



## شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای اثرگذار در بهبود کیفیت نمای ساختمان با استفاده از مدل AHP

محمد جواد بشیرپور<sup>۱\*</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی ارومیه  
\* mjb13775@gmail.com

### چکیده

با توجه به توسعه شهرنشینی و نیز افزایش روز افزون بلندمرتبه‌سازی در شهرها، توجه به ارتقای کیفیت نمای ساختمان‌های مسکونی ضروری است. در این پژوهش به شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای اثرگذار در بهبود کیفیت نمای ساختمان‌های بلندمرتبه شهر اراک با استفاده از مدل AHP پرداخته شد. در بخش مدل‌سازی به روش AHP، ابتدا ۹ معیار که می‌توانند در ناماسازی موثر باشند، تعیین شدند. سپس اقدام به تهیه پرسشنامه زوجی برای مقایسه دو به دو معیارهای مربوطه شد. این پرسشنامه نیز در اختیار خبرگان و کارشناسان پروژه‌های عمرانی قرار گرفت تا نظر خود را در خصوص ارجحیت معیارهای زوجی بیان کنند. سپس نتایج وارد نرم افزار Expert Choice شد و تحلیل نتایج انجام گرفت. با توجه به نتایج به دست آمده، معیار تطابق با معماری شهری با وزن ۰/۱۸۶ اثر بیشتری نسبت به سایر معیارها دارد و پس از آن معیار زیبایی با وزن ۰/۱۷۷ قرار گرفته است. طبق نتایج، دو مقوله تطابق با معماری و زیبایی می‌توانند در ادغام با تکنولوژی‌های جدید از جمله نماهای هوشمند و سبز در اولویت اجرا قرار بگیرند که در بهینه سازی مصرف انرژی و کاهش هزینه‌ها نیز مفید هستند.

### اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی کامل  
دریافت: ۱۲ اسفند ۱۴۰۲  
پذیرش: ۱۲ فروردین ۱۴۰۲  
ارائه در سایت: ۶ اردیبهشت ۱۴۰۲  
کلید واژگان:  
نمای ساختمان  
بلندمرتبه سازی  
مدل AHP  
کیفیت مصالح

## Identifying and prioritizing effective criteria in improving the quality of the facade of the building using the AHP model

MohammadJavad Bashirpour<sup>1\*</sup>

1- Master's student in civil engineering, Urmia University of Technology.

\* mjb13775@gmail.com

### Article Information

Original Research Paper  
Received 2023-03-03  
Accepted 2023-04-01  
Available Online 2023-04-26

#### Keywords:

Building facades  
high-rise construction  
AHP model  
Quality of materials

### Abstract

Considering the development of urbanization and the increasing number of high-rise buildings in cities, it is necessary to pay attention to the improvement of the quality of the facade of residential buildings. In this research, the effective criteria were identified and prioritized in improving the quality of facades of high-rise buildings in Arak using AHP model. In the AHP modeling section, first, 9 criteria that can be effective in facade construction were determined. Then, a paired questionnaire was prepared to compare the relevant criteria two by two. This questionnaire was also given to the experts of construction projects to express their opinion regarding the preference of paired criteria. Then the results were entered into the Expert Choice software and the results were analyzed. According to the obtained results, the criterion of compatibility with urban architecture with a weight of 0.186 has more effect than other criteria, and after that the criterion of beauty with a weight of 0.177 is placed. According to the results, the two categories of compatibility with architecture and beauty can be prioritized in integration with new technologies, including smart and green facades, which are also useful in optimizing energy consumption and reducing costs.

## ۱- مقدمه

مجدد نما و استفاده از پوشش‌های محافظ اشاره گردید [۷]. ارتقای کیفیت نمای ساختمان‌های بلندمرتبه در راستای اهداف توسعه پایدار باید به گونه‌ای باشد که عوامل موثر در کیفیت نمای ساختمان به خوبی شناسایی شوند. چرا که نوع و کیفیت مصالح و تکنولوژی‌های امروزی، مسائل زیست محیطی و نیز انرژی‌های مصرفی در کیفیت نما نقش موثری دارند [۶]. با این حال مسأله اصلی پژوهش این است که این عوامل چه هستند و زیرمعیارهایی که در این عوامل دخیل می‌باشند چه ارتباطی با یکدیگر دارند. با توجه به اینکه مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره از جمله AHP می‌توانند مجموعه عوامل مدیریتی را بصورت جامع بررسی کنند، بررسی کیفیت نمای ساختمان با این مدل‌ها نیز بایستی بررسی شود تا خلاءهای موجود شناسایی شوند و در نهایت منجر به بهبود کیفیت پروژه شوند. توجه به این امر منجر به امر بر مبنای تطابق با معماری شهری، زیبایی و محیط زیست و اصول توسعه پایدار از اهمیت بالایی برخوردار است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از متداول‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که با در نظر گرفتن اثر همزمان کلیه معیارها و مقایسه امتیازات آنها، به اولویت‌بندی گزینه‌ها می‌پردازد و با استفاده از روابط مربوط گزینه مطلوب را تعیین می‌کند [۳]. با توجه به اهمیت موضوع کیفیت نمای ساختمان و قابلیت‌های مفید مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، در پژوهش حاضر به شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای اثرگذار در بهبود کیفیت نمای ساختمان با استفاده از مدل AHP پرداخته می‌شود تا بر این اساس بتوان الگو و راهکارهایی را ارائه داد که ضامن موفقیت مدیریت پروژه در بحث کیفیت نمای ساختمان گردد.

## ۲- روش تحقیق

برای انجام پژوهش، ابتدا معیارهای اصلی که در بهبود کیفیت نمای ساختمان اثرگذار هستند مشخص شدند. با توجه به اهداف پژوهش، در تعیین معیارها به مسائل مهم در شهر نوآور و خلاق به شرح زیر اشاره شده است:  
الف- کیفیت محیط زیست: محیط زیست سالم، آب و هوای تمیز، آب سالم، بهداشت و حفاظت از محیط زیست، دسترسی به فضاهای سبز و نواحی تفریحی و کال و خدماتی که فاقد آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای است.

ب- شرایط اجتماعی و فرهنگی: تنوع فرهنگی و نژادی، خانه‌های امن، بهداشت، برنامه‌های آموزشی.

ج- کاربرد تکنولوژی: استفاده از تکنولوژی مناسب سیستم‌های انرژی کارآمد و بدون کربن، سیستم حمل و نقل کارآمد، زیربناها و ساختمان‌های پایدار.

د- وجود الگوهای اقتصادی: پویایی فضای محلی برای سرمایه‌گذاری در سطح محلی و با هدف صدور در بازارهای هدف، گویای الگوی اقتصادی مناسب است.

ه- استقرار سیاست عمومی: نقش قوانین در توسعه، اجرا و نگهداری یک شهر خلاق، باید باز و اجرایی باشد. شفافیت و مشارکت دهی برای حمایت از تعادل بین عناصر زندگی، یکی از اساسی‌ترین لازمه‌های استقرار سیاست عمومی یکپارچه است. طبق مطالعات کتابخانه‌ای و مشاوره با خبرگان پروژه‌های ساختمانی، مهمترین آنها عبارتند از: معیارها و زیرمعیارها بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و مرور سوابق تحقیق که در ارتباط با کیفیت نمای پروژه‌های

بیش از یک قرن از ظهور ساختمان‌های مسکونی و تجاری طبقاتی (شامل برج‌ها، بلندمرتبه‌ها و آسمان‌خراش‌ها) می‌گذرد. در آغاز راه، این قبیل سازه‌ها به عنوان نشانه‌ای از پیشرفت‌های تکنولوژیک و فنی جوامع شناخته می‌شدند. رفته‌رفته اکثر کشورهای جهان، در روندی روبه‌گسترش، بلندمرتبه‌سازی را به عنوان یکی از نمادهای پیشرفت صنعتی و فنی خود، در دستور کار قرار دادند. ضمن آن‌که رشد جمعیت نیز، به عنوان معضل تنها تعدادی از کشور کوچک و پر جمعیت مطرح نبود بلکه به موضوعی جهانی تبدیل شده بود. در این میان، ایران هم از قاعده مستثنی نبود و از چند دهه پیش آرام آرام پای در این وادی گذاشت. این رویکرد اگر چه در سال‌های پیش انقلاب عمدتاً با هدف حرکت به سمت مدرنیزاسیون شروع شد، اما رفته‌رفته و خصوصاً طی سال‌های اخیر به راهکاری مناسب جهت پاسخگویی به نیاز روزافزون جمعیت جوان کشور به مسکن تبدیل شد [۱]. شهرنشینی، شکلی از زندگی اجتماعی است. تأثیراتی که زندگی در کلانشهر بر زندگی اجتماعی ساکنان آن می‌گذارد بسیار زیاد است. تراکم زندگی اجتماعی در شهر تهران، به تشکیل محلاتی منتهی شده که هر کدام ویژگی‌هایی دارند و در برخی از آنها نمی‌توان صفات اجتماعات کوچک را پیدا کرد. اگرچه در تمام دنیا برای خلاقیت و طراحی‌های خاص نمای ساختمان‌ها ارزش و اهمیت قائل هستند و طرح‌های خلاقانه مورد توجه قرار می‌گیرند، اما چارچوب و ضوابط خاصی برای نماها تعیین می‌شود تا شهر دچار چهره‌های متناقض و ناهمگون نشود [۲].

معیارهای توسعه پایدار نماهای شهری به شرح زیر می‌باشند [۴].

(۱) تکنولوژی اجرا و استفاده از مصالح تجدید شونده.

(۲) هماهنگی با کاربری‌های شهری و محیط زیست

(۳) یکپارچه‌سازی و همگون کردن نماها جهت جلوگیری از ایجاد آلودگی بصری

(۴) حفظ انرژی و کارایی مؤثر آن.

(۵) ساخت نماهای مقاوم و با دوام.

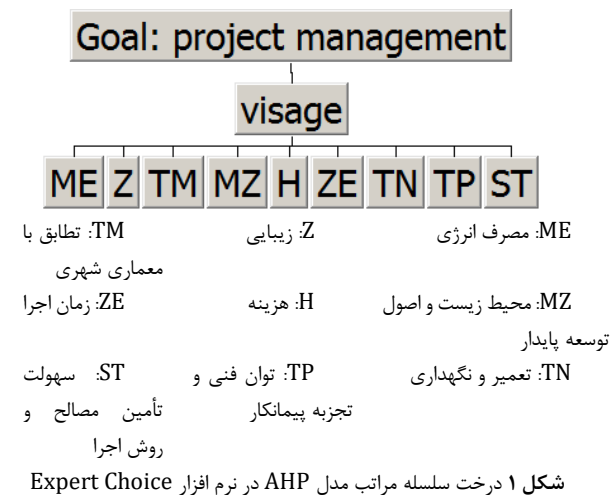
(۶) ایجاد یک سیستم مناسب جهت تعمیر و نگهداری

استفاده از مصالح نوین جایگزین مصالح سنتی و مدیریت تهیه مصالح و تجهیزات به عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار در موضوع بهبود نمای ساختمان بر مبنای معماری پایدار می‌باشند. علاوه بر این، بهبود نمای ساختمان در راستای تکنولوژی به روز می‌تواند در کاهش مصرف انرژی و مدیریت هزینه‌های پروژه مفید باشد [۵]. به عنوان نمونه در پژوهشی علل خرابی انواع مختلف مصالح و روش اجرای نمای ساختمان با مطالعه بیش از ۳۰ ساختمان با انواع نماهای مختلف و استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیار انجام شد که مشخص گردید بیشترین علل خرابی مربوط به کمبود چسبندگی، عوامل شیمیایی و تابش آفتاب، ضربه و آلودگی هوا می‌باشد. همچنین بازرسی‌های مداوم و در فواصل زمانی مشخص سبب افزایش عمر نما و کاهش خرابی‌ها خواهد شد. از راهکارها، به تمیز کاری نما، اتصال قطعات نما با استفاده از اسکوپ، احداث

1 - Analytic Hierarchy Process

## ۳- نتایج

شکل ۱ درخت سلسله مراتب معیارها را در نرم افزار Expert Choice بر اساس علامت اختصاری هر معیار نشان می‌دهد. جدول ۲ نیز ماتریس مقایسات زوجی ادغام شده برای معیارها که بر اساس میانگین هندسی بدست آمده‌اند را نشان می‌دهد.



شکل ۱ درخت سلسله مراتب مدل AHP در نرم افزار Expert Choice

جدول ۲ ماتریس مقایسات زوجی ادغام شده برای معیارها

معیارها	صرف انرژی	زیبایی	تطابق با معماری شهری	محیط زیست و اصول توسعه پایدار	هزینه	زمان اجرا	تعمیر و نگهداری	توان فنی و تجزیه پیمانکار	سهولت تأمین مصالح و روش اجرا
صرف انرژی	۱	۰.۳	۰.۲	۱	۰.۲	۵	۱	۳	۳
زیبایی		۱	۱	۱	۳	۵	۱	۳	۳
تطابق با معماری شهری			۱	۱	۳	۵	۱	۱	۳
محیط زیست و اصول توسعه پایدار				۱	۳	۵	۱	۳	۳
هزینه					۱	۳	۱	۱	۱
زمان اجرا						۱	۰.۲	۱	۱
تعمیر و نگهداری							۱	۳	۳
توان فنی و تجزیه پیمانکار								۱	۱
سهولت تأمین مصالح و روش اجرا									۱

بر اساس جدول فوق وزن محاسبه شده برای هر زیرمعیار به روش AHP در جدول ۳ ارائه شده است. مشاهده می‌شود که معیار تطابق با معماری شهری با وزن ۰/۱۸۶ اثر بیشتری نسبت به سایر معیارها دارد و پس از آن معیار زیبایی با وزن ۰/۱۷۷ قرار گرفته است. همچنین شکل ۲ نمودار وزن‌دهی و نرخ ناسازگاری را در این سطح نشان می‌دهد. محاسبه نرخ ناسازگاری نشان می‌دهد این کمیت برای ماتریس مقایسه زوجی برابر با ۰/۰۸ است؛ بنابراین مقایسات سازگار هستند و می‌توان وزن‌دهی را به روش AHP تأیید کرد.

عمرانی باشد، مشخص شدند. با بررسی سوابق تحقیق و نظر کارشناسان خبره از پرسشنامه دلفی، معیارهای مهم در ماتریس AHP عبارتند از:

- مصرف انرژی
- زیبایی
- تطابق با معماری شهری
- محیط زیست و اصول توسعه پایدار
- هزینه
- زمان اجرا
- تعمیر و نگهداری
- توان فنی و تجزیه پیمانکاران
- سهولت تأمین مصالح و روش اجرا

جامعه آماری این پژوهش شامل کارفرمایان، مشاوران و پیمانکاران پروژه‌های ساختمانی کلانشهر اراک می‌باشد. به دلیل محدودیت‌های زمانی، مکانی و هزینه، قابلیت دسترسی به کل افراد شاغل در پروژه‌های عمرانی شهر اراک (جامعه آماری) وجود نداشت. لذا تعداد ۳۰ کارشناس خبره برای تکمیل پرسشنامه پژوهش بصورت تصادفی انتخاب شد. از آنجا که فرض نرمال بودن داده‌های تحقیق مهم می‌باشد، حجم نمونه حداقل باید برابر ۳۰ نفر باشد که این شرط تأمین شده است. همچنین روش نمونه‌گیری، تصادفی ساده انتخاب شد. در مرحله بعد، پایایی پرسشنامه به منظور اعتبارسنجی معیارها و زیرمعیارها با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ مشخص شد. در مدل AHP معمولاً از روش وزن دهی به مقایسه زوجی برای تعیین وزن معیارها استفاده می‌شود. مطابق با جدول ۱ در این روش، معیارها دو به دو با یکدیگر مقایسه شده و اهمیت آنها نسبت به یکدیگر تعیین می‌گردد. سپس یک ماتریس ایجاد می‌شود که ورودی آن همان وزن‌های تعیین شده و خروجی آن وزن‌های نسبی مربوط به معیارهاست.

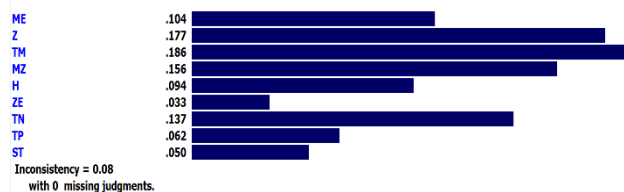
جدول ۱ امتیازدهی معیارها و زیرمعیارها در مدل AHP

امتیاز	درجه اهمیت	شرح
۱	اهمیت یکسان	دو معیار بصورت یکسان در فعالیت سهیم هستند.
۳	نسبتاً مرجح	یک معیار نسبت به دیگری تا حدی ترجیح داده می‌شود.
۵	اهمیت شدید	یک معیار نسبت به دیگری کاملاً ترجیح داده می‌شود.
۹	اهمیت فوق العاده	یک معیار نسبت به دیگری بسیار زیاد ترجیح داده می‌شود.
۱۲ و ۱۶ و ۲۰	ارزشهای بینابین در قضاوت	مقایسه می‌شود یکی از اعداد بالا به آن اختصاص می‌یابد.

مطابق با روش کار، در این مرحله لازم است تا معیارهای پژوهش مشخص شوند و عمل وزن دهی انجام شود. در این مرحله، از پاسخ دهندگان خواسته شد تا نظر خود را با توجه به تاثیر هر معیار بر معیار دیگر، بر اساس جدول ۱ اعلام نمایند. این پرسشنامه‌ها در بین جامعه آماری توزیع شد. در نهایت با ورود داده‌ها از نظر جامعه آماری، به تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از نرم افزار Expert Choice پرداخته شد.

جدول ۳ محاسبه وزن زیرمعیارها

وزن زیرمعیارها	زیرمعیارها
۰/۱۰۴	مصرف انرژی (ME)
۰/۱۷۷	زیبایی (Z)
۰/۱۸۶	تطابق با معماری شهری (TM)
۰/۱۵۶	محیط زیست و اصول توسعه پایدار (MZ)
۰/۰۹۴	هزینه (H)
۰/۰۳۳	زمان اجرا (ZE)
۰/۱۳۷	تعمیر و نگهداری (TN)
۰/۰۶۲	توان فنی و تجربه پیمانکاران (TP)
۰/۰۵۰	سهولت تأمین مصالح و روش اجرا (ST)



شکل ۲ نمودار رتبه‌بندی معیارها

#### ۴- بحث و نتیجه‌گیری

طبق نتایجی که حاصل گردید مشخص شد که هر روش AHP که از تکنیک‌های ارزیابی چندمعیاره می‌باشد، توانسته است با دقت قابل قبولی معیارهای ارجح تأثیرگذار در بهبود کیفیت نمای ساختمان‌های پروژه‌های عمرانی را شناسایی کند که بر اساس آن بتوان راهکارهای موثر را ارائه نمود. نتایج به وضوح نشان داد که تطابق با معماری و زیبایی در ارتقای کیفیت نمای ساختمان از ارجحیت بالاتری برخوردار هستند. لذا مدرن شدن نما سازی ساختمان‌ها باید با بررسی دقیق تکنولوژی‌های نوین و فناوری‌های مطرح روز دنیا و امکان سنجی بومی سازی آن و حصول اطمینان از قابلیت انطباق آن با الگوهای ساخت و ساز متداول در کشور همراه باشد. در این بین، توجه به هزینه، کیفیت و زمان جدا از مسأله محیط زیست و تطابق شهری، بایستی مورد توجه باشد. با توجه به جمع‌بندی نتایج، دستاورد اصلی پژوهش مذکور می‌تواند اشاره به کارایی قابل قبول مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در بحث نمای ساختمان داشته باشد. در جمع‌بندی پژوهش باید عنوان کرد که دو مقوله تطابق با معماری و زیبایی می‌توانند در ادغام با تکنولوژی‌های جدید از جمله نماهای هوشمند و سبز در اولویت اجرا قرار بگیرند که در بهیه سازی مصرف انرژی و کاهش هزینه‌ها نیز مفید هستند.

#### ۵- منابع

- [۱] رهنما، م. و عباس‌زاده، غ. (۱۳۸۷). اصول، مبانی و مدل‌های سنجش فرم کالبدی شهر. ۱۸۴ ص.
- [۲] شهری، ج. (۱۳۹۸). طهران قدیم. تهران، معین، ۴۸۴ ص.
- [۳] قدسی‌پور، س. (۱۳۸۵). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP. انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۲۲۲ ص.
- [۴] معرفت، م. ذوالفقاری، س. و امیدوار، ا. (۱۳۸۵). طراحی مناسب نما و پوسته خارجی ساختمان، روشی موثر برای جلوگیری از رخداد میعان در سیستم‌های سرمایشی تابشی سقفی. نشریه انرژی ایران، ۱۰(۱)، ۱-۳.
- [5] Lindberg, R., Binamu, A., & Teikari, M. (2004). Five-year data of measured weather, energy consumption, and time-dependent temperature variations within different exterior wall structures. *Energy and Buildings*, 36(6), 495-501.
- [6] Lobaccaro, G., Fiorito, F., Maserà, G., & Poli, T. (2012). District geometry simulation: a study for the optimization of solar façades in urban canopy layers. *Energy Procedia*, 30, 1163-1172.
- [7] Madureira, S., Flores-Colen, I., de Brito, J., & Pereira, C. (2017). Maintenance planning of facades in current buildings. *Construction and building materials*, 147, 790-802.