

نقش بام و نماهای سبز از منظر پدافند غیرعامل نمونه موردی: نقش بدنه‌های سبز در شهر تهران

سید محمد مهدی صفوی^۱

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۹/۲۷

تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۳/۱۶

چکیده: از جمله اقداماتی که در حوزه معماری و شهرسازی با رویکرد پدافند غیرعامل می‌توان انجام داد، بهره‌گیری از فضاهای موجود در نما و بام ساختمان‌ها، جهت اعمال برخی تمهیدات پدافندی غیرعامل است. بام سبز که بام باغ، بام گیاهی و بام زیستی نیز نامیده می‌شود، یک بستر مهندسی‌ساز است که رشد گیاه را در بام و نما میسر می‌سازد و دارای محاسن گوناگون است. از این‌رو، در بسیاری از کشورهای جهان به‌خصوص در کشورهای شمال قاره آمریکا و کشورهای غرب اروپا، آیین‌نامه‌ها و ضوابط اجرایی در خصوص بدنه‌های سبز تدوین شده است و به صورت دستورات عمل اجباری در برخی شهرها لحاظ می‌گردد. حال آن‌که در کلان‌شهری با خصوصیات تهران، فقدان این موضوع به روشنی ملموس است. دستیابی به مواردی چون استتار، اختفا و فریب، ذخیره‌سازی انرژی (مدیریت مصرف)، پایداری ساختمان‌ها، بهره‌گیری از زیبایی، فرم‌دهی و تغییر شکل، همسان‌سازی با محیط‌های اطراف، انعطاف‌پذیری در تغییر شکل، کنترل برخی پی‌آمدهای طبیعی (سیل، روان‌آب‌ها و امثال آن)، صیانت از محیط زیست، جلوگیری از آلودگی روان‌آب‌ها، بالا بردن سرانه فضای سبز، تعدیل فضای روانی جامعه، ایجاد عایق صوتی و گرمایی، بالا بردن عمر ایزولاسیون بام و نما، کاهش مصرف انرژی، بهره‌گیری از چرخه تولید مواد غذایی، تلطیف هوا (کاهش دی‌اکسیدکربن و افزایش اکسیژن)، کنترل آسیب‌های ناشی از وزش طوفان و تگرگ و باران‌های سیل‌آسا و امثال آن، از جمله دستاوردهایی است که نتیجه اجرای بام‌ها و نماهای سبز خواهد بود. در این تحقیق با رویکرد تفسیرگرایی و با روش توصیفی - تبیینی و با ماهیت کاربردی با بررسی اسناد و مدارک به معرفی سطوح سبز و مزایای عمومی آن، که بیشتر در حوزه پدافند نرم است، و نیز مزایای اختصاصی آن در حوزه پدافند غیرعامل و نقش آن در کلان‌شهری چون تهران پرداخته می‌شود. واژگان کلیدی: بام سبز، نمای سبز، پدافند غیرعامل، پایداری، شهر تهران.

The Role of Green Roofs and Facades from the Passive Defense View, the Case of Green Bodies in the City of Tehran

S.M.M.Safavi¹

1- Ph.D. student in Architecture, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

From among the measures that can be taken in the field of Architecture and Urban Planning with the view of Passive Defense, are the utilization of the spaces in the indexes and the roofs of the buildings, in order to take advantage of the passive defensive regulatory actions. Green roofs – also called Herbal roofs or live roofs – are engineering based products, which makes it possible for herbs to grow on the roof or the index of a building and provide us with their efficiencies. Thus, today, in many countries in the world, specially North American and West European countries, regulations and policies are written for Green Bodies, which in some cities have become laws to be observed in constructions. Now, we can obviously feel this gap in planning for a large city like Tehran. Camouflaging, hiding, deceit, energy saving, consumption management, buildings stability, beauty, shaping, flexibility in shaping, normalization with the environment, natural disaster controlling, saving the environment, controlling the pollution of the streams, higher parks growth rate, psychological modification of the society, weather and sound proofing of the building, lifetime improvisation of roofs and indexes isolation and oxygen production are the benefits of using such technologies in our societies. We will introduce different kinds of green bodies along with their details and social benefits, which belong to the field of Soft Defense and their specific benefits in Passive Defense alongside their roles in a large city like Tehran.

Keywords: Green roof , Green bodies , Passive Defense , Sustainability.



۱- مقدمه

با توجه به آن که احداث بام سبز در برنامه‌ریزی شهری بیشتر شهرهای پیشرفته جهان به صورت یک دستورالعمل اجرایی در ساختمان‌سازی درآمده است، لزوم استفاده از انرژی‌های پاک، توجه به محیط زیست و ساکنان زمین در گستره زمانی نامحدود، ضروری به نظر می‌رسد. امروز در آلمان به طور تخمینی ۱۰٪ از خانه‌ها دارای بام سبزند. در شهر توکیو برنامه توکیو ۲۰۰۰ در آوریل ۲۰۰۱ وارد عمل شد. در این برنامه بام قابل استفاده ساختمان‌های جدید با متراژ بیش از ۱۰۰۰ مترمربع، باید دارای ۲۰٪ فضای سبز باشند. بام سبز در برنامه‌ریزی شهری شمال آمریکا در شهرهایی مثل شیکاگو، پرتلند، اورگن و تورنتو کانادا مؤثر بوده و در نظر گرفته می‌شود. در شیکاگو ۳۰۰۰ متر مربع بام سبز در بالای شهرداری آن قرار گرفته است. قانون ذخیره‌سازی انرژی شیکاگو در سال ۲۰۰۲ تصویب شد و مقرر گردید ساختمان‌سازی جدید باید دارای بام سبز یا بام فتوولتیک (P.V) باشد. در ونکوور افزایش جمعیت باعث افزایش ناپایداری در دو زمینه مصرف انرژی و افزایش فاضلاب است و متخصصین تشخیص داده اند که تکنولوژی بام سبز به حل این دو موضوع کمک خواهد نمود. کاهش آلودگی ناشی از فاضلاب و افزایش میزان اکسیژن لازم برای انسان از اثرات مثبت بام سبز محسوب می‌شود. از آن جا که پیشینیان در طول زمان از ویژگی‌های این نوع بام بهره جستند، استفاده از آن در محیط شهری ضمن جذب سر و صدا و تعدیل دما با کاهش مصرف انرژی همراه است. بام‌های سبز با تولید مواد غذایی گیاهی و تثبیت خاک، یک سیستم پایدار را ایجاد می‌کنند. تحقیق و سرمایه‌گذاری در تکنولوژی بام سبز مهم‌ترین روشی است که به شهرهای ما اجازه رشد و توسعه و حفاظت از حیات بشر و محیط زیست را می‌دهد. به نظر می‌رسد، زمان آن رسیده است که ایران نیز در مقیاس کلان شهرهایی چون تهران در این راستا گامی بردارد.

البته در این مقاله سعی در بهره‌گیری از این پتانسیل در راستای تمهیدات پدافندی غیرعامل است و ضمن ارائه فواید عمومی (شهری) و اختصاصی (تک‌بنا) به مزایای پدافند غیر عاملی بام سبز و جزئیات اجرای آن نیز خواهیم پرداخت.

۱-۱- تعاریف پایه

بام سبز: بام سبز که بام باغ، بام گیاهی و بام زیستی نیز نامیده می‌شود، یک سیستم مهندسی‌ساز است که رشد گیاه را در بام میسر ساخته و درعین حال از بام محافظت می‌کند.

بام سبز یک سطح زنده از گیاهان رویشی در لایه خاک بر بام است. لایه‌ای خاک کم‌عمق یا ضخیم همراه با پوشش لایه زیرین خاک که در بخش عناصر و جزئیات بام سبز به آن اشاره خواهد. گاه این پوشش همراه با حفاظ ریشه‌ای و اغلب با یک لایه زهکش در زیر آن همراه است و عموماً گونه‌های گیاهان مقاوم در برابر خشکی در آن رشد می‌یابند.

پدافند غیرعامل: هر اقدام غیرمسلحانه‌ای که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی، ساختمان‌ها، تأسیسات، تجهیزات، اسناد و شریان‌های کشور در مقابل تهدیدات انسان‌ساز گردد، پدافند غیرعامل خوانده می‌شود (پدافند غیرعامل، ۱۳۸۸). البته تعاریف دیگری نیز در منابع گوناگون تدوین گردیده، اما دامنه و گستره این تعریف جامع و کاملتر است. گرچه می‌توان این دامنه را گسترش داد و اقداماتی را که سبب کاهش تهدیدات می‌شوند نیز در حوزه دفاع غیرعامل دانست.

(CCD): استفاده و بهره‌برداری از اقلام، تجهیزات و روش‌هایی برای پنهان نمودن، همگون‌سازی، تغییر شکل، شبیه‌سازی، ایجاد طعمه فریبنده و حذف شکل منظم هندسی اهداف در جهت ممانعت از کشف و شناسایی نیروها، تجهیزات، تأسیسات، فعالیت‌های خودی توسط سامانه‌های آشکارساز و حساسه دشمن (پدافند غیرعامل، ۱۳۸۸) را گویند.

خانه‌های اسپانیولی مکزیک در قرن ۱۶ و ۱۷ وجود داشتند.

پیشینه معاصر

در معماری و شهرسازی معاصر، «لوکوربوزیه اولین فرد در قرن بیست بود که سقف سبز فراموش شده را مجدداً به کار گرفت» (طوفان، ۱۳۸۸) و «پنج اصل را برای ساختمان‌های مدرن معرفی کرد که عبارتند از:

- مرتفع ساختن بنا نسبت به زمین به کمک ستون
- بام مسطح و باغ روی بام
- پلان آزاد
- پنجره‌های طویل افقی و سرتاسری
- نمای آزاد و استفاده از سقف کنسول (قبادیان، ۱۳۸۹)

لوکوربوزیه عقاید مطرح شده خود را در طرح ویلا ساووا در پوآسی در شمال پاریس (۱۹۲۸-۳۰) به نمایش گذارد.



تصویر ۲- بام و نمای ساختمان ویلا ساووا

به نظر می‌رسد از نیمه قرن بیستم تا کنون، مردم و عرف ساخت و ساز محلی- منطقه‌ای شمال اروپا، مخصوصاً در آلمان، سوئیس، اتریش و منطقه

۱-۲- پیشینه بام سبز

پیشینه تاریخی

بام‌های سبز و بدنه‌های سبز پدیده‌های جدیدی نیستند. آن‌ها به وسیله تجربه و تکنیک‌های ساختمانی کارآمد، طی صدها و حتی هزاران سال، در بسیاری از کشورها مطرح شده‌اند و اساساً به دلیل کیفیت عایق بسیار خوب، از ترکیب گیاه و لایه خاک، ایجاد می‌شوند. آن‌ها در اقلیم‌های سرد، کمک به حفظ گرمای درون ساختمان و در آب و هوای گرم، کمک به جلوگیری از نفوذ گرما به درون ساختمان می‌کنند. اولین بام سبز گزارش شده در تاریخ بشری باغ‌های معلق بابل در ایران باستان است. این باغ‌ها از عجایب عالم و از شاهکارهای معماری بودند. این باغ‌ها به روایتی دارای ۵ تراس مطبق بودند.



تصویر ۱- باغ‌های معلق بابل

در مغازه‌های شهر پمپئی^۳ گیاهان رونده بر روی بالکن‌های طبقه فوقانی رشد کرده بود، و پلینی^۴ مورخ قدیمی، درباره ایجاد بام‌های سبز این شهر مطالبی نگاشته است.

همچنین رومی‌ها بالای بناهای ملی، مثل آرامگاه‌های آگستوس^۵ و هادریان^۶، درخت می‌کاشتند. وایکینگ‌ها نیز دیوارها و سقف‌های خانه‌هایشان را با پوشش سبز در برابر باد و باران حفاظت و گاه از گیاه دریایی (جلبک)، برای عایق‌بندی بام‌ها، استفاده می‌کردند.

در دوران رنسانس^۷، باغ‌های پلکانی شیب‌دار و بام‌های سبز در شهر زنون^۸ به صورت عرف دیده می‌شد. همچنین نماهای سبز در کشورهای هندوستان و در برخی



اسکاندیناوی مفهوم و ایده بام و بدنه‌های سبز را به صورت گسترده پذیرفته‌اند.

در اوایل ۱۹۶۰ فناوری‌های بام سبز در تعداد زیادی از کشورها، خصوصاً سوئیس و آلمان به سرعت رشد کرد. در ۱۹۷۰، وجه مهمی از پژوهش‌های تخصصی در خصوص مؤلفه‌های گوناگون فناوری پوشش بام سبز انجام شد. این مطالعات شامل عوامل جلوگیری از نفوذ ریشه، غشاها و پوسته‌های ضد آب، زهکشی و گیاهان و پوشش‌های گیاهی با وزن کم بود. «در کشور آلمان در سال ۱۹۸۰، به سرعت توسعه شرکت‌های عرضه بام سبز، سالانه ۱۵ تا ۲۰ درصد افزایش یافت. در ۱۹۸۹، یک میلیون مترمربع بام سبز در آلمان وجود داشته که در ۱۹۹۶، این عدد به ده میلیون مترمربع افزایش یافت. این رشد عظیم تا درجه زیادی به وسیله مشوق‌ها و محرک‌های قانون‌گذاری دولت ایجاد شد. شهرداری‌ها ۳۵ الی ۴۰ مارک برای هر متر مربع بام سبز، اعطا می‌کردند» (Wpeck, 1999).

دیگر مناطق و شهرهای اروپایی نیز، روش‌ها و حمایت‌های مشابهی را در آیین‌نامه‌ها و مقررات و برنامه‌ریزی‌های منظم در این خصوص، با چندین مقیاس بر اساس اندازه وسعت شهرها، اتخاذ نموده‌اند. «در شهر وین اتریش^۹ یارانه‌هایی برای این موضوع فراهم شد. و برای ایجاد بام سبز، در سه مرحله پروژه یعنی طراحی، اجرا و سه سال بعد از اجرا (به منظور اطمینان از نگهداری مناسب و استفاده از فضای سبز بام)، این یارانه‌ها اعطا می‌شود» (Wpeck 1999).

در شهر اشتوتگارت^{۱۰} آلمان، در آیین‌نامه شهری ۱۹۸۹، به الزام داشتن و اجرای بام سبز علفی بر روی همه ساختمان‌های صنعتی اشاره شده‌است. یک آیین‌نامه مشابه نیز در شهر مانهایم^{۱۱} آلمان وضع شده است که انگیزه اصلی آن در شهرداری، حمایت و همکاری برای بهتر کردن کیفیت و مدیریت بر افزایش کمیت بام سبز بوده‌است. به طور کلی، خط مشی دولت‌ها و برنامه‌ریزان در اروپا، حمایت از ایجاد صنعتی جدید، برای تأمین نیازهای مالی، پژوهشی، اجرا و نحوه نگهداری صنعت بام سبز است. در آلمان، فرانسه، اتریش، نروژ، سوئیس و دیگر مراکز اروپا، بام‌های سبز یک موضوع پذیرفته شده

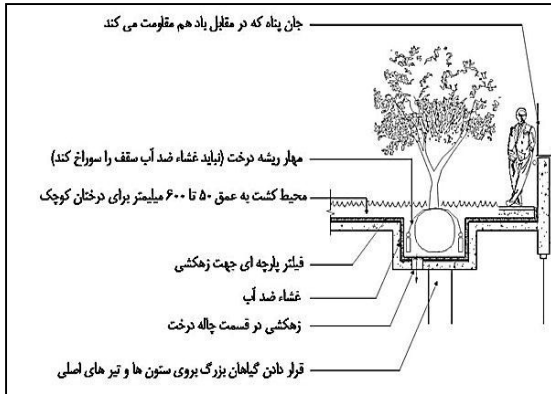
در صنعت ساختمان‌سازی و مورد استقبال در مناظر شهری شده‌است. به نظر می‌رسد یکی از رویکردهای برنامه‌ریزان در کشورهای غربی در توسعه بام‌های سبز توجه عمیق به مبحث پدافند غیرعامل است. رویکرد این کشورها به مقوله پدافند غیرعامل بسیط است و دفاع غیر عامل را تنها در حوزه نظامی نمی‌دانند و «وظیفه‌ای می‌دانند که باید با همکاری شهروندان انجام شود» (www.paydarymelli.ir) و نیز «شرکت اشخاص در دفاع غیر عامل خدمتی عامل‌المنفعه به جامعه محسوب می‌شود» (همان).

در کشور ایران نیز استفاده از بدنه‌های سبز به طرز سنتی و بومی کاربرد داشته است. استفاده از درختان مو (انگور) و گیاهان رونده، همواره در بسیاری از بناها در مناطق مختلف دیده می‌شود. «ایجاد بام سبز طی دهه‌های اخیر به صورت پراکنده، بر حسب سلیقه معمار یا کارفرما در معماری معاصر ایران رویت می‌شود؛ اما به دلیل فقدان آیین‌نامه و محرک‌ها و مشوق‌های دولتی در این زمینه، تاکنون این امر به صورت برنامه‌ریزی گسترده و مدون شده، محقق نشده است» (شرقی، ۱۳۸۴).

۱-۳- انواع بام سبز

یکی از سطوح اصلی نما، بام ساختمان است که می‌توان آن را نمایی پنجم ساختمان نامید. اصل معماری مدرن لوکوربوزیه نیز «بام مسطح و باغ روی بام» (قبادیان، ۱۳۸۹) است. اصولاً «خاک نقش مهمی در کاهش تأثیر یک انفجار مهیب دارد. دیوارهای خاک‌ریزی و بام‌های مدفون در کاربردهای نظامی بسیار مؤثر است و می‌تواند در بناهای مختلف مورد استفاده قرار گیرد. همچنین این راهکار و یا بام سبز در بهبود بازدهی انرژی ساختمان نیز بسیار مؤثر است.» (FEMA, 2003) و معمولاً «فضای سبزی در بحث نظامی اهمیت دارد که دارای کارکردی سازگار با طبیعت بوده و پایدار و استوار باشد» (پدافند غیر عامل، ۱۳۸۴).

ان در سه گونه گسترده^{۱۲}، متمرکز^{۱۳} و مدولار یا جعبه-گیاه^{۱۴} دسته‌بندی نمود.



تصویر ۴- جزئیات اجرایی سیستم متمرکز



تصویر ۵- تصاویری از بام‌های سبز گسترده

فیزیکی و شکل ظاهری اهداف و همگونی آن‌ها با محیط اطراف» (پدافند غیرعامل، ۱۳۸۴) در طرح‌های پدافند غیرعامل مدنظر است، بام سبز متمرکز بیشتر می‌تواند ما را در رسیدن به این اهداف یاری رساند.



تصویر ۶- تصویر از باغ بام



تصویر ۳- مجتمع‌های مسکونی نیاوران ساختمانی در خیابان شهید مطهری

بام سبز گسترده

بام سبز گسترده متشکل از یک یا دو نوع گیاه و محیط کاشت کم‌عمق است و معمولاً این سیستم برای زمانی که حداقل بار وزن مدنظر باشد به کار گرفته می‌شود و به طور اخص، فقط پرسنل نگهداری و تعمیر به این نوع بام‌ها دسترسی دارند.

این نوع بام عموماً بر روی بام‌های مسطح و شیب‌دار احداث می‌شود و معمولاً از گیاهانی به ارتفاع ۴۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر بر آن‌ها استفاده می‌شود. حدود بار نهایی بام تقریباً بین ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم بر مترمربع در حالت اشباع (خاک اشباع از آب) است. برای بام گسترده واژه Green Roof نیز استفاده می‌شود.

بام سبز متراکم

این نوع بام با نام باغ بام^{۱۵} نیز شناخته می‌شود، که شامل انواع مختلفی از گیاهان است و مشابه یک پارک، طراحی می‌شود. برخی از این بام‌ها دارای درختان بزرگ، آب‌نما و حتی استخر هستند که این موضوع نیازمند ساختار سازه‌ای مستحکم و محاسبات مجزا برای این منظور است به خصوص که عموماً دسترسی و استفاده از بام این بناها بسیار است. با توجه به آنکه «بهره‌گیری از پوشش گیاهی انبوه به منظور استتار و اختفا، کوچک‌سازی تغییر ساختار



۱-۴- مدولار یا جعبه گیاه

در این روش گیاه در جعبه‌های مخصوصی که تمام یا بیشتر بام سبز را می‌پوشاند، نگهداری می‌شود. باید توجه داشت در صورت بهره‌گیری از این روش، می‌بایست گلدان‌ها در مکان خود تثبیت شوند که در مقابل آثار و موج انفجار پرتاب نگردند. در جدول شماره ۱ مزایا و معایب بام سبز گسترده و متراکم مقایسه گردیده است.

۲- فواید معماری و شهری بام سبز

فواید معماری، مزایایی است که منحصر به ساکنین ساختمان‌های دارای بام و بدنه سبز است؛ اما فواید شهری مزایایی در وسعت شهر است. همگی این مزایا در پایداری معماری و شهرسازی نقش مؤثر دارند.

۲-۱- فواید معماری بام سبز

فواید معماری تمهیدات بام سبز در CCD^{۱۶} استتار^{۱۷} از پوشش فضای سبز مواد طبیعی، در قالبدرخت و درختچه و گیاهان زمینی می‌توان به عنوان عوامل استتار بهره‌برداری نمود؛ زیرا «گیاهان، طبیعی‌ترین و ماندگارترین مصالح استتار هستند» (پدافند غیرعامل، ۱۳۸۵) و اگر این «مواد طبیعی، به طور صحیح مورد استفاده قرار گیرند، یک پوشش و مانع خوبی در مقابل دید مستقیم و عکس‌های هوایی ایجاد می‌کنند» (پدافند غیرعامل، ۱۳۸۸).



تصویر ۷- جزئیات اجرایی سیستم مدولار یا جعبه گیاه

«مهم‌ترین عنصر فضای سبز که در طرح‌های استتار نقش دارد فرم و شکل ظاهری درخت و برگ‌های آن است؛ به طوری که با زیبایی بصری ابتدا نقش انحراف

در چشم‌انداز، زمینه دید را به وجود می‌آورد و پس از خطای دید و پس زمینه طرح را برای فرد بیننده به‌وجود می‌آورد» (پدافند غیرعامل، ۱۳۸۵).

خاصیت ویژه گیاهان اعم از زنده یا مرده (کلروفیل موجود در برگ‌ها، فرم شاخه‌ها) می‌تواند پوشش ظاهری ساختمان‌ها را غیر از آن چه در بطن آنها وجود دارد، ارائه نماید.

اختفا^{۱۸}: پنهان‌سازی فضاها و کالبد ساختمان‌ها (به خصوص مکان‌های با درجه امنیتی و ایمنی بالا) از اموری است که پیوسته مورد دغدغه بهره‌برداران این مکان‌ها بوده‌است. یکی از روش‌های مرسوم در پنهان‌سازی، بهره‌گیری از پوشش فضای سبز است. «جهت کارایی بیشتر طرح اختفا بهتر است همزمان با ساخت مراکز حیاتی و حساس فضای سبز نیز ایجاد گردد» (پدافند غیرعامل، ۱۳۸۵).



تصویر ۸- استتار و اختفای مکان‌های با درجه اهمیت (عباسپور، ۱۳۸۴)

مستتر نمودن فضاها با درجه برزندگی بالا و کاهش درجه اهمیت و هضم این فضاها به عنوان کارکرد اصلی در یک فضایی بزرگتر با کارکرد غیر اصلی (فضای انحرافی) از مواردی است که تحت عنوان اصل اختفا مورد توجه طراحان و کاربران بوده است.

فریب^{۱۹}

«یکی از اهداف انجام عملیات فریب با استفاده از فضای سبز، منحرف کردن تفکرات دشمن در زمان عملیات شناسایی است» (پدافند غیرعامل، ۱۳۸۵).

نمایش فضای غیر واقعی از یک زیرساخت با کارکرد مشخص با هدف انحراف برداشت توسط تجهیزات

یکسان سازی فضاها

ایجاد یک منطقه یا مجموعه با چیدمان‌های مختلف از کارکردهای متنوع به صورت کالبد یکپارچه با پس‌زمینه هموژن می‌تواند در برداشت افراد غیر مجاز ایجاد اختلال نماید. از روش‌های مرسوم در این رابطه ایجاد تغییرات مدیریت شده در فرم، شکل، نوع دسترسی و نمود ظاهری به روش‌های مختلف از جمله بهره‌گیری از پوشش فضای سبز است.

سنجشی یا حتی دید چشمی تحت عنوان امر فریب مورد توجه کاربران در طول زمان بوده است.

ایجاد فضاهای تکراری و مخدوش نمودن فضای واقعی و کارکرد اصلی در این مجموعه‌ها به روش نوع چیدمان و بهره‌گیری از عوامل و انواع گیاهان به طریقی که امکان تشخیص کارکرد اصلی از نمود ظاهری فضا قابل تشخیص نباشد، از دستاوردهای این موضوع است.

جدول شماره ۱- مزایا و معایب بام سبز گسترده و متراکم

سقف سبز متمرکز	سقف سبز گسترده	
سقف عمیق، دارای سیستم آبیاری، برای کاشت بیشتر گیاهان مناسب است.	خاک کم عمق، بدون آبیاری یا آبیاری کم، برای هر گیاهی مناسب نیست.	شرح مختصر
<ul style="list-style-type: none"> - تنوع بیشتر در استفاده از گیاهان و محل سکونت - دارای ویژگی‌های عایق بسیار خوب - می‌تواند مشابه یک باغ طبیعی باشد. - می‌تواند بسیار جذاب ساخته شود. - معمولا در دسترس است. - بهره‌برداری متنوع از بام (برای سرگرمی، رویش گیاهان خوراکی، فضای باز) - برای تأمین اهداف دفاع غیرعامل بسیار مناسب است. 	<ul style="list-style-type: none"> - وزن اندک بر روی بام - مناسب برای سطوح با شیب صفر تا ۳۰ درجه - مراقبت و نگهداری کم - اغلب سیستم آبیاری و زهکشی نیاز ندارند. - مهارت و تخصص کمی ((در ایجاد و نگهداری)) نیاز دارند. - به دلیل وزن سبک و تمهیدات اندک برای بناهای موجود قابل استفاده است. - نسبتا ارزان است. - بیشتر حالت طبیعی دارد. - برای ایجاد و نگهداری در شرایط گوناگون، به آسانی قابل برنامه‌ریزی است. - برای تأمین اهداف دفاع غیرعامل مناسب است. 	مزایا
<ul style="list-style-type: none"> - بارگذاری زیاد وزن بر بام و تبع آن بر سازه ساختمان - نیاز زیاد به سیستم‌های آبیاری و زهکشی و - تأمین آب، مواد (خاک مناسب) و ... دارد. - پر هزینه است. - سیستم‌های کامل و حرفه‌ای برای ایجاد و نگهداری نیاز دارد. 	<ul style="list-style-type: none"> - محدودیت در انتخاب گیاهان - معمولا برای سرگرمی و کاربری‌های دیگر قابل استفاده نیست. - ظاهر زیبایی ندارد؛ مخصوصا در زمستان. 	معایب



فرم‌دهی به ساختمان‌ها

از جمله راهکارهای انحراف در برداشت و عدم تطبیق اطلاعات در زمان‌های مختلف، تغییر فرم هندسی ساختمان‌هاست. این امر نیز توسط پوشش گیاهی یا ایجاد فیزیک تغییر یافته از آن چه در گذشته بوده است، منتهی کاملاً تحت کنترل و مدیریت شده، عملی می‌گردد. حتی می‌توانیم فرم ظاهری پلان، ورودی‌ها و دسترسی‌ها را نیز تغییر دهیم.

بهره‌گیری از فضای سبز به عنوان جاذب امواج

می‌دانیم که تمامی اجسام و موجودات متناسب با وضعیت طبیعی و حتی کارکرد مصنوعی خود طیف وسیع و مختلفی از امواج را از خود متصاعد می‌نمایند. برداشت و سنجش این امواج بهره‌بردار را به نوع کارکرد و حتی تشخیص فضای داخلی شیء یا مجموعه راهنمایی می‌کند. «فضای سبز در شناسایی زمینی و هوایی با باندهای مرئی دارای قابلیت مؤثر بود و می‌تواند نقش مؤثری در تأمین اهداف اولیه (استتار، اختفا، و فریب) اجرا نماید» (پدافند غیرعامل، ۱۳۸۵). لذا با توجه به امواج شناخته شده فیزیکی می‌توان متناسب با نوع طیف آن‌ها از این گونه پوشش‌ها جهت حذف کامل یا کاهش یا انحراف این امواج بهره‌گیری نمود.

جاذب امواج الکتریکی و مخابراتی

با توجه به این‌که این‌گونه امواج از محل کارخانه‌های صنعتی، مراکز علمی، آزمایشگاه‌ها، مقرهای نظامی و انتظامی ساطع می‌شود و به طور طبیعی این گونه مکان‌ها در دایره هدف بهره‌برداران غیر مجاز قرار دارند و از طرف دیگر هدایت امواج الکتریکی و مخابراتی جهت این‌گونه مجموعه‌ها در قالب (بعد، فاصله و بازخورد عملکردی) نیز در چارچوب بهره‌برداری افراد غیرمجاز قرار می‌گیرد. هرگونه اختلال در این امر موجبات گمراهی یا عدم موفقیت را فراهم می‌نماید. یکی از راه‌های ایجاد اختلال، بهره‌گیری از پوشش‌های جاذب این امواج از جمله پوشش گیاهی است.

جاذب امواج حرارتی

از دیگر عوارض بروز یافته از ساختمان‌ها و مکان‌های مسکونی، اداری، صنعتی، تجهیزات خاص به خصوص

تونل‌ها، ساختمان‌های زیرزمینی، مخازن مدفون و خطوط حمل و نقل زیرزمینی؛ اختلاف دمای این مجموعه‌ها با فضاهای اطراف آن‌هاست.

از راهکارهای ایجاد اغتشاش در انعکاس امواج حرارتی، بهره‌برداری از پوشش عایقی مناسب از جمله پوشش گیاهی جهت تنظیم و تعدیل این اختلاف دما می‌باشد.

جاذب امواج لیزری

امواج ساطع شده لیزری از تجهیزات هدف‌یابی و هدف‌گیری، بایستی ضمن برخورد با هدف در قالب یک موج بازتاب مجدداً به مبدا خویش یا برحسب زاویه تنظیم شده به نقطه خاصی هدایت شود. می‌دانیم بخارآب، رطوبت و آئروسول‌های موجود در فضا می‌تواند جاذب این امواج باشد، یا وجود کامل آن‌ها را جذب کند، یا میزان انعکاس را کاهش و یا زاویه تابش را تغییر دهد. از این رو بهره‌گیری از پوشش گیاهی در این حوزه نیز کارساز است.

ذخیره سازی و کنترل انرژی

از جمله موضوعات اساسی در بهره‌برداری از ساختمان‌ها بحث تأمین انرژی گرمایشی و سرمایشی متناسب با فصول سال و اقلیم منطقه (تأثیرپذیری از دمای محیط) است. کنترل این وضعیت و ایجاد شرایط تعدیل دما به صورت مدیریت شده، از اموری است که به عنوان یک اصل مهندسی در طراحی، ایجاد و بهره‌برداری پذیرفته شده است.

هزینه‌های اقتصادی مرتب بر این امر طراحان و بهره‌برداران را به شدت به سمت یافتن راه‌های کاهش تلفات انرژی یا حذف ورودی و خروجی ناخواسته دما سوق داده است. بررسی‌های به عمل آمده حاکی از نقش اقتصادی بام سبز در کاهش هزینه‌های گرمایش و سرمایش است، به طور مثال «در کانادا یک خانه یک طبقه با بام سبز مورد مطالعه قرار گرفت و مشخص شد که بام سبز موجب کاهش ۲۵٪ انرژی سرمایش در تابستان شده است» (Wpeck, 1999).

دمای بام پوشیده از قیرنفتی سیاه به‌آسانی تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد در تابستان افزایش می‌یابد. وقتی که بام به وسیله لایه‌ای از خاک و گیاهان سایه‌انداز

عایق صوتی

بام پوشیده با خاک و گیاهان و نماهای سبز می‌تواند عایق و جاذب صوتی بسیار خوبی باشد.

فضاهای مطبوع و تفریحی

بام سبز فضاهای طبیعی و زیبایی برای تفریح فراهم می‌سازد. به خصوص بام‌های سبز متمرکز که امکان کاشت درختان در آن میسر است و محیط بام شبیه باغ یا پارک است و حتی می‌توان از آب‌نما و استخر نیز در آن استفاده کرد.

تولید غذا

کاشت درختان مثمر و گیاهان خوراکی و دانه‌های نباتی و بهره‌برداری از آثار جنبی فضای سبز (پرورش زنبور عسل و امثال آن) و ایجاد اشتغال‌زایی در جامعه را می‌توان از مزایای این طرح بر شماری نمود. «بام سبز با طراحی خوب می‌تواند دارای گیاهان و سبزی‌های رایج در باغچه‌های سنتی باشد. هتلی در ونکوور کانادا سبزی‌های خود را روی بام سبز هتل پرورش داده و با این روش در هزینه غذای آشپزخانه خود ۳۰۰۰ دلار در سال صرفه‌جویی کرده است» (Wpeck, 1999).

کاهش هزینه‌های نماسازی

تأثیر نمای این‌گونه جزء سطوح پرهزینه ساخت و ساز است. استفاده از نماهای پوشیده از گیاهان در کاهش هزینه‌های ساختمانی تأثیر به‌سزایی دارد و معمولا دیوارها و بام‌های بتنی برای این منظور مناسبند، ضمن آن‌که «بدنه‌های بتن‌آرمه جزء ایمن‌ترین سطوح در مقابل انفجار و آثار ناشی از آن هستند» (FEMA, 2003).

کنترل تابش نور خورشید

یکی از مزایای بدنه‌های سبز کنترل تابش و جهت‌دهی به نور خورشید در فصول مختلف است.

کنترل موج انفجار

کنترل و جلوگیری از پراکندگی اشیاء و ملحقات جنبی ساختمان (کانال‌ها، پنجره‌ها، شیشه‌ها و امثال آن) در زمان بروز حوادث از مزایای بام‌ها و بدنه سبز است.

پوشانده شود دمای سطح بام از محیط اطرافش بالاتر نخواهد شد. به‌علاوه گیاهان و خاک همراه با تبخیر، اثر برودتی داشته و هوای مرطوب باعث می‌شود تنفس راحت‌تری انجام پذیرد. و همچنین ایجاد پوشش مناسب که در عین زیبایی، امر عایق‌کاری به صورت طبیعی یا مصنوعی را به همراه داشته باشد، پیوسته مورد توجه طراحان بوده است. لذا می‌توان از خاصیت عایقی ایجاد شده توسط پوشش فضای سبز در بام یا نما یا حتی همجواری مجموعه‌ها به عنوان عاملی جهت کنترل سرمایش در تابستان و گرمایش در زمستان در داخل و به طور بالعکس از خارج به داخل بهره‌برداری نمود.

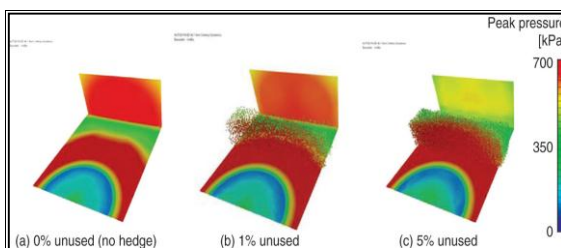
کاهش مصرف آب

کاهش مصرف آب به عنوان یکی از عوامل اصلی انرژی از مزایای استفاده از بام سبز است. بام سبز به عنوان اولین لایه بر زمین نسبت به ذخیره‌سازی آب در لایه زهکش خود اقدام می‌کند و آب ذخیره شده به مرور در اختیار گیاهان قرار می‌گیرد. ضمناً در شهری مانند تهران که سرانه مصرف آب در تابستان برای مصارف خنک‌کردن ساختمان‌ها بسیار بالاست، بام‌های سبز به دلیل تأثیر در کاهش دمای ساختمان و تعدیل دما، سبب کاهش مصرف آب می‌شوند.

حفاظت از پوسته بام

بام سبز می‌تواند طول عمر پوسته بام را از طریق حفاظت در مقابل اشعه فوق بنفش و در پی آن انبساط و انقباض ناشی از نوسانات حرارتی افزایش دهد. بیشتر بام‌ها - بام‌هایی که از محصولات قیر عایق شده‌اند - هر ۱۵ تا ۲۰ سال باید نوسازی و تعمیر اساسی شوند، اما بسیاری از «بام‌های سبز در آلمان تا ۴۰ سال بدون نیاز به هیچ تعویضی عمر کرده‌اند. افزایش عمر متوسط بام موجب صرفه‌جویی در هزینه‌ها و انرژی می‌گردد. به این ترتیب مواد، انرژی و پول ذخیره و ضایعات کمتری تولید می‌شود.» (Wpeck, 1999).

زمانی که موج انفجار به گیاهان برخورد می کند بخشی از آن مستهلک و منکسر می گردد. (N.Gebbeken, 2010)



تصویر ۹- مدل های تحلیلی تاثیر گیاهان در کاهش شدت موج انفجار (N.Gebbeken, 2010)

۲-۲- جمع بندی مزایای معماری

مزایای متنوعی برای بناهای بهره مند از بام و بدنه های سبز ارائه گردید و در مجموع اگر بام سبز به طور گسترده تر برای واحدهای همسایگی، سلول های شهری و کل شهر مدنظر باشد، می تواند این مزایا تعمیم یابد و در کل شهر اثرگذار باشد. به طور مثال با توجه به آن که بسیاری از ابنیه حساس و حیاتی، خواسته یا ناخواسته، درون شهرها واقع شده اند، یکسان سازی و فرم دهی فضاها با گسترش در واحد همسایگی به وسیله بام و نمای سبز ارجح است.

۲-۳- فواید شهری

مقابله با سیلاب و حفاظت از سیستم فاضلاب

از آنجا که سطح بام جایی است که باران زیادی بر آن می بارد، باید همان جا به آن توجه شود. مقادیر زیادی آب روی بام سبز می ماند و مورد استفاده گیاهان واقع می گردد و سپس تبخیر می شود، بنابراین معمولا هرگز وارد فاضلاب نمی شود. اگر باران زیادی در زمان کوتاه تر بیارد، بام سبز با آب اشباع خواهد شد، اما زمان مطلوبی، تأخیر وجود دارد تا آب مازاد بام خارج گردد.

یکی از مهم ترین اثرات بام سبز توانایی حفظ و نگهداری آب باران در هنگام طغیان های ناشی از بارش باران های شدید است. ناودانی ها و مجاری فاضلاب در شهرها باید آنقدر وسعت داشته باشد که حریف مقادیر زیاد آبی که فرو می ریزد، باشد. هرچه سطوح از مواد

سخت تر و رطوبت ناپذیرتری ساخته شده باشد، آب کمتری می تواند به طور طبیعی در خاک نفوذ کند، به این معنی که مجاری فاضلاب بارسنگین تر و بیشتری را دریافت می کند. «فاضلاب مسأله ای مهم در آلودگی آب است. بام سبز ۷۵٪ از بارش یک اینچی باران را دریافت می کند و سیستم های مجاری فاضلاب را آرام می سازد» (Wpeck, 1999). کانال آبراه از پشت بام به مجاری فاضلاب موجب جاری شدن فاضلاب روی پیاده رو می شود که آلودگی بالایی به همراه دارد. «طی بارش شدید، مجاری فاضلاب بیشتر شهرها دچار مشکل می شوند و تأسیسات گندزدایی نیز با خدشه مواجه می شود. (اگر آب مجاری فاضلاب به وسیله باران شدید خیلی رقیق شود فرآیندهای شیمیایی و میکرو بیولوژیکی حساس گندزدایی، دچار اختلال خواهد شد). بام سبز تأثیر به سزایی در کاهش آلودگی و کنترل فاضلاب دارد» (Wpeck, 1999).

اکولوژی و تنوع زیستی محیطی

تکنولوژی امروز سبب ایجاد ضایعات گسترده در طبیعت محیط زیست و خارج کردن چرخه های آن از تعادل شده است، که حاصل آن جز نابودی انسان به عنوان عنصری از این چرخه نیست. طبیعت، نیروها و عناصر خود را برای بازسازی آسیب های طبیعی و حتی انسانی به کار می گیرد، اگر چه ممکن است این بازسازی سال ها به درازا بکشد. البته اگر سرعت تخریب عامل انسانی با استفاده از تکنولوژی، بیشتر از سرعت آرام و متین طبیعت در بازسازی آن باشد، تمام چرخه های آن از حرکت می ایستد و در پایان از بین می رود (برومند، ۱۳۷۰؛ خالدی، ۱۳۷۹).

از آن جا که بام سبز توان بالقوه ای در تامین زندگی و مسکن جانداران دارد، در زمینه شهرها می تواند تنوع زیست محیطی را احیا کند. به این منظور، انتخاب مواد و مصالح تا حد امکان باید طبیعی یا حداقل بازیافتی باشد و ملاحظات لازم درانتخاب گونه های گیاهی بومی متناسب با اکوسیستم منطقه رعایت شود و نیز لایه های زیر خاک می بایست مناسب برای زیست بی مهرگان باشند.

کاهش اثرات جزایر گرمایی شهرها

اصطلاح اثر جزیره گرمایی به اختلاف حرارت بین شهر و حومه آن اطلاق می‌شود. این اختلاف حتی می‌تواند تا ۱۰ درجه بین شهر و اطراف آن باشد. بام سبز با اثر جزیره گرمایی مقابله می‌کند و گیاهان محیط اطراف خود را از طریق چرخه طبیعی تبخیر-تعرق، خنک می‌سازند.

تصفیه هوا

گیاهان بام سبز با جذب دی‌اکسیدکربن و تولید اکسیژن موجب تصفیه هوا می‌شوند. «۱/۵ مترمربع علف سبز اکسیژن کافی سالانه یک شخص را فراهم می‌سازد. یک متر مربع از بام سبز علفی می‌تواند، ۲۰۰ گرم از ذرات معلق هوا را در سال حذف نماید» (Wpeck, 1999).

این موضوع در شهر تهران بسیار حائز اهمیت است، زیرا آلودگی هوا در این شهر عامل مهمی در بحران زیست‌محیطی است که هزینه‌های درمانی و اجتماعی زیادی در پی دارد و سبب تعطیلی برخی روزهای سال و تبعات زیان بار اقتصادی، سیاسی و اجتماعی آن می‌گردد.

کاهش، کنترل و ذخیره انرژی

بر اساس بند ۵-۱-۳ باید توجه داشت که انرژی معمولاً توسط منابع سوخت فسیلی و الکتریکی تأمین می‌شود که مستلزم تقبل هزینه است. هرگونه کاهش مصرف و تعدیل و مدیریت آن پیامد کاهش هزینه را به دنبال خواهد داشت که در نهایت اثر آن در صرفه‌جویی انرژی در مبادی تأمین مثل نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها مشاهده خواهد شد. این موضوع در زمان بحران نیز اهمیت زیادی دارد، زیرا تهدیدات مختلفی بر نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها مترتب است که سبب نقصان عملکرد و یا حتی قطع ارتباط با مجموعه شهری می‌شود. بنابراین یکی از مزایای بدنه‌های سبز توانایی کاهش مصرف انرژی در شهرهاست.

افزایش سرانه سبز

ایجاد بام‌های سبز سبب افزایش سرانه سبز، پوشش گیاهی و منظر زیبا برای افراد یک شهر می‌شود.

تأمین شرایط روانی مناسب در جامعه

ایجاد هنجارهای بصری و حذف ناهنجاری‌های محیطی که محصول آن ایجاد تعدیل روانی، آرامش و تلطیف محیط اجتماعی است، از دیگر آثار این رویکرد است. به خصوص در زمان بحران و ایجاد خسارات و ضایعات در زیرساخت‌های شهری، شرایط پایدار بام سبز از جمله اثرات روانی مثبت در جامعه است.

۳- نوع گیاه

یکی از عناصر مهم در طراحی بام و نمای سبز نوع گیاه مناسب است. نوع گیاه بر اساس اهداف طراحی، نوع بام سبز (گسترده، متمرکز و گلدانی)، ظرفیت سازه‌ای ساختمان و اقلیم منطقه انتخاب می‌گردد.

«گیاهان دارای رشد سریع مانند علف‌ها، درختان مو، بوته‌ها و درختان کوتاه که با وسعت زیاد و در همه‌جا رشد می‌کنند، می‌توانند برای پوشش و اختفای دائمی و یا نیمه‌پایدار تأسیسات مورد استفاده قرار گیرند. گیاهان تندرو و دارای رشد سریع و بومی غالباً مفیدترند» (پدافند غیرعامل، ۱۳۸۵).

معمولاً سدوم (گل ناز) در پوشش گیاهی بام‌های گسترده انتخاب می‌گردد. این مسأله موجب شکل‌دهی حصیر پوشش جالبی از گل‌ها می‌شود که چشم‌انداز آن با فصل‌ها تغییر می‌یابد.

«در مکان‌هایی که نرده‌گذاری، تورکشی و سیم‌خاردار و این‌گونه وسایل که دارای دید است، به‌منظور وسایل حفاظت استفاده شده، می‌توان از روش پوشش بوته‌های سبز بر روی آن‌ها استفاده کرد» و بر روی نماها «می‌توان از گیاهان بالا رونده (داردوست) استفاده نمود» (پدافند غیرعامل، ۱۳۸۵).

۴- نتیجه‌گیری

خداوند در قرآن کریم، آیه ۶۱ سوره هود می‌فرماید: «هو انشاءکم من الارض واستعمرکم فیها» (او شما را از زمین انشا کرد، پس آباد کنید آن‌را)، این در حالی است که انسان با ساختمان‌سازی‌های ناسازگار با محیط زیست، زمین را به قتل می‌رسانند و باید توجه داشت که عواقب آن امروز گریبان‌گیرش است.



بام سبز با داشتن قابلیت‌هایی نظیر CCD، کنترل و کاهش مصرف انرژی، کاهش آثار ناشی از موج انفجار و یکسان‌سازی فضاها برای ساختمان‌ها و مزایایی چون تسهیل مدیریت بحران در قبال تهدیدات طبیعی، غیر طبیعی و تقابلی نرم و سخت مانند سیل، آلودگی هوا و محیط زیست، تحریم انرژی و مواد غذایی و خسارات و تبعات ناشی از تخاصم سخت کارآمد است. ضمن آن‌که در شرایط عادی با دارا بودن فواید عمومی و اختصاصی از جمله:

- بهبود کیفیت هوا (تا ۸۵٪ ذرات گرد و غبار می‌تواند تصفیه شود).
 - ایجاد هوای معتدل‌تر و رطوبت بیشتر از طریق تبخیر طبیعی در شهر
 - جمع‌آوری ۳۰ تا ۱۰۰ درصد بارش سالانه از طریق زهکشی
 - ایجاد مناظر زیبای شهری
 - کاهش نیاز به شیوه‌های مدیریتی فاضلاب
 - کاهش مصرف انرژی هزینه‌های گرمایشی و سرمایشی
 - تولید مواد غذایی و اشتغال زایی
 - افزایش مشارکت مردمی
- می‌تواند با کارآمدی توأمان در زمان‌های مختلف به صورت یک دستورالعمل اجرایی در ساختمان‌سازی و در گستره زمانی نامحدود به پایداری هر چه بیشتر معماری و شهرسازی بینجامد.
- پس از بررسی راهکارها و تجارب مختلف جهانی در این رابطه و با توجه به پتانسیل نهفته در نحوه ساختمان‌سازی ردیفی و وضعیت تکان‌دهنده زیست‌محیطی و تهدیدهای مترتب بر کلان‌شهر تهران، به نظر می‌رسد ایده زنده‌سازی بام‌ها با استفاده از بام سبز که یک راه حل جهانی است، می‌تواند در حل بحران زیست‌محیطی و همچنین کاهش مخاطرات ناشی از تهدیدات از جمله در زمینه تأمین انرژی در تهران کارآمد باشد.

به منظور عملیاتی کردن آن باید توجه داشت که اقدام دولت‌ها مؤثرترین مورد در اجرایی شدن بام سبز در کشورهای جهان است. در تمام دنیا، برای توسعه این

شکل فضای سبز، ابتدا دولت‌ها پیش‌قدم بوده‌اند، به شکلی که در قدم نخست در ساختمان‌های دولتی از این نوع فضای سبز استفاده کرده‌اند و در پی آن، سیاست‌های تشویقی برای مردم شهرها اعمال شده است، تا مردم هم در این امر مشارکت داشته باشند. شورای اسلامی شهر تهران نیز مصوبه‌ای با عنوان «تعیین بهای خدمات تشویق و شاخص‌های اقتصادی جلب مشارکت شهروندان در ایجاد و توسعه‌ی فضای سبز بر بدنه و فضاهای بلا استفاده ساختمان‌ها در شهر» دارد. موردی که باید با جدیت پی‌گیری شود، ایجاد استانداردها برای تکنولوژی و انواع آن با توجه به اقلیم و سبک ساخت و ساز در کشور است، تا هر طرح نامناسب و غیراستانداردی اجرا نشود.

پی‌نوشت‌ها

- 1- Passive Defense
 - 2- Camouflage, Concealment, Deception
 - 3- Pompeii (شهری تاریخی در اروپا)
 - 4- Pliny
 - 5- Augustus
 - 6- Hadrian
 - 7- Renaissance
 - 8- Genoa
 - 9- Vienna Austria
 - 10- Stuttgart
 - 11- Mannheim
 - 12- Extensive
 - 13- Intensive
 - 14- Planter Box
 - 15- Roof Garden
- ۱۶- CCD مخفف کلمات استتار، اختفا، و فریب است. معنی اصطلاحی آن، استفاده و بهره‌برداری از اقلام، تجهیزات و روش‌هایی برای پنهان نمودن، همگون‌سازی، تغییر شکل و شبیه‌سازی، ایجاد اهداف فریبنده و حذف شکل منظم هندسی اهداف در جهت جلوگیری از کشف و شناسایی نیروها، تجهیزات، تاسیسات و فعالیت‌های خودی توسط سیستم‌های آشکار ساز و حسگرهای دشمن است.
- 17- Camouflage
 - 18- Concealment
 - 19- Deception

- مجیدی، ابولفضل. پدافند غیرعامل در کشور آلمان سایت اینترنتی سازمان پدافند غیرعامل (www.paydarymelli.ir)
- معاونت پدافند غیرعامل قرارگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء، ۱۳۸۵. "آشنایی با پوشش گیاهی و روش استتار". **نشریه‌ی پدافند غیرعامل**. شماره ۱۰.
- معاونت پدافند غیرعامل قرارگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء، ۱۳۸۴. آشنایی با سنجنده‌ها و تأسیسات عمیق زیرزمینی حساس و راهبردی. **نشریه‌ی پدافند غیرعامل** شماره ۶.
- مقررات ملی ساختمان، پیش نویس مبحث بیست، پدافند غیرعامل، ۱۳۸۸.
- FEMA-426. 2003. **Risk Management Series, Reference Manual to Mitigate Potential Terrorist Attacks against Buildings, Chapter 2, 3.**
- FM 5-20. 2001. **Camouflage Basic Principles.**
- Gebbeken, N. and Döge, T. 2010. **Explosion Protection—Architectural Design, Urban Planning and Landscape Planning, Reprinted from International Journal of Protective Structures, 1 (1).**
- W.Peck, S. March 1999. "GREENBACKS FROM GREEN ROOFS: FORGING A NEW INDUSTRY IN CANADA".

منابع

- بخش آموزش علمی، فنی و حرفه ای یونسکو. ۱۳۷۰. **آموزش بین‌المللی محیط زیست**. ترجمه فیروزه برومند. انتشارات ۱۷ شهریور
- خالدی، شهریار. ۱۳۷۹. **مبانی محیط زیست عمومی و ایران**. انتشارات شهرآب
- داعی نژاد، فرامرز و امین زاده و حسینی. ۱۳۸۵. **اصول و رهنمودهای طراحی و تجهیز فضای باز مجموعه‌های مسکونی به منظور پدافند غیرعامل**. تهران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- شرقی، علی. پائیز ۱۳۸۴. "مقاله‌ی نمای سبز". **فصلنامه علمی-پژوهشی علوم و تکنولوژی محیط زیست**. واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی.
- شرقی، علی. زمستان ۱۳۸۶. "فضای سبز در ساختمان‌های بلند با رویکردی دوباره به طبیعت". **مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست**. شماره چهارم.
- طوفان، سحر. ۱۳۸۸. "بام‌های حیات". **نشریه معماری و ساختمان**. شماره ۴۲.
- قبادیان، وحید. ۱۳۸۹. **مبانی و مفاهیم معماری معاصر غرب**
- عباسپور، جمشید. ۱۳۸۴. **مقدمه‌ای بر اصول و مبانی اساسی پدافند غیرعامل**.