

به نام خدا

سیستم های سبز عمودی (بام سبز)

مولفان :

سیده ملیحه ربانی خیرخواه

منصوره جوزای

انتشارات ارسطو

(چاپ و نشر ایران)

۱۴۰۰

سرشناسه: ربانی خیرخواه، سیده ملیحه، ۱۳۷۰-
عنوان و نام پدیدآور: سیستم‌های سبز عمودی (بام سبز)/مولفان سیده ملیحه ربانی
خیرخواه، منصوره جوزای.

مشخصات نشر: ارسطو (سامانه اطلاع رسانی چاپ و نشر ایران)، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری: ۲۳۲ ص.: مصور (رنگی)، جدول.
شابک: ۹۵۰۰۰۰ ریال ۵-۸۳۹-۴۳۲-۶۰۰-۹۷۸:

وضعیت فهرست نویسی: فیبا
یادداشت: کتابنامه: ص. [۲۳۱]-۲۳۴.

موضوع: بام‌های سبز (باغبانی)

Green roofs (Gardening)

بام‌های سبز (باغبانی) -- طراحی و ساخت

Green roofs (Gardening) -- Design and construction

شناسه افزوده: جوزای، منصوره، ۱۳۶۰-

رده بندی کنگره: SB۴۱۹/۵

رده بندی دیویی: ۶۳۵/۹۶۷۱

شماره کتابشناسی ملی: ۸۷۵۳۲۴۶

اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیبا

نام کتاب: سیستم‌های سبز عمودی (بام سبز)
مولفان: سیده ملیحه ربانی خیرخواه - منصوره جوزای
ناشر: ارسطو (سامانه اطلاع رسانی چاپ و نشر ایران)
صفحه آرای، تنظیم و طرح جلد: پروانه مهاجر
تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول - ۱۴۰۰

چاپ: مدیران

قیمت: ۹۵۰۰۰ تومان

فروش نسخه الکترونیکی - کتاب‌رسان:

<https://chaponashr.ir/ketabresan>

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۴۳۲-۸۳۹-۵

تلفن مرکز پخش: ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵

www.chaponashr.ir



انتشارات ارسطو



سخن ناشر

از دیر باز هماهنگی و وحدت بین انسان و طبیعت در آموزه‌های ملی و مذهبی ایرانیان ریشه دارد. جایگاه طبیعت در نظام مدرن و چالش‌های رودروی آن مدام در حال بازنگری است و اگر در گذشته، انسان و طبیعت با برقراری رابطه متقابل روح واحد داشتند و در طی قرون متمادی می‌توانستند به طور مسالمت‌آمیز به حیات خود ادامه دهند، در دوره معاصر این ارتباط با کشف عقل جدید یک سویه شده و با ابژه تلقی شدن طبیعت، نگرش بدان بر اساس میزان بهره‌وری و منافع اقتصادی صورت می‌گیرد. برآیند این نگرش همچنان که تجارب موجود نشان می‌دهد آسیب‌پذیری منابع طبیعی و تهدید جدی محیط زیست بوده است. طبیعی است که با این روند، سلسله مراتب چرخه حیات و بافت‌های زنده و غیرزنده در معرض خطر جدی قرار می‌گیرند. برآستی معما یا راز و رمز این مساله در چیست؛ از چه عواملی متأثر است؛ چرا با وجود افزایش آگاهی بشر از پیامدهای تخریب محیط زیست، او بیش از هر وقت دیگر حریصانه به تخریب آن می‌پردازد، بین تفکر عقلانی و تخریب محیط زیست چه رابطه‌ای وجود دارد؛ آیا در نهایت با تفکر منطقی می‌توان با این بحران مقابله نمود؟

محیط زیست اکنون برای انسان معاصر به صورت یک مسئله اجتماعی درآمده که همه باید برای حل آن اقدام کنند و این موضوع به خطه یا اقلیم خاصی مربوط نمی‌شود. سرمایه‌داری مدرن و به تبع آن نظام صنعتی و پسا صنعتی هنوز هم به عنوان بزرگترین تهدید محیط زیست جهانی است که هر چند گهگاهی حرکت و جنبش‌های خودجوشی در سرتاسر جهان دیده می‌شود ولی کافی نیست و اقدامات علمی وسیع‌تر و پژوهشی بیشتری می‌طلبد. کتاب پیش رو که حاصل پژوهش و تحقیق مولفان علاقه‌مند و پرکار به این موضوع تهیه و تدوین شده می‌تواند به عنوان منبع و یا سرفصل درسی در رشته‌های مهندسی فضای سبز و باغبانی در سطوح کارشناسی، کارشناسی ارشد مورد استفاده قرار بگیرد. امید است که این اثر با توجه به کمبود کتب و منابع به روز در این رشته و استقبال زیاد عموم علاقه‌مندان به محیط زیست و مبلمان شهری که بیش از پیش مصنوعی شده، بتواند گوشه‌ای از نیازهای علمی آنها را برآورده سازد.

ساحت مقدس آقا ثامن الحجج (ع)

و

سنگہ کہ

کہ از گھاٹہ، صلابت

از قارنہ، محبت

و از صبرنشا، ایستادگسریں آموختم

پدری، و مادر، عزیزنما

و بچنین

تقدیم بہ ایستاد صبور و بزرگوار و عزیزنما کہ از بیچ تلاش در جہت آموختن بہ ما دین نکرده

سرکار خانم دکتر فاطمہ کاظمی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۳	پیشگفتار
۱۵	تاریخچه
۱۶	نمونه‌های شاخص بام سبز در جهان
۱۶	بام سبز سیتی هال در شیکاگو
۱۷	فرهنگستان علوم کالیفرنیا- رنزو پیانو
۱۸	بام سبز باغ گیاه‌شناسی دنور
۱۹	کتابخانه عمومی دنور
۲۰	مدرسه هنر در سنگاپور
۲۱	انواع بام سبز
۲۱	الف) بر اساس عمق محیط کشت، نوع گیاهان کشت شده و کاربری
۲۳	سیستم متمرکز
۲۴	سیستم نیمه متمرکز
۲۵	ب) بر اساس سیستم اجرائی
۲۵	سیستم مدولار یا جعبه گیاه
۲۶	سیستم لایه‌ای
۲۷	لایه گیاه
۲۸	لایه بستر کشت
۳۱	خصوصیات مهم بستر کشت بام سبز
۳۱	سایز ذرات

۳۲	.....	محتوای مواد آلی
۳۳	.....	مقاومت در برابر فرسایش
۳۳	.....	حداقل فرونشست
۳۴	.....	نفوذپذیری آب
۳۴	.....	توانایی ذخیره آب / ظرفیت آب ماکزیمم
۳۵	.....	محتوای هوا
۳۵	.....	اسیدیته
۳۵	.....	محتوای نمک
۳۶	.....	محتوای تغذیه
۳۶	.....	محتوای بذور و یا قسمت‌های افزایشی علف‌های هرز
۳۷	.....	مواد آلی معمول بسترهای جایگزین خاک
۳۷	.....	کوکوپیت
۳۸	.....	پیت
۳۹	.....	پوست درخت
۳۹	.....	کمپوست
۳۹	.....	ورمی کمپوست
۴۰	.....	خاکبرگ
۴۱	.....	مواد معدنی معمول بسترهای جایگزین خاک
۴۱	.....	لیکا یا رس منبسط شده
۴۲	.....	پشم سنگ
۴۲	.....	ورمی کولیت
۴۳	.....	پرلیت

۴۴	.....	ماسه
۴۵	.....	پامیس
۴۹	.....	لایه فیلتر (صافی)
۵۱	.....	فیلتر خاک (ژئوتکستایل و پلی پروپیلن بافت‌دار)
۵۱	.....	لایه زهکش
۵۲	.....	لایه حفاظتی
۵۲	.....	لایه ضد نفوذ ریشه
۵۳	.....	غشا ضد آب
۵۳	.....	انواع عایق رطوبتی بام سبز
۵۶	.....	بررسی نشت آب
۵۷	.....	ادغام پانل‌های خورشیدی در بام‌های سبز
۶۰	.....	مراحل اجرای باغ بام
۶۰	.....	(۱) زیرسازی
۶۱	.....	(۲) اجرای تأسیسات
۶۲	.....	(۳) اجرای باغچه‌ها
۶۳	.....	اجرای بام سبز در سطوح شیب‌دار
۶۷	.....	فواید بام سبز
۶۷	.....	بهبود کیفیت هوا
۶۷	.....	بازگشت حیات جانوری
۶۸	.....	عایق صوتی
۶۹	.....	عایق گرمایی
۶۹	.....	حفظ رطوبت محیط

- تولید اکسیژن و جذب کربن ۷۰
- زیبایی بصری و افزایش سرانه فضای سبز ۷۰
- استفاده بهینه از فضای بدون استفاده بامها ۷۱
- کاهش تبادل انرژی ساختمان ۷۱
- کشاورزی و تولید غذا ۷۱
- مهار سیلابها ۷۲
- کاهش حجم روانابها ۷۳
- مکانی برای تفریح و تجمعات ۷۴
- معایب بامهای سبز ۷۴
- گیاهان مناسب بام سبز ۷۵
- معرفی گیاهان مناسب برای بام سبز ۷۸
- گیاهان پوششی ۷۸
- فرانکنیا ۷۸
- پیچ تلگرافی (وینکا) ۷۹
- پتنتیلا (پنج انگشت) ۸۱
- چمن یال اسبی ۸۲
- اسطوخودوس ۸۴
- رزماری ۸۵
- لیزوماکیا ۸۶
- گل یخ ۸۸
- سدوم دم عقربی ۸۹
- سدومها ۹۱

- گیاهان رونده ۹۳
- گل یاس یا پیچ امین الدوله (میزان رشد تا ۱۰ متر)..... ۹۳
- گل ساعتی (میزان رشد تا ۹ متر) ۹۶
- پیچ گلیسین (میزان رشد تا ۲۳ متر) ۹۷
- پیچ اناری (میزان رشد ۸ تا ۱۰ متر) ۹۹
- موجسب (میزان رشد ۳۰ متر) ۱۰۱
- پیچ کلماتیس (رشد تا ۸ متر)..... ۱۰۳
- پاپیتال (داردوست) (رشد تا ۵۰ متر) ۱۰۷
- آبشار طلایی ۱۰۸
- یاسمن ۱۱۰
- گل‌های فصلی ۱۱۳
- پریوش ۱۱۳
- اطلسی ۱۱۶
- بنفشه ۱۱۸
- شب بو ۱۲۲
- گازانیا ۱۲۶
- مارگریت ۱۲۸
- پامچال ۱۳۱
- داوودی ۱۳۳
- گیاهان پرچینی ۱۳۶
- شمشاد معمولی ۱۳۶
- شمشاد نعنایی ۱۳۹

- ۱۴۱..... زرشک زینتی
- ۱۴۳..... پیروکانتا
- ۱۴۵..... اسپیره
- ۱۴۷..... یاس زرد
- ۱۴۹..... درختان و درختچه‌های زینتی
- ۱۴۹..... شیرخشت
- ۱۵۰..... ماهونیا
- ۱۵۲..... یاس هلندی
- ۱۵۴..... مورد
- ۱۵۶..... الیاگنوس
- ۱۵۷..... یوکا
- ۱۶۰..... طاووسی
- ۱۶۲..... خرزهره
- ۱۶۵..... کامیس پاریس
- ۱۶۶..... خاس
- ۱۶۸..... ختمی
- ۱۷۱..... برگ نو
- ۱۷۳..... ابریشم مصری
- ۱۷۵..... کاج ستاره‌ای
- ۱۷۷..... توری
- ۱۷۹..... خیزران
- ۱۸۱..... طراحی بام سبز

۱۸۱.....	بار سازه‌ای.....
۱۸۴.....	قابلیت دسترسی.....
۱۸۴.....	عایق‌بندی رطوبتی.....
۱۸۵.....	شیب سقف.....
۱۸۶.....	ناودان و لایه زهکش.....
۱۸۶.....	ایمنی در برابر آتش.....
۱۸۶.....	آبرسانی.....
۱۸۷.....	نور و باد.....
۱۸۸.....	الزامات محیطی در طراحی و اجرای بام سبز.....
۱۸۹.....	قابلیت‌های اجرای بام سبز در پهنه‌های مختلف اقلیمی ایران.....
۱۸۹.....	الزامات عمومی در طراحی و اجرای بام سبز.....
۱۹۰.....	محاسبه هزینه اجرای بام سبز.....
۱۹۱.....	نگهداری بام سبز.....
۱۹۳.....	تعمیر و نگهداری لایه ضد آب.....
۱۹۴.....	بازرسی زهکشی.....
۱۹۵.....	سطوح و ساختارهای بام.....
۱۹۵.....	گیاهان و بستر کشت.....
۱۹۶.....	آبیاری.....
۱۹۷.....	انواع روش‌های آبیاری گیاهان بام سبز.....
۱۹۷.....	آبیاری دستی.....
۱۹۸.....	آبیاری بارانی.....
۱۹۹.....	آبیاری قطره‌ای.....

۲۰۳.....	تغذیه گیاهان بام سبز.....
۲۰۶.....	نورپردازی.....
۲۰۷.....	نورپردازی متمرکز.....
۲۰۷.....	نورپردازی گسترده.....
۲۱۲.....	نورپردازی آلاچیق، پرگولا و انواع سایبان‌ها در بام سبز.....
۲۱۲.....	نورپردازی آب‌نما در بام سبز.....
۲۱۲.....	نورپردازی مسیرها در بام سبز.....
۲۱۳.....	نورپردازی گیاهان، درختان و درختچه‌های پشت بام سبز.....
۲۱۴.....	نورپردازی ستون‌ها، طاق‌ها و مجسمه‌ها در بام سبز.....
۲۱۵.....	اجرای مسیرهای حرکتی و فضاهای تجمعی.....
۲۱۷.....	چوب ترمو.....
۲۱۹.....	موزاییک پلیمری.....
۲۲۰.....	چمن مصنوعی.....
۲۲۳.....	انواع اجرای چمن مصنوعی برای بام سبز.....
۲۲۴.....	طریقه نگهداری از چمن مصنوعی.....
۲۲۶.....	دیوارپوش روف گاردن.....
۲۲۷.....	مبلمان روف گاردن.....
۲۲۷.....	نکات بصری مهم در بام سبز.....
۲۲۸.....	تنظیم دفترچه مشخصات.....
۲۳۱.....	منابع.....
۲۳۵.....	پیوست.....

پیشگفتار

ایجاد فضای سبز بر روی بام از گذشته در معماری ایران وجود داشته، ولی در حال حاضر با پیشرفت تکنولوژی و ورود مصالح و زیرساخت‌های جدید، که ایجاد این فضاها را با سرعت و کیفیتی بیش از پیش ممکن می‌کند، سبز کردن بام‌ها مورد استقبال قرار گرفته است. رشد باغ‌سازی بر روی بام در ایران، به مدد پیشرفت‌هایی که در سال‌های اخیر در زمینه بام‌های سبز در کشورهای توسعه یافته به خصوص کشورهای اروپایی بدست آمده، ممکن شده و انتظار می‌رود در ادامه توجه به توسعه پایدار و استقبال از طراحی‌های اکولوژیک و معماری سبز اتفاق افتد؛ بام‌های سبز یکی از نوآورانه‌ترین و مقرون به صرفه‌ترین راه‌هایی است که شهرها می‌توانند برای بهبود محیط زیست ناسازگار شهری از آن استفاده کنند که با توجه به جدید بودن مفهوم بام سبز به عنوان یکی از ساختارهای عمودی، آموزش و نشر اطلاعات در مورد احداث و نگهداری این سیستم‌ها ضروری به نظر می‌رسد. لذا با توجه به اینکه حوزه تحقیقاتی نویسندگان در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد و دکتری و همچنین طرح‌های پژوهشی، فضاهای سبز عمودی (بام سبز و دیوار) بوده است لذا اطلاعات آنها در قالب این کتاب تألیف و در اختیار خوانندگان محترم قرار می‌گیرد. هدف اساسی کتاب سیستم‌های سبز عمودی (بام سبز) ایجاد مجموعه‌ای جهت در اختیار قراردادن اطلاعات کاربردی و دقیق برای دانشجویان، پیمانکاران فضای سبز و کارفرمایان می‌باشد. این کتاب شامل تعاریف و طبقه‌بندی بام‌های سبز، جزئیات طراحی و اجرایی، دست‌والعمل‌ها، چگونگی انتخاب گیاه و مدیریت و نگهداری این بام‌ها می‌باشد.

تاریخچه

در ایران با توجه به پیشینه تاریخی استفاده از خشت و گل در معماری ایران، پوشش خزه، گل‌سنگ و انواع گیاهان علفی بر روی بام بناهای مناطق مختلف کشور چون آذربایجان، گیلان و مازندران، بام‌های خانه‌های کوهستانی و روستاها به صورت سنتی، از دیرباز مشاهده شده است. نمونه بسیار بارز آن، خانه‌های روستایی ماسوله است که، بام خانه‌های پایین‌تر به عنوان حیاط خانه‌های بالایی عمل می‌کنند. از طرفی در گذشته، در کنار توجه به تفرج و زیبایی، جنبه دارویی و اقتصادی کشت گیاهان در فضای سبز و باغ‌ها نیز مد نظر بوده، و از آنجایی که گیاهان دارویی، گیاهانی کم توقع به مواد غذایی و آب می‌باشند و در مدت کوتاهی، سطح خاک را فرا می‌گیرند و به علت سبزی و رشد سریع، زیبایی خاصی را پدید می‌آورند، همچنین برخی از آنها در برابر شوری خاک مقاوم هستند و علاوه بر دوام و عمر طولانی، استقامت بالایی دارند. لذا کاشت آنها در باغ بام‌ها مفید است.



شکل ۱. نمایی از باغ معلق بابل

نمونه‌های شاخص بام سبز در جهان

بام سبز سیتی هال در شیکاگو

بام سیتی هال در مرتفع‌ترین بخش سیتی هال در شیکاگو فضایی به وسعت ۲۰۳۰۰ فوت، بالغ بر ۲۰۰۰۰ نمونه گیاهی شامل ۱۵۰ گونه که در بر گیرنده ۱۰۰ نوع درختچه، ۴۰ گونه انواع تاک و ۲ گونه درختی می‌باشد. گیاهان این مجموعه نیاز آبی اندکی داشته با گردش فصل در شیکاگو سازگار بوده و اغلب بومی منطقه هستند. شرایط نگهداری در بام‌های سبز وابسته به ترکیبی از کمپوست، مالچ و ترکیبات اسفنجی که به جهت سبکی (سبک‌تر از خاک سطحی) قادر به نگهداری آب بیشتری می‌باشند!



شکل ۲. بام سبز سیتی هال در شیکاگو^۱

فرهنگستان علوم کالیفرنیا - رنزو پیانو

یکی از دیدنی‌ترین مکان‌ها با توپوگرافی منحنی است که نگاه همه را به سمت خود می‌کشاند و به قدری زیباست که در ماه آوریل زمانی که گیاهان سبز شده‌اند، قطعات کوچکی از شکوفه‌ها و پرواز پرندگان اینجا را تبدیل به تکه‌ای از طبیعت کرده است. روی بام گیاهان بومی تمام سطح توپوگرافی را که نمایانگر هفت تپه سانفرانسیسکو است پوشانده، پانل‌های خورشیدی که وسیله‌ای برای دریافت نور طبیعی و هوای تازه برای ساختمان زیرین است در بالای بام نصب شده و بالکنی برای تماشای بام از نزدیک ایجاد شده است. دریاچه‌های روی تپه‌ها و روی آتریوم اتوماتیک بر طبق برنامه زمانبندی پیچیده آبیاری باز می‌شوند.

1. fa.wikipedia.org



شکل ۳. فرهنگستان علوم کالیفرنیا- رنزو پیانو^۱

بام سبز باغ گیاه‌شناسی دنور

این بام سبز با مساحت ۲۱۰۰ فوت مربع در نوامبر ۲۰۰۷ نصب شده است. این بام سبز ترکیبی از دو نوع بام سبز گسترده و عمیق می‌باشد. جهت احداث این فضا سازه مقاوم‌سازی مجدد شده است. لایه ضد آب به کار رفته در این پروژه از نوع پرماکوئیک آمریکایی^۲ می‌باشد. در واقع این بام سبز جنبه تحقیقاتی دارد. گیاهان مورد استفاده در این بام سبز شامل *Hesperaloe*، *Penstemon pinifolius*، *Delosperma nubigenum* و *Opuntia sp* و *Agave parryi*، *parviflora* می‌باشد.

1. www.manzaronline.com
2. American Permaquick



شکل ۴. بام سبز باغ گیاه‌شناسی دنور

کتابخانه عمومی دنور

این بام سبز فشرده با مساحت تقریبی ۸۶۰ فوت مربع در سال ۲۰۰۸ نصب شده است. این پروژه یک بام سبز بزرگ روی سنگفرش‌ها و مناطق کاشت با لبه‌هایی است که به عنوان صندلی نیز عمل می‌کنند. استفاده از این بام سبز برای عموم آزاد نیست اما می‌توان رزرو کرد و در هنگام اجاره اتاق مجاور از این بام سبز نیز استفاده کرد. بام سبز با سیستم آبیاری قطره‌ای زیر سطحی آبیاری می‌شود. گیاهانی مانند *Penstemon*، *Agastache Pstessene*، *Artemisia schmidtiana*، *Delosperma 'Kelaidis'*، *virens* و *Panicum virgatum* و ... در این بام سبز به کار رفته است.



شکل ۵. بام سبز کتابخانه عمومی دنور^۱

مدرسه هنر در سنگاپور

نمای شیشه‌ای ساختمان و پوشش گیاهی سقف مدرسه هنر، شاهکار برجسته‌ای را پدید آورده است که از گرما و حرارت خورشید کاسته و اجازه عبور نور و حرارت به فضاهای طبیعی رافراهم می‌سازد. دیوارهای شیشه‌ای بکار گرفته شده در ساختمان به سهولت تبادل دید بین داخل و خارج را ایجاد می‌کنند و باعث روشنایی کامل تمامی استودیوها و کلاس‌های درس به طور طبیعی در طول روز می‌گردند. پشت بام مدرسه هنر که این ساختمان را نسبت به دیگر ساختمان‌های سنگاپور متمایز ساخته است، این پشت بام دارای قوس‌هایی ظریف با پیچ و خم‌هایی زیباست که ساختمان را از میان ساختمان‌های دیگر محوطه دانشگاه جدا می‌سازد. خط ما بین گیاهان و چمن‌های سقف در نزدیکی

1. <https://lgdinc.com/denver-public-library-green-roof/>