقاوم نیست. گیاه پوششی بسیار ماندگار. در فصل زمستان به رنگ قرمز تا حنایی تغییر رنگ می‌دهد.
<i>Sedum album 'Murale'</i>	نوعی سدوم سفید	دارای ۱۰ سانتیمتر ارتفاع و ۳۰/۵ سانتیمتر گستردگی، در ناحیه ۴ مقاوم است.	در برابر خشکی شدید مقاوم است، اما در برابر رطوبت و سایه مقاوم نیست. شاخساره این وارسته سدوم سفید در طی دوره‌های خشکی، استرس و سرما به رنگ قرمز تغییر رنگ می‌دهد.
<i>Sedum floriferum weihenstephaner 'Gold'</i>	نوعی سدوم طلایی	دارای ۱۰ سانتیمتر ارتفاع و ۲۵ سانتیمتر گستردگی، در ناحیه ۳ مقاوم است.	در برابر خشکی شدید مقاوم است، اما در برابر رطوبت و سایه مقاوم نیست. گیاه پوششی بسیار مناسب برای بام‌ها و شیب‌ها. برای گل‌های زرداش قابل توجه است.
<i>Sedum kamtschaticum</i>	سدوم نارنجی	دارای ۱۵ سانتیمتر ارتفاع و ۲۵ سانتیمتر گستردگی، در ناحیه ۴ مقاوم است.	در برابر خشکی شدید مقاوم است، اما در برابر رطوبت و سایه مقاوم نیست. دارای بافت خشن و مقاوم به خشکی است. اندازه آن از سایر گونه‌های سدومی که این‌جا ذکر شده‌اند، بزرگ‌تر می‌شود.
<i>Sedum reflexum</i>	سدوم آبی	دارای ۱۰ سانتیمتر ارتفاع و ۲۰ سانتیمتر گستردگی	در برابر خشکی شدید و رطوبت و سایه مناسب مقاوم است. از نظر ظاهری، مینیاتور درخت صنوبر آبی را دارد. لذا بافت نرمی از آبی متمایل به خاکستری در فضای سبز ایجاد می‌کند.
<i>Sedum sexangulare</i>	نوعی سدوم	دارای ۱۰ سانتیمتر ارتفاع و ۲۰ سانتیمتر گستردگی، در ناحیه ۴ مقاوم است.	در برابر خشکی شدید و رطوبت و سایه مقاوم است. از نظر ظاهری مشابه سدوم گریزی است اما بافت آن خشن‌تر است.
<i>Sedum spurium 'Fuldaglut'</i>	نوعی سدوم قرمز	دارای ۱۵ سانتیمتر ارتفاع و ۲۰ سانتیمتر گستردگی، در ناحیه ۴ مقاوم است.	در برابر خشکی شدید مقاوم است، اما در برابر رطوبت و سایه مقاوم نیست. یکی از معروف‌ترین سدوم‌های با شاخساره قرمز است (گونه دیگر <u>ودو</u> است).
<i>Sedum spurium 'John Creech'</i>	نوعی سدوم قرمز	دارای ۱۰ سانتیمتر ارتفاع و ۲۵ سانتیمتر گستردگی، در ناحیه ۵ مقاوم است.	در برابر خشکی شدید مقاوم است، اما در برابر رطوبت و سایه مقاوم نیست. یک گیاه کند رشد بسیار خوب است.
<i>Sedum spurium 'Roseum'</i>	نوعی سدوم قرمز	دارای ۱۵ سانتیمتر ارتفاع و ۲۰ سانتیمتر گستردگی، در ناحیه ۴ مقاوم است.	در برابر خشکی شدید مقاوم است، اما در برابر رطوبت و سایه مقاوم نیست. دارای گل‌های صورتی است.
<i>Sedum spurium 'White Form'</i>	نوعی سدوم قرمز	دارای ۱۵ سانتیمتر ارتفاع و ۲۰ سانتیمتر گستردگی، در ناحیه ۴ مقاوم است.	در برابر خشکی شدید مقاوم است، اما در برابر رطوبت و سایه مقاوم نیست. دارای گل‌های سفید است.
<i>Talinum calycinum</i>	تالینوم	دارای ۲۰/۵ سانتیمتر ارتفاع و ۱۸ سانتیمتر گستردگی، در ناحیه ۶ مقاوم است.	در برابر خشکی شدید مقاوم است، اما در برابر رطوبت و سایه مقاوم نیست. بومی آمریکا است و به‌طور گسترده‌ای در سراسر ایالت‌های میانی آمریکا پخش شده است. این گیاه به‌طور طبیعی بذرافشانی می‌کند اما نمی‌تواند بر سایر گیاهان پوششی که در بین آن‌ها رشد می‌کنند، غلبه کند. زمان شکوفه‌دهی آن تقریباً از ماه خرداد تا مهر است و گل‌های آن بعد از ظهر باز می‌شوند.

۲-۳- گیاهان مناسب برای بام‌های سبز کم عمق

برخلاف بام‌های سبز عمیق که گیاهان فراوانی می‌توانند خود را با شرایط آن‌ها سازگار کنند، در بام‌های سبز کم عمق، تنوع گیاهان قابل کشت بسیار محدود است. زیرا در این بام‌ها، عمق بستر کشت بسیار کم و حدود ۵ تا ۱۵ سانتی‌متر است. در حالی که در بام‌های سبز عمیق به دلیل وجود گیاهان متنوع، باید از روش‌های آبیاری مختلفی استفاده کرد، در بام‌های سبز کم عمق معمولاً هیچ گونه آبیاری وجود ندارد. در این نوع بام، ممکن است تنها در سال اول، برای کمک به استقرار ریشه گیاهان، آبیاری انجام شود، ولی معمولاً سیستم آبیاری پس از گذشت سال اول، قطع می‌شود. گاهی هم در صورت بروز خشک‌سالی، ممکن است این بام‌ها آبیاری شوند، اما این کار به‌طور دائمی انجام نمی‌شود. بنابراین گیاهانی که در بام‌های کم عمق استفاده می‌شوند باید در برابر گرمای شدید، باد و خشکی بسیار مقاوم باشند. در بام‌های سبز کم عمق بیشتر از گیاهانی استفاده می‌شود که رشد افقی دارند تا عمودی، زیرا هدف اصلی از طراحی این بام‌ها پوشاندن کل سطح بام و در عین حال اضافه کردن حداقل وزن ممکن به سازه است. مناسب‌ترین گیاهان برای بام‌های سبز کم عمق گیاهانی هستند که کم‌ترین نیاز را به کود دارند، زیرا هر چه از کود کم‌تری استفاده شود، خطر آلوده شدن آب‌های سطحی ناشی از باران به این مواد نیز کاهش می‌یابد. بهتر است ریشه‌ی این گیاهان بیش‌تر افشان باشد تا راست، تا ریشه‌ها نتوانند در لایه‌های عایق‌بندی بام نفوذ کنند. همچنین باید تلاش شود از انتشار دانه‌های گیاهان این بام‌ها به اطراف و بام‌های دیگر جلوگیری شود. از سازگارترین گونه‌های گیاهی که در این بام‌ها قابل کشت هستند می‌توان به سدوم‌ها^۱، ساکولنت‌ها^۲ و گونه‌های مشابه آن‌ها اشاره کرد. البته با گسترش صنعت بام سبز در آمریکای شمالی، بسیاری از گونه‌های

استفاده شود. هدف از این کار، دستیابی به یک رشد متعادل در تمام فصل‌ها است، نه رشد و شکوفایی ناگهانی.

جدول ۱-۳، فهرستی از درختان، بوته‌ها و گیاهان همیشه‌سبز که با شرایط بام‌های سبز عمیق در شرق ایالات متحده آمریکا (آب‌وهوای معتدل)، سازگار هستند را نشان می‌دهد. به دلیل شرایط آب‌وهوایی متنوع، نوع گیاهانی که در قسمت‌های مختلف آمریکا استفاده می‌شوند، متفاوت است. یک معمار منظر، طراح یا متخصص باغبانی که از تجربه‌ی کافی برخوردار است با این فهرست می‌تواند گیاهان سازگار با شرایط بومی منطقه و اقلیم خود را انتخاب کند. نکاتی مانند میزان تابش آفتاب و سایه، جهت و تناوب بادهای شدید، حداکثر دما، شرایط آبیاری، سرعت رشد و اندازه‌ی گیاه نیز باید در نظر گرفته شوند. باید توجه داشت که برخی گونه‌های بادوام و مقاوم، ممکن است در مناطق یا شرایط مختلف، رفتارهای متفاوتی از خود نشان دهند. برای مثال، گیاه ماگنولیای ویرجینیانا^۱، در آمریکای جنوبی جزو گیاهان همیشه‌سبز است، ولی در آمریکای شمالی، جزو گیاهان برگ‌ریز است. در هر دو مکان این گیاه زیبا و دارای گل‌های درشت و معطر است.

در جدول ۱-۳ اندازه‌ی متوسط هر گونه‌ی گیاهی نیز ارائه شده است، ابعاد ذکر شده با توجه به بودجه و شرایط طراحی، ممکن است بزرگ‌تر یا کوچک‌تر باشند. اگر نتوان گیاهان را با بالابر به بام منتقل کرد، معمار و پیمانکار باید این شرایط را در انتخاب گیاه، مورد توجه قرار دهد. اما اگر محدودیتی وجود نداشته باشد، اندازه‌ی گلدان‌ها تعیین‌کننده‌ی اندازه گیاهان است.

1- Magnolia virginiana

2- Sedums

3- Succulents

دیگر، مانند انواع چمن‌ها نیز برای کاشت در بام‌های سبز کم‌عمق، مناسب هستند.

۳-۳- آبیاری بام سبز

آبیاری بام سبز، به‌ویژه بام‌های سبز کم‌عمق که پس از سال اول نیاز چندانی به آبیاری ندارند، از بسیاری جهات، مشابه آبیاری فضاهای سبز عادی و زمینی است و به‌طور معمول با شلنگ و آب‌پاش دستی انجام می‌شود.

رعایت قوانین و دستورالعمل‌ها

در ساخت و طراحی بام‌های سبز، توجه به قوانین و دستورالعمل‌ها بسیار مهم است. معمولاً بر اساس آیین‌نامه باید از سیستم‌هایی که آب نمی‌تواند در آن‌ها برگردد و منبع آب آشامیدنی را آلوده کند از سیستم‌هایی استفاده شود که آب نمی‌تواند در آن‌ها برگردد و منبع آب آشامیدنی را آلوده کند. این سیستم‌ها با توجه به میزان جریان آب و پیچیدگی سیستم آبیاری، انواع و اندازه‌های مختلفی دارند. برای اندازه‌گیری هزینه‌ها به یک کنترلر آب هم نیاز است. در سیستم‌های آبیاری پیچیده‌تر می‌توان از دستگاه‌های کنترل و تایمرهایی برای تعیین میزان آب مورد نیاز در هر منطقه استفاده کرد.

یک منطقه، محدوده‌ای است که در زمان مشخص و برای مدت معینی آبیاری می‌شود. این منطقه هم‌چنین دارای گیاهان مشابهی است که به‌طور یکسان در معرض تابش خورشید قرار می‌گیرند، بنابراین تمام گیاهان موجود در آن به آبیاری یکنواخت و مشابهی نیاز دارند. همه تجهیزات آبیاری باید در جایی نصب شوند که از هر گونه آسیب و صدمه محفوظ باشند و راه‌های دسترسی مناسبی برای تعمیر آن‌ها در نظر گرفته شود. در برخی

از آیین‌نامه‌ها، حتی حداکثر فاصله‌ی مجاز بین سیستم‌های جلوگیری از برگشت آب یا کنتورهای آب نیز تا مسیرها و خطوط لوله مشخص شده است. رعایت این‌گونه موارد در فضاهای سبز سطح زمین که سیستم‌های آن‌ها پیوسته کنترل می‌شوند نیز ضروری است.

از جمله عناصر مهم دیگری که باید در سیستم‌های آبیاری به آن‌ها توجه کرد، فیلترهایی هستند که برای جلوگیری از نفوذ ذرات و رسوبات در لوله‌های آبیاری در این سیستم‌ها نصب می‌شوند. چون محیط رشد در بام‌های سبز اغلب از مواد غیرآلی مانند آجر، سنگ و غیره ساخته می‌شود و این مواد همگی ساییده و خرد می‌شوند، باید به خاک سنگ‌های حاصل از آن‌ها که ممکن است در عملکرد سیستم اختلال ایجاد کنند، توجه شود. هرچند در بیشتر ساختمان‌ها فشار آب مناسب است، اما گاهی برای انتقال آب به بام یا افزایش فشار آب باید یک پمپ نصب شود. بسته به سیستم آبیاری مورد استفاده، گاهی لازم است از شیرهای کاهنده فشار برای تنظیم فشار آب بهره گرفت. به‌طور کلی، استفاده از هر یک از این اجزاء نیازمند مشورت با کارشناس مربوطه (معمار منظر یا مشاور آبیاری) است.

۳-۳-۱- سیستم‌های غرقابی^۱، قطره‌ای^۲، افشانه‌ای^۳

به‌طور کلی چهار سیستم آبیاری وجود دارد: افشانه‌ای، قطره‌ای سطحی، قطره‌ای عمقی و غرقابی که از همه آن‌ها می‌توان در بام‌های سبز استفاده کرد. سیستم‌های افشانه‌ای به کمک آب‌فشان‌هایی که به‌طور هم‌سطح نصب شده‌اند، گیاهان را با ذرات ریز آب آبیاری می‌کنند. فاصله‌ی این آب‌فشان‌ها طوری تنظیم می‌شود که سطح‌های آبیاری شده هم‌پوشانی داشته باشند. از این سیستم‌ها بیش‌تر در باغ‌های وسیع و پارک‌ها استفاده می‌شود

1- Flood

2- Drip

3- Spray

کودی که نیاز دارند، دسته‌بندی شوند تا آبیاری آن‌ها آسان‌تر گردد. بام‌هایی که گیاهان کاشته‌شده در آن براساس تفاوت نیاز به آب و نور در محل‌های مجزا کاشته نشده‌اند یا تنوع گیاهی در آن‌ها زیاد است، بام‌های مناسبی نیستند زیرا تامین نیاز آن‌ها به‌صورت هم‌زمان در یک محیط امکان‌پذیر نیست.

استفاده از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای سطحی یا افشانه‌ای برای بام‌های سبز عمیق که عمق ریشه‌ی گیاهان در آن‌ها متفاوت است، مناسب است ولی در بام‌های سبز کم‌عمق، سیستم‌های آبیاری قطره‌ای عمقی بهترین انتخاب هستند زیرا این سیستم می‌تواند سطح وسیع‌تری را آبیاری کند. در این سیستم‌ها، لایه‌هایی با شبکه‌های مویی و بسیار ظریف، رطوبت را به‌طور یکنواخت در کف بام سبز پخش می‌کنند. در این بام‌ها، سیستم‌های توزیع‌کننده رطوبت در بستر کشت مدفون هستند و با فیلترها یا غلاف‌های مشبک محافظت می‌شوند. استفاده از روش قطره‌ای سطحی در بام‌های سبز کم‌عمق ممکن است به دلیل فشردگی سیستم‌های توزیع‌کننده مشکل‌آفرین و ناکارآمد باشد.

به‌طور کلی، انواع سیستم‌های قطره‌ای باید توسط کارشناسان (مانند مشاوران آبیاری) طراحی شوند تا احتمال مسدود شدن آن‌ها با خاک، سنگریزه و لجن به حداقل برسد و گیاهان بتوانند آب مورد نیاز خود را دریافت کنند. در سیستم‌های غرقابی که استفاده از آن‌ها در اروپا رایج است، حجم اندکی آب (مشابه یک لایه‌ی کم‌عمق) کف بام سبز، یعنی قسمتی که لایه زهکشی و لایه‌های نگهدارنده^۲ آن‌جا قرار دارند را می‌پوشاند. این سیستم‌ها فقط در بام‌های سبز با ضخامت کلی ۲۰ سانتی‌متر یا بیشتر قابل استفاده هستند. در این سیستم آبیاری، ریشه گیاهان می‌توانند به میزانی که نیاز دارند آب جذب کنند، به همین دلیل این سیستم آبیاری، «آبیاری در زمان نیاز» هم نامیده می‌شود. این سیستم‌ها ارزان هستند و می‌توان آن‌ها را در بام‌هایی با شیب

زیرا با تغییر اندازه‌ی آب‌پاش‌ها می‌توان گستره‌ی سطح در معرض آبیاری را افزایش یا کاهش داد. از ضعف‌های این سیستم این که چون قطره‌های بسیار ریز آب به اطراف پاشیده می‌شوند و بام‌های سبز نیز در معرض تابش مستقیم آفتاب و وزش باد قرار دارند، مقدار زیادی آب هدر می‌رود، بنابراین برای صرفه‌جویی در مصرف آب بهتر است از سیستم‌های قطره‌ای استفاده شود.

از سیستم‌های قطره‌ای بیش‌تر در زمین‌های کشاورزی و فضاهای سبز وسیع محیط‌های مسکونی استفاده می‌شود. در مقایسه با سیستم‌های افشانه‌ای، این سیستم‌ها همواره رطوبت خاک را در حد مطلوب نگه می‌دارند، حمل‌ونقل و نصب آن‌ها آسان است و برای استفاده از کودهای مایع نیز سازگار هستند.

سیستم‌های قطره‌ای از شبکه‌ای از توزیع‌کننده‌ها^۱ تشکیل شده‌اند. این توزیع‌کننده‌ها، لوله‌های قابل انعطاف کوچکی از جنس لاستیک، پلاستیک، پی‌وی‌سی و سایر مواد مشابه هستند که سوراخ‌های ریز و منظم فراوانی دارند. نوع دیگر این توزیع‌کننده‌ها، سرآب‌پاش‌های بسیار کوچکی هستند که به‌مراتب از آب‌پاش‌های بزرگ و پیچیده‌تری که در سیستم‌های افشانه‌ای استفاده می‌شود، ارزان‌تر هستند.

توزیع‌کننده‌ها را می‌توان به‌صورت موازی، شبکه‌ای یا به‌صورت دایره‌ها و بیضی‌های هم‌مرکز نصب کرد تا قطره‌های آب با فشار کم روی سطح گیاهان منتشر شوند. به‌طور کلی، سیستم‌های قطره‌ای، به‌ویژه سیستم‌های قطره‌ای عمقی، کارآمدتر و ارزان‌تر از سیستم‌های افشانه‌ای هستند زیرا در این سیستم‌ها آب کم‌تر تبخیر می‌شود و از آب‌پاش‌های سیستم‌های افشانه‌ای که بسیار گران هستند و نیاز به کنترل و نگهداری دارند نیز استفاده نمی‌شود.

اگر برای آبیاری گیاهان از سیستم قطره‌ای یا حتی سیستم دستی استفاده می‌شود، بهتر است گیاهان با توجه به میزان نور، آب و

1- emitter
2- Retention cells

وسیله مصنوعی برای تامین آب آن استفاده کرد و باید با توجه به نوع آب‌وهوا و میزان بارندگی، گیاهان مناسبی انتخاب کرد. برخی شهرداری‌ها نیز آبیاری بام سبز را ممنوع کرده‌اند اما برای رعایت این قانون باید به دنبال راه‌حل‌های عملی بود زیرا رعایت آن‌ها مشکلات خاص خود را دارد. برای مثال، اگر کاشت گیاهان در آغاز یا اواسط یک دوره خشک‌سالی انجام شود و آبیاری صورت نگیرد، تقریباً همه گیاهان می‌میرند و عملاً بام سبز از بین می‌رود. گرده‌افشانی گیاهان ممکن است باعث رشد برخی گونه‌ها شود، هرچند که وزش بادهای شدید تا حدود زیادی مانع از تکمیل این فرآیند می‌شود. طراحان بام سبز باید در نظر داشته باشند که حتی گیاهان بومی که در سطح زمین کاشته می‌شوند نیز در سال‌های اولیه‌ی کاشت، یعنی تا زمانی که ریشه‌ها مستقر شوند، به آبیاری (دستی، افشانه‌ای، قطره‌ای و غیره) نیاز دارند. اما پس از آن می‌توان سیستم‌های آبیاری را جمع کرد و تنها در زمان‌هایی که به دلیل تغییرات آب‌وهوایی به میزان کمی آبیاری لازم است، از این سیستم‌ها استفاده کرد.

۳-۴- مشخصات فنی بام‌های سبز

مشخصات فنی بام‌های سبز در چهار گروه اصلی ارائه می‌شوند. یک گروه مشخصات توصیفی^۱ هستند که اطلاعات لازم درباره جزئیات اجرایی بام سبز مانند روش‌های نصب، مصالح و نیروی انسانی به صورت گام به گام ارائه می‌شوند.

گروه دوم، مشخصات عملکردی^۲ هستند که نحوه هماهنگ کردن اجزای موجود را با یکدیگر، مثل نحوه هماهنگ کردن یک نوع سنگ‌فرش با یک نوع گیاه مشخص را بیان می‌کند. در واقع این مشخصات، الزاماتی که پیمانکار باید رعایت کند تا کار بر اساس استانداردهای قابل تأیید باشد را بیان می‌کنند. گروه سوم، مشخصات اختصاصی^۳ هستند، که ویژگی‌های یک

۲٪ نیز نصب کرد. این سیستم‌ها مانند سیستم‌های قطره‌ای، تبخیر آب و رشد علف‌های هرز را کاهش می‌دهند و برای داشتن بام سبزی صرفاً پوشیده از چمن یا درختان و بوته‌های کوچک، مناسب هستند. در این سیستم‌ها آب اضافی موجود در لایه زهکشی در منبع‌هایی ذخیره می‌شود تا در مواقع نیاز به بام پمپاژ شود. آب با استفاده از اثر موئینگی جذب محیط کشت و ریشه‌ی گیاهان می‌شود. ریشه‌ها حین مستقر شدن، آب بسیاری جذب می‌کنند و به این ترتیب آب کمی بر اثر تبخیر از دست می‌رود. هر چند در سیستم‌هایی که زیر سطح نصب می‌شوند (مانند سیستم‌های قطره‌ای عمقی و غرقابی) به دلیل خطر گرفتگی مراقبت بیشتری لازم است، ولی این سیستم‌ها در مقایسه با سیستم‌های سطحی دو مزیت عمده دارند: از یک‌سو از لغزنده شدن بام و خطر لیز خوردن و افتادن می‌کاهند و از سوی دیگر، امکان هرگونه تبخیر آب را کاهش می‌دهند.

صرف‌نظر از نوع سیستم آبیاری، سیستم‌ها در فصل پاییز تخلیه و در فصل بهار دوباره فعال می‌شوند تا از هرگونه یخ‌زدگی در ماه‌های سرد جلوگیری به عمل آید. معمولاً در فصل زمستان نیاز گیاهان به آب، شدیداً کاهش پیدا می‌کند زیرا گیاهان به خواب زمستانی می‌روند. البته رشد گیاهان در بام‌هایی که برای مدت طولانی در معرض تابش نور قرار دارند ادامه می‌یابد و در چنین مواردی استفاده از آبیاری دستی (به دلیل قطع سیستم‌های آبیاری) ضروری است.

۳-۲- آبیاری یا عدم آبیاری

نظرات متفاوتی درباره‌ی لزوم آبیاری انواع بام سبز مطرح شده است. برخی کارشناسان، آبیاری بام سبز را ضروری می‌دانند، در حالی که عده‌ای بر این عقیده‌اند که اگر هدف از ساخت بام سبز، شبیه‌سازی یک زیستگاه طبیعی است، در این صورت نباید از هیچ

1- Descriptive specification

2- Performance specification

3- Proprietary specification

◀ بخش چهارم: بام‌های سبز در اروپا

پیش از این که به معرفی نمونه‌های بام سبز در آمریکای شمالی بپردازیم، لازم است که اطلاعاتی درباره پیش‌کسوتان بام سبز در اروپا داشته باشیم. بام‌های سبزه‌کاری شده از صدها سال پیش در اروپا رایج بوده است. این بام‌ها طی قرن‌ها در اروپا تکامل پیدا کرده‌اند و از کلبه‌هایی با بام‌های سبز به باغ‌های مدرن و مجهزی بالای سقف خانه‌ها تبدیل شده‌اند. هدف از ساخت بام‌های سبز اولیه، ایجاد یک محافظ و به عبارت دیگر، عایق حرارتی در برابر سرمای شدید بود، به همین دلیل از موادی مانند کاه که عایق حرارتی مناسبی است، در بام استفاده می‌کردند.

در قرن بیستم، لوکوبوزیه^۱ بام ساختمان را با عنوان «نمای پنجم» ساختمان معرفی کرد، او بام بنای معروف خود یعنی ویلای ساووی (ساختمانی که بر روی یک پیلوت قرار گرفته است) را بام سبز انتخاب کرد و آن را شبیه فضای سبز پیرامون ویلا طراحی و اجرا کرد. در اروپا یک معمار استرالیایی به نام فردریش هاندرتوآزر^۲ در سال‌های ۱۹۲۸ تا ۲۰۰۰ به تدوین اصولی درباره بام‌های سبز کمک شایانی کرد.

در دهه‌ی ۱۹۸۰، جنبش اکولوژیکی بزرگی سرتاسر اروپا را فرا گرفت که منجر به ایجاد وحدت میان اصول اکولوژیکی و اصول صنعت ساخت‌وساز شد. با گذشت زمان، پژوهش‌ها ثابت کرد که بام سبز از لحاظ فنی هیچ مشکلی برای لایه‌های بام ایجاد نمی‌کند و اگر این لایه‌ها ضدآب باشند و طوری طراحی شوند که ریشه‌های گیاهان در آن‌ها نفوذ نکنند، هیچ آسیبی به آن‌ها نمی‌رسد. به این ترتیب با افزایش رقابت در صنعت ساخت‌وساز، به تدریج بام‌های سبز نیز رقیب بام‌های آسفالتی متداول شدند و

محصول خاص که توسط یک سازنده خاص، ساخته شده است را بیان می‌کنند.

گروه چهارم، مشخصات مرجع^۱ هستند که مشخصات استانداردهای موجود انواع مصالح و روش‌های نصب و آزمایش را بیان می‌کند.

برخی از این استانداردها عبارتند از:

شایع‌ترین استاندارد مرجع در ایالات متحده، استاندارد ASTM^۲ است، در کشور کانادا نیز استاندارد CSA^۳ به کار می‌رود.

در سال ۲۰۰۲، استاندارد ASTM، به‌عنوان استاندارد بین‌المللی پذیرفته شد و نامش به ASTM International تغییر یافت. سایر استانداردهای موجود در این زمینه عبارتند از: ANSI^۴ TMECC^۵ و FLL^۶، که در میان همه آن‌ها استاندارد FLL، نسبت به سایر استانداردها، جزییات کامل‌تری درباره بام‌های سبز دارد.

استاندارد ASTM، شامل ۵ استاندارد کلی است که حدود کیفیت و ایمنی را مشخص می‌کند و به طراحان، معماران و مهندسان، اجازه می‌دهد که میان روش‌ها و محصولات مشابه، تمایز قائل شوند و روش‌ها و محصولات برتر را با توجه به معیارهای مشخص شده در این استانداردها، انتخاب کنند.

1- Reference specification

2- American Society for Testing and Materials

3- Canadian standards association

4- American National Standards Institute

5- Tests Methods for the Examination of composting and compost

6- Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau E.V

7- Le Corbusier: معمار، طراح، شهرساز، نویسنده و نقاش سوئیسی

8- Friedensreich Hundertwasser

بخش به معرفی نمونه‌هایی از این بام‌ها می‌پردازیم.

۴-۱- ایستگاه راه آهن زوریخ

این ایستگاه در منطقه پرجمعیتی از شهر زوریخ واقع شده است. به دلیل افزایش مسافران، لازم بود چهار سکوی دیگر به این ایستگاه اضافه شود. این پروژه یک پروژه‌ی بزرگ و پیچیده شهری بود و هنگامی که مشخص شد این منطقه از نظر زیست‌محیطی حساس است، بر پیچیدگی آن افزوده شد. حساسیت این منطقه از این نظر بود که گونه‌هایی از حشرات و جانوران مانند گونه‌ی کمیابی از مارمولک‌ها در این منطقه زندگی می‌کردند. زیستگاه طبیعی این گونه از مارمولک‌ها مناطق کویری است، اما آن‌ها به زندگی کردن میان سنگریزه‌های خطوط آهن عادت کرده‌اند. طبق قوانین کشور سوئیس، از بین بردن زیستگاه طبیعی گونه‌های در معرض خطر بدون جایگزین کردن زیستگاه جدید ممنوع است. به همین دلیل، طراحان شهری از یک راه حل خلاقانه استفاده کردند و تصمیم گرفتند که زیستگاه این گونه‌های زیستی را به روی بام سکوی جدید منتقل کنند.

مشکل اصلی در این پروژه این بود که چگونه برای حشرات کم تحرک، یک راه دسترسی به بام فراهم شود و حشرات پرتحرک نیز به استفاده از بام، به‌عنوان زیستگاه، تشویق شوند. یک راه حل، به کارگیری شبکه‌های توری فلزی بود که با سنگ پر شده بودند، به این ترتیب مارمولک‌ها و سایر حشرات می‌توانستند از آن‌ها بالا بروند و به بام برسند.

عمق بستر کشت در این بام به‌طور متوسط ۸ سانتی‌متر است و در بعضی قسمت‌ها، تپه‌هایی تا ارتفاع ۳۰/۵ سانتی‌متر وجود دارند. بستر کشت در این بام ترکیبی از خاک رس ماسه‌ای و شن به همراه مقداری مواد ارگانیک است. تپه‌های کوچک موجود در این بام، پناهگاهی در برابر شرایط آب‌وهوایی سخت یعنی سرما و گرمای شدید هستند. در این پروژه، انتقال مصالح به بام دشوار بود، به‌همین دلیل پس از آزمایش روش‌های گوناگون، پیمانکار تصمیم گرفت که برای بالا بردن تقریباً نیمی از مصالح، از جرثقیل

به همین دلیل طراحی بام سبز در اروپا رونق گرفت.

در اروپای مدرن با جمعیت زیاد و فضای کم برای ساخت ساختمان‌های جدید، طراحان تصمیم گرفتند که سازه‌های قدیمی را احیا کنند و آن‌ها را با الزامات زیست‌محیطی مانند کنترل سیلاب‌ها هماهنگ سازند. یکی از راهکارها برای رسیدن به این هدف، احداث بام‌های سبز است که در بسیاری از شهرهای اروپا برای تمام ساختمان‌های جدید الزامی است و برای گسترش و رواج آن‌ها مشوق‌های مالی نیز در نظر گرفته شده است. طی دهه‌های اخیر در اروپا، شیوه‌های متفاوتی برای طراحی بام سبز رایج شده است. متداول‌ترین روش، احداث بام‌های سبز کم‌عمق معمولی است که سطح وسیعی با سطح مقطع یکنواخت پوشش داده می‌شود. شیوه‌ی دیگری نیز رواج یافته که در آن عمق بستر کشت در بخش‌های مختلف بام متفاوت است و در آن‌ها از بستر کشت بومی هم استفاده می‌شود. به کارگیری این روش منجر به رشد گونه‌های گیاهی متنوع‌تری می‌شود و طیف گسترده‌ای از حشرات از بام‌ها به‌عنوان زیستگاه استفاده می‌کنند.

از آن جایی که بام‌های سبز در اروپا بسیار متفاوت هستند، سازندگان و تولیدکنندگان آن‌ها نیز مختلف هستند ولی بسیاری از تولیدکنندگان مواد مورد استفاده در بام‌های سبز از استاندارد FLL پیروی می‌کنند. روش‌های اجرای بام سبز در اروپا، استاندارد و مدرن هستند. برای مثال نصب یک بام سبز روی سقف شیب‌دار همان اندازه رایج است که نصب ناودان؛ و به همان اندازه هم برای آن‌ها روش‌های استاندارد وجود دارد.

در اروپا، بام‌های سبز با اهداف متفاوتی، طراحی می‌شوند و هر یک از آن‌ها پاسخ‌گوی شرایط و الزامات خاص خود هستند. به‌عنوان مثال، بعضی از بام‌های سبز جهت جلب پرنده‌ای خاص و ایجاد زیستگاهی برای آن‌ها ایجاد می‌شوند و برخی برای ایجاد فضایی مطبوع برای ساکنان یک ساختمان. مدارس نیز اغلب از بام‌های سبز برای اهداف آموزشی استفاده می‌کنند.

به‌طور کلی، نمونه‌های بام‌های سبز در اروپا بسیار متنوع هستند و هدف‌های طراحی آن‌ها متفاوت است. در ادامه‌ی این

هماهنگی با شرایط محیطی جدید به زمان بیش‌تری نیاز دارند. از طرفی، از آن‌جا که روی بام هیچ گونه سایه‌ای وجود ندارد، مارمولک‌ها در ماه‌های گرم تابستان نمی‌توانند آن‌جا دوام بیاورند. این مشکلات باعث شد که طراحان از مصالحی مانند چوب و تخته سنگ برای ایجاد سایه روی بام، استفاده کرده و نتیجه را بررسی کنند. طراحان تلاش کرده‌اند که یک گونه از مارمولک را که در شمال کوه‌های آلپ کمیاب است، به این بام بیاورند. جمعیت زیادی از این گونه میان ریل‌های راه آهن زندگی می‌کنند و فرضیه پژوهش‌گران این بود که لرزه‌های ناشی از حرکت قطارها ممکن بود این گونه مارمولک را از میان ریل‌ها پراکنده کند و به این بام سبز بکشاند ولی این فرضیه درست از آب در نیامد و هم‌چنان تعداد زیادی از این مارمولک‌ها در میان ریل‌ها زندگی می‌کنند. در هر حال مطالعه بیش‌تر و دقیق‌تری باید انجام شود تا شرایط این بام به گونه‌ای فراهم شود که تعداد بیش‌تری از این گونه به زندگی روی بام جذب شوند.

۴-۲- بیمارستان دانشگاهی بازل^۲

بیمارستان دانشگاهی بازل در سوئیس، تقریباً شبیه یک مجموعه‌ی دانشگاهی است که ساختمان‌های آن پیرامون یک باغ وسیع قرار گرفته‌اند. خود این باغ روی یک پارکینگ زیرزمینی واقع شده است. افزون بر این، تعدادی از ساختمان‌های این مجموعه که هر کدام در زمان‌های متفاوتی ساخته شده‌اند، مجهز به بام سبز هستند. در این‌جا در روزهایی از سال که آب و هوا مطبوع است، مردم می‌توانند در پارک داخل این مجموعه قدم بزنند. در این مجموعه بوستان‌های زیبا با کافی‌شاپ‌ها، آب‌نماها و مجسمه‌هایی وجود دارند و مکان‌های بسیار آرام و مناسبی برای ملاقات بیماران و خانواده‌های‌شان فراهم شده‌است. فضای عمومی این بیمارستان کمک زیادی به بهبود حال بیماران می‌کند.



تصاویر ۱ و ۲: ایستگاه راه آهن زوریخ

استفاده کند. این بام سبز تا به امروز^۱ تحت نظارت و کنترل است. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که تعداد زیادی از حشرات این بام را به‌عنوان زیستگاه انتخاب کرده‌اند، اما تعداد کمی مارمولک بر روی آن وجود دارد، شاید به این دلیل که مارمولک‌ها برای

در سال ۱۹۹۰، به کلینیک شماره یک این مجموعه که در سال ۱۹۳۷ ساخته شده بود، بام سبز اضافه شد تا بیماران به جای بام‌های خاکستری رنگ شاهد مناظر زیبایی از فضاهای سبز باشند (تصویر ۲). در سال ۱۹۷۸، کلینیک شماره دو این مجموعه ساخته شد و بام سبز بر روی تمام سطح بام آن اجرا شد. در سال ۱۹۹۸، یکی از پژوهش‌گران دانشگاه بازل، پژوهش‌هایی درباره بام سبز انجام داد. به نظر او بام‌های سبز بهترین فرصت برای پرورش انواع گونه‌های گیاهی و جانورانی هستند. او به این نتیجه رسید که به جای اجرای بام‌های سبز با سطح مقطع، سیستم زهکشی، بستر کشت و گیاهان یکنواخت، می‌توان از طیف وسیعی از گیاهان و بستر کشت‌هایی با عمق متفاوت استفاده کرد. این گونه بام‌های سبز معمولاً مکان‌های مناسبی هستند که پرندگان و بسیاری از گونه‌های جانوری بی‌مهره و حشرات جذب آن‌ها می‌شوند.

در بام این ساختمان از بستر کشت بومی، خاک رس ماسه‌ای و شن با عمق بستر کشت متفاوت در قسمت‌های مختلف استفاده شده است. در این بام بیش از آن که کاشت گیاهان انجام شود، شرایطی فراهم شده است که گیاهان خودشان جوانه بزنند. در واقع، دانه‌هایی که بر روی بستر کشت پاشیده می‌شوند، جوانه زده و رشد می‌کنند.

مساحت این بام حدود ۳۰۰۰ متر مربع است که در بالای یک برج مسکونی که افراد زیادی در آن ساکن هستند، قرار دارد. این بام در سال ۲۰۰۳ بازسازی شد و بستر کشت آن به تدریج با بستر و تجهیزات جدید جایگزین شد. شکل این بام به صورت L است و پیرامون یک حیاط مرکزی واقع شده است. این حیاط مرکزی در واقع نور ساختمان را تامین می‌کند. عمق بستر کشت در این بام از ۸ تا ۱۵ یا ۲۵ سانتی‌متر متغیر است. این بام شامل قسمت‌های چمن‌کاری شده و بخش‌هایی با پوشش گیاهی تنک است و در هر کدام از این مناطق، جانوران و گیاهان خاصی زندگی می‌کنند. ساختمان روزتی^۱ از ساختمان‌های دیگر این مجموعه است

که آن را یک معمار سوئیسی طراحی کرده است. ساختمان روزتی با شیشه‌های سبز پوشانده شده و نمای زیبایی برای خیابان و ساختمان‌های قدیمی تر بیمارستان فراهم می‌کند. از آن‌جا که این ساختمان حدود ۱۰۰ متر از رودخانه راین فاصله دارد، طراحان تصمیم گرفتند زیستگاهی برای موجودات حوزه‌ی این رودخانه روی بام ساختمان احیا کنند. در این بام از بستر کشت بومی استفاده شده است، به این ترتیب ۶۰ درصد آن از سنگ، شن و ماسه ساخته شده است و باقی‌مانده آن را مواد ارگانیک و اساساً گیاه‌خاک تشکیل می‌دهد. عمق این بام از ۷/۵ تا ۳۸ سانتی‌متر متغیر است. در قسمت‌هایی از بستر کشت، تپه‌های کوچکی با ارتفاع ۲۵ تا ۳۸ سانتی‌متر وجود دارد، ولی در سایر قسمت‌ها، ضخامت بستر کشت تنها ۷ سانتی‌متر است. قسمت‌های عمیق‌تر از سبزه و گیاهانی مانند چمن خشک پوشیده شده‌اند ولی در قسمت‌هایی که عمق بستر کشت کم است، پوشش گیاهی نیز پراکنده است و گیاهان بیش‌تر از نوع سدوم و آویشن هستند. به‌طور کلی، گونه‌های گیاهی و جانوری گوناگونی در بخش‌های مختلف این بام یافت می‌شوند. روی بام این ساختمان و همچنین روی بام کلینیک شماره ۲، گونه‌های گیاهی مناطق مجاور، کاشته شده‌اند. روی بخش‌هایی از این بام‌ها جانورانی در محیطی که با زیستگاه آن‌ها هماهنگی دارد، زندگی می‌کنند. به‌عنوان مثال در ساختمان روزتی، گونه کمیابی از عنکبوت‌ها زاد و ولد کرده‌اند. این گونه از عنکبوت‌ها، فضاهایی با پوشش گیاهی کم را برای زندگی ترجیح می‌دهد، به‌همین دلیل قسمت‌هایی که پوشش گیاهی کمی دارند، مکان‌های مناسبی برای زندگی آن‌ها به‌شمار می‌آیند. چندگونه کمیاب دیگر از عنکبوت‌ها نیز روی این بام یافت می‌شوند. نتایجی از این قبیل، قابلیت‌های بالقوه‌ی بام سبز را ثابت می‌کنند و در واقع نشان می‌دهند که می‌توان با به‌کارگیری مصالح موجود در طبیعت، زیستگاه‌هایی طبیعی روی بام سبز ایجاد کرد. باید اشاره کرد که بیش از ۵۲ گونه

۴-۳- خانه‌های غاری، سوئیس

معماری خانه‌های زمینی یا معماری غاری شکل (تصویر ۳) جزو نمونه‌های خاصی هستند که در آثار پیترو ویتچ باید به آن‌ها توجه کرد. او این نوع معماری را طی ۳۰ سال کامل کرد و روش‌های ساخت این‌گونه خانه‌ها را توسعه داد و آن‌ها را با آیین‌نامه‌های ساختمانی هماهنگ کرد. این معمار حاصل سال‌ها فعالیتش را در قالب ۹ اصل هنری بیان کرده که عبارتند از:

۱. یکپارچه کردن ساختمان با محیط پیرامون تا حد امکان و رفع هرگونه مزاحمت برای طبیعت؛
۲. ایجاد یک سطح زنده یا به بیان دیگر بام زنده بر روی بام ساختمان از گیاهان موجود در طبیعت پیرامون؛
۳. برای دستیابی به یک ساختمان یک‌پارچه با طبیعت، علاوه بر بام، دیوارهای خارجی هم باید با سطوح زنده پوشانده شوند؛
۴. برای یکپارچه کردن یک ساختمان با طبیعت اطرافش، گذاشتن چند جعبه و گلدان گیاه کافی نیست، بلکه ساختمان باید به‌صورت ارگانیک با طبیعت تلفیق شود؛
۵. احیای فضای سبز با کاهش ساختارهای ناهنجار و نامناسب شهری میسر است؛
۶. توجه به یکپارچگی، مراقبت و ایمنی؛
۷. توجه به ساختار متناسب با فضای پیرامون و در عین حال توجه به حریم خصوصی؛
۸. کم کردن لبه‌ها و مرزهای میان ساختمان و طبیعت؛
۹. استفاده از انواع گیاهانی که می‌توانند روی بام رشد کنند.

سازه‌ی این ساختمان‌ها از بتن مسلح است که وزن زیادی را می‌تواند تحمل کند. معمار این نوع ساختمان‌ها از الگوی فضای سبز پیرامون ساختمان در بنای خود استفاده و در واقع محیط پیرامون ساختمان را روی بام ساختمان، احیا کرده است. بام این ساختمان‌ها از محیط رشد با عمق ۴۱ تا ۸۱ سانتی‌متر که اغلب

پروانه‌روی بام ساختمان روزتی یافت می‌شوند. بام این ساختمان بیش‌تر برای پژوهش‌های علمی استفاده می‌شود. به‌عنوان مثال، یکی از این دانشمندان از سه نوع بستر کشت سنگی، ماسه‌ای و مواد آتشفشانی با عمق‌های ۵، ۸ و ۱۱ سانتی‌متری در زمینی به مساحت تقریباً ۱۱۰ مترمربع استفاده کرد و در آن دانه‌های گونه‌های گیاهی مشابهی را بذرافشانی کرد. او از این پژوهش دریافت که نوع و بستر کشت، عامل تعیین‌کننده‌ای برای رشد گیاهان است. به عبارت دیگر، در بسترهای کشت متفاوت، گونه‌های گیاهی مختلفی پرورش می‌یابند. این دانشمند روی همین بام، درباره جانوران و زیستگاه‌های آن‌ها نیز پژوهش‌هایی انجام داد.

مطالعات این دانشمند منجر به ایجاد تغییراتی در قوانین و آیین‌نامه‌های بام سبز در شهر بازل شده است. امروزه نصب بام سبز بر روی تمام بام‌های مسطح الزامی است. هم‌چنین بستر کشت این بام‌ها باید از خاک طبیعی و از منابع بومی باشد و عمق بستر کشت در یک بام سبز هم باید متنوع باشد. در این بام‌های سبز هیچ‌گونه آبیاری و کوددهی نباید انجام شود. در واقع در این شهر، کود و علف‌کش تنها برای باغ‌های روی سطح زمین استفاده می‌شوند.

تحقیقات این دانشمند نشان می‌دهد که بهترین زمان دانه‌پاشی معمولاً ابتدای پاییز و ابتدای بهار است، و دانه‌پاشی در نیمه دوم بهار (پس از اردیبهشت) ممکن است چندان نتیجه بخش نباشد. بهترین حالت این است که نیمی از دانه‌پاشی در پاییز و نیمی ابتدای بهار انجام شود زیرا گاهی ممکن است دانه‌هایی که در پاییز پاشیده می‌شود در یک زمستان سخت از بین بروند؛ دانه‌های بهاری هم ممکن است در نتیجه یک تابستان خشک از بین بروند یا دیر جوانه بزنند.



تصویر ۵: در «لتن استراس» مجموعه‌ای از خانه‌های غاری در اطراف یک آبگیر طراحی و ساخته شده‌اند که موجب ایجاد امنیت بیش‌تر و حس زندگی در یک جامعه شده‌اند.



تصویر ۳: نمای هوایی ساختمان «روزتی بیلدینگ»، قسمت الحاقی که به مجموعه «یونیورسیتی هاسپیتال» در «بازل» سوئیس افزوده شده است.

در این نمونه، فضاهای زنده‌ی خانه، مانند اتاق نشیمن، رو به جنوب قرار دارند و دیوارهای قوس‌دار داخلی و نورگیرهای بزرگ که نور خوبی دریافت می‌کنند از ویژگی‌های بارز این قسمت هستند. این در حالی است که اتاق خواب‌ها رو به شمال قرار دارند. سرویس‌های بهداشتی نیز در حفاصل قسمت‌های خواب و نشیمن قرار دارند و نور آن‌ها از نورگیر تامین می‌شود. تراس‌ها رو به سوی دریاچه‌اند و ساکنان می‌توانند از زیبایی طبیعت آن بهره ببرند. در سایر ساختمان‌های از این نوع، ممکن است معمار با توجه به شرایط سایت، فضایی که باید نور دریافت کنند را تغییر دهد. خانه‌های غاری شکل کمتر از ساختمان‌های معمول برای طبیعت ایجاد مزاحمت می‌کنند. در این خانه‌ها، سطوح زنده، فرم‌های ارگانیک بنا و همچنین سقف‌ها و گوشه‌های منحنی، نه تنها ساختمان را در برابر باد و آب‌وهوای بد و نامطلوب حفظ می‌کنند، بلکه از نظر روان‌شناسی نیز برای ساکنان خانه حریمی خصوصی با حس امنیت و لذت به ارمغان می‌آورند.

روش کلی ساخت ساختمان‌هایی که پیتر وتچ طراح آن بوده است معمولا با ساخت گنبدهایی با سازه‌ی محکم که به نورگیرهایی متصل‌اند و امکان ورود نور طبیعی به ساختمان را فراهم می‌کنند، همراه است. سازه‌ی اصلی این ساختمان‌ها معمولا با بتن پاششی ساخته شده است، گنبد و دیوارها با فوم پلی‌یورتان

از خاک‌های سطحی موجود در سایت است، ساخته شده است. بعضی از این ساختمان‌ها با توجه به شرایط سایت طوری طراحی شده‌اند که یک سمت آن‌ها به‌طور کامل در شیب سایت مدفون شده است و جهت ساختمان به گونه‌ای است که از نور طبیعی کافی برخوردار شود. از آن‌جا که روی این ساختمان‌ها معمولا با خاک پوشانده شده است، در فصل تابستان فضاهای داخلی خنک می‌مانند و در فصل زمستان این فضاها از سرما در امان هستند. این خانه‌ها معمولا دور یک فضای مرکزی مانند حیاط مرکزی یا یک دریاچه قرار دارند و این چیدمان امکان برقراری ارتباط میان ساکنان ساختمان‌ها را فراهم می‌کند. به‌عنوان مثال در یک نمونه، ۹ خانه اطراف یک دریاچه قرار گرفته‌اند.



تصویر ۴: تصویری از «گلدیمان رزیدنس» که نمونه جالبی از معماری در غار است.

ساختمان‌ها استفاده می‌شود و توسعه بام‌های سبز در دستور کار برنامه‌ریزی شهری قرار دارد. از جمله ساختمان‌هایی که در این کشور باید بام سبز داشته باشند، مدرسه‌ها و مراکز بازیافت زباله هستند. در مدرسه‌ها از بام سبز برای آموزش‌های سازگار با محیط‌زیست و توسعه پایدار استفاده می‌شود (تصویر ۶).

در بخش جنوبی سوئد، در هر بلوک شهری، ساختمانی برای بازیافت زباله وجود دارد و ساکنان منطقه، مواد دور ریختنی مانند پلاستیک، فلزات، کاغذ و شیشه را به این مراکز تحویل می‌دهند. اداره این ساختمان‌ها معمولاً به عهده اتحادیه‌های مسکن است و هدف آن‌ها ترویج فرهنگ حفظ محیط‌زیست است. معماری این ساختمان‌ها، باید هماهنگ با معماری بناهای موجود باشد. از آن‌جا که سازه‌ی این ساختمان‌ها کوچک است، با صرف هزینه‌ی کم می‌توان بر روی آن‌ها بام سبز اجرا کرد.

در شهر مالمو^۱ سوئد، ضریبی به‌عنوان «ضریب فضای سبز» در نظر گرفته شده است که مشابه آن پیش‌تر در شهر برلین تعریف شده بود. ضریب فضای سبز، معیاری است که با استفاده از حاصل‌ضرب مساحت یک فضا در عددی بین صفر تا یک (با توجه به ارزش آن فضا از نظر فضای سبز) به دست می‌آید. هرچه



تصویر ۶: تصویر مدرسه‌ای در «لاند» واقع در کشور سوئد که دارای بام سبز سدومی است.

به ضخامت ۱۵ سانتی‌متر عایق‌بندی شده و روی آن با الیاف خاصی پوشانده شده است. این معمار طی سال‌ها تجربه دریافته است که استفاده از خاک بومی، بدون هیچ افزودنی، برای کاشت طبیعی گیاهان مناسب‌تر است. از نظر او خود طبیعت باید یک باغبان گیاهان باشد.

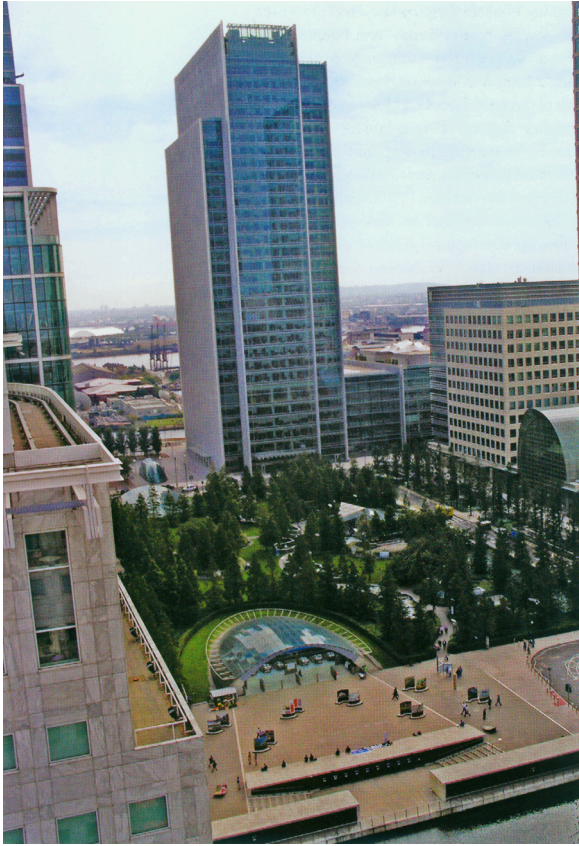
مزیت‌های بام سبز در طراحی‌های این معمار را می‌توان به شرح زیر بیان کرد:

افزایش طول عمر بام، ایجاد زیستگاه برای گیاهان و جانوران، محافظت بام در برابر اشعه‌های مضر و تابش شدید خورشید و کاهش ضایعات سیلاب‌ها. لازم به ذکر است که در بناهای غاری‌شکل به سختی می‌توان مرز میان ساختمان و طبیعت را پیدا کرد و تشخیص داد که ساختمان کجا تمام شده و بام سبز از کجا آغاز شده است.

۴-۴- طراحی بام‌های سدوم و بام‌های سبز در سوئد

بخش‌های جنوبی و شمالی سوئد نیز مانند سایر مناطق اروپا، سابقه طولانی (از قرن‌های هفدهم و هجدهم) در استفاده از بام‌های پوشیده از چمن دارند، ولی سیستم‌های مدرن بام سبز برای کاهش سرریز سیلاب‌ها در دهه‌ی ۱۹۸۰ از آلمان به این کشور وارد شدند و با پیشرفت سیستم بام‌هایی که گیاه سدوم در آن‌ها کاشته می‌شود، استانداردهای مربوط به بام‌های سبز در سوئد نیز دقیق‌تر شد. در سوئد مقررات سخت‌گیرانه‌ای برای عدم استفاده از مصالحی که سبب آتش‌سوزی می‌شوند وجود دارد، بنابراین استفاده از بام‌های نیمه‌عمیق یا بام‌های پوشیده از چمن ممنوع است.

در کشور سوئد، متراژ زمین‌های ساخته‌نشده بسیار محدود است، به همین دلیل، برای ایجاد فضاهای سبز شهری از بام



تصویر ۷: جوبیلی پارک واقع در «کناری وارف»

این عدد بزرگ‌تر باشد، ارزش فضای سبز نیز بیش‌تر است. در نتیجه ممکن است ارزش فضای سبز یک سطح کوچک با کیفیت زیست‌محیطی بالا، معادل ارزش فضای سبز یک سطح بسیار بزرگ‌تر با کیفیت زیست‌محیطی پایین‌تر باشد. برای محاسبه‌ی این ضریب، ممکن است معیارهایی مانند نوع فضای سبز یا نوع سازی ساختمان نیز در نظر گرفته شود. به‌طور کلی، این ضریب، ابزاری برای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی درباره بام‌های سبز است.

۴-۵- بام‌های سبز در لندن

۴-۵-۱- خاستگاه‌های بام سبز در لندن

مهم‌ترین انگیزه برای ساخت بام‌های سبز در انگلیس از شهر لندن و به خاطر پرنده‌ی کوچکی به نام ردستارت سیاه^۱ آغاز شد. این پرنده در مکان‌های بلااستفاده مانند محل‌های انباشت مواد زائد، محل‌های صنعتی رهاشده یا حاشیه‌ی خط‌های راه‌آهن زندگی و تولید مثل می‌کرد. بعد از جنگ جهانی دوم، زمین‌های بمباران شده‌ی شهر لندن زیستگاه این نوع پرنده شد و در نتیجه جمعیت این پرنده به سرعت افزایش یافت. اما چون فضاهای مسکونی شهر لندن جواب‌گوی افزایش جمعیت پس از جنگ نبود، توسعه‌دهندگان شهری از زمین‌های محل زندگی این پرنده برای ساخت‌وساز استفاده کردند و زیستگاه این پرنده را از بین بردند. در سال ۱۹۹۷، انجمن تنوع زیستی لندن^۲ که از کارشناسان محیط‌زیست تشکیل شده است، پیشنهاد داد که با ایجاد بام سبز روی ساختمان‌های جدید زیستگاه این پرنده مجدداً احیا شود.

مطالعات بیش‌تر این انجمن نشان داد که این پرنده در مکان‌های توسعه نیافته و مخروبه بیش‌تر تخم می‌گذارد. به همین دلیل، آن‌ها تصمیم گرفتند که با انتقال نخاله‌های ساختمانی روی بام‌ها، زیستگاهی مناسب برای آن‌ها فراهم کنند. با گذشت زمان،

این انجمن، واژه‌ی «بام قهوه‌ای»^۳ را رواج داد که این واژه در واقع بیان‌گر نوعی از بام‌های سبز با کاربردی خاص است.

به‌طور کلی، بام‌های قهوه‌ای، سیستم‌های بام سبز کم‌عمقی هستند که از الگوی اکولوژیکی زیستگاه‌های قبلی موجودات پیروی می‌کنند. این بام‌ها اساساً از مصالحی که از زیستگاه اصلی موجودات جمع‌آوری شده است، تشکیل می‌شوند، به‌طوری که ویژگی‌های بومی این مصالح در بام جدید حفظ و تکرار شود. نکته مهم در این بام‌ها، این است که مصالح جمع‌آوری شده نباید تمیز و استریزه شوند.

1- Black Redstart (Phoenicurus ochruros)

2- London Biodiversity Partnership

3- Brown roof

یکی از اعضای اصلی این انجمن به نام داستی گدج^۱، از جمله پرنده‌شناسان متخصص و از رهبران و طرفداران اصلی اجرای بام‌های سبز و قهوه‌ای در لندن است. او این بام‌ها را «بام‌های زنده» نامیده است. گدج از طرفداران سرسخت بام‌های سدوم متداول در شهر لندن است. وی در چند سال گذشته، با یک پژوهش‌گر سویسی به نام استفان برنیسن^۲ پژوهش‌های مشترکی انجام داده است تا مشخص شود که آیا طراحی بام سبز با عمق‌های متفاوتی از بستر کشت می‌تواند منجر به ایجاد زیستگاه‌هایی مناسب برای انواع جانداران مانند پرندگان، بی‌مهرگان و گیاهان شود. نتیجه این پژوهش‌ها نشان داد که عمق و جنس متفاوت بستر کشت می‌تواند منجر به تنوع گسترده‌ی گونه‌های زیستی شود.

این محققان پژوهش دیگری در سال ۲۰۰۰ انجام دادند تا معیارهایی برای ساخت بام‌های سبزی که می‌توانند زیستگاه‌هایی مناسب برای گونه‌های جانوری متفاوت باشند، ارائه کنند. برخی از معیارهای حاصل از این پژوهش به شرح زیر است:

(۱) متفاوت بودن عمق بستر کشت

(۲) استفاده از بستر کشت بومی

(۳) در نظر گرفتن مقدار مشخصی فضای بایر و دست‌نخورده روی بام

اما با وجود تمام تلاش‌های این دو پژوهش‌گر، هنوز هم در شهر لندن تمایل به استفاده از بام‌های سبز کم‌عمق با عمق یکنواخت بستر کشت و هم‌چنین کاشت سدوم بیش‌تر است و هنوز هم بر سر این که آیا بام‌های سبز سدوم با بستر کشتی که عمق یکنواختی دارد، مناسب‌تر از بام‌های قهوه‌ای با بسترهای کشتی در عمق‌های متفاوت است یا خیر، توافق وجود ندارد. ولی این دو پژوهش‌گر هم‌چنان برای جلب نظر عموم به تلاش خود ادامه می‌دهند. در شهر لندن تا سال ۲۰۰۲، بیش از ۱۵۰۰۰ مترمربع بام سبز برای پرنده‌ی ردستارت سیاه ساخته شد.

بسیاری از این بام‌ها قابل دسترس یا حتی قابل رویت نیستند. با تلاش‌های انجمن تنوع زیستی لندن مساحت این بام‌ها تا سال ۲۰۰۵ به ۳۵۰،۰۰۰ تا ۴۰۰،۰۰۰ مترمربع افزایش یافت.

عامل موثر دیگر در توسعه‌ی بام سبز در لندن، انجمن محیط‌زیست انگلیس بوده است. در شهر لندن، این انجمن تمام فعالیت‌های ساخت‌وساز در حریم رودخانه‌ها، به ویژه رودخانه‌ی تایمز را کنترل می‌کند. این انجمن بسیار قدرتمند است و از توسعه‌های زیست‌محیطی به شدت حمایت می‌کند.

۴-۶- بام‌های سبز در اسکله قناری

یکی از بزرگ‌ترین مجموعه‌های بام‌های سبز در اروپا در اسکله قناری قرار دارد. مساحت این مجموعه ۳۹ هکتار است. برنامه‌ریزی برای ساخت این مجموعه در سال ۱۹۸۱ آغاز شد، زمانی که این منطقه‌ی وسیع در معرض فرسایش شدید قرار داشت. امروز در این مجموعه‌ی ۱،۶۰۰،۳۰۰ مترمربعی بیش از ۳۰ ساختمان اداری، چهار مرکز خرید و مراکز ورزشی و بهداشتی وجود دارند. بزرگ‌ترین ساختمان این مجموعه یک ساختمان پنجاه طبقه است که ارتفاع آن حدود ۲۴۴ متر است، این ساختمان بلندترین ساختمان در انگلیس به‌شمار می‌آید.^۳ در مجموعه‌ی اسکله قناری حدود ۹۰۰۰ نفر در صدها شرکت، مغازه و رستوران مشغول به کار هستند.

روی بسیاری از ساختمان‌های بلند این مجموعه، بام‌های سبز سدوم احداث شده است. ولی شهرت این مجموعه بیشتر به خاطر ۵ بوستان عمومی است که مساحتی حدود ۸ هکتار را در بر گرفته‌اند. هر کدام از این بوستان‌ها طرح و ساختار متفاوتی دارند و در هر بوستان پیاده‌روها و پلاژهای متعددی وجود دارند. به دلیل گستردگی این طرح، تعداد زیادی طراح و معمار منظر در طراحی آن دخالت داشتند و ایده‌های گوناگونی را مطرح کردند.

1- Dusty Gedge
2- Stephan Brenneisen

۳- در زمان تألیف کتاب.



تصویر ۸: جوبیلی پارک واقع در «کناری وارف»

کنند. پیدا شدن یک گونه سوسک کمیاب در این مجموعه و لزوم ایجاد زیستگاهی برای پرندۀ رستارت انگیزه لازم برای انجام پژوهش در این منطقه را به وجود آورده است.

یکی از ساختمان‌های این مجموعه "بانک بارکلیز" است که در طراحی آن، احداث بام سبز لحاظ نشده بود، اما پس از پایان پروژه، ساخت بام سبز روی آن الزامی شد. مساحت این بام حدود ۴۰۰ مترمربع و ارتفاع آن حدود ۱۶۰ متر است و توان تحمل بار آن محدود است. کف بام از توفال‌های سقفی رایج ساخته شده و بخش‌هایی از آن ترک خورده است. این مصالح با هدف استفاده از مصالح بومی انتخاب شده‌اند. در ساخت این کف از آجرهای بازیافتی، بتن و مقداری هم پوست درخت کاج استفاده شده است. به نظر می‌رسد این بام محل مناسبی برای جذب پرندگان و بی‌مهرگان باشد، اما باید پژوهش بیشتری انجام شود تا مشخص شود که چقدر در جلب پرندۀ رستارت سیاه، عنکبوت‌ها، پروانه‌ها و سایر گونه‌های زیستی موفق است.

باید به این نکته نیز اشاره شود که سازندگان بام سبز در لندن در طراحی‌های خود کم‌تر از نظر و مشورت متخصصان زیست‌محیطی استفاده می‌کنند و معمولاً ترجیح می‌دهند از بام‌های سدوم متداول استفاده کنند. البته متخصصان تاکید می‌کنند بسته به نوع سیستم بام سبز، نصب بام‌هایی که تنوع

مثلاً پارک کانادا، یک طرح رسمی دارد و تمام آن با گونه‌های گیاهی آمریکای شمالی پوشیده شده است. اما پارک جشن، طرحی منحنی و غیر عادی دارد. جالب است بدانیم که همه این بوستان‌ها روی بام ساخته شده‌اند و زیر این بوستان‌ها، مراکز خرید، تونل و پارکینگ قرار دارند. درختان بزرگ این بوستان‌ها داخل گلدان‌های بزرگ بتنی با عمق ۱/۶ متر قرار گرفته‌اند و مساحت این گلدان‌ها حدود ۳۲ مترمربع است.

عمق قسمت‌های چمن‌کاری شده کم‌تر است و ضخامت خاک سطحی آن‌ها حدود ۳۰ سانتی‌متر است. در سرتاسر این بوستان‌ها، یک سیستم آبیاری گسترده نصب شده است. همه این بوستان‌ها از اول بهار تا پایان تابستان آبیاری می‌شوند. برای آبیاری سبزه‌ها و قسمت‌های بوته‌کاری شده، از افشانه استفاده می‌شود ولی برای آبیاری درختان بزرگ از سیستم قطره‌ای استفاده می‌شود.

بام‌های سدوم این مجموعه سالی یک‌بار کوددهی می‌شوند (تصویر ۸) و گیاهان این بام‌ها به‌صورت دوره‌ای هرس می‌شوند. بام‌های سدوم هیچ‌گونه سیستم آبیاری ندارند و گیاهان با این شرایط نگهداری کاملاً سازگاری دارند، تنها در بعضی از بخش‌ها که گیاهان در معرض بادهای شدید هستند، پوشش گیاهی تُنک است. به علت آب‌وهوای خشک چند سال اخیر در بخش‌هایی از این بام‌ها گیاهان با مشکلاتی مواجه شدند ولی به‌طور کلی، نتیجه‌ی حاصل از این بام‌های سبز قابل قبول است. افرادی که از ارتفاع بالاتر به این بام‌ها نگاه می‌کنند، متوجه تغییر رنگ گیاهان در فصل‌های متفاوت سال می‌شوند و می‌بینند که گل‌های زرد رنگ پایان بهار و آغاز تابستان شکوفه می‌زنند و حال و هوای بام را تغییر می‌دهند. با نزدیک شدن به اواخر تابستان و سردتر شدن هوا، رنگ سدوم‌ها به قرمز متمایل می‌شود. لازم به ذکر است که دسترسی به هیچ‌کدام از این بام‌های سدوم به دلیل مسائل ایمنی امکان‌پذیر نیست و تنها می‌توان از فاصله دور به آنها نگاه کرد.

در این مجموعه یک ایستگاه پژوهشی هم روی بام یکی از ساختمان‌ها احداث شده است تا پژوهش‌گران بتوانند درباره انواع بسترهای کشت، عمق آن‌ها و روش‌های کاشت گیاهان مطالعه

در این فضا، گیاهان همیشه سبزی مانند اسطوخودوس کاشته شده است. در ورودی آن، آب‌نمای زیبایی خودنمایی می‌کند و در بخش‌هایی هم سازه‌های چادرمانندی وجود دارند که مردم برای صرف غذا، تفریح و سایر فعالیت‌ها می‌توانند از آن‌ها استفاده کنند. در این بام درختان کمی وجود دارند زیرا بوته‌ها و پرچین‌های کوتاه فضاها را به خوبی مشخص و محدود کرده‌اند، بنابراین به کاشت درخت که باید در بستر کشت عمیق‌تر کاشته شود، نیازی نیست. یک مسیر پیاده‌رو هم در لابه‌لای گیاهان این بام ایجاد شده است تا اشخاص بتوانند از این فضای سبز استفاده کنند؛ هم‌چنین نرده‌های بسیار محکم و با ارتفاع مناسب بر لبه‌ی بام نصب شده است. راه دسترسی به این بام یک پله‌ی گرد مستحکم است. در مجموع نگهداری از این بام فعالیتی دائمی است و همواره برای هرس کردن گیاهان، آبیاری و کوددهی باید از آن مراقبت کرد.

۴-۸- فرودگاه‌های قاره‌ی اروپا

معمولا فرودگاه‌ها فضاهای گسترده‌ی زیادی دارند، از جمله: ساختمان ترمینال، پارکینگ، باند پرواز، انبار و فضاهای خدماتی؛ بنابراین مساحت وسیعی را اشغال می‌کنند و البته مساحت بام‌های معمولا مسطح آن‌ها نیز بالا است. به‌همین دلیل، در فرودگاه‌ها قابلیت زیادی برای اجرای بام سبز وجود دارد. از سوی دیگر، هوای اطراف فرودگاه‌ها معمولا گرم بوده و دمای آن‌ها بسیار بالاتر از نقاط باز پیرامون‌شان است. در فرودگاه‌ها حتی اگر سیستم دفع و کنترل سیلاب با دقت و به طرز مناسبی طراحی شده باشد، باز هم هنگام باران‌های شدید، این سیستم ظرفیت دفع آب‌های اضافی را ندارد، به همین دلیل روی ساختمان‌های ترمینال، انتظار، خدمات و سایر ساختمان‌های بسیاری از فرودگاه‌های بزرگ قاره‌ی اروپا، بام سبز اجرا شده است (تصویر ۱۰).

گونه‌های زیستی در آن‌ها رعایت شده است، حداقل ۲۵٪ و گاهی ۵۰٪ ارزان‌تر از نصب بام‌های سدوم متداول تمام می‌شود. زیرا در این بام‌ها معمولا از روش دانه‌پاشی استفاده می‌شود که بسیار ارزان‌تر از حمل و کاشت جوانه‌های سدوم است، به همین دلیل از نظر اقتصادی بسیار مقرون به صرفه‌تر از بام‌های سدوم هستند.

۴-۷- ساختمان لایف^۱

ساختمان لایف در یک منطقه‌ی تاریخی پرتراکم در شهر لندن (تصویر ۹)، نزدیک کلیسای سنت پل و میان دو برج تاریخی قرار گرفته است، به همین دلیل یک نقطه‌ی شاخص شهری به‌شمار می‌آید. این ساختمان یک مرکز اداری جدید با بام سبز عمیق است که علاوه بر استفاده ساکنان، برای برنامه‌های خاص مانند مراسم ازدواج، مهمانی‌ها و ساخت فیلم اجاره داده می‌شود. فضای سبز بام این ساختمان شامل چمن‌زارهای زیبا است و بخش‌هایی از آن با پرچین‌های کوتاه محصور شده و فضاهایی اختصاصی به وجود آمده‌اند.



تصویر ۹: سایت ساختمان «ال آی اف ای» دارای بام سبز که از فاصله دور میان دو برج و روی رودخانه «تایمز» قابل مشاهده است

سه فرودگاه معروف در اروپا، یعنی فرودگاه بین‌المللی شیفل و در آمستردام هلند، فرودگاه بین‌المللی کلوتن در زوریخ سوئیس و فرودگاه بین‌المللی فرانکفورت در آلمان، بام سبز دارند و هر یک به شیوه متفاوتی با چالش‌های موجود رو به رو شده‌اند و در عین حال مزایای زیست‌محیطی بسیاری دارند. در بخش بعدی، دو نمونه از این فرودگاه‌ها معرفی شده است.

۴-۸-۱- فرودگاه بین‌المللی کلوتن

بزرگ‌ترین فرودگاه سوئیس، فرودگاه بین‌المللی کلوتن در شهر زوریخ است. این فرودگاه در زمینی به مساحت ۷۳ هکتار واقع شده است (تصویر ۱۱). در این فرودگاه دو طرح بام سبز با



تصاویر ۱۱ و ۱۲: بام‌های سبز گسترده در «فرودگاه بین‌المللی کلوتن» واقع در «زوریخ»، سوئیس

با وجود این که بام‌های سبز این فرودگاه‌ها به زیستگاه پرندگان و جانوران گوناگون تبدیل شده است، مزاحمتی برای هواپیماها و کارکنان ایجاد نمی‌کنند زیرا گونه‌های گیاهی این بام‌ها با دقت بسیار زیادی انتخاب شده‌اند و پیوسته از آن‌ها مراقبت می‌شود. چالش‌های ویژه‌ای در طراحی سایت فرودگاه‌ها وجود دارند. فضاهای پیرامون فرودگاه‌ها معمولاً فضاهای بایر و توسعه نیافته‌ای هستند که می‌توانند از آلودگی صوتی و آلودگی هوای فرودگاه‌ها بکاهند و هم‌چنین حریم امنی برای فرود هواپیماها فراهم کنند. اما اگر این فضاهای توسعه نیافته به درستی مدیریت نشوند، زیستگاهی برای پرندگان بزرگ می‌شوند که پرواز هواپیماها را به خطر می‌اندازند. در چند سال گذشته، برای جلوگیری از بروز خطرات احتمالی در فرودگاه‌ها روشی به کار گرفته شده است تا جانوران از سکونت در فضای پیرامونی فرودگاه‌ها جلوگیری شود. به‌عنوان مثال، گیاهانی که برای این فضاها انتخاب می‌شوند گل، میوه یا دانه نمی‌دهند و در نتیجه جانوران را جذب نمی‌کنند. ارتفاع سبزه‌ها نیز با دقت تنظیم می‌شود زیرا اگر ارتفاع سبزه‌ها زیاد باشد، جوندگان را به خود جلب می‌کنند و اگر ارتفاع آن‌ها کم باشد، پرندگانی مانند غازها را به سوی خود می‌کشند. بنابراین ارتفاع سبزه‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که هیچ موجودی را به خود جلب نکند.



تصویر ۱۰: نما از بام‌های سبز سدومی در «شیفل ایرپورت» واقع در آمستردام، هلند



تصویر ۱۳: بام‌های سبز گسترده و فشرده در «فرودگاه بین‌المللی فرانکفورت» در آلمان

برخلاف سایر فرودگاه‌های بین‌المللی که از روش‌های گوناگون برای ترساندن پرندگان استفاده می‌کنند، در این فرودگاه گیاهان طوری انتخاب می‌شوند که پرندگان را به سمت خود جلب نمی‌کنند. افزون بر این، بیشتر گیاهان این فرودگاه نیازی به آبیاری و کوددهی ندارند. (تصویر ۱۳).

روی بام ترمینال‌های ۱ و ۲ (ساختمان بار و ترمینال B این فرودگاه) بام سبز اجرا شده است که مساحت آن حدود ۳۰۰۰۰ مترمربع است و فقط بخش کوچکی از آن به مساحت ۲۴۰۰ مترمربع بام سبز عمیق دارد و بقیه از نوع کم‌عمق است. ضخامت بستر کشت در بام‌های عمیق ۴۰ تا ۶۰ سانتی‌متر و در بام‌های کم‌عمق ۷/۵ تا ۱۰ سانتی‌متر است. آب اضافی ناشی از باران، از این بام‌های جمع‌آوری می‌شود و به مصرف‌های دیگر می‌رسد (تصاویر ۱۴ و ۱۵).

به‌طور کلی در اروپا برای اجرای بام سبز بر روی فرودگاه‌ها، نظرهای متفاوتی وجود دارد. به‌عنوان مثال، بعضی از متخصصان بام سبز روی ساختمان‌های فرودگاه‌ها بسیار محتاط هستند. این گروه از افزایش جمعیت پرندگان روی بام‌های سبز ابراز نگرانی می‌کنند و کاشت گونه‌های گیاهی گوناگون را مهم‌ترین عامل جلب پرندگان می‌دانند. با این حال، بام‌های سبزی که در این بخش معرفی شده‌اند، تجربه‌های موفق‌تری هستند و تا به حال هیچ‌گونه

مساحت زیاد اجرا شده است، یکی روی بارانداز E و دیگری روی پارکینگ B. ساختمان بارانداز، ساختمان جدیدی است که بین دو باند پرواز و فرود هواپیما قرار گرفته است. مساحت بام سبز این ساختمان حدود ۴۰۰۰ مترمربع است و عمق بستر کشت این بام سبز نیز ۸ سانتی‌متر است (تصویر ۱۲).

پیش از اجرای بام سبز این ساختمان، در بخشی از آن سلول‌های خورشیدی نصب شده بودند، به همین دلیل برای جلوگیری از آسیب دیدن آن‌ها برای انتقال مواد به بام از پمپ‌های هوایی استفاده شد و مواد به‌صورت دستی روی بام پراکنده شدند. گیاهان این بام شامل سدوم است و با توجه به سردی هوا در این منطقه از گونه‌های مقاوم در برابر یخبندان و خشکی استفاده شده است. طرح بام سبز این ساختمان در سال ۲۰۰۲ پایان یافت. نگهداری از این بام، شامل دو بار هرس کردن در سال و کوددهی به‌صورت منظم و دوره‌ای است.

پارکینگ طبقاتی ساختمان B، بام سبز دیگر این فرودگاه است. این ساختمان یک بام سبز کم‌عمق دارد و مشابه ساختمان قبلی، مواد توسط پمپ‌های هوایی به بام منتقل شده‌اند. ارتفاع این ساختمان ۵۰ متر است و مساحت بام سبز آن حدود ۸۰۰۰ مترمربع است. گیاهان این بام ترکیبی از جوانه‌های سدوم و دانه‌های سدوم هیبرید هستند. هم‌چنین بعد از دانه‌پاشی روی بام ساختمان، برای جلوگیری از آسیب باد به دانه‌ها، یک شبکه‌ی کنفی روی بام گسترده شده است.

۴-۸-۲- فرودگاه بین‌المللی فرانکفورت

بزرگ‌ترین فرودگاه اروپا، فرودگاه بین‌المللی فرانکفورت در کشور آلمان است. این فرودگاه در یک منطقه‌ی پرجمعیت واقع شده است و مساحت آن حدود ۲۰۰۰ هکتار است. بین دو باند فرودگاه، یک فضای باز به مساحت حدود ۵۰۰ هکتار (یک چهارم کل فرودگاه) وجود دارد که یک منطقه‌ی طبیعی مهم به‌شمار می‌آید، زیرا گیاهان و حیوانات در معرض خطر، در این منطقه زندگی می‌کنند.

مشکلی ایجاد نکرده‌اند. اما در آمریکا در مواردی، پرندگان برای پرواز هواپیماها مشکل‌ساز بوده‌اند. البته پژوهش‌های متعددی برای تعیین مواد بستر کشت و گیاهان بام‌های سبز فرودگاه‌ها و مسایل زیست‌محیطی و ارتباط آن‌ها با جلب پرندگان در جریان است.

در پایان باید به این نکته اشاره کرد که در اروپا همه‌ی انواع بام‌های سبز (بام‌های قهوه‌ای، بام‌های زنده یا بام‌های سبز) اجرا شده‌اند و در واقع بام‌های سبز در اروپا جزئی از طراحی ساختمان و توسعه شهری به‌شمار می‌آیند و در بسیاری از شهرها اجرای آن‌ها اجباری است. همچنین چون دانشمندان اروپایی نیز درگیر مطالعات مربوط به بام‌های سبز شده‌اند، تلاش زیادی در جریان است تا بام‌های سبز به‌عنوان زیستگاه‌هایی برای گونه‌های متفاوت زیستی تعریف شوند و راه‌حل‌های خلاقانه‌تری برای اجرای این نوع بام ارائه شوند.



تصاویر ۱۴ و ۱۵: مراحل پیشرفت کار نصب بام سبز سدومی در فرودگاه «کپنهاگ» در دانمارک

گروه بین‌المللی ره‌شهر تا کنون ۱۴۷ نشریه با عناوین زیر منتشر کرده است:

- ۱- کاربرد جدید شیشه در نمای ساختمان (تابستان ۱۳۷۱)
- ۲- پارکینگ مراکز تجاری (پائیز ۱۳۷۱)
- ۳- محافظت در مقابل زلزله (زمستان ۱۳۷۱)
- ۴- جمع آوری و دفع زباله و مسائل ناشی از آن (زمستان ۱۳۷۱)
- ۵- طرح اسکان و سریع (زمستان ۱۳۷۱)
- ۶- مجموعه مقالات راجع به ژئوسنتز (بهار ۱۳۷۲)
- ۷- مهار آب با آب (بهار ۱۳۷۲)
- ۸- تحول سبز در معماری (بهار ۱۳۷۲)
- ۹- روندیابی و مدیریت سیلاب (بهار ۱۳۷۲)
- ۱۰- مطالعات اقتصادی جهت احداث مراکز خرید (تابستان ۱۳۷۹)
- ۱۱- نگاهی کوتاه بر طراحی فضای سبز - "تجربیات کشورهای مختلف" (تابستان ۱۳۷۲)
- ۱۲- بازیافت آب در صنایع شن و ماسه‌شونی (پائیز ۱۳۷۲)
- ۱۳- بناهای چوبی (کنده‌ای) در ایران و تجربیات کشورهای دیگر (پائیز ۱۳۷۲)
- ۱۴- نکاتی در مورد طراحی ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته پیش‌تنیده در مناطق زلزله‌خیز (پائیز ۱۳۷۲)
- ۱۵- اتوماسیون و بهینه‌سازی در سیستم‌های توزیع الکتریکی (زمستان ۱۳۷۲)
- ۱۶- انرژی دریاهای (زمستان ۱۳۷۲)
- ۱۷- پارکینگ‌های مکانیکی اتوماتیک و نیمه اتوماتیک (بهار ۱۳۷۳)
- ۱۸- انرژی باد (بهار ۱۳۷۳)
- ۱۹- اصول طراحی ساختمان‌های اداری و بانک‌ها (بهار ۱۳۷۳)
- ۲۰- انرژی خورشیدی (بهار ۱۳۷۳)
- ۲۱- طراحی مرکز خرید- جلد اول: مطالعات مقدماتی جهت طراحی مراکز خرید (تابستان ۱۳۷۳)
- ۲۲- شهر سالم با آمورتون (تابستان ۱۳۷۳)
- ۲۳- شهر سالم - کاربرد سیستم‌های فتوولتائیک از میلی وات تا مگاوات (تابستان ۱۳۷۳)
- ۲۴- شهر سالم- اصول طراحی برای افراد دارای کهولت، ناتوانی، اختلال و معلولیت (تابستان ۱۳۷۳)
- ۲۵- نسل چهارم نیروگاه‌ها (پائیز ۱۳۷۹)

- ۲۶- بازیافت آب در صنایع نساجی (پائیز ۱۳۷۳)
- ۲۷- مراکز درمانی و بیمارستان‌های آینده (پائیز ۱۳۷۳)
- ۲۸- شهر سالم-انبوه‌سازی (انبوه‌سازان اسکان) (زمستان ۱۳۷۳)
- ۲۹- سیستم‌های مدیریت بار و مدیریت انرژی در شبکه‌های انرژی الکتریکی (زمستان ۱۳۷۳)
- ۳۰- بازیافت آب - "تصفیه پساب صنایع لبنی" (بهار ۱۳۷۴)
- ۳۱- شهر سالم - صنعت چوب و کاغذ و نقش آن در فرهنگ، اقتصاد و سیاست (بهار ۱۳۷۴)
- ۳۲- صرفه‌جویی انرژی در ساختمان‌های مسکونی (بهار ۱۳۷۴)
- ۳۳- شهر سالم- معماری و پرورش فکری کودکان و نوجوانان (تابستان ۱۳۷۴)
- ۳۴- شهر سالم- بازیافت زباله و مصالح ساختمانی و نقش آن در حفظ خاک و پاکسازی محیط (پائیز ۱۳۷۴)
- ۳۵- شهر ما کجاست (زمستان ۱۳۷۴)
- ۳۶- حفاظت سواحل دریا و رودخانه‌ها- معرفی روش‌های سنتی و پیشرفته (زمستان ۱۳۷۵)
- ۳۷- بهینه‌سازی آموزش عالی - نگاهی کوتاه بر کارکرد نظام آموزشی ایران و جهان (زمستان ۱۳۷۵)
- ۳۸- استفاده از ژئوگرید در راه‌ها و باند فرودگاه‌ها (بهار ۱۳۷۶)
- ۳۹- اقتصاد گردشگری (جلد اول) (زمستان ۱۳۷۶)
- ۴۰- نگرش‌هایی نوین به طراحی فضای باز اداری (تابستان ۱۳۷۷)
- ۴۱- اقتصاد گردشگری جلد دوم (فصول سوم و چهارم) (زمستان ۱۳۷۷)
- ۴۲- فهرست مطابقه‌ای عملیات اجرایی جهت تسهیل در امر نظارت (پائیز ۱۳۷۸)
- ۴۳- دانسته‌هایی در مورد مناطق آزاد و ویژه اقتصادی در جهان (پائیز ۱۳۷۸)
- ۴۴- هدایت منابع مالی و فنی غیر دولتی جهت اجرای طرح‌های عمرانی (زمستان ۱۳۷۸)
- ۴۵- پژوهش در تاریخچه، مفهوم و سیر تحول شهرسازی و شهر سالم در فرهنگ ایران و اسلام (زمستان ۱۳۷۸)
- ۴۶- پارک انرژی‌های نو (تابستان ۱۳۷۹)
- ۴۷- فضاهای باز اداری - مدیریت تجهیزات و طراحی داخلی (پائیز ۱۳۷۹)
- ۴۸- شهرک ترافیکی کودکان (زمستان ۱۳۷۹)
- ۴۹- فضای باز اداری - استانداردهای طراحی فضاهای اداری جدا کننده‌ها، قطعات و اتصالات (زمستان ۱۳۷۹)

- ۵۰- فضای سبز- مناطق صنعتی- پارک‌های صنعتی (تابستان ۱۳۸۰)
- ۵۱- تنظیم شرایط محیطی- بخش اول: استانداردهای عملکرد حسی-جلد اول: محیط روشنایی (پاییز ۱۳۸۰)
- ۵۲- تنظیم شرایط محیطی- بخش اول: استانداردهای عملکرد حسی-محیط‌های صوتی و حرارتی (پاییز ۱۳۸۰)
- ۵۳- منظر سازی - جلد اول: طراحی کاشت (زمستان ۱۳۸۰)
- ۵۴- منظر سازی - جلد دوم: آبیاری و نگهداری منظر (زمستان ۱۳۸۰)
- ۵۵- تنظیم شرایط محیطی- بخش دوم: سیستم‌های کنترل محیط- جلد اول: تولید و کنترل حرارت (زمستان ۱۳۸۰)
- ۵۶- تنظیم شرایط محیطی- بخش دوم: سیستم‌های کنترل محیط- جلد دوم: تولید و کنترل نور و صدا (زمستان ۱۳۸۰)
- ۵۷- منظر سازی- جلد سوم: راهبردهای تکمیلی آراستن مناظر (بهار ۱۳۸۱)
- ۵۸- تنظیم شرایط محیطی- بخش دوم: سیستم‌های کنترل محیط- جلد سوم: سیستم جامع محیطی (تابستان ۱۳۸۱)
- ۵۹- شهر سالم- توسعه (کلان شهر تهران) (تابستان ۱۳۸۱)
- ۶۰- فن‌آوری اطلاعات- بخش اول: مفاهیم کلی (پائیز ۱۳۸۱)
- ۶۱- منظر سازی- جلد چهارم (زمستان ۱۳۸۱)
- ۶۲- فن‌آوری اطلاعات- بخش دوم: مدیریت فن‌آوری اطلاعات (زمستان ۱۳۸۱)
- ۶۳- فن‌آوری اطلاعات- بخش سوم: تجارت الکترونیکی (بهار ۱۳۸۲)
- ۶۴- فن‌آوری اطلاعات- بخش چهارم: تجارت الکترونیکی "امنیت و تجارت بی‌سیم" (تابستان ۱۳۸۲۹)
- ۶۵- ساختمان‌های سبز و پایدار (تابستان ۱۳۸۲)
- ۶۶- فن‌آوری اطلاعات- بخش پنجم: دولت الکترونیکی (تابستان ۱۳۸۲)
- ۶۷- منظر سازی- جنگل‌های مانگرو (حرا): بخش اول- کلیات (پائیز ۱۳۸۲)
- ۶۸- فن‌آوری اطلاعات- بخش ششم: بازاریابی الکترونیکی (پائیز ۱۳۸۲)
- ۶۹- فن‌آوری اطلاعات- بخش هفتم: شهرداری الکترونیکی (زمستان ۱۳۸۲)
- ۷۰- فن‌آوری اطلاعات- بخش هشتم: آموزش الکترونیکی (بهار ۱۳۸۳)
- ۷۱- فن‌آوری اطلاعات- بخش نهم: دانشگاه الکترونیکی (بهار ۱۳۸۳)
- ۷۲- فن‌آوری اطلاعات- بخش دهم: سیستم‌های اطلاعاتی مدیریتی ساختمان (تابستان ۱۳۸۳)
- ۷۳- فن‌آوری اطلاعات- بخش یازدهم: دانشگاه الکترونیکی (پائیز ۱۳۸۳)
- ۷۴- فن‌آوری اطلاعات- بخش دوازدهم: مدیریت پرونده‌های الکترونیکی (زمستان ۱۳۸۳)
- ۷۵- فن‌آوری اطلاعات- بخش سیزدهم: دموکراسی الکترونیکی (زمستان ۱۳۸۳)
- ۷۶- فن‌آوری اطلاعات- بخش چهاردهم: انتخابات الکترونیکی (زمستان ۱۳۸۳)
- ۷۷- فن‌آوری اطلاعات- بخش پانزدهم: حقیقت مجازی (تابستان ۱۳۸۴)
- ۷۸- برگزاری مناقصه‌های دولتی (تصویب شده سال ۱۳۸۳) (تابستان ۱۳۸۴)
- ۷۹- چین دومین مصرف‌کننده انرژی در جهان (تابستان ۱۳۸۴)
- ۸۰- مدیریت پروژه- استانداردهای مدیریت پروژه (بخش اول. تابستان ۱۳۸۴)
- ۸۱- فن‌آوری اطلاعات- بخش شانزدهم: توسعه فن‌آوری اطلاعات در روستاها (عدالت اجتماعی) (پائیز ۱۳۸۴)
- ۸۲- فن‌آوری اطلاعات- بخش هفدهم: مدیریت ارتباط با مشتریان (پائیز ۱۳۸۴)
- ۸۳- مدیریت پروژه- استانداردهای مدیریت پروژه (بخش دوم، زمستان ۱۳۸۴)
- ۸۴- مهندسی ارزش- بخش اول: اصول، مبانی و فرآیند (زمستان ۱۳۸۴)
- ۸۵- مدیریت پروژه- استانداردهای مدیریت پروژه (بخش سوم، زمستان ۱۳۸۴)
- ۸۶- فن‌آوری اطلاعات- بخش هجدهم: پایتخت الکترونیکی- تجلی عدالت اجتماعی (تابستان ۱۳۸۵)
- ۸۷- مدیریت پروژه- دفتر مدیریت پروژه (بخش اول- تابستان ۱۳۸۵)
- ۸۸- متدولوژی‌های کنترل پروژه (تابستان ۱۳۸۵)
- ۸۹- صنایع انرژی‌بر، نظریه‌ها و دیدگاه‌ها (تابستان ۱۳۸۵)
- ۹۰- آشنایی مقدماتی با ارزیابی محیط زیست (پاییز ۱۳۸۵)
- ۹۱- آشنایی با فراوری‌های گازی CNG، LPG، LNG (زمستان ۱۳۸۵)
- ۹۲- رهنمون‌هایی برای توسعه (زمستان ۱۳۸۵)
- ۹۳- خبرنامه تحولات توسعه در حوزه خلیج فارس (بهار ۱۳۸۶)
- ۹۴- متدولوژی مکان‌یابی صنایع (تابستان ۱۳۸۶)
- ۹۵- خبرنامه تحولات توسعه در حوزه خلیج فارس (جلد دوم) (تابستان ۱۳۸۶)
- ۹۶- خبرنامه تحولات توسعه در حوزه خلیج فارس (جلد سوم) (تابستان ۱۳۸۶)
- ۹۷- معماری سبز، (انرژی آفتاب در معماری) (پائیز ۱۳۸۶)
- ۹۸- معماری سبز، (انرژی زمین گرمایی) (پائیز ۱۳۸۶)
- ۹۹- روند توسعه در خلیج فارس (نسخه چهارم) (پاییز ۱۳۸۶)
- ۱۰۰- ایران ترانزیت (بهار ۱۳۸۷)
- ۱۰۱- سوپر جاذب‌ها (راهی برای گسترش فضای سبز و مقابله با کمبود آب) (تابستان ۱۳۸۷)
- ۱۰۲- روند توسعه در خلیج فارس و دریای عمان بخش پنجم (تابستان ۱۳۸۷)
- ۱۰۳- روند توسعه در خلیج فارس و دریای عمان بخش ششم (پائیز ۱۳۸۷)
- ۱۰۴- بام سبز (پائیز ۱۳۸۷)

- ۱۰۵- احداث سامانه‌های گرمایش شهری (اردیبهشت ۱۳۸۸)
- ۱۰۶- روند توسعه در خلیج فارس و دریای عمان بخش هفتم (خرداد ۱۳۸۸)
- ۱۰۷- بحران جهانی و چشم‌انداز آینده (تابستان ۱۳۸۸)
- ۱۰۸- حمل و نقل همگانی (تابستان ۱۳۸۸)
- ۱۰۹- نانوفناوری ایمن (فرصت‌ها و چالش‌ها) (تابستان ۱۳۸۸)
- ۱۱۰- از شهر فرودگاهی تا منطقه فرودگاهی (بخش اول)
- ۱۱۱- از شهر فرودگاهی تا منطقه فرودگاهی (بخش دوم)
- ۱۱۲- بندر خشک (پائیز ۱۳۸۸)
- ۱۱۳- شرق ایران خاستگاه توسعه ترانزیت منطقه‌ای (پائیز ۱۳۸۸)
- ۱۱۴- صنعتی سازی ساختمان گامی بلند برای تامین مسکن مردم (زمستان ۱۳۸۸)
- ۱۱۵- مدیریت هوشمند خوردگی، حفاظت کاتدیک، حفظ ثروت ملی (بهار ۱۳۸۹)
- ۱۱۶- بیوگاز ثروتی نهفته در پسماندها (بهار ۱۳۸۹)
- ۱۱۷- اکو هتل حرکتی جهانی به سوی گردشگری پایدار (تابستان ۱۳۸۹)
- ۱۱۸- فتوولتائیک تلفیقی، انرژی در کالبد معماری (تابستان ۱۳۸۹)
- ۱۱۹- اصلاح الگوی استقرار جمعیت، گامی به سوی توسعه پایدار (پاییز ۱۳۸۹)
- ۱۲۰- نانوفناوری در معماری (زمستان ۱۳۸۹)
- ۱۲۱- مدیریت حمل بار، گامی بلند در جهت توسعه اقتصادی کشور (زمستان ۱۳۸۹)
- ۱۲۲- بازار مسافر هوایی بین‌المللی، گامی بلند در جهت توسعه اقتصادی کشور (زمستان ۱۳۸۹)
- ۱۲۳- نقش طراحی معماری در کاهش مصرف انرژی در ساختمان "معماری همساز با اقلیم و مشکلات ناشی از عدم توجه به آن" (بهار ۱۳۹۰)
- ۱۲۴- شهر فرودگاهی بستر توسعه گردشگری، گامی بلند در جهت توسعه پایدار اقتصاد کشور (بهار ۱۳۹۰)
- ۱۲۵- آرایه ضوابط و پیشنهادات طراحی برای افراد دارای کهولت، ناتوانی، اختلال و معلولیت در بخش زمینی فرودگاه (بهار ۱۳۹۰)
- ۱۲۶- نقش طراحی معماری در کاهش مصرف انرژی در ساختمان "نور روز در معماری" (تابستان ۱۳۹۰)
- ۱۲۷- شهر فرودگاهی بستر توسعه تجارت، چشم‌انداز تجارت جهانی، چالش‌ها و فرصت‌های ایران (تابستان ۱۳۹۰)
- ۱۲۸- توسعه صنایع نوین، گامی بلند در جهت توسعه اقتصادی کشور "شهر فرودگاهی بستری مناسب برای استقرار صنایع نوین" (تابستان ۱۳۹۰)
- ۱۲۹- نقش طراحی معماری در کاهش مصرف انرژی در ساختمان "انرژی باد در معماری" (تابستان ۱۳۹۰)
- معماری" (تابستان ۱۳۹۰)
- ۱۳۰- روند خصوصی سازی فرودگاه‌ها در جهان (پاییز ۱۳۹۰)
- ۱۳۱- شهر فرودگاهی بستری مناسب برای توسعه ورزش ملی و بین‌المللی "شهر ورزشی" (پاییز ۱۳۹۰)
- ۱۳۲- معرفی پاک‌کننده‌های طبیعی و سازگار با محیط‌زیست "بخش اول" (بهار ۱۳۹۱)
- ۱۳۳- معرفی پاک‌کننده‌های طبیعی و سازگار با محیط‌زیست "بخش دوم" (بهار ۱۳۹۱)
- ۱۳۴- معرفی پاک‌کننده‌های طبیعی و سازگار با محیط‌زیست "بخش سوم" (تابستان ۱۳۹۱)
- ۱۳۵- شهر فرودگاهی بستری مناسب برای توسعه صنایع دستی (تابستان ۱۳۹۱)
- ۱۳۶- خطاهای انسانی؟ حوادث سازمانی! (پاییز ۱۳۹۱)
- ۱۳۷- سیر تحول برنامه‌ریزی اقتصاد فضایی (پاییز ۱۳۹۱)
- ۱۳۸- نقش دلار آمریکا در اقتصاد جهانی، گنج‌های پنهان ۳۰ تریلیون دلاری آسیا (زمستان ۱۳۹۱)
- ۱۳۹- بام سبز گامی بلند در جهت توسعه پایدار (بهار ۱۳۹۲)
- ۱۴۰- نوآوری برای تاسیسات پایانه فرودگاه (بخش اول) (تابستان ۱۳۹۲)
- ۱۴۱- نوآوری برای تاسیسات پایانه فرودگاه (بخش دوم) (تابستان ۱۳۹۲)
- ۱۴۲- چالش فراوری ایران در عرصه انرژی: توسعه بهره‌برداری از منابع نفت و گاز شیل (پاییز ۱۳۹۲)
- ۱۴۳- نوآوری برای تاسیسات پایانه فرودگاه (بخش سوم) (زمستان ۱۳۹۲)
- ۱۴۴- کشورهای مستقل هم‌سود- نگاهی به دگرگونی‌های جغرافیایی سیاسی/اقتصادی منطقه (بهار ۱۳۹۳)
- ۱۴۵- نگاهی به معماری دیجیتال و نقش رباط در ساخت و ساز و معماری (بهار ۱۳۹۳)
- ۱۴۶- نظام رگولاتوری، نظام تنظیم و حفظ منافع و مصالح ملی (دولت، تولیدکننده و عرضه‌کننده، مصرف‌کننده) (تابستان ۱۳۹۳)
- ۱۴۷- بام سبز در طراحی منظر پایدار، بخش اول (پاییز ۱۳۹۳)
- نشریه‌های تخصصی منتشر شده بخش‌های مختلف گروه بین‌المللی ره‌شهر**
- ۱- بازارچه صنایع دستی در کوهپایه‌های شمال تهران (بخش شهر سالم) تیر ماه ۱۳۷۴

- ۱- با گیاهان آب را تصفیه کنیم
- ۲- بهینه‌سازی خدمات پرواز (بخش شهر سالم) - (دی ماه ۱۳۷۳)
- ۳- بهینه‌سازی بار ترافیکی بزرگراه‌ها (بخش شهر سالم) (دی ماه ۱۳۷۳)
- ۴- پارک انرژی‌های نو (بخش شهر سالم) - (شهریور ماه ۱۳۷۳)
- ۵- استفاده از مولتی ویژن در مراکز پرتدد شهری (بخش شهر سالم) (اردیبهشت ماه ۱۳۷۳)
- ۶- سازماندهی کارکردهای بهینه‌ی نمایشگرهای دیجیتالی (بخش شهر سالم) اسفند ماه ۱۳۷۲
- ۷- شهرک ترافیکی کودکان (بخش شهر سالم) - (آذر ماه ۱۳۷۲)
- ۸- پارک پویش: اندیشه سالم / بدن سالم در شهرک فاطمیه منطقه ۲۰ شهرداری تهران (بخش شهر سالم) - (آذر ماه ۱۳۷۲)
- ۹- پژوهش در تاریخچه، مفهوم و سیر تحول "شهرسازی" و "شهر سالم" در فرهنگ ایران و اسلام (بخش شهر سالم) - آبان ماه ۱۳۷۲
- ۱۰- اصول طراحی مراکز دیسپاچینگ (بخش انرژی) زمستان ۱۳۷۲
- ۱۱- تحلیل منطقه‌ای سیلاب در حوضه‌های شمالی تهران (بخش عمران آب) بهار ۱۳۷۳
- ۱۲- انتخاب محل و نوع سد براساس شرایط ژئومورفولوژی و ژئولوژی (بخش عمران آب) زمستان ۱۳۷۲
- ۱۳- حقایق در مورد شرکت‌های بزرگ (بخش تحقیق و توسعه) زمستان ۱۳۷۲

ضمناً کتاب‌های زیر توسط گروه بین‌المللی ره‌شهر منتشر گردیده

است:

- ۱- بازنگری استانداردهای صنعت آب کشور با همکاری وزارت نیرو و سازمان برنامه و بودجه (۲۵ جلد)
- ۲- صرفه جویی در انرژی (۲۰ جلد)
- ۳- ترجمه کتاب "سازه پارکینگ‌های طبقاتی" (۱۳۷۲)
- ۴- ترجمه کتاب "سازه‌های آبی" (۱۳۷۳)
- ۵- تدوین کتاب "خودآموز اتوکد ۱۲" (۱۳۷۳)
- ۶- ترجمه کتاب "برنامه‌ریزی و طراحی هتل" در سال ۷۶ توسط سازمان برنامه و بودجه چاپ و توزیع شد.
- ۷- تدوین کتاب راهنمای برنامه‌نویسی سه بعدی OpenGL (۱۳۸۲)
- ۸- ترجمه کتاب "تنظیم شرائط محیطی"
- ۹- ترجمه کتاب "چگونه هوای پاکیزه بکاریم"
- ۱۰- HSE در سفر (۱۳۸۵)

کتاب‌های زیر نیز توسط گروه بین‌المللی ره‌شهر در دست چاپ

است:

- ۱- برنامه‌ریزی شهری در اقلیم‌های گرمسیر
- ۲- گذشته و حال یک شاهکار معماری
- ۳- ساختمان پایدار