فصل نامه آموزشی، پژوهشی و اطلاع رسانی
مدیریت شهری نوین
سال پنجم، شماره نوزدهم، زمستان ۱۳۹۶

بهره‌گیری از رهیافت فضای سبز عمودی در جهت افزایش فضای سبز شهری (مطالعهٔ موردی: مجتمع مسکونی گلدشت معالی‌آباد شیراز)

علی‌رضا بیابانی خانکهدانی دکترای تخصصی بیوتکنولوژی گیاهی
طاهره عدالت سروستانی* کارشناسی ارشد مهندسی طراحی محیط

چکیده

رویکرد طراحی و ایجاد فضاهای سبز بر سطح زمین، به‌مرورزمان با مشکلات متعددی مواجه شده است. برای رفع این مشکلات رویکرد طراحی و ایجاد فضاهای سبز بر روی پیکرهٔ محیطِ انسان‌ساخت، پیشنهاد و تحت عنوان فضای سبز عمودی معرفی و بکار گرفته شد. ساختمان‌ها گسترده‌ترین محیطِ انسان‌ساخت هستند؛ از این رو در کانون توجه طراحی و ایجاد فضاهای سبز قرارگرفته‌اند و فضاهای سبز عمودی در ساختمان‌ها به دو شکل بام سبز و دیوار سبز طراحی و ایجاد شده‌اند. مهم‌ترین ویژگی بام و دیوار سبز، پایداری آن‌ها است و مهم‌ترین عامل در پایداری بام و دیوار سبز، انتخاب گیاه متناسب با شرایط طبیعی محیط است. با رعایت این شرط توسعهٔ فضاهای سبز عمودی می‌تواند نقش مؤثری در افزایش سهم سرانهٔ فضای سبز برای شهروندان، به‌خصوص در کلان‌شهرها، در یک بازه زمانی بلندمدت ایجاد کند. کلان‌شهر شیراز نیز با مساحت ۱۲۶۸ کیلومترمربع و جمعیت یک‌میلیون و ۵۴۷ هزار و ۲۳۱ نفر، دارای سطح سبز ۲۸ میلیون و ۸۶۳ هزار و ۸۷۲ مترمربعی است و سهم سرانهٔ فضای سبز در آن ناچیز و در مناطق مختلف شهری متفاوت است. منطقهٔ ۶ شهری شیراز یکی از مناطقی است که نسبت به سایر مناطق از سهم سرانهٔ فضای سبز اندکی برخوردار است و با دربرداشتن ساختمان‌های بلندمرتبه بستر مناسبی برای طراحی و توسعهٔ فضای سبز عمودی دارد. این مطالعه در مجتمع مسکونی گلدشت معالی‌آباد منطقهٔ ۶ شهری شیراز انجام شده است. در این مطالعه هشت گیاه پُرکاربرد در طراحی دیوار، سبز بررسی شده‌اند تا ارجح‌ترین گیاه برای استفاده در شهر شیراز انتخاب شود. برای این منظور بر اساس چهار معیار دما، بارندگی، خشکی و تعداد روزهای آفتابی، از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده شده است. نتایج نشان داد گیاه موچسب نسبت به سایر گیاهان از ارجحیت بیشتری برای طراحی دیوار سبز در این مجتمع برخوردار است؛ همچنین گیاهان پیچ گلیسین، شب

* Edalatlandscaping@gmail.com

بو، آبشار طلایی، عشقه، زرشک زینتی، گلنار و پیچ امین‌الدوله در اولویت‌های دوم تا هشتم قرار گرفتند. به‌طورکلی و بر اساس نتایج مطالعه چهار معیار اقلیمی دما، رطوبت، خشکی و تعداد روزهای آفتابی، با تأثیر بر ویژگی‌های سرشتی گیاهان، ازجمله نیاز دمایی، نیاز آبی، مقاومت به خشکی و نیاز نوری، مؤثرترین عوامل اکولوژیکی بر استقرار گیاهان در یک محیط هستند؛ از این رو انتخاب گیاه برای طراحی دیوار سبز بر اساس معیارهای مذکور و با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، بر پایداری دیوار سبز و درنتیجه اثرگذاری آن برافزایش سهم سرانهٔ فضای سبز، اثر مثبت دارد.

واژگان کلیدی: فضای سبز عمودی، دیوار سبز، تصمیم‌گیری چند معیاره، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی

۱. مقدمه

پوشش گیاهی یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی است که براثر فعالیت‌های گوناگون انسان تخریب شده است. افزایش سطح مناطق مسکونی، به‌ویژه شهرها، یکی از مهم‌ترین علل تخریب پوشش‌های گیاهی طبیعی بوده است (برترام و ریدانز[1]، ۲۰۱۵؛ سیلوا و همکاران[2]، ۲۰۱۶).

فضاهای سبز عمودی بر روی سطوح عمودی یا سطوح افقی نزدیک به سطح زمین و غالباً بر پیکرهٔ محیطِ انسان‌ساخت ایجاد می‌شوند (سوسروا[3]، ۲۰۱۵). ساختمان‌ها به‌عنوان گسترده‌ترین محیطِ انسان‌ساخت، مناسب‌ترین مکان برای طراحی و ایجاد فضای سبز عمودی هستند. بام و جداره‌های ساختمان‌ها نیز مناسب‌ترین فضاها برای کاشت گیاهان هستند (ویژایاراقاوان[4]، ۲۰۱۶). ازاین‌رو فضاهای سبز عمودی در ساختمان‌ها را به دو گروه بام‌های سبز و دیوارهای سبز گروه‌بندی کرده‌اند (برترام و ریدانز[5]، ۲۰۱۵).

گیاهان رکن اصلی بام و دیوار سبز هستند (همان). انتخاب مناسب در طراحی و ایجاد بام و دیوار سبز، منوط بر آنکه بر اساس معیارهای علمی انجام شود، می‌تواند تضمین‌کنندهٔ پایداری فضای سبز عمودی باشد (پرینی و روساسکو[6]، ۲۰۱۳؛ تسورومیم و ماناگی[7]، ۲۰۱۵؛ ونگ و بالدوین[8]، ۲۰۱۶).

انتخاب ارجح‌ترین گیاه بر اساس معیارهای علمی برای طراحی فضای سبز، نوعی تصمیم‌گیری بر اساس معیارهای چندگانه است (مالچفسکی، ۱۳۹۲؛ شیرویه زاد و توکلی، ۱۳۹۳)؛ بنابراین با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌توان بر اساس معیارهای علمی، از میان گیاهان مناسب برای طراحی و ایجاد فضاهای سبز (چه عمودی و چه افقی)، مناسب‌ترین گیاه را انتخاب کرد.

تعدد آپارتمان‌ها در شهرستان شیراز بستر مناسبی برای ایجاد فضای سبز عمودی به‌منظور افزایش

---

1. Bertram and Rehdanz
2. Silva et all
3. Susorova
4. Vijayaraghavan
5. Bertram and Rehdanz
6. Perini and Rosasco
7. Tsurumim and Managi
8. Wong and Baldwin

سطح فضای سبز و درنتیجه بهبود سهم سرانهٔ آن فراهم کرده است. ازاین‌رو، مطالعهٔ جاری با انتخاب یک آپارتمان مسکونی با مساحت و تعداد طبقات مناسب در منطقهٔ ۶ شهری شیراز که سهم سرانهٔ فضای سبز در آن اندک (۴/۳ مترمربع) و هزینهٔ خریداری زمین در آن زیاد است، سعی دارد به بررسی روش‌های علمی انتخاب بهترین گیاه برای طراحی دیوار سبز و به‌کارگیری مناسب‌ترین روش بپردازد.

۲. ضرورت انجام پژوهش

در زمینهٔ موضوع فضای سبز عمودی مطالعات فراوانی انجام شده است (ویژایاراقاوان، ۲۰۱۶)؛ لکن مطالعات اندکی به مبحث بررسی معیارهای انتخاب گیاهان مناسب برای طراحی و ایجاد فضای سبز عمودی پرداخته‌اند (برترام و ریدانز، ۲۰۱۵) و از این میان بر اساس بررسی منابع به‌عمل‌آمده، هیچ‌یک به استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بر اساس معیارهای علمی برای انتخاب بهترین گیاه جهت طراحی بام سبز و دیوار سبز نپرداخته‌اند.

هدف غایی پژوهش جاری رفع خلأ مطالعاتی فوق است. این پژوهش بر آن است که برای طراحی فضای سبز عمودی، معیارها و روش‌های علمی انتخاب گیاهان مناسب را شناسایی و دسته‌بندی کند؛ سپس بر اساس این معیارها و روش‌ها مناسب‌ترین گیاه را برای ایجاد دیوار سبز در ساختمان مطالعه‌شده، انتخاب کند.

۳. اهداف و فرضیه‌های پژوهش

اهداف علمی این مطالعه عبارت‌اند از:

- شناسایی معیارهای انتخاب گیاهان مناسب برای طراحی بام و دیوار سبز؛
- شناسایی روش‌های به‌گزینی گیاهان مناسب برای طراحی بام و دیوار سبز بر اساس معیارهای چندگانه.

همچنین هدف کاربردی این مطالعه عبارت است از:

- انتخاب مناسب‌ترین گیاه برای طراحی بام و دیوار سبز در ساختمان بررسی‌شده.

فرضیهٔ اصلی این مطالعه نیز عبارت است از:

– اگر انتخاب گونه‌های گیاهی برای طراحی بام و دیوار سبز، بر اساس معیارهای اکولوژیکی، اقتصادی و زیباشناختی باشد، آنگاه فضای سبز عمودی پایدار خواهد بود.

۴. مروری بر پژوهش‌های پیشین

در این بخش به پاره‌ای از مهم‌ترین مطالعات انجام‌شده درزمینهٔ فضای سبز عمودی که در داخل و خارج از کشور انجام شده است، اشاره می‌شود.

مرادی و علایی (۱۳۹۰) مفهوم و عملکرد فضای سبز و نقش فضای سبز در زندگی انسان و رابطهٔ

انسان با طبیعت را بررسی کردند و با ارائهٔ نمونه‌هایی به بررسی انتخاب دیوار سبز به‌عنوان روشی کاربردی در جهت استفادهٔ مناسب از منابع انرژی در منابع امروز پرداختند. آن‌ها با مرور منابع متعدد نشان دادند که دیوار سبز ازنظر ابعاد زیست‌محیطی در کاهش آلودگی و آلاینده‌ها، کاهش گازهای گلخانه‌ای، کاهش دمای محیط پیرامون، کاهش آلودگی صوتی و به‌طورکلی بهبود کیفیت محیطی نقش تعیین کننده‌ای دارد؛ همچنین در این مقاله نمونه‌هایی از ساختمان‌های سبز در جهان معرفی شدند که در قالب (جدول ۱) آورده شده است.

جدول (۱) مروری بر مطالعات دیوار سبز

ردیف	نام پروژه	معمار یا طراح	تاریخ ساخت	مکان	توضیح پروژه
۱	باغ عمودی موزهٔ برانلی	«پاتریک بلانس»، گیاه‌شناس و خالق باغ‌های عمودی در جهان	۱۹۷۵	فرانسه	در این باغ هنر معماری و گیاهان در کنار هم هارمونی خاصی را ایجاد کرده‌اند. این ساختمان دارای سیستمی سه‌قسمتی است: لایهٔ پی‌وی‌سی، نمدی و فلزی. این سیستم که قابلیت نصب بر روی دیوار و حتی معلق بودن در هوا را دارد، قادر است به‌طور خودکار خاک و نور موردنیاز گیاهان را تأمین کند.
۲	دیوار سبز در موزهٔ هنری کایاکس فروم	«هرزوگ» و «دی مورون»، دو معمار سوئیسی	۲۰۰۱ – ۲۰۰۷	مادرید	این موزه مجهز به ایستگاه الکتریکی و همچنین طبقه‌هایی با ساختار جدید است که با چدنِ اکسیده‌شده پوشیده شده‌اند. در کنار این قسمت، دیواری وجود دارد که با انواع مختلفی از گونه‌های گیاهی پوشیده شده و منظرهٔ جالبی را خلق کرده است. طراحی این دیوار را همان «پاتریک بلانس»، گیاه‌شناس معروف بر عهده داشته است. تضاد دو رنگ قرمز سقف و رنگ سبز دیوار به جذابیت آن افزوده است. موزهٔ کایاکس فروم یکی از پربازدیدترین موزه‌های موجود در جهان به شمار می‌رود.
۳	دیوار سبز گالری			لندن	در گالری ملی لندن که در ضلع شمالی «میدان ترافالگار» شهر لندن قرار دارد، یکی از شاهکارهای زندهٔ موجود در دنیا، توجه بسیاری از توریست‌ها را به خود جلب کرده است. این گالری علاوه بر این شاهکار هنری، بسیاری از تابلوها و نقاشی‌های زیبا از هنرمندان مشهور دنیا را به نمایش می‌گذارد. دیوار سبزی که در این گالری قرار دارد از گیاهان طبیعی پوشیده شده است.
۴	دیوار سبز باغ لانگ وود			پنسیلوانیا	دیوار سبز واقع در این باغ از ۳۵۹۰ قطعه پنل تشکیل شده که درون یک ساختار آهنی قرار دارند. در هرکدام از این پنل‌ها گونه‌های مختلفی از گیاهان وجود دارد. این دیوار سبز از ۴۷ هزار گیاه تشکیل شده است. گیاهان را با سیستم قطره‌ای آبیاری می‌کنند و از کودهای مایع برای رشد آن‌ها استفاده می‌شود. این دیوار سبز علاوه بر اینکه نظر بازدیدکنندگان را جذب می‌کند، باعث کاهش سروصدای محیط می‌شود و اکسیژن و رطوبت موردنیاز را نیز فراهم می‌کند.
۵	برج گل	«ادوارد فرانکوس»، آرشیتکت معروف		پاریس	برج گل در پاریس نظر هر عابری را به خود جلب می‌کند تا دقایقی به تماشای این ساختمان بایستد. برج در زیر دیواری از

ردیف	نام پروژه	معمار یا طراح	تاریخ ساخت	مکان	توضیح پروژه
					گیاهان بامبوی با طراوت پنهان‌شده که ظاهری شبیه به یک پرچین غول‌پیکر را به خود گرفته است.
۶	ساختمان بیمهٔ عمر	«هنری بران» و «بورژا هویدوبرو»		سانتیاگو	یکی از ویژگی‌های بارز این ساختمان این است که از دوستداران محیط‌زیست است. از مشخصات دیوار سبز این ساختمان قاب‌بندی دوره‌ای پوشش گیاهی به‌کاررفته در آن است که قادر به جذب نور و گرمای خورشید است. این پوشش گیاهی عمودی سه هزار مترمربع وسعت دارد و گیاهان آن متناسب با فصول سال تغییر می‌کنند.
۷	دیوار سبز واقع در ریجنت استریت			لندن	این دیوار داخلی سه‌طبقه را در برمی‌گیرد که برگرفته از پوشش گیاهی است و از آب بارانی که روی سقف جمع‌شده برای آبیاری گیاهان روی دیوار استفاده می‌شود. دیوار سبز خیابان ریجنت استریت ۷۲ هزار متر ارتفاع دارد؛ به همین دلیل باید برای تماشای کامل آن از پله‌های زیادی بالا بروید! دیوار سبز شامل بسیاری از گیاهان خانگی است که تأثیر فراوانی بر کیفیت هوا دارند. ازجمله گیاهان استفاده‌شده در این دیوار می‌توان به کلروفیتوم (برگ‌گندمی) که از خانوادهٔ سوسنی‌ها است، نام برد.
۸	دیوار سبز رستوران ایتالیایی زی‌زی	لیزی ماری کولن		لندن	«رستوران ایتالیایی زی‌زی» دارای دیواری از گیاهان طبیعی است. وجود این دیوار سبز، قطعه‌ای از طبیعت را به مرکز خرید این رستوران آورده است. شهرت و محبوبیت رستوران‌های زنجیره‌ای زی‌زی به دلیل پخت غذاهای سادهٔ ایتالیایی است. می‌توانید در این رستوران هر نوع غذایی را که می‌خواهید با تزیینی خلاقانه سرو کنید.
۹	پارک مرکزی	«ژال نوول»، معمار فرانسوی و «پاتریک بلانس» گیاه‌شناس و طراح باغ‌های عمودی		سیدنی	برج جدیدی که در پارک مرکزی سیدنی طراحی شده، شامل باغ‌های عمودی است. این ساختمان دارای دو برج ۱۶ و ۳۳ طبقه است. این برج با مرکز خریدی ادغام‌شده که در طبقات پایینی قرار دارد و شامل سیستم هلیوستات است که متشکل از هزاران آینه برای متمرکز کردن نور خورشید است تا نور کافی برای محوطهٔ پارک و باغ عمودی را فراهم کند. این برج مرتفع‌ترین برج منطقه به شمار می‌رود.
۱۰	ساختمان ادیث گرین- فدرال وندل وایت	«ادیث گرین» و «وندل وایت»	۱۹۷۵	آمریکا	این ساختمان یکی از مرتفع‌ترین ساختمان‌های آمریکا به شمار می‌رود. مساحت دفتر مذاکرات بین‌المللی این ساختمان بیش از ۳۷۰ هزار مترمربع است. ارتفاع دیوار سبز این ساختمان ۲۵۰ فوت است و ۷ تیغهٔ برآمده دارد. این تیغه‌ها به همراه داربست‌ها نور موردنیاز گیاهان را در فصل زمستان و سایهٔ کافی را در فصل تابستان فراهم می‌کنند. این دیوار مجهز به سیستم هوشمند روشنایی و بالابرهای کارآمد است و در سرویس‌های بهداشتی این ساختمان از آب باران استفاده می‌شود.

شهلا (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای با عنوان «دیوار سبز راهکاری نو برای توسعهٔ فضای سبز شهری»، گونه‌های گیاهی مناسب برای دیوارهای سبز در شهر تهران را بررسی کرد. برای کسب بهترین نتیجه، به‌منظور ایجاد دیوار سبز باید به رابطهٔ بین نوع گیاه و جهت دیوار مدنظر توجه کرد. در بسیاری از موارد بهترین راه‌حل استفادهٔ ترکیبی از گونه‌های مختلف (یک‌ساله، چندساله، خزان‌کننده، همیشه‌سبز، دارای شاخ‌وبرگ و گل‌دهنده) است. بر اساس نتایج، گونه‌های همیشه‌سبز، به‌ویژه پاپیتال، مناسب‌ترین گونه‌های رونده برای دیوارهای رو به شمال هستند. دیوارهای رو به شمال بهترین گزینه برای گیاهان علفی بومی و طیف وسیع‌تری از گیاهان هستند. در سمت جنوبی ساختمان نیز گیاهان خزان‌کننده مناسب هستند.

ماجدی و سیادتی (۱۳۹۳) با روش تحلیل منطقی و روش اسنادی به بررسی و ارائهٔ راهکارهای توسعهٔ بام‌های سبز در فضاهای شهری، به‌خصوص در باغ – مدرسه‌ها پرداختند. این پژوهش ازلحاظ ماهیت رویکرد سیاستی– کاربردی دارد؛ ازاین رو از روش تحلیل منطقی در فرآیند بررسی مبانی، استفاده شده و روش توصیفی– تحلیلی نیز در بستر روش اسنادی برای مطالعهٔ مبانی نظری مدنظر بوده است. ابزار گردآوری داده‌ها، مطالعات کتابخانه و رجوع به منابع مطالعاتیِ موجود در این زمینه، با استفاده از تکنیک فیش‌برداری و اسنادی بوده است. نتایج این مطالعه نشان داد که در صورتی می‌توان از مزایای بام‌های سبز استفاده کرد و به پایداری و دوام آن امیدوار بود که در قالب برنامه‌های کلان توسعهٔ پایدار و در شاخهٔ سامانهٔ سبز، پیگیری و اجرا شود. این مطالعه همچنین نشان داد که برای رفع نواقص این سامانه و توسعهٔ آن در کشور باید اقداماتی از قبیل اقدامات زیر انجام گیرد:

اجرای بام سبز بر اساس نیازهای ساختمان؛ بررسی سازه‌های دارای بام سبز در ارتباط با زلزله؛ مدیریت آبیاری بام سبز به‌منظور کاهش مصرف آب؛ چگونگی بهینه‌سازی اقتصادی بام سبز متناسب با نیازهای جامعه؛ طراحی بام‌های سبز در سطح کلان از منظر شهری؛ طراحی کاشت بام سبز و گیاهان متناسب با اقلیم و ساختمان.

۵. مواد و روش‌ها

۵-۱. روش

نوع روش پژوهش توصیفی– تحلیلی است؛ بنابراین مراحل انجام پژوهش در دو بخش توصیف و تحلیل آمده است.

در بخش اول یا بخش توصیفی پژوهش، با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی منابع موجود، مفاهیم فضای سبز با تأکید بر فضای سبز عمودی و تصمیم‌گیری چند معیاره با تأکید بر روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی تشریح می‌شوند.

در بخش دوم یا بخش تحلیلی پژوهش، بر اساس معیارهای علمی شناسایی‌شده و با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، از میان پُرکاربردترین گیاهان استفاده‌شده برای طراحی و ایجاد دیوار سبز در محیط پژوهش، ارجح‌ترین گیاه برای طراحی و ایجاد دیوار سبز انتخاب می‌شود؛ همچنین جامعهٔ

پژوهش این مطالعه، شامل متخصصین و کارشناسان طراحی فضای سبز در شهرستان شیراز است.

۲-۵. محیط پژوهش

کلان‌شهر شیراز دارای مساحتی معادل ۱۲۶۸ کیلومترمربع و جمعیتی برابر یک‌میلیون و ۵۴۷هزار و ۲۳۱ نفر است. سطح فضای سبز در این شهر برابر ۲۸میلیون و ۸۶۳هزار و ۸۷۲ مترمربع است (سایت سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری شیراز). نسبت سطح فضای سبز به سطح شهرستان شیراز بسیار اندک و همچنین سهم سرانهٔ فضای سبز برای شهروندان شیرازی بسیار ناچیز است. یکی از علل اساسی کمبود سهم سرانهٔ فضای سبز در این شهر، هزینهٔ زیاد خریداری و تملک زمین برای طراحی و ایجاد آن است. در این شرایط توسعهٔ فضاهای سبز بر ساختارهای عمودی شهر، نه‌تنها مشکل هزینهٔ زیاد خریداری و تملک زمین برای ایجاد فضای سبز در سطوح افقی را تا حد مکفی حل می‌کند، بلکه هزینهٔ تمام‌شدهٔ ایجاد فضاهای سبز عمودی به‌مراتب کمتر از هزینهٔ تمام‌شدهٔ ایجاد فضاهای سبز افقی است. ازاین‌رو مطالعهٔ جاری با انتخاب مجتمع مسکونی گلدشت معالی‌آباد (شکل ۱) با مساحت و تعداد طبقات مناسب، واقع در منطقهٔ شهری شمارهٔ ۶ شیراز که سهم سرانهٔ فضای سبز در آن اندک (۴/۳ مترمربع) و هزینهٔ خریداری زمین در آن زیاد است، سعی دارد به بررسی روش‌های علمی انتخاب بهترین گیاه برای طراحی بام و دیوار سبز و به‌کارگیری مناسب‌ترین روش بپردازد.

شکل (۱) محدودهٔ مطالعه

۵-۳. نمونهٔ پژوهش

بر اساس علم آمار در یک مطالعهٔ آماری یا مطالعهٔ مرتبط با مفاهیم علم آمار، حداقل اندازهٔ پذیرفتنی نمونه برابر ۳۰ است (رضویان و همکاران، ۱۳۸۹)؛ از این رو در این مطالعه تعداد ۳۰ نفر از کارشناسان طراحی فضای سبز شهرستان شیراز به‌عنوان نمونهٔ آماری لحاظ شدند.

۵-۴. روش نمونه‌گیری

برای انتخاب افراد نمونه، به‌صورت تصادفی عمل شد.

توضیح ابزار گردآوری اطلاعات و روایی و پایایی ابزار: در بخش توصیفی این پژوهش، برای گردآوری اطلاعات از چک‌لیست ساده (نوعی فیش) استفاده شد. در بخش تحلیلی این پژوهش، برای گردآوری نظرات کارشناسی کارشناسان به‌منظور استفاده در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، از فرم‌های نظرسنجی محتوی ماتریس مقایسهٔ زوجی (نوعی جدول) استفاده شد.

۵-۵. روش تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

به‌طورکلی مراحل انجام پژوهش حاضر را می‌توان به شرح ذیل فهرست کرد. نحوهٔ تجزیه‌وتحلیل اطلاعات نیز تشریح شده است.

۵-۵-۱. تهیهٔ فهرست گیاهان استفاده‌شده در طراحی و ایجاد دیوار سبز

در این مرحله با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی منابع موجود (سایت سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری شیراز، ۱۳۹۵) فهرست پرکاربردترین گیاهان استفاده‌شده در طراحی و ایجاد دیوار سبز در شهرستان شیراز تهیه شد (جدول ۲).

جدول (۲) فهرست گیاهان پرکاربرد برای طراحی دیوار سبز در شهرستان شیراز

ردیف	نام فارسی اصیل	نام فارسی رایج	نام علمی	تصویر
۱	گلنار	پیچ اناری	Campsisradicans	شکل ۲
۲	–	شب بو	Matthiolaincana	شکل ۳
۳	عشقه	عشقه، پیچک (داردوست)	Hederacanariensis	شکل ۴
۴	–	پیچ امین‌الدوله	Lonicerasp	شکل ۵
۵	–	موچسب، پیچک	Rhoicissusrhomboidea	شکل ۶
۶	–	زرشک زینتی	Berberisthunbergii	شکل ۷
۷	–	پیچ گلیسین	Wisteria	شکل ۸
۸	–	آبشار طلایی	Kerria japonica	شکل ۹

۲-۵-۵. تهیهٔ فهرست ویژگی های سرشتی گیاهان استفاده شده در طراحی و ایجاد دیوار سبز

مجموعه‌ای از خصایص و نیازهای ذاتی هر موجود زنده که با تأمین آن‌ها می‌تواند در محیطی مستقر شود، رشد و نمو داشته باشد، تولیدمثل کند و بقاء نسل یابد، ویژگی‌های سرشتی آن نامیده می‌شود (شیک و همکاران[1]، ۲۰۱۶). مهم‌ترین عامل اکولوژیکی مؤثر بر استقرار گیاهان در یک محیط، اقلیم است (بنونوتی و همکاران[2]، ۲۰۱۶) و در بین پارامترهای اقلیمی چهار پارامتر دما، بارندگی، خشکی و تعداد روزهای آفتابی با تأثیر بر ویژگی های سرشتی گیاه چون نیاز دمایی، نیاز آبی، مقاومت به خشکی و نیاز نوری نقش اصلی در استقرار آن، در یک محیط را دارند (مانسو و کاسترو گومز[3]، ۲۰۱۵؛ صادق و همکاران[4]، ۲۰۱۵)؛ از این رو در این مرحله با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی منابع موجود (مانسو و کاسترو گومز، ۲۰۱۵؛ مانسو و کاسترو گومز، ۲۰۱۶) فقط فهرست ویژگی‌های سرشتی مذکور برای هر یک از گیاهان شناسایی‌شده در مرحلهٔ اول، تهیه شد (جدول ۳).

جدول (۳) ویژگی‌های سرشتی پرکاربردترین گیاهان استفاده‌شده برای طراحی دیوار سبز در شهرستان شیراز

ردیف	نام فارسی	نام علمی	نیاز دمایی	نیاز آبی	مقاومت به خشکی	نیاز نوری
۱	پیچ اناری	*Campsisradicans*	به دمای زیاد نیاز دارد.	به آب خیلی کم نیاز دارد.	مقاومت به خشکی خیلی زیاد است.	به نور زیاد نیاز دارد.
۲	شب بو	*Matthiolaincana*	به دمای متوسط تا زیاد نیاز دارد.	به آب کم تا متوسط نیاز دارد.	مقاومت به خشکی متوسط تا زیاد است.	به نور زیاد نیاز دارد.
۳	پاپیتال	*Hederacanariensis*	به دمای متوسط نیاز دارد.	به آب کم نیاز دارد.	مقاومت به خشکی زیاد است.	به نور خیلی زیاد نیاز دارد.
۴	پیچ امین‌الدوله	*Lonicerasp*	به دمای زیاد نیاز دارد.	به آب خیلی کم تا کم نیاز دارد.	مقاومت به خشکی زیاد تا خیلی زیاد است.	به آفتاب کامل نیازمند است. به نور زیاد تا خیلی زیاد نیاز دارد.

1. Shaik et al
2. Benvenuti et al
3. Manso and Castro-Gomes
4. Sadegh *et al*

ردیف	نام فارسی	نام علمی	نیاز دمایی	نیاز آبی	مقاومت به خشکی	نیاز نوری
۵	موچسب	*Rhoicissusrhomboidea*	به دمای کم تا متوسط نیاز دارد.	به آبیاری کم نیاز دارد.	مقاومت به خشکی متوسط تا زیاد است.	به نور خیلی کم نیاز دارد.
۶	زرشک زینتی	*Berberisthunbergii*	به دمای متوسط تا زیاد نیاز دارد.	به آب خیلی کم نیاز دارد.	مقاومت به خشکی زیاد تا خیلی زیاد است.	به نور متوسط تا زیاد نیاز دارد.
۷	گلیسین	*Wisteria*	به دمای متوسط نیاز دارد.	به آب متوسط نیاز دارد.	مقاومت به خشکی متوسط است.	به نور متوسط تا زیاد نیاز دارد.
۸	آبشار طلایی	*Kerria japonica*	به دمای کم نیاز دارد.	به آب کم نیاز دارد.	مقاومت به خشکی زیاد است	به نور خیلی زیاد نیاز دارد.

۳-۵-۵. شناسایی ویژگی‌های طبیعی محیط استقرار مجتمع مسکونی گلدشت معالی‌آباد

مجتمع مسکونی گلدشت معالی آباد در منطقهٔ ۶ شهری شیراز واقع شده است. به‌طورکلی شهرستان شیراز آب و هوایی گرم و خشک دارد. شهرستان شیراز در زمستان‌ها آب و هوایی نسبتاً معتدل توأم با بارندگی و در تابستان‌ها هوایی گرم و خشک دارد. میانگین دما در تیرماه (گرم‌ترین ماه سال) ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد، در دی‌ماه (سردترین ماه سال) ۵ درجهٔ سانتی‌گراد، در فروردین‌ماه ۱۷ درجهٔ سانتی‌گراد و در مهرماه ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد است. مقدار بارندگی این ناحیه بین ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر در سال است (سایت هواشناسی شیراز).

۴-۵-۵. شناسایی انواع معیارهای علمی مؤثر در انتخاب ارجح‌ترین گیاه برای طراحی و ایجاد دیوار سبز

براساس بررسی منابع انجام‌شده، معیارهای انتخاب گیاهان برای طراحی دیوار سبز به سه گروه اکولوژیکی، اقتصادی و زیباشناختی تقسیم می‌شوند (برترام و ریدانز، ۲۰۱۵). در این میان معیارهای اکولوژیکی و اقتصادی مشتمل بر شاخص های عینی و معیارهای زیباشناختی مشتمل بر شاخص‌های ذهنی هستند (مالچفسکی، ۱۳۹۲). معیارهای اقتصادی می توانند در پروژهٔ طراحی و ایجاد دیوار سبز، اثر

محدودکنندگی داشته باشند (پرینی و رساسکو، ۲۰۱۳؛ دجدجیگ[1]، ۲۰۱۶). مهم‌ترین عامل اکولوژیکی مؤثر بر استقرار گیاه در یک محیط اقلیم است (مانسو و کاستروگومز، ۲۰۱۶) و در بین پارامترهای اقلیمی چهار پارامتر دما، بارندگی، خشکی و تعداد روزهای آفتابی با تأثیر بر ویژگی های سرشتی گیاه چون نیاز دمایی، نیاز آبی، مقاومت به خشکی و نیاز نوری، نقش اصلی در استقرار آن در یک محیط را دارند (کاسترو گومز، ۲۰۱۵؛ الگیزاوی مانسواند[2]، ۲۰۱۶)؛ از این رو در این مطالعه چهار پارامتر اقلیمی مذکور برای انتخاب ارجح‌ترین گیاه از میان پرکاربردترین گیاهان در نظر گرفته شدند.

۵-۵-۵. درجه‌بندی ارجحیت گیاهان برای طراحی و ایجاد دیوار سبز

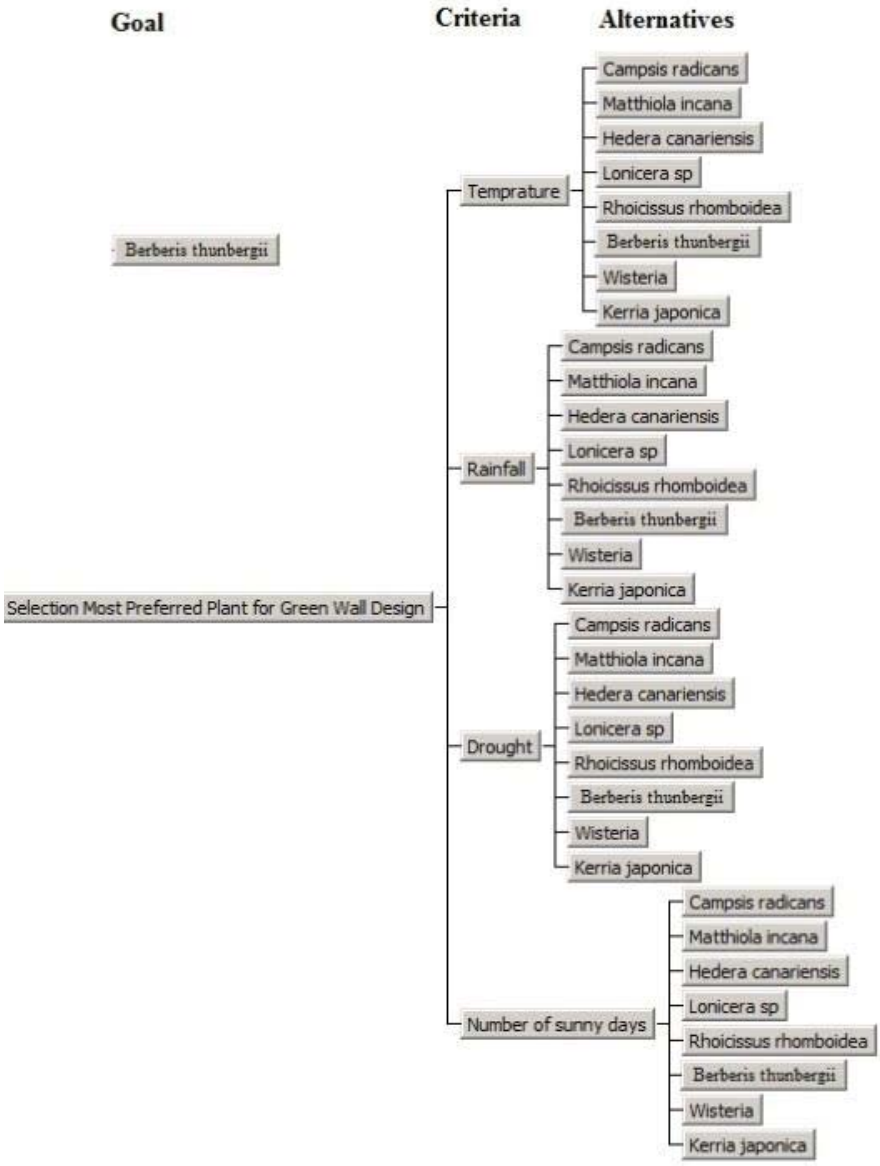
در این مطالعه به‌منظور درجه‌بندی ارجحیت گیاهان برای طراحی و ایجاد دیوار سبز و انتخاب ارجح‌ترین گیاه، از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده می‌شود. این روش طی مراحل ذیل بکار گرفته می‌شود (مالچفسکی، ۱۳۹۲؛ شیرویه زاد و توکلی، ۱۳۹۳).

الف) تعریف درخت سلسله‌مراتب

در این مرحله ارکان تصمیم‌گیری و روابط مابین آن‌ها با استفاده از نمودار درختی نمایش داده می‌شود (شکل ۲) با توجه به آنچه تاکنون تشریح شد، می‌توان گفت هدف نهایی تصمیم‌گیری انتخاب ارجح‌ترین گیاه برای طراحی دیوار سبز است. معیارهای تصمیم‌گیری شامل دما، بارندگی، خشکی و تعداد روزهای آفتابی و گزینه‌های تصمیم‌گیری شامل هر یک از پرکاربردترین گیاهان شناسایی‌شده (جدول ۱) هستند.

بر این اساس درخت سلسله‌مراتب تصمیم‌گیری با استفاده از نرم‌افزار Expert choice 11.0 ترسیم شد (شکل ۳).

1 . Djedjig
2 . Mansoand Elgizawy



شکل (۲) درخت سلسله‌مراتب تصمیم‌گیری

ب) ارزیابی عددی درخت سلسله‌مراتب

فاز ارزیابی عددی درخت سلسله‌مراتب مشتمل بر دو بخش مجزا است (مالچفسکی، ۱۳۹۲؛ شیرویه زاد و توکلی، ۱۳۹۳).

- *ترسیم و تکمیل ماتریس‌های مقایسهٔ زوجی*

بخش اول شامل ترسیم و تکمیل ماتریس‌های مقایسهٔ زوجی است. این ماتریس‌ها می‌توانند در سطح گزینه‌ها و همچنین در سطح معیارها ترسیم و تکمیل شوند (مالچفسکی، ۱۳۹۲) و (شیرویه زاد و توکلی، ۱۳۹۳).

- *ترسیم و تکمیل ماتریس‌های مقایسهٔ زوجی در سطح گزینه‌ها*

در این مرحله برای بهره‌گیری از نظرات ۳۰ نفر از کارشناسان طراحی فضای سبز شهرستان شیراز (نمونهٔ پژوهش) فرم‌های نظرسنجی تهیه و در اختیار هر یک از کارشناسان قرار داده شد.

این فرم‌ها شامل چهار قسمت هستند: قسمت اول شامل مشخصات فرد تکمیل‌کننده، قسمت دوم شامل تشریح مختصر پروژه، قسمت سوم شامل تشریح مفید و مختصر فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و نحوهٔ تکمیل ماتریس مقایسهٔ زوجی و قسمت چهارم شامل ماتریس‌های مقایسهٔ زوجی است. بدیهی است که در این قسمت به تعداد معیارهای تصمیم‌گیری، ماتریس مقایسهٔ زوجی ترسیم شد؛ یعنی در قسمت آخر هر یک از فرم‌های نظرسنجی این مطالعه، ۴ ماتریس مقایسهٔ زوجی، شامل ماتریس مقایسهٔ زوجی گزینه‌های تصمیم بر اساس معیار دما، ماتریس مقایسهٔ زوجی گزینه‌های تصمیم بر اساس معیار بارندگی و ... ترسیم شد.

گفتنی است که تمامی این ماتریس‌ها در نرم‌افزار Expert choice 11.0 ترسیم و تکمیل شده‌اند. در این نرم‌افزار اعداد حقیقی با رنگ قرمز و اعداد معکوس با رنگ سیاه نشان داده می‌شوند. به‌عنوان‌مثال عدد ۴ که با رنگ سیاه نشان داده شده است، در محاسبات به‌عنوان عدد ۱/۴ (یک‌چهارم) در نظر گرفته می‌شود.

جدول (۴) ماتریس میانگین مقایسهٔ زوجی گزینه‌های تصمیم بر اساس معیار دما

	Campsis radicans	Matthiola incana	Hedera canariensis	Lonicera sp	Rhoicissus rhomboidea	Berberis	Wisteria	Kerria japonica
Campsis radicans		3.0	4.0	1.0	5.0	3.0	3.0	5.0
Matthiola incana			3.0	4.0	4.0	1.0	4.0	3.0
Hedera canariensis				4.0	3.0	3.0	1.0	5.0
Lonicera sp					6.0	5.0	4.0	7.0
Rhoicissus rhomboidea						4.0	4.0	4.0
Berberis							4.0	5.0
Wisteria								2.0
Kerria japonica	Incon: 0.09							

جدول (۵) ماتریس میانگین مقایسهٔ زوجی گزینه‌های تصمیم بر اساس معیار بارندگی

	Campsis radicans	Matthiola incana	Hedera canariensis	Lonicera sp	Rhoicissus rhomboidea	Berberis	Wisteria	Kerria japonica
Campsis radicans		4.0	3.0	2.	3.0	3.0	4.0	2.0
Matthiola incana			3.0	4.0	3.0	4.0	3.0	3.0
Hedera canariensis				3.0	1.0	4.0	4.0	1.0
Lonicera sp					3.0	2.0	5.0	2.0
Rhoicissus rhomboidea						4.0	4.0	1.0
Berberis thunbergii							5.0	4.0
Wisteria								4.0
Kerria japonica	Incon: 0.09							4.0

جدول (۶) ماتریس میانگین مقایسهٔ زوجی گزینه‌های تصمیم بر اساس معیار خشکی

	Campsis radicans	Matthiola incana	Hedera canariensis	Lonicera sp	Rhoicissus rhomboidea	Berberis	Wisteria	Kerria japonica
Campsis radicans		4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	5.0	3.0
Matthiola incana			4.0	5.0	1.0	5.0	3.0	4.0
Hedera canariensis				4.0	4.0	4.0	3.0	1.0
Lonicera sp					5.0	1.0	6.0	4.0
Rhoicissus rhomboidea						5.0	4.0	4.0
Berberis thunbergii							5.0	4.0
Wisteria								4.0
Kerria japonica	Incon: 0.09							

جدول (۷) ماتریس میانگین مقایسهٔ زوجی گزینه‌های تصمیم بر اساس معیار تعداد روزهای آفتابی

	Campsis radicans	Matthiola incana	Hedera canariensis	Lonicera sp	Rhoicissus rhomboidea	Berberis	Wisteria	Kerria japonica
Campsis radicans		1.0	5.0	4.0	6.0	5.0	4.0	5.0
Matthiola incana			5.0	4.0	5.0	6.0	3.0	6.0
Hedera canariensis				5.0	6.0	3.0	3.0	5.0
Lonicera sp					7.0	5.0	5.0	6.0
Rhoicissus rhomboidea						5.0	5.0	6.0
Berberis thunbergii							1.0	4.0
Wisteria								5.0
Kerria japonica	Incon: 0.09							

- ترسیم و تکمیل ماتریس مقایسهٔ زوجی در سطح معیارها

در سال ۱۸۴۰ میلادی یک شیمیست آلمانی به نام جستوس وان لیبیگ ارتباط مابین مقدار عناصر غذایی موردنیاز گیاهان و رشد گیاهان را بدین شرح و تحت عنوان قانون لیبیگ بیان کرد (جین و لینگ، ۲۰۱۵):

«رشد گیاهان به‌واسطهٔ عنصر غذایی که نسبت به سایر عناصر غذایی به میزان کمتری به گیاه برسد، محدود می‌شود».

هرچند بر اساس قانون مذکور این ارتباط تنها مابین عناصر غذایی از یک‌سو و رشد گیاهان از سوی دیگر برقرار است، دانشمندان این ارتباط را مابین هر یک از عوامل اکولوژیکی از یک‌سو و استقرار، رشد و نمو، تولیدمثل و بقاء هر یک از انواع حیات از سوی دیگر تعمیم داده‌اند. ازاین‌رو بر اساس قانون مذکور می‌توان گفت اهمیت هر عامل اکولوژیکی مؤثر بر استقرار، رشد و نمو، تولیدمثل و درنهایت بقاء هر یک از انواع، وابسته به مقدار آن عامل است و هرچه مقدار عاملی کمتر باشد، به دلیل اثر محدودکنندگی بیشتر آن، دارای اهمیت بیشتری است (جین و لینگ[1]، ۲۰۱۵؛ ایلهان و یامان[2]، ۲۰۱۶).

همان‌طور که ذکر شد مهم‌ترین عامل اکولوژیکی مؤثر بر استقرار گیاه در یک محیط اقلیم است و در بین پارامترهای اقلیمی چهار پارامتر دما، بارندگی، خشکی و تعداد روزهای آفتابی با تأثیر بر ویژگی‌های سرشتی گیاه چون نیاز دمایی، نیاز آبی، مقاومت به خشکی و نیاز نوری نقش اصلی در استقرار آن در یک محیط را دارند. ازاین‌رو رتبه‌بندی معیارها بر اساس اهمیتی که در استقرار گیاه در یک محیط دارند و در راستای تحقق هدف تصمیم‌گیری مستلزم اندازه‌گیری تمامی معیارهای محیطی مذکور در فصول مختلف و همچنین مقدار نیازهای ذاتی مذکور برای هر یک از گیاهان به‌صورت جداگانه است؛ اما به دلیل محدودیت‌های زمانی و ابزاری و همچنین هزینه‌ای حاکم بر مطالعهٔ جاری، امکان‌پذیر نیست؛ از این رو در این مطالعه اهمیت تمامی معیارها یکسان فرض شد و ماتریس مقایسهٔ زوجی معیارهای تصمیم‌گیری بر اساس هدف نهایی تصمیم‌گیری، مطابق (جدول ۸) ترسیم و تکمیل شد.

جد ول (۸) ماتریس مقایسهٔ زوجی معیارهای تصمیم‌گیری

	Temprature	Rainfall	Drought	Number of s
Temprature		1.0	1.0	1.0
Rainfall			1.0	1.0
Drought				1.0
Number of sunny days	Incon: 0.00			

- محاسبهٔ وزن‌ها

بخش دوم شامل محاسبهٔ وزن ها است. در این بخش از فاز ارزیابی عددی درخت سلسله مراتب، وزن ارجحیت گزینه ها بر اساس هریک از معیارهای تصمیم گیری، وزن اهمیت معیارهای تصمیم گیری در راستای دستیابی به هدف نهایی تصمیم گیری و همچنین وزن ارجحیت کلی گزینه های تصمیم نسبت به هم بر اساس تمامی معیارها محاسبه می‌شود (مالچفسکی، ۱۳۹۲).

✓ وزن ارجحیت نسبی گزینه‌های تصمیم

پس از ادغام ماتریس‌های مقایسهٔ زوجی (جداول ۳، ۴،۵ و ۶) در اولین گام از بخش دوم فاز

1 . Jin and Ling
2 . Ilhan and Yaman

ارزیابی عددی درخت سلسله‌مراتب، ارجحیت هر یک از گزینه‌های تصمیم نسبت به دیگر گزینه‌ها، در معیار مدنظر و با استفاده از نرم‌افزار Expert choice 11.0 محاسبه شد.

✓ وزن اهمیت نسبی معیارهای تصمیم

وزن اهمیت هر یک از معیارها نسبت به هم در راستای تحقق هدف نهایی تصمیم‌گیری و با استفاده از نرم‌افزار Expert choice 11.0 محاسبه شد. سایر آیتم‌های وزن ارجحیت کلی گزینه‌های تصمیم، محاسبهٔ سازگاری سلسله‌مراتب و انتخاب ارجح‌ترین گیاه برای ایجاد دیوار سبز در مجتمع مسکونی گلدشت معالی‌آباد نیز با استفاده از نرم‌افزار مذکور محاسبه و در آخر نمای سه‌بعدی از مجتمع، با استفاده از Archicad 18.0 و 3D max ارائه شد.

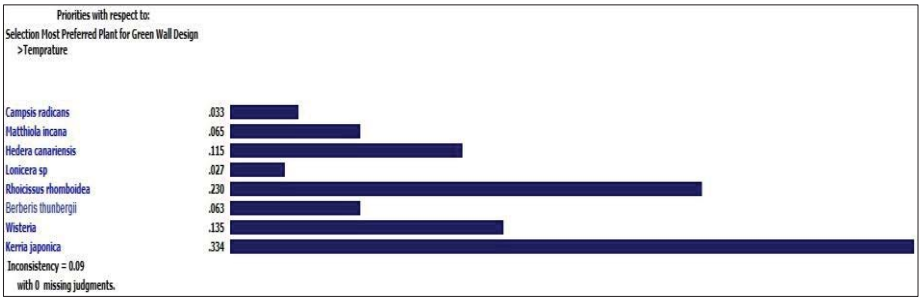
۶. بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی نخست ارکان تصمیم‌گیری (هدف نهایی، معیارها و گزینه‌ها) و روابط مابین آن‌ها تعیین و در قالب نمودار درختی ارائه شدند، سپس ماتریس‌های مقایسهٔ زوجی در سطح گزینه‌ها و معیارها ترسیم و بر اساس قضاوت‌های کارشناسان تکمیل و درنهایت ادغام شدند و در انتها وزن‌های ارجحیت و نرخ‌های ناسازگاری محاسبه شدند.

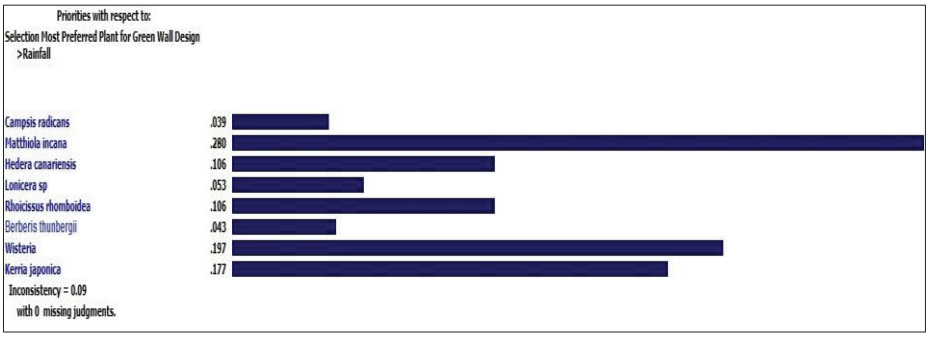
نرخ‌های سازگاری مبنای پذیرش یا عدم پذیرش آنالیزها قرار گرفتند. وزن‌های ارجحیت کلی گزینه‌ها نیز مبنای انتخاب ارجح‌ترین گیاه برای طراحی دیوار سبز قرار گرفتند. ازاین‌رو نتایج این مطالعه در چهار بخش و به شرح ذیل ارائه می‌شود.

۱-۶. نتایج مترتب بر مقایسات زوجی در سطح گزینه‌ها

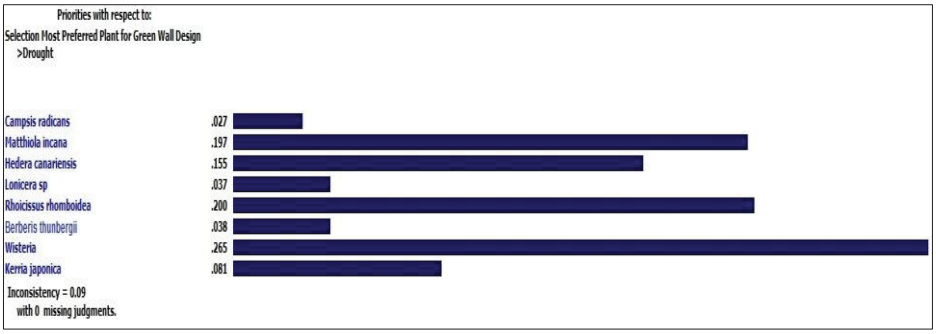
با استفاده از ماتریس‌های میانگین مقایسه‌های زوجی در سطح گزینه‌ها، وزن‌های ارجحیت هر گزینه نسبت به سایر گزینه‌ها بر اساس هر یک از معیارها محاسبه شد. با استفاده از وزن‌های ارجحیت نسبی گزینه‌ها بر اساس معیار مدنظر می‌توان گزینه‌ها را بر اساس آن معیار اولویت‌بندی کرد. بدیهی است هرچه وزن ارجحیت نسبی گزینه‌ای بیشتر باشد، آن گزینه در اولویت بیشتری دارد.



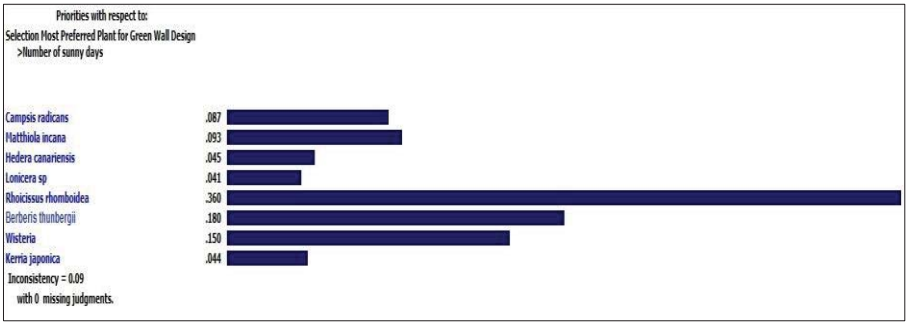
شکل (۳) وزن‌های ارجحیت نسبی گزینه‌های تصمیم بر اساس معیار دما



شکل (۴) وزن‌های ارجحیت نسبی گزینه‌های تصمیم بر اساس معیار بارندگی



شکل (۵) وزن‌های ارجحیت نسبی گزینه‌های تصمیم بر اساس معیار خشکی



شکل (۶) وزن‌های ارجحیت نسبی گزینه‌های تصمیم بر اساس معیار تعداد روزهای آفتابی

همان‌طور که در اشکال ۴ الی ۶ مشخص است اولویت گزینه‌های تصمیم بر اساس هر یک از معیارهای دما، رطوبت، خشکی و تعداد روزهای آفتابی به شرح ذیل است:

– بر اساس معیار دما: آبشار طلایی اولویت اول، موچسب اولویت دوم، پیچ گلیسین اولویت سوم،

عشقه اولویت چهارم، شب بو اولویت پنجم، زرشک زینتی اولویت ششم، گلنار اولویت هفتم و پیچ امین‌الدوله اولویت هشتم است.

– بر اساس معیار رطوبت: شب بو اولویت اول، پیچ گلیسین اولویت دوم، آبشار طلایی اولویت سوم، عشقه و موچسب اولویت چهارم، پیچ امین‌الدوله اولویت پنجم، زرشک طلایی اولویت ششم و گلنار اولویت هفتم است.

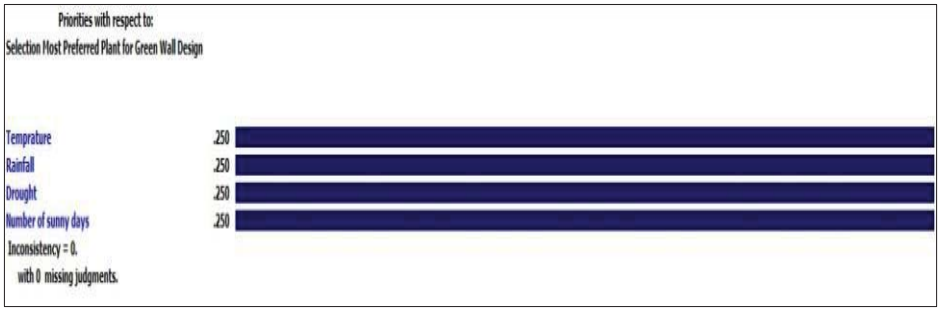
– بر اساس معیار خشکی: پیچ گلیسین اولویت اول، موچسب اولویت دوم، شب بو اولویت سوم، عشقه اولویت چهارم، آبشار طلایی اولویت پنجم، زرشک زینتی اولویت ششم، پیچ امین‌الدوله اولویت هفتم و گلنار اولویت هشتم است.

– بر اساس معیار تعداد روزهای آفتابی: موچسب اولویت اول، زرشک زینتی اولویت دوم، پیچ گلیسین اولویت سوم، شب بو اولویت چهارم، پیچ اناری اولویت پنجم، عشقه اولویت ششم، آبشار طلایی اولویت هفتم و پیچ امین‌الدوله اولویت هشتم است.

همچنین نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی گزینه‌ها بر اساس هر یک از معیارهای دما، بارندگی، خشکی و تعداد روزهای بارانی برابر ۰/۰۹ و کمتر از ۰/۱ است؛ بنابراین تمامی مقایسه‌های انجام‌شده و وزن‌های محاسبه‌شده پذیرفتنی هستند.

۲-۶. نتایج مترتب بر مقایسات زوجی در سطح معیارها

در این مطالعه با توجه به اهمیت یکسان تمامی معیارها در راستای تحقق هدف تصمیم گیری ماتریس مقایسهٔ زوجی، معیارهای تصمیم‌گیری بر اساس هدف نهایی تصمیم‌گیری تکمیل و وزن نسبی اهمیت هر معیار محاسبه شد.



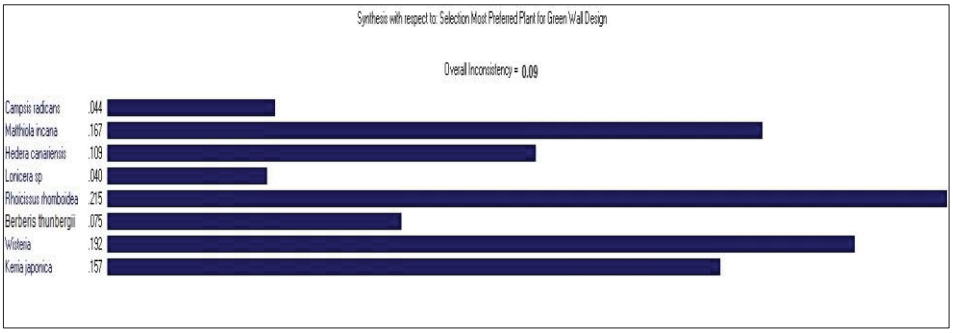
شکل (۷) وزن‌های اهمیت نسبی معیارها بر اساس هدف نهایی تصمیم‌گیری

همان‌طور که در (شکل ۷) مشخص است نرخ ناسازگاری مقایسات زوجی معیارها بر اساس هدف نهایی تصمیم‌گیری برابر صفر و کمتر از ۰/۱ است؛ بنابراین مقایسه و وزن‌های محاسبه‌شده پذیرفتنی

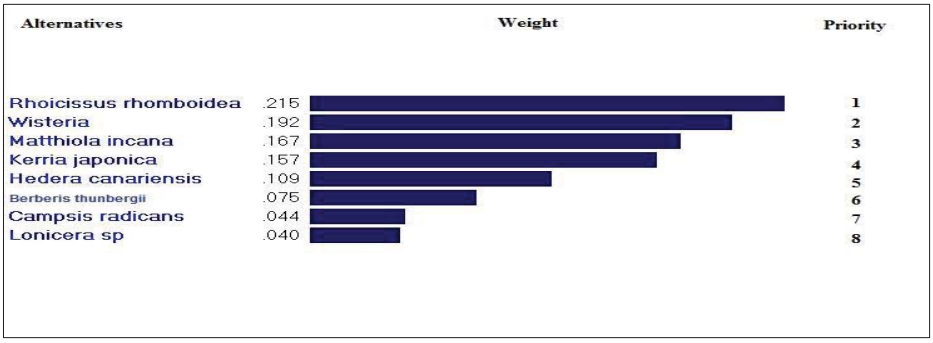
هستند.

۳-۶. نتایج مترتب بر اولویت‌بندی گزینه‌های تصمیم

وزن ارجحیت کلی گزینه‌ها با استفاده از وزن‌های ارجحیت نسبی گزینه‌ها و اهمیت نسبی معیارها، محاسبه شد. این وزن ها بیانگر ارجحیت کلی هر گزینه بر اساس تمامی معیارها در راستای تحقق هدف نهایی تصمیم‌گیری هستند؛ بنابراین بر اساس این وزن‌ها گزینه‌های تصمیم اولویت‌بندی شدند.



شکل (۸) وزن‌های ارجحیت کلی گزینه‌ها



شکل (۹) اولویت‌دهی گزینه‌ها

بر این مبنا از میان پرکاربردترین گیاهان شناسایی‌شده در طراحی و ایجاد دیوار سبز، گیاه موچسب با وزن ارجحیت کلی ۰/۲۱۵ برای طراحی دیوار سبز در مجتمع مسکونی گلدشت معالی آباد انتخاب شده است؛ همچنین گیاهان پیچ گلیسین، شب بو، آبشار طلایی، عشقه، زرشک زینتی، گلنار و پیچ امین‌الدوله به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند. نرخ ناسازگاری کل سلسله مراتب نیز برابر ۰/۰۹ و کمتر از ۰/۱ است و بنابراین نتایج تصمیم‌گیری پذیرفتنی است (شکل ۶ و ۷).

۴-۶. نتیجهٔ ارائهٔ نمای سه‌بعدی مجتمع مسکونی گلدشت معالی‌آباد

نمای سه‌بعدی مجتمع مسکونی گلدشت معالی‌آباد به همراه گیاه برگزیده برای طراحی دیوار سبز در شکل (۹) ارائه شده است.

(الف)

(ب)

(ج)

شکل (۹) نمای سه‌بعدی مجتمع مسکونی گلدشت معالی‌آباد به همراه گیاه برگی زده برای دیوار سبز (الف- نمای باز: مایل، ب- نمای بسته: روبه‌رو، ج- نمای بسته: مایل)

۷. پیشنهادها

در این مطالعه بنا بر محدودیت‌های حاکم، تنها تعدادی از معیارهای علمی انتخاب گیاه مناسب، در نظر گرفته‌شده‌اند؛ بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، توصیه می‌شود در صورت اجرایی شدن این طرح ابتدا گیاه موجسب استفاده و برای مطالعات تکمیلی با توجه به نتایج این پژوهش سایر معیارها در قالب یک طرح پژوهشی در نظر گرفته شود.

نتیجه‌گیری و پژوهش‌های انجام شده در این مطالعه را می‌توان به صورت زیر بیان کرد؛

۱. مهم‌ترین رکن طراحی دیوار سبز، پایداری آن است؛

۲. پایداری دیوار سبز وابسته به انتخاب گیاهانی است که می‌توانند در محیط مدنظر به‌صورت طبیعی مستقر شوند یا به‌عبارت‌دیگر استقرار اکولوژیکی داشته باشند؛

۳. چهار معیار اقلیمی دما، رطوبت، خشکی و تعداد روزهای آفتابی با تأثیر بر ویژگی‌های سرشتی گیاهان، ازجمله نیاز دمایی، نیاز آبی، مقاومت به خشکی و نیاز نوری، مؤثرترین عوامل اکولوژیکی بر استقرار گیاهان در یک محیط هستند؛

۴. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی روشی مناسب برای تصمیم‌گیری در مورد انتخاب ارجح‌ترین گیاه به‌منظور طراحی دیوار سبز بر اساس معیارهای چندگانهٔ مذکور است.

بر این اساس به‌طورکلی می‌توان چنین جمع‌بندی کرد که انتخاب گیاه بر اساس معیارهای مؤثر در استقرار اکولوژیکی آن در محیط، بر پایداری دیوار سبز و درنتیجه اثرگذاری آن برافزایش سهم سرانهٔ فضای سبز اثر دارد.

منابع

اعظم رحمتی، الهه؛ فیروز زارع، علی و برجی، معصومه (تابستان ۱۳۹۳)، تـدوین اسـتراتژی‌هـای توسـعه فناوری بام سبز در کشور با استفاده از ابزارهای مدیریت استراتژیک (ماتریس SWOT و ماتریس IE). مطالعهٔ موردی: شهر مشهد، مدیریت شهری، شمارهٔ ۳۵، ص ۲۷۶ تا ۲۸۰.

رضویان، محمدتقی و غفوری‌پور، امین (۱۳۸۹)، «بام‌های سبز»، فصل‌نامـهٔ جغرافیـایی آمـایش محـیط، شمارهٔ ۱۰، ص ۱۳۸ تا ۱۶۰.

شهلا، س (۱۳۹۰)، «دیوار سبز راهکاری نو برای توسعه فضای سـبز شـهری»، نخسـتین همـایش بـاغ گیاه‌شناسی ملی ایران، نوشهر، ۵ آبان.

شیرویه‌زاد، هادی و توکلی هرندی، محمدمهدی (تابستان ۱۳۹۳)، *مباحثی در تصمیم‌گیری با معیارهـای چندگانه*، چ اول، تهران، مؤسسهٔ علمی دانش‌پژوهان برین.

ماجدی، حمید و سیادتی، فریال سادات (بهار ۱۳۹۴)، «توسعهٔ بام سبز در طراحی فضاهای شهری پایـدار با ارائهٔ راهکارها و پیشنهادات، نمونهٔ موردی: باغ- مدرسه‌ها»، مدیریت شهری، شمارهٔ ۳۸، ص۲۱۵ تا ۲۴۰.

مالچفسکی، یاچک (۱۳۹۲)، *سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیـاره*، ترجمـهٔ پرهیزگـار، الف و غفاری گیلانده، ع، چ سوم، تهران، انتشارات سمت.

AyokunleOlubunmi, O., Xia, P.B. and Skitmore, M. June 2016. Green building incentives: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 59: Pages 1611–1621.

Azkorra, Z., Pérez, G., Coma, J., Cabeza, L.F., Bures, S., Álvaro, J.E., Erkoreka, A. and Urrestarazu, M. March 2015. Evaluation of green walls as a passive acoustic insulation system for buildings.Applied Acoustics, Volume 89: Pages 46-56.

Benvenuti, S., Malandrin, V. and Pardossi, A. 12 May 2016. Germination ecology of wild living walls for sustainable vertical garden in urban environment.ScientiaHorticulturae, Volume 203: Pages 185-191.

Bertram, CH. And Rehdanz, K. December 2015. The role of urban green space for human well-being. Ecological Economics, Volume 120: Pages 139-152.

Department of Parks and Green Spaces Shiraz, 2016, www.eshiraz.ir

Djedjig, R., Bozonnet, E. and Belarbi,R. June 2016. Modeling green wall interactions with street canyons for building energy simulation in urban context. Urban Climate, Volume 16: Pages 75-85.

Elgizawy, EM. 2016. The Effect of Green Facades in Landscape Ecology. Procedia Environmental Sciences, Volume 34: Pages 119-130.

Ilhan, B. and Yaman, H. October 2016. Green building assessment tool (GBAT) for integrated BIM-based design decisions. Automation in Construction, Volume 70: Pages 26-37.

Jin, H. and Ling, W. September 2015. External wall structure of green rural houses in Daqing, China, based on life cycle and ecological footprint theories. Frontiers of Architectural Research, Volume 4: Pages 212-219.

Manso, M. and Castro-Gomes, J. January 2015. Green wall systems: A review of their characteristics. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 41: Pages 863–871.

Manso, M. and Castro-Gomes, J.P. September 2016.Thermal analysis of a new modular system for green walls. Journal of Building Engineering, Volume 7: Pages 53-62.

Perini, K. and Rosasco, P. December 2013. Cost–benefit analysis for green façades and living wall systems. Building and Environment, Volume 70: Pages 110-121.

Refat Ismail, M. June 2013. Quiet environment: Acoustics of vertical green wall systems of the Islamic urban form. Frontiers of Architectural Research, Volume 2: Pages 162-177.

Sadegh, H., Shahryari-ghoshekandi, R., Agarwal, Sh., Tyagi, I., Asif, M. and Kumar Gupta, V. June 2015. Microwave-assisted removal of malachite green by carboxylate functionalized multi-walled carbon nanotubes: Kinetics and equilibrium study. Journal of Molecular Liquids, Volume 206: Pages 151-158.

Shaik, S., Kumar Gorantla, K. and TalankiPuttarangaSetty, A.B. 2016. Investigation of Building Walls Exposed to Periodic Heat Transfer Conditions for Green and Energy Efficient Building Construction. Procedia Technology, Volume 23: Pages 496-503.

Silva, C.M., Gomes, M.G. and Silva, M. 15 March 2016. Green roofs energy performance in Mediterranean climate. Energy and Buildings, Volume 116: Pages 318-325.

Susorova, I. 2015. 5 – Green facades and living walls: vertical vegetation as a construction material to reduce building cooling loads. Eco-Efficient Materials for Mitigating Building Cooling Needs, Pages 127–153.