



تحلیل نقش دیوارهای سبز در توسعه فضاهای شهری

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۵

کد مقاله: ۱۲۰۵۶

مرجان بدری^۱

چکیده

امروزه به دلیل متراکم سازی و افزایش ارزش زمین شاهد کاهش چشمگیر پوشش گیاهی در فضاهای شهری و مشکلات زیست محیطی ناشی از آن هستیم که این امر علاوه بر اینکه انسان را از ارتباط با طبیعت و زیبایی های آن باز داشته است باعث ایجاد مشکلات اساسی زیست محیطی همچون گرم شدن زمین، آلودگی هوا، مصرف بی رویه انرژی و هزینه های اقتصادی بالای ناشی از آن شده است. بدین ترتیب در جوامع امروزی شاهد رویکردی فراگیر به باغ سازی عمودی هستیم که این مسئله به معرفی انواع دیوارها، نماها و بام های سبز به عبارتی ساختمان سازی سبز و پژوهش بر روی روش های اجرا، مزایا، و محدودیت های آن منجر شده است. در این بین دیوارسبز یکی از مولفه های ساختمان سازی سبز است که در محیط داخلی ساختمان کاربرد دارد و به تازگی وارد عرصه ی معماری شده است. این نوع از دیوار به عنوان پاسخی به مسئله ی فقدان پوشش گیاهی مناسب در داخل ساختمان های شهری است. دیوارسبز فناوری نوینی است که امروزه جایگاه خود را به آرامی در شهرهای معاصر و مترقی جهان پیدا می کند. دیوار سبز به دیواری گفته می شود که به صورت سازه مستقل و یا بخشی از یک ساختمان با پوشش گیاهی پوشانده شده باشد. دیوارهای سبز دامنه وسیعی از فواید زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی را در برمی گیرند. کاربرد دیوار سبز در ساختمان علاوه بر زیبایی و ایجاد جذابیت بصری در محیط های داخلی اثرات مفید دیگری از جمله بهبود کیفیت هوای محیط داخلی، افزایش میزان انعطاف پذیری در محیط داخلی و کاهش آلودگی های صوتی در داخل ساختمان دارد که در این پژوهش به تفصیل مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

واژگان کلیدی: دیوار سبز، معماری پایدار، فضای سبز، توسعه پایدار شهری

۱- دانشجوی مقطع دکتری تخصصی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

در سال‌های اخیر، استفاده از دیوار سبز در میان معماران و طراحان دکوراسیون داخلی رواج چشمگیری یافته است. این نوع دیوار که با نام‌های دیگری مانند دیوار زنده، باغ عمودی، دیوار زیستی و دیوار گیاهان عمودی نیز شناخته می‌شود، بخشی یا تمام سطح خود را با پوشش گیاهی دلخواه شما می‌پوشاند و فضایی سرسبز و دلنشین در داخل ساختمان ایجاد می‌کند. دیوار سبز به عنوان قدمی مثبت در جهت داشتن زندگی سبز و پایدار، نقشی مهم در بهبود کیفیت هوا، کاهش مصرف انرژی و ایجاد فضایی آرامش‌بخش ایفا می‌کند.

در دنیای مدرن، عناصر معماری با پیشرفت تکنولوژی و بازتعریف‌های فضایی، کارکردهای متفاوتی نسبت به گذشته یافته‌اند. دیوار یکی از این عناصر است که در معماری معاصر کاربردهای متنوعی پیدا کرده است. با توجه به افزایش روزافزون مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و آلودگی‌های زیست‌محیطی، استفاده از راه‌کارهایی که ضمن کاهش مصرف انرژی و تولید آلودگی، مزایای روان‌شناختی، زیستی و زیبایی‌شناختی را نیز به همراه داشته باشد، از اهمیت بالایی برخوردار است.

دیوار سبز، راهکاری ساده و در عین حال مؤثر برای تصفیه هوای آپارتمان در شهرهای شلوغ و آلوده مانند تهران است. از گذشته تاکنون، انسان پیوندی دیرینه با طبیعت داشته و گیاهان نقشی حیاتی در زندگی او ایفا کرده‌اند. امروزه با رشد جمعیت و گسترش شهرها، دسترسی به فضای سبز برای بسیاری از افراد دشوار شده است. در این شرایط، ساخت دیوار سبز می‌تواند راهکاری برای بهبود کیفیت زندگی در شهرها باشد.

دیوار سبز، فضایی سرسبز است که به صورت عمودی روی دیوار ایجاد می‌شود. این دیوارها می‌توانند از گیاهان متنوعی تشکیل شوند و مزایای زیادی برای محیط‌زیست و سلامت انسان داشته باشند. اگر به دنبال راهی برای بهبود کیفیت هوای خانه و ایجاد فضایی زیبا و آرامش‌بخش هستید، استفاده از دیوار سبز می‌تواند گزینه مناسبی برای شما باشد.

علاوه بر مزایای ذکر شده، دیوار سبز نقش قابل توجهی در زیبایی‌شناسی نمای شهری نیز دارد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که فضاهای باز و سبز در شهرهای در حال توسعه، ضمن تقویت خوانایی و پایداری مولفه‌های طبیعی، می‌تواند به تعدیل ناهنجاری‌های بصری در فضای باز کمک کند.

با توجه به افزایش روزافزون مصرف انرژی بخصوص انرژی‌های تجدیدناپذیر و بالتبع آن رشد فزاینده آلودگی‌ها لزوم یافتن و کاربست راهکاری که استفاده از انرژی و تولید آلودگی زیست‌محیطی را کاهش دهد و در عین حال منافع روان‌شناسی، بیولوژیکی، زیبایی‌شناسی و... را داشته باشد پراهمیت می‌باشد. هدف از این پژوهش یافتن جایگاه دیوار سبز در توسعه پایدار شهری و دستیابی به مزایای کاربرد این نوع از دیوار در محیط‌های داخلی است.

۲- پیشینه پژوهش

در زمینه استفاده از دیوارسبز تا کنون مطالعات متعددی توسط پژوهشگران در داخل و خارج از کشور انجام شده است. به عنوان مثال آزموده و حیدری در مقاله خود تاثیر نماهای سبز بر کاهش آلودگی هوا از طریق جذب آلاینده‌های ناشی از وسایل نقلیه را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش میزان جذب آلاینده‌های ناشی از وسایل نقلیه توسط دیوارهای سبز با آنالیز شیمیایی یک نمونه از گیاه پایتال انجام یافت. نتیجه به دست آمده از بررسی نمونه‌های مورد آزمایش نشان می‌دهد که گیاه پایتال به طور موثری در جذب آلاینده‌های سولفات و نیترات عمل می‌کند. این تاثیر پاک‌کنندگی در مورد اکسیدهای سولفات بسیار بارتر از اکسیدهای نیترات می‌باشد. به علاوه آزموده و حیدری در مطالعه خود تاثیر دیوارهای سبز شهری بر کاهش دمای خرد اقلیم‌ها و اثر جزیره گرمایی شهری را از طریق آزمون تجربی در شهر تهران مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج حاصل از این بررسی‌ها نشان داد که در فصول گرم دمای اطراف دیوارهای سبز تا ۷ درجه سانتی‌گراد خنک‌تر و در فصول سرد تا ۳ درجه گرم‌تر است. بنابراین فضاهایی با گیاه کاری‌های عمودی شرایط مناسبی را با کاهش دما در فصل گرم و افزایش دما در فصل سرد به وجود می‌آورند که می‌تواند محیط مطلوب‌تری را برای انسانها در مقیاس خرد اطراف خود ایجاد نماید. همین‌طور آنها در از نقطه نظر دیگری به بحث دیوار سبز پرداختند. بر این اساس آزموده و همکاران به ارزیابی سود و زیانی اجرای جداره‌های سبز عمودی در تهران پرداخته‌اند. بر اساس این پژوهش با توجه به هزینه بالای اجرا و نگرانی‌های جداره‌های عمودی سبز با در نظر گرفتن کاهش هزینه‌های مربوط به سرمایش و گرمایش این سیستمها مقرون به صرفه به نظر نمی‌رسند. زهراقیابکلو (۱۳۸۹) به بررسی عملکرد دیوارهای سبز در صرفه‌جویی در مصرف انرژی پرداخت و عملکرد حرارتی آنها پرداخته است. هدی گنجی (۱۳۹۱) و همکاران گزارش کرده‌اند که دیوار سبز به ۳ دلیل موجب کاهش بار سرمایشی می‌شود: کاهش انتقال حرارت دیوار، ممانعت از تابش خورشید، سرمایش تبخیری و همچنین دیوار سبز به دو دلیل موجب کاهش بار گرمایشی می‌شود: کاهش انتقال حرارت دیوار و حائل شدن در برابر باد. مهدیه معینی (۱۳۹۲) و همکاران گزارش کرده‌اند که از جمله کلیدی‌ترین راه‌حل‌های پیشنهادی معاصر بهره‌گیری از اثرات مطلوب عناصر طبیعی مانند گیاهان است، این اثرات بواسطه پتانسیل‌های بالقوه گیاهان از جمله: قابلیت خنک کردن محیط

، سایه اندازی، کاهش گرمای انعکاسی و تولید رطوبت و برودت تبخیری ایجاد میگردد. نفیسه مختاری (۱۳۹۲) و همکاران مطالعه کرده اند که دیوارهای سبز انواع مختلفی دارند و نحوه استفاده از آنها با هم متفاوت است و گزارش کرده اند که باید براساس ویژگیهای محل مورد استفاده از دیوارهای سبز استفاده کرد و همچنین عنوان داشته اند که علاوه برعوامل زیبایی، این دیوارها به سبب وجود پوشش گیاهی تاثیر بسزایی بر محیط پیرامونی خود دارند.

طراحان می توانند با توجه به اقلیم یا هوشیاری از خصوصیات مشترک بهره های گوناگون ببرند و از عملکردهای یکسان استفاده های متفاوتی ببرند. به عنوان مثال در پژوهشی ضمن توجه به نوع سیستم سبز عمودی، زیرساختها و محدود کردن تهویه با بهره جستن از فضای خالی بین گیاه و دیوار در نمای سبز، آن را به عنوان عایق و عاملی جهت جلوگیری از پرت گرما در اقلیم سرد استفاده کرده اند (Perini, 2011). این در صورتی است که در اقلیم گرم و مرطوب استوایی با بدست آوردن فاصله بهینه بین گیاه و دیوار، گردش هوا و تهویه به حداکثر رسیده و از این فضا به عنوان عاملی برای خنک سازی استفاده شده است (Safikhani, 2017). در پژوهش دیگری ضمن مطالعه نوع و گونه گیاهی مناسب برای نمای سبز به عملکرد آن در بهینه سازی تهویه توجه شده است (Sunakorn, 2011). توجه به نوع و گونه مناسب گیاهی در هر اقلیم عامل بسیار مهم و تاثیرگذاری در عملکرد نمای سبز می باشد. به عنوان مثال، در ملیورن استرالیا ساختمانی با نمای سبز برپا شده بود که بعد از ۲ سال نمای سبز آن رو به خرابی رفت و در مطالعه ای علت این عدم موفقیت بررسی شده و یکی از عوامل مهم آن را عدم توجه به انتخاب مناسب گیاه با توجه به اقلیم عنوان کردند (Rayner, 2010).

در پژوهش دیگری (Kenneth IP, 2010) قابلیت نماهای سبز جهت سایه اندازی بر پنجره بیرونی و کنترل تابش مستقیم اشعه های خورشید بررسی شده است. همچنین استک (۲۰۰۵) با بکار بردن نمای سبز در فاصله میانی نمای دوپوسته مزیت آن نسبت به سایه اندازهای^۱ مصنوعی در نمای دوپوسته را بررسی کرده است. در پژوهشی دیگر فرانکو (۲۰۱۰) با استفاده از نمای سبز در فضای داخلی و ترکیب آن با تهویه مکانیکی راهکارهایی جهت ارتقای کیفیت هوای داخلی ارائه داده است.

۳- مبانی نظری

۳-۱- دیوار و بام سبز

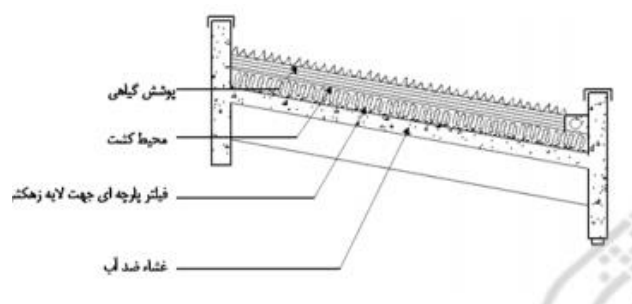
ایجاد دیوارها و بام سبز از راهکارهای احیای طبیعت در یک منظر شهری است. احترام به محیط طبیعی، گیاهان، آب و تقدیس آنها، اهمیت دادن به زمین به عنوان منبع و منشا تمام خوبی ها، زایش و بقای هستی و اهمیت تمثیلی و معنوی طبیعت برای تولید و بقا از نمادگرایی منظر سازی دوران باستان بوده است. باغ های معلق یا پردیس های بابل تجربه تاریخی بام های سبز در منظر سازی دوران باستان است. در حال حاضر دیوارهای سبز بیشتر از جنبه زیبایی مورد توجه قرار می گیرد. بنابراین اغلب گیاهان رونده و بومی که نیاز به نگهداری کمتری دارند برای این منظور استفاده می شود و از سازه های حمایت کننده ساده که به صورت داربست به دیواره بنا متصل شده، بعنوان تکیه گاهی برای گیاهان خزنده و بالا رونده است. کاهش انتقال حرارت، کاهش انتقال صوت و زیبایی منظر از مزایای استفاده از دیوارهای سبز می باشند، اگرچه هزینه های مربوط به احداث و نگهداری آن به طور معمول زیاد است. فناوری مربوط به ساخت بام سبزها، سیستم های آبی و نگهداری از آنها با رشد چشمگیر ملاحظات محیطی همراه بوده است و انواع متفاوتی را به وجود آورده است که موجب ارتقای استانداردهای محیطی می شوند. در حال حاضر استفاده از بام سبز در هتل ها، مراکز اداری، رستوران ها و خانه های شخصی رواج دارد. مقیاس ساخت، کارکردهای متفاوتی از بام سبز را ایجاد می کند. در مقیاس ساختمان اغلب مباحث انرژی و زیبایی مطرح می شوند، در حالی که در مقیاس های محلی و شهری ساخت بام سبزها اغلب تاثیر مشخصی بر اقلیم، و اکوسیستم شهری دارد. جدول ۱ اثرات بام سبز در رابطه با اکوسیستم ساختمان، محله و شهر را نشان می دهد. (امین زاده، ۱۳۹۴)

جدول ۱: تاثیرات بام سبز در مقیاس های مختلف (علی اکبرزاده و فیض منش، ۱۳۹۷).

مقیاس	نوع اثر	تاثیرات
ساختمان	- انرژی - زیبایی - سلامتی - آلودگی - اقتصاد	- کاهش نیاز به سیستم گرمایشی به دلیل اثر خنک کنندگی عایق بندی و پایداری نسبی دمای درون ساختمان - افزایش دوام لایه پوششی بام - زیبایی در نمای ساختمان - تندرستی ناشی از همنشینی با گیاه و ارتباط مستمر با آن - کاهش آلودگی صوتی

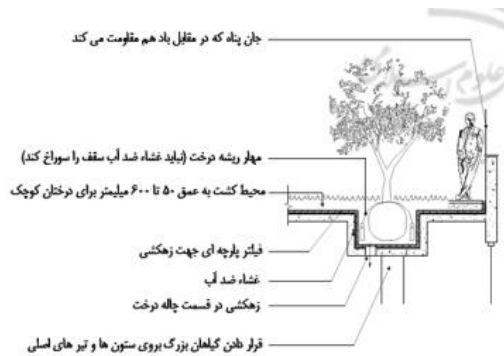
	- سود افزوده به بنا ناشی از افزودن بام سبز	
محله	- ایجاد خرد اقلیم به واسطه افزایش فضای سبز - کنترل طوفان هایی که با باران همراه هستند - جذب صدا - تصفیه کننده زنده آلاینده های ترکیبی هوا - یک تصفیه کننده ذرات سنگین آب باران - ارتقای کیفیت بصری محیط - کاهش آلودگی صوتی و آلودگی هوا - مقاومت در مقابل گسترش آتش سوزی	- اقلیم - جذب آلاینده ها - زیبایی - آلودگی - ایمنی
شهر	- کاهش تاثیر جزایر حرارتی و جذب تشعشعات نامتناسب خورشیدی - تاثیر در زیبایی چشم انداز شهر - افزایش ارزش های زیستی در شهر و سلامتی ساکنان - کاهش روان آب ها در شهر - جذب پرندگان و استفاده از گونه های گیاهی گوناگون - تاثیر در آلودگی هوا و صدا	- اقلیم - زیبایی - اکولوژیکی - تنوع زیستی - آلودگی

بام سبز یا باغ بام شامل یک لایه گیاه است که روی پشت بام پرورش داده میشود. سقف سبز با ایجاد سایه و حذف گرما از طریق تبخیر-تعرق، دمای سطح بام را نسبت به هوای محیط کاهش میدهد. در روزهای داغ تابستانی، سطح معمولی پشتمام ممکن است در مقایسه با یک سقف سبز تا ۲۱ درجه سلسیوس گرمتر باشد. (Bradley, 2010). سقفهای سبز را میتوان بر روی بسیاری از ساختمانها، از تأسیسات صنعتی گرفته تا منازل شخصی، به سادگی یک پوشش ۲ سانتیمتری یا به پیچیدگی یک پارک کامل اجرا کرد. (تصویر ۱) با اینکه هزینه اولیه سقف سبز بیشتر از موارد متعارف است، صاحبان ساختمانها میتوانند این هزینه را از طریق کاهش مصرف انرژی و طول عمر بیشتر آنها در مقایسه با سقفهای معمول جبران نمایند. (خسروی، محمودی، ۱۳۹۳)



تصویر ۱: جزئیات اجرای سیستم گسترده (خسروی، محمودی، ۱۳۹۱)

استفاده از این نوع سقفها به خصوص در سازههایی ایده آل است که نسبت سطح سقف به ارتفاع ساختمان زیاد باشد. زیرا سطح سقف در این نوع ساختمان ها منبع اصلی دریافت گرما از محیط بیرون است. بررسی تأثیر میزان بازتاب خورشید بر مصرف انرژی در شهرهای مختلف جهان نشان میدهد که با افزایش این ضریب از ۱/۸ به ۱/۹۲، میزان بار الکتریکی سرمایشی ۲۰ تا ۹۳ درصد کاهش خواهد یافت. (Clark, 2008). طبق مطالعه موردی پژوهش آقایان خسروی و محمودی در سال ۹۱، هزینه تخمینی اجرای سقف سبز حدود ۶۱٪ گرانتر از سقف معمول برآورد شده است اما با لحاظ کردن مزیت های بلندمدت آن (نظیر مدیریت آب بارندگی و جذب اکسیدهای نیتروژن)، اجرای سقف سبز در حدود ۲۱٪ هزینه اولیه آن صرفه جویی در پی داشت که حدود دو سوم آن در اثر کاهش مصرف انرژی ساختمان خواهد بود. و همچنین هزینه اجرای پوسته بام سبز در آن سال حدود ۶۰ الی ۷۰ هزار تومان در متر مربع تخمین زده شده است.



تصویر ۲: جزئیات اجرایی سیستم متمرکز (خسروی، محمودی، ۱۳۹۱)

۲-۳- پیشینه دیوار سبز

ایده تلفیق سبزی‌نگی با محیط‌های ساخته شده بدست انسان ایده جدیدی نیست و در طول تاریخ همواره در محیط‌های ساخته شده به دست انسان نشانه‌هایی از سبزی‌نگی و محیط زیست طبیعی دیده می‌شود. گاه این استفاده از روی اجبار و برای تامین نیازهای مادی بوده و گاه برای پاسخگویی به نیاز فطری، طبیعت دوستی و حس زیبایی شناسی. اما استفاده از فضاهای سبز بصورت پیشرفته و مدرن به دنیای معاصر مربوط می‌شود.

باغ‌های معلق بابل در بین‌النهرین از ساختمان‌های پیشرو و بنام در تلفیق فضای سبز و معماری هستند که چگونگی سیستم آبیاری، این مجموعه را به یکی از عجایب هفتگانه جهان امروز تبدیل کرده است. در اسکاندیناوی ساختمان‌های سنتی با گیاه پوشانده می‌شدند (Figueroa, 2008) و رومیان گیاه را بر روی ساختمان برای زیبایی بکار می‌بردند اما در طول زمان متوجه شدند بنای پوشیده با بام گلکاری شده دمای کمتری از بنای مشابه بدون پوشش سبز دارد (Miller, 2008).

در کشورهای مدیترانه‌ای نیز بطور گسترده از پوشش‌های سبز استفاده می‌شد که تاریخچه آن به حدود ۲۰۰۰ سال پیش بر می‌گردد ولی در ۵۰۰ سال قبل استفاده از گلها و گیاهان بالا رونده بطور گسترده در کشورهای اروپای میانی رایج شده بود، چنانچه بعد از آن پوشش سبز بطور عمده در مناطق روستایی برای زیبایی و در مناطق شهری برای پوشش بالکن‌ها و تراس‌ها بکار می‌رفت (Köhler, 2008). بر اساس آنچه در تاریخ آمده، در طول جنگ جهانی دوم، ارتش بریتانیا از پوشش سبز برای پنهان کردن ارتش استفاده می‌کرد (Miller, 2008).

بر این اساس می‌توان گفت در گذشته بیشترین استفاده از سبزی‌نگی و محیط زیست طبیعی جنبه بصری و زیبایی داشته است. توجه به جنبه‌های محیط زیستی فضاهای سبز در فضاهای شهری و تحقیقات علمی در مورد آن در دهه ۱۹۸۰ میلادی بسیار مورد توجه قرار گرفت و امروزه مبحث نمای سبز و بام سبز در اروپا بسیار شناخته شده و مورد استفاده است (Köhler, 2008). تحقیقات نشان داده است آلمان در استفاده از بام‌های سبز و مطالعات در مورد سیستم‌های سبز عمودی کشوری پیشگام است (Saadatian et al., 2013). بررسی‌ها نشان داده است که بکارگیری سبزی‌نگی در فرم بام سبز بسیار رایج‌تر از نمای سبز است، اما در مورد برتری بام سبز بر نمای سبز و یا بلعکس بحث‌ها و چالش‌های زیادی بین محققین مطرح می‌باشد (بهاروند و صفی‌خانی، ۱۳۹۷).

۳-۳- مزایای دیوار سبز

نماهای سبز به عنوان دسته‌ای از فضاهای سبز شهری، دارای سودهای اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی فراوانی هستند. در مورد سودهای اجتماعی و اثرات مثبت آن‌ها بر روح و روان انسان مطالعات زیادی انجام گرفته است و بر این اساس محققین استفاده از گیاهان بویژه در فضای داخلی را پاسخگویی به نیاز فطری انسان در رابطه با ارتباط انسان با طبیعت می‌دانند. نه تنها استفاده از گیاهان در فضاهای داخلی باعث کاهش استرس و ایجاد آرامش می‌شود بلکه استفاده از تصاویر محیط‌های طبیعی و یا صدای طبیعت نیز چنین اثری دارد. پاتریک بلانک به عنوان یک اکولوژیست، گیاهشناس و برپاکنده نمونه‌های موفق از نماهای سبز در سراسر دنیا معتقد است وجود گیاهان و فضاهای سبز در درون ساختمان‌ها و یا در فضاهای شهری و میان ساختمان‌ها برای مردم بسیار جذاب‌تر است تا دیدن همان گیاهان در زیستگاه‌های طبیعی (Blanc, 2008). در کنار سودهای اجتماعی و ایجاد زیبایی بصری نمی‌توان اثرات مفید محیط‌زیستی نماهای سبز را نادیده گرفت. نماهای سبز با کنترل آلودگی‌ها باعث تصفیه هوا و با کنترل دی‌اکسیدکربن و تولید اکسیژن باعث تازگی هوا می‌شوند و صوت را نیز کنترل می‌نمایند. اما براساس مطالعات انجام شده اکثر افراد استفاده از نماهای سبز را تنها برای زیبایی بصری آن می‌دانند و کمتر از اثرات محیط‌زیستی آن اطلاع دارند، چنانچه در

پژوهشی در سنگاپور نه تنها افراد از سوده‌های محیط زیستی نماهای سبز خبر نداشتند بلکه آن‌ها را عاملی برای از بین رفتن سریع‌تر ساختمان می‌دانستند (Wong, 2010). تحقیق دیگری نشان داد نه تنها مردم در مورد سوده‌های نماهای سبز اطلاعی ندارند بلکه در مورد سوده‌های بام‌های سبز نیز بی‌اطلاع هستند (Yuen, 2005). در کنار سوده‌های اجتماعی و محیط‌زیستی، استفاده هوشمندانه از نماهای سبز سوده‌های اقتصادی زیادی در پی دارد. به عنوان نمونه می‌توان از نماهای سبز به عنوان سایبان برای پنجره‌ها استفاده کرد و بواسطه آن تابش مستقیم آفتاب را کنترل نمود، در حالیکه نور روز براحتی وارد فضا می‌شود و به این طریق در مصرف انرژی برای خنک‌سازی و الکتریسیته برای روشنایی صرفه جویی می‌شود. اثر خنک‌کنندگی گیاهان نه تنها ساختمان پشت نمای سبز را تحت تاثیر قرار می‌دهد بلکه در مقیاس بزرگتر باعث کاهش دمای محیط می‌شود که از عوامل موثر در جلوگیری از ایجاد اثر جزیره گرمایی می‌باشد (بهاروند و صفی‌خانی، ۱۳۹۷).

۳-۳-۱- کاهش دمای جزایر حرارتی

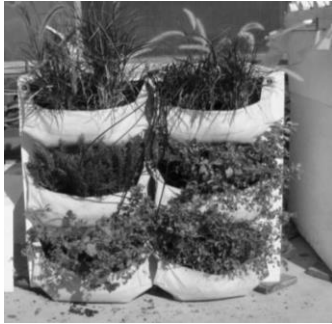
کاربرد زیاد مصالح ساختمانی مختلف نظیر بتن، آسفالت و سنگ در شهرها و جذب حرارتی بالای آنها سبب می‌شود که دمای شهرها از حومه آنها بالاتر باشد. این پدیده که جزایر حرارتی شهرها نام گذاری شده است. ارتباط مستقیمی با فعالیت‌های مستقیم انسان‌ها از قبیل نحوه و میزان گرمایش ساختمان‌ها، استفاده از مصالحی که در کف سازی خیابان‌ها و کوچه‌ها استفاده می‌شود (از جمله بتن). آسفالت که بازتابش شدید انرژی خورشیدی را به همراه دارند) دارد. عوامل دیگر از جمله بافت کالبدی آن نیز در شدت یا ضعف این پدیده دخالت دارند. برای مثال کاهش تعداد طبقات یا انفصال ساختمانها از یکدیگر یا تقلیل سطوح ساختمانی در عدم تشکیل جزیره حرارتی تاثیر دارد. سقف‌ها یک سوم سطوح ساختمان‌ها را دربر می‌گیرند و عامل مهمی در تنظیم شرایط ساختمان و محیط شهری محسوب می‌شوند. بام‌سبزه‌ها با کاهش بازتابش حرارتی سطوح و نیز افزایش تبخیر (پوشش گیاهی به همراه رطوبت خاک) تاثیر جزایر حرارتی را کم می‌کند. (علی‌اکبرزاده و فیض‌منش، ۱۳۹۷).

۳-۴- کاربرد دیوارسبز

نمونه‌های موفق نماهای سبز در سراسر دنیا وجود دارد که از آن جمله می‌توان به موزه کاسیاس^۱ در اسپانیا، موزه برنلی^۲ و لس‌هال^۳ در فرانسه اشاره کرد (تصویر ۶). درمورد زیبایی بصری نماهای سبز سخن‌های بسیار گفته شده است، اما با توجه به مشکلات امروز شهرها لازم است استفاده از سیستم‌های سبز عمودی بصورت حرفه‌ای و هدفمند بکار گرفته شوند و راهکارهای عملی برای بهره بردن از آن‌ها ارائه گردد. لازمه نزدیک شدن به این مهم، هدف‌دار شدن مطالعات و اجتناب از سخن‌سرانی‌های تکراری است. در مطالعات گوناگون محققین با بررسی متغیرهایی مانند نوع سیستم سبز، نوع گیاه، زیرساخت مناسب، مکان قرارگیری و نصب نمای سبز، ترکیب با دیگر عوامل تاثیرگذار بر آسایش حرارتی مانند تابش آفتاب، تهویه و رطوبت سعی در بهینه‌سازی این سیستم‌ها و بهره بردن از آن‌ها در کنترل شرایط محیطی دارند.

برای مطالعه سیستم‌های سبز عمودی از روش‌های گوناگونی می‌توان استفاده کرد که هرکدام نقاط مثبت و منفی گوناگونی دارند. مطالعه وضع موجود و تمرکز بر روی سیستم‌های سبز موجود در شهرها و بررسی عملکرد آن‌ها این مشکل را دارد که کنترل کردن همه شرایط و متغیرهای تاثیرگذار بر مطالعه کار بسیار دشواری است. راه دیگر، استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی می‌باشد که یک راه مفید برای پیش‌بینی و بررسی عملکرد ساختمان در آینده است، اما در مورد سیستم‌های سبز مطالعات محدودی بوسیله نرم‌افزارهای شبیه‌سازی صورت پذیرفته که از نمونه آن می‌توان پژوهش ونگ (۲۰۰۹) را نام برد که با استفاده از نرم‌افزار (TAS) ساختمانی با نمای سبز را در موقعیت‌های متفاوت و نیز در مقایسه با ساختمانی فاقد سبزی‌نگی بررسی کرده و میزان بهره‌وری انرژی آن را مورد ارزیابی قرار داده است. از دیگر روش‌های متداول برای بررسی عملکرد نماهای سبز استفاده از جعبه‌های آزمایش است که بواسطه آن‌ها در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی متغیرها را مورد بررسی قرار می‌دهند. از نمونه‌های آن می‌توان به مطالعات اسچومن^۴ در سال ۲۰۰۷ و بینبید^۵ در سال ۲۰۱۰ اشاره کرد (شکل ۳)

1 Caixa Forum Museum
2 Quai Branly Museum
3 Les Halles
4 Schumann
5 Binabid



Binabid, 2010



Schumann, 2007

تصویر ۷: استفاده از نرم‌افزار و جعبه آزمایش برای مطالعات نماهای سبز

در بهینه سازی عملکرد نماهای سبز باید به فاکتورهای گوناگون توجه کرد، از جمله اینکه نمای سبز در چه اقلیمی نصب می‌شود. به عنوان مثال در اقلیم‌های با رطوبت بالا استفاده از سبزی‌گی منجر به بالا رفتن هرچه بیشتر رطوبت می‌شود که این عاملی تاثیرگذار و مخل برای آسایش حرارتی می‌باشد. در چنین مناطقی استفاده همزمان از سبزی‌گی و سیستم‌های تهویه در بهبود کیفیت هوا تاثیر مثبتی خواهد داشت.

۳-۵- انواع دیوار سبز

دیوارهای سبز را میتوان بر اساس سیستم اجرا، پوشش و شیوه نگهداری تقسیم کرد.

الف- دیوارهای سبز بر اساس سیستم اجرا: دیوارهای سبز بر اساس سیستم اجرا به شش دسته تقسیم می‌شوند:

- ۱- دیوار سبز مدولار: دیوارسبزمدولار از داربست‌های فلزی سبک ساخته می‌شود. این داربست‌ها معمولاً از جنس استیل گالوانیزه هستند و به اندازه‌ای محکم هستند که بتوان از آن‌ها به عنوان پل بین قسمت‌های مختلف ساختمان نیز استفاده کرد.
- ۲- دیوارسبز کابلی: دیوارسبز کابلی از شبکه‌های سیمی ساخته می‌شود که توپ‌هایی از جنس فولاد ضد زنگ در آن‌ها تعبیه شده است. گیاهان رونده از این توپ‌ها بالا می‌روند و رشد می‌کنند.
- ۳- دیوار سبز شبکه ای: دیوارسبز شبکه ای از ساختارهای توری ماندنی ساخته می‌شود. این ساختارها نسبت به دیوار سبز کابلی از انعطاف پذیری بیشتری برخوردارند و می‌توان آن‌ها را در طرح‌های متنوع تری اجرا کرد.
- ۴- دیوار نمد پلیمری: دیوارنمد پلیمری از یک پارچه نمدی پلیمری ساخته می‌شود. این پارچه دارای سوراخ‌هایی است که آب و مواد مغذی از طریق آن‌ها به گیاهان می‌رسد. گیاهان در غلاف‌های گلدانی شکل در این ساختار کاشته می‌شوند.
- ۵- دیوار سبز هیدروپونیک: دیوارسبز هیدروپونیک بر پایه آب اجرا می‌شود. در این سیستم گیاهان به جای خاک در آب رشد می‌کنند. دیوارهای سبز هیدروپونیک به امکاناتی مجهزند که مواد مغذی مورد نیاز گیاهان را به صورت هوشمند به آن‌ها تزریق می‌کنند.

ب- انواع دیوار سبز بر اساس پوشش:

- ۱- دیوار سبز با پوشش نرم: این نوع دیوارهای سبز دارای سیستم‌هایی مانند قفسه یا کیسه برای نگهداری گیاه هستند. تعویض خاک برای این سیستم‌ها چنانچه در مکان‌های بیرونی قرار داشته باشند حداقل سالی یکبار و اگر در مکان‌های داخلی و سرپوشیده قرار داشته باشند، تقریباً دو بار در سال است. مناطق دارای ترافیک بالا و مکان‌های شلوغ و مناطقی که در معرض باران یا باد شدید قرار دارند و مناطق دارای ارتفاع حدوداً ۲/۵ متری مکان‌های مناسبی برای نگهداری این دیوارهای سبز نیستند.
- ۲- دیوار سبز با پوشش حصیری: برخی از سیستم‌های دیوارسبز از الیاف یا حصیر ساخته شده‌اند. پوشش حصیری نسبتاً نازک و در چندین لایه ساخته می‌شوند. این سیستم‌ها بیشتر در قسمت‌های داخلی ساختمان استفاده می‌شوند و بهترین سیستم برای نگهداری گیاهان با رشد و رویش کم به حساب می‌آیند. این نوع دیوارهای سبز اغلب به آبیاری مداوم نیاز دارند.
- ۳- دیوار سبز با پوشش سازه‌ای: این نوع پوشش را می‌توان در اندازه‌ها، شکل‌ها و ضخامت‌های مختلف ساخت. مزیت استفاده از این پوشش این است که ماندگاری و دوام بالایی دارند و نگهداری و جابجایی آن‌ها قابل کنترل‌تر است. اگرچه هزینه نصب بالایی دارند اما هزینه نگهداری آن‌ها به مراتب کمتر است.

ج- انواع دیوار سبز بر اساس سیستم آبیاری: سیستم آبیاری موضوع پایه‌ای والبتنه مهم در طراحی و اجرای دیوار سبز است که در دوام و ماندگاری آن نقش مهمی دارد. انواع سیستم آبیاری را می‌توان به آبیاری سنتی و آبیاری هوشمند یا اتوماتیک تقسیم نمود:

سیستم آبیاری سنتی: اولین روشی که برای آبیاری از آن استفاده می‌شد، آبیاری به روش سنتی بود. ایراد این سبک آبیاری این بود که بیش از مقدار واقعی مورد نیاز برای گیاه آب مصرف می‌شد که هم موجب هدر رفت آب می‌شد و هم زمینه‌ی ایجاد مشکلاتی همچون قارچی شدن گیاه را فراهم می‌کرد. همین موضوع باعث شد تا خیلی سریع این سیستم‌های آبیاری هوشمند جایگزین این روش شوند.

سیستم آبیاری هوشمند: این سیستم به نحوی طراحی شده که می‌توان آن را در هر نقطه‌ای از دیوار سبز قرار داد. استفاده از این سیستم آبیاری نیاز به مراقبت هر روزه از دیوار سبز را تا حد نسبتاً زیادی تقلیل می‌دهد. اجزای این سیستم شامل یک مخزن، پمپ آب و یک تایمر است. وقتی مخزن پر می‌شود با تنظیم تایمر، گرین وال از طریق پمپ آبیاری می‌شود. نکته: تایمر و کنترلر این سیستم آبیاری برای تنظیم مقدار مناسب آب برای آبیاری، طول مناسب آبیاری، رژیم‌های فصلی متناسب با هر فصل بکار می‌رود.

۴- نتیجه‌گیری

در دنیای امروز بهره بردن از سیستم‌های سبز عمودی تنها برای زیبایی بصری آن‌ها نیست بلکه تلاشی است تا با استفاده از سوده‌های طبیعی گیاهان بصورت مدرن و امروزی بتوان تاحدی مشکلات محیط‌زیستی را تعدیل کرد. با طراحی و اجرای صحیح، این سیستم‌ها قادرند به پاکسازی هوا، افزایش رطوبت، کنترل صوت، کنترل نور و همچنین تعدیل گرمای هوا کمک کنند. عواملی نظیر نوع گیاه، نوع سیستم، مصالح بکار رفته در سیستم، نوع بستر رشد و غیره فاکتورهای تاثیرگذاری در کارایی این سیستم‌ها هستند و در سراسر دنیا با سرمایه‌گذاری جهت بهینه‌سازی این عوامل گام‌های موثری برداشته شده است تا بتوان کارایی آن‌ها را به حداکثر رساند. آگاهی هرچه بیشتر طراحان ساختمانی و مالکان از دست آوردهای پژوهشگران در جهت ارتقای عملکرد این سیستم‌ها می‌تواند در گسترش استفاده از سیستم‌های سبز عمودی بسیار موثر باشد.

دیوارسبزه عنوان یک راه حل نوین و محیط زیستی برای محوطه سازی و تزیین ساختمان‌ها به شدت مورد توجه قرار گرفته است. این روش به طور مستقیم به بهبود کیفیت هوای داخلی ساختمان و کاهش گرمای شهری کمک می‌کند و همچنین زیبایی و تنوع به محیط زندگی افراد اضافه می‌کند. با توجه به انواع مختلف دیوارسبزه انتخاب نوع مناسب برای نیازهای خاص خود به عنوان یک راهکار سبز و بسیار موثر می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی کمک کند. از منظر زیست محیطی استفاده از این نوع دیوار باعث افزایش فضای سبز در محیط‌های شهری می‌شود، کمبود سطح فضای سبز ناشی از تراکم سازی را جبران می‌نماید، با کنترل آلودگی‌های هوا باعث بهبود کیفیت هوای محیط داخلی ساختمان می‌شود که این امر باعث ارتقای سطح سلامت کاربران می‌شود. همچنین گیاهانی که در این دیوار به کار برده می‌شوند به دلیل ایجاد مانعی برای آلودگی‌های صوتی نوعی عایق صدا هستند و از آلودگی‌های صوتی جزئی در محیط داخلی می‌کاهند و به عنوان مانعی برای انتقال صوت در طرفین خود عمل میکنند. از منظر دیگر استفاده از دیوارهای سبز در فضای داخلی ساختمان‌ها باعث افزایش انعطاف پذیری و ایجاد قابلیت‌های تفکیک پذیری و تجمیع پذیری در داخل یک ساختمان می‌شود و می‌دانیم که افزایش انعطاف پذیری و تطبیق پذیری یک ساختمان با نیازهای روز به مثابه افزایش عمر مفید ساختمان و افزایش کارایی آن است. از طرفی دیوارسبزه با توجه به ایجاد ارتباط نزدیک بین کاربران محیط‌های داخلی و گیاهان طبیعی علاوه بر ایجاد جذابیت بصری باعث ارتقای نشاط و ایجاد روحیه‌ی سرزندگی در بین افراد می‌شود و از بعد اجتماعی و روانی در جامعه می‌تواند موثر واقع شود. در آخر می‌توان اظهار داشت که این نوع از محیط سبز پلی است میان تکنولوژی و طبیعت و پاسخی به تراکم سازی و انبوه سازی یا به عبارت دیگر تلاشی دوباره برای تماس نزدیک انسان و طبیعت در دوران مدرن است. این روش می‌تواند به تنوع رنگی و تنوع طبیعی شهر کمک کند و فضایی زیبا و دلنشین را برای ساکنان و بازدیدکنندگان فراهم کند. دیوار سبزه معنای استفاده از نباتات برای پوشاندن سطوح عمودی ساختمان‌ها و دیوارها است. این روش در طراحی شهری و معماری پایدار به منظور ارائه فضای سبز در شهرها و بهبود کیفیت زیست محیطی استفاده می‌شود. دیوارهای سبز معمولاً از نباتاتی تشکیل شده‌اند که عمدتاً در شرایط شهری و محیط‌های محدود می‌رویند و به راحتی روی سطوح عمودی قرار می‌گیرند.

منابع

۱. بهاروند، محمد، صفی خانی، تبسم (۱۳۹۷). بهینه سازی عملکرد سیستم های سبز عمودی (نماهای سبز)، نشریه معماری سبز، ۴(۱۳)، ۱-۱۱.
۲. علی اکبرزاده، رویا، فیض منش، فریبرز، (۱۳۹۷). بررسی تطبیقی انواع باغ بام سبز در جهت تعدیل جزایر حرارتی در کلان شهر اردبیل، نشریه معماری سبز، ۴(۱۱)، ۷۷-۸۴.
۳. امین زاده، بهناز، ارزش ها در طراحی منظر شهری، ۱۳۹۴، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران.
۴. محمودی، مهناز، پاکاری، نداء، بهرامی، حسن، ارزیابی چگونگی تاثیر گذاری بام سبز در کاهش دمای محیط، ۱۳۹۱، شماره ۲۰، باغ نظر.
۵. خسروی، محمود، قبادی، اسد الله، تبیین جایگاه بام سبز در تعدیل جزیره حرارتی شهر نمونه موردی کرج، ۱۳۹۳، شماره ۴، سال ۲، پژوهش های بوم شناسی شهری.
6. Alexandri, E. and Jones, P. (2008). Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Building and Environment*. 43 (4), 480-493.
7. Architects, T. R. A. I. o. (2008). *Australia: The Royal Australian Institute of Architects*.
8. Binabid, J. (2010). *Vertical Garden: The study of vertical gardens and their benefits for low-rise buildings in moderate and hot climates*. M.B.S. University of Southern California.
9. Blanc, P. (2008). *The Vertical Garden: In Nature and the City*. New York: W. W. Norton & Company.
10. Chen Yu and Wong N. ., (2009), *Thermal Impact of Strategic Landscaping in Cities: A Review*, *Advances In Building Energy Research*, VOL 3, 237-260
11. Cheng, C. Y. and Cheung, K. K. S. and Chu, L. M. (2010). Thermal performance of a vegetated cladding system on facade walls. *Building and Environment*. 45 (8), 1779-1787.
12. Figueroa, M. (2008). *Green roof performance in Los Angeles, California*. M.B.S. University of Southern California.
13. Francis, R. A. and Lorimer, J. (2011). Urban reconciliation ecology: The potential of living roofs and walls. *Journal of Environmental Management*. 92 (6), 1429-1437.
14. Franco, A. and Fernández-Cañero, R. and Pérez-Urrestarazu, L. and Valera, D. L. (2012). Wind tunnel analysis of artificial substrates used in active living walls for indoor environment conditioning in Mediterranean buildings. *Building and Environment*. 51 (0), 370-378.
15. Hunter, A. M. and Williams, N. S. G. and Rayner, J. P. and Aye, L. and Hes, D. and Livesley, S. J. (2014). Quantifying the thermal performance of green façades: A critical review. *Ecological Engineering*. 63 (0), 102-113.
16. Ip, K. and Lam, M. and Miller, A. (2010). Shading performance of a vertical deciduous climbing plant canopy. *Building and Environment*. 45 (1), 81-88.
17. Jaafar, B. and Said, I. and Rasidi, M. H. (2011). *Evaluating the Impact of Vertical Greenery System on Cooling Effect on High Rise Buildings and Surroundings: A Review*. The 12th International Conference on Sustainable Environment and Architecture (Senvar) 10th to 11th November 2011.
18. Köhler, M. (2008). Green facades—a view back and some visions. *Urban Ecosystems*. 11 (4), 423-436.
19. Kontoleon, K. J. and Eumorfopoulou, E. A. (2010). The effect of the orientation and proportion of a plant-covered wall layer on the thermal performance of a building zone. *Building and Environment*. 45 (5), 1287-1303.
20. Miller, L. (2008). *Green roof policy: a sustainable space to grow?* M.A. Tufts University.
21. Peck, S. W. (1999). *Greenbacks from green roofs: forging a new industry in Canada*. Canada Mortgage and Housing Corporation.
22. Perez, G. and Rincon, L. and Vila, A. and Gonzalez, J. M. and Cabeza, L. F. (2011). Behaviour of green facades in Mediterranean Continental climate. *Energy Conversion and Management*. 52 (4), 1861-1867.
23. Perini, K. and Ottel , M. and Fraaij, A. L. A. and Haas, E. M. and Raiteri, R. (2011a). Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope. *Building and Environment*. 46 (11), 2287-2294.
24. Perini, K. and Ottel , M. and Haas, E. and Raiteri, R. (2011b). Greening the building envelope, facade greening and living wall systems. *Open Journal of Ecology*. 1 (1), 1-8.

25. Rayner. J.P, Raynor. K.J and N.S.G. Williams, (2010), Façade Greening: a Case Study from Melbourne, Australia, IInd Int'l Conf. on Landscape and Urban Hort.
26. Saadatian, O. and Sopian, K. and Salleh, E. and Lim, C. H. and Riffat, S. and Saadatian, E. and Toudeshki, A. and Sulaiman, M. Y. (2013). A review of energy aspects of green roofs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 23 (0), 155-168.
27. Safikhani, T. and Baharvand, M. (2017). Evaluating the effective distance between living walls and wall surfaces, *Energy and Buildings*, 150, 498–506.
28. Schumann, L. (2007). Ecologically inspired design of green roof retrofit. M.S. University of Maryland, College Park.
29. Stec, W. J. and van Paassen, A. H. C. and Maziarz, A. (2005). Modelling the double skin façade with plants. *Energy and Buildings*. 37 (5), 419-427.
30. Sunakorn, P. and Yimprayoon, C. (2011). Thermal Performance of Biofaçade with Natural Ventilation in the Tropical Climate. *Procedia Engineering*. 21 (0), 34-41.
31. Susorova, I. (2013). Evaluation of The Effects of Vegetation and Green Walls on Building Thermal Performance and Energy Consumption. Doctor of Philosophy in Architecture Illinois Institute of Technology.
32. Wong, N. H. and Tan, A. Y. K. and Tan, P. Y. and Sia, A. and Wong, N. C. (2010c). Perception Studies of Vertical Greenery Systems in Singapore. *Journal of Urban Planning and Development-Asce*. 136 (4), 330-338.
33. Wong, N. H. and Tan, A. Y. K. and Tan, P. Y. and Wong, N. C. (2009). Energy simulation of vertical greenery systems. *Energy and Buildings*. 41 (12), 1401-1408.
34. Wong. N and Chen. Yu, *Tropical urban heat islands: climate, buildings and greenery*, Publisher: Taylor & Francis 2009.
35. Yuen, B. and Hien, W. N. (2005). Resident perceptions and expectations of rooftop gardens in Singapore. *Landscape and Urban Planning*. 73 (4), 263-276