

**بررسی رابطه هوش هیجانی و انگیزه برای یادگیری دروس عملی در رشته معماری****مورد پژوهشی : دروس عملی .دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی – واحد رودهن**

تاریخ دریافت مقاله :

۱۴۰۲/۰۹/۲۱

تاریخ پذیرش مقاله :

۱۴۰۲/۱۲/۲۷

امیرحسین مستوفی زاده اظهاری<sup>۱</sup> (نویسنده مسئول)غلامحسین ناصری<sup>۲</sup>محسن بغدادی<sup>۳</sup>**چکیده**

بسیاری از مهارت‌ها آموختنی هستند و با آموزش و تمرین می‌توان سطح تواناییهای فردی را در یادگیری ارتقا داد. یادگیری خود نیازمند انگیزه است که خود بجوش نمی‌آید و هر فرد با توجه به شناخت درونی و عوامل بیرونی کسب می‌کند. هدف پژوهش حاضر آن است که پس از اثبات رابطه بین هوش هیجانی و حس انگیزه در یادگیری دروس عملی به لزوم تقویت هوش هیجانی برای یادگیری بهتر دروس عملی پرداخته شود. این مقوله با موفقیت در تحصیل، و حتی نحوه زندگی دانشجویان در آینده بطور مستقیم در ارتباط است. بیشتر انسانها موضوعات را از طریق هوش هیجانی خود فرا می‌گیرند، در نتیجه می‌توان دریافت که با بررسی رابطه این دو موضوع می‌توان به تقویت حس انگیزه برای یادگیری در دروس عملی رشته معماری استفاده نمود. براین اساس، از جامعه آماری دانشجویان هنر و معماری دانشگاه آزاد واحد رودهن برای نمونه‌گیری جامعه آماری استفاده شده که به تعداد ۴۰۰ نفر بودند و بر اساس فرمول فیدل و تاباچینگ محاسبه، تعداد ۷۰ نفر با روش نمونه‌گیری تصادفی انتخاب شده‌اند. روش انجام این پژوهش از نوع کاربردی و همبستگی می‌باشد. برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه خودارزیابی عملکرد و از نرم افزار، (SPSS) برای تحلیل داده‌ها استفاده و بر اساس مطالعات صورت گرفته، شاخصها در جداول رگرسیون مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفته شده است. نتایج تحقیق نشان داده، بین هوش هیجانی و انگیزه برای یادگیری در دروس عملی رابطه معنی داری وجود دارد. پس می‌توان دریافت که دانشجویانی که هوش هیجانی بالاتری دارند در دریافت برای یادگیری و پیاده‌سازی ایده‌های خود ابتکار عمل بیشتری دارند. در نتیجه می‌توان دریافت که هوش هیجانی از عوامل مهم برای یادگیری بهتر دروس عملی رشته معماری بشمار می‌آید و نیازمند نگاه ویژه است.

**کلمات کلیدی:** آموزش معماری، هوش هیجانی، پرورش مهارت، حس انگیزه، دروس عملی

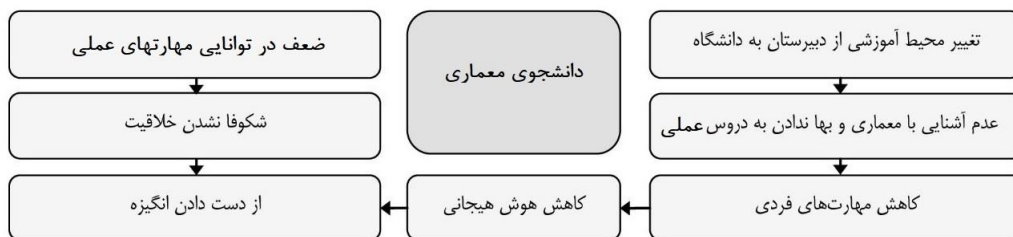
۱. دانشجوی دکتری معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد رودهن. (پست الکترونیک: arc.mostofi@gmail.com)

۲. استادیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد دامغان.

۳. مربی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد رودهن.

## ۱- مقدمه و بیان مسئله:

ا خلق کردن از جنس دانش نیست، آموختنی هم نیست، بلکه از جنس استعداد است و باید کشف و پرورانده شود. در بیشتر کشورها مسئله نگاه به تجربیات گذشته دانشجویان در دوره معماری از جمله مسایل مهم ورود رشته معماری است، اما این موضوع در کشورمان از گذشته تا کنون نادیده گرفته می شود و فرد از طریق آزمون جامع به تحصیل در رشته معماری می پردازد. همین امر نقطه آغازین نادیده گرفته شدن استعدادهای فردیست که از مسائل و مشکلات ریشه ای آموزش معماری بشمار می آید. دروس عملی رشته معماری نیازمند مهارتهایی است که مهمترین آن به عنوان هوش هیجانی شناخته می شود. آموزش دروس عملی، به عنوان یکی از شاخه های مهم آموزشی، به گسترش تواناییهای فردی و ابتکار نیاز دارد. شناخت دقیق در مؤلفه های تاثیرگذار این حوضه این امکان را می دهد که بتوان استعدادهای نهفته دانشجویان کشف و توسط استاد پرورانده شود. هوش هیجانی در تمام حوزه های زندگی، از روابط شخصی گرفته تا محیط کار، نقشی بسزایی در پیشرفت و موفقیت افراد ایفا می کند. به طور کلی، افرادی که دارای هوش هیجانی بالا هستند، توانایی بهتری در فهم و مدیریت روابط، مواجهه با استرس و حل مسائل را دارند. هوش هیجانی را می توان از طریق مراکز آموزشی و تمرینات متنوع، تقویت کرد و این مقوله به بهبود فرآیند آموزش معماری نیز کمک شایانی می کند. تجربه نشان داده دانشجویانی که پیشینه آموزش های موسیقی، نقاشی، سفالگری و یانجاری را دارند در کارگاه های عملی انگیزه بیشتری برای یادگیری دروس معماری را دارند. این دانشجویان غالباً توانایی آن را دارند که میان دورشته ارتباط برقرار کرده و به بهبود آموزه های خود بپردازد. پس می توان نتیجه گرفت که برای بهتر شدن روند آموزش معماری از دیگر دست آویزهای هنری نیز می توان استفاده نمود. از این رو سعی شده تا پس از اثبات رابطه متغیرهای تأثیرگذار به لزوم بر بالا بردن سطح هوش هیجانی دانشجویان در روند آموزش معماری توجه ویژه ای شود و به ارتقاء مهارتهای فردی در جهت ایجاد حس انگیزه برای یادگیری دروس عملی تأکید شود.



شکل ۱. دیاگرام تحلیلی مراتب کاهش انگیزه دانشجویی در یادگیری دروس عملی. مأخذ: نگارنده

حال این سوالات زیر مطرح است که آیا دانشجویان با پیشینه آموزه های هنری و یا فنی انگیزه بیشتری برای یادگیری دروس عملی و کارگاهی را دارند؟ آیا می توان حس انگیزه برای یادگیری را با تقویت استعدادهای فردی دانشجویان بالا برد؟ یافته ها نشان داده که دانشجویانی که تجربه کارهای عملی را در گذشته داشته اند سطح هوش هیجانی و توانایی بالاتری برای یادگیری دارند، پس می توان دریافت که بالا بردن هوش هیجانی دانشجویان موجب انگیزه بیشتر برای یادگیری دروس عملی می شود. از این رو می توان این مقوله را به عنوان نکته کلیدی و نوآورانه بودن این پژوهش دانست. در این پژوهش، تأثیر هوش هیجانی در فراگیری دروس عملی دانشجویان معماری مورد بررسی قرار گرفته شده. بطوری که نتایج حاصل از این پژوهش نشان می دهد دانشجویان این واحد اغلب مشغول به حرفه ای از یک تا پنج سال بوده اند و نتایج نشان داده که دانشجویان مقطع کاردانی بالاترین میزان مهارت را در بین دیگر مقاطع را دارند. همچنین دانشجویان کاردانی دارای هوش هیجانی بالاتری نسبت به دیگر مقاطع هستند. این مقوله نیز در تایید پژوهش حاضر کمک می کند، چرا که دانشجویان مقطع کاردانی رشته معماری اغلب از هنرستانهای فنی و حرفه ای و یا کار و دانش وارد دانشگاه می شوند و در گذشته تجربه کارهای عملی بیشتری را داشته اند. برای ایجاد انگیزه برای یادگیری دروس عملی رشته معماری در زمان آموزش می بایست به مهارتهای فردی توجه ویژه ای شود.



و استفاده از آن برای اتخاذ تصمیمهای مناسب در زندگی، توانایی اداره مطلوب خلق و خوی، وضع روانی و کنترل تکانشها به وسیله هوش هیجانی سنجیده می شود. [۶]

پیشینه هوش هیجانی را می توان در ایده های وکسلر در تبیین جنبه های غیرشناختی هوش عمومی جستجو کرد. کسلر درصدد آن بوده که جنبه های غیرشناختی و شناختی هوش عمومی را با هم بسنجد. تلاش او در زمینه درک و فهم سازگاری اجتماعی و شناخت موقعیتهای اجتماعی و انگیزشی بوده. کسلر به سه نوع جهت گیری انگیزشی معتقد است. افراد با جهت گیری انگیزشی بیرونی، افراد با جهت گیری انگیزشی درونی و افراد بدون انگیزه. رفتار افرادی که دارای انگیزش درونی هستند، از درون نظم می یابد یعنی آنها اجازه نمی دهند که دیگران و عوامل بیرونی بر عملکردشان تاثیر گذارند. آنها برای خود اهدافی دارند و در جهت رسیدن به این اهداف می کوشند و اگر احساس کنند که در انجام فعالیت هایشان تحت فشار هستند سطح ادراکشان کاهش می یابد و به دنبال آن سطح انگیزش و علاقه درونی آن ها هم کاهش می یابد. در مقابل افراد با انگیزش بیرونی خود را شایسته یا خود تعیین قلمداد نمی کنند و رفتار آنها توسط دیگران دیکته می شود. این افراد به وقایع بیرونی و دیگران توجه بیشتری دارند تا به رضایت شخصی و احساس لذت درونی خود، به جای تمرکز بر تکلیف و احساس رضایت از انجام خوب آن در انتظار نوعی پاداش یا تنبیه در مقابل انجام یا عدم انجام تکالیف هستند. [۷].

### ۳- روش پژوهش

در پژوهش حاضر از روش تحقیق ترکیبی استفاده شده، اصطلاح روشهای تحقیق آمیخته ترکیبی، به پژوهشهایی اطلاق می شود که در آنها از هر دو روش تحقیق کمی و کیفی استفاده می شود. تجزیه و تحلیل داده های کمی از طریق آزمون  $t$ ، دو نمونههای مستقل به کمک نرم افزار (SPSS) انجام شده است. تجزیه و تحلیل دادههای کیفی از طریق مطالعه بر منابع مربوطه مثل کتابها، مقالات، و پژوهشهای قبلی مرتبط با برای شناخت بهتر موضوع استفاده شده. در تحقیق حاضر مؤلفه های مؤثر بر پرورش هوش هیجانی به عنوان متغیرهای مستقل و حس انگیزه، به عنوان متغیرهای وابسته استفاده شده. در این راستا از جامعه آماری دانشجویان هنر و معماری دانشگاه آزاد واحد رودهن برای نمونه گیری جامعه آماری استفاده شده که به تعداد ۴۰۰ نفر بودند که بر اساس فرمول فیدل و تاباچینگ محاسبه گردیده و تعداد ۷۰ نفر با روش نمونه گیری تصادفی انتخاب شده اند. حال سوالات زیر مطرح است که آیا بین هوش هیجانی و انگیزه برای یادگیری دروس عملی رابطه وجود دارد؟ بعد از تایید این موضوع این سوال مطرح است که چگونه می توان هوش هیجانی را بالا برد تا موجب انگیزه یادگیری و تقویت استعدادهای فردی و پیشرفت تحصیلی دانشجویان شود؟ آیا نوع جنسیت برای انگیزه یادگیری دروس عملی رشته معماری تاثیر گذار است؟ آیا هوش هیجانی دانشجویان در مقاطع مختلف رشته معماری متفاوت است؟ فرضیه بر آن است که برای بهتر شدن روند آموزش معماری در کلاسهای عملی مولفه هایی دخیلند که نسبت به هر دانشجو متغییر است و آن مولفه ها تجربیات گذشته دانشجویان در حوزه های مختلف را در بر می گیرد شناخت دقیق عوامل مؤثر بر مولفه های مؤثر می تواند در روند آموزش معماری مؤثر باشد. برای اثبات این فرضیه، انجام آزمایش بر اساس طرح تحقیق و جمع آوری داده ها از طریق پرسشنامه ها، صورت گرفته شده است.

#### ۳-۱- راهبرد پژوهش

راهبرد این تحقیق از روش تبیینی و آمیخته بکار برده شده. بطوری که برای یافتن راه حل بهتر در آموزش دروس عملی رشته معماری، ابتدا روش مورد نظر را تحلیل و سپس بر اساس روشهای کمی تاثیرات مولفههای مورد نظر را بررسی می کنیم. استفاده از روشهای آماری مانند تحلیل رگرسیون و تجزیه و تحلیل محتوا برای تجزیه داده ها این امکان را می دهد که این پژوهش به صورت ترکیبی استفاده شود و برای بررسی نتایج از ارائه تفسیر در مورد صحت فرضیه ها استفاده می گردد. حال این سوال مطرح است که استعدادهای نهفته دانشجویان معماری چگونه می توان در سرنوشت حرفه ای معمار تاثیر گذار باشد. توانایی های فردی از نگاه روانشناسان به عنوان مهارتها و قابلیت هایی تعریف می شوند که افراد یا به صورت طبیعی و یا از طریق تجربه و آموخته های گذشته می توانند آنها را به خوبی انجام داده و مدیریت



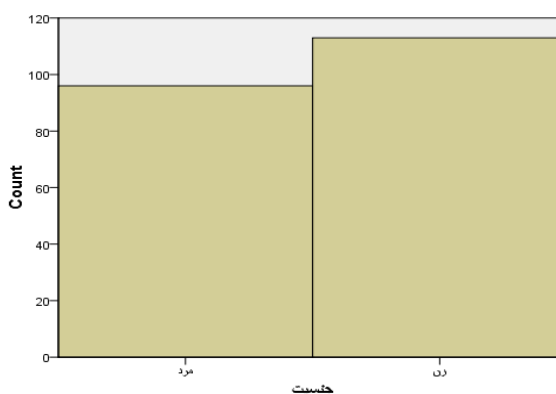
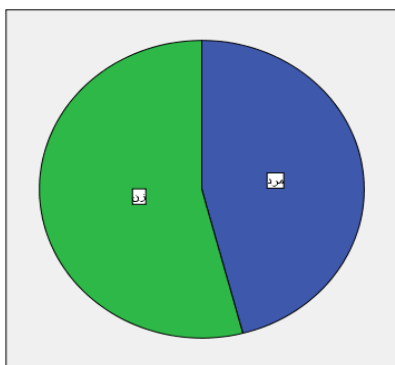
کنند. روانشناسان معتقدند که توانایی‌ها می‌توانند بطور تدریجی توسعه یابند و با تمرین و تلاش بهبود پیدا کنند. شناخت توانایی‌های شخصی می‌تواند به شخص کمک کند تا در زندگی شخصی و حرفه‌ای خود بهترین عملکرد را داشته باشد. شناخت توانایی‌ها می‌تواند به شخص کمک کند تا به صورت اثر بخش تری با مشکلات و چالش‌ها روبرو شود و تجربیات خود را بهبود بخشد. یافته‌های این تحقیق نشان داده که بین هوش هیجانی و حس انگیزه برای یادگیری بیشتر دروس عملی دانشجویان معماری رابطه معناداری وجود دارد. در تحلیل نتایج یافته‌های پژوهش نشان داده شده که بین دانشجویان معماری زن و مرد از نظر میزان هوش هیجانی تفاوتی وجود ندارد و تفاوت موجود در تجربیات و آموزه‌های گذشته آنهاست. برای اثبات موارد مذکور در ابتدا سعی بر آن است که بدانیم آیا بین هوش هیجانی و پیشرفت تحصیلی دانشجویان برای یادگیری دروس عملی معماری رابطه وجود دارد؟ بعد از شناخت و اثبات فرضیه، حال سوال آن است که چگونه از طریق شناخت مولفه‌های موثر بر پرورش هوش احساسی می‌توان روشهای آموزش در دروس عملی معماری را ارتقاء داد که موجب پیشرفت تحصیلی دانشجویان شود این مقوله از مهمترین اهداف این پژوهش است و به عنوان نوآوری در روند آموزش معماری محسوب می‌شود.

#### ۴- آزمودنیها

##### ۴-۱- حجم جامعه آماری :

جامعه آماری این پژوهش، کلیه دانشجویان رشته معماری دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن مقطع کاردانی و کارشناسی ناپیوسته و پیوسته و همینطور دانشجویان کارشناسی ارشد می‌باشد. لیست کامل دانشجویان برای انتخاب نمونه از اداره آموزش اخذ گردیده و بر اساس فرمول فیدل و تاباچینگپیش محاسبه یه عمل آمده  $n = 8 * 2 + 50 = 66 \geq 8M + 50$  تعداد کل ۶۶ نفر مورد تأیید قرار گرفته. با توجه به دسترسی به افراد جامعه دانشجویان و نیز افزایش اطمینان بیشتر تعداد (۷۰ نفر) از دانشجویان به عنوان نمونه انتخاب گردیدند. به دلیل مشخص بودن چهارچوب نمونه گیری و اعضای جامعه، برای نمونه گیری از روش نمونه گیری تصادفی ساده استفاده گردیده است. شرکت در این پژوهش داوطلبانه بود و مشخصات افراد درخواست نمی‌شد. و به افراد توضیح داده شد که از این اطلاعات استفاده پژوهشی خواهد شد و اطلاعات به صورت گروهی مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت. از کل نمونه ۷۰ نفری تعداد ۳۹ نفر (۵۲ درصد) زن و تعداد ۳۱ نفر مرد (۴۸ درصد) بودند.

$P = 0.05$  : برآورد نسبت صفت مورد بررسی اینجا نسبت جنسیت در جامعه آماری است. واحد متناظر با سطح اطمینان ۹۵ درصد در  $z / 2 = 1/96$  : توزیع نرمال استاندارد  $1 - \alpha = 0.05$  مقدار اشتباه مجاز نمودار در شکل ۱ درصد فراوانیهای مربوط به جنسیت دانشجویان را نشان می‌دهد.

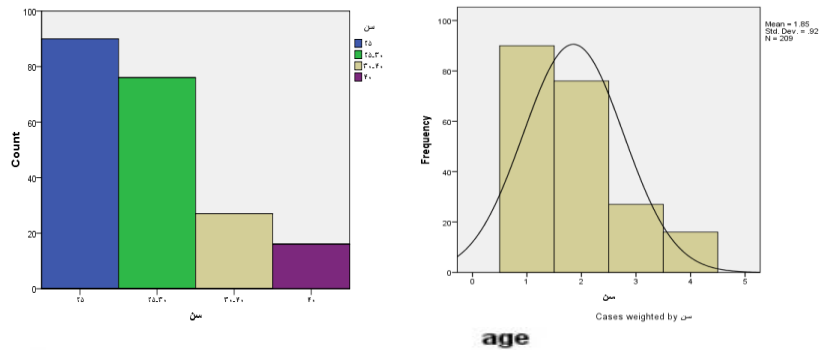


شکل ۳. درصد فراوانی مربوط به دانشجویان به تفکیک جنسیت. مأخذ: نگارنده

## ۲-۴- فراوانی تفکیک سنی

میانگین سنی دانشجویان مرد و زن تا (۲۵) سال ۴۳,۱ درصد و (دامنه ۲۵ تا ۳۰ سال) ۳۶,۴ میانگین سنی (دامنه ۳۰ تا ۴۰ سال) ۱۲,۹ درصد و همچنین ۷,۷ درصد ۴۰ سال به بالا می باشد. میانگین کل سن دانشجویان حاضر در نمونه ۲۵ سال (شاخص پراکندگی در ارتباط / انحراف استاندارد ۹۲ با مقادیر سن) می باشد. عدد به دست آمده برای ضریب ۱ بوده و نشان می دهد جامعه فوق یک / چولگی و چوله به چپ می باشد.

به عبارتی مقادیر سن دارای توزیع کامل نرمال بوده و دارای خمیدگی چپ به راست می باشد و بیشترین فراوانی سن دانشجویان به سمت سنین تا ۲۵ سال و پایین تر و فقط ۷,۷ درصد از افراد نمونه دارای سن ۴۰ سال یا بیشتر می باشند. در نتیجه پس از تحلیل های به عمل توسط پرسشنامه نشان داده شده بیشتر آنهایی که تجربه کار و حرفه را از یک تا پنج سال داشته اند میانگین کل سنی ۲۵ سال و ۴۳,۱ درصد کل جامعه آماری را تشکیل دادند و این مطلب خود گویای هوش هیجانی بالا حتی در سن کمتر از ۲۵ سال است پس می توان دریافت که حتی هوش هیجانی بالا رابطه با سن افراد را هم ندارد و حتی افراد می توانند با سن کمتر هوش هیجانی بالا داشته باشند و این مطلب رابطه مستقیم با احساس انگیزه برای یادگیری را دارد.



Standard Attributes		Value	Percent
Position		5	
Label	سن		
Type	Numeric		
Format	F12		
Measurement	Nominal		
Role	Input		
Valid Values			
	1	۲۵	43 %
	2	۲۵-۳۰	36.4%
	3	۳۰-۴۰	12.9%
	4	۴۰	7.7%

شکل ۴. جدول هیستوگرام سنی جامعه آماری (دانشجویان هنر و معماری دانشگاه آزاد واحد رودهن). مأخذ: نگارنده

## ۳-۴- ابزار پژوهش:

سه مؤلفه مهارتهای فردی. مدلهای جذب شدن به کار عملی. حس انگیزه به کارهای عملی را مورد سنجش قرار می دهیم و یک نمره کلی هوش هیجانی نیز بدست می آوریم. نمره بالاتر از ۸۰ نشان دهنده هوش هیجانی بالا و نمره پایین تر از ۶۰ نشادهنده هوش هیجانی پایین است. هوش هیجانی کمتر از ۶۰ نشانه انگیزه پایین برای یادگیری است.

روش تحلیل آماری: برای تجزیه و تحلیل داده ها از روشهای آمار توصیفی ۹ و استنباطی ۱۰ استفاده شد. به کمک آمار توصیفی، دادههای جمعیت شناختی با کمک ابزارهایی مانند جدول فراوانی و نمودار بررسی شد. جهت تجزیه و تحلیل استنباطی داده ها و آزمون فرضیه های پژوهش از فنون آمار استنباطی شامل تحلیل همبستگی ۱۱ و آزمون T مقایسه میانگین برای نمونه های مستقل ۱۲ و آزمون T تک نمونه ای ۱۳ استفاده می گردد. برای انجام این تحلیلها از نرم افزار SPSS و آزمون استفاده شده است. وضعیت دادههای حاصل پرسشنامه نشان می دهد که هوش هیجانی بالا ارتباط مستقیم با انگیزه فراگیری دروس عملی در رشته معماری را دارد و نیز دانشجویان رشته کاردانی به دلیل داشتن کارهای عملی گذشته انگیزه بیشتری برای یادگیری دروس عملی رشته معماری را دارند.

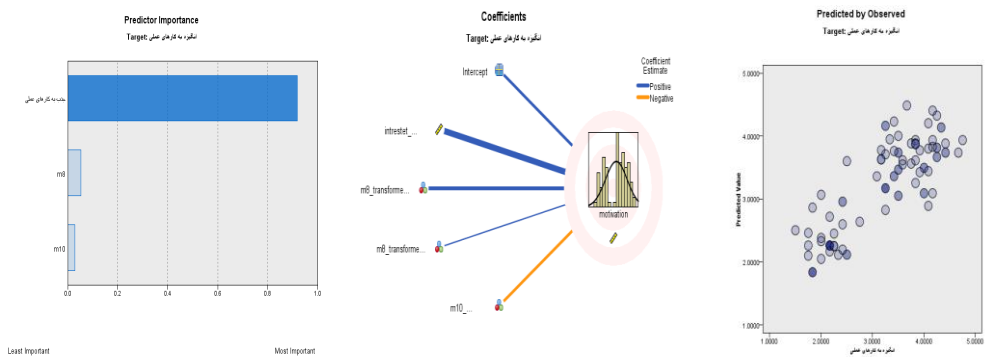
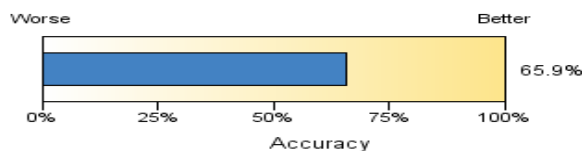
#### ۴-۴- بررسی وضعیت هوش هیجانی در بین کل دانشجویان مورد مطالعه

برای بررسی وضعیت هوش هیجانی در بین دانشجویان مورد مطالعه از آزمون آماری میانگین یک نمونه استفاده گردید. نمودار زیر نشان دهنده معنی ارتباط مستقیم پرورش هوش هیجانی با ایجاد حس انگیزه در دانشجویان معماری می باشد. مطلوب ۸۰ متوسط ۶۰ نامناسب بنابراین فرضیه صفر به این صورت مطرح می شود:  $H_0$ : فرضیه صفر)  $\mu = 60$  فرضیه مقابل:  $\mu \neq 60$  (۱) نتایج حاصل از آزمون در جدول ۲ همانگونه که مشاهده می شود.

Model Summary

Target	انگیزه به کارهای عملی
Automatic Data Preparation	On
Model Selection Method	Forward Stepwise
Information Criterion	-116.036

The information criterion is used to compare to models. Models with smaller information criterion values fit better.



شکل ۵. تحلیل رگرسیون تایید عدد ۶۵ درصد به عنوان رابطه متغیرها. مأخذ: نگارنده

مقدار Sig معادل صفر بوده و از مقدار  $0/05 = \alpha$  کوچکتر است؛ لذا با اطمینان ۹۵ درصد فرض صفر مبنی بر این که به طور متوسط هوش هیجانی در میان دانشجویان مورد مطالعه که نمره ۶۵ می باشد تأیید گردیده است. از طرفی دو عدد به دست آمده در ستون مربوط به فاصله اطمینان ۹۵ درصدی تفاوت میانگین بین فاکتورها را نشان می دهد و فاصله بین دو عدد شامل عدد صفر نیست؛ پس این عامل خود مؤید رد فرض صفر می باشد.

مثبت بودن حد بالا و پایین این فاصله نیز بیانگر این نکته می باشد که میانگین هوش هیجانی بیشتر از نمره ۶۰ می باشد؛ در نتیجه اگر با توجه به میانگین هوش هیجانی نمره کمتر از ۶۰ را نامطلوب، بین ۶۰ و ۸۰ را متوسط و بیشتر از ۸۰ را خوب (مطلوب) در نظر بگیریم، نتیجه کلی بدین صورت قابل بیان خواهد بود: از نظر هوش هیجانی کل دانشجویان با توجه به میانگین جامعه آماری وضعیت هوش هیجانی متوسط به بالا قرار داشته اند. بیان دیگر اختلاف میانگین از نمره ۶۰ معنی دار بوده و به طور متوسط نمرات هوش هیجانی بیشتر انگیزه بالاتری برای فراگیری دارند.

بررسی جنسیتی هوش هیجانی دانشجویان: برای بررسی وضعیت و شناخت استعدادها و فردی دانشجویان زن و مرد فرضیه ها به این صورت مطرح شده که آیا میان دانشجویان در هوش هیجانی و انگیزه برای یادگیری دروس عملی رابطه معنی داری وجود دارد؟ آیا میان دانشجویان زن و مرد حس انگیزه برای فراگیری تفاوت معنی داری وجود دارد؟ آزمونهای مربوطه، با زبان ریاضی به صورت ذیل تدوین می گردد: آزمون فرض:

$$H \text{ فرضیه صفر} (0) : \mu_1 = \mu_2$$

$$H \text{ فرضیه مقابل} (1) : \mu_1 \neq \mu_2$$

تعدادی از آماره‌های توصیفی از جمله کمترین و بیشترین داده، و دامنه تغییرات به همراه نحوه توزیع و پراکندگی داده‌های مربوط حس انگیزه برای یادگیری دروس عملی است. نمودارهای جعبه ای مربوط به هوش هیجانی بصورت شهودی نیز نشان می دهد که میانگین هوش هیجانی در هر گروه تقریباً برابر می باشد. برای بررسی رابطه تفاوت‌های جنسیت دانشجویان در هوش هیجانی مقایسه میانگین T هیجانی و فراگیری از آزمون نمونه های مستقل استفاده می گردد. ابتدا ما با استفاده از F آماره و نیز مقدار Sig به دست آمده آزمون برابری واریانسها را برای پراکندگی نمرات در گروه زنان و گروه مردان انجام داده و سپس بر اساس آن، فرض برابری میانگین ها در دو گروه جنسیتی را رد یا قبول می کنیم.

بررسی فرضیه اصلی با توجه به موضوع و هدف پژوهش فرضیه های پژوهش به صورت زیر بیان می گردد:  
فرضیه اصلی: بین هوش هیجانی و مهارتهای عملی معماری در بین دانشجویان مورد مطالعه، رابطه معنی داری وجود دارد. آزمون مربوطه با زبان ریاضی به صورت ذیل تدوین می گردد:

بین هوش هیجانی و دروس عملی رشته معماری  $H_0 : \rho = 0$  رابطه وجود ندارد. بین هوش هیجانی و حس انگیزه برای یادگیری دروس عملی  $H_1 : \rho \neq 0$  رابطه وجود دارد. فرضیه فرعی: بین هوش هیجانی و پیشرفت تحصیلی در بین دانشجویان مورد مطالعه، رابطه معنی داری وجود دارد. جهت بررسی فرضیه های مطرح شده از تحلیل همبستگی بشرح ذیل می توان استفاده نمود: تحلیل همبستگی: جهت آزمون فرضیه ها در این بخش از ضریب همبستگی پیرسون ۱۴ استفاده گردیده است. البته بر اساس این نمودار نمی توان به صراحت داشتن یا نداشتن رابطه بین دو متغیر را نتیجه گیری نمود، بلکه این کار بر اساس آزمون همبستگی و از طریق محاسبه ضریب همبستگی آزمون رگرسیون نیز انجام می گیرد که در ادامه به آن می پردازیم.

شکل ۳ تحلیل همبستگی بین نمرات هوش هیجانی و حس انگیزه برای یادگیری دانشجویان مورد مطالعه به دست آمده می توان Sig براساس این مقدار ضریب همبستگی بین هوش هیجانی و دروس عملی نشان دهنده رابطه مستقیم است و لذا با اطمینان ۹۵ درصد بین  $Sig = 0/313 > 0/05$  هوش هیجانی و پرورش حس فراگیری رابطه بسیار معنا دار می باشد. درنمودار تجربه کارهای عملی نشان می دهد که ۶۵ درصد جامعه آماری تجربه کارهای عملی داشته اند و بیشتر آنها درمقطع تحصیلی کاردانی و کارشناسی مشغول به تحصیل هستند. این عدد خود بیانگر رابطه بین متغیرها بایکدیگر است.

## ۵- یافته های پژوهش و راهکارها برای بالا بردن هوش هیجانی در یادگیری دروس عملی

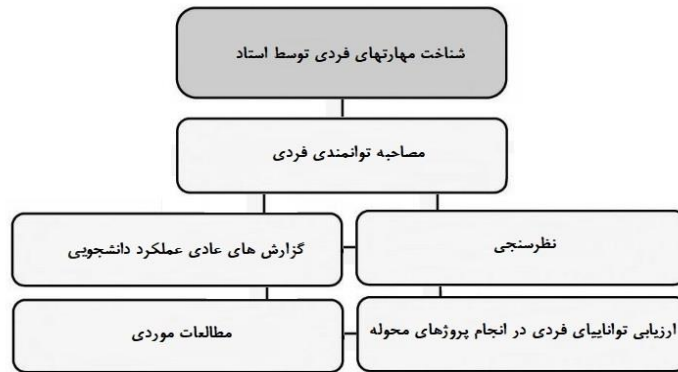
در حال حاضر در دانشکده های معماری آموزش های عملی و تجربی در رشته معماری میان دانشجویان و سیاست گذاران این رشته ساده انگاشته شده و از اهمیت کافی برخوردار نیست و حتی کمتر بها داده می شود. استفاده از تجربیات دانشجویان در روند آموزش معماری نیازمند وجود دیدگاه و روش های نوین آموزش معماری در اجرای محتوای آموزشی است. سیاستهای فعلی پذیرش دانشجو، محتوای دروس عملی و روش آموزش و همچنین شیوه های انتقال مفاهیم آن از مشکلات دروس عملی و کارگاهی است. "جان هابراکن" این نکته را چنین مطرح می کند: ما نیاز داریم که از تجربیات و تعاملات یکدیگر بیاموزیم، از مدارک تاریخی و معاصر یاد بگیریم و به آنها ساختار بخشیم و بدانیم که چگونه نمونه های مختلف را با هم مقایسه کنیم و همینطور نحوه عمل آنها در طول زمان چیست و چه طور به نیازهای ما پاسخ می دهند. از آنجا که هوش هیجانی توانایی درک و مدیریت احساسات خود و دیگران است، آموزش دروس عملی در رشته معماری بدون توجه به تجربیات فردی شبیه آموزش هنردرمان و شفا به دانشجویان پزشکی بدون بیان چگونگی عملکرد بدن انسان است و می توان به پزشکی که نسبت به بدن انسان آگاهی ندارد، اطمینان کرد. [۸]

مدرسان معماری باید با روش هایی مناسب، فضای انگیزشی را برای دانشجویان فراهم آورند تا دانشجویان بتوانند از این طریق فراتر از فضا، زمان و فرهنگ خود را مشاهده کنند و سوابق و مصادیق گسترده تری از شیوه های کارهای عملی را درک نمایند. از طرف دیگر، زمانی که دانشجویان با مسائل پروژه های عملی مواجه می شوند، باید این توانایی آن را داشته باشند که خلاقیت فردی و راه حل های واقعی را برای موضوعات ویژه خاص ارائه نمایند. دروس عملی در رشته معماری شامل دروسی است که یا کلیه واحد را به خود اختصاص می دهد و یا ترکیبی از تعداد واحد عملی و نظری است. از سال ۱۳۷۸، اعمال بازنگریها و تصمیمات شورای عالی برنامه ریزی وزارت علوم، سطح رشته معماری را از کارشناسی ارشد پیوسته به کارشناسی پیوسته تغییر داد و کنکور اختصاصی ورود به رشته معماری برداشته شد. [۹]. کاهش شناخت نسبی داوطلبان از این رشته، بروز بیانگیزی و یا کاهش انگیزه دانشجویان و بخصوص نوآموزان در رشته معماری خود، از پیامدهای این بازنگری در گذشته است. از آنجا که ایجاد انگیزش در فراگیران یکی از عوامل اصلی مؤثر در ارتقای کیفیت آموزش است، پرداختن به عوامل اصلی در بی انگیزگی دانشجویان معماری، به ویژه نوآموزان و سعی در ایجاد انگیزه بین آنها، امری ضروری است. در پیدایش بی انگیزگی دانشجویان، عوامل گوناگونی می تواند مؤثر باشد؛ عدم آشنایی نوآموز معماری با این رشته پیش از ورود به دانشگاه از مشکلات اساسی این رشته است. [۱۰]

بطور کلی هوش هیجانی یک فاکتور مهم برای دستیابی به زندگی سالم است. به صورت ساده تر می توان گفت هوش هیجانی برای هر جنبه از زندگی مهم و ضروری است. در اصل هوش هیجانی و مدیریت احساسات (eq) همان مهارت مدیریت احساسات و هیجان است. بی توجهی به هوش هیجانی موجب شده دانشجویان از توان نهفته خود آگاهی نداشته باشند و یا آن را مغایر با شیوه های مطرح کلاسی ببینند؛ که در نهایت موجب سرخوردگی آنان می شود، لذا می بایست تلاش شود تا با تأمل در این حوزه، هدفهای دقیق آموزشی از جمله توجه به هوش هیجانی تأکید گردد. درک و پردازش اطلاعات نقش بسیار مهمی در فرایند یادگیری دارند. برای ارتقای آموزش معماری، نیاز است تا مهارتهای دانشجویان بررسی شود و با توجه به استعدادهای هوش هیجانی هر دانشجو، از متدهای آموزشی مورد نیاز به هر فرد ارائه داده شود. توانایی ها از نگاه روانشناسان به عنوان مهارتها و قابلیت هایی تعریف می شوند که افراد به طور طبیعی یا از طریق تجربه و آموخته ها می توانند آنها را به خوبی انجام دهند. روانشناسان معتقدند که توانایی ها می توانند به طور تدریجی توسعه یابند و با تمرین و تلاش بهبود پیدا کنند. شناخت توانایی های شخصی می تواند به شخص کمک کند تا در زندگی شخصی و حرفه ای خود بهترین عملکرد را داشته باشد. همچنین، شناخت توانایی ها می تواند به شخص کمک کند تا به صورت اثربخشتری با مشکلات و چالش ها روبرو شود و توانایی های خود را بهبود بخشد.

## ۱-۵- شناخت مهارتهای فردی دانشجویان:

شناخت مهارت‌های دانشجویان از طریق روش‌های مختلف صورت گیرد. به پنج روش مهم که نیاز است توسط استاد در کارگاه‌های دروس عملی مورد توجه ویژه قرار گیرد اشاره می‌شود.



شکل ۶- بالا بردن سطح هوش هیجانی دانشجویان توسط شناخت مهارت‌های فردی. مأخذ: نگارنده

**الف) مصاحبه‌های توانمندی فردی:** روشی که در آن دانشجویان با استفاده از مصاحبه‌های انفرادی از سوی اساتید و مشاوران تحصیلی، مهارت‌های خود را بررسی کرده و همچنین توانایی‌های خود را محک می‌زنند.

**ب) نظرسنجی‌ها:** به کمک نظرسنجی‌ها و پرسشنامه‌های استاندارد، دانشجویان می‌توانند مهارت‌های خود را ارزیابی کنند و این ارزیابی‌ها به کمک آمار و ارقام به شکل گسترده تری استفاده می‌شود.

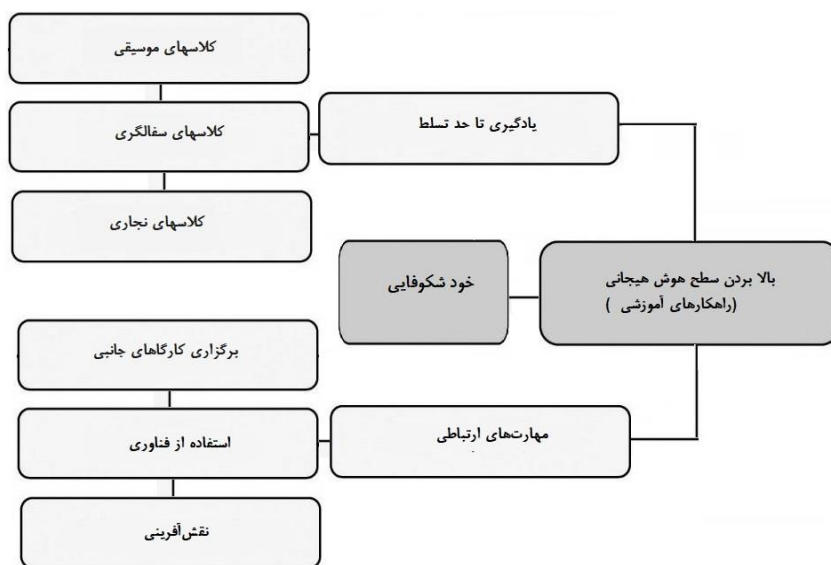
**پ) گزارش‌های عادی:** استفاده از گزارش‌های تحصیلی، پروژه‌ها و مقالات درسی که دانشجویان انجام می‌دهند، نشان‌دهنده مهارت‌های آنهاست و با بررسی و ارزیابی این گزارش‌ها می‌توان مهارت‌های دانشجویان را تشخیص داد.

**ت) استفاده از مطالعات موردی بر مهارت‌های دانشجویان،** با تحلیل سیر حرکت و روند یک پروژه، مشخص می‌کند کدام یک از مهارت‌ها می‌تواند توسعه یابد و کدام به طور کامل یادگیری نشده است.

**ث) ارزیابی‌های توانایی‌های فردی:** برخی از دوره‌ها و کلاس‌های درسی ممکن است دارای بخشی از ارزیابی‌های عملی باشند که دانشجویان در دوره آموزشی باید مهارت‌های خود را در یک موضوع خاص به کار بیندازند تا استاد بتواند ارزیابی کند که در چه حدی مهارت مورد نظر را دارد. با توجه به شناخت مهارت‌های خود، دانشجویان می‌توانند برنامه‌های آموزشی خود را بطور اثبات شده بهبود دهند و در مسیر حرفه‌ای یا تحصیلی خود، بهتر عمل کنند. این آموزش‌ها را می‌توان به دو بخش اصلی یعنی دانش نظری یا همان نظریه پردازی و یا کارهای عملی تقسیم کرد.

**۲-۵- بالا بردن سطح هوش هیجانی دانشجویان و راهکارهای آموزشی.**

یکی دیگر از عوامل مهم تاثیرگذار در رابطه با این مطلب میزان توانایی و هوش احساسی اساتید و مدرسان معماری است. اساتیدی که تنها دارای یک تخصص برای تدریس هستند نسبت به میزان اساتیدی که در دروس مختلف تدریس می‌کنند توانایی کمتری در مدیریت هوش هیجانی دارند. این مقوله خود قابل پژوهش و کنکاش کافی هست که در این پژوهش نمی‌گنجد و توصیه می‌شود که پژوهشگران این حوضه نگاهی ویژه به این مقوله را نیز داشته باشند. بالا بودن سطح توانایی‌های اساتید در حوضه‌های مختلف این امکان را می‌دهد که دانشجویان نیز از این مهم بهره بیشتری برند و اگر استاد تسلط و معلومات کافی را نداشته باشد نمی‌تواند در حوضه‌های مختلف دانشجویان را راهنمایی کند. پس نتیجه می‌گیریم که بالا بردن سطح هوش هیجانی دانشجویان در مرحله اول به استاد مرتبط است و در مراحل بعدی به دو عامل مهم آموزشی زیر مرتبط است.



شکل ۷. بالا بردن سطح هوش هیجانی دانشجویان و راهکارهای آموزشی. مأخذ: نگارنده

### الف) یادگیری تا حد تسلط:

به عقیده کارول شاخص اصلی استعداد تحصیلی شاگردان، زمان است. در یادگیری تا حد تسلط اگر روش تدریس مطلوب و عالی باشد، وقت کمتری نیاز خواهد بود و استعداد هر فرد در این روش نقش بسزایی دارد. بلوم معتقد است مهارت یادگیری در حد تسلط روی مفهوم خود، شاگردان اثر می‌گذارد. شاگردان به ارزش و کفایت خود پی می‌برند و این روش، یکی از قویترین منابع سلامت روحی برای انسان است [۱۱]. این مقوله در صورتی که باهوش هیجانی و مهارتهای فردی منطبق باشد فرد تسلط بهتری برای فراگیری پیدامی‌کند. به عقیده کارول شاخص اصلی استعداد تحصیلی شاگردان، در هنگام فراگیری دروس اتفاق می‌افتد. در یادگیری تا حد تسلط اگر روش تدریس مطلوب و عالی باشد، وقت کمتری نیاز خواهد بود و استعدادهای فردی در این روش نقش بسزایی دارد. در یادگیری تا حد تسلط آموزه‌های هنری دیگر نیز مثل کلاسهای موسیقی مجسمه سازی و یا تجاری برای فراگیران تاثیر بسزایی دارد. [۱۲]

### ب) مهارت‌های ارتباطی:

ایجاد حس انگیزه نیازمند ارتباط مؤثر و همراهی با دیگران در گروه است. با تدریس مهارت‌های ارتباطی، دانشجویان قادر خواهند بود که ایده‌های خود را به طور دقیق به یکدیگر منتقل کنند و در گروه‌های کاری همکاری بیشتری داشته باشند تا بتوانند از نقاط ضعف و قوت خویش باخبر شوند. [۱۳] مهارت‌های ارتباطی می‌تواند از طریق ارائه نقش‌آفرینی‌ها در مواقع مختلفی صورت گیرد. می‌توانید دانشجویان را به نقش‌های مختلف مانند مدیران پروژه، مشتریان حقیقی و... تبدیل کرد. تدریس بر مهارت‌های ارتباطی از طریق ارائه نقش‌آفرینی دانشجویان می‌تواند به ارتقاء انگیزه برای یادگیری بهتر کمک کند. [۱۴] برگزاری کارگاه‌ها و گروه‌های تمرینی می‌تواند به دانشجویان کمک کند تا به صورت عملی مهارت‌های ارتباطی خود را تقویت کنند. در این کارگاه‌ها می‌توان به عنوان مدیر گفتگو عمل کرده و سناریوهای مختلف را به دانشجویان ارائه داد تا دانشجویان بتوانند مهارت‌های ارتباطی خود را در موقعیتهای مختلف قراردادده تا دانشجویان بتوانند خود را در شرایط مختلف محک زده و تواناییهای خود را گسترش دهند. [۱۵] از کتب روانشناسی نیز می‌توان به عنوان منبع استفاده کرد و با برگزاری بحث‌ها و تمرین‌های کلاسی توانایی دانشجویان را در این زمینه تقویت کرد. [۱۶]



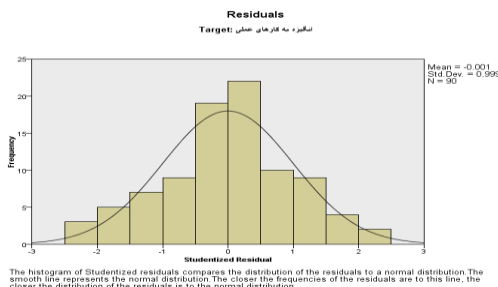
استفاده از فناوری و تکنولوژی نیز می‌تواند به عنوان یک ابزار قدرتمند کمک آموزشی برای تدریس مهارت‌های ارتباطی مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از پلتفرم‌های آنلاین برای برگزاری فعالیتهای جمعی و تمرین‌های گروهی، همچنین، ویدئوهای آموزشی و رسانه‌های مجازی نیز می‌تواند برای بهتر شدن روند آموزشی در کارگاه‌های عملی مورد استفاده قرار گیرد. [۱۷]

### ۳-۵- استقلال و خودشکوفایی تحصیلی

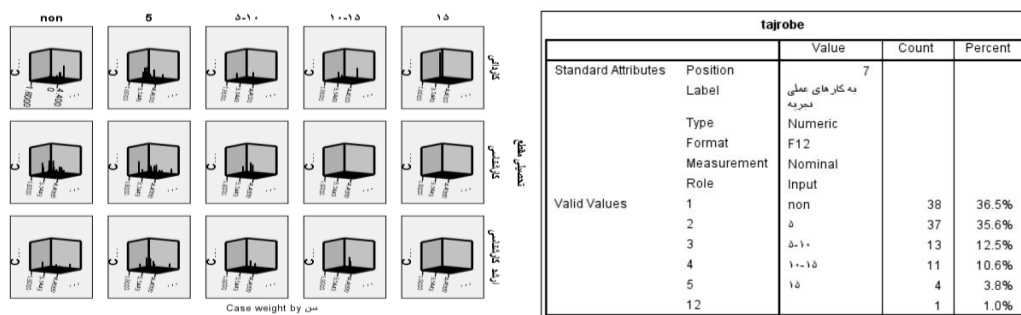
خودشکوفایی از اهداف عالی آموزش است. خود شکوفایی از نظر گلد اشتاین در واقع همان انگیزه در یادگیری و شناخت استعدادهای فردی است و می‌توان آن را به عنوان تواناییهای درک ظرفیتهای بالقوه هر فرد دانست. [۱۸] بر اساس نظریه مازلو، خودشکوفایی و گرایش انسان برای شکوفا شدن به صورت بالقوه در هر فرد وجود دارد و فقط باید پروراندن شود. این گرایشها به تکوین تدریجی آنچه که به ویژگی فردی شخص ايجاب می‌کند کمک کرده و به شدن هر آنچه شخص شایستگی شدنش را دارد، تعبیر می‌شود. بر اساس این نظریه فردی که دارای آزادی اندیشه است می‌تواند حتی و بدون آنکه به کلاس درس برود و کتاب نیاز داشته باشد با شناخت پتانسیلها و علایق شخصی خود به شکوفایی برسد و می‌تواند از هر شخص و هر موقعیتی نکات جدید و مثبتی یاد بگیرد این مقوله در نهایت به شکوفا شدن استعدادهای درونی هر فرد می‌انجامد. چنین افرادی اغلب اهداف مشخصی ندارد و برای شناخت و رسیدن به نیازها و علایق شخصی خود تلاش بسیاری می‌کند و ظرفیت زیادی برای پذیرش تجربه‌های جدید را دارند. [۱۹]. در تحقیقی که یوسفی و همکارانشان انجام داده اند نشان داده شده که بین پیشرفت تحلیلی و انگیزه یادگیری رابطه معناداری وجود دارد ولی این رابطه مستلزم تلاش تحصیلی یا به عبارتی جدیت در تحصیل است. [۲۰] بر این اساس وقتی که خود شکوفایی شکل می‌گیرد شخص به صورت ناخود آگاه به پختگی و استقلال می‌رسد این امر از جمله عوامل کلیدی و مهم در روند آموزشی محسوب می‌شود.

### ۳-۶- تحلیل داده های میدانی حاصل از پرسشنامه

در تحلیل داده های میدانی حاصل از پرسشنامه نشان داده شده که دانشجویان این واحد به پرسشهایی که نشانگر هوش احساسی بالاست جواب مثبت داده اند و بیشتر دانشجویان به دنبال کسب مهارتهای عملی برای ارتقاء دانش و تواناییهای خود هستند. دانشجویان این واحد اغلب مشغول به حرفه ای از یک تا ۵ سال بوده اند و نتایج نشان داده که دانشجویان مقطع کاردانی، بالاترین میزان مهارت و انگیزه را در بین دیگر مقاطع را دارا بودند و دارای هوش هیجانی بالاتری نسبت به دیگر مقاطع هستند. این مقوله نیز در تایید پژوهش حاضر کمک می‌کند چرا که دانشجویان مقطع کاردانی رشته معماری اغلب از هنرستانهای فنی و حرفه ای و یا کارو دانش وارد دانشگاه می‌شوند. و تجربیات عملی بیشتری نسبت به مقطع کارشناسی و یا بالاتر دارند. نتایج نشان داده که بیشتر دانشجویان مقطع کاردانی قبل از ورود به دانشگاه شاغل بوده اند و برای کسب دانش و مهارتهای بیشتر برای امرار معاش و کسب و کار خود انگیزه بیشتری را برای یادگیری دارند.



شکل ۸. نمودار تجربه کارهای عملی. مأخذ: نگارنده

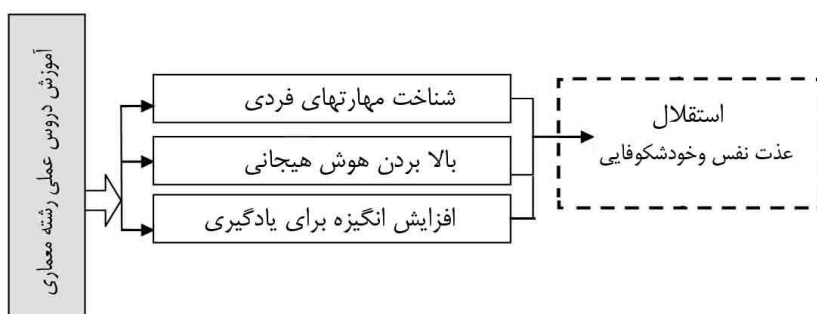


شکل ۹. جدول میزان تجربیات دانشجویان در حوزه‌های مختلف و نمودار جعبه ای سه بعدی از مقاطع تحصیلی. مأخذ: نگارنده

## ۷- نتیجه گیری

با توجه به بررسی ها و مطالعات انجام شده مطالعات بسیاری در سایر رشته ها بالاخص در رشته های علوم انسانی انجام شده است، اما در حیطه آموزش معماری نقش پر رنگ هوش هیجانی و تأثیر آن در شیوه های آموزشی معماری همواره در دانشکده های معماری نادیده گرفته می شود. به دلیل گزینش نامطلوب دانشجویان رشته معماری روشهای آموزش معماری می بایست مورد توجه بیشتری قرار گیرد، چرا که مغفول ماندن در این حوزه هم در زمان تحصیل و هم در آینده دانشجویان مشکلات بیشتری را برای فراگیران این حوضه به ارمغان می آورد. از جمله مهمترین مواردی که تأثیر مستقیم در یادگیری دروس معماری دارد تجربیات دانشجویان پیش از ورود به این رشته است که مورد سنجش قرار نمی گیرد. این مقوله موجب کاهش انگیزه در یادگیری دروس عملی رشته معماری می شود. تحقیقات درحوضه آموزش معماری نشان داده که عدم انگیزه در یادگیری می تواند سطح احساسات و عواطف و رفتار فراگیران را تحت شعاع خود قرار داده و سبب بروز مشکلاتی مثل اضطراب، افسردگی و مشکلات روانی و همچنین افت چشمگیر تحصیلی و اجتماعی شود. این مطلب بر عملکرد شغلی آینده دانشجویان تأثیر به سزایی دارد.

با توجه به نتایج بدست آمده نظر به اینکه هوش هیجانی اکتسابی بوده و قابلیت پیشرفت را دارد، تنها مهارت های معماری در دوران دانشگاه تضمین کننده موفقیت حرفه ای افراد در شغل های غیردانشگاهی نمی باشد و دانشگاه ها و اساتید باید به صورت مستقل جهت بالا بردن مهارت های هوش هیجانی دانشجویان، اقدامات لازم خود را در برنامه ریزی های درسی گسترش دهند.



شکل ۱۰. دیاگرام عوامل موثر و نتیجه تأثیر مدیریت در روش تدریس دروس عملی رشته معماری. مأخذ: نگارنده  
دانشجویانی که از تواناییهای خود در دوره آموزشی بی خبرند نمی توانند ارتباط معنی داری را با تجربیات خود برقرار کنند و غالباً انگیزه خود را از دست داده و در یادگیری دروس عملی دچار مشکل می شوند. از طرفی رشته معماری به دلیل ماهیت تجربه محور بودن بطور مستقیم با نحوه زندگی فرد در گذشته و تجربیاتش در آینده در ارتباط است، از این رو تجربیات فردی می تواند در هر حوزه ای به پیشرفت تحصیلی و حتی نحوه زندگی دانشجویان در آینده کمک کند. در راستای این

هدف، انتظار اولیه تحقیق که تأیید رابطه معنادار بین هوش هیجانی و حس انگیزه برای یادگیری دروس عملی بوده برآورده شده. یافته های این پژوهش نشان داده که هوش هیجانی بالا نشانگر انگیزه بیشتر برای یادگیری است و با بالا بردن هوش هیجانی حس انگیزه برای یادگیری دروس عملی نیز بالا می رود. بالا بردن سطح هوش هیجانی یکطرفه نیست و اساتید نیز باید سطح هوش هیجانی خود را بالا برند تا بتوانند دانشجویانی با هوش هیجانی بالا تربیت کنند. این مطلب نیز خود نیاز به پژوهش کامل و جامع است که در این پژوهش نمی گنجد و امید است که دیگر پژوهشگران به این مطلب مهم نگاه ویژه ای داشته باشند. نتایج پژوهش نشان داده که عدد ۶۵ در رگرسیون تأیید شده و کل دانشجویان واحد مورد نظر در وضعیت هوش هیجانی متوسط به بالا قرار دارند. همچنین یافته ها نشان داده که بین هوش هیجانی دانشجویان زن و مرد در رشته معماری این دانشگاه تفاوت معناداری وجود ندارند. پس می توان دریافت که در هر گروه سنی و جنسیتی تنها میان انگیزه در یادگیری و تجربیات فردی تفاوت وجود دارد. برای رسیدن به اهداف این پژوهش نیاز به نگاه ویژه اساتید، متولیان دانشگاهی و دانشجویان به تواناییهای فردیست. شناخت و تأکید بر مهارت های فردی دانشجویان می تواند موجب تقویت هوش هیجانی و سرانجام پیشرفت تحصیلی شود که استقلال در این حوضه، زمینه رشد و شکوفایی و عذت نفس در هنگام تحصیل و آینده دانشجویان، به ارمغان خواهد داشت.

## مراجع

- ۱- احدیان، محمد، محرم، آقازاده، راهنمای روشهای نوین تدریس آموزش و کارورزی، تهران: پاییز، ۱۳۸۲.
- ۲- گانیه، رابرت میلز، شرایط یادگیری و نظریه آموزشی، ترجمه: جعفر نجفی زند، انتشارات رشد، تهران: ۱۳۷۳.
- ۳- جویس، بروس، مارشا ویل و بورلی شاورز، الگوهای تدریس: ترجمه محمد رضا بهرنگی، انتشارات تهران: ۱۳۷۲.
- ۴- آیتی، محسن، و صدیقه خوشدامن. برنامه درسی و سبکهای تدریس و یادگیری. فصلنامه مطالعات برنامه ۱۳۹۱.
- ۵- امین، خندقی، ملیحه، رجایی، تأثیر رفتار یادگیری دانشجویان بر سبک تدریس، فصلنامه تربیتی روانشناسی، تهران ۱۳۹۲.
- ۶- اسکندری، فرزاد، و مهدی صالحی، بررسی تأثیر مطابقت میان سبکهای تدریس و یادگیری بر عملکرد درس، ۱۳۸۸.
- ۷- گروت، لیندا، و دیوید وانگ، روشهای تحقیق در معماری. ترجمه علیرضا عینی فر، تهران: دانشگاه تهران، ۱۳۹۴.
- ۹- مهدویپور قائم مقامی، حسین، سرمشق الگویی جهت استفاده از آثار معماری در آموزش طراحی معماری، پایانامه، تهران، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۱.
- ۱۰- فرضیان، محم، دست ساخته ها. تجربه شخصی «یادگیری از راه ساختن در آموزش معماری»، ۱۳۹۳.
- ۱۲- سیف، سید علیاکبر، روانشناسی پرورشی نوین (روانشناسی یادگیری و آموزش، تهران: نشر دوران، ۱۳۹۲.
- ۱۳- سالمی، سید غالمرضا، و مهرنوش قدسی. رویکردی اسالمی به مدل ساختارمند نظام آموزش معماری. کیمیا، ۱۳۹۲.
- ۱۸- صمیمی، زبیر، شبان بسیم، فرناز، سلیمانی، آرزو، تبیین احساس خودشکوفایی دانشجویان بر اساس حمایت اجتماعی ادراک شده و سرمایه اجتماعی. دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی. مجله رفاه اجتماعی. ۱۳۹۹.
- ۱۹- نقش، سیمین. فروغی ابری، احمد، علی. شفیع پورمطلق، فرهاد. ارائه مدلی جهت تعیین رابطه بین شیفتگی تحصیلی، خلاقیت تحصیلی و موفقیت تحصیلی با خودشکوفایی تحصیلی مبتنی بر میانجی گری جدید تحصیلی. مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی ۱۳۹۵.
- ۲۰- یوسفی، قاسمی، فیروزیان، رابطه بین پیشرفت تحصیلی و انگیزه برای یادگیری، مجله علوم پزشکی. دانشگاه تهران. ۱۳۸۷.

- 8- Hemaïd Alsulami . Assessing the Effect of Instructor’s Emotional Intelligence (EI) on the Students’ Satisfaction.Hindawi.Mathematical Problems in Engineering. 2021.
- 11- A. Rizwan, S. H. Serbaya, M. Saleem, H. Alsulami, D. A. Karras, and Z. Alamgir, “A preliminary analysis of the perception gap between employers and vocational students for career sustainability,” Sustainability, vol. 13, no. 20, Article ID 11327, 2021.
- 14-C. Lee and C.-S. Wong effect of team emotional intelligence on team process and effectiveness,” Journal of Management and Organization, vol. 25, no. 6, pp. 3] I. Urquijo, N. Extremera, and G. Azanza contribution of emotional intelligence to career success: beyond personality traits,” International Journal of Environmental 844–859, 2022.
- 15- Julia Arias, Jorge G. Soto-Carballo and Margarita R. Pino-Juste. Emotion intelligence and academic motivation in primary school students. Reflexão e Crítica, 2022.
- 16- Osama Khasawneh , Tamara Mohammad, Rabeb Ben-Abdallah and Suzan Alabidi . The Relationship between Emotional Intelligence and Educators’ Performance in Higher Education Sector. Canada. Behavioral. Sciences. 2022.
- 17-Khasawneh, O.; Mohammad, T. The Influence of Work Diversity on Organizational Performance in the Hospitality Sector in the, UAE: The Moderating Role of HR Practices. Adm. Sci. 2022.

**Investigating the relationship between emotional intelligence and motivation to learn practical courses in architecture**  
**Case Study: Practical lessons. Faculty of Art and Architecture, Islamic Azad University - Rudehen**

**Abstract:**

Amirhosein Mostoufizadeh Azhari (corresponding author)

Gholamhossein Naseri <sup>†</sup>

Mouhsen Baghdadi <sup>‡</sup>

Self-learning requires motivation that does not boil by itself and that each person acquires according to internal knowledge and external factors. The purpose of this research is to prove the relationship between emotional intelligence and the sense of motivation in learning practical lessons. This category is directly related to success in education, and even how students live in the future. Most people learn subjects through their emotional intelligence, as a result, it can be seen that by examining the relationship between these two subjects, it can be used to strengthen the sense of motivation for learning in the practical courses of architecture. Therefore, the statistical population of art and architecture students of Azad University of Rodhan branch was used to sample the statistical population, which was 400 people and was calculated based on Fidel and Tabachingpish formula, and 70 people were selected by random sampling method. The method of conducting this research is applied and correlational. which is used to collect data from the performance self-assessment questionnaire and from the software. spss was used for data analysis and as a result, it was measured and evaluated based on the indicators in the regression tables. The research results showed that there is a significant relationship between emotional intelligence and motivation to learn in practical courses. So it can be seen that students who have higher emotional intelligence have more initiative in learning and implementing their ideas. As a result, it can be seen that emotional intelligence is one of the important factors for better learning of practical courses in the field of architecture.

**Keywords:** Architectural education, emotional intelligence, skill development, sense of motivation, practical lessons

---

<sup>1</sup> Department of Architecture, Islamic Azad University, Roodehen Branch, Roodehen, Iran. (email: arc.mostofi@gmail.com)

<sup>2</sup> Department of Architecture, Islamic Azad University, Damghan Branch, Damghan, Iran.

<sup>3</sup> Department of Architecture, Islamic Azad University, Roudehen, Roudehen, Iran.

## ارزیابی سطح اهمیت- عملکرد گویه‌های توسعه پایدار در سکونتگاه‌های غیررسمی

(نمونه موردی: محله کشتارگاه-ارومیه)

تاریخ دریافت مقاله:

۱۴۰۳/۰۴/۳۱

تاریخ پذیرش مقاله:

۱۴۰۳/۰۵/۲۷

نیما بایرام‌زاده<sup>۱</sup> (نویسنده مسئول)

## چکیده

به دلایل متعددی نظیر تأمین مسکن ارزان، مهاجرت از روستا و ... پدیده سکونتگاه‌های غیررسمی در حال گسترش بوده و مشکلات متعددی نظیر دسترسی نامناسب ساکنین به خدمات شهری (آموزشی، بهداشتی، فرهنگی و ...)، ایجاد چهره نازیبا، بازتولید فقر، کاهش کیفیت فضاهای شهری را به همراه داشته است که در این بین یکی از این محلات، محله کشتارگاه بوده که وضعیت نامناسبی دارد و در حاشیه شهر ارومیه رشد کرده است که نیازمند توجه ویژه مدیران شهری در راستای جلوگیری از بازتولید نابرابری می‌باشد. هدف اصلی این پژوهش ارزیابی سطح اهمیت-عملکرد گویه‌های توسعه پایدار در سکونتگاه غیررسمی کشتارگاه واقع در شهر ارومیه می‌باشد. روش پژوهش حاضر توصیفی-تحلیلی بوده و دارای هدف کاربردی می‌باشد. جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش به صورت کتابخانه‌ای و میدانی صورت گرفته است. جامعه‌ی آماری این پژوهش ساکنین محله کشتارگاه می‌باشد که با استفاده از فرمول کوکران و سطح خطای ۵ درصد، تعداد حجم نمونه ۳۷۵ نفر برآورده شده است که به صورت تصادفی ساده توزیع گردیده است. روایی پرسشنامه توسط ۱۰ نفر از متخصصین شهری و پایایی پرسشنامه‌ها با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ و برای ۲۰ پرسشنامه و مقدار ۰/۷۲۷ مورد تأیید قرار گرفته است. تجزیه و تحلیل داده به صورت کمی و با استفاده از تکنیک اهمیت-عملکرد و آزمون آماری تی-تک نمونه‌ای صورت گرفته است. نتایج این پژوهش نشانگر این است که وضعیت گویه‌های توسعه پایدار در محله کشتارگاه با میانگین ۲/۱ از سطح متوسط پایین‌تر می‌باشد همچنین با بررسی تکنیک IPA دو گویه میزان رضایت از درآمد و دسترسی به حمل‌ونقل عمومی از نظر ساکنین با اهمیت‌ترین گویه‌ها برای ارتقاء سطح توسعه پایدار در محله کشتارگاه می‌باشد. به‌طور کلی بهبود دسترسی به حمل‌ونقل عمومی و افزایش درآمد مالی ساکنین می‌تواند بهبود قابل‌توجهی در سطح توسعه پایدار این محله داشته باشد. همچنین، اهمیت دسترسی به خدمات آموزشی، مشاغل و خدمات بهداشتی نیز نباید اغماض شود و باید اقدامات مناسبی برای بهبود این زمینه‌ها نیز انجام شود. از این‌رو، مدیران شهری و ارگان‌های مربوطه باید به‌شدت توجه ویژه‌ای به این موضوع داشته و طرح‌ها و برنامه‌هایی را برای بهبود وضعیت محله کشتارگاه طراحی و اجرا کنند.

**کلمات کلیدی:** اهمیت-عملکرد، توسعه پایدار، سکونتگاه‌های غیررسمی، محله کشتارگاه.

۱- دانشجوی دکتری برنامه‌ریزی آمایش سرزمین، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. (پست الکترونیک:

nima.bayramzadeh@yahoo.com)

## ۱- مقدمه

شهرها از جمله مهم‌ترین و بهترین آثار ساخته‌شده به دست بشر هستند که در طول زمان تغییرات بسیار زیادی را تجربه کرده‌اند (بایرام‌زاده و شهسوار، ۱۴۰۲: ۱۸). اغلب کیفیت فضاهای عمومی نشان‌دهنده کیفیت کلی زندگی شهری است و شهرها زمانی می‌توان موفق تلقی شوند که بتوانند میزبان خوبی برای فعالیت‌ها و افراد باشند (موسوی و همکاران، ۱۴۰۱: ۲). اما امروزه با بی‌برنامه‌گی‌ها و عدم مدیریت صحیح سبب ظهور مشکلات متعددی در حوزه‌های اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی شده و این موضوع باعث کاهش کیفیت زندگی در فضاهای شهری شده است (کرباسی سلماسی و کارگر، ۱۴۰۲: ۲۱). در این راستا در سال ۲۰۱۵، اجلاس توسعه پایدار سازمان ملل متحد (سازمان ملل متحد) به اتفاق آرا "تغییر جهان ما: دستور کار ۲۰۳۰ برای توسعه پایدار" را تصویب کرد که یک سند مشترک با هدف رسیدگی همه‌جانبه به چالش‌های توسعه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی جهانی می‌باشد (Wang et al., 2024; Sachs et al., 2022).

امروزه، تخمین زده می‌شود که پنجاه‌وپنج درصد (۵۵٪) از جمعیت جهان، یعنی ۴٫۳ میلیارد نفر، در فضاهای شهری زندگی می‌کنند (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2019)؛ به طوری که از این تعداد، در سراسر جهان بیش از یک میلیارد نفر در وضعیت نامناسبی زندگی می‌کنند زیرا در سکونتگاه‌های غیررسمی شهری (زاغه‌ها) زندگی می‌کنند که فاقد امکانات رفاهی برای تأمین آب تمیز، دفع و تصفیه فاضلاب انسانی و حذف زباله‌های خانگی هستند (UN-SDG, 2021). این موضوع یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های قرن بیست و یکم تلقی می‌شود (خاکپراقی و همکاران، ۱۴۰۱: ۲۴۶). نابرابری منابع و تسهیلات در میان محلات مختلف شهرها به‌ویژه در مناطق اسکان غیررسمی و بافت‌های فرسوده شهری باعث شده است که این مناطق به‌طور بالقوه آسیب‌پذیرتر شوند؛ زیرا بیشتر اوقات چنین مناطقی بسیار متراکم با فضای باز کم و شبکه‌های ارتباطی بی‌کیفیت دیده می‌شوند (حیدری و همکاران، ۱۴۰۰: ۳۸۶). در این راستا اهداف توسعه پایدار به‌طور فزاینده‌ای به‌عنوان چارچوبی برای تجزیه‌وتحلیل و درک چنین چالش‌های پیچیده و پیامدهای پروژه‌ها و سیاست‌ها در بخش‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند (Vinuesa et al., 2020; Fuso Nerini et al., 2019; Fuldauer et al, 2019; Adsheed et al., 2019; Pradhan, 2019; Kroll et al., 2019).

اسکان غیررسمی در ایران پس از ورود و استقرار سرمایه‌داری وابسته، به‌ویژه از اوایل قرن حاضر (۱۳۲۰) به وجود آمد که گسترش تأسیسات شهری، شبکه ارتباطی و همچنین افزایش درآمد نفت موجب رونق شهرها و ایجاد جاذبه‌های شهری شد و اصلاحات ارضی و مکانیزاسیون کشاورزی، دافعه روستایی را تشدید کرد (مؤیدفر و عزیزی، ۱۴۰۲: ۱۱۹-۱۱۸). این موضوع در شهر ارومیه نیز غیرقابل‌انکار بوده و در اطراف شهر به دلایل متعددی نظیر تأمین مسکن ارزان، مهاجرت از روستا و ... پدیده سکونتگاه‌های غیررسمی در حال گسترش بوده و مشکلات متعددی نظیر دسترسی نامناسب ساکنین به خدمات شهری (آموزشی، بهداشتی، فرهنگی و ...)، ایجاد چهره نازیباء، بازتولید فقر، کاهش کیفیت فضاهای شهری را به همراه داشته است که در این بین یکی از این محلات، محله کشتارگاه بوده که وضعیت نامناسبی دارد و در حاشیه شهر ارومیه رشد کرده است که نیازمند توجه ویژه مدیران شهری در راستای جلوگیری از بازتولید نابرابری می‌باشد. در این راستا هدف اصلی این پژوهش ارزیابی سطح اهمیت-عملکرد گویه‌های توسعه پایدار در سکونتگاه غیررسمی کشتارگاه واقع در شهر ارومیه می‌باشد. در این راستا بر اساس نظر ساکنین این محله، سطح اهمیت-عملکرد گویه‌های توسعه پایدار احصا شده و چشم‌اندازی از عملکرد این گویه‌ها در این محله مشخص می‌شود و سپس به دلیل مشخص شدن سطح اهمیت این گویه‌ها، می‌توان در جهت اتخاذ سیاست‌های توسعه‌ای در این سکونتگاه اقدام نمود.

## ۲- پرسش‌ها یا فرضیات پژوهش

با توجه به اهداف پژوهش، پرسش‌های پژوهش به شرح زیر تدوین می‌گردد:

۱. کدام گویه از گویه‌های توسعه پایدار در سکونتگاه غیررسمی کشتارگاه از اهمیت بالایی برخوردار است؟
۲. وضعیت عملکرد گویه‌های توسعه پایدار در سکونتگاه غیررسمی کشتارگاه چگونه است؟



### ۳- پیشینه تحقیق

در رابطه با موضوع پژوهش، پژوهش مشابهی صورت نگرفته است و صرفاً نویسندگان به بررسی وضع موجود گویه‌های توسعه پایدار و یا به بررسی ابعاد اصلی توسعه پایدار در سکونتگاه‌های غیررسمی پرداخته‌اند در این راستا ضیافتی بافراسات و البوریا (۲۰۲۳) در پژوهش خود تحت عنوان «پایداری اجتماعی: شهرسازی را خودتان انجام دهید (DIY)، شهرسازی را خودتان شروع کنید (SIY)» اشاره کرده‌اند که شهرسازی خودت انجام بده (DIY) اغلب به اقدامات خودیاری جوامع برای رفع نیازهای اساسی خود مانند سرپناه با ایجاد تغییراتی در فضای شهری بدون مجوز و منابع دولتی اشاره دارد که بیشتر به پایداری اجتماعی در جنوب جهانی کمک می‌کند و در طرف مقابل شهرسازی خود را شروع کنید (SIY) به «شروع» اقدامات خودیاری (یا ژست آن‌ها) توسط جوامع، اما با هدف فشار بر نهادهای عمومی و خصوصی برای دریافت مجوز و منابع اشاره دارد که بیشتر به پایداری اجتماعی در شمال جهانی کمک می‌کند. پورجعفر و همکاران (۱۴۰۳) در پژوهش خود تحت عنوان «تبیین عوامل مؤثر در مدیریت توسعه پایدار شهری، با تأکید بر شهرهای شکوفای پیرامون کلان‌شهرها (نمونه موردی: شهر لواسان)» اشاره کرده‌اند مولفه‌های اثرگذار بر مدیریت توسعه پایدار شهری در حال شکوفایی لواسان را می‌توان در ابعاد کالبدی-فضایی، کیفیت زندگی، مدیریت هوشمند، عدالت و برابری و حکمروایی و قانون‌گذاری بهینه بررسی کرد. دهبالایی و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهش خود تحت عنوان «عوامل کلیدی ارزیابی اجرای خطمشی توسعه پایدار شهری در چارچوب برنامه ششم» اشاره کرده‌اند که اهداف و استانداردهای خطمشی، منابع و ابزارهای خطمشی، مجریان خطمشی، سازمان مجری، عوامل غیرقابل کنترل (عوامل برون‌سازمانی) و پیامدهای اجرای خطمشی در فرآیند ارزیابی اجرای خطمشی‌های توسعه پایدار شهری برنامه ششم توسعه کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نیک‌پور و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهش خود تحت عنوان «مقایسه و تحلیل سطح پایداری محله‌های شهری (مورد مطالعه: شهر بجنورد)» با بهره‌گیری از شاخص‌های جمعیتی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و کالبدی به مقایسه و تحلیل سطح پایداری محله‌های شهری شهر بجنورد پرداخته است که نتایج نشانگر این است که محله‌ها با سطوح ناپایدار بیشتر در قسمت‌های شمال شرقی، شمال غربی، جنوب و جنوب غرب شهر قرار دارد و همچنین بی‌توجهی مدیریت شهری به ملاحظات توسعه شهری پایدار و عدم ساماندهی بافت‌های ناکارآمد و فرسوده از مهم‌ترین دلایل این تفاوت چشم‌گیر به شمار می‌رود. احقر و ملک حسینی (۱۳۹۸) در پژوهش خود تحت عنوان «تحلیلی بر شاخص‌های برنامه‌ریزی محله محور در توسعه پایدار شهری (مطالعه موردی: محله گلپا شهر همدان)» اشاره کرده‌اند که بیشترین ضرایب شاخص توسعه پایدار در برنامه‌ریزی محله محور مربوط به قیمت مسکن، مشارکت جامعه، درآمد و مسکن و محیط ساخته شده می‌باشند. همچنین بین سن و شاخص‌های توسعه پایدار پاسخگویان ساکن محله گلپا رابطه معناداری بین دو متغیر وجود دارد و همبستگی بین دو متغیر متوسط به پایین و مستقیم است.

با توجه به پیشینه‌های بررسی شده، در بیشتر سکونتگاه‌های غیررسمی به دلیل وضعیت حاکم بر روند توسعه‌های این سکونتگاه‌ها، وضعیت گویه‌ها و ابعاد توسعه پایدار در سطح متوسط و گاهاً روبه پایین قرار دارد که این موضوع خود نشانگر وضعیت نامناسب این سکونتگاه‌ها می‌باشد. در این راستا وجه تمایز این پژوهش نسبت به سایر پژوهش‌ها در به‌کارگیری تکنیک اهمیت-عملکرد می‌باشد به طوری که ضمن بررسی عملکرد گویه‌های توسعه پایدار، میزان اهمیت آن‌ها را نیز ارزیابی می‌کند که این روند می‌تواند با ایجاد آگاهی از اهمیت گویه‌ها در مدیران شهری، روند اتخاذ سیاست‌های توسعه‌ای را در این فضاهای شهری تغییر دهد. همچنین به دلیل ایجاد چشم‌اندازی از وضعیت فعلی از نظر ساکنین، می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های این محلات نیز مؤثر واقع شود.

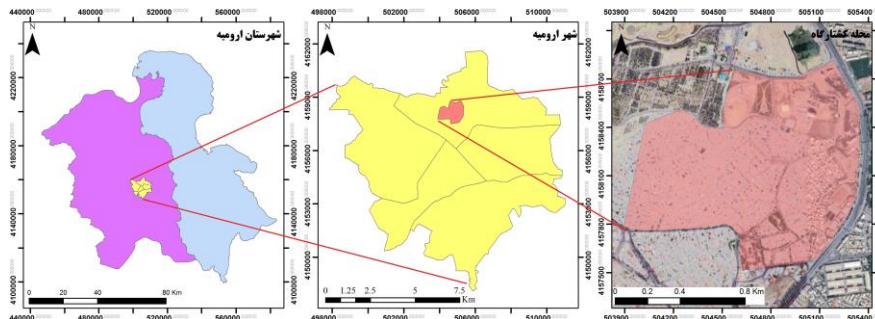
### ۴- روش تحقیق

روش پژوهش حاضر توصیفی-تحلیلی بوده و دارای هدف کاربردی می‌باشد. جمع‌آوری داده‌ها در این پژوهش به صورت کتابخانه‌ای و میدانی صورت گرفته است؛ به طوری که داده‌های کتابخانه‌ای از اسناد علمی نظیر کتاب‌های علمی و مقالات علمی استخراج شده و داده‌های میدانی به صورت برداشت میدانی از محدوده مورد مطالعه و همچنین پرسشنامه

گردآوری شده است. جامعه آماری این پژوهش ساکنین محله کشتارگاه می‌باشد که مطابق با آخرین آمار مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵ دارای جمعیت ۱۵۰۰۰ نفری می‌باشد که با استفاده از فرمول کوکران و سطح خطای ۵ درصد، تعداد حجم نمونه ۳۷۵ نفر برآورده شده است که به صورت تصادفی ساده در محدوده توزیع گردیده است. روایی پرسشنامه توسط ۱۰ نفر از متخصصین شهری (برنامه‌ریزان شهری، شهرسازان و طراحان شهری) مورد ارزیابی و تأیید قرار گرفته است. همچنین برای ارزیابی پایایی پرسشنامه‌ها، از آزمون آلفای کرونباخ و برای ۲۰ پرسشنامه استفاده شده است که نتایج این آزمون با مقدار ۰/۷۲۷ مورد تأیید قرار گرفته است که به دلیل بالا بودن میزان آلفای کرونباخ از ۰/۷ نشانگر پایایی پرسشنامه‌های می‌باشد. جهت ارزیابی میزان اهمیت- عملکرد گویه‌های توسعه پایدار از تکنیک IPA استفاده شده است. این تکنیک یکی از تکنیک‌های تحلیل شکاف است که فاصله میان «آنچه هست» با «آنچه باید باشد» را ارزیابی می‌کند. مدل تحلیل اهمیت- عملکرد، مدلی چند شاخصه است که اثربخشی آن، شدیداً به گویه‌های تحلیلی بستگی دارد. در این مدل هر گویه از منظر دو بُعد «اهمیت» و «عملکرد» مورد ارزیابی قرار می‌گیرد که در این پژوهش هدف ارزیابی وضعیت ذهنی ساکنین محله کشتارگاه نسبت به گویه‌های توسعه پایدار می‌باشد. در نهایت جهت احصا وضعیت کلی توسعه پایدار در محله کشتارگاه از آزمون آماری تی‌تک نمونه‌ای در SPSS استفاده شده است.

## ۵- محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در این پژوهش، محله کشتارگاه واقع در شمال ارومیه می‌باشد. این محله با مساحت ۵۰ هکتاری، به‌عنوان یکی از قدیمی‌ترین محلات شهر ارومیه می‌باشد که به‌صورت غیررسمی و با مهاجرت افراد در حاشیه شهر ارومیه شکل گرفته است به طوری که از دهه ۵۰ و تحت الگوی تصرف خزنده و تقسیم اراضی کشاورزی و بایر شروع و امروزه به‌صورت باز تقسیم فضاهای مسکونی در حال گسترش می‌باشد (درسرخوان و بایرامزاده، ۱۴۰۰: ۸۳). این محله از محلات کمتر برخوردار شهر ارومیه بوده که به لحاظ دسترسی به کاربری‌های خدماتی نظیر آموزشی، رفاهی، تفریحی، فرهنگی و ... در وضعیت نامناسبی قرار دارد. موقعیت جغرافیایی این محله در نقشه شماره ۱ نشان داده شده است:



نقشه ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

(ترسیم: نگارنده، ۱۴۰۳)

## ۶- چارچوب نظری پژوهش

### ۶-۱- سکونتگاه‌های غیررسمی

رشد روزافزون جمعیت در فضاهای شهری مشکلات متعددی را برای برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران شهری به وجود آورده است (Hernandez & Monzon, 2016: 158; Mueller et al, 2018: 181; موسوی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۵۴). این مشکلات عمدتاً از عدم تطابق نیازهای گسترده جمعیت شهری با توانایی حکومت‌های ملی و مدیریت شهری ناشی شده است (موسوی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۶۴). به طوری که به‌مرور زمان سبب به وجود آمدن نابرابری فضایی در سکونتگاه‌های انسانی شده است (بایرامزاده و موسوی، ۱۴۰۲: ۱۲۲). وقتی صحبت از جوامع فقیر و به حاشیه رانده

می‌شود، شکافی در ادبیات جوامع پایدار وجود دارد (Woodcraft, 2012). بسیاری از ادبیات مربوط به شرایط در این جوامع به‌عنوان عدالت محیطی (در) عدالت کیفری یا مسائل اجتماعی طبقه‌بندی می‌شود. ما استدلال می‌کنیم که این مفاهیم و تجربیات زندگی را نمی‌توان از حوزه پایداری اجتماعی و چالش پایداری حذف کرد. وقتی صحبت از جوامع آسیب‌پذیر می‌شود، این مسائل با نیازهای اساسی روزانه (مانند مسکن، غذا، مراقبت‌های بهداشتی) درهم‌تنیده شده و فوری‌ترین مشکلات دنیای واقعی آن‌ها در نظر گرفته می‌شود. این‌ها با "مشکلات دنیای واقعی" تعریف شده توسط علم پایداری که عمدتاً بر محیط‌زیست متمرکز هستند متفاوت است. با این حال، آن‌ها بر توانایی ساکنان برای پرورش محیط‌های اجتماعی و سبک زندگی پایدار تأثیر می‌گذارند (Clear et al., 2003; Clear, 2009; Adams et al., 2019). واژه سکونتگاه‌های غیررسمی برای اولین بار در نوشته‌های آبرام و تورنز، به‌ویژه پس از کنفرانس مسکن و نکوور کانادا در سال ۱۹۷۶ رواج یافت و با تعریف این واژه، روش‌های مقابله‌ای و دشمنی‌جویانه به روش‌های حمایت سکونتگاه‌ها تغییر کرد (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۸: ۶۰۴). در این فرآیند به‌موازات رشد شهرها، بخش عمده‌ای از رشد شهرنشینی بر پایه اقتصاد غیررسمی و همراه با گسترش سکونتگاه‌های غیررسمی صورت گرفت و این گرایش را غیررسمی شدن شهرنشینی نامیده‌اند (تولایی و همکاران، ۱۳۹۸: ۲). نکته مهم این است که درک چگونگی رشد غیررسمی در امتداد پیوند پایداری در روابط مردم، محیط‌زیست و زیرساخت میهم باقی‌مانده است. برخی توسعه غیررسمی شهری را تهدیدی برای سلامت و امنیت انسان توصیف کرده‌اند و برخی دیگر غیررسمی بودن را برای پاسخگویی به تقاضای مسکن گروه‌های کم‌درآمد در مقیاس انبوه برجسته می‌کنند (Kolowa et al., 2024; Bredenoord & Van Lindert, 2010). تجارب کشورهای مختلف در زمینه برخورد با پدیده اسکان غیررسمی نشان می‌دهد که بسیاری از رویکردها به دلیل بی‌توجهی به ماهیت این سکونتگاه‌ها در حل مسأله ناتوان مانده‌اند (شیبانی مقدم و همکاران، ۱۳۹۸: ۲۰۵). بنابراین جهت رفع این مسأله نیازمند رویکردی جامع با دیدگاهی کامل با بهره‌گیری از ابعاد مختلف می‌باشد.

## ۶-۲- توسعه پایدار

بقا و توسعه بشر از منابع مختلف طبیعی جدایی‌ناپذیر است. با این حال، شهرنشینی و صنعتی شدن سریع منجر به مصرف بی‌رویه منابع طبیعی و آلودگی‌های جدی زیست‌محیطی شده است که فشار زیادی را بر محیط‌زیست اکولوژیکی طبیعی وارد کرده است (Liu et al, 2022- Han et al, 2018- Jago-On et al, 2009) و از طرفی توسعه نامتعادل اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی و نابرابری‌های منطقه‌ای به‌طور گسترده به‌عنوان مشکلات کلیدی در قرن بیست و یکم شناخته شده و توسط اهداف توسعه پایدار ۲۰۳۰ سازمان ملل متحد مورد توجه قرار گرفته است (Jiang & Shi, 2022- Ahmadi et al, 2021- Farooq et al, 2020- Nodehi & Mohamad Taghvaei, 2023). از بین رفتن فزاینده اکوسیستم‌ها و تنوع زیستی به دلیل اقدامات انسانی، ترویج سرمایه‌گذاری‌های پایدار و مسئولیت‌پذیری اجتماعی را ضروری می‌کند (Aragonés-Beltrán et al, 2023). در این راستا چارچوب یکپارچه سازمان ملل متحد (سازمان ملل) برای اهداف توسعه پایدار (SDGs) به چالش‌های جهانی در سه بعد عمده می‌پردازد: اقتصاد، محیط‌زیست و جامعه. به‌طور خاص، اهداف توسعه پایدار (SDGs) بر کاهش فقر و پرداختن به انواع مختلف محرومیت تأکید دارد (Nguyen et al, 2024). به‌طوری‌که این اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد (SDGs) طرحی را برای آینده‌ای پایدار ترسیم می‌کند که به انواع چالش‌های پیش روی بشر از جمله فقر و گرسنگی، نابرابری اجتماعی، صلح و عدالت، تغییرات آب‌وهوا و رشد اقتصادی می‌پردازد. اگرچه برخی از ناظران در مورد سودمندی اهداف توسعه پایدار تردید دارند، اما ۱۷ هدف به تعریف و مشخص کردن آنچه توسعه پایدار در عمل به نظر می‌رسد نزدیک‌تر است (Lim et al. 2018, Santika et al. 2019, Singh et al. 2021- Stoddart et al, 2023). این اهداف راه‌حلی یکپارچه‌تر و فراگیر برای توسعه پایدار ارائه می‌دهند و یک تغییر پارادایم از دستور کار مفهومی به استانداردهای قابل‌اندازه‌گیری و تحولات عملیاتی را ارائه می‌دهد (Han et al, 2023). در ادامه به بررسی ابعاد و گویه‌های توسعه پایدار در جدول شماره ۱ پرداخته شده است:

جدول ۱- ابعاد و گویه‌های توسعه پایدار

منبع	گویه‌ها	بعد
میرزابیگی و همکاران، ۱۴۰۱ غلامی و دولتیاریان، ۱۴۰۱ نظم‌فر و پاشازاده، ۱۳۹۷ ملک افضلی و همکاران، ۱۳۹۷ پروزن و همکاران، ۱۳۹۷	دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، دسترسی به خدمات بهداشتی، دسترسی به خدمات تجاری، دسترسی به کاربری‌های فرهنگی، دسترسی به خدمات آموزشی، دسترسی به خدمات ورزشی، رضایت از نحوه جمع‌آوری زباله، میزان آلودگی صوتی، میزان تراکم جمعیتی، وجود فضاهای سبز.	کالبدی-زیست‌محیطی
	میزان رضایت از درآمد، میزان قیمت زمین، میزان اشتغال.	اقتصادی
	میزان علاقه به محله، میزان تمایل به تغییر محله با بهبود وضعیت اقتصادی، میزان علاقه به مشارکت در امور محله، هویت‌مند بودن محله، میزان سرزندگی محله، میزان امنیت در فضاهای محلی، وضعیت کلی امنیت محله.	اجتماعی

بر اساس جدول شماره ۱ و همچنین بر اساس ویژگی‌های محیطی محدوده مورد مطالعه، گویه‌های مورد نظر پژوهش به شرح جدول شماره ۲ می‌باشد:

جدول ۲- ابعاد و گویه‌های توسعه پایدار پژوهش

گویه‌ها	بعد
دسترسی به حمل‌ونقل عمومی C1، دسترسی به خدمات بهداشتی C2، دسترسی به خدمات تجاری C3، دسترسی به کاربری‌های فرهنگی C4، دسترسی به خدمات آموزشی C5، دسترسی به خدمات ورزشی C6، دسترسی به خدمات تفریحی C7، دسترسی به فضاهای سبز C8، رضایت از نحوه جمع‌آوری زباله C9، میزان رضایت از تراکم جمعیتی C10، میزان رضایت از نظافت محله C11.	کالبدی-زیست‌محیطی
میزان رضایت از درآمد C12، میزان دسترسی به قیمت زمین معقول C13، میزان اشتغال C14، میزان دسترسی به شغل‌های متنوع C15.	اقتصادی
میزان علاقه به محله C16، میزان علاقه به مشارکت در امور محله C17، هویت‌مند بودن محله C18، میزان سرزندگی محله C19، میزان احساس خوشنودی از محله C20، میزان امنیت در فضاهای محلی C21، میزان رضایت از آرامش محلی C22، میزان دسترسی برابر کودکان دختر و پسر به خدمات آموزشی C23.	اجتماعی

(منبع: گردآوری نگارنده، ۱۴۰۳)

## ۷- بحث و یافته‌ها

### ۷-۱- یافته‌های توصیفی

در ابتدا به بررسی وضعیت ساختار جمعیتی پرسشنامه‌های تکمیل شده در محدوده مورد مطالعه پرداخته شده است که نتایج این بررسی در جدول شماره ۲ نشان داده شده است:

جدول ۳- ساختار جمعیتی پرسشنامه‌ها

تحصیلات				جنسیت	
مقاطع بالاتر	کارشناسی	دیپلم	زیردیپلم	مرد	زن
۴۹	۱۲۱	۹۱	۱۱۴	۲۲۹	۱۴۶

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳)

ادامه جدول ۳- ساختار جمعیتی پرسشنامه‌ها

نوع مالکیت خانه		سن				
مالک	استیجاری	بالاتر از ۵۵ سال	۴۵-۵۵ سال	۳۵-۴۵ سال	۲۵-۳۵ سال	۱۸-۲۵ سال
۱۷۱	۲۰۴	۵۹	۸۷	۶۶	۸۵	۷۸

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳)

مطابق جدول شماره ۳، در حوزه جنسیت ۶۱/۱ درصد از حجم نمونه را مردان و ۳۸/۹ درصد آن را زنان تشکیل داده‌اند. در حوزه سن، ۲۰/۸ درصد در گروه ۱۸ تا ۲۵ سال، ۲۲/۷ درصد در گروه ۲۵ تا ۳۵ سال، ۱۷/۶ درصد در گروه ۳۵ تا ۴۵ سال، ۲۳/۲ درصد در گروه ۴۵ تا ۵۵ سال و ۱۵/۷ درصد در گروه سنی بالاتر از ۵۵ سال قرار گرفته‌اند. در حوزه تحصیلات، در حدود ۳۰/۴ درصد زیردیپلم، ۲۴/۳ درصد دیپلم، ۳۲/۳ درصد کارشناسی و ۱۳/۱ درصد از حجم نمونه دارای مدرک تحصیلی در مقاطع بالاتر بوده‌اند. در نهایت ۴۵/۶ درصد از افراد در ملک استیجاری و ۵۴/۴ درصد افراد در ملک با مالکیت شخصی سکنی گزیده‌اند.

## ۷-۲- یافته‌های تحلیلی

در جهت ارزیابی وضعیت اهمیت و عملکرد گویه‌های توسعه پایدار در محله کشتارگاه از مدل IPA استفاده شده است. بدین صورت که در ابتدا برای هر یک گویه‌ها بر اساس طیف لیکرت ۵ درجه و بر اساس میزان اهمیت و عملکرد توسط ساکنین محله امتیازدهی و سپس میانگین هندسی این داده‌ها توسط تابع GEOMEAN در اکسل ارزیابی و در جدول شماره ۴ نشان داده شده است:

جدول ۴- میزان اهمیت و عملکرد گویه‌ها

بعد	گویه‌ها	اهمیت	عملکرد
کالبدی-زیست‌محیطی	دسترسی به حمل‌ونقل عمومی	۴,۱۰	۲,۳۳
	دسترسی به خدمات بهداشتی	۴,۲۰	۲,۴۵
	دسترسی به خدمات تجاری	۳,۹۶	۲,۹۹
	دسترسی به کاربری‌های فرهنگی	۳,۸۰	۲,۴۰
	دسترسی به خدمات آموزشی	۴,۱۵	۲,۱۰
	دسترسی به خدمات ورزشی	۳,۸۵	۲,۳۰
	دسترسی به خدمات تفریحی	۳,۹۹	۲,۱۵
	دسترسی به فضاهای سبز	۴,۱۰	۲,۱۶
	رضایت از نحوه جمع‌آوری زباله	۴,۲۱	۲,۱۸
	میزان رضایت از تراکم جمعیتی	۳,۷۰	۲,۴۸
اقتصادی	میزان رضایت از نظافت محله	۴,۲۵	۲,۴۱
	میزان رضایت از درآمد	۴,۵۰	۲,۳۹
	میزان دسترسی به قیمت زمین معقول	۴,۲۰	۲,۷۸
	میزان اشتغال	۴,۴۰	۲,۵۵
	میزان دسترسی به شغل‌های متنوع	۴,۱۱	۲,۴۵
اجتماعی	میزان علاقه به محله	۴,۰۵	۳,۴۰
	میزان علاقه به مشارکت در امور محله	۴,۳۰	۳,۵۰
	هویت‌مند بودن محله	۳,۷۰	۳,۵۵
	میزان سرزندگی محله	۴,۱۰	۳,۶۷
	میزان احساس خوشنودی از محله	۴,۱۵	۳,۱۰
	میزان امنیت در فضاهای محلی	۴,۲۰	۲,۹۸
	میزان رضایت از آرامش محلی	۴,۰۵	۲,۷۹
	میزان دسترسی برابر کودکان دختر و پسر به خدمات آموزشی	۴,۱۰	۳,۱۰

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳)

مطابق جدول شماره ۴، در بعد کالبدی-زیست‌محیطی گویه دسترسی به خدمات تجاری بالاترین عملکرد و گویه دسترسی به خدمات آموزشی کمترین عملکرد را کسب کرده است همچنین گویه میزان رضایت از نظافت محله بالاترین میزان اهمیت را کسب کرده است. در بعد اقتصادی گویه میزان دسترسی به قیمت زمین معقول بالاترین عملکرد و گویه میزان رضایت از درآمد کمترین عملکرد را داشته است همچنین گویه میزان رضایت از درآمد در بعد اقتصادی بیشترین اهمیت را کسب نموده است. در نهایت در بعد اجتماعی گویه میزان سرزندگی محله بالاترین عملکرد و گویه میزان رضایت از آرامش محلی کمترین عملکرد را داشته است همچنین گویه میزان علاقه به مشارکت در امور محله بیشترین میزان اهمیت را در بعد اجتماعی کسب نموده است.

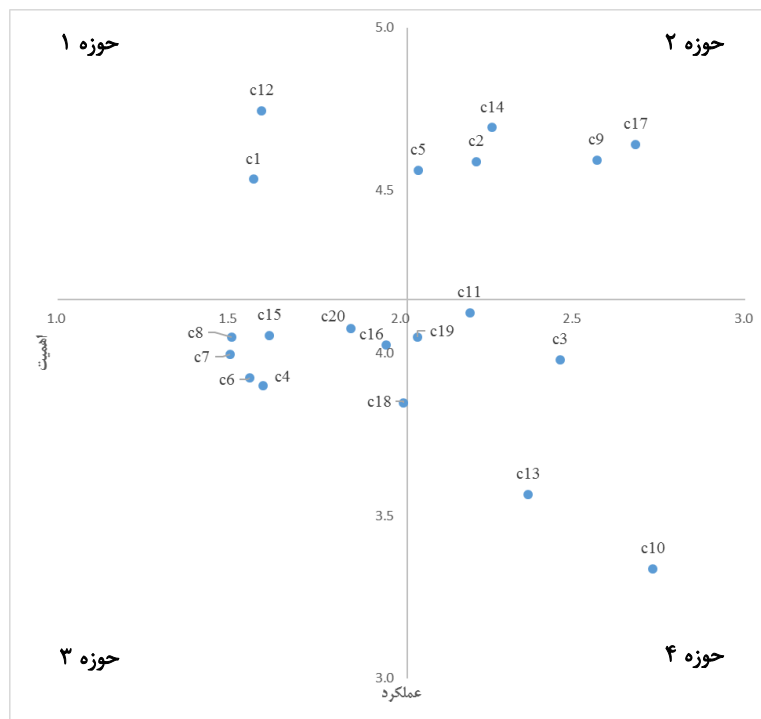
پس از ارزیابی میانگین هندسی هر یک از گویه‌ها، سطح آستانه اهمیت و عملکرد آن‌ها از طریق میانگین حسابی پرداخته شده است که نتایج این ارزیابی در جدول شماره ۵ نشان داده شده است:

جدول ۵- میزان آستانه اهمیت و عملکرد

عنوان	اهمیت	عملکرد
آستانه	۴/۱۶۴	۲/۰۱۷

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳)

پس از تعیین میزان آستانه اهمیت به‌عنوان محور افقی و آستانه عملکرد به‌عنوان محور عمودی نمودار تکنیک IPA، به ترسیم نمودار ماتریس اهمیت و عملکرد پرداخته شده است که نتایج این ترسیم در نمودار شماره ۱ نشان داده شده است:



نمودار ۱- ماتریس اهمیت-عملکرد

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳)

مطابق نمودار شماره ۱، چهار حوزه مختلف بر اساس دو محور عمودی و افقی عملکرد و اهمیت تشکیل شده است که در هر یک از این حوزه‌ها تعدادی شاخص قرار گرفته‌اند مطابق با مدل IPA، حوزه ۱ نشانگر این است که باید بر روی این شاخص‌ها تمرکز گردد، حوزه ۲ نشانگر این است که این شاخص‌ها به‌عنوان قوت اصلی محیط می‌باشند. حوزه ۳ نشانگر این است که این شاخص‌ها دارای اهمیت و عملکرد پایینی هستند و حوزه ۴ نشانگر این است که شاخص‌هایی که در این محدوده قرار می‌گیرند عملکرد بالایی دارند ولیکن از اهمیت پایینی برخوردار هستند. مطابق با این موارد، توجه مدیران شهری باید بر روی شاخص‌هایی باشد که در حوزه ۱ قرار گرفته‌اند به‌طوری که این شاخص‌ها دارای اهمیت بالایی هستند ولیکن عملکرد پایینی را از خود نشان داده‌اند. بنابراین مطابق نتایج این نمودار، گویه‌های میزان رضایت از درآمد C12 و دسترسی به حمل‌ونقل عمومی C1 به دلیل اهمیت بالا و عملکرد پایین در محله کشتارگاه، باید مورد توجه مدیران شهری قرار گیرند دلیل اصلی پایین بودن عملکرد این دو گویه در محله کشتارگاه وضعیت بد اقتصادی همچنین عدم وجود سیستم حمل‌ونقل عمومی در سطح محله می‌باشد. در ادامه در جهت اولویت‌بندی و رتبه‌بندی گویه‌ها به بررسی وزن خام و نرمال آن‌ها پرداخته شده است که نتایج این ارزیابی در جدول شماره ۶ نشان داده شده است:

جدول ۶- وزن خام، نرمال و رتبه‌بندی گویه‌ها

رتبه	وزن نرمال	وزن خام	شاخص
۱	۰/۰۸۲	۱۴/۹۵۶	میزان رضایت از درآمد
۲	۰/۰۷۴	۱۳/۴۴۱	دسترسی به حمل‌ونقل عمومی
۳	۰/۰۶۳	۱۱/۴۶۰	دسترسی به خدمات آموزشی
۴	۰/۰۶۳	۱۱/۴۰۴	میزان اشتغال
۵	۰/۰۶۰	۱۰/۸۷۹	دسترسی به خدمات بهداشتی

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳)

مطابق جدول شماره ۶، بر اساس نظر ساکنین محله کشتارگاه، گویه میزان رضایت از درآمد با وزن نرمال ۰/۰۸۲ در رتبه اول، گویه دسترسی به حمل‌ونقل عمومی با وزن نرمال ۰/۰۷۴ در رتبه دوم، گویه دسترسی به خدمات آموزشی با وزن نرمال ۰/۰۶۳ در رتبه سوم، گویه میزان اشتغال با وزن نرمال ۰/۰۶۳ در رتبه چهارم و در نهایت گویه دسترسی به خدمات بهداشتی با وزن نرمال ۰/۰۶۰ در رتبه پنجم از نظر میزان اهمیت و عملکرد شناسایی و اولویت‌بندی و رتبه‌بندی شده‌اند. در نهایت در جهت احصاء وضعیت کلی گویه‌های توسعه پایدار در محله کشتارگاه از ۲۳ گویه پژوهش و از بخش عملکرد (به‌عنوان وضع موجود) آن‌ها با استفاده از آزمون تی‌تک نمونه‌ای در نرم‌افزار SPSS بررسی شده‌اند که سطح متوسط آن مقدار ۳ در نظر گرفته شده است. نتایج این بررسی در جدول شماره ۷ نشان داده شده است:

جدول ۷- نتایج آزمون تی‌تک نمونه‌ای

توسعه پایدار	میانگین	انحراف معیار	درجه آزادی	مقدار T	مقدار معناداری	حد پایین	حد بالا
	۲/۱۰۸	۰/۴۵۶	۲۲	-۹/۳۷۲	۰/۰۰۰	-۱/۰۸۹	-۰/۶۹۴

(منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۳)

با توجه به جدول شماره ۷، به دلیل اینکه مقدار سطح معناداری از ۰/۰۵ کمتر می‌باشد، بنابراین اختلاف معناداری با سطح متوسط وجود دارد که به دلیل منفی بودن حد پایین و حد بالا می‌توان اذعان کرد سطح توسعه پایدار در محله کشتارگاه در سطح پایینی قرار دارد و نیازمند توجه ویژه مدیران شهری می‌باشد.



## ۸- نتیجه‌گیری

توسعه پایدار در سکونتگاه‌های غیررسمی امری بسیار حیاتی و ضروری است زیرا این سکونتگاه‌ها معمولاً با چالش‌های فراوانی مواجه هستند که می‌تواند بر روی زندگی افراد آن مناطق تأثیر منفی بگذارد. با توجه به اینکه این سکونتگاه‌ها معمولاً فاقد زیرساخت‌های لازم از جمله آب، برق، بهداشت و تأمین امنیت هستند، برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌های توسعه پایدار می‌تواند به بهبود شرایط زندگی افراد این مناطق کمک شایانی نماید. این پروژه‌ها می‌تواند شامل ارتقاء زیرساخت‌ها، ارائه خدمات بهداشتی و درمانی، افزایش امنیت و توسعه اقتصادی منطقه باشد. بنابراین، حمایت از توسعه پایدار در سکونتگاه‌های غیررسمی ضروری است تا افراد این مناطق بتوانند بهترین شرایط زندگی را داشته باشند.

در این راستا بررسی اهمیت-عملکرد گویه‌های توسعه پایدار در سکونتگاه‌های غیررسمی می‌تواند چشم‌اندازی از وضعیت این مناطق را برای مدیران شهری ایجاد نماید تا سیاست‌های توسعه‌ای را بر اساس گویه‌های با اهمیت در این مناطق تدوین نمایند. بنابراین در این پژوهش سعی بر این بوده تا ضمن بررسی عملکرد گویه‌های توسعه پایدار، اهمیت آن‌ها نیز احصا گردد.

نتایج این پژوهش نشانگر این است که وضعیت گویه‌های توسعه پایدار در محله کشتارگاه با میانگین ۲/۱ از سطح متوسط پایین‌تر می‌باشد که این موضوع خود نشانگر این است که مدیران شهری باید در راستای بهبود وضعیت این محله اقداماتی را در کوتاه‌مدت و سپس در بلندمدت اتخاذ نمایند همچنین با بررسی تکنیک IPA دو گویه میزان رضایت از درآمد و دسترسی به حمل‌ونقل عمومی از نظر ساکنین با اهمیت‌ترین گویه‌ها برای ارتقاء سطح توسعه پایدار در محله کشتارگاه می‌باشد. همچنین در رتبه‌های بعدی گویه‌های دسترسی به خدمات آموزشی، میزان اشتغال و دسترسی به خدمات بهداشتی را نیز باید در نظر داشت. به‌طور کلی بهبود دسترسی به حمل‌ونقل عمومی و افزایش درآمد مالی ساکنین می‌تواند بهبود قابل‌توجهی در سطح توسعه پایدار این محله داشته باشد. همچنین، اهمیت دسترسی به خدمات آموزشی، مشاغل و خدمات بهداشتی نیز نباید اغماض شود و باید اقدامات مناسبی برای بهبود این زمینه‌ها نیز انجام شود. از این‌رو، مدیران شهری و ارگان‌های مربوطه باید به‌شدت توجه ویژه‌ای به این موضوع داشته و طرح‌ها و برنامه‌هایی را برای بهبود وضعیت محله کشتارگاه طراحی و اجرا کنند. در نهایت، با توجه به اهمیت این موضوع و اینکه این پژوهش نشان داده که ارتقاء توسعه پایدار در محله کشتارگاه به افزایش رضایت ساکنین و بهبود شرایط اقتصادی و اجتماعی آن‌ها وابسته است، لازم است تمامی نهادها و افراد مرتبط با این محله به همکاری و هماهنگی جدی برای بهبود شرایط آن دست پیدا کنند. این تحولات و اقدامات می‌تواند نه تنها بهبودی قابل‌توجهی در زندگی افراد محله کشتارگاه به همراه داشته باشد، بلکه به توسعه پایدار و استقرار فرهنگ سازنده و همبستگی محلی کمک بزرگی نماید.

به دلیل نبود پژوهش یکسان امکان مقایسه نتایج این پژوهش با سایر پژوهش‌ها وجود ندارد، لذا پیشنهاد می‌گردد این موضوع در سایر سکونتگاه‌های غیررسمی نیز صورت گیرد و در نهایت یک جمع‌بندی کلی از گویه‌های با اهمیت در جهت برنامه‌ریزی به‌سوی توسعه پایدار سکونتگاه‌های غیررسمی تدوین شود.

از محدودیت‌های اصلی این پژوهش می‌توان به سواد پایین ساکنین محله اشاره کرد که به دلیل مهاجرت افراد از روستا به این محله و همچنین عدم دسترسی مناسب به خدمات آموزشی که از دلایل اصلی آن می‌باشد، در پر کردن پرسشنامه‌ها محقق را با مشکل مواجه کرده بودند. همچنین به دلیل عدم وجود مرز مشخص و مصوب در میان این محله و محله اسلام‌آباد تدقیق مرز محدوده را با مشکل مواجه کرده بود.

با توجه به نتایج پژوهش و بر اساس وضع موجود محله کشتارگاه پیشنهادهایی عملی در جهت بهبود وضعیت این محله ارائه می‌گردد:

- برنامه‌ریزی و اجرای طرح‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت برای بهبود سطح دسترسی و افزایش سرانه خدمات هفتگانه نظیر آموزشی، بهداشتی، ورزشی و ...؛
- ایجاد سیستم حمل‌ونقل عمومی و افزایش سطح دسترسی ساکنین به سیستم حمل‌ونقل عمومی؛

- ارتقاء تولید محلی و ایجاد فرصت‌های شغلی می‌تواند به کاهش فقر و افزایش رفاه افراد منطقه کمک کند و سبب تقویت اقتصاد محلی شود. در این راستا پیشنهاد می‌گردد با توجه به پتانسیل بالای محله در تولید فرش‌های دستیافت سیاست‌گذاری‌های لازم در این خصوص صورت گیرد.
- استفاده بهینه از مشارکت فعال و مستمر ساکنان در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با محله و حمایت از ابتکارات محلی در جهت بهبود هویت محله و ارتقاء سطح مشارکت
- توسعه برنامه‌های اطلاع‌رسانی و آموزشی برای افزایش آگاهی ساکنان درباره مزایای توسعه پایدار و روش‌های اجرایی آن می‌تواند به ارتقاء سطح توسعه پایدار کمک کند.

## ماخذ

- بایرام‌زاده، نیما؛ موسوی، میرنجم. (۱۴۰۲). بررسی ارتباط توسعه‌یافتگی و تخصیص منابع در ایجاد سکونت‌گاه‌های انسانی جدید در طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ (نمونه موردی: ایران). جغرافیا و مطالعات محیطی، ۱۳(۴۹)، ۱۲۰-۱۳۹. <https://sanad.iau.ir/Journal/ges/Article/1107624>
- بایرام‌زاده، نیما؛ و شهسوار، امین. (۱۴۰۲). اولویت‌بندی مناطق شهری از منظر شاخص‌های کالبدی و محیط‌زیستی زیست‌پذیری (نمونه موردی: مناطق ۵ گانه شهر ارومیه). توسعه پایدار شهری، ۴(۱۱)، ۱۷-۳۱. <https://doi.org/10.22034/usd.2023.706523>
- پروزن، ادریس؛ کرکه آبادی، زینب؛ و ارغان، عباس. (۱۳۹۷). سنجش شاخص‌های توسعه پایدار در جهت شکل‌گیری توسعه پایدار محله‌ای در شهر مهاباد. محله شهر پایدار، ۱(۱)، ۲۷-۴۰. <https://doi.org/10.22034/jsc.2018.87479>
- تولایی، روح‌اله؛ زمانی، بهادر؛ و ایراندوست، کیومرث. (۱۳۹۸). سنجش و ارزیابی سطح پایداری در سکونتگاه‌های غیررسمی با استفاده از مدل جای‌بای بوم‌شناختی (مورد شناسی: محله عباس‌آباد بالاشهر سنج). جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای، ۹(۳۱)، ۱-۱۴. doi: 10.22111/gaij.2019.4608
- حیدری، محمد تقی؛ احد نژادروشتی، محسن؛ و طهماسبی مقدم، حسین. (۱۴۰۰). بررسی نقش مشارکت مردمی در افزایش تاب‌آوری اجتماعی سکونتگاه‌های غیررسمی در برابر پاندمی کوید-۱۹ (مطالعه موردی: محلات اسکان غیررسمی شهر زنجان). جغرافیا و توسعه ناحیه ای، ۱۹(۲)، ۳۸۳-۴۱۵. doi: 10.22067/jgrd.2022.75436.1116
- خاکپراقی، بهرنگ؛ لطیفی، غلامرضا؛ و مرادی مسیحی، وراز. (۱۴۰۱). آینده‌پژوهی توسعه سکونتگاه‌های غیررسمی مبتنی بر سناریونویسی (مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران). جغرافیا و توسعه ناحیه ای، ۲۰(۴)، ۳۱۴-۲۸۷. doi: 10.22067/jgrd.2023.79420.1208
- درسخوان، رسول؛ بایرام‌زاده، نیما. (۱۴۰۰). سیاست‌گذاری ارتقای نشاط اجتماعی در سکونتگاه‌های غیررسمی (نمونه موردی: محله کشتارگاه- ارومیه). برنامه‌ریزی و توسعه محیط شهری، ۱(۱)، ۷۷-۹۴. <https://dori.net/dor/20.1001.1.27833496.1400.1.1.15.3>
- دهبالایی، محمد؛ معمارزاده طهران، غلامرضا؛ دانش‌فرد، کرمانه. (۱۴۰۲). عوامل کلیدی ارزیابی اجرای خط مشی توسعه پایدار شهری در چارچوب برنامه ششم. فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، ۳۸(۲)، ۱۶۱-۱۷۰. <https://georesearch.ir/article-1-1455-fa.html>
- شیبانی مقدم، فرشته؛ سرور، رحیم؛ اسدیان، فریده. (۱۳۹۸). ارزیابی میزان موفقیت طرح‌های ساماندهی و توانمندسازی سکونتگاه‌های غیررسمی زاهدان. فصلنامه علمی و پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، ۱۱(۲)، ۲۰۳-۲۱۶. <https://sanad.iau.ir/fa/Article/1018444>
- صداقت نوری، حسین؛ پورجعفر، محمدرضا؛ و زالی، نادر. (۱۴۰۳). تبیین عوامل موثر در مدیریت توسعه پایدار شهری، با تاکید بر شهرهای شکوفای پیرامون کلان‌شهرها (نمونه موردی: شهر لوسان). نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۴(۷۳)، ۱۶۳-۱۸۱. <http://dx.doi.org/10.61186/jgs.24.73.163>
- غلامی، یونس؛ و دولت‌تاریان، کامران. (۱۴۰۱). سنجش ابعاد استراتژی توسعه شهری با رویکرد توسعه پایدار مطالعه موردی: شهر کاشان. مجله شهر پایدار، ۵(۱)، ۱۳۳-۱۴۷. <https://doi.org/10.22034/jsc.2021.236609.1266>
- کرباسی سلماسی، امین؛ و کارگر، بهمن. (۱۴۰۲). تبیین ابعاد اجتماعی زیست‌پذیری در سکونتگاه‌های غیررسمی (مطالعه موردی: محله کشتارگاه). جغرافیا و آینده پژوهی منطقه‌ای، ۱(۲)، ۱۷-۳۲. <https://doi.org/10.30466/grfs.2023.54897.1019>

- ملک افضل، علی اصغر؛ کلانتری، میترا؛ و بهارستانی، شیوا. (۱۳۹۷). بررسی شاخص‌های توسعه پایدار در محله‌های حاشیه‌نشین مطالعه موردی: محله قلعه کامکار قم. مجله شهر پایدار، ۱(۳)، ۸۱-۹۴. <https://doi.org/10.22034/jsc.2018.89751>
- موسوی، میرنجف؛ امیدوارفر، سجاد؛ حسین‌زاده، رباب؛ و بایرام‌زاده، نیما. (۱۴۰۱). تحلیل عدالت فضایی در توزیع کاربری‌های خدماتی در مناطق شهری (نمونه موردی: مناطق ۵ گانه- ارومیه). جغرافیا و مطالعات شهری و منطقه‌ای. ۱۱ (۴۳)، ۱۷۷-۱۶۲. [https://ges.iaun.iau.ir/article\\_691454.html](https://ges.iaun.iau.ir/article_691454.html)
- موسوی، میرنجف؛ بایرام‌زاده، نیما؛ و شهسوار، امین. (۱۴۰۱). ارائه استراتژی جهت ارتقاء حس سرزندگی در فضاهای شهری (نمونه موردی: خیابان امام خمینی (ره) - ارومیه). توسعه پایدار شهری، ۳(۷)، ۱-۱۷. <https://doi.org/10.22034/usd.2022.697954>
- موسوی، میرنجف؛ کبیری، افشار؛ بایرام‌زاده، نیما؛ و کامل‌نیا، رویا. (۱۴۰۱). ارزیابی آسیب‌پذیری و سطح امنیت اجتماعی در سکونتگاه‌های غیررسمی (نمونه موردی: محله کشتارگاه-ارومیه). فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات امنیت اجتماعی، ۱۳ (۷۲)، ۱۷۶-۱۵۱. Doi: 10.22034/SSS.2023.1266753.1825
- مؤیدفر، سعیده؛ و عزیزی، سارا. (۱۴۰۲). توانمندسازی سکونتگاه‌های غیررسمی بندرعباس با رویکرد نوزایی شهری (نمونه موردی: محله پشت شهر). جغرافیا و توسعه فضای شهری، ۱۰(۱)، ۱۱۷-۱۳۶. <https://doi.org/10.22067/jgusd.2022.71482.1073>
- میرزاییگی، فاطمه؛ مجتبی زاده خانقاهی، حسین؛ و سرور، رحیم. (۱۴۰۱). سنجش شاخص‌های توسعه در پایداری نواحی شهری مطالعه موردی: شهر ایلام. مجله شهر پایدار، ۵(۱)، ۱-۱۵. <https://doi.org/10.22034/jsc.2021.263247.1380>
- نظم فر، حسین؛ و پاشازاده، اصغر. (۱۳۹۷). ارزیابی سطح پایداری محله‌های مسکونی در نواحی پیرا- شهری (مطالعه موردی: شهر اردبیل). جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۲۹(۱)، ۴۳-۶۴. <https://doi.org/10.22108/gep.2018.98009.0>
- نیک پور، عامر؛ سلیمانی، محمد؛ اکبری، فاطمه؛ و محمدیاری، بهناز. (۱۴۰۰). مقایسه و تحلیل سطح پایداری محله‌های شهری (مورد مطالعه: بجنورد). توسعه پایدار محیط جغرافیایی، ۳(۵)، ۳۶-۵۰. <https://doi.org/10.52547/sdge.3.5.36>
- یزدانی، محمد حسن؛ فرزانه سادات زارنجی، ژیلا؛ و یاری حصار، ارسطو. (۱۳۹۸). سنجش سطح پایداری در سکونتگاه‌های غیررسمی شهر اردبیل به کمک مدل بارومتر پایداری. پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، ۷(۳)، ۶۰۱-۶۲۸. doi: 10.22059/jurbangeo.2019.279707.1088

- Adams, M., Klinsky, S., & Chhetri, N. (2019). Barriers to Sustainability in Poor Marginalized Communities in the United States: The Criminal Justice, the Prison-Industrial Complex and Foster Care Systems. *Sustainability*, 12(1), 220. <https://doi.org/10.3390/su12010220>
- Adshad, D., Thacker, S., Fuldauer, L. I., & Hall, J. W. (2019). Delivering on the Sustainable Development Goals through long-term infrastructure planning. *Global Environ. Change*, 59, 101975. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2019.101975
- Ahmadi, H., Mohebi, M., Nikbeen, H., Rasoli, K., Sharifpour, Y., Soleymani, A., ...Yousefi, A. (2021). Sustainable Development and Modern Customs: A Review on Customs Conventions of World Customs Organization. *Global Trade and Customs Journal*, 16(7/8). Retrieved from <https://kluwerlawonline.com/journalarticle/Global+Trade+and+Customs+Journal/16.7/GTCJ2021040>
- Aragonés-Beltrán, P., González-Cruz, M. a. C., León-Camargo, A., & Viñoles-Cebolla, R. (2023). Assessment of regional development needs according to criteria based on the Sustainable Development Goals in the Meta Region (Colombia). *Sustainable Development*, 31(2), 1101-1121. doi: 10.1002/sd.2443
- Bredenoord, J., & Van Lindert, P. (2010). Pro-poor housing policies: Rethinking the potential of assisted self-help housing. *Habitat International*, 34(3), 278-287. doi: 10.1016/j.habitatint.2009.12.001
- Clear, T. R. (2009). *Imprisoning communities: How mass incarceration makes disadvantaged neighborhoods worse*. Oxford University Press.
- Clear, T. R., Rose, D. R., Waring, E., & Scully, K. (2003). Coercive mobility and crime: A preliminary examination of concentrated incarceration and social disorganization. *Justice Quarterly*, 20(1), 33-64. <https://doi.org/10.1080/07418820300095451>

- Farooq, Q., Hao, J., Liu, X., Xiao, D., & Hao, Y. (2020). Social and environmental development: Fresh concepts and soft measures towards sustainable development. *Sustainable Development*, 28(6), 1796–1803. doi: 10.1002/sd.2075
- Fuldauer, L. I., Ives, M. C., Adshead, D., Thacker, S., & Hall, J. W. (2019). Participatory planning of the future of waste management in small island developing states to deliver on the Sustainable Development Goals. *J. Cleaner Prod.*, 223, 147–162. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.02.269
- Fuso Nerini, F., Sovacool, B., Hughes, N., Cozzi, L., Cosgrave, E., Howells, M., ...Milligan, B. (2019). Connecting climate action with other Sustainable Development Goals. *Nat. Sustainability*, 2, 674–680. doi: 10.1038/s41893-019-0334-y
- Han, L., Zhou, W., Li, W., & Qian, Y. (2018). Urbanization strategy and environmental changes: An insight with relationship between population change and fine particulate pollution. *Sci. Total Environ.*, 642, 789–799. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.06.094
- Hernandez, S. & Monzon, A. (2016). Key Factors for Defining an Efficient Urban Transport Interchange: Users' Perceptions. *Cities*, 50, pp. 158-167. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.09.009>
- Jago-on, K. A. B., Kaneko, S., Fujikura, R., Fujiwara, A., Imai, T., Matsumoto, T., ...Taniguchi, M. (2009). Urbanization and subsurface environmental issues: An attempt at DPSIR model application in Asian cities. *Sci. Total Environ.*, 407(9), 3089–3104. doi: 10.1016/j.scitotenv.2008.08.004
- Jiang, Y., & Shi, C. (2023). Estimating sustainability and regional inequalities using an enhanced sustainable development index in China. *Sustainable Cities and Society*, 99, 104555. doi: 10.1016/j.scs.2023.104555
- Kolowa, T. J., Daams, M. N., & Kuffer, M. (2024). Do informal settlements contribute to sprawl in Sub-Saharan African cities? *Sustainable Cities and Society*, 105663. doi: 10.1016/j.scs.2024.105663
- Kroll, C., Warchold, A., & Pradhan, P. (2019). Sustainable Development Goals (SDGs): Are we successful in turning trade-offs into synergies? *Palgrave Commun.*, 5(140), 1–11. doi: 10.1057/s41599-019-0335-5
- Lim, M. M. L., P. S. Jørgensen, and C. A. Wyborn. 2018. Reframing the sustainable development goals to achieve sustainable development in the Anthropocene - a systems approach. *Ecology and Society* 23(3):22. <https://doi.org/10.5751/ES-10182-230322>
- Liu, Y., Yang, R., Sun, M., Zhang, L., Li, X., Meng, L., ...Liu, Q. (2022). Regional sustainable development strategy based on the coordination between ecology and economy: A case study of Sichuan Province, China. *Ecol. Indic.*, 134, 108445. doi: 10.1016/j.ecolind.2021.108445
- Mueller, J., Lu, H., Chirkin, A., Klein, B., & Schmitt, G. (2018). Citizen Design Science: A strategy for crowd-creative urban design. *Cities*, 72, 181-188. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.08.018>
- Nguyen, T. H., Deng, H., Abbas, Z. Z., Lam, T. T., & Abbas, H. R. (2024). The effect of natural capital, regional development, FDI, and natural resource rent on environmental performance: The Mediating role of green innovation. *Resour. Policy*, 91, 104923. doi: 10.1016/j.resourpol.2024.104923
- Nodehi, M., & Mohamad Taghvaei, V. (2022). Sustainable concrete for circular economy: a review on use of waste glass. *Glass Struct. Eng.*, 7(1), 3–22. doi: 10.1007/s40940-021-00155-9
- Pradhan, P. (2019). Antagonists to meeting the 2030 Agenda. *Nat. Sustainability*, 2, 171–172. doi: 10.1038/s41893-019-0248-8
- Sachs, J., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G., & Woelm, F. (2022). *Sustainable development report 2022*. Cambridge University Press.
- Santika, W. G., M. Anisuzzaman, P. A. Bahri, G. M. Shafiullah, G. V. Rupf, and T. Urmee. 2019. From goals to joules: a quantitative approach of interlinkages between energy and the sustainable development goals. *Energy Research and Social Science* 50:201-214. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.11.016>
- Singh, G. G., R. S. Cottrell, T. D. Eddy, and A. M. Cisneros-Montemayor. 2021. Governing the land-sea interface to achieve sustainable coastal development. *Frontiers in Marine Science* 8:709947. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.709947>

- Stoddart, M. C. J., Yang, Y., & Atlin, C. (2023). Regionalizing the sustainable development goals: interpretations of priorities and key actors for creating sustainable island futures. *Ecol. Soc.*, 28(2). doi: 10.5751/ES-13728-280204.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2019). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420)*, United Nations, New York. Retrieved from <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>
- UN-SDG. (2021). *The Sustainable Development Goals Report*. UN Department of Economic and Social Affairs, New York, p. 68. United States of America.
- Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., ...Fuso Nerini, F. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. *Nat. Commun.*, 11(233), 1–10. doi: 10.1038/s41467-019-14108-y
- Wang, C., Wang, L., Zhai, J., Feng, T., Lei, Y., Li, S., ...Mao, X. (2024). Assessing progress toward China's subnational sustainable development by Region Sustainable Development Index. *Sustainable Horizons*, 11, 100099. <https://doi.org/10.1016/j.horiz.2024.100099>
- Woodcraft, S. (2012). Social sustainability and new communities: Moving from concept to practice in the UK. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 68, 29-42. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.204>
- Ziafati Bafarasat, A & Oliveira, E. (2023). Social sustainability: Do-it-yourself urbanism, start-it-yourself urbanism. *Geoforum*, 141, 103726–103726. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2023.103726>

## Assessment of the importance-performance levels of sustainable development indicators in informal settlements (Case study: Koshtargah Neighborhood - Urmia)

### Abstract:

Nima Bayramzadeh<sup>1</sup>(Corresponding author)

For various reasons such as providing affordable housing, migration from rural areas, etc., the phenomenon of informal settlements has been expanding and causing numerous problems, such as inadequate access to urban services (educational, health, cultural, etc.), creating an unsightly appearance, reproducing poverty, and decreasing the quality of urban spaces. Among these areas, one of the neighborhoods is the Koshtargah neighborhood, which has an inappropriate situation and has grown on the outskirts of Urmia city, requiring special attention from city managers to prevent the reproduction of inequality. The main goal of this research is to evaluate the importance-performance level of sustainable development indicators in the informal settlement of the Koshtargah located in Urmia city. The present research method is descriptive-analytical and has an applied purpose. Data collection in this research was done both library-based and in the field. The statistical population of this research is the residents of the Koshtargah neighborhood, and with the use of Cochran's formula, the sample size of 375 has been estimated and randomly selected. 10 urban specialists confirmed the validity of the questionnaire, and the reliability of the questionnaires, using Cronbach's alpha test, for 20 questionnaires and a value of 0.727, has been approved. Data analysis was done quantitatively using the importance-performance analysis technique and one-sample t-test. The results of this research indicate that the status of sustainable development indicators in the Koshtargah neighborhood is below the average level by 2.1, and with the examination of the IPA technique, the factors of income satisfaction and access to public transportation are the most important indicators for improving the level of sustainable development in the Koshtargah neighborhood. In general, improving access to public transportation and increasing residents' financial income can significantly improve the level of sustainable development in this neighborhood. Also, the importance of access to educational, occupational, and health services should not be overlooked, and appropriate measures should be taken to improve these areas. Therefore, city managers and relevant organizations should pay special attention to this issue and design and implement plans to improve the situation of the Koshtargah neighborhood.

**Keywords:** Importance-Performance, Sustainable Development, Informal Settlements, Koshtargah Neighborhood.

---

<sup>1</sup> Research Assistant, Department of Geography, Urmia University, Urmia, Iran. (nima.bayramzadeh@yahoo.com)

## جایگزینی بلوک‌های بتن هوادار با بلوک‌های مرسوم در ساخت‌وساز ابنیه مسکونی شهر رشت

تاریخ دریافت مقاله :

۱۴۰۳/۰۵/۰۲

تاریخ پذیرش مقاله :

۱۴۰۳/۰۷/۰۱۹

امیرمحمد بابازاده<sup>۱</sup>فرزانه اسدی ملکجهان<sup>۲</sup> (نویسنده مسئول)

### چکیده

سیستم‌های صنعتی نوین ساختمانی سابقه‌ای طولانی در نقاط مختلف بخصوص اروپا دارند و با توجه به مزیت‌های آن می‌تواند در صنعت ساخت‌وساز مورد استفاده قرار گیرد و در کنترل مصرف انرژی مؤثر واقع شود. بتن هوادار یا اتوکلاو شده به‌عنوان یکی از مصالح ساختمانی از ابتدای قرن بیستم به‌صورت صنعتی تولید می‌شود. تولید این بلوک‌ها در حالتی که صرفاً عنصر جداکننده و غیر باربر باشند، به هیچ‌دانش انحصاری نیاز ندارد و در نتیجه بلوک‌های بتن هوادار به یک کالای در دسترس در بسیاری از بازارها تبدیل شدند. ساختار متخلخل سبک‌وزن و سرعت ساخت بیشتر بلوک‌های بتن هوادار از مزیت‌های این نوع از بلوک‌ها می‌باشد که به دلیل ساختار آن‌ها، یک مانع رطوبتی بسیار مؤثر و همچنین عایق حرارتی قابل توجهی در برابر شرایط محیط پیرامونی بنا می‌باشد. استان گیلان و شهر رشت دارای آب و هوایی معتدل و مرطوب می‌باشد که کنترل رطوبت در این اقلیم از الزامات طراحی است. علاوه بر این سهولت در اجرا، چگالی کم و به‌طور کلی ویژگی‌های فیزیکی مناسب بلوک‌های بتن هوادار می‌تواند مورد بررسی و مقایسه با سایر بلوک‌های مرسوم در ساخت‌وساز ابنیه مسکونی شهر رشت قرار بگیرد؛ بنابراین در این پژوهش که به شیوه توصیفی-تحلیلی انجام شده است، سعی بر آن است تا به این پرسش اصلی که آیا می‌توان بلوک‌های بتن هوادار را به‌عنوان جایگزینی برای مصالح مرسوم در ساخت‌وساز ابنیه مسکونی در رشت معرفی نمود؟ نتایج نشان می‌دهد که در مقایسه سناریوهای آزمایش شده میان بلوک‌های مرسوم و بتن هوادار، توسط نرم‌افزار، بلوک‌های سیمانی ساده و سیمانی فوم‌دار در صورتی که مطابق با استانداردهای موجود تولید و مورد استفاده قرار بگیرند، می‌توانند سالانه تا حدود ۱۰۶٪ در مصرف گاز و تا حدود ۵۰٪ در مصرف برق به نسبت بلوک‌های سفالی ساده مرسوم در ساخت و ساز در کاهش مصرف انرژی مؤثر باشند.

**کلمات کلیدی:** میزان مصرف انرژی سالانه، بلوک بتن هوادار، بلوک‌های سیمانی، بلوک‌های سفالی، رشت، ساختمان مسکونی

۱- دانشجوی دکتری، گروه معماری، دانشکده معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران.

۲- دانشیار، گروه معماری، دانشکده معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران. (پست الکترونیکی: farzaneh\_872@yahoo.com)



## مقدمه

امروزه با توجه به اختصاص ۴۰ درصدی مصرف انرژی در بخش صنعت ساختمان و مسائل و مشکلات زیست‌محیطی موجود در ارتباط با گرمایش کره زمین، این صنعت با توجه به سهم آن، مستلزم توجه بیشتری در مورد مصرف انرژی می‌باشد (Jelčić Rukavina, Skejić, Kralj, Ščapec, & Milovanović, 2022). از سوی دیگر سیستم‌های صنعتی نوین ساختمانی که سابقه‌ای طولانی در اروپا دارند (Lewis, 1985)، با توجه به مزیت‌های آن می‌تواند در صنعت ساخت‌وساز مورد استفاده قرار گیرد و در کنترل مصرف انرژی مؤثر واقع شود چراکه از مزایای این سیستم‌ها می‌توان به پتانسیل راندمان انرژی بالا اشاره نمود (Jelčić Rukavina et al., 2022). با شناخت عوامل تأثیرگذار در طراحی در اقلیم معتدل و مرطوب می‌توان شکل بهینه‌تری از ساختمان‌ها مبتنی بر مصالح بهینه را ایجاد نمود (فاطمی، قبادیان، & منصور، ۲۰۲۲).

بتن هوادار یا اتوکلاو شده (AAC) به‌عنوان یکی از مصالح ساختمانی از ابتدای قرن بیستم به‌صورت صنعتی تولید می‌شود. بتن هوادار در سال ۱۹۲۴ در سوئد توسعه یافت و اولین بار در اواخر دهه ۱۹۵۰ میلادی به‌عنوان جایگزینی برای ساختمان با چوب استفاده شد. در حال حاضر سالانه بیش از ۳۰ میلیون مترمکعب از این ماده تولید می‌شود. در بریتانیا در حال حاضر یک سوم کل بلوک‌های بتنی را تشکیل می‌دهد (Ahmed, 2017; van Boggelen, 2014). فناوری تولید بتن هوادار در دهه گذشته به‌طور قابل توجهی توسعه یافته است. تولید این بلوک‌ها در حالتی که صرفاً عنصر جداکننده و غیر باربر باشند، به هیچ دانش انحصاری نیاز ندارد و در نتیجه بلوک‌های بتن هوادار به یک کالای در دسترس در بسیاری از بازارها تبدیل شدند. گرچه همچنان چالش‌هایی در ارتباط با بهبود این نوع از بلوک‌ها در حالت باربر و غیر باربر پیش روی تولیدکنندگان می‌باشد (van Boggelen, 2014). ساختار متخلخل سبک‌وزن و سرعت ساخت بیشتر بلوک‌های بتن هوادار از مزیت‌های این نوع از بلوک‌ها می‌باشد که به دلیل ساختار آن‌ها، یک مانع رطوبتی بسیار مؤثر و همچنین عایق حرارتی قابل توجهی در برابر شرایط محیط پیرامونی بنا می‌باشد. نتایج حاکی از آن است که عملکرد حرارتی این بلوک‌ها در بسیاری از موارد نیاز به عایق‌کاری را از بین می‌برد (Ahmed, 2017; Bao et al., 2016; Masonry).

استان گیلان و شهر رشت دارای آب و هوایی معتدل و مرطوب می‌باشد که کنترل رطوبت در این اقلیم از الزامات طراحی است (رضائی & تقدیری، ۲۰۱۹). سهولت در اجرا، چگالی کم از جمله ویژگی‌های بلوک‌های بتن هوادار می‌باشند (Mitsuda, Kiribayashi, Sasaki, & Ishida, 1992; van Boggelen, 2014). بطور کلی می‌توان با وجود تمامی پتانسیل‌های موجود به این موضوع توجه نمود که بلوک‌های بتن هوادار از نظر کاهش میزان مصرف انرژی جایگزین مناسبی برای بلوک‌های مرسوم در ساخت‌وساز ابنیه مسکونی شهر رشت می‌باشند؟

در راستای دستیابی به پاسخ پرسش مطرح شده، در ابتدا با مطالعات کتابخانه‌ای، ادبیات موضوع بررسی شد و مطالبی همچون ویژگی‌های بلوک بتن هوادار، ویژگی‌های بلوک‌های سیمانی و سفالی، جزئیات اجرایی دیوار در اقلیم معتدل مرطوب ایران و پلان‌های مسکونی مورد تأیید سازمان نظام‌مهندسی استان گیلان در شهر رشت به دست آمد. در نهایت با جمع‌بندی موارد یافت شده در قسمت مرور ادبیات و با استفاده از نرم‌افزار دیزاین بیلدر نمونه‌ای از پلان ساختمان‌های مسکونی شهر رشت در ۴ حالت؛ ۱- استفاده از بلوک بتن هوادار در جداره‌ها، ۲- استفاده از بلوک‌های سیمانی، ۳- استفاده از بلوک‌های سیمانی با یک‌لایه عایق و ۴- استفاده از بلوک‌های سفالی بررسی و آنالیز گردید. در ادامه مطالب ذکرشده مورد نیاز این پژوهش بیان شده است.

## پرسش پژوهش

در این پژوهش که به شیوه توصیفی-تحلیلی انجام شده است، سعی بر آن است تا با انجام شبیه‌سازی‌های کامپیوتری و تحلیل بر روی نتایج آن‌ها، به این پرسش پاسخ دهیم که: بلوک‌های بتن‌هوادار از نظر کاهش میزان مصرف انرژی جایگزین مناسبی برای بلوک‌های مرسوم در ساخت‌وساز ابنیه مسکونی شهر رشت می‌باشند؟

## پیشینه تحقیق

لزوم توجه به روش‌ها و مصالح مدرن ساخت‌وساز امروزه به دلیل افزایش جمعیت و تقاضای روزافزون نیاز به مسکن در کشور به‌ویژه در نسل جوان؛ گسترش شهرنشینی؛ لزوم برقراری تعادل بین عرضه و تقاضای مسکن ضروری است. با توجه به اینکه حدود یک‌سوم کل هزینه‌ها در کشور در بخش ساختمان و مسکن مصرف می‌شود توجه ویژه به خروج از دایره سنتی سازی در ساخت مسکن و روی آوردن به صنعتی سازی امری ضروری و بلکه اجتناب‌ناپذیر می‌باشد؛ بنابراین در صورت حرکت به سمت صنعتی سازی ساختمان، نه تنها توانایی پاسخگویی به تقاضای فعلی جامعه وجود خواهد داشت بلکه در سرعت ساخت کیفیت و قیمت تمام‌شده ساختمان نیز تأثیرات مثبت جدی خواهد گذاشت. تولید صنعتی ساختمان و انبوه‌سازی با استفاده از فناوری‌های پیشرفته می‌تواند کمک قابل توجهی به مدیریت و مهار بحران مسکن نماید صنعتی سازی ساختمان از جمله عوامل مهم در افزایش تولید و برقرارکننده تعادل میان عرضه و تقاضا در بازار می‌باشد (مرتضی & منصور قلعه، ۱۳۹۲).

پیشینه و برخی ویژگی‌های بتن هوادار

بتن هوادار به‌عنوان یک مصالح ساختمانی از ابتدای قرن بیستم به‌صورت صنعتی تولیدشده است (van Boggelen, 2014). عناصر ساخته‌شده از بتن هوادار به‌عنوان عناصر باربر عمودی و عایق حرارتی و همچنین عناصر جداکننده در ساخت مورد استفاده قرار می‌گیرند (Ahmed, 2017). ساختار سلولی مواد بکار رفته در بتن هوادار، ساختار سبک‌وزن آن را سبب می‌شود. در حین نصب، اکثر بلوک‌های بتن هوادار را می‌توان به راحتی بلند کرد که مزایای بهره‌وری قابل توجهی دارد. (Fudge, Fouad, & Klingner, 2019).

پیش‌تر در ارتباط با بتن هوادار پژوهش‌هایی بر روی استحکام و بهبود مشخصات فیزیکی این نوع از بلوک‌ها انجام شده است. پاچیده در پژوهشی بر روی خواص فیزیکی از جمله کاهش میزان جذب آب این نوع از بلوک‌ها با افزودن مواد سیلیسی آزمایش‌هایی را به انجام رسانده که در نهایت مشخص شده است که با افزودن این مواد علاوه بر افزایش مقاومت فشاری بلوک‌ها می‌توان از ۳۵٪ تا ۵۰٪ از میزان جذب آب آن کم نماید (پاچیده، قاسم، & قلهکی، ۲۰۱۹). در این پژوهش اشاره‌ای به تغییرات میزان مصرف انرژی با اضافه شدن مواد سیلیسی به نسبت نمونه اولیه و شاهد که بلوک بتن هوادار معمولی می‌باشد نشده است.

در همین رابطه در سال ۲۰۱۹ جهت بهبود مشخصات فیزیکی بتن هوادار، آزمایشی با اضافه شدن پولک‌های گرافیتی به مواد تشکیل دهنده بلوک‌های بتن هوادار انجام شد که مجدداً مشخص گردید که می‌توان علاوه بر بهبود مشخصات فیزیکی، درصد جذب آب را کاهش دهد (Mohammadi, Ahmadi, & Mohammadi, 2019).

در سال ۲۰۲۰ در پژوهشی مشخص شد که استحکام بلوک‌های بتن هوادار در برابر نیروهای جانبی همانند زلزله به نسبت بلوک‌های مرسوم در ساخت‌وساز ابنیه، از مقاومت مناسبی برخوردار است. در آزمایشی که بر روی این نوع از بلوک‌ها انجام شد، به نسبت دیوار سازه‌ای یکپارچه مقاومت کمتری دارد که با توجه به ماهیت دیوارهای سازه‌ای بدیهی است (مریم، محمدادی، & حسن، ۲۰۲۰). در این پژوهش تمرکز بر روی ساختار و عملکرد این بلوک‌ها در مواجهه با نیروی زلزله

بوده است و مقایسه‌ای از نظر میزان کاهش مصرف انرژی پس از ساخت به نسبت سایر بلوک‌های مرسوم انجام نشده است.

در ارتباط با مسائل زیست محیطی در سال ۲۰۲۲، رنگرز با مرور عوامل ساختاری، اقتصادی و زیست محیطی در ارتباط با انواع بلوک‌های بتنی به این نتیجه دست یافت که بلوک‌های بتنی بدون افزودنی کمترین آسیب را به محیط زیست وارد میکنند اما از نظر ساختاری دوام کمتری نسبت به بلوک‌های بتنی با افزودنی دارند. (Rangraz, Barmayehvar, & Safehian, 2022) چنانچه اشاره شده است، پژوهش‌هایی در ارتباط با مواد افزودنی انجام شده است اما به مشخصات زیست محیطی اشاره‌ای نداشته‌اند؛ همچنین در ارتباط با مسئله مصرف انرژی هیچ اشاره‌ای نشده است.

#### بلوک‌های مرسوم در ساخت‌وساز

بلوک‌های مرسوم در عملیات ساخت‌وساز ابنیه مسکونی در شهر رشت عبارت‌اند از بلوک‌های سیمانی و سفالی (-) نظام\_مهندسی\_استان\_گیلان، ۱۴۰۰) که در ادامه به بررسی مختصر از این بلوک‌ها می‌پردازیم.

بلوک‌های سیمانی از مخلوط سبک دانه با سیمان و آب به دست می‌آید. برای حفظ سبکی این قطعات، ریزدانه طبیعی از بتن حذف شده و محصول نهایی دارای تخلخل بالاتری نسبت به بتن نیمه سبک می‌شود. وزن فضایی بلوک بتنی دانه سبک اغلب کمتر از ۱۱۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است. مقاومت این بلوک حداقل ۳۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع است و در صورت نیاز، با طرح اختلاط مناسب می‌توان به مقاومت‌هایی تا ۱۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع نیز رسید. ضخامت جداره بلوک‌های توخالی برای بهره‌گیری بیشتر از ویژگی‌های عایق‌کاری آن‌ها بیش از بلوک‌های سیمانی معمولی است که این افزایش به خاطر وزن بسیار کم بتن مصرفی اثر چندانی بر وزن نهایی بلوک ندارد. بلوک‌های سبک در انواع مختلف دیوارهای پیرامونی و تیغه‌ای تولید شده و دارای کاربردهای گسترده‌ای در انواع دیوارهای پوشش خارجی، جداکننده، نما، دوجداره، عایق، ضد آتش و نیز سقف‌های سبک بتنی (تیرچه و بلوکی) می‌باشند. از جمله ویژگی‌های مورد اهمیت این نوع بلوک‌ها می‌توان به: ۱- کم‌وزن بودن، ۲- مقاومت حرارتی، ۳- مقاوم در برابر آتش، ۴- پایداری و مقاومت مکانیکی، ۵- مقاومت صوتی و ... اشاره نمود (شرکت\_لیکا، ۲۰۲۲). لازم به ذکر است با توجه به انواع مختلف بلوک سیمانی، در این پژوهش از مشخصات ۲ نوع بلوک مرسوم سیمانی سه‌جداره و بلوک سیمانی فوم‌دار که در اجرای جداره‌های جانبی کاربرد بسیاری دارند استفاده شده است که در جدول ۱ مشخص شده‌اند.

از سنگ‌دانه‌های سبک برای تولید بلوک‌های سبک، پانل‌های دیواری و نیز تولید مصالح پیش‌ساخته بتنی استفاده می‌شود. سنگ‌دانه‌های سبک به دو نوع سنگ‌دانه‌های مصنوعی مانند لیکا و سنگ‌دانه‌های طبیعی مانند پوکه معدنی تقسیم می‌شوند. لیکا به معنی دانه رس سبک منبسط‌شده می‌باشد. این دانه‌ها از انبساط خاک رس در کوره‌های گردان با حرارتی حدود ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به دست می‌آیند از لیکا به‌عنوان درشت‌دانه استفاده گردید که دارای وزن مخصوص کم حدود ۳۳۰ تا ۴۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد (ناصری، افشین، & طوفانی میلانی، ۲۰۱۵).

در ارتباط با بلوک‌های سفالی نیز می‌توان بیان نمود که در سال‌های اخیر، صنعت ساختمان با افزایش تولید بلوک‌های سفالی سبک روبه‌رو بوده است آجرها و بلوک‌های با ۳۰ تا ۵۰ درصد سوراخ را بلوک‌های توخالی می‌نامند. چنین محصولاتی، بلوک‌های ساختمانی مورد مصرف در دیوارهای نازک و بلوک‌های توخالی سقفی را در برمی‌گیرد. این بلوک‌ها به‌منظور کاهش وزن مرده بنایی در دیوارهای خارجی و جداکننده‌ها مصرف می‌شوند. بلوک‌های سفالی منفرد هنگامی که توسط ملات به یکدیگر متصل می‌شوند مجموعاً به‌عنوان بلوک کاری یا به‌عبارت‌دیگر بنایی بلوکی نامیده می‌شوند عموماً بلوک‌های دیواری گچ کاری یا آندود می‌شوند البته در بعضی موارد بلوک‌ها دارای اندازه و شکل منظم و ظاهری مناسب هستند و برای دیوار سازی بدون آندود مورد استفاده قرار می‌گیرند ابعاد و شکل هندسی بلوک‌های تولیدی در ایران و دیگر کشورها از تنوع بالایی برخوردار است. حفره‌ها در اکثر موارد خالی باقی می‌مانند ولی در بعضی موارد در زمان تولید تمامی

یا بخشی از حفره‌ها با یک عایق حرارتی یا یک ماده با ضریب هدایت حرارت اندک پر می‌شود. در ساخت‌وسازهای متداول بندهای افقی بین بلوک‌ها می‌تواند با ملات معمولی با ضخامت حدود ۱۰ میلی‌متر یا ملات‌های با چگالی و یا ضخامت کمتر در نظر گرفته می‌شود. بدیهی است نوع ملات مورد استفاده باید با بلوک همخوانی داشته باشد تا دیوار به صورتی یکپارچه و همگن عمل کند. در صورتی که مشخصات بلوک و شرایط اجرا مطلوب باشد. ضخامت بند تا حدود ۶ میلی‌متر نیز می‌تواند کاهش یابد در جهت افقی، فاصله بین بلوک‌ها می‌تواند به صورت سر یا موضعی با ملات پر شود یا خالی بماند (تقفی & حاجی زاده، ۲۰۱۲). در جدول ۱ مشخصات بلوک‌های مرسوم در ساخت‌وساز ذکر شده است.

جدول ۱: مقایسه ضریب انتقال حرارت، چگالی و ظرفیت گرمایی ویژه بلوک سفالی ساده، بلوک سیمانی ۳ جداره، بلوک سیمانی فوم دار و بلوک بتن هوادار (فاطمی et al., 2022)

بلوک‌های بررسی شده در پیشینه	ضریب انتقال حرارتی	چگالی	ظرفیت گرمایی ویژه
	W/m.k	Kg/m <sup>3</sup>	J/g.C <sup>o</sup>
بلوک سفالی ساده	۰,۸	۵۴۰	۰,۹۲
بلوک سیمانی ۳ جداره	۰,۱۱	۶۶۹	۱
بلوک سیمانی فوم دار	۰,۱۴	۸۰۰	۱,۱
بلوک بتن هوادار	۰,۲۳	۶۷۰	۱

### روش تحقیق

این پژوهش به شیوه توصیفی-تحلیلی انجام شده است و جهت جمع‌آوری اطلاعات مربوط به پیشینه از روش کتابخانه‌ای استفاده شده است. تلاش این پژوهش بررسی بلوک‌های مرسوم ساخت‌وساز در ابنیه مسکونی شهر رشت بوده و به دنبال ارائه یک جایگزین برای آن‌ها بوده است. بلوک‌های بتن هوادار با مزیت‌های بسیاری از جمله چگالی پایین، مقاومت حرارتی و عایق رطوبتی و سهولت در اجرا، به‌عنوان یکی از عناصر ساخت‌وساز صنعتی به حساب می‌آیند و می‌توانند در نقش پرکننده و تیغه‌های جداکننده به‌عنوان جایگزین بلوک‌های مرسوم در ساخت‌وساز شهر رشت پیشنهاد شوند.

به همین جهت در راستای بررسی این مسئله در ابتدا و به‌وسیله مطالعات کتابخانه‌ای، اطلاعات مربوط به روش‌های صنعتی ساخت‌وساز، بتن هوادار و انواع استفاده از آن‌ها در صنعت ساخت بررسی شد و به شمای کلی از موضوع دست‌یافته شد. در ادامه مباحثی همچون بلوک‌های مرسوم و مورد استفاده در ساخت‌وساز ابنیه مسکونی شناسایی و برخی ویژگی‌های کلی و ویژگی‌های فیزیکی آن‌ها معرفی گردید.

جهت دستیابی به پاسخ پرسش اصلی این پژوهش که عبارت است از: بلوک‌های بتن هوادار از نظر کاهش میزان مصرف انرژی جایگزین مناسبی برای بلوک‌های مرسوم در ساخت‌وساز ابنیه مسکونی شهر رشت می‌باشند؟ ۲ زیرمجموعه در نظر گرفته شد. اول ویژگی‌های فیزیکی هر بلوک و دوم میزان مصرف انرژی یک بنای مسکونی در شهر رشت با هر یک از بلوک‌های ذکر شده.

در مرحله اول، همان‌طور که گفته شد با مرور پیشینه به روش کتابخانه‌ای، اطلاعات مربوط به مشخصات فیزیکی هر بلوک استخراج گردید و به شیوه توصیفی، آمار و ارقام تحلیل گردیده است؛ و در مرحله دوم پس از مشخص شدن پلان

یک بنای مسکونی در شهر رشت، اقدام به مدل‌سازی آن بنا در ۴ سناریوی متفاوت گردید و نتایج و آمارهای مستخرج از نرم‌افزار تحلیل شده است.

در ارتباط با مرحله دوم که مدل‌سازی یک بنا صورت گرفته است ذکر نکاتی حائز اهمیت است. در این مرحله تمرکز این پژوهش صرفاً بر روی هسته مرکزی جداره‌های بنا بوده و سایر لایه‌های نازک‌کاری و لایه نهایی به‌عنوان متغیر مداخله‌گر، ثابت در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است که در مرحله اول و هنگام مقایسه مشخصات فیزیکی این بلوک‌ها با یکدیگر این مسئله دیده شده و صرفاً تمرکز بر روی هسته مرکزی جداره‌ها بوده است و لایه‌های دیگر آن به‌عنوان متغیر مداخله‌گر ثابت در نظر گرفته شده است. در مرحله اول ضخامت دیوارها بر طبق استانداردهای موجود سازمان نظام مهندسی که در پژوهش‌های پیشین به آن اشاره شده است (فاطمی *et al.*, 2022)، ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شده است.

مدل‌سازی بنای موردنظر در شهر رشت در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر انجام شده است و لازم است که در این باره توضیحاتی ارائه شود. نوع و جنس شیشه‌های بکار رفته در بنا (شکل ۱)، نوع سیستم گرمایش و سرمایش (شکل ۲) جنس کف و سقف، جنس درب‌ها و لایه‌های نهایی نازک‌کاری به‌عنوان متغیر مداخله‌گر ثابت در نظر گرفته شده است و در نهایت ۴ سناریوی مطرح شده با توجه به بلوک‌های مرسوم در ساخت‌وساز ابنیه مسکونی شهر رشت و بلوک پیشنهادی این پژوهش تعریف شده که در جدول ۲ مشخصات این سناریوها نمایش داده شده است.

جدول ۲: سناریوها و مشخصات هر یک در مدل‌سازی بنای موردبررسی

سناریو	نوع بلوک مصرفی در دیواره	ضخامت Cm	ضریب انتقال حرارتی W/m.k	چگالی $\text{Kg/m}^3$	ظرفیعت گرمایی ویژه $\text{J/g.C}^\circ$
۱	بلوک سفالی ساده	۱۵	۰,۸	۵۴۰	۰,۹۲
۲	بلوک سیمانی ۳ جداره	۱۵	۰,۱۱	۶۶۹	۱
۳	بلوک سیمانی فوم دار	۱۵	۰,۱۴	۸۰۰	۱,۱
۴	بلوک بتن هوادار	۱۵	۰,۲۳	۶۷۰	۱

HVAC Template	
Template	Best practice
Mechanical Ventilation	
On	
Outside air definition method	4-Min fresh air (Sum per person + per area)
Operation	
Schedule	Residential Occ
Economiser (Free Cooling)	
Heat Recovery	
Auxiliary Energy	
Pump etc energy (W/m2)	0.0000
Schedule	Residential Occ
Heating	
Heated	<input checked="" type="checkbox"/>
Fuel	2-Natural Gas
Heating system seasonal CoP	1.000
Sizing Zone Equipment	
Type	
Operation	
Schedule	HtgClgSPSB_default 6:00 - 18:00 Mon - Fri
Cooling	
Cooled	<input checked="" type="checkbox"/>
Cooling system	Default
Fuel	1-Electricity from grid
Cooling system seasonal CoP	2.500
Supply Air Condition	
Operation	
Schedule	HtgClgSPSB_default 6:00 - 18:00 Mon - Fri

External Glazing	
Glazing	DbI Ref-A-L Clr 6mm/6mm Air
Frame construction	Painted Wooden window frame
% Glazing area opens	5
Internal Glazing	
Glazing	Sgl Clr 3mm
Frame construction	Painted Wooden window frame
% Glazing area opens	20

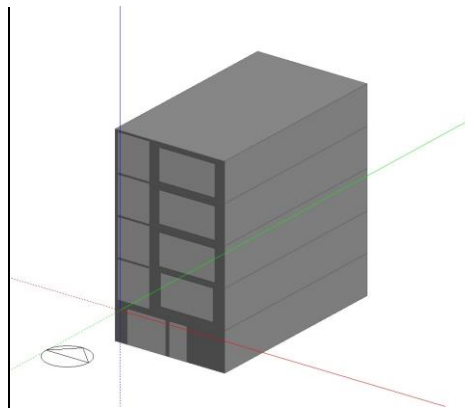
شکل ۲: مشخصات HVAC در نظر گرفته شده برای تمام سناریوها

شکل ۱: مشخصات بازشوی در نظر گرفته شده برای تمام سناریوها

بنای مورد مطالعه که در شکل ۳ و شکل ۴ مشخص شده است طبق پلان‌های دریافتی از سازمان نظام‌مهندسی استان گیلان بوده (نظام مهندسی استان گیلان، ۱۴۰۰) و موقعیت آن از نظر اقلیمی در نرم‌افزار، شهر رشت انتخاب شده است. جهت اطمینان از این مسئله فایل آب و هوایی شهر رشت با فرمت epw وارد نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر شد و در آنالیز و شبیه‌سازی نهایی تأثیرگذار بود.



شکل ۴: شمای کلی طبقات بنای مدل‌سازی شده در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر



شکل ۳: شمای کلی بنای مدل‌سازی شده در نرم‌افزار دیزاین‌بیلدر

بتن هوادار و انواع آن در روش‌های مدرن ساخت‌وساز

بتن هوادار با اختلاط مواد سیمانی، سیمان و یا خاکستر پودر شده، آهک، ماسه، آب و پودر اکسید آلومینیوم تولید می‌شود. فرآیند نهایی اتوکلاو به مدت تقریباً ۱۰ ساعت در دما و فشار بالا انجام می‌شود (Isu, Ishida, & Mitsuda, 1995; Mitsuda et al., 1992; Pospisil, Jambor, & Belko, 1992). این بتن از ۶۰٪ تا ۸۵٪ هوا (۷۰-۸۵٪ برای نوعی از آن با چگالی کم‌تر) تشکیل شده است. قسمت جامد آن، یک چسب کریستالی است که توسط کانی‌شناسان توپرموریت نامیده می‌شود. علاوه بر فاز اتصال توپرموریت، دانه‌های کوارتز و برخی کانی‌های دیگر در مقادیر

جزئی یافت می‌شوند. ترکیب شیمیایی توپر موریت شامل دی‌اکسید سیلیسیم، اکسید کلسیم و آب است. این توپر موریت است که با وجود نسبت بالای منافذ در این ماده ساختمانی، استحکام فشاری بالایی را برای بتن هوادار فراهم می‌کند؛ به همین دلیل است که چگالی کم علیرغم محتوای هوای بسیار بالا، برای ساخت خانه‌ها به‌اندازه کافی قوی است (Ahmed, 2017). در شکل ۵ تصویری از ساختار متخلخل بتن هوادار با تخلخل ۸۵٪ نشان داده شده است.



شکل ۵: ساختار متخلخل بتن هوادار (Ahmed & Kamau, 2017)

روش‌های مدرن ساخت‌وساز یک اصطلاح کلی است که برای توصیف تعدادی از روش‌های ساخت‌وساز استفاده می‌شود. یکی از انواع دسته‌بندی روش‌های مدرن ساخت‌وساز که به طبقه‌بندی این شیوه ساخت از نظر اجرای داخل و اجرای خارج از سایت می‌پردازد، شامل ۵ دسته می‌باشد که عبارت‌اند از: ۱- تولید خارج از سایت - روش حجمی، ۲- تولید خارج از سایت - روش صفحه‌ای، ۳- تولید خارج از سایت - روش‌های ترکیبی، ۴- تولید خارج از سایت - قطعات و پروفیل‌ها با درصدی پیش ساختگی و ۵- روش‌های مدرن ساخت‌وساز با اجرای در سایت. همان‌طور که در این دسته‌بندی مشخص است، ۴ طبقه اول تأکید بر تولید در خارج از سایت دارد و طبقه ۵ تأکید بر تولید داخل سایت دارد. در اصل طبقه ۵ روش‌های نوآورانه ساخت‌وساز در محل و استفاده از اجزای معمولی به روشی نوآورانه می‌باشد. انواع سیستم‌ها موجود در این طبقه عبارت‌اند از: ۱- سیستم تونلی (نیمه حجمی)، ۲- قالب عایق ماندگار و ۳- بتن هوادار (Lawson, Ogden, & Goodier, 2014).

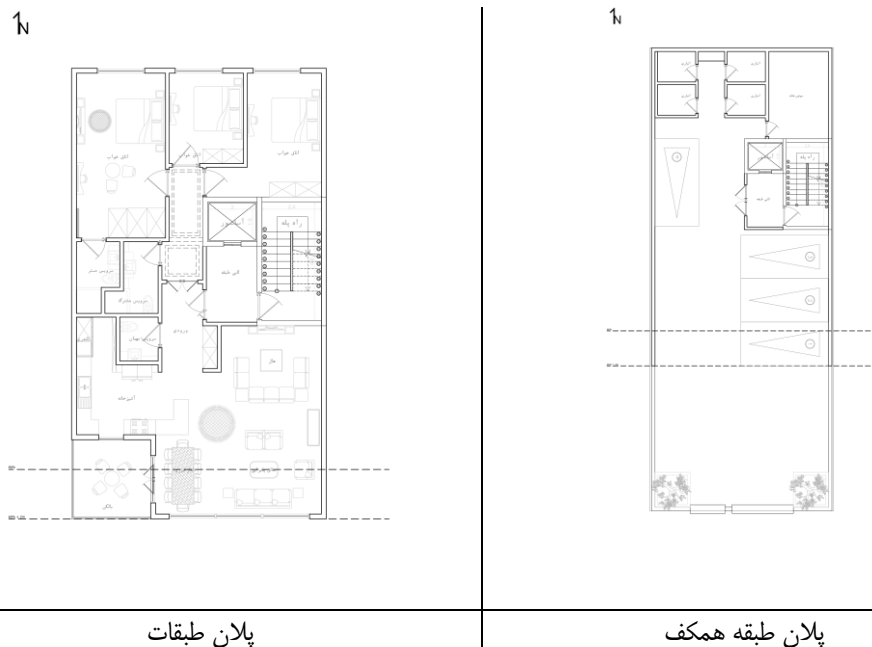
محصولات بتن هوادار (بلوک‌ها یا پنل‌ها) می‌توانند به ۲ منظور در یک بنا بکار بروند؛ این نوع از بتن در صورتی که به صورت پنبلی (صفحه‌ای) تولید شود می‌تواند در نقش عنصر سازه‌ای عمل کند و در صورتی که به شکل بلوک‌های جداکننده تولید شوند، می‌توانند صرفاً به‌عنوان عناصر جداکننده در یک بنا عمل کنند؛ همچنین این بتن در برابر آتش نیز مقاوم است و عایق حرارتی و رطوبتی مناسبی می‌باشد. وزن بتن هوادار تا ۲۰ درصد از بتن معمولی کمتر است و پانل‌های ساخته‌شده از بتن هوادار که مسلح شده‌اند می‌توانند به‌عنوان عنصر سازه‌ای برای ابنیه تا ۵ طبقه استفاده شود (Ahmed, 2017; Masonry).

#### حوزه مورد مطالعه: شهر رشت - اقلیم معتدل و مرطوب

اقلیم معتدل و مرطوب یا سواحل جنوبی دریای خزر که به‌صورت نواری بین رشته‌کوه‌های البرز و دریای خزر محصور و از جلگه‌های پست تشکیل شده که با پیشروی به سمت شرق، رطوبت، بارندگی و اعتدال هوای آن کاهش می‌یابد. شهرهای رشت، لاهیجان، بابل و گرگان و ... در این منطقه قرار دارند. رطوبت زیاد هوا و اعتدال درجه حرارت از ویژگی‌های این اقلیم به‌شمار می‌رود (Kasmai, 2013). قبادیان ویژگی‌های اقلیمی منطقه معتدل و مرطوب ایران را این‌گونه بیان می‌کند: بارندگی زیاد در تمام فصول سال، خصوصاً در فصول پاییز و زمستان، رطوبت نسبتاً زیاد در تمام فصول سال، اختلاف کم درجه حرارت بین شب و روز، پوشش وسیع نباتی (Zohari, Tahbaz, & Eteessam, 2020; قبادیان, ۱۴۰۰).



نمونه مورد بررسی: یک نمونه پلان مورد تأیید سازمان نظام‌مهندسی استان گیلان در بخش آنالیز انرژی در این مقاله از یک نمونه پلان مورد تأیید سازمان نظام‌مهندسی استان گیلان استفاده شده است. این بنا دارای چهار طبقه مسکونی و یک همکف می‌باشد که در این طبقه صرفاً پارکینگ‌ها (۴ عدد)، انباری‌ها و موتورخانه‌ی این بنا قرار گرفته‌اند. در طبقات نیز همانند شکل ۶ فضاهایی مانند اتاق‌های خواب، سرویس‌های بهداشتی، آشپزخانه، بالکن، فضای نشیمن، ناهارخوری و پذیرایی قرار دارد. مساحت هر طبقه با احتساب باکس پله، آسانسور و لابی ورودی طبقه، ۱۸۷ مترمربع می‌باشد. این بنا از دو سمت شرق و غرب دارای همسایگی می‌باشد و از ۲ سمت شمال و جنوب نور مورد نیاز را تأمین می‌کند و یک ساختمان با جهت‌گیری شمالی است.



شکل ۶: پلان مجموعه مسکونی مورد بررسی (نظام\_مهندسی\_استان\_گیلان، ۱۴۰۰)

## بحث و یافته‌ها

جهت رسیدن به پاسخ سوال اصلی پژوهش دو زمینه مورد بررسی قرار گرفت که عبارتند از: ۱- تحلیل مشخصات فیزیکی و ۲- تحلیل میزان مصرف انرژی در نمونه مورد بررسی. در ادامه هر یک از این دو بخش جداگانه توضیح داده شده است.

### مشخصات فیزیکی

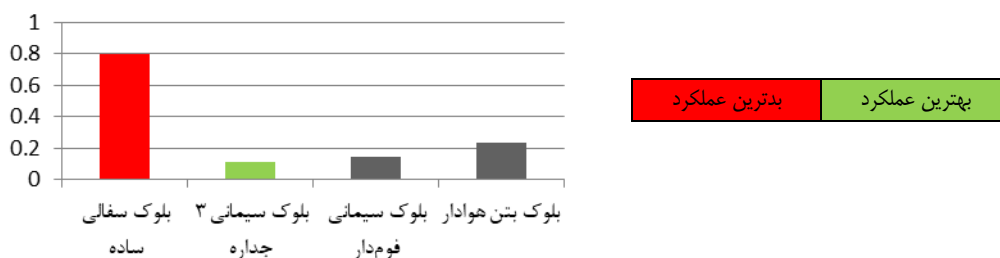
در این پژوهش جهت پاسخ به پرسش‌های مطرح شده پژوهش اطلاعاتی در ارتباط با بلوک‌های متداول در ساخت‌وساز ابنیه جمع‌آوری شد و مطابق جدول ۱ مقایسه‌ای از نظر ضریب انتقال حرارت، چگالی و ظرفیت گرمایی ویژه انجام شد. فاکتورهایی از قبیل حداقل ضخامت اسمی دیوارهای خارجی غیر باربر در ساختمان‌های مسکونی طبق ضوابط و مقررات تهیه و ترسیم نقشه‌های معماری در کاربری مسکونی و عدم تمایل سازندگان در به‌کارگیری مصالح بیش از ۲۰ سانتیمتر (به جز ICF) به علت کاهش مساحت آپارتمان در انتخاب ضخامت مصالح بلوکی با ابعاد متنوع در نظر گرفته شده است

جایگزینی بلوک‌های بتن هوادار با بلوک‌های مرسوم در ساخت‌وساز ابنیه مسکونی شهر رشت

(ثقفی & حاجی زاده، ۲۰۱۲؛ دفتر تدوین مقررات ملی، ساختمان، ۱۳۹۹). از این رو ضخامت بلوک‌های مورد نظر ۱۵ سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود تا به همراه لایه‌های دیگر نازک‌کاری نهایی به ۲۰ سانتی‌متر برسد.

بر اساس تعاریف مطرح‌شده و مقادیر بیان‌شده در جدول ۱، نتایج حاصله از مقایسه ضریب انتقال حرارت، چگالی و ظرفیت گرمایی ویژه بلوک‌های ذکر شده در ادبیات پژوهش که عبارت‌اند از بلوک سفالی ساده، بلوک‌های سیمانی و بلوک‌های بتن هوادار، در نمودار ۱، نمودار ۲ و نمودار ۳ مشخص شده است.

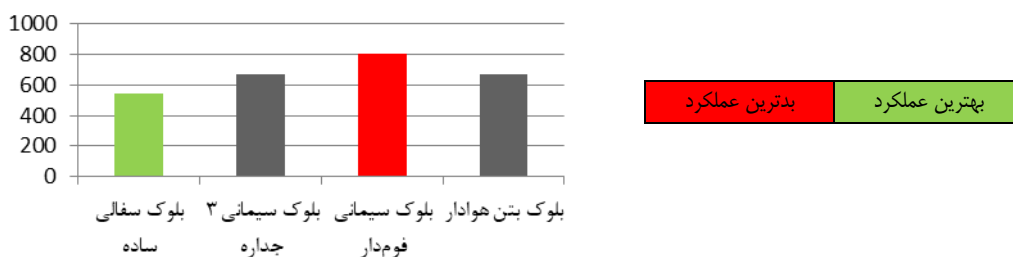
ضریب انتقال حرارتی W/m.k



نمودار ۱: مقایسه بین ضریب انتقال حرارتی W/m.k

همان‌طور که در نمودار ۱ مشخص است در بحث ضریب انتقال حرارتی، بلوک سفالی عملکرد ضعیف‌تری (W/m.k) ۰,۸ (نشان داده و بلوک‌های سیمانی ۳ جداره بهترین عملکرد (W/m.k) ۰,۱۱) را داشته است. بلوک بتن هوادار (W/m.k) ۰,۲۳) در این مقایسه مزیتی از خود نشان نداده است.

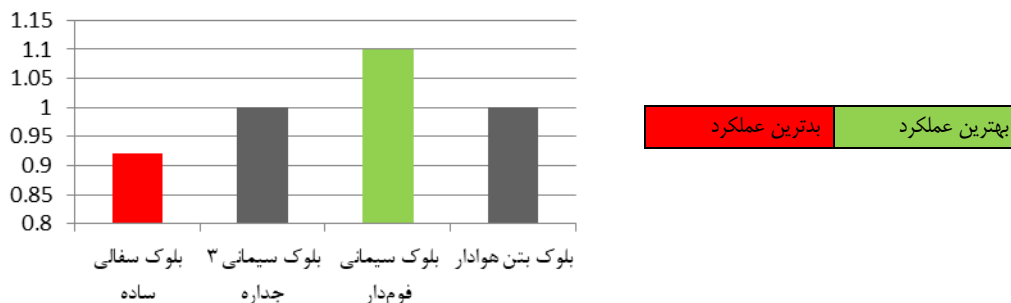
چگالی Kg/m3



نمودار ۲: مقایسه بین چگالی Kg/m3

در نمودار ۲ در بحث چگالی، بلوک سفالی بهترین مقدار ( $540 \text{ kg/m}^3$ ) را دارد که در بحث بار مرده بسیار حائز اهمیت می‌باشد؛ همچنین بلوک سیمانی فوم دار ( $800 \text{ kg/m}^3$ ) بسیار سنگین بوده و در این مقایسه سنگین‌ترین بلوک به شمار می‌رود. بلوک بتن هوادار ( $670 \text{ kg/m}^3$ ) بسیار نزدیک به بلوک‌های سیمانی ۳ جداره ( $669 \text{ kg/m}^3$ ) بوده و می‌توان آن‌ها را در یک سطح قرارداد.

### ظرفیت گرمایی ویژه $J/g.C^{\circ}$



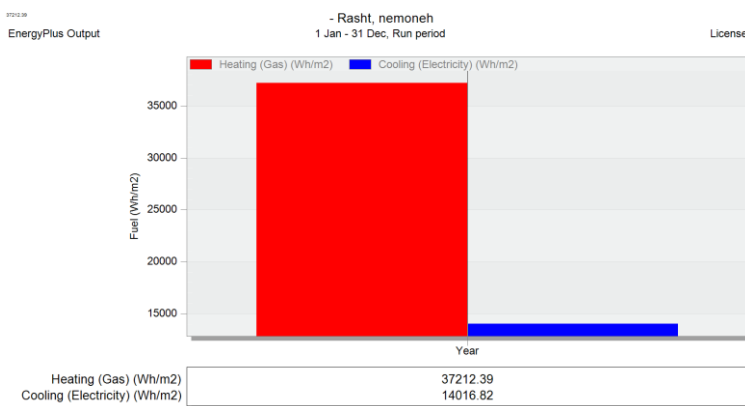
نمودار ۳: مقایسه بین ظرفیت گرمایی ویژه  $J/g.C^{\circ}$

ظرفیت گرمایی ویژه که در نمودار ۳ نشان داده شده است نیز بیان می‌کند که بلوک سفالی ( $0.92 J/g.C^{\circ}$ ) ضعیف‌ترین عملکرد را داشته و مجدداً همانند چگالی، ۲ بلوک سیمانی ۳ جداره و بتن هوادار دارای ظرفیت گرمایی ویژه یکسانی هستند ( $1 J/g.C^{\circ}$ ) و بلوک سیمانی فوم دار به دلیل داشتن یک فوم که در نقش عایق عمل می‌کند، دارای بهترین عملکرد ( $1.1 J/g.C^{\circ}$ ) در این مقایسه می‌باشد.

مشخصات فیزیکی بلوک‌های موردنظر این پژوهش در بالا بررسی شد و در ادامه به بررسی میزان مصرف انرژی این بلوک‌ها می‌پردازیم.

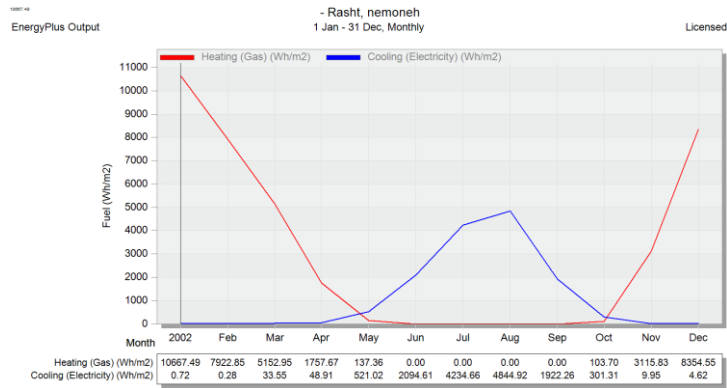
میزان مصرف انرژی

چهار سناریوی مشخص شده در این پژوهش که در جدول ۲ مشخص شده است، در شبیه‌سازی انرژی توسط نرم‌افزار دیزاین بیلدر تعریف و نتایج مطرح شده حاصل گردید. در سناریوی اول که استفاده از بلوک سفالی ساده می‌باشد، نتایج زیر پیرامون مصرف انرژی سالانه و ماهانه این بنا در حالتی که تمامی تیغه‌های داخلی و جانبی از جنس بلوک‌های سفالی باشد، از نرم‌افزار استخراج گردید.



شکل ۷: میزان مصرف انرژی سناریوی اول در طول سال

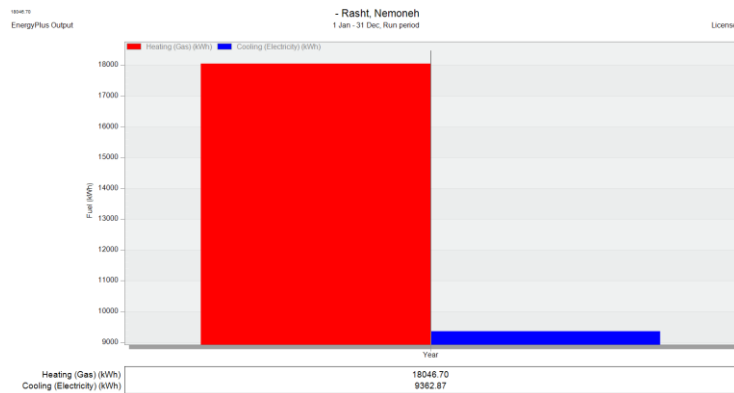
جایگزینی بلوک‌های بتن هوادار با بلوک‌های مرسوم در ساخت‌وساز ابنیه مسکونی شهر رشت



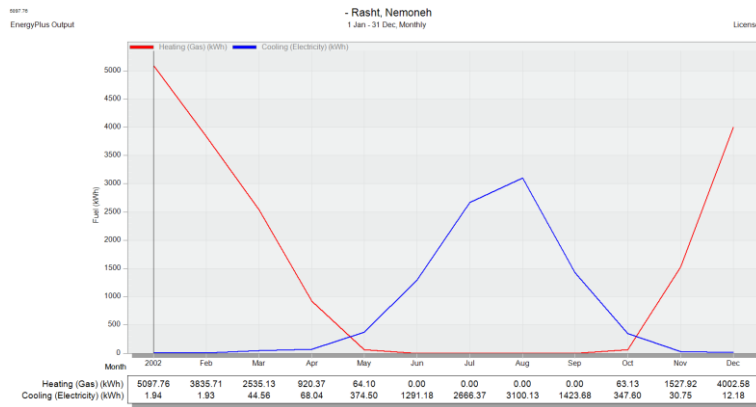
شکل ۸: میزان مصرف انرژی سناریوی اول بصورت ماهانه

همان‌طور که در شکل ۷ مشخص است، میزان مصرف انرژی الکتریکی در طول یک سال این بنا معادل  $14016.82 \text{ Wh/m}^2$  می‌باشد و میزان مصرف گاز نیز معادل  $37212.39 \text{ Wh/m}^2$  است. از این مقدار مطابق شکل ۸ بیشترین مصرف گاز مربوط به زمستان و جهت گرمایش و بیشترین مصرف برق نیز مربوط به تابستان و سرمایش می‌باشد. این توزیع مصرف به دلیل نوع سیستم گرمایش و سرمایش تعریف‌شده برای این بنا است.

در سناریوی دوم که استفاده از بلوک سیمانی ۳ جداره می‌باشد، مصرف سالانه گاز معادل  $18046.70 \text{ Wh/m}^2$  و مصرف برق نیز معادل  $9362.87 \text{ Wh/m}^2$  می‌باشد (شکل ۹).



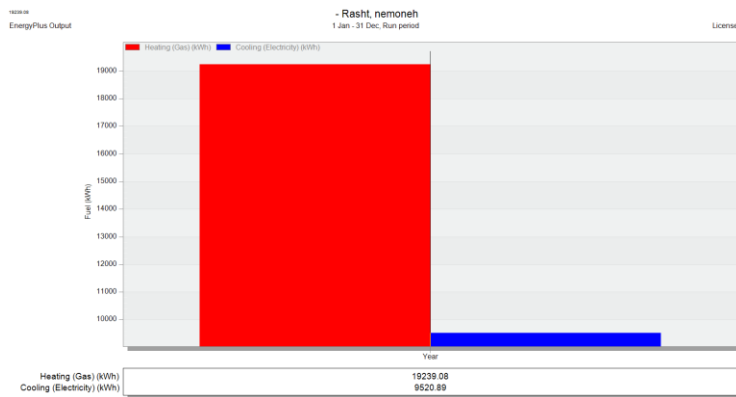
شکل ۹: میزان مصرف انرژی سناریوی دوم در طول سال



شکل ۱۰: میزان مصرف انرژی سناریوی اول بصورت ماهانه

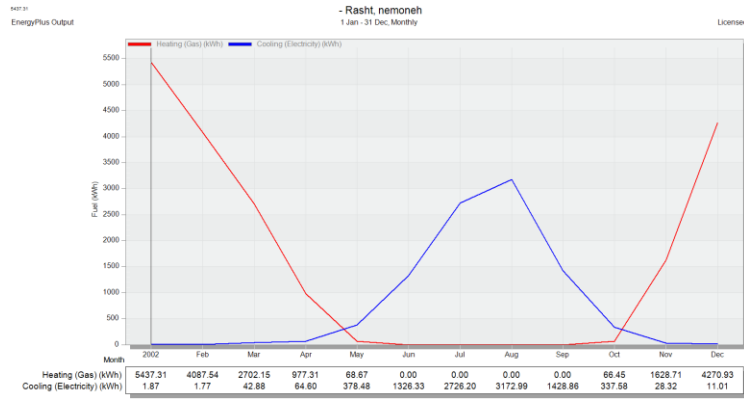
همانند سناریوی اول، در این سناریو مطابق با شکل ۱۰، بیشترین مصرف گاز مربوط به ماه‌های سرد زمستانی است و بیشترین مصرف انرژی الکتریکی نیز مربوط به فصل گرم و تابستان است.

در سناریوی سوم، بلوک‌های سیمانی ۳ جداره به همراه یک‌لایه عایق در نظر گرفته شد و همان‌طور که در شکل ۱۱ مشخص شده است، میزان مصرف انرژی سالانه در بخش گرمایش و مصرف گاز معادل  $19239,08 \text{ Wh/m}^2$  و میزان مصرف انرژی الکتریکی جهت سرمایش  $9520,89 \text{ Wh/m}^2$  ثبت شده است؛ و همانند دو سناریوی قبلی در این سناریو نیز نحوه مصرف انرژی بصورت ماهانه نتایج یکسانی را نشان می‌دهد (شکل ۱۲).



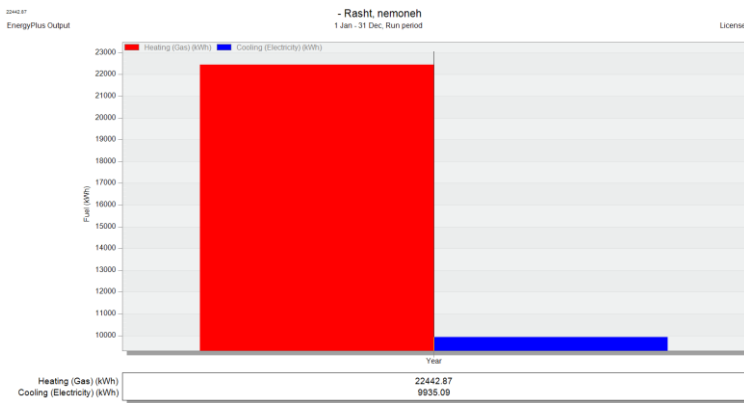
شکل ۱۱: میزان مصرف انرژی سناریوی سوم در طول سال

جایگزینی بلوک‌های بتن هوادار با بلوک‌های مرسوم در ساخت‌وساز ابنیه مسکونی شهر رشت

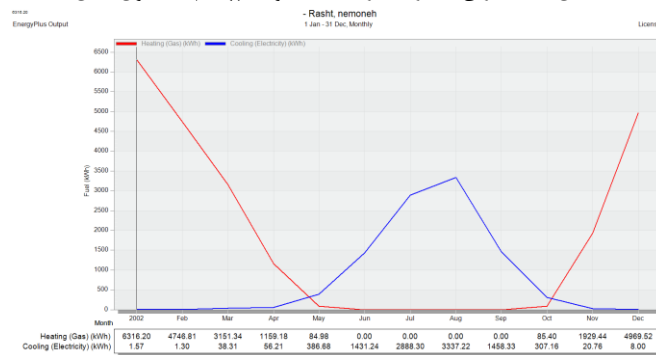


شکل ۱۲: میزان مصرف انرژی سناریوی سوم بصورت ماهانه

سناریوی چهارم که بلوک‌های بتن هوادار را به‌عنوان هسته اصلی جدارها در نظر گرفته همانند شکل ۱۳ در طول سال مصرف گاز  $22442.87 \text{ Wh/m}^2$  و مصرف انرژی الکتریکی را ثبت کرده است.



شکل ۱۳: میزان مصرف انرژی سناریوی چهارم در طول سال



شکل ۱۴: میزان مصرف انرژی سناریوی چهارم بصورت ماهانه

به‌طور کلی توزیع میزان مصرف دو انرژی گاز و الکتریکی با توجه به سیستم مشخص شده در شکل ۲ که در روش تحقیق بیان شده است می‌باشد و نمودارهای تفکیک ماهانه این چهار سناریو، این مسئله را مشخص می‌کنند.

در جدول ۳: خلاصه نتایج به‌دست‌آمده در سناریوهای تعریف‌شده خلاصه نتایج به‌دست‌آمده در آزمایش این ۴ سناریو آورده شده است. بر اساس این جدول، بلوک سیمانی ۳ جداره دارای بهترین عملکرد در بین ۴ آزمون انجام شده می‌باشد و با  $1804670 \text{ Wh/m}^2$  بهترین عملکرد را بجای گذاشته است. در همین رابطه نیز بلوک سفالی با ثبت  $3721239 \text{ Wh/m}^2$  ضعیف‌ترین عملکرد را داشته است؛ همچنین میزان مصرف انرژی بلوک سیمانی سه جداره  $936287 \text{ Wh/m}^2$  مصرف به نسبت سایر بلوک‌های مورد آزمایش در

#### جدول ۴ آورده شده است.

در ارتباط با میزان مصرف انرژی الکتریکی نیز بلوک سیمانی ۳ جداره بهترین عملکرد ( $936287 \text{ Wh/m}^2$ ) و بلوک سفالی ساده ضعیف‌ترین عملکرد را داشته است ( $1401682 \text{ Wh/m}^2$ ).

جدول ۳: خلاصه نتایج به‌دست‌آمده در سناریوهای تعریف‌شده

سناریو	نوع بلوک مصرفی در دیواره	$\text{Wh/m}^2$ میزان مصرف گاز	$\text{Wh/m}^2$ میزان مصرف برق
۱	بلوک سفالی ساده	۳۷۲۱۲،۳۹	۱۴۰۱۶،۸۲
۲	بلوک سیمانی ۳ جداره	۱۸۰۴۶،۷۰	۹۳۶۲،۸۷
۳	بلوک سیمانی فوم دار	۱۹۲۳۹،۰۸	۹۵۲۰،۸۹
۴	بلوک بتن هوادار	۲۲۴۴۲،۸۷	۹۹۳۵،۰۹

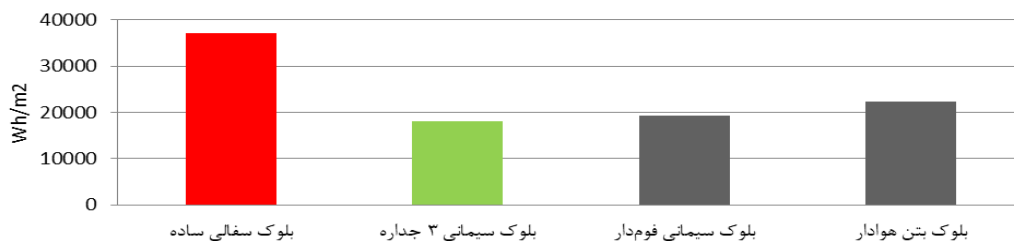
جدول ۴: ارزیابی نسبت مصرف انرژی در بلوک سیمانی سه جداره به نسبت سایر بلوک‌های مورد آزمایش

ردیف	نسبت مورد ارزیابی	میزان مصرف گاز	میزان مصرف برق
۱	بلوک سیمانی سه جداره به نسبت بلوک سفالی ساده	٪۱۰۶،۲۰	٪۴۹،۷۱
۲	بلوک سیمانی سه جداره به نسبت بلوک سیمانی فوم دار	٪۶،۶۱	٪۱،۶۹
۳	بلوک سیمانی سه جداره به نسبت بلوک بتن هوادار	٪۲۴،۳۶	٪۶،۱۱

نتایج مستخرج از این آزمون‌ها به‌صورت مقایسه‌ای در شکل ۱۵ و شکل ۱۶ نشان داده شده است و گویای برتری سناریوی ۲ به نسبت سایر سناریوها می‌باشد. همچنین این آزمون‌ها مشخص نمود که بلوک سفالی ساده دارای عملکرد ضعیفی در میان انواع بلوک‌های مورد آزمون می‌باشد.

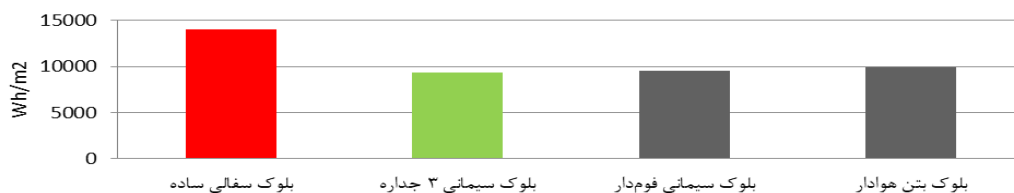


میزان مصرف گاز



شکل ۱۵: میزان مصرف گاز در ۴ سناریوی آزمایش شده

میزان مصرف برق



شکل ۱۶: میزان مصرف برق در ۴ سناریوی آزمایش شده

### نتیجه گیری

در این پژوهش تلاش شد تا بلوک‌های بتن هوادار به‌عنوان یکی از اجزای سیستم ساخت‌وساز صنعتی به‌عنوان جایگزینی برای بلوک‌های مرسوم در ساخت‌وساز ابنیه مسکونی شهر رشت مورد بررسی قرار بگیرد. این پیشنهاد به جهت دارا بودن ویژگی‌هایی نظیر چگالی پایین، عایق بودن در برابر رطوبت، سهولت در اجرا و ... می‌باشد.

بر اساس یافته‌های این پژوهش که به روش مروری و توصیفی و تحلیلی خروجی‌های نرم‌افزار دیزاین بیلدر به‌دست‌آمده است، بلوک‌های بتن هوادار علی‌رغم ویژگی‌ها و پتانسیل‌های بالایی که در زمینه‌های مختلف دارا می‌باشند، نمی‌توانند به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای ابنیه مسکونی در شهر رشت پیشنهاد شوند. از منظر مشخصات فیزیکی پس از جمع‌آوری مشخصات هر یک از بلوک‌های سفالی، سیمانی، سیمانی فوم‌دار و بتن هوادار، مشخص گردید که بلوک‌های سیمانی ساده ۳ جداره در بحث ضریب انتقال حرارتی عملکرد به‌مراتب بهتری را نسبت به بلوک‌های بتن هوادار از خود نشان می‌دهد؛ همچنین در بحث چگالی، بلوک‌های سفالی در میان بلوک‌های مورد بررسی سبک‌ترین بلوک شناسایی شد و در مورد ظرفیت گرمایی ویژه نیز بلوک سیمانی ۳ جداره فوم‌دار توانست بهترین عملکرد را ثبت کند. این موارد نشان می‌دهد که بلوک بتن هوادار در هیچ‌یک از زمینه‌های مطرح‌شده در این پژوهش در بخش مشخصات فیزیکی، جایگاه ممتازی ندارد.

در بخش میزان مصرف انرژی که به‌عنوان جزء دوم جهت رسیدن به پاسخ سؤال اصلی پژوهش می‌باشد نیز بلوک سیمانی ۳ جداره ساده بهترین عملکرد را در میان بلوک‌های مورد بررسی از خود برجای گذاشت. این عملکرد در هر دو زمینه مصرف برق و گاز بوده و بلوک بتن هوادار در این زمینه نیز عملکرد ممتازی را از خود برجای نگذاشته است. گرچه این

نکته حائز اهمیت است که میزان مصرف انرژی در بلوک‌های سفالی بشدت بالا بوده و استفاده از بلوک بتن هوادار بجای بلوک‌های سفالی توصیه می‌گردد اما در مقایسه با بلوک‌های سیمانی ساده و فوم‌دار عملکرد ضعیف‌تری را داشته است. نتایج نشان می‌دهد که در مقایسه سناریوهای آزمایش شده بلوک‌های سیمانی ساده و سیمانی فوم‌دار در صورتی که مطابق با استانداردهای موجود تولید و مطابق با استانداردهای سازمان‌های مربوطه مورد استفاده قرار بگیرند، می‌توانند تا حدود ۱۰۶٪ در مصرف گاز و تا حدود ۵۰٪ در مصرف برق به نسبت بلوک‌های سفالی ساده در کاهش مصرف انرژی موثر باشند و به دلیل در دسترس بودن این نوع از بلوک‌ها (بلوک‌های سیمانی)، می‌توان بیان داشت که این نوع از بلوک‌ها یک گزینه ایده‌آل در ساخت و ساز ابنیه در شهر رشت می‌باشند.

در ارتباط با پژوهش‌های آینده می‌توان بیان داشت که تحقیق در ارتباط با افزودنی‌های صنعتی در فرایند ساخت بلوک‌های سیمانی ادامه دارد و بررسی این نوع بلوک‌ها و تأثیر این تغییرات در زمینه‌های مختلف می‌تواند در انتخاب دقیق‌تر مصالح کمک شایانی داشته باشد.

## پی‌نوشت‌ها

<sup>1</sup> Autoclaved Aerated Concrete

<sup>2</sup> Design Builder

## مأخذ

- نظام مهندسی استان گیلان، س. (۱۴۰۰). (Cartographer). پلان مجموعه ۵ طبقه مسکونی
- پاچیده، قاسم، & قلیچی. (۲۰۱۹). مطالعه آزمایشگاهی تأثیر افزودن پوزولان‌های مختلف در بهبود مشخصات مکانیکی و جذب آب بلوک سبک هوادار اتوکلاو شده. مهندسی عمران مدرس، ۱۹(۳)، ۴۵-۵۶.
- ثقفی، م.، & حاجی زاده، م. (۲۰۱۲). بررسی و مقایسه عملکرد حرارتی دیوار خارجی با بلوک های سفالی رایج در ایران. نشریه هنرهای زیبا- معماری و شهرسازی، ۱۷(۱)، ۴۹-۵۴. doi:10.22059/jfaup.2012.29696
- دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان. (۱۳۹۹). مقررات ملی ساختمان ایران - مبحث نوزدهم - صرفه‌جویی در مصرف انرژی. تهران: وزارت راه و شهرسازی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی.
- رضائی، & تقدیری. (۲۰۱۹). بررسی راهکارها و استراتژی‌های همساز با اقلیم معتدل و مرطوب در معماری معاصر و بومی. معماری شناسی، ۷(۲)، ۶۵-۷۱.
- شرکت لیکا. (۲۰۲۲). بلوک لیکا. <https://leca.ir/%D8%A8%D9%84%D9%88%DA%A9>
- فاطمی، س. ا.، قبادیان، و.، & منصور، ب. (۲۰۲۲). فاکتورهای مبتنی بر مصالح بهینه در اقلیم معتدل و مرطوب در طراحی جداره های مسکن پایدار با رویکرد کاهش مصرف انرژی. فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، ۱۲(۴)، ۷۹۳-۸۰۵. doi:10.22034/jgeoq.2022.335833.3631
- قبادیان، و. (۱۴۰۰). تحلیل اقلیمی ساختمان های پایدار سنتی ایران. تهران: دانشگاه تهران.
- مرتضی، س.، & منصور قلعه، ن. (۱۳۹۲). مزیت های اجرای صنعتی ساختمان به روش قالب تونلی از نگاه مدیریت ساخت. Paper presented at the هفتمین کنگره ملی مهندسی عمران. <https://civilica.com/doc/216450>
- مریم، ل.، محمدی، ع. ا.، & حسن، ا. (۲۰۲۰). انتخاب مصالح نوین مناسب جهت اجرای دیوار غیرباربر در ساختمان ها به روش تحلیل سلسله مراتبی.
- ناصری، ح.، افشین، ح.، & طوفانی میلانی، آ. (۲۰۱۵). بررسی مشخصات مکانیکی پانل های پیش ساخته تولید شده با بتن سبک دانه ییافی. تحقیقات بتن، ۷(۲)، ۷-۱۵.

- Ahmed, A. (2017). Sustainable construction using autoclaved aerated concrete (aircrete) blocks. *Research and Development in Material Science*, 1(4).
- Ahmed, A., & Kamau, J. (2014). Advantages and Implications of Low Density Aircrete Products for the Construction Industry. *International Journal of Science, Environment and Technology*.
- Bao, T., Chen, T., Wille, M.-L., Chen, D., Bian, J., Qing, C., . . . Frost, R. L. (2016). Advanced wastewater treatment with autoclaved aerated concrete particles in biological aerated filters. *Journal of Water Process Engineering*, 9, 188-194.
- Fudge, C., Fouad, F., & Klingner, R. (2019). Autoclaved aerated concrete. In *Developments in the Formulation and Reinforcement of Concrete* (pp. 345-363): Elsevier.
- Isu, N., Ishida, H., & Mitsuda, T. (1995). Influence of quartz particle size on the chemical and mechanical properties of autoclaved aerated concrete (I) tobermorite formation. *Cement and concrete research*, 25(2), 243-248.
- Jelčić Rukavina, M., Skejić, D., Kralj, A., Ščapec, T., & Milovanović, B. (2022). Development of Lightweight Steel Framed Construction Systems for Nearly-Zero Energy Buildings. *Buildings*, 12(7), 929.
- kasmai, m. (2013). *Climate & Architectural*. Tehran: Khak publication.
- Lawson, m., Ogdan, R., & Goodier, C. (2014). *Design in Modular Construction*. London: CRC Press.
- Lewis, M. (1985). The diagnosis of prefabricated buildings. *The Australian Journal of Historical Archaeology*, 56-69.
- Masonry, M. Code of Best Practice for the Use of Aircrete Products. Retrieved from <https://www.aircrete.co.uk/>
- Mitsuda, T., Kiribayashi, T., Sasaki, K., & Ishida, H. (1992). Influence of hydrothermal processing on the properties of autoclaved aerated concrete. *Proceedings Advances in Autoclaved Aerated Concrete*, 11-18.
- Mohammadi, M., Ahmadi, J., & Mohammadi, S. (2019). The effect of graphene nano particle on the mechanical and durability properties of Portland cement concrete. *Concrete Research*, 12(1), 1-9.
- Pospisil, F., Jambor, J., & Belko, J. (1992). Unit weight reduction of fly ash aerated concrete. *Advances in Autoclaved Aerated Concrete. AA Balkema*, 43-52.
- Rangraz, S. M., Barmayehvar, B., & Safehian, M. (2022). An Investigation into the Economical, Environmental and Durability of Structural Fiber Lightweight Concrete. *Journal of Civil and Environmental Engineering*, 52(108), 49-59.
- van Boggelen, W. (2014). History of Autoclaved Aerated Concrete The short story of a long lasting building material. *Aircrete Europe, April*.
- Zohari, S., Tahbaz, M., & Etesam, I. (2020). Effect of Vernacular Materials and Traditional Construction Methods on Energy Consumption Reduction of Rural Houses in Plain Regions of Gilan. *Journal of Environmental Science and Technology*, 22(1), 89-100. doi:10.22034/jest.2020.19338.2820

## Replacing Autoclaved Aerated Concrete blocks with conventional blocks in the construction of residential buildings in Rasht

### Abstract:

Amir Mohammad Babazadeh<sup>1</sup>

Farzaneh Asadi Malekjahan<sup>2</sup>(corresponding author)

Modern construction industrial systems have a long history in different places, especially in Europe, and due to its advantages, it can be used in the construction industry and be effective in controlling energy consumption. Autoclaved aerated concrete (AAC) has been industrially produced as one of the building materials since the beginning of the 20th century. The production of these blocks in a state where they are only separating and non-load-bearing elements does not require any exclusive knowledge, and as a result, AAC blocks became an available product in many markets. The lightweight porous structure and the speed of making most of the AAC blocks are among the advantages of this type of blocks, which, due to their structure, are a very effective moisture barrier as well as a significant thermal insulation against the conditions of the building's surrounding environment. Gilan province and the city of Rasht have a moderate and humid climate, and humidity control in this climate is one of the design requirements. In addition to this ease of implementation, the low density and generally suitable physical characteristics of AAC blocks can be investigated and compared with other conventional blocks in the construction of residential buildings in Rasht city; Therefore, in this research, which was done in a descriptive-analytical way, it is tried to answer the main question: can AAC blocks be introduced as an alternative to conventional materials in the construction of residential buildings in Rasht? The results show that in the comparison of the tested scenarios between simple clay blocks, simple cement blocks, foamed cement blocks and AAC blocks, by the software, simple cement blocks and insulated cement, if they are in accordance with the existing standards. Produced and used in accordance with the standards of relevant organizations, they can be effective in reducing energy consumption by up to 106% in gas consumption and up to 50% in electricity per year compared to conventional simple clay blocks in construction.

**Keywords:** Annual energy consumption, Autoclaved aerated concrete, cement blocks, clay blocks, Rasht, residential building

---

<sup>1</sup> Ph.D. student, Department of Architecture, Islamic Azad University Rasht branch, Rasht, Iran

<sup>2</sup> Assistant professor, Department of Architecture, Islamic Azad University Rasht branch, Rasht, Iran (email: farzaneh\_872@yahoo.com)

## واکاوی برهم کنش هوش مصنوعی و شکل گیری ایده های طراحی معماری

تاریخ دریافت مقاله :

۱۴۰۳/۰۴/۰۱

تاریخ پذیرش مقاله :

۱۴۰۳/۰۶/۰۳

نگار زرگران خوزانی<sup>۱</sup>

لیلا زارع<sup>۲\*</sup>

### چکیده

در این مقاله به بررسی نقش بسیار مهم و مؤثر هوش مصنوعی در فرایند شکل گیری ایده های طراحی در حوزه معماری پرداخته می شود. در این بررسی، مفهوم ایده، اهمیت آن در طراحی معماری، و کاربردهای هوش مصنوعی در تحول فرایند طراحی معماری بررسی شده و سپس، برخی از ساختمان های قدیمی و معروف را که توسط معماران برجسته به کمک ابزارهای هوش مصنوعی طراحی شده اند، مورد بررسی قرار می گیرند. ایده های طراحی به مجموعه ای از اصول، مفاهیم و الهاماتی اشاره دارد که به طراحان کمک می کند تا محصولات، فضاها و تجربیات بصری و کاربری منحصر به فرد و جذابی خلق کنند. همچنین مورد پر اهمیت دیگر هوش مصنوعی است که شاخه ای از علوم کامپیوتر است که به طراحی و توسعه سیستم هایی می پردازد که قادر به انجام وظایف انسانی هستند. هوش مصنوعی بدون شک یکی از پویاترین و چالش برانگیزترین حوزه های فناوری در دنیای امروز است و تأثیرات گسترده ای بر زندگی روزمره و آینده بشر خواهد شد. این مطالعه به روش کیفی - تحلیلی انجام شده و نشان می دهد که هوش مصنوعی به عنوان یک ابزار قدرتمند، قادر است به معماران کمک کند تا به ایده های طراحی نوآورانه تر و بهتری دست یابند. در فرایند تحلیل و اثبات این امر، از هوش مصنوعی خواسته شد که ساختمان های شاخص را با توجه به افکار و نظریه های معماران بزرگ جهان بازطراحی کند. نتایج این بازطراحی نشان داد که، استفاده از این ابزار به ایده پردازی معماران کمک شایانی می کند و نتیجه گیری شد که از طریق تحلیل داده های بزرگ، الگوریتم های یادگیری ماشین، و فناوری های پیشرفته ی دیگر، هوش مصنوعی می تواند فرایند طراحی را بهبود بخشد و به معماران امکان دهد تا به راه حل های خلاقانه تر و باکیفیت تری دست یابند. این مقاله نه تنها به پیشرفت های تکنولوژیک در زمینه معماری پرداخته، بلکه به تأکید بر ارتباط مؤثر بین هوش مصنوعی و ایده پردازی معماران می پردازد.

**کلمات کلیدی:** هوش مصنوعی، شکل گیری ایده، طراحی معماری

۱. پژوهشگر دکتری معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. استادیار مرکز تحقیقات اقتصاد خلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)

## مقدمه

هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از پیشرفت‌های بزرگ علم و فناوری، نه‌تنها در حوزه‌های مختلف علمی و صنعتی، بلکه در عرصه معماری نیز تأثیرات عمیقی داشته است. این تکنولوژی نه‌تنها به کاربران ابزارهایی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و پردازش اطلاعات فراوان ارائه می‌دهد، بلکه به آن‌ها امکان می‌دهد تا الگوهای جدیدی را شناسایی و از آن‌ها برای خلق راهکارهای نوآورانه و خلاقانه بهره ببرد. در این مقاله، تمرکز بر روی نقش بسیار مهمی است که هوش مصنوعی در فرایند شکل‌گیری ایده‌های طراحی در حوزه معماری دارد.

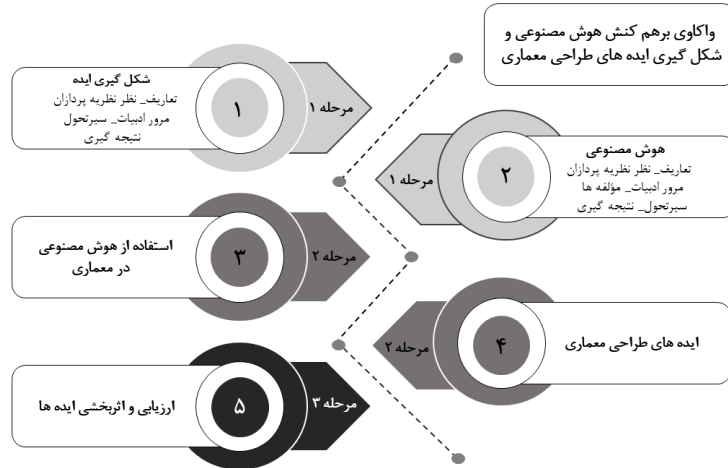
مفهوم ایده به‌عنوان ابزار اصلی معماری، همواره مورد توجه بوده است. ایده، پایه‌ای برای شروع هر پروژه معماری است و به معمار امکان می‌دهد تا طرح‌های خلاقانه و منحصر به فردی را ایجاد کند که تأثیر زیبایی‌شناختی، کارایی، و ارتباط با محیط اطراف را داشته باشد. با ظهور و پیشرفت هوش مصنوعی، امکاناتی به معماران ارائه شده است که از آن‌ها می‌توانند در فرایند ایده‌پردازی و طراحی بهره‌مند شوند. از جمله این امکانات می‌توان به تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ، الگوریتم‌های یادگیری ماشین، و سیستم‌های هوشمند اشاره کرد که همگی به معماران این امکان را می‌دهند تا طرح‌هایی با کیفیت‌تر، کارا تر، و نوآورانه‌تر ایجاد کنند.

## روش تحقیق

این تحقیق به روش کیفی - تحلیلی بررسی می‌شود و ابتدا به روش کیفی با مطالعه منابع مرتبط از جمله مقالات علمی، کتب، و مطالب مربوط به هوش مصنوعی و معماری، به تحلیل و بررسی مفاهیم اساسی ایده و اهمیت آن در طراحی معماری پرداخته می‌شود. سپس، با مرور و بررسی روش‌های مورد استفاده در استفاده از هوش مصنوعی در طراحی معماری، از جمله تحلیل داده‌های بزرگ و استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، به شناسایی کاربردهای این فناوری در فرایند طراحی می‌پردازد.

در مرحله بعدی، با مطالعه و تحلیل چندین نمونه از ساختمان‌های معروف که با کمک هوش مصنوعی طراحی شده‌اند، به بررسی نقش و تأثیر این فناوری در شکل‌گیری ایده‌های طراحی پرداخته می‌شود. برای این منظور، از منابع معتبر مربوط به معماری و هوش مصنوعی استفاده شده و جزئیات طراحی و فرایند استفاده از هوش مصنوعی در طراحی هر یک از این ساختمان‌ها را مورد بررسی قرار داده می‌شود.

در انتها، به روش تحلیلی، با تجمیع و تحلیل داده‌های به‌دست آمده، به نتایج و استنتاج نهایی پرداخته و تأثیر هوش مصنوعی بر شکل‌گیری ایده‌های طراحی در معماری بررسی می‌شود. شکل ۱ چارت مبانی نظری روند تحلیل و بررسی هر بخش را نشان می‌دهد. این مطالعه، از تحلیل محتوا و مطالعه موردی برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده می‌کند.



شکل ۱- چارت مبانی نظری

### مبانی نظری

در عصر دیجیتال کنونی، فناوری‌های نوین نقش بی‌بدیلی در تحول و تکامل صنایع مختلف ایفا می‌کنند. یکی از این فناوری‌ها، هوش مصنوعی است که با قابلیت‌های بی‌پایان خود در زمینه‌های متعدد، از جمله طراحی معماری، تحولات شگرفی ایجاد کرده است. هوش مصنوعی به‌عنوان شاخه‌ای از علوم کامپیوتر، توانایی شبیه‌سازی فرایندهای شناختی انسان را دارد و می‌تواند در بهبود فرایندهای طراحی، افزایش دقت و کاهش خطاهای انسانی، و بهینه‌سازی منابع نقش آفرینی کند. در معماری، هوش مصنوعی می‌تواند از مراحل اولیه طراحی تا اجرای پروژه‌ها، از طریق تحلیل داده‌ها، مدل‌سازی پیشرفته و شبیه‌سازی‌های واقع‌گرایانه، ایده‌های نوآورانه‌ای را مطرح و پیاده‌سازی کند. هدف از این بررسی، ارائه بینشی جامع از پتانسیل‌ها و چالش‌های استفاده از هوش مصنوعی در معماری و یافتن راهکارهای عملی برای بهبود و ارتقای فرایندها طراحی است.

در این قسمت از پژوهش ابتدا به مفاهیم اولیه ایده و هوش مصنوعی پرداخته، سپس کاربرد هوش مصنوعی در ایده‌پردازی معماری بررسی می‌شود. همچنین نمونه طرح‌های موفق که از هوش مصنوعی در شکل‌گیری ایده‌های طراحی معماری استفاده کرده‌اند مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند. هدف از این مطالعه، ارائه بینشی جامع از پتانسیل‌ها و چالش‌های هوش مصنوعی در ایده‌های طراحی معماری و یافتن راهکارهای عملی برای بهبود و ارتقای فرایندهای طراحی است.

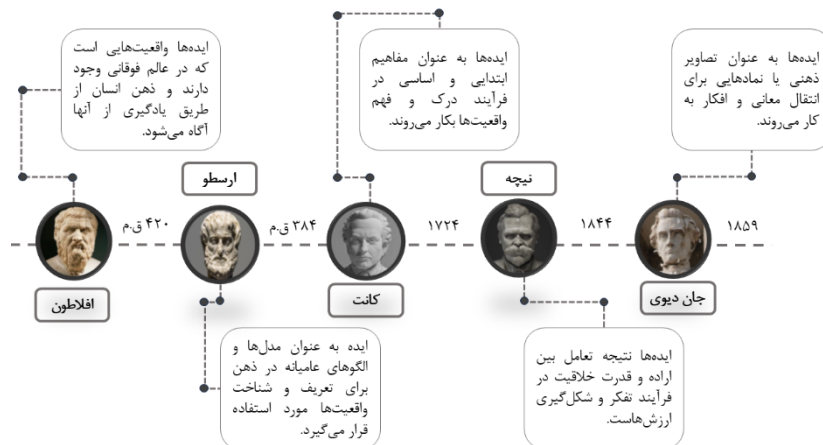
### ایده

ایده مفهومی است که در زندگی انسان و فعالیت‌های او، اهمیت ویژه‌ای دارد. ایده می‌تواند یک تصور، نظر یا مفهوم ابتکاری باشد که در ذهن ایجاد می‌شود و یا می‌تواند پایه‌ای برای اقدامات و تصمیمات انسان‌ها در مواقع مختلف باشد. ایده‌ها می‌توانند از منابع مختلفی مانند تجربیات، مشاهدات، یا تحلیل‌های فکری به وجود بیایند و بر اساس آن‌ها، فرد یا گروه می‌تواند برنامه‌ریزی، طراحی یا اجرای یک فعالیت را شروع کند.

1 :Ideas



کلمه ایده در زبان و فلسفه به معنای تصویری، نظریه، یا تصویری است که در ذهن شخص شکل می‌گیرد و به واقعیت خارجی اشاره می‌کند. ایده می‌تواند در زمینه‌های مختلفی مانند علم، هنر، فلسفه، و معماری به کار رود و معمولاً به یک مفهوم یا تصویر خاص اشاره دارد که می‌تواند فراتر از تجربه‌های حسی و آنچه که در جهان فیزیکی مشاهده می‌شود، باشد (Sonnenfeld, 2014). نظریه‌پردازان مختلفی درباره ایده نظر خود را به اشتراک گذاشته‌اند که در شکل ۲ به اختصار بیان شده است.



شکل ۲- نظر نظریه پردازان درباره ی "ایده"

همان‌طور که اسمیت در مقاله‌اش عنوان می‌کند، این کلمه از واژه یونانی (eidos) مشتق شده و به معنای شکل یا تصویر است. در فلسفه یونان باستان، مانند زمان‌های پلاتو، ایده‌ها به‌عنوان مدل‌های ابدی و جهانی از واقعیت مورد بررسی قرار می‌گرفتند.

در هنر و طراحی، ایده‌ها به‌عنوان تصویری یا مفهومی از آنچه که هنرمند یا طراح می‌خواهد ارائه دهد، شناخته می‌شوند. ایده‌ها می‌توانند به شکل مفهوم‌های خلاقانه، احساسات، یا تصاویر ذهنی در آثار هنری و طراحی ظاهر شوند.

در کل، ایده به‌عنوان یک مفهوم چندوجهی می‌تواند در زمینه‌های مختلف به کار رود، از جمله فلسفه، علم، هنر، و طراحی. این مفهوم می‌تواند نشان‌دهنده تصورات، مفاهیم، و تصویرهایی باشد که در ذهن انسان شکل می‌گیرد و می‌تواند به واقعیت‌های مختلفی اشاره کند (lechter, 2015).

## ایده‌های طراحی معماری

ایده‌های طراحی معماری، مفاهیم و تصوراتی است که در ذهن معمار یا طراح به وجود می‌آید و به‌عنوان پایه‌ها و اساس‌هایی برای ایجاد یک پروژه معماری یا طراحی خاص مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنا بر آنچه رضایی در مقاله خود با عنوان "مفهوم ایده در طراحی معماری: تحلیلی از دیدگاه‌های مختلف." عنوان می‌کند، این ایده‌ها می‌توانند شامل موارد زیر باشند:

<sup>2</sup> (smith, 2018)

<sup>۳</sup>: (رضایی، ۱۳۹۹)

- مفهوم معماری: این ایده مربوط به یک تصور یا مفهوم کلی از طراحی است که معمار در ذهن دارد، مانند ایجاد یک ساختمان با تأثیر زیست‌محیطی کمتر یا استفاده از فضاهای باز و طبیعت.

- شکل و ظاهر: این ایده‌ها مرتبط با شکل و ظاهر ساختمان و جزئیات آن هستند، مانند استفاده از جریان‌های هندسی خاص، مصالح معماری یا نورپردازی مناسب.

- تاب‌آوری و پایداری: ایده‌هایی که به منظور افزایش تاب‌آوری و پایداری ساختمان ارائه می‌شوند، مانند استفاده از مصالح معدنی محلی یا سیستم‌های تهویه طبیعی.

- تعامل با محیط: ایده‌هایی که بر اساس تعامل با محیط زیستی یا فضای اطراف ساختمان ایجاد می‌شوند، مانند ایجاد فضاهای باز با نور طبیعی یا سیستم‌های جمع‌آوری آب باران.

- کارکرد و کاربری: ایده‌هایی که به بهبود کارکرد و کاربری فضاها می‌پردازند، مانند ایجاد فضاهای چندمنظوره یا توجه به نیازهای ویژه کاربران.

ایده‌های طراحی معماری نه تنها نقش مرکزی در ایجاد یک طراحی منحصر به فرد و جذاب دارند، بلکه می‌توانند به تعاملات اجتماعی، فرهنگی و زیست‌محیطی ساختمان نیز تأثیرگذار باشند (Ieccter, 2015).

یکی از روش‌های رسیدن به ایده‌های اولیه طراحی، استفاده از هوش مصنوعی است، چرا که امکانات و قابلیت‌های آن می‌تواند فرایند طراحی را به شکل قابل توجهی تسهیل و بهبود بخشد. هوش مصنوعی با پردازش داده‌های بزرگ و تجزیه و تحلیل اطلاعات موقعیتی، می‌تواند به تشخیص الگوها و روندهای مکانیکی، اقلیمی و فضایی کمک کند. این اطلاعات قابلیت بهبود تصمیم‌گیری‌های مرتبط با مکان‌یابی، استفاده از فضاها، و انتخاب مصالح را دارد.

## هوش مصنوعی

هوش مصنوعی شاخه‌ای از علوم رایانه است که هدف اصلی آن تولید ماشین‌های هوشمندی است که توانایی انجام وظایفی که نیازمند به هوش انسانی است را داشته باشد. هوش مصنوعی در حقیقت نوعی شبیه‌سازی هوش انسانی برای کامپیوتر است و منظور از هوش مصنوعی در واقع ماشینی است که به گونه‌ای برنامه‌نویسی شده که همانند انسان فکر کند و توانایی تقلید از رفتار انسان را داشته باشد. این تعریف می‌تواند به تمامی ماشین‌هایی اطلاق شود که به گونه‌ای همانند ذهن انسان عمل می‌کنند و می‌توانند کارهایی مانند حل مسئله و یادگیری داشته باشند.

ریموند کرزویل<sup>۵</sup> با نظریه "شرح متقارن" معتقد است که هوش مصنوعی در آینده‌ای نه‌چندان دور به یک نقطه بحرانی می‌رسد و قدرتی برابر با هوش انسانی پیدا می‌کند. استیون هاوکینگ<sup>۶</sup> نیز هشدار داده است که هوش مصنوعی می‌تواند برای انسان‌ها خطراتی ایجاد کند و نیاز به راه‌حل‌های اخلاقی و قانونی دارد. او با کتاب "هوش مصنوعی: سومین موج" به توسعه

<sup>۴</sup>: Artificial intelligence

<sup>۵</sup>: Ray kurzweil

<sup>۶</sup>: The Singularity

<sup>۷</sup>: Stephen William Hawking

هوش مصنوعی بر اساس اصول اخلاقی و امنیتی تأکید دارد. این نظرات و دیدگاه‌ها، در تعامل با یکدیگر، تصویر کامل‌تری از چالش‌ها و فرصت‌های پیشروی هوش مصنوعی ارائه می‌دهند.

هوش مصنوعی، یک حوزه از علوم کامپیوتر است که هدف اصلی آن تولید ماشین‌های هوشمند با قابلیت انجام وظایفی است که نیازمند به هوش انسانی هستند. در واقع، هوش مصنوعی یک شبیه‌سازی از هوش انسانی برای کامپیوتر است و به ماشینی اشاره دارد که به گونه‌ای برنامه‌ریزی شده است تا به طور مشابه با انسان فکر کند و توانایی تقلید از رفتار و حتی احساسات انسان را داشته باشد (Jiang, 2017).

هوش مصنوعی به تلاش‌های متمرکز برای توسعه سیستم‌های کامپیوتری اطلاق می‌شود که می‌توانند رفتارهای انسانی را شبیه‌سازی کنند. این سیستم‌ها شامل سخت‌افزار و نرم‌افزارهایی هستند که توانایی درک زبان طبیعی و انجام وظایف انسانی را با دقت و کارایی مشابه انسان دارند. به عنوان مثال، ربات‌هایی که می‌توانند در تخصص‌های مختلف با انسان رقابت کنند و تصمیم‌گیری‌های پیچیده‌ای را انجام دهند، نمونه‌هایی از کاربردهای هوش مصنوعی هستند. این سیستم‌ها بر اساس اصول و روش‌های مشابه با استدلال‌های انسانی ساخته شده‌اند. برخلاف سیستم‌های هوش مصنوعی که بدون آموزش هیچ دانش اولیه‌ای ندارند و پس از آموزش نیز قادر به تولید ایده‌های خلاقانه یا راه‌حل‌های نوآورانه نیستند، این سیستم‌ها بیشتر به منظور تقویت و تسهیل توانایی‌های متخصصان طراحی شده‌اند و هرگز نمی‌توانند جایگزین انسان‌ها شوند (Cudzik, 2018).

توسعه هوش مصنوعی در چند مرحله اتفاق افتاده است. مرحله اول در دهه ۱۹۵۰ با ابداع واژه "هوش مصنوعی" توسط جان مک‌کارتی<sup>۸</sup> و ماروین مینسکی<sup>۹</sup> آغاز شد. در این دهه، هوش مصنوعی به عنوان یک حوزه دانشگاهی شکل گرفت و تاکنون بیش از نیم قرن است که در حال توسعه و پیشرفت می‌باشد. مرحله دوم، در دهه ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ با ظهور تحقیقات جدید در حوزه هوش مصنوعی بود. مرحله سوم در دهه ۱۹۸۰ با پیشرفت بسیار زیاد هوش مصنوعی به دلیل توسعه نسل پنجم کامپیوترها رخ داد. مرحله چهارم در دهه ۱۹۹۰ بود که تحقیقات جدیدی در زمینه هوش مصنوعی مرتبط با توسعه فناوری شبکه، به ویژه در فناوری بین‌المللی اینترنت، انجام شد (Smith, 2018).

در دهه‌های اخیر، هوش مصنوعی به یکی از مؤثرترین فناوری‌ها در جهان تبدیل شده است. در دهه ۲۰۱۰، با ظهور یادگیری عمیق، پیشرفت‌های چشمگیری در تشخیص تصویر و پردازش زبان طبیعی شکل گرفت. این رشد حجم داده‌ها وارد عرصه‌های پردازش داده‌های بزرگ و ابری شد، و تکنولوژی‌های هوش مصنوعی واقع‌بینانه و تفسیری نیز پیشرفت کردند. همکاری بین انسان و هوش مصنوعی در زندگی روزمره رشد کرده و هوش مصنوعی اکنون یک فناوری عمومی و گسترده می‌باشد.

### کاربرد هوش مصنوعی در معماری

هوش مصنوعی اغلب اوقات در پروژه‌های معماری استفاده می‌شود که این استفاده می‌تواند بین بازه کار خسته‌کننده با یک ماشین حساب تا تحلیل با نرم‌افزار مدل‌سازی اطلاعات ساختمان متغیر باشد.

<sup>8</sup> : John McCarthy

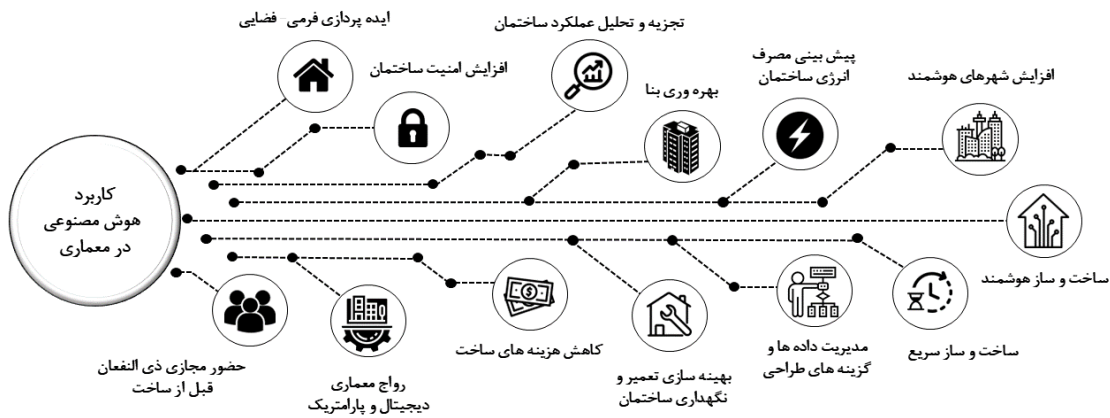
<sup>9</sup> : Marvin Lee Minsky

یکی از استفاده‌هایی که این روزها بسیار متداول شده است، استفاده از موتورهای بازی که توسعه‌دهندگان بازی از آن‌ها استفاده می‌کنند، است. به دلیل اینکه این موتورها همگی شکلی از هوش مصنوعی را در خود دارند، می‌توان محاسبات سخت و پیچیده را به آن‌ها سپرد.

باتوجه به این که معماران در حال یادگیری برنامه‌نویسی هستند، نرم‌افزارهایی به وجود آمده است که مختص به نیازهای معماران باشد. در حال حاضر برنامه‌های زیادی وجود دارد که می‌تواند بهترین طرح فضاها را بسته به نیازها و داده‌های ورودی ایجاد کنند. این بدین معنی است که مجموعه‌های ساختمانی می‌توانند مستقیماً توسط هوش مصنوعی سازمان یابند و کافی است که معماران چند نکته تکمیلی را به آن‌ها بیفزایند.

با استفاده از هوش مصنوعی می‌توان فعالیت‌های تحلیل و کنترل برنامه زمان‌بندی، بودجه و صورت‌حساب، فناوری چاپ سه‌بعدی، صورت‌حساب، برآورد و آنالیز عملکرد، فن ساخت زیر بنا، معماری پارامتریک، ساخت‌وساز و برنامه‌ریزی و شهرهای هوشمند را با سرعت و دقت بیشتر و زمان و هزینه کمتر انجام داد (نجاتی و همکاران، ۱۴۰۰) فرانک گری به عنوان پیشرو در استفاده از فن کامپیوتری توانست با بهره گرفتن از قابلیت‌های نرم افزارهای کتیا، کم، کد توانست مسائل هندسی دشوار را حل کند. او کامل از فناوری‌های دیجیتال در همه مراحل طراحی ساختمان‌ها (از طراحی تا ساخت) استفاده می‌کند و نتایج آن‌ها بعد از چند دهه نشان می‌دهد که تکنولوژی جدید نه تنها منجر به ایجاد ساختمان‌هایی بدیع با فناوری بالا مانند موزه گوگنهایم بیلپائو می‌شود، بلکه به پدید آمدن مشاغل جدیدی نیز منجر شده است (مرادی، ۱۳۹۹).

هوش مصنوعی در بیشتر حوزه‌های معماری به صورت مستقل نفوذ کرده است و در برخی دستاوردهای قابل قبولی داشته است. از عمده‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در معماری می‌توان به موارد بیان شده در شکل ۳ اشاره کرد.



شکل ۳- کاربردهای هوش مصنوعی در معماری

به‌عنوان یک نوآوری، هوش مصنوعی سیستمی کامپیوتری است که می‌تواند وظایفی که معمولاً به هوش انسانی نیاز دارند، مانند درک بصری، تشخیص گفتار، تصمیم‌گیری و ترجمه بین زبان‌ها را انجام دهد. هوش مصنوعی با استفاده از هزاران داده به این تصمیم‌ها می‌رسد و اینجاست که هوش مصنوعی می‌تواند در معماری بدرخشد. معماران در حال حاضر از

اطلاعات قدیمی ساخت‌وساز در طراحی ساختمان برای مقابله با پروژه‌های جدید استفاده می‌کنند، با این حال، برای اکثر طراحان و برنامه‌ریزان در صنعت، این فرایند هنوز در عصر تاریک است. توانایی استفاده از هزاران داده قبلی در یک میلی‌ثانیه برای بهبود فرایند طراحی معماری می‌تواند معجزه کند.

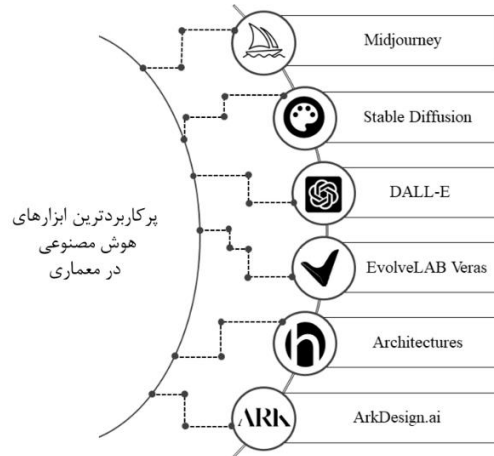
## ابزار هوش مصنوعی برای طراحی معماری

ابزارهای هوش مصنوعی می‌توانند با پردازش و تحلیل داده‌های بزرگ، اطلاعات مفید و دقیقی را استخراج کنند. این داده‌ها می‌توانند شامل اطلاعات جغرافیایی، شرایط اقلیمی، نیازهای کاربری و سایر عوامل مرتبط با فرایند طراحی باشد. با استفاده از این اطلاعات، طراحان قادر به ایجاد مدل‌های شبیه‌سازی دقیق و تحلیل‌های پیش‌بینی شده برای بهبود و بهینه‌سازی فرایند طراحی شوند.

امروزه، فناوری‌های نوین به طور چشمگیری نحوه طراحی و ساخت بناها را تغییر داده‌اند. ابزارهای معماری مبتنی بر هوش مصنوعی یکی از پیشرفته‌ترین این فناوری‌ها هستند که به طراحان و معماران این امکان را می‌دهند که با دقت و کارایی بی‌سابقه‌ای به خلق و بهینه‌سازی فضاها بپردازند. این ابزارها با استفاده از الگوریتم‌های پیچیده و توانایی پردازش داده‌های بزرگ، می‌توانند اطلاعات حیاتی را از منابع مختلف استخراج کرده و به تحلیل‌های دقیقی دست یابند که پیش از این امکان‌پذیر نبود. به این ترتیب، ابزارهای معماری نه تنها به بهبود فرآیندهای طراحی و ساخت کمک می‌کنند، بلکه افق‌های جدیدی را در خلق بناهای نوآورانه و کارآمد پیش روی معماران قرار می‌دهند (Bhatt, 2016).

ابزارهای مدل‌سازی معماری در تاریخچه طراحی ساختمانی نقش بسیار مهمی را ایفا کرده‌اند. این ابزارها با ظهور نرم‌افزارهای طراحی کامپیوتری در اوایل قرن بیستم، ابتدا به وجود آمدند و به معماران اجازه دادند تا به نقشه‌ها و مدل‌های دقیق‌تری از ساختمان‌ها دست یابند. با پیشرفت فناوری، این ابزارها توانستند به مدل‌سازی سه‌بعدی، شبیه‌سازی نور و انرژی، و تجزیه و تحلیل ساختاری نیز بپردازند، که به بهبود دقت و کارایی در فرآیندهای طراحی و مهندسی کمک کرد. با ظهور فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان؛ این ابزارها به یک سطح جدید از انعطاف‌پذیری و کارایی رسیدند. این ابزار امکان مدیریت یکپارچه اطلاعات پروژه‌های ساختمانی را فراهم آورده و بهینه‌سازی فرآیندهای طراحی، ساخت و نگهداری ساختمان‌ها را تسهیل کرده است. این فناوری به معماران و مهندسان این امکان را می‌دهد تا با استفاده از یک مدل دیجیتال یکپارچه، تأثیرات مختلفی را بر روی پروژه‌های خود پیش‌بینی و بهینه‌سازی کنند، که امروزه جزء اساسی و بی‌جایگاه از فرآیندهای طراحی و ساختمانی به شمار می‌آیند (Castro, 2021).

اما در سال‌های اخیر، ابزارهایی مبتنی بر هوش مصنوعی پیشرفته وارد حوزه معماری شده‌اند. این ابزارها از الگوریتم‌های پیچیده مبتنی بر یادگیری عمیق و شبکه‌های عصبی بهره می‌برند. با تحلیل داده‌های حجیم، این الگوریتم‌ها الگوهای مهم را شناسایی کرده و پیشنهادهایی برای طراحی معماری ارائه می‌دهند. این به معماران امکان می‌دهد که تنها با تایپ متن، ایده‌های ابتدایی طراحی را به دست آورند و با استفاده از این ابزارها، طراحی‌های خلاقانه و نوآورانه را در کوتاه‌ترین زمان ممکن ایجاد کنند. در شکل ۴ تعدادی از این ابزار معرفی می‌شوند.

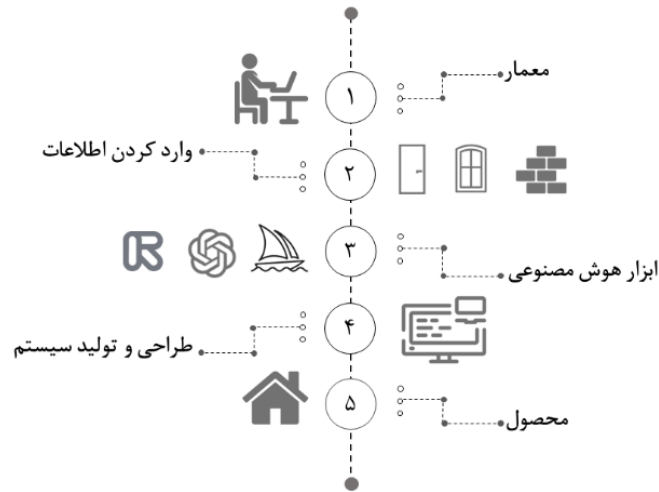


شکل ۴- پرکاربردترین ابزارهای هوش مصنوعی در معماری

استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی در طراحی معماری نه تنها می‌تواند به بهبود و بهینه‌سازی فرایند طراحی کمک کند، بلکه با ایجاد امکانات و قابلیت‌های جدید، طراحان را در رسیدن به نتایجی خلاقانه و کارا یاری می‌کند. این فناوری، با ارائه راهکارها و ابزارهای مناسب، به یکی از ابزارهای کلیدی و حیاتی در دنیای معماری مدرن تبدیل شده است. به کمک این ابزار می‌توان در تحلیل و بهینه‌سازی فضاهای ساختمانی عملکرد، مدل‌سازی ساختمان‌ها را سریع‌تر و با دقت بالاتر انجام داد، تغییرات آینده و نیازهای طراحی را پیش‌بینی کرد، فرایندهای طراحی و ساخت را بهینه‌سازی کرد، و گزینه‌های طراحی هوشمند و بهینه‌تری را ارائه داد. این امکانات باعث می‌شود که معماران با استفاده از تحلیل‌ها و الگوریتم‌های هوش مصنوعی، طراحی‌های خود را با دقت بیشتری انجام دهند و به نیازها و محدودیت‌های موجود در طراحی پاسخ مناسبی دهند.

با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی، هوش مصنوعی می‌تواند مدل‌های پیش‌بینی و شبیه‌سازی ایجاد کند. این مدل‌ها می‌توانند تغییرات مختلف در طراحی را مدل‌سازی کرده و تأثیرات آنها را بر نتایج نهایی پروژه تحلیل کنند. همچنین این ابزار می‌تواند در فرایند خلاقیت و ابتکار معماری نقش داشته باشد. با تحلیل و تطبیق اطلاعات از منابع مختلف، هوش مصنوعی می‌تواند ایده‌های نوآورانه و منحصر به فرد را پیشنهاد دهد یا توسعه دهد.

به‌طور کلی، هوش مصنوعی با ترکیب پردازش داده، یادگیری ماشین، و تجزیه و تحلیل قابلیت‌ها، فرایند طراحی را از مراحل اولیه تا اجرای نهایی، بهینه‌تر و کارآمدتر می‌کند و امکان رسیدن به طراحی‌های موفق‌تر و کیفیت بالاتر را فراهم می‌آورد. معمار با داشتن اطلاعات لازم از طراحی خود می‌تواند این اطلاعات را وارد ابزارهای هوش مصنوعی کرده و تنها با چند دستور ساده، به ایده اولیه محصول خود دست یابد. این عمل علاوه بر ساده شدن فرایند طراحی، در زمان و هزینه صرف جویی می‌کند. امید می‌رود که بتوان با استفاده از این ابزار به ایده‌های طراحی منحصر به فردی دست پیدا کرد. در شکل ۵ فرایند طراحی به کمک ابزار هوش مصنوعی توسط معمار و طراح مشاهده می‌شود.



شکل ۵- خلاصه‌ای از روند شکل‌گیری طراحی با ابزار هوش مصنوعی

در مقاله حاضر، چشم‌اندازی گسترده‌تر و نگاهی عمیق‌تر به دو مؤلفه مهم و مبتنی بر تکنولوژی در زمینه معماری، یعنی هوش مصنوعی و ایده، روشن می‌شود. این تحقیق باهدف بررسی تأثیر فناوری‌های هوش مصنوعی بر فرایند ایجاد و تکامل ایده‌های طراحی معماری، عمقی علمی و شیوا ارائه می‌دهد. نقش مهمی که هوش مصنوعی در دنیای معماری ایفا می‌کند، پیچیدگی فرایند طراحی را کاهش داده و امکان ایجاد ایده‌های نوآورانه و خلاقانه را در زمانی کوتاه‌تر فراهم می‌سازد. با استفاده از الگوریتم‌ها و فنون یادگیری ماشین، طراحان می‌توانند از ایده‌های اولیه متنوعی بهره ببرند و با دقت ویژه آن‌ها را به نتایجی بی‌نظیر و پرافتخار برسانند.

در نتیجه، این پژوهش سعی دارد تا با بررسی مولفه‌های اصلی و جدید، نقش چشمگیری که هوش مصنوعی در شکل‌گیری ایده‌های طراحی معماری دارد، را به دقت و وسواس بیشتری مورد بررسی قرار دهد و پیامدهای عمیق و گسترده‌ای که این نوآوری‌ها بر صنعت معماری می‌تواند داشته باشد، را به صورت جامع مورد بررسی قرار دهد.

### بحث

در دنیای پرتنوع و پویای طراحی، هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از پیشروهای فناوری، نقش بسیار مهمی در ارتقای فرایند خلاقیت و شکل‌دهی به ایده‌های طراحی ایفا می‌کند. از ابزارهای تحلیل داده گرفته تا سیستم‌های هوش مصنوعی مبتنی بر الگوریتم‌های یادگیری ماشین، هوش مصنوعی در هر زمینه از طراحی به‌عنوان یک شریک قدرتمند برای طراحان عمل می‌کند.

معماران از دیرباز به دنبال راه‌هایی برای بهبود فرایند خلاقیت و طراحی خود بوده‌اند. از زمان‌های اولیه تاریخ، این هنرمندان و مهندسان به دنبال روش‌هایی برای بهبود کار خود می‌گشتند و از منابع مختلفی برای الهام بخشیدن به طرح‌ها و ایده‌هایشان بهره می‌بردند. اما با پیشرفت فناوری، معماران دسترسی به ابزارها و منابعی دیگر نیز پیدا کرده‌اند. امروزه، با ظهور هوش مصنوعی و فناوری‌های مرتبط، معماران می‌توانند از سایت‌ها و ابزارهای آنلاین برای شکل‌دهی به ایده‌های اولیه و ارتقای فرایند طراحی خود استفاده کنند.



این ابزارها به معماران کمک می‌کنند تا از تحلیل داده‌ها و الگوریتم‌های پیشرفته استفاده کنند تا ایده‌ها و طراحی‌های بهتری را به وجود آورند. آن‌ها می‌توانند طراحی‌های خود را بهبود دهند، پارامترهای مختلف طراحی را ارزیابی کنند و به شکل‌دهی بهتری بپردازند. همچنین، این ابزارها به معماران کمک می‌کنند تا در فرایند تصمیم‌گیری و انتخاب بهترین گزینه برای پروژه‌های خود، از داده‌های زیاد و تحلیل‌های دقیق بهره‌برداری کنند. این امکانات جدید به معماران کمک می‌کند تا طراحی‌هایی با کیفیت و بهینه‌تر را به وجود آورند که باعث بهبود عملکرد، کارایی و زیبایی پروژه‌هایشان می‌شود.

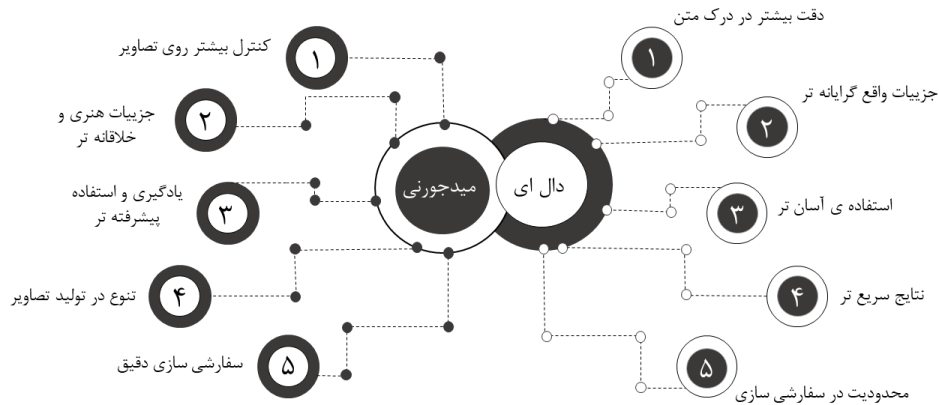
امروزه معماران در حال یادگیری این ابزار جهت دستیابی بهتر به فرم‌ها و ایده‌های خود هستند. ایده‌هایی که شاید در حالت عادی نیاز به تخصص خاص برای مدل‌سازی آن‌ها دارد یا در شرایطی که معمار برای طراحی اولیه خود ایده‌ای نداشته و صرفاً یک سری اطلاعات از پروژه‌اش در اختیار دارد، این ابزار به کمک آن‌ها می‌آیند. شرکت‌ها و کاربران زیادی از این ابزار استفاده می‌کنند که یکی از حرفه‌ای‌ترین آن‌ها استودیو تیمفو است که در شکل ۶ نمونه‌ای از طرح‌های آن که توسط میدجورنی مدل‌سازی شده قابل مشاهده است.



شکل ۶- نمونه طراحی معماری با هوش مصنوعی توسط استودیو تیمفو

علاوه بر تیمفو، معماران بسیاری در حال تحقیق بر روش‌های یادگیری و استفاده از ابزار هوش مصنوعی در طراحی‌های خود هستند. یکی از شناخته‌ترین آن‌ها، پاتریک شوماخر<sup>۱</sup> معمار و نظریه‌پرداز آلمانی است که مدیرعامل و شریک دفتر معمار معروف، زاها حدید شناخته می‌شود. او به شدت علاقه‌مند به فناوری‌های پیشرفته در طراحی و ساختارهای معماری است. شوماخر در یکی از مصاحبه‌های خود به بررسی دو ابزار مهم هوش مصنوعی، یعنی دال‌ای و میدجورنی، پرداخته که بازتاب‌دهنده درک عمیق او از نقاط ضعف و قوت هر یک از این ابزارهاست. در شکل ۷ به نظرات مهم او در این باره پرداخته شده است. این مقایسه نشان می‌دهد که هر ابزار بسته به نیاز و نوع پروژه، قابلیت‌های خاص و منحصر به فرد خود را دارند و انتخاب بین آن‌ها به نیاز و نوع نگاه طراح بستگی دارد.

1 :Studio TimFu 1  
1 :Midjourney 2  
1 : Patrik Schumacher 3



شکل ۷- مقایسه‌ی دو ابزار مهم هوش مصنوعی توسط شوماخر

یکی از کمک‌های کلیدی هوش مصنوعی در معماری، توانایی آن در بهینه‌سازی فرایندهای طراحی است. از طریق استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته و یادگیری ماشین، سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند حجم وسیعی از داده‌ها را تجزیه و تحلیل کنند و گزینه‌های طراحی را ایجاد کنند. این امر معماران را قادر می‌سازد تا طیف گسترده‌ای از امکانات را کشف کنند، عواملی مانند آرایش فضایی، بهره‌وری انرژی، یکپارچگی سازه و جذابیت زیبایی‌شناختی را بهینه‌سازی کنند.

پایداری یک نگرانی مبرم در معماری است و هوش مصنوعی نقش مهمی در ایجاد شیوه‌های طراحی پایدار بازی می‌کند. هوش مصنوعی می‌تواند عملکرد ساختمان از جمله مصرف انرژی، آسایش حرارتی و نور روز را برای بهینه‌سازی ویژگی‌های پایداری تجزیه و تحلیل و شبیه‌سازی کند. با ارزیابی تکرارهای مختلف طراحی و در نظر گرفتن عواملی مانند جهت‌گیری خورشیدی، عایق کاری و تهویه طبیعی، هوش مصنوعی می‌تواند به معماران کمک کند تا ساختمان‌های سازگار با محیط‌زیست و انرژی کارآمد را ایجاد کنند.




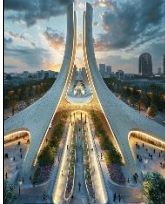




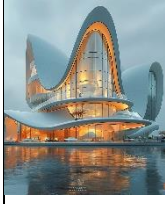






معماری هوش مصنوعی فقط بهینه‌سازی فرایندهای طراحی نیست. همچنین توانایی‌های خلاقانه معماران را افزایش می‌دهد. با استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی، معماران می‌توانند امکانات طراحی جدید را کشف کنند، از محدودیت‌های سنتی رهایی یابند و مرزهای خلاقیت را پشت سر بگذارند. هوش مصنوعی می‌تواند هندسه‌های پیچیده ایجاد کند، مواد غیرمعارف را کشف کند، و تحقق ایده‌های رؤیایی را که قبلاً برای دستیابی به آن‌ها چالش‌برانگیز بود، تسهیل کند. به‌طور کلی همکاری هوش مصنوعی با معماران می‌تواند از خلاقیت محاسباتی فراوانی بهره‌برند، کارنامه طراحی خود را گسترش دهند و راه‌حل‌های معماری واقعاً منحصربه‌فرد و نوآورانه ارائه دهند.

### تحلیل

در دنیای معماری، همواره خلاقیت و نوآوری نقش اساسی در شکل‌گیری ساختمان‌های برجسته ایفا کرده‌اند. معماران با ترکیب هنر و علم، سازه‌هایی خلق کرده‌اند که نه تنها به نیازهای عملکردی پاسخ می‌دهند، بلکه از نظر زیبایی‌شناسی نیز برجسته و منحصربه‌فرد هستند. اما تصور کنید اگر ابزارهای هوش مصنوعی در زمان طراحی ساختمان‌های گذشته در دسترس بودند، چه تأثیری می‌توانستند بر خلاقیت و نوآوری در این زمینه داشته باشند. هوش مصنوعی با بهره‌گیری از تحلیل داده‌های بزرگ و الگوریتم‌های یادگیری ماشین، به معماران این امکان را می‌داد که الگوهای جدید و پیچیده‌ای برای طراحی ساختمان‌ها کشف کنند و به دنبال راهکارهای نوآورانه جهت بهبود کیفیت و کارایی سازه‌ها باشند.

ابزارهای هوش مصنوعی می‌توانند به طراحان کمک کنند تا به طرح‌هایی دست یابند که در شرایط عادی قابل‌دستیابی نبوده و باعث ایجاد ساختمان‌های بی‌نظیر و منحصر به فرد شوند. این فناوری می‌تواند پیچیدگی‌ها و چالش‌های طراحی را به فرصت‌های جدیدی برای نوآوری تبدیل کند. به عنوان مثال، با استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته، معماران می‌توانند به تحلیل دقیق‌تر نیازهای زیست‌محیطی و سازه‌ای بپردازند و ساختمان‌هایی را طراحی کنند که علاوه بر زیبایی، دارای کارایی بالا و سازگاری بیشتری با محیط‌زیست باشند. در جدول ۱، تعدادی از ساختمان‌های برجسته و نمادین تاریخ معماری که تحت نگاه و معماری زمان خود طراحی شده‌اند، با استفاده از ابزار هوش مصنوعی میدجورنی بازطراحی شده‌اند. این بازطراحی‌ها نشان‌دهنده پتانسیل و قابلیت‌های بی‌نظیر هوش مصنوعی در ارتقاء و تحول طراحی‌های معماری است. این ابزارها می‌توانند به معماران کمک کنند تا از مرزهای خلاقیت عبور کرده و ساختمان‌هایی را خلق کنند که نه تنها از نظر زیبایی‌شناسی برتر باشند، بلکه به لحاظ عملکردی و پایداری نیز در سطح بالاتری قرار گیرند.

جدول ۱- بازطراحی ساختمان‌ها با هوش مصنوعی میدجورنی توسط معماران معروف

ردیف	نام ساختمان	ساختمان اصلی	زها حدید	نورمن فاستر	رنزو پیانو	فرانک گهری
۱	برج ایفل - پاریس					
۲	برج آزادی - تهران					
۳	خانه اپرا - سیدنی					
۴	موزه گوگنهایم - نیویورک					

	معبد لوتوس - دهلی نو	۵
--	----------------------------	---

همان‌طور که در جدول ۱ نمایان است، اگر در زمان طراحی این ساختمان‌ها، ابزارهای هوش مصنوعی در اختیار معماران برجسته‌ای همچون زها حدید و نورمن فاستر قرار داشت، آنان قادر بودند به فرم‌های جذاب‌تر و متفاوت‌تری به عنوان ایده‌های اولیه دست یابند و خلاقیت بی‌نظیر خود را در طراحی به اوج برسانند. افزون بر جنبه‌های ظاهری ساختمان‌های موجود در جدول ۱، بهره‌گیری از ابزارهای هوش مصنوعی در طراحی این سازه‌ها می‌توانست به بهبود عملکرد و کارایی آن‌ها نیز منجر شود. این ابزارها با امکاناتی نظیر بهینه‌سازی استفاده از فضا، ارتقای عایق‌های حرارتی و بهبود تهویه و نورپردازی، می‌توانستند ساختمان‌هایی پدید آورند که نه تنها از حیث زیبایی‌شناسی، بلکه از نظر کارایی و پایداری نیز در سطحی بسیار بالاتر قرار گیرند.

در واقع، تعامل و هم‌آوایی میان معماران و ابزارهای هوش مصنوعی می‌تواند به خلق دستاوردهای بی‌نظیری در عرصه طراحی و ساخت بناها تبدیل شده و گامی مؤثر در جهت بهبود کیفیت زندگی افراد بردارد. این هم‌افزایی میان هنر و فناوری، راه را برای ابداعات جدید و شاهکارهای معماری هموار می‌سازد. به‌طوری‌که هر بنا نه تنها نمادی از خلاقیت و نوآوری، بلکه الگویی از کارایی و پایداری باشد.

### نتیجه‌گیری

معماری هوش مصنوعی نشان‌دهنده یک تغییر پارادایم چشمگیر در زمینه طراحی است که فرصت‌های بی‌سابقه‌ای را برای نوآوری، پایداری و کارایی به معماران ارائه می‌دهد. با استفاده از قدرت بی‌نظیر هوش مصنوعی، معماران می‌توانند فرایندهای طراحی را بهینه کنند، ساختمان‌های پایدار و دوستدار محیط‌زیست ایجاد کنند، قلمروهای جدیدی از خلاقیت را بازگشایی کنند و عملیات ساخت‌وساز را به شیوه‌ای کارآمدتر و مؤثرتر بهبود بخشند.

هوش مصنوعی با قابلیت تحلیل داده‌های بزرگ و الگوریتم‌های پیشرفته، امکان بررسی و تحلیل دقیق‌تر نیازهای سازه‌ای و زیست‌محیطی را فراهم می‌کند، به‌طوری‌که معماران می‌توانند ساختمان‌هایی را طراحی کنند که هم از نظر زیبایی‌شناسی و هم از نظر کارایی در سطح بالاتری قرار داشته باشند. این فناوری می‌تواند به بهینه‌سازی استفاده از فضا، ارتقای عایق‌های حرارتی، بهبود تهویه و نورپردازی کمک کند و در نهایت منجر به خلق سازه‌هایی شود که علاوه بر زیبایی و جذابیت بصری، دارای کارایی و پایداری بیشتری نیز باشند.

با این حال، همان‌طور که انسان‌ها به استقبال از این تحول تکنولوژیک می‌روند، مهم است که به معماری هوش مصنوعی با ملاحظات اخلاقی نزدیک شده و اطمینان حاصل کرد که خلاقیت و ارزش‌های انسانی در خط مقدم باقی می‌مانند. باید به این نکته توجه داشت که فناوری نباید جایگزین خلاقیت انسانی شود، بلکه باید به‌عنوان ابزاری در خدمت افزایش این خلاقیت و بهبود فرایندهای طراحی به کار گرفته شود. مسئولیت معماران است که به‌گونه‌ای از هوش مصنوعی استفاده کنند که اصول اخلاقی و ارزش‌های انسانی را حفظ و تقویت کند.

همان‌طور که هوش مصنوعی به تکامل خود ادامه می‌دهد، زمان هیجان‌انگیزی برای معماران فرارسیده است تا امکانات بی‌پایانی را که در شکل‌دهی آینده طراحی پیشرو دارند، کشف کنند. این دوره نه تنها فرصتی برای نوآوری و خلاقیت بیشتر است، بلکه فرصتی برای بازنگری در شیوه‌های طراحی و ساخت است، به گونه‌ای که بتواند به بهبود کیفیت زندگی افراد و حفظ منابع طبیعی و محیط‌زیست منجر شود. به‌طور کلی، معماران با بهره‌گیری از توانمندی‌های هوش مصنوعی می‌توانند به طراحی‌های هوشمندتر، پایدارتر و انسانی‌تر دست یابند و آینده‌ای روشن‌تر و بهتر برای همگان رقم بزنند.

## ۶- منابع

- احمدی، س. (۱۳۹۸). استفاده از هوش مصنوعی در فرایند طراحی معماری: مزایا و چالش‌ها. فصلنامه علمی- پژوهشی معماری و فضای شهری، ۱۳
- اریس، آناهیتا، مهدوی‌نژاد، محمدجواد. دانشجو، خسرو (۱۴۰۰)، نقش رایانه‌ها در تفکر طراحی (نگاهی به هوش مصنوعی در طراحی معماری)، کنفرانس ملی معماری، عمران و شهرسازی، ۴-۱
- رضایی، م. (۱۳۹۹). مفهوم ایده در طراحی معماری: تحلیلی از دیدگاه‌های مختلف. مجله علمی-پژوهشی معماری و شهرسازی، ۱۶
- اکبریان، محمدرضا. طالبی، هدیه. (۱۴۰۲)، بررسی کاربرد هوش مصنوعی در معماری، نهمین همایش ملی مطالعات و تحقیقات نوین در حوزه علوم جغرافیا، معماری و شهرسازی ایران، ۲.
- مرادی، م. (۱۳۹۹). "استفاده از هوش مصنوعی در طراحی معماری: رویکردهای جدید و کاربردها."، مجله علمی- پژوهشی معماری و شهرسازی، ۸.

- Ahmed, S. (۲۰۲۰). The Concept of Idea in Architectural Design: A Critical Review. Journal of Architectural Theory and Practice, 23
- As, I., Pal, S., Basu, P., (2018). Artificial intelligence in architecture: Generating conceptual design via deep learning, International Journal of Architectural Computing, 4
- Bhatt, M (2016). Artificial Intelligence for Predictive and Evidence Based Architecture Design. In Proceedings of the Thirtieth AAAI Conference on Artificial Intelligence, 7
- Castro, Pena. Garballal, Adrian. Rodríguez-Fern, Nereida. Santos, Iria. Romero, Juan. (2021). Artificial intelligence applied to conceptual design. A review of its use in architecture. Automation in Construction, 2
- Cudzik, Jan., Radziszewski, Kacper. (2018). Artificial Intel ligenace Aided Architectural Design'. AI FOR DESIGN AND BUILT ENVIRONMENT, 12-14
- Jiang, N., & Wang, J. (2019). Architectural Design Ideation by Examining the Relationship between Visual Design Thinking and Design Sketching:



An Experimental Study of Two Types of Design Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1

- Lechter, A. F., & Choi, J.-H. (2015). The Role of Design Ideas in Architectural Design: A Cognitive Approach. *Journal of Architectural Engineering*, 13
- R.I. Pazos Pérez, Blurring the Boundaries Between Real and Artificial in Architecture and Urban Design Through the Use of Artificial Intelligence, PhD Thesis, Universidade da Coruña, 4
- Smith, J. (2018). Applications of Artificial Intelligence in Architectural Design Process. *Journal of Architectural Engineering*, 11
- Smith, J. (۲۰۲۱). Understanding the Role of Ideas in Architectural Design Process: A Comprehensive Analysis. *Journal of Architecture and Urban Planning*, 1-3
- Sonnenfeld, A., & Scott, P. (2019). *Rethinking Architecture: An Introduction to Contemporary Architectural Theory*. London: Laurence King Publishing, 14
- Zheng, H., & Huang, W. (2018). Architectural drawings recognition and generation through machine learning. Cambridge: MA, ACADIA, 2
- [www.timfu.com](http://www.timfu.com)

## Analyzing the interaction of artificial intelligence and the formation of architectural design ideas

### Abstract:

Negar Zargaran Khoozany <sup>1</sup>(corresponding author)

Leila Zare <sup>2</sup>

This article examines the very important and effective role of artificial intelligence in the process of forming design ideas in the field of architecture. In this review, the concept of idea, its importance in architectural design, and the applications of artificial intelligence in the evolution of the architectural design process are examined, and then some old and famous buildings designed by prominent architects with the help of artificial intelligence tools are examined. Design ideas refer to a set of principles, concepts and inspirations that help designers to create unique and attractive products, spaces and visual and user experiences. Another important issue is artificial intelligence, which is a branch of computer science that deals with the design and development of systems that are capable of performing human tasks. Artificial intelligence is undoubtedly one of the most dynamic and challenging fields of technology in today's world and will have a wide impact on the daily life and future of mankind. This study was conducted in a qualitative-analytical way and shows that artificial intelligence as a powerful tool is able to help architects to achieve more innovative and better design ideas. In the process of analyzing and proving this, artificial intelligence was asked to redesign landmark buildings according to the thoughts and theories of the world's great architects. The results of this redesign showed that the use of this tool helps architects' ideation, and it was concluded that through big data analysis, machine learning algorithms, and other advanced technologies, artificial intelligence can improve the design process and enable architects. to achieve more creative and high-quality solutions. This article not only deals with technological developments in the field of architecture, but also emphasizes the effective connection between artificial intelligence and architect's ideation.

**Keywords:** artificial intelligence, idea formation, architectural design

---

<sup>1</sup> PhD Researcher in Architecture, Faculty of Art and Architecture, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

<sup>2</sup> : Assistant Professor of Creative Economy Research Center of West tehran Branch, Islamic azad university, Tehran, Iran. (email: zare@wtiau.ac.ir)

## انطباق الگوریتم حرکتی سایبان هوشمند نمای ساختمان با الگوی رفتاری گیاه اگزالیس در راستای کنترل نور روز (نمونه موردی: شهر شیراز)

۱۴۰۲/۱۰/۱۲

تاریخ دریافت مقاله :

۱۴۰۲/۱۲/۲۹

تاریخ پذیرش مقاله :

زهرا یارمحمودی\*<sup>۱</sup> (نویسنده مسئول)طاهره نصر<sup>۲</sup>حامد مضطرزاده<sup>۳</sup>

### چکیده

**بیان مساله:** با گسترش تکنولوژی، مصرف انرژی به خصوص در بخش ساختمان افزایش یافته است. امروزه طراحی سایبان هوشمند نما یکی از راه‌حل‌های ارائه شده در این زمینه محسوب می‌شود. با این وجود، طراحی بهترین سیستم‌های مدیریتی مبتنی بر قوانین که به‌طور هم‌زمان قرار گرفتن در معرض نور خورشید، گرمای بیش از حد و مصرف انرژی را بتواند به حداقل برساند، همواره موضوعی چالش برانگیز برای طراحان به شمار می‌آید. **اهمیت و ضرورت پژوهش:** جهت طراحی سایبان هوشمند، نیاز است که در ابتدا یک الگوی حرکتی مناسب و پاسخگو به عملکرد انتخابی طراحی شود. با توجه به اینکه طبیعت همواره منبع الهام انسان بوده و در طول زمان به صورت پایدار به فعالیت خود ادامه داده است، از این رو، گیاهان به‌عنوان منبع الهام جهت طراحی سایبان هوشمند در پژوهش حاضر انتخاب شدند. گیاهان، مانند ساختمان با ریشه در جای خود ثابت هستند، اما نسبت به تغییرات محیط پیرامون خود واکنش نشان می‌دهند. بنابراین دارای عملکرد رفتاری مشابه نمای ساختمان می‌باشند. زیرا نمای ساختمان مانند پوست گیاهان باید از محیط داخلی در برابر تغییرات محیط پیرامون محافظت کند. همین امر اهمیت بررسی منبع الهام گیاهی جهت رسیدن به الگوی فرمی و حرکتی مطلوب را نشان می‌دهد. علاوه بر آن، شهر شیراز با اقلیم گرم و نیمه‌خشک به عنوان نمونه انتخاب شده، زیرا دارای تابستان‌های گرم با تابش شدید خورشید در جبهه‌ی جنوبی ساختمان است که ضرورت استفاده از سایبان نما را به همراه دارد. **هدف تحقیق:** هدف از انجام پژوهش حاضر، طراحی سایبان هوشمند نمای ساختمان با الهام از الگوی رفتاری گیاه اگزالیس در جهت کنترل ورود نور خورشید به فضای داخلی ساختمان و حفظ شدت روشنایی در اقلیم گرم و نیمه‌خشک شیراز است. **روش تحقیق:** روش پژوهش حاضر به دو بخش تقسیم شده که بخش نظری با ماهیت کیفی، توصیفی-تحلیلی و بخش کمی، مدل‌سازی-شبیه‌سازی و از نرم‌افزار راینو ۶ و پلاگین گرس‌هاپر جهت مدل‌سازی سایبان و از افزونه‌ی لیدی‌باگ و هانی‌بی جهت تحلیل انرژی تابشی، میزان ورود نور روز و شدت روشنایی استفاده شده است. **نتیجه‌گیری:** نتایج حاصله حاکی از آن است که حرکت سایبان هوشمند در اقلیم شیراز متناسب با مسیر حرکت خورشید می‌تواند در حالت سایبان با پنل‌های بسته باعث کاهش ۳۰٪ انرژی تابشی جذب شده توسط سطح شفاف نما، میزان ورود نور روز به فضای داخلی و شدت روشنایی شود و این در حالی است که میزان کاهش برای سایبان با پنل‌های نیمه‌باز و باز به ترتیب شامل: ۵۰٪ و ۸۰٪ می‌باشد. همچنین شدت روشنایی در تمام حالت‌های سایبان در محدوده‌ی استاندارد قرار دارد. این نشان دهنده‌ی عملکرد مطلوب سایبان هوشمند نمای ساختمان متناسب با اقلیم شیراز است. در نهایت پیشنهاداتی جهت طراحی کاربردی‌تر سایبان نما ارائه شده که شامل: طراحی سایبان به صورت مدولار، گسترش پذیر، سازگار با محیط پیرامون و طراحی به روش دیجیتال جهت تولید دقیق‌تر محصول است.

**کلمات کلیدی:** سایبان هوشمند، انرژی تابشی، نور روز، شدت روشنایی، گیاه اگزالیس، شیراز.

۱. دانشجوی دکتری معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد شیراز. (پست الکترونیک: arc.mostofi@gmail.com)

۲. دانشیار، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد شیراز.

۳. استادیار، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد شیراز.

این مقاله برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول با عنوان «انطباق الگوریتم حرکتی گیاهان در راستای هوشمندسازی اقلیمی نمای ساختمان» به راهنمایی نگارنده دوم و مشاوره نگارنده سوم در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز است.



## ۱- مقدمه

باتوجه به اینکه امروزه، بیشتر نمای ساختمان‌ها به صورت شفاف طراحی می‌شود، بنابراین ساختمان با مشکل ورود بیش از حد نور روز به فضای داخلی و افزایش دما، خیرگی، روشنایی و کاهش آسایش حرارتی روبه‌رو می‌شود [1] و [2]. به ویژه در مناطقی با اقلیم گرم و خشک ایران که باعث افزایش گرمای فضای داخل و افزایش قابل توجه بار سرمایش ساختمان می‌شود [3] و [4]. نور روز یک فاکتور اساسی جهت توسعه‌ی سازه‌های انرژی کارآمد است [5] و [6] و مزایای قابل توجهی از نظر مصرف انرژی ارائه می‌دهد [7] و [8]، به عنوان مثال، راحتی بصری سرنشینان را بهبود می‌بخشد و بهره‌وری را افزایش می‌دهد [9] و [10]. با توجه به اینکه در طبیعت همواره همه چیز در حال تغییر، تحول و حرکت هست و بیشتر مکانیسم‌های باز و بسته شونده و حرکتی در طبیعت (گیاهان، حیوانات، انسان‌ها) وجود دارد [11]، به همین دلیل در پژوهش حاضر مدل‌سازی سایبان هوشمند جهت کاهش ورود نور روز به فضای داخلی ساختمان در اقلیم گرم و نیمه خشک (شیراز) به عنوان هدف کلان انتخاب شده است. علاوه بر آن، با در نظر گرفتن رفتار مشابه گیاهان با ساختمان که توسط ریشه در جای خود ثابت هستند و نسبت به تغییرات محیط پیرامون خود انعطاف‌پذیر می‌باشند، بنابراین، الگوی حرکتی گیاه اگزالیس به عنوان منبع الهام الگوریتم حرکتی سایبان هوشمند نمای ساختمان در اقلیم شیراز مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه تصویر ۱، نشان دهنده‌ی ساختار پژوهش حاضر است.



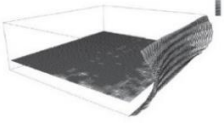

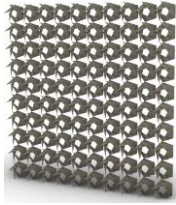



تصویر ۱: ساختار پژوهش

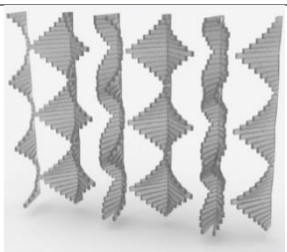

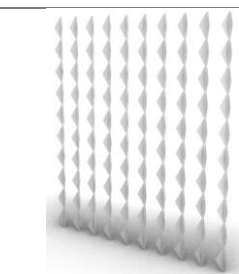
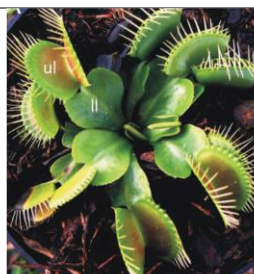
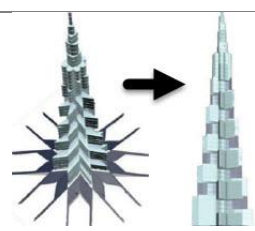

## پیشینه‌ی پژوهش

تاکنون گیاهان خاص زیادی با رفتار حرکتی باز و بسته شونده به عنوان منبع الهام آثار معماری از نظر فرم، هندسه و عملکرد مورد مطالعه قرار گرفته‌اند؛ به عنوان مثال ذکری و همکاران در سال ۱۳۹۹ در پژوهشی از الگوی برگ گیاه فیلوتاکسی<sup>۱</sup> جهت طراحی ساختمان اداری بلندمرتبه در راستای افزایش بهره‌مندی فضاهای داخلی از نور طبیعی، الهام گرفتند. یارمحمودی و همکاران در سال ۱۴۰۲ به بررسی الگوی حرکتی پنبه مرحله‌ای گل زنبق<sup>۲</sup> پرداختند و به این نتیجه دست یافتند که سایبان الهام گرفته شده از مکانیزم حرکتی گل می‌تواند ۱۰ درصد از میزان حرارت جذب شده توسط سطح باز شو

کاسته و در نتیجه گرمای فضای داخل در فصول گرم سال کاهش یافته؛ علاوه بر آن روشنایی طبیعی نور روز برای فضاهای داخلی تامین کند. همچنین در پژوهشی دیگر الگوی رفتاری گیاه گوشت خوار را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه دست یافتند که گیاه در دو مرحله بسته شده و الهام گرفتن از مکانیزم حرکتی گیاه در راستای طراحی سایبان هوشمند نما می تواند باعث کاهش ۳۰ درصدی ورود نور روز به فضای داخلی ساختمان شود. نصر و همکاران در سال ۱۳۹۹، الگوی حرکتی گیاه قهر و آشتی را مورد بررسی قرار داده و با حرکت متوالی برگ های گیاه به این نتیجه دست یافتند که سایبان با الگوی حرکتی مشابه دارای عملکرد مطلوب در اقلیم گرم و نیمه خشک شیراز است. در سال ۱۳۹۵، پژوهشگران رفتار باز و بسته شونده ی گل لیلیوم را در راستای رسیدن به سایبان هوشمند نما مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصله حاکی از آن است که گلبرگ های این گل در دمای پایین بسته بوده و با بالا رفتن دما باز می شود، بنابراین با تقلید فرم و رفتار گل و استفاده از متریا ل هوشمند مدلسازی سایبان نما صورت گرفته که باعث حفظ آسایش حرارتی فضای داخلی ساختمان شده است. حیدری در سال ۱۳۹۴ در پژوهشی به بررسی نماهای مطرح هوشمند با ایده های خلاقانه پرداخت. یکی از نمونه های تحلیل شده، نمای اکسپو ۲۰۱۲ کره جنوبی می باشد که با الهام از گل بهشتی طراحی شده است. در ادامه جدول یک قرار داده شده که نشان دهنده ی تصویر منبع الهام و مدل های ارائه شده ی پژوهشگران می باشد. با این حال، طبق جدول ۱، گیاه اگزالیس جهت طراحی سایبان هوشمند اقلیمی نمای ساختمان، مورد تجزیه و تحلیل قرار نگرفته است. بنابراین با توجه به اینکه الگوریتم ها توسط نویسندگان طراحی شده، پژوهش حاضر نوآرانه محسوب می شود.

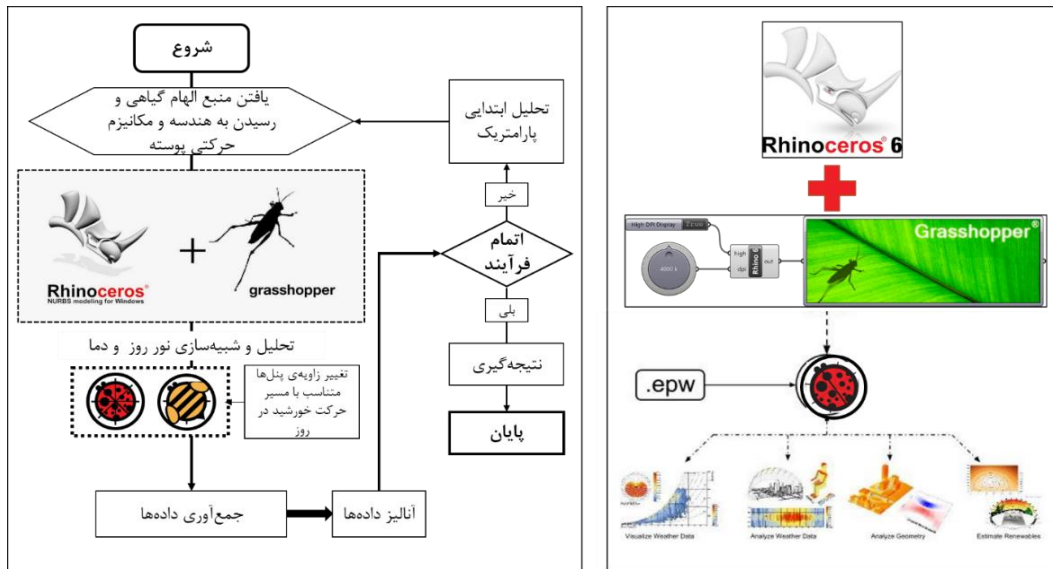
جدول ۱: انواع گیاهان بررسی شده در راستای طراحی سایبان هوشمند نما

منبع	نام گیاه	مدل	تصویر گیاه
[12]	گل لیلیوم		
[13]	گل زنبق بدبو		
[14]	گل بهشتی		

[15]	گیاه قهر و آشتی		
[16]	گیاه گوشت خوار		
[17]	فیلوتاکسی		

## روش تحقیق

باتوجه به اینکه شیراز دارای اقلیم گرم و نیمه خشک است و در فصول گرم سال، نمای جنوبی ساختمان با تابش زیاد خورشید همراه می‌باشد، در نتیجه نیازمند سایبان است [18] و [19]. بنابراین هدف از انجام پژوهش حاضر، طراحی سایبان هوشمند ساختمان جهت کنترل ورود نور روز به فضای داخلی است. روش پژوهش به دو بخش تقسیم شده است. در گام اول با ماهیت کیفی و روش توصیفی-تحلیلی، رفتار حرکتی گیاه اگزالیس توسط مشاهده، عکس برداری و مطالعه‌ی اسناد، کتب و پژوهش‌های مربوط به گیاه مورد بررسی قرار گرفته است. در گام دوم، پس از بررسی مدل فرمی، هندسی و الگوی حرکتی باز و بسته شونده‌ی گیاه، الگوریتم حرکتی و فرم پوسته‌ی سایبان نما با ماهیت ترکیبی و روش مدلسازی-شبیه‌سازی<sup>۱</sup> تحلیل شده است. بنابراین به صورت مختصر، بعد از انجام برداشت‌های میدانی، از طریق نرم‌افزار راینو<sup>۲</sup> و افزونه‌ی گرس‌هاپر<sup>۳</sup>، مدلسازی فرمی سایبان صورت گرفته است. در نهایت مکانیزم حرکتی گیاه در مدلسازی به صورت پارامتریک طراحی شده تا سایبان بتواند در طول تحلیل‌های نوری باز و بسته شود. مرحله‌ی بعد مربوط به بخش شبیه‌سازی میزان دریافت نور روز توسط سطح اتاق و شدت روشنایی می‌باشد که توسط افزونه‌ی هانی‌بی<sup>۴</sup> انجام شده و نمایش مسیر حرکت خورشید و میزان انرژی تابشی دریافتی توسط سطح شفاف نمای ساختمان توسط افزونه‌ی لیدی‌باگ<sup>۵</sup> بدست آمده است. لازم به ذکر است که موتور افزونه‌های مطرح شده انرژی پلاس است [20] و در سال ۲۰۱۱ توسط بخش انرژی آمریکا گسترش یافته و مورد تایید است [21]. بنابراین روش و ابزار پژوهش حاضر براساس پژوهش‌های پیشین دارای اعتبار است. در ادامه تصویر ۲، قرار دارد که نشان دهنده‌ی مراحل انجام پژوهش حاضر است.



تصویر ۲: مراحل انجام پژوهش

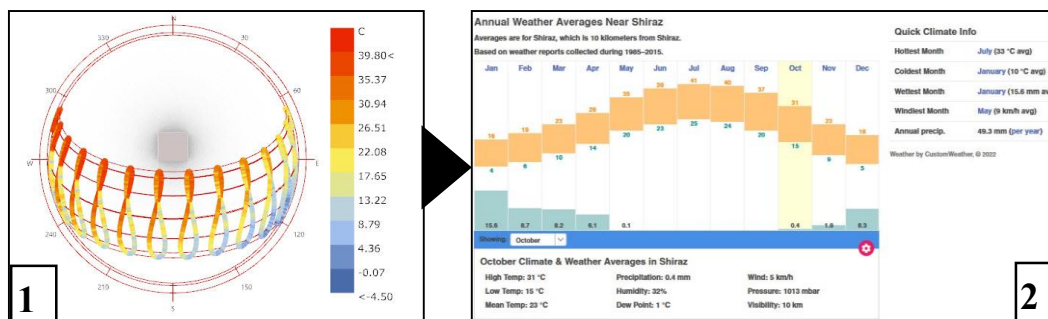
## سایبان

در ایران، ۴۰ درصد مصرف انرژی مربوط به بخش ساختمان است [22]، علاوه بر آن، میانگین مصرف انرژی ۲/۵ برابر جهان است [23]. این امر بخش ساختمان را به یکی از منابع مهم آلودگی محیط زیست تبدیل کرده است [5]. امروزه یکی از بهینه‌ترین و آسان‌ترین راه برای کاهش مصرف انرژی ساختمان، طراحی نمای مناسب است [22] و [4]؛ زیرا نما، فضای داخل و خارج ساختمان را به هم متصل می‌کند و می‌تواند با شرایط محیطی و نیازهای کاربران سازگار شود [24] و [25]. یکی از راهکارهایی که برای طراحی مناسب نما ارائه می‌شود، استفاده از سایبان است. سایبان نما را می‌توان به صورت داخلی یا خارجی، متحرک یا ثابت، و اتوماتیک یا دستی اجرا کرد [11] و [26]. براساس تحقیقات، نتایج نشان می‌دهد که سایبان متحرک بهتر از ثابت عمل می‌کند، زیرا می‌تواند با توجه به شرایط محیطی تغییر کند [27] و [28]. با این وجود، سایبان ثابت اقتصادی‌تر است [29] و [30]. تاکنون ۲۹ نوع سایبان به دست آمده که در این میان سایبان هندسی بهترین عملکرد را در آب و هوای گرم و خشک دارد [31]. علاوه بر آن، سایبان خارجی عملکرد بهتری نسبت به داخلی دارد، اما اگر سایبان داخلی با کارایی بالا طراحی شود، طراح با هیچ محدودیتی در طراحی نما مواجه نمی‌شود [32] و [33]. سایبان نما می‌تواند ورود نور روز، آسایش بصری، آسایش حرارتی، کربن، بار سرمایش و گرمایش، خیرگی و غیره را کنترل کنند [16]. زیرا جلوگیری از ورود نور روز در آب و هوای گرم و خشک و فصول گرم سال، باعث کاهش دمای فضای داخل و بار سرمایشی شده و پس از آن کاهش مصرف انرژی را به همراه دارد [34] و [35]. بنابراین براساس نتایج و نکات مثبت و منفی حاصل از پژوهش‌های صورت گرفته، در تحقیق حاضر سایبان خارجی متحرک جهت مدلسازی انتخاب شده است.

## وضعیت اقلیمی

به طور کلی، شرایط اقلیمی تاثیر زیادی بر فرم سایبان دارد [36]. بنابراین نیاز است که قبل از طراحی سایبان، وضعیت آب و هوایی منطقه تاحدودی بررسی شود. ایران بین ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی قرار دارد [37] و [38] و دارای سطح تابش خورشیدی بیشتری نسبت به میانگین جهانی است [39] و [40]. به همین دلیل در پژوهش حاضر، کنترل ورود نور خورشید به فضای داخلی ساختمان به عنوان مبنایی جهت کاهش مصرف انرژی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از

تحقیقات اقلیمی حاکی از آن است که شیراز دارای اقلیم گرم و نیمه‌خشک است. به همین دلیل در ماه‌های گرم سال تابش حداکثری خورشید دریافت کرده و نمای ساختمان به سایبان منطبق با مسیر حرکت خورشید نیاز دارد.

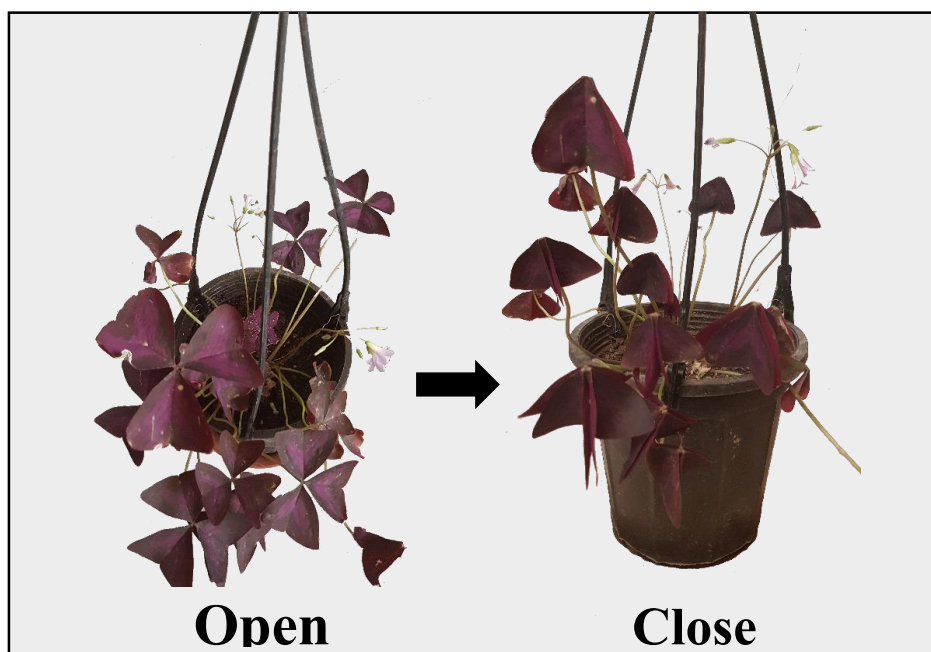


تصویر ۳: ۱- مسیر حرکت خورشید ۲- میانگین آب و هوا در شیراز [41]

شیراز مرکز استان فارس می‌باشد که در ۲۹ درجه عرض شمالی واقع شده است (تصویر ۳). میانگین دمای سالانه به ۲۳ درجه سانتیگراد و حداکثر دما در فصول گرم به ۳۱ درجه سانتیگراد و حداقل دما در فصول سرد به ۱۵ درجه سانتیگراد کاهش می‌یابد. به همین دلیل کنترل نور خورشید توسط سایبان متحرک برای فصل تابستان در نمای جنوبی ساختمان، جهت کنترل نور خورشید، مورد نیاز است. براساس داده‌های اقلیمی ۱۵ مرداد به عنوان ماه گرم و ۱۵ بهمن به عنوان ماه سرد سال جهت ارزیابی عملکرد سایبان انتخاب شده است.

## الگوی رفتاری گیاه اگزالیس

در این بخش، الگوی رفتاری گیاه اگزالیس مورد بررسی قرار گرفته است. در راس گلبرگ‌های گیاه اگزالیس، مفصلی قرار دارد که دارای ذخیره‌ای از یک نوع مایع می‌باشد. با پخش شدن این مایع در سطح گلبرگ‌ها، بخش میانی کم حجم شده و باعث حرکت گلبرگ‌ها به سمت پایین می‌شود [42].



تصویر ۴: رفتار حرکتی گیاه اگزالیس



اگزالیس<sup>۸</sup> با نام شیدر زینتی نیز شناخته می‌شود. علاوه بر آن، به دلیل شباهت برگ‌های گیاه به بال پروانه و رفتار باز شدن برگ گیاه در روز و بسته شدنش در شب، به گیاه پروانه‌ای نیز معروف است. اگزالیس سه برگ دارد که به صورت مثلثی به رنگ بنفش کنار هم قرار دارند، بنابراین شباهت زیادی به شیدر دارد. همین امر باعث شده که به اسم شیدر دروغین<sup>۹</sup> یا شیدر بنفش<sup>۱۰</sup> نیز شناخته شود [43]. یکی از مهمترین مطالب شناخته شده از کتاب چارلز داروین<sup>۱۱</sup> «کنترل حرکت در گیاهان»<sup>۱۲</sup> [44]، واکنش حرکتی گیاه اگزالیس نسبت به تغییر نور محیط پیرامون است که توسط رشد نوسانی پیچیده اندام میانی گیاه انجام می‌شود. در تصویر ۵، رفتار حرکتی گیاه نشان داده شده است.

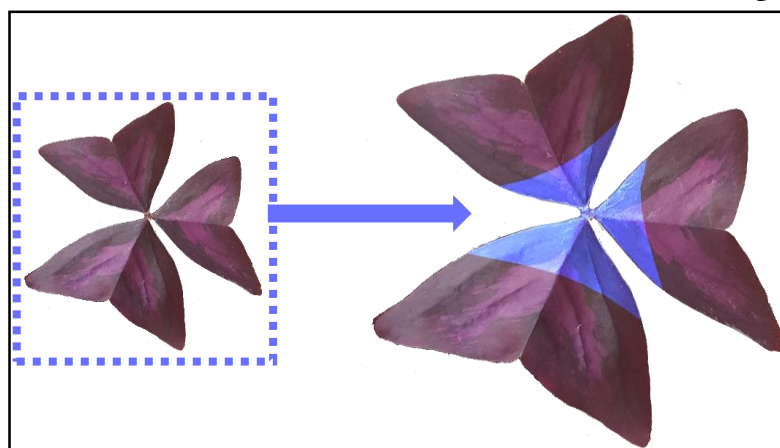


تصویر ۵: رفتار حرکتی هوشمند گیاه اگزالیس نسبت به نور روز

پژوهشگران متعدد با علاقه به رفتار روزانه و تکراری گیاه، حرکت خواب شبانه آن را مورد بررسی قرار دادند [45]. علاوه بر آن، اگزالیس دارای ساختاری ایستا و محکم از نظر سازه‌ی باز و بسته شونده و هوشمند است [46]. بنابراین در پژوهش حاضر گیاه اگزالیس از نظر هندسه، فرم، رفتار حرکتی و غیره جهت طراحی سایبان هوشمند نمای ساختمان انتخاب شده است.

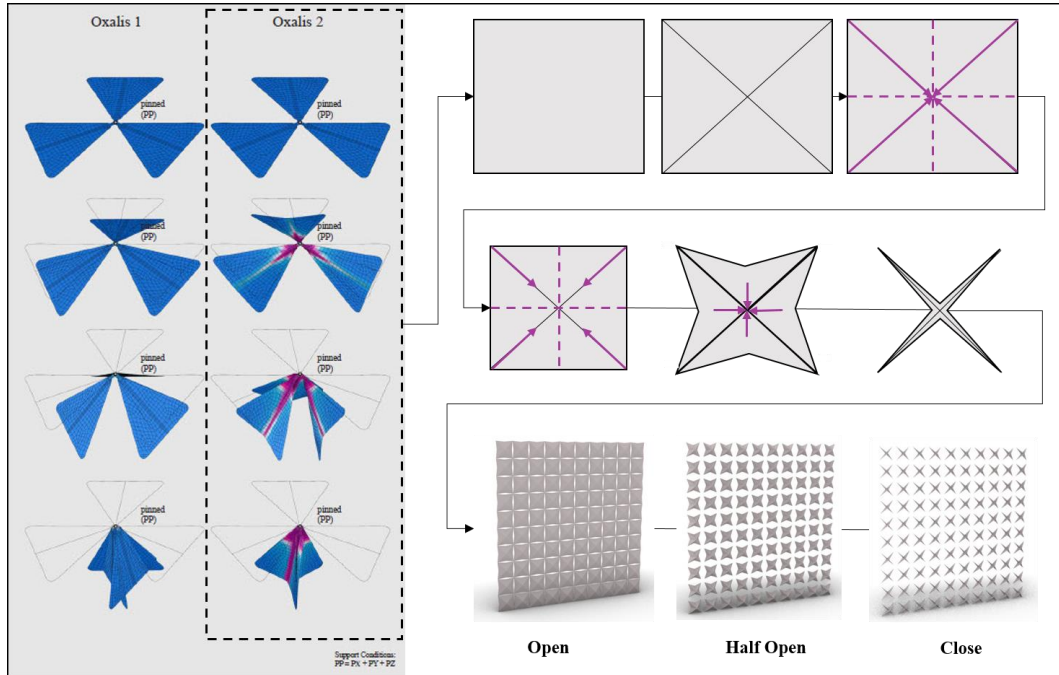
## مدلسازی

گیاه اگزالیس از برگ‌های متناسب مثلثی شکل تشکیل شده که طول تقریباً ۲٫۵ سانتیمتر دارد و به ساقه‌ای با طول ۱۰ سانتیمتر متصل می‌شود. با توجه به تصویر ۶، محل اتصال هر برگ به ساقه ضخیم شده است که با رنگ آبی نشان داده شده است. در قسمت ضخیم، آب جمع شده که با خروج آن از این بخش، برگ‌های گیاه به سمت پایین حرکت می‌کند. این نوع حرکت پولوینوس<sup>۱۳</sup> نام دارد. لازم به ذکر است که برگ‌های مثلثی شکل اگزالیس از وسط به دو بخش تقسیم شده که به صورت خطی چروک شده بر روی برگ نمایان است. پس از خروج مایع از بخش ضخیم و محل اتصال برگ به ساقه، قسمت چروک وسط برگ‌ها، منبسط شده و با این حرکت، وسط برگ‌ها به سمت هم حرکت می‌کند. بنابراین اگزالیس دارای دو حرکت باز و بسته شونده است که در حرکت اول، برگ‌ها به سمت پایین حرکت کرده و در مرحله دوم، اواسط برگ‌ها به سمت مرکز حرکت می‌کند [47].



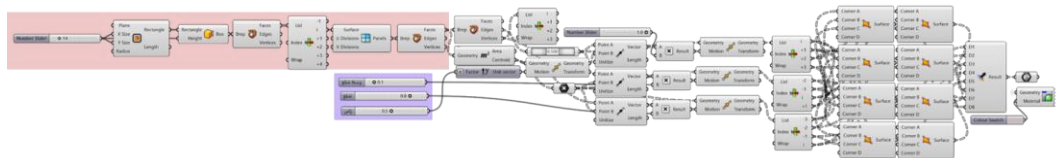
تصویر ۶: حرکت پولوینوس گیاه اگزالیس

باتوجه به مطالعات بخش ریخت‌شناسی اگزالیس، در نهایت سایبان نمای الهام گرفته از گیاه اگزالیس به صورت پارامتریک به مربع‌های کوچکتر تقسیم شده و هر مربع به دو مثلث تقسیم شده که باعث باز و بسته شدن پوسته‌ی هوشمند نما می‌شود. بنابراین براساس مکانیزم رفتار حرکتی گیاه اگزالیس، حرکت سایبان نیز در دو حالت انجام شده است.



تصویر ۷: مدلسازی سایبان هوشمند نمای الهام گرفته شده از الگوی حرکتی گیاه اگزالیس

حرکت اول شامل حرکت رو به پایین پنل‌ها و حرکت دوم شامل حرکت وسط پنل‌ها به سمت یکدیگر و مرکز است. در ادامه، الگوریتم حرکتی سایبان هوشمند نما در تصویر ۸، نشان داده شده است.



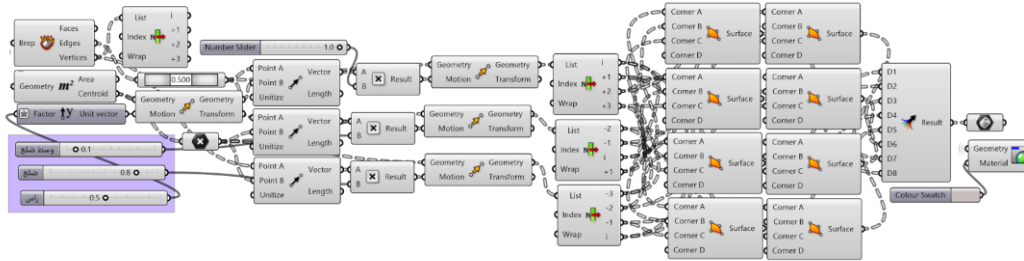
تصویر ۸: الگوریتم حرکتی سایبان هوشمند نمای ساختمان الهام گرفته شده از الگوی رفتاری گیاه اگزالیس

الگوریتم مدلسازی فرم و حرکت سایبان اقلیمی نمای ساختمان از سه قسمت تشکیل شده که در تصویر ۹، نشان داده شده است. قسمت اول شامل مدلسازی ساختمان و انتخاب نمای جنوبی طراحی سایبان است. قسمت دوم شامل تقسیم‌بندی سایبان به پنل‌های مربعی است.



تصویر ۹: مدلسازی ساختمان و طراحی سایبان بر روی نمای جنوبی

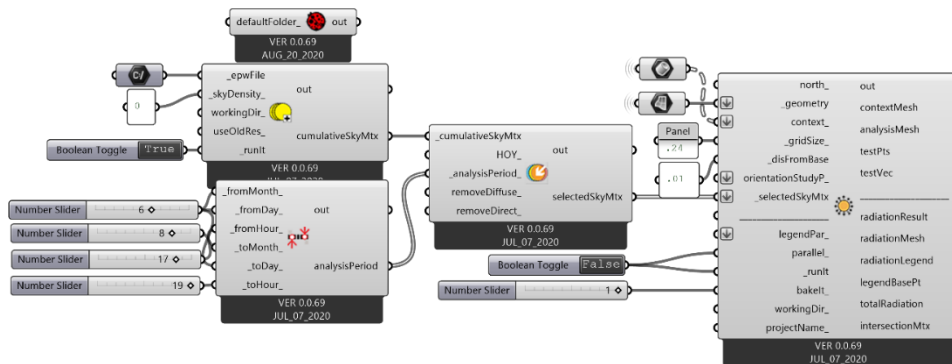
در قسمت سوم، نقاطی از پنل‌ها که برای باز و بسته شدن سایبان نیاز به جابه‌جایی دارد، مشخص شده و حرکت نقاط به صورت پارامتریک الگوریتم نویسی شده است. با حرکت دادن نقاط، پنل‌ها باز و بسته شده که می‌تواند متناسب با مسیر حرکت خورشید در اقلیم شیراز منطبق شود.



تصویر ۱۰: الگوریتم حرکتی سایبان هوشمند نمای ساختمان

### تحلیل انرژی تابشی

برای انجام پژوهش حاضر، در ابتدا یک ساختمان با فرم مکعب و ابعاد ۱۴ متر مدلسازی شده و سپس الگویی از پوسته متحرک بر روی نمای جنوبی ساختمان با ابعاد ۱۴ در ۱۴ متر مربع ایجاد شده است. ساختار سایبان نما از ۱۰۰ مدول تکرار شونده، ۴۰۰ قسمت متحرک از نوع تاشونده و ۱۰۰ قطعه مرکزی به صورت ثابت و بدون تغییر تشکیل شده است (تعداد مدول‌ها براساس ابعاد نما و فرم سایبان تنظیم شده و در سایر پژوهش و طرح‌های اجرایی می‌تواند متفاوت باشد). توجه به اقلیم گرم و خشک شیراز و کاهش میزان دریافتی نور خورشید در ماه‌های گرم سال یکی از مهمترین مسئله‌ی پهنه‌سازی در مصرف انرژی است. بنابراین در گام نخست، میزان دریافت نور خورشید در ماه‌های مختلف شهر شیراز با استفاده از نرم‌افزار Climate Consultant بدست آمده و ماه مرداد به دلیل تابش زیاد نور خورشید، جهت تحلیل میزان انرژی تابشی توسط سطح شفاف نمای ساختمان انتخاب شده است. پس از بررسی صورت گرفته، داده‌های اقلیمی epw شیراز که یکی از خروجی‌های هواشناسی است، برای تحلیل سایبان نما به افزونه‌ی لیدی‌باگ معرفی شده است. در این روش با معرفی نمای جنوبی به نرم‌افزار، ساعات تابش مورد نظر تنظیم شده و مدل طراحی شده برای نرم‌افزار تعریف می‌شود. تصویر ۱۱، الگوریتم تحلیل انرژی تابشی را نشان می‌دهد.



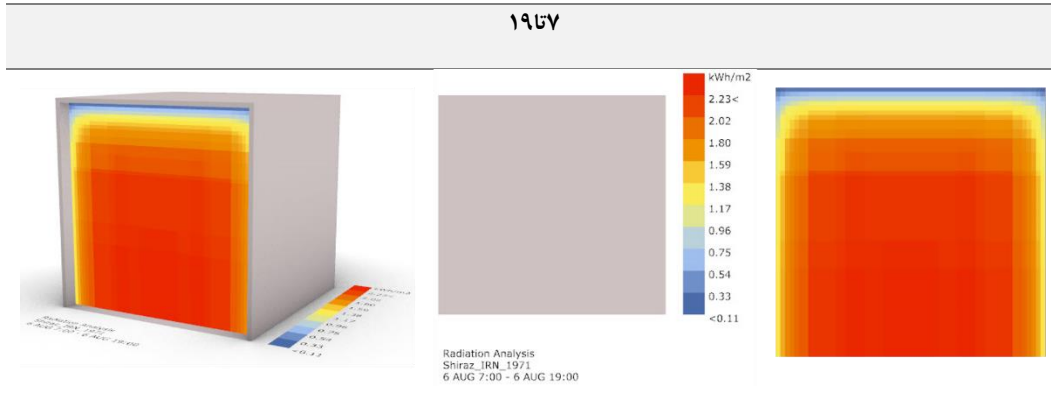
تصویر ۱۱: الگوریتم شبیه‌سازی انرژی تابشی خورشید در اقلیم شیراز

در ادامه نمای جنوبی ساختمان در اقلیم شیراز از نظر نور روز در دو حالت با سایبان و بدون سایبان مورد تحلیل قرار گرفته است. در جدول ۳، به ترتیب از چپ به راست، نحوه‌ی باز و بسته شدن سایبان، راهنمای رنگ‌ها به صورت پلان و میزان

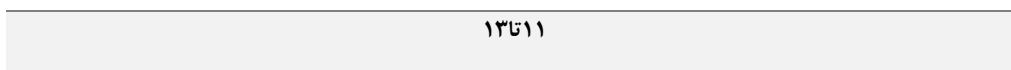
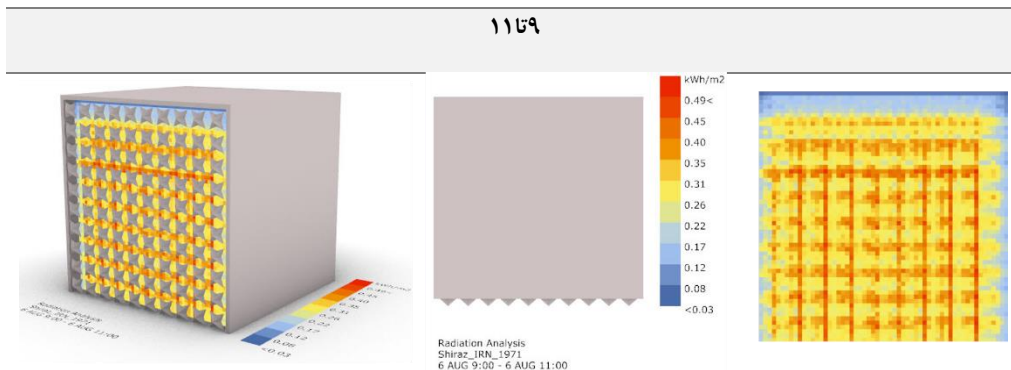
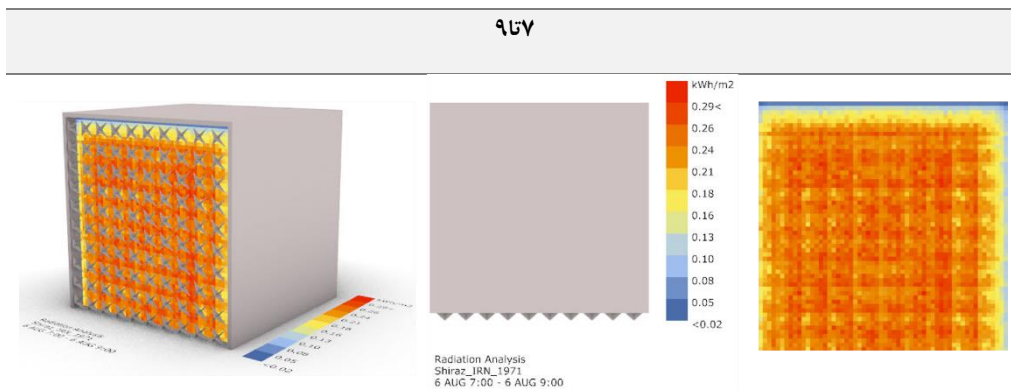


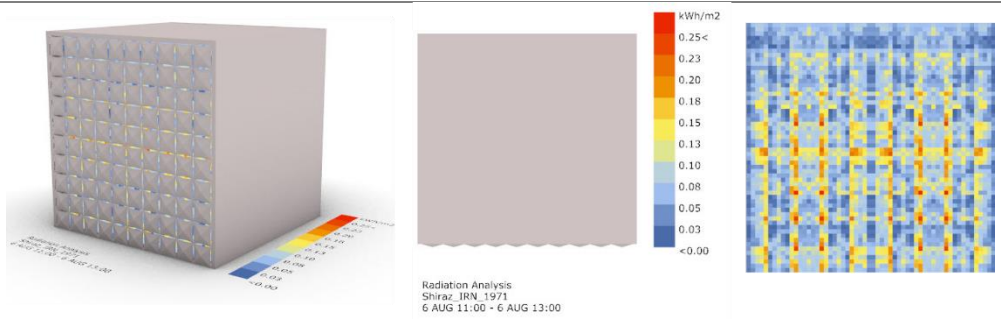
انرژی دریافتی توسط نما با واحد کیلو وات ساعت بر مترمربع قرار داده شده است. لازم به ذکر است که تحلیل‌ها در ۱۵ مرداد از ساعت ۷ صبح تا ۷ شب که نما می‌تواند از خورشید، نور دریافت کند، صورت گرفته است.

جدول ۲: آنالیز انرژی تابشی خورشید (واحد: کیلووات ساعت بر مترمربع) از ساعت ۷ تا ۱۹ در حالت نما بدون سایبان

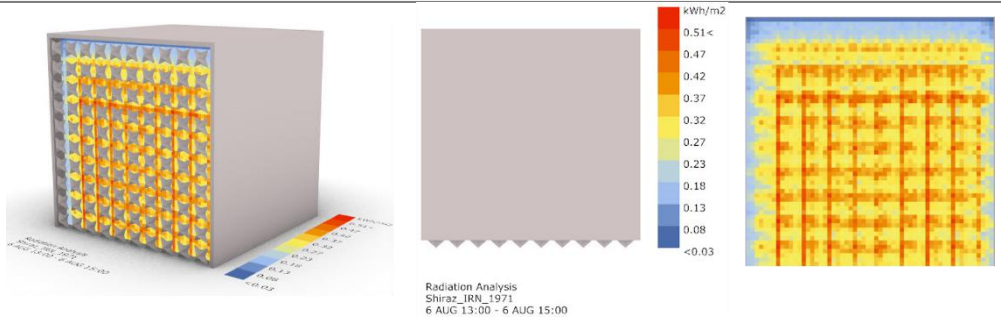


جدول ۳: آنالیز انرژی تابشی خورشید (واحد: کیلووات ساعت بر مترمربع) در بازه زمانی مختلف و نما با سایبان

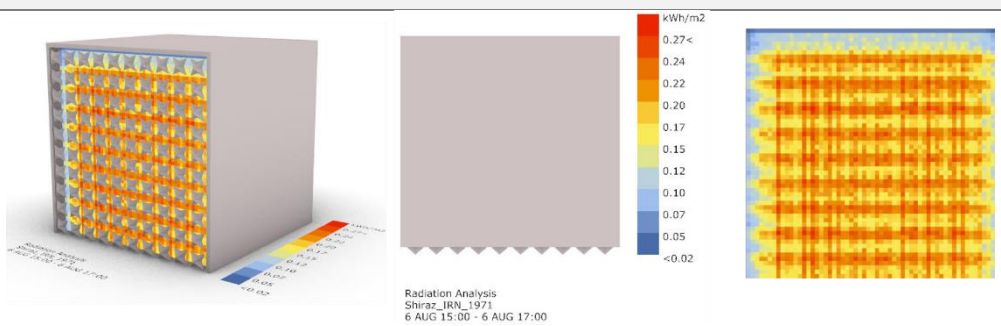




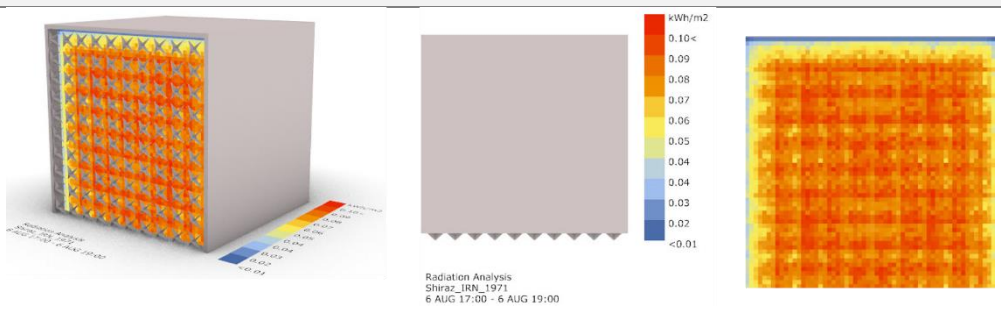
۱۵ تا ۱۳



۱۷ تا ۱۵



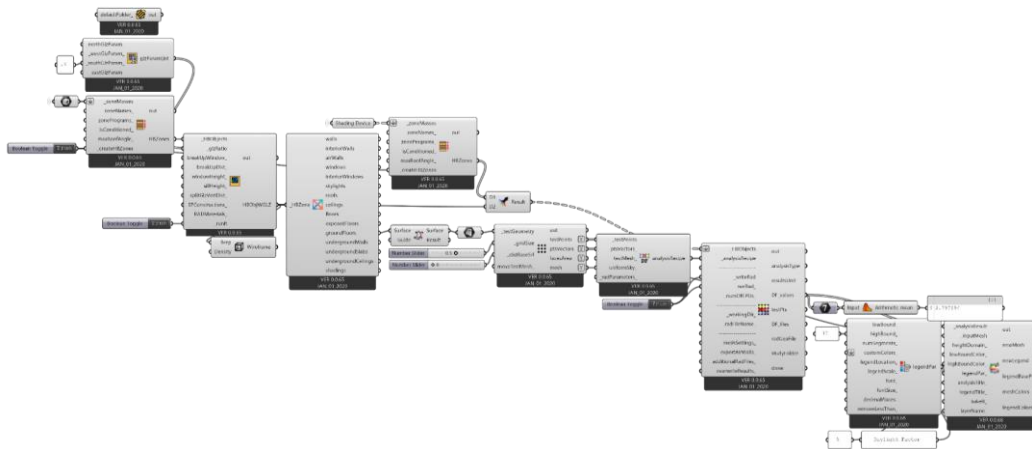
۱۹ تا ۱۷



نتایج حاصل از جدول ۳، حاکی از آن است که سایبان در حالت پنل‌های باز و نیمه‌باز می‌تواند برای ماه‌های گرم سال مناسب بوده و باعث کاهش حداکثری جذب انرژی تابشی توسط سطح شفاف نمای ساختمان شود و سایبان در حالت پنل‌های بسته که با جذب انرژی تابشی حداکثری به همراه است برای ماه‌های سرد سال دارای عملکرد مطلوب است.

### تحلیل روشنایی

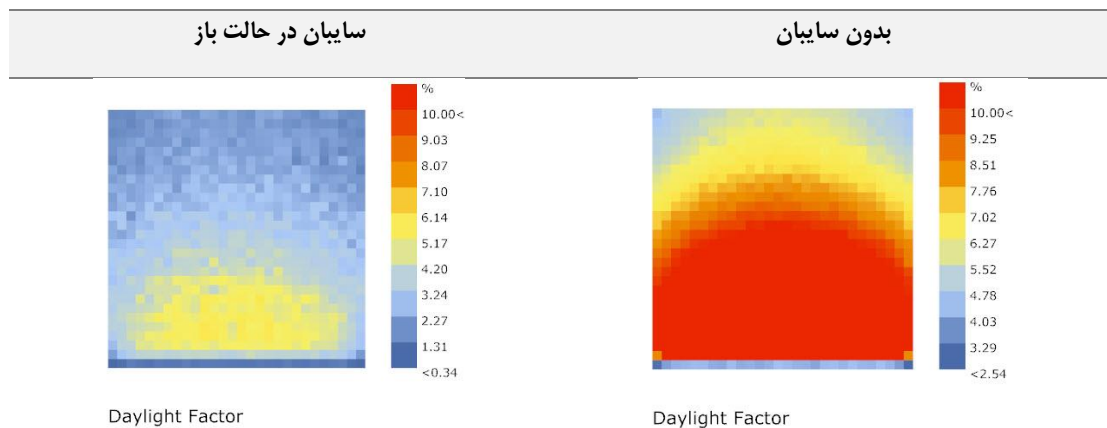
در این بخش درصد ورود نور روز به فضای داخلی ساختمان توسط افزونه‌ی هانی‌بی مورد تحلیل قرار گرفته است. به این صورت که، در ابتدا زون حرارتی، ابعاد بازشو، سایبان و غیره به الگوریتم (تصویر ۱۲) تحلیل نور روز وارد شده به فضای داخلی ساختمان، داده می‌شود.



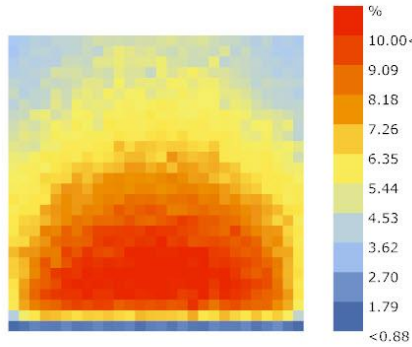
تصویر ۱۲: الگوریتم تحلیل نور روز وارد شده به فضای داخلی ساختمان

در ادامه جدول ۴، نشان دهنده‌ی درصد ورود نور روز به فضای داخلی ساختمان در حالت‌های مختلف نما در سال است. نتایج حاصله حاکی از آن است که سایبان در حالت پنل‌های باز، تا حد زیادی از میزان ورود نور روز به فضای داخلی ساختمان کاسته و سایبان در حالت نیمه‌باز، علاوه بر حفظ روشنایی باعث کنترل میزان ورود نور روز شده و سایبان در حالت بسته برای فصول سرد سال که نیاز به ورود نور روز به فضای داخلی ساختمان می‌باشد، مناسب است.

جدول ۴: تحلیل نور روز وارد شده به فضای داخلی ساختمان در حالت‌های مختلف سایبان در سال به درصد

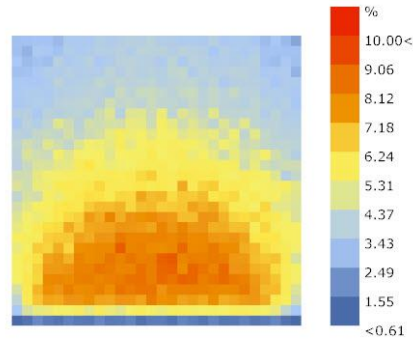


سایبان در حالت بسته



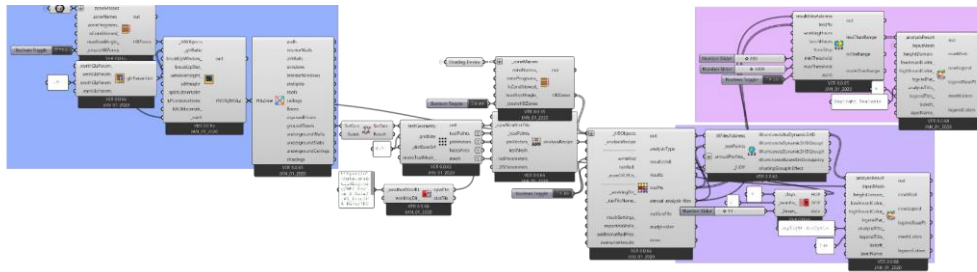
Daylight Factor

سایبان در حالت نیمه باز



Daylight Factor

در ادامه شدت روشنایی فضای داخلی با وجود سایبان در حالت‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین الگوریتم محاسبه شدت روشنایی به انتهای الگوریتم درصد ورود نور روز به فضای داخلی اضافه شده است. پس از آن الگوریتمی تنظیم شده که بازه‌ی ۳۰۰ تا ۳۰۰۰ لوکس برای شدت روشنایی مشخص کرده و درصد شدت روشنایی در حالت‌های مختلف سایبان که در این بازه قرار دارد بدست آمده است.

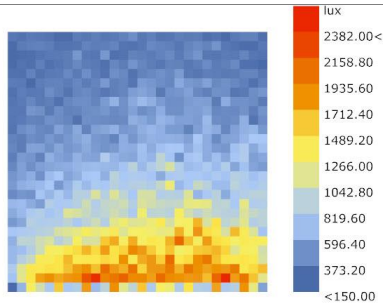


تصویر ۱۳: الگوریتم تحلیل شدت روشنایی فضای داخلی ساختمان

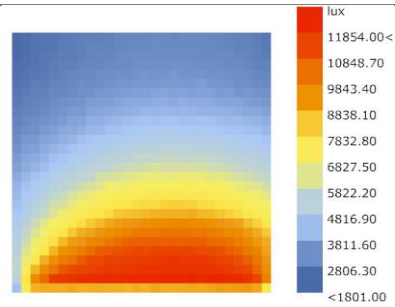
در ادامه جدول ۵، قرار دارد که نشان دهنده‌ی شدت روشنایی فضای داخلی ساختمان با واحد لوکس است. تحلیل‌ها در روز ۱۵ مرداد ساعت ۱۴، اقلیم شیراز جهت مقایسه‌ی بهتر به عنوان گرم‌ترین ماه سال انجام شده است.

جدول ۵: تحلیل روشنایی (واحد: لوکس) فضای داخلی ساختمان در حالت‌های مختلف سایبان (مرداد)

ساعت ۱۴، روز ۱۵ مرداد، اقلیم شیراز، واحد لوکس	
سایبان در حالت باز	بدون سایبان



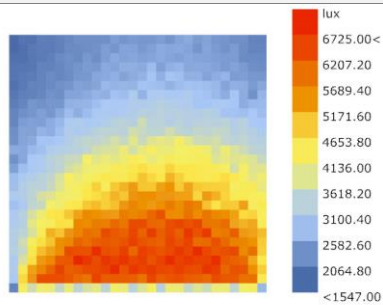
Daylight Analysis



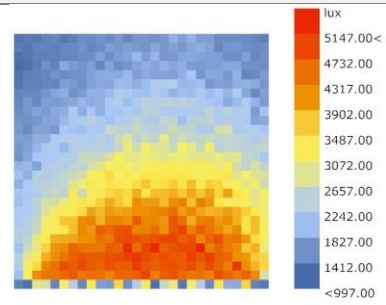
Daylight Analysis

سایبان در حالت بسته

سایبان در حالت نیمه باز



Daylight Analysis



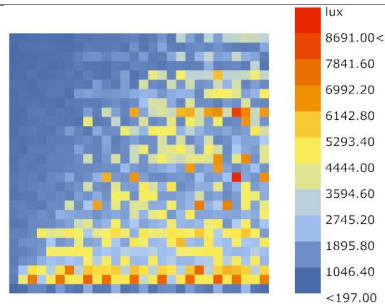
Daylight Analysis

استاندارد شدت روشنایی با واحد لوکس متناسب با کاربری و ابعاد فضاها متفاوت است. باتوجه به اینکه هدف از انجام پژوهش حاضر رسیدن به الگوی حرکتی با الهام از رفتار حرکتی گیاه اگزالیس می باشد، در نتیجه کاربری و ابعاد دقیقی برای نمونه‌ی مورد آزمایش انتخاب نشده است. با این وجود، نتایج حاصله حاکی از آن است که میزان روشنایی در تمام حالت‌های سایبان به زیر ۱۰۰ لوکس (فضای مسکونی ۱۰۰ تا ۳۰۰ لوکس [48]، فضای آموزشی: ۳۰۰ تا ۵۰۰ لوکس [49]، فضای اداری: ۵۰۰ تا ۷۵۰ لوکس [50]) نرسیده و استفاده از سایبان در تمام فصول سال باعث نیاز به افزایش بهره‌مندی از نور مصنوعی نشده است. در ادامه جدول ۶ قرار دارد که نشان دهنده‌ی تحلیل‌های شدت روشنایی برای سردترین ماه سال در روز ۱۵ بهمن ماه ساعت ۱۴ با واحد لوکس است.

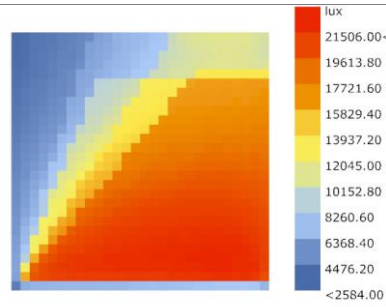
جدول ۶: تحلیل روشنایی (واحد لوکس) فضای داخلی ساختمان در حالت‌های مختلف سایبان (بهمن)

ساعت ۱۴، روز ۱۵ بهمن، اقلیم شیراز، واحد لوکس	
سایبان در حالت باز	حالت بدون سایبان



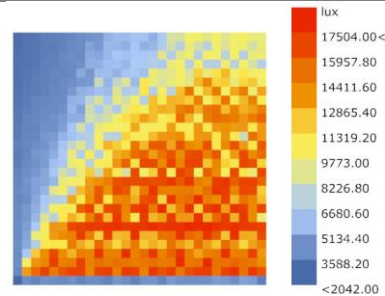


Daylight Analysis



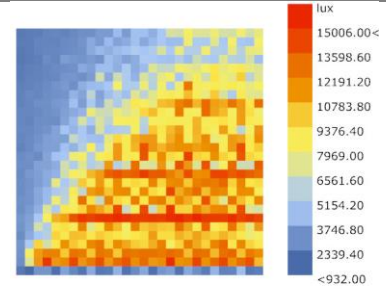
Daylight Analysis

سایبان در حالت بسته



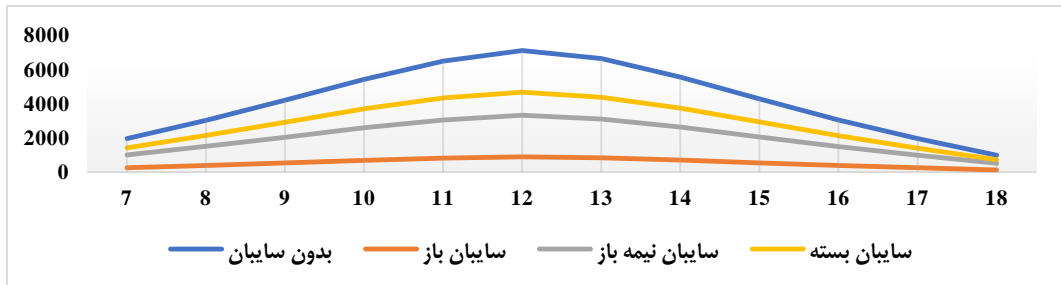
Daylight Analysis

سایبان در حالت نیمه باز

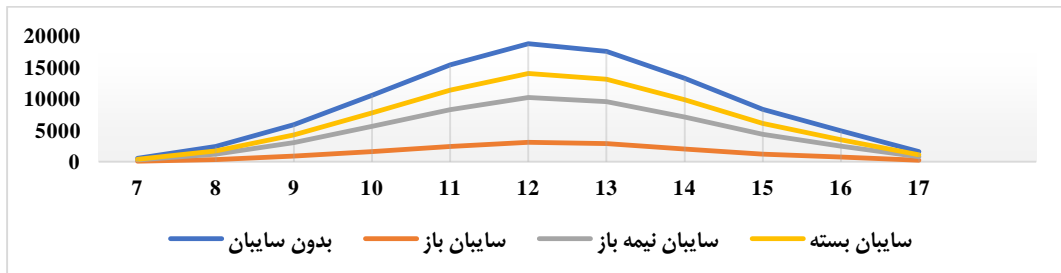


Daylight Analysis

علاوه بر جداول کیفی مطرح شده که شدت روشنایی فضای داخلی ساختمان در ساعت ۱۴ را نشان می‌دهد، در ادامه تصویر ۱۵ و ۱۶ نشان دهنده میانگین شدت روشنایی فضای داخلی ساختمان در بازه زمانی ۷ صبح تا ۱۸ در حالت‌های مختلف نما با سایبان و بدون سایبان در ۱۵ مرداد است.



تصویر ۱۵: مقایسه‌ی شدت روشنایی (واحد لوکس) فضای داخلی از ساعت ۷ تا ۱۸، ۱۵ مرداد، شهر شیراز در حالت با و بدون سایبان در ادامه آنالیز شدت روشنایی فضای داخلی ساختمان برای بازه زمانی ۷ تا ۱۷، روز ۱۵ بهمن، اقلیم شیراز مطرح شده که نشان دهنده‌ی مطلوبیت لوکس نوری و عملکرد مناسب سایبان است.

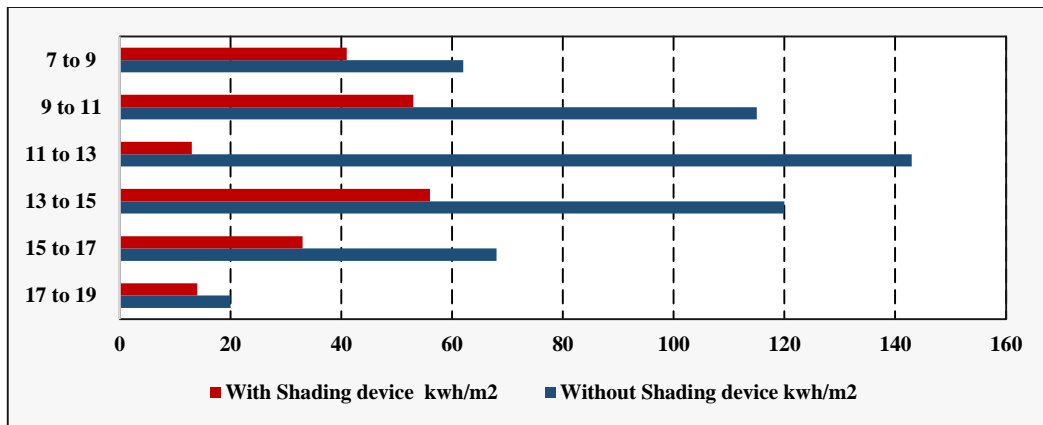


تصویر ۱۶: مقایسه‌ی شدت روشنایی (واحد لوکس) فضای داخلی از ساعت ۷ تا ۱۷، ۱۵ بهمن، شهر شیراز در حالت با و بدون سایبان

نتایج حاصل از بخش بازه لوکس نوری از ۳۰۰ تا ۳۰۰۰ برای فصل تابستان و زمستان حاکی از آن است که شدت روشنایی فضای داخلی ساختمان در حالت سایبان با پنل‌های باز: ۸۲ درصد، پنل‌های نیمه‌باز: ۵۴٪، پنل‌های بسته: ۳۵٪ و نمای بدون سایبان: ۲۳٪ در بازه‌ی انتخاب شده قرار دارد.

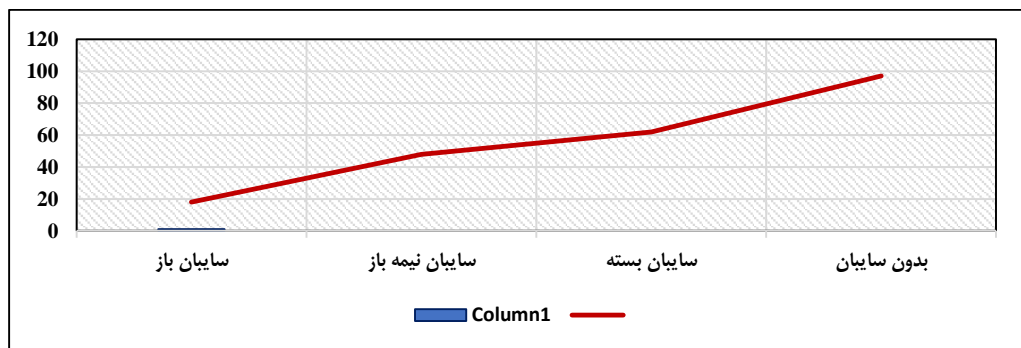
## یافته‌های تحقیق

نتایج حاصله از جدول ۳ حاکی از آن است که، از ساعت ۷ تا ۹ صبح، سایبان به حالت بسته تمایل دارد، از ساعت ۹ تا ۱۱، پوسته بازتر شده و بین ساعت ۱۱ تا ۱۳ به طور کامل باز شده است. پس از آن تمام روند به صورت برعکس تکرار شده است. به این معنا که در ساعت ۱۳ تا ۱۵ پوسته به سمت بسته شدن تمایل دارد، ساعت ۱۵ تا ۱۷ پوسته بسته‌تر شده و در ساعت ۱۷ تا ۱۹، پوسته به طور کامل بسته شده است. با توجه به رنگ‌های روی نما که نشان دهنده‌ی میزان جذب انرژی تابشی توسط نما است، کاهش ورود نور خورشید به درون ساختمان قابل مشاهده است. همین امر نشان دهنده‌ی عملکرد مناسب سایبان است. در ادامه تصویر ۱۶، نشان دهنده‌ی نمودار مقایسه‌ای بین میزان جذب انرژی تابشی در حالت با و بدون سایبان توسط جداره‌ی شفاف ساختمان است.



تصویر ۱۶: مقایسه‌ی انرژی تابشی جذب شده توسط سطح شفاف نمای ساختمان در حالت با و بدون سایبان (۱۵ مرداد)

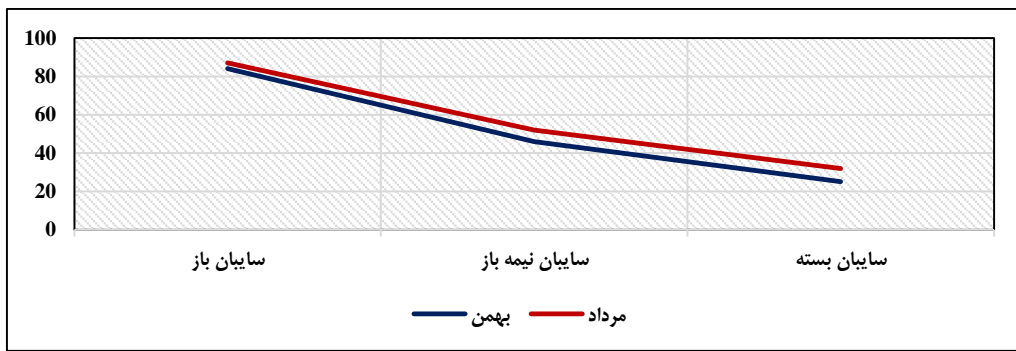
نتایج حاصله از تصویر ۱۶، حاکی از آن است که سایبان در حالت باز می‌تواند تا ۹۰ درصد از انرژی تابشی جذب شده توسط سطح شفاف نمای ساختمان کاسته و در حالت پنل‌های نیمه‌باز و بسته به ترتیب ۵۲ و ۳۵ درصد این کاهش صورت گرفته است. در ادامه تصویر ۱۷، نشان دهنده‌ی درصد ورود نور روز به فضای داخلی ساختمان در حالت با و بدون سایبان است.



تصویر ۱۷: مقایسه‌ی درصد ورود نور روز به فضای داخلی ساختمان در حالت با و بدون سایبان در سال

باتوجه به تصویر ۱۷، سایبان در حالت باز می‌تواند باعث کاهش ۸۱ درصدی ورود نور روز به فضای داخلی ساختمان در اقلیم گرم و نیمه‌خشک شیراز شود. سایبان در حالت نیمه‌باز و بسته به ترتیب می‌تواند ۵۰٪ و ۳۶٪ باعث کاهش ورود نور روز به فضای داخلی ساختمان شود. بنابراین، سایبان طراحی شده در تمام فصول سال متناسب با میزان نیاز به تابش خورشید و وضعیت آب و هوایی قابل انطباق است و عملکردده مطلوبی دارد.

علاوه‌برآن، نتایج حاصل از بخش تحلیل شدت روشنایی (تصویر ۱۸) حاکی از آن است که سایبان الهام گرفته شده از الگوی حرکتی گیاه اگزالیس متناسب با مسیر حرکت خورشید، تغییر حالت داده و در ماه‌های گرم سال، شدت روشنایی را تا یک دوم کاهش داده است. همین امر باعث کاهش بار سرمایشی و در نهایت کاهش مصرف انرژی ساختمان می‌شود. لازم به ذکر است که میزان شدت روشنایی (لوکس) در فصول گرم و سرد سال نیز به استاندارد کاربری‌های مختلف (بین ۳۰۰ تا ۳۰۰۰) نزدیک است. همچنین در فصل سرد سال سایبان در حالت کاملاً بسته قرار گرفته و اجازه ورود حداکثری نور خورشید به فضای داخلی بنا فراهم است.



تصویر ۱۸: مقایسه‌ی درصد کاهش شدت روشنایی فضای داخلی ساختمان در حالت با و بدون سایبان در ماه مرداد و بهمن

## بحث و نتیجه‌گیری

سایبان‌های خارجی هوشمند معمولاً جهت کنترل ورود نور خورشید به فضای داخلی ساختمان و تامین آسایش ساکنین مورد استفاده قرار می‌گیرند. به این صورت که در فصول گرم سال که تابش خورشید زیاد است، با حرکت خود متناسب با مسیر نور خورشید، باعث کاهش ورود نور روز به فضای داخلی ساختمان شده و علاوه‌برآن، روشنایی فضای داخلی را نیز حفظ می‌کند. این عامل باعث کاهش دمای فضای داخل شده و همین امر استفاده از سیستم سرمایشی را کاهش می‌دهد که در نهایت باعث کاهش مصرف انرژی در ساختمان می‌شود. این مسئله برای فصول سرد سال نیز انجام می‌شود. به این صورت که پنل‌های سایبان می‌تواند به‌گونه‌ای تنظیم شود که باعث ورود حداکثر نور خورشید به فضای داخلی شود که در این مرحله، جلوگیری از ایجاد خیرگی نیز حائز اهمیت است. همین امر باعث افزایش دمای فضای داخل و در ادامه کاهش استفاده از سیستم گرمایش و کاهش مصرف انرژی ساختمان می‌شود.

بنابراین باتوجه به میزان اهمیت سایبان خارجی برای نمای ساختمان، هدف کلان پژوهش حاضر، انطباق الگوریتم حرکتی سایبان هوشمند نما با الگوی رفتاری گیاه اگزالیس می‌باشد. باتوجه به نتایج حاصله، با وجود سایبان در نمای جنوبی ساختمان در اقلیم گرم و نیمه‌خشک شیراز، سایبان در حالت باز حدود ۸۰ درصد، در حالت نیمه‌باز حدود ۵۰ درصد، در حالت بسته حدود ۳۰ درصد از انرژی تابشی جذب شده توسط سطح شفاف نمای ساختمان، ورود نور روز به فضای داخلی و شدت روشنایی کاسته است. علاوه‌بر آن شدت استاندارد روشنایی برای فضای داخلی حفظ شده و اهداف کاهش مصرف انرژی ساختمان در فصول گرم و سرد سال محقق شده است. در نهایت پیشنهاد می‌شود که در ماه‌های گرم سال سایبان در حالت پنل‌های باز قرار گیرد که ۸۰ درصد نور روز و انرژی تابشی و شدت روشنایی کاسته شده و در نهایت کاهش بار سرمایش را



به همراه داشته باشد و در ماه‌های سرد سال، سایبان در حالت پنل‌های بسته قرار گیرد که کاهش ۳۰ درصدی را به همراه داشته و ورود حداکثری نور روز به فضای داخلی ساختمان حاصل شود. بنابراین انطباق الگوی حرکتی گیاه اگزالیس با الگوریتم حرکتی سایبان نما دارای عملکرد مطلوب است و در کنترل ورود نور روز به فضای داخلی ساختمان کاربردی است. در ادامه چند پیشنهاد برای طراحی سایبان با بازده عملکردی بالا مطرح شده است:

- جهت تولید دقیق‌تر سایبان هوشمند براساس طرح داده شده، بهتر است که از روش ساخت دیجیتال استفاده شود.
- بهره‌گیری از قطعات به صورت مدولار می‌تواند باعث سهولت در ساخت و اجرای سایبان هوشمند شود. علاوه بر آن، باعث کاهش هزینه و افزایش زیبایی و کارایی سایبان می‌شود. همچنین اگر قطعه‌ای آسیب ببیند به راحتی تعمیر و تعویض می‌شود و باعث خرابی سایر قطعات نمی‌شود.
- می‌توان از مصالح هوشمند یا آلیاژهای حافظه‌دار که با گرمای خورشید تغییر حالت می‌دهند در طراحی پنل‌های سایبان متحرک استفاده کرد که باعث باز و بسته شدن پنل‌ها به صورت خودکار توسط نور خورشید می‌شود.
- بهتر است که سایبان نما به صورت دستی و خودکار با قابلیت گسترش پذیری و سازگاری با محیط طراحی شود.

در پژوهش‌های آتی، محققان می‌توانند پوسته مدل شده را از نظر آسایش بصری، آسایش حرارتی، کاهش خیرگی، کاهش مصرف انرژی، کاهش بار گرمایشی و سرمایشی ساختمان و غیره بررسی کنند. همچنین پیشنهاداتی برای معماران و طراحان جهت طراحی کاربردی‌تر سایبان ارائه کنند.

#### پی‌نوشت‌ها

1. Phyllotaxy
2. Rafflesia
3. Modeling-Simulation
4. Rhinoceros
5. Grasshopper
6. Honeybee Plugin
7. Ladybug Plugin
8. Oxalis (Oxalidaceae)
9. False Shamrock
10. Purple Shamrock
11. Charles Darwin
12. The Control of Movement in Plants
13. Pulvinus

#### منابع

- [1] S. Jain, C. Karmann, and J. Wienold, "Behind electrochromic glazing: Assessing user's perception of glare from the sun in a controlled environment," *Energy Build.*, vol. 256, p. 111738, 2022.
- [2] X. Su, L. Zhang, Y. Luo, and Z. Liu, "Energy performance of a reversible window integrated with photovoltaic blinds in Harbin," *Build. Environ.*, vol. 213, p. 108861, 2022.
- [3] S. Liu *et al.*, "Energy-saving potential prediction models for large-scale building: A state-of-the-art review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 156, p. 111992, 2022.
- [4] S. Rostamzad, M. Khakzand, M. Faizi, and H. Sanaeian, "Daylight performance of toplighting: An overview," *Sp. Ontol. Int. J.*, vol. 10, no. 4, pp. 47-65, 2021, doi: 10.22094/soij.2021.1924761.1407.
- [5] S. Razazi, F. Mozaffari Ghadikolaei, and R. Rostami, "The effect of external and internal shading devices on energy consumption and co2 emissions of residential buildings in temperate climate," *Sp. Ontol. Int. J.*, vol. 11, no. 1, pp. 75-89, 2022, doi:

- 10.22094/soij.2022.1950918.1476.
- [6] M. Rastegari, S. Pournaseri, and H. Sanaieian, "Analysis of daylight metrics based on the daylight autonomy (DLA) and lux illuminance in a real office building atrium in Tehran," *Energy*, vol. 263, p. 125707, 2023.
- [7] F. Motazedian, M. Mahdavejad, F. Habib, and D. Diba, "Classroom lighting control systems and level of energy consumption, Tehran, Iran," 2016.
- [8] S. H. Tabibian, F. Habib, and S. A. H. Garakani, "The Role of Daylight within the Vault of Shahrak-e-Gharb Jame Mosque in Tehran," *Int. J. Archit. Urban Dev.*, vol. 10, no. 3, pp. 41–46, 2020.
- [9] Z. Kong, R. Zhang, J. Ni, P. Ning, X. Kong, and J. Wang, "Towards an integration of visual comfort and lighting impression: A field study within higher educational buildings," *Build. Environ.*, vol. 216, p. 108989, 2022.
- [10] C. Tian, T. Chen, and T. Chung, "Experimental and simulating examination of computer tools, Radlink and DOE2, for daylighting and energy simulation with venetian blinds," *Appl. Energy*, vol. 124, pp. 130–139, 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.03.002>.
- [11] E. Noorzai, P. Bakmohammadi, and M. A. Garmaroudi, "Optimizing daylight, energy and occupant comfort performance of classrooms with photovoltaic integrated vertical shading devices," *Archit. Eng. Des. Manag.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–25, 2022, doi: 10.1080/17452007.2022.2080173.
- [12] {Isak Worre} and Anke Pasold Foged, "Performative Responsive Architecture Powered by Climate," *ACADIA 2010 Life Inf.*, pp. 243–249, 2010.
- [13] Z. Yarmahmoodi, T. Nasr, and H. Moztarzadeh, "Algorithmic Design of Building Intelligent Facade to Control the Daylight Inspired by the Rafflesia Flower Kinetic Pattern," *Naqshejahan-Basic Stud. New Technol. Archit. Plan.*, pp. 1–24, 2023.
- [14] H. Haidari, "Decisive design aspects for designing a kinetic façade." Eindhoven University of Technology, 2015.
- [15] T. Nasr, Z. Yarmahmoodi, and S. M. Ahmadi, "The Effect of Kinetic Shell's Geometry on Energy Efficiency Optimization Inspired by Kinetic Algorithm of Mimosa pudic," *Naqshejahan-Basic Stud. New Technol. Archit. Plan.*, vol. 10, no. 3, pp. 219–230, 2020.
- [16] H. M. Zahra Yarmahmoodi, Tahereh Nasr, "Modeling a Kinetic Smart Shell to Optimize Daylight Inspired by the Movement Algorithm of Carnivorous Plant," *Life Sp. J.*, vol. 3, no. 1, 2023, [Online]. Available: 10.22094/ljsj.2023.704902.
- [17] A. Zekri, R. Fayaz, and M. Golabchi, "Harvesting Daylight in High-rise Office Buildings Using Phyllotaxis Model," *Int. J. Archit. URBAN Dev.*, vol. 11, no. 3, p. 41, 2021.
- [18] R. De Bei, X. Wang, L. Papagiannis, and C. Collins, "Assessment of bunch thinning as a management technique for Semillon and Shiraz in a hot Australian climate," *OENO One*, vol. 56, no. 1, pp. 161–174, 2022.
- [19] J. Shaeri and M. Mahdavejad, "Prediction Indoor Thermal Comfort in Traditional Houses of Shiraz with PMV/PPD model," *Int. J. Ambient Energy*, pp. 1–19, 2022.
- [20] F. Bano and V. Sehgal, "Finding the gaps and methodology of passive features of building envelope optimization and its requirement for office buildings in India," *Therm. Sci. Eng. Prog.*, vol. 9, pp. 66–93, 2019.
- [21] P. C. Tabares-Velasco, C. Christensen, and M. Bianchi, "Verification and validation of EnergyPlus phase change material model for opaque wall assemblies," *Build. Environ.*, vol. 54, pp. 186–196, 2012.
- [22] H. Aibaghi Esfahani, K. Momeni, and F. Hassan Pour, "Finding the Best Orientation of the Educational Buildings in Hot Arid Regions in Iran, in order to achieve the Optimum Annual Energy Consumption, Using Computer Simulation (Case Study: a Double Class School in Zahedan)," *Sp. Ontol. Int. J.*, vol. 9, no. 1, pp. 13–36, 2020, [Online]. Available: [https://soij.qazvin.iau.ir/article\\_673425.html](https://soij.qazvin.iau.ir/article_673425.html).
- [23] S. H. Sedigh Ziabari, H. Zolfagharzadeh, F. Asadi Malek Jahan, and S. M. Salavatian, "Comparative Study on the Influence of Window To Wall Ratio on Energy Consumption and Ventilation Performance in Office Building of Temperate Humid Climate: a Case Study in Rash," *Sp. Ontol. Int. J.*, vol. 8, no. 2, pp. 33–42, 2019, [Online]. Available: [https://soij.qazvin.iau.ir/article\\_667317.html](https://soij.qazvin.iau.ir/article_667317.html).

- [24] N. Fazeli, M. Mahdavinejad, and M. R. Bemaniyan, "Dynamic Envelope and Control Shading Pattern for Office Buildings Visual Comfort in Tehran," *Sp. Ontol. Int. J.*, vol. 8, no. 3, pp. 31–40, 2019.
- [25] A. Mohammed *et al.*, "Reducing the Cooling Loads of Buildings Using Shading Devices: A Case Study in Darwin," *Sustainability*, vol. 14, no. 7, p. 3775, 2022.
- [26] A. Vilaboa Díaz and P. M. Bello Bugallo, "Study of the Influence of Solar Shading Devices in the Solar Inputs in Buildings," in *Sustainable Energy Development and Innovation*, Springer, 2022, pp. 431–437.
- [27] A. Kiritmat, M. F. Tasgetiren, P. Brida, and O. Krejcar, "Control of PV integrated shading devices in buildings: A review," *Build. Environ.*, p. 108961, 2022.
- [28] D. Berkouk, T. A. K. Bouziri, S. Mazouz, S. Boucherit, and N. Mokhtari, "Studying the influence of shading devices on indoor thermal comfort in desert and Mediterranean climates," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2022, vol. 992, no. 1, p. 12004.
- [29] A. Mohammed, "Study of Shading Device Parameters of the Mixed-Mode Ventilation on Energy Performance of an Office Building: Simulation Analysis for Evaluating Energy Performance in Egypt," in *Advances in Architecture, Engineering and Technology*, Springer, 2022, pp. 285–297.
- [30] S. M. Ponda, "Trends of Sun-shading Devices in Nairobi Since 1900." University of Nairobi, 2022.
- [31] V. M. Gnecco and L. Pajek, "Analysis of Fixed Shading Devices in Brazilian Elementary Schools Regarding Cooling Energy Demand and Daylighting."
- [32] W. F. M. Yusoff, M. I. Shaharil, M. F. Mohamed, M. R. M. Rasani, A. R. Sapian, and N. D. Dahlan, "Review of openings with shading devices at naturally ventilated buildings," *Archit. Eng. Des. Manag.*, pp. 1–17, 2022.
- [33] S. Zhao, Q. Pan, D. Gao, and J. Cheng, "Integrating internet of things and mixed reality to teach performance-based architectural design: a case study of shading devices," *Educ. Inf. Technol.*, pp. 1–19, 2022.
- [34] X. Hong, J. Lin, X. Yang, S. Wang, and F. Shi, "Comparative Analysis of the Daylight and Building-Energy Performance of a Double-Skin Facade System with Multisectional Shading Devices of Different Control Strategies," *J. Energy Eng.*, vol. 148, no. 3, p. 5022001, 2022.
- [35] J. Xue, Y. Fan, Z. Dong, X. Hu, and J. Yue, "Improving Visual Comfort and Health through the Design of a Local Shading Device," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 19, no. 7, p. 4406, 2022.
- [36] A. Krstić-Furundžić and T. Kosić, "Assessment of energy and environmental performance of office building models: A case study," *Energy Build.*, vol. 115, pp. 11–22, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.06.050>.
- [37] S. Barter, T. Siebert, R. Bramley, M. Herderich, and M. Krstic, "Better late than never: the formation of distinctive pepper aromas in cool-climate Shiraz," *WINE Vitic. J.*, p. V37N1, 2022.
- [38] R. Gh, M. Kameni Nematchoua, V. Mohammad Nejad, and R. Yousefi, "Regional simulation model of the meteorological effects of Maharlu Lake on the human climate health of Shiraz in Iran. 2017; 5 (3): 1-16 Original Article [DOI: 10.29252/jhs.5.3.1][Downloaded from jhs. mazums. ac. ir on 2022-04-16] 1/16," *Meteorol. Eff. Maharlu Lake Hum. Clim. Heal. Gh. Roshan. al*, p. 2.
- [39] M. Mahmoudi and S. Nivi, "Improving of Climatic Technology According to Sustainable Development," *Naqshejahan-Basic Stud. New Technol. Archit. Plan.*, vol. 1, no. 1, pp. 35–52, 2011.
- [40] S. M. Molayzahedi and M. A. Abdoli, "A New Sustainable Approach to Integrated Solid Waste Management in Shiraz, Iran," *Pollution*, vol. 8, no. 1, pp. 303–314, 2022.
- [41] "Climate & Weather Averages in Shiraz, Iran." <https://www.timeanddate.com/weather/iran/shiraz/climate>.
- [42] A. Zarkesh, H. Mahyari, and M. Mahdavinejad, "An intelligent adaptive skin from a biomimetic approach for energy consumption reduction," *Hoviatsshahr*, 2022.

- [43] E. Chen, G. Lu, L. Barnik, and D. Correa, "Fast and Reversible Bistable Hygroscopic Actuators for Architectural Applications based on Plant Movement Strategies."
- [44] F. Darwin, C., Darwin, *The power of movement in plants*. John Murray, 1880.
- [45] A. W. Galston and P. J. Davies, "Control mechanisms in plant development.," *Control Mech. plant Dev.*, 1970.
- [46] N. Nakanishi, F., Nakazawa, M., Katayama, "Opening and closing of Oxalis leaves in response to light stimuli," *J. Biol. Educ.*, vol. 39, no. 2, pp. 87–91, 2005.
- [47] S. Schleicher, *Bio-inspired compliant mechanisms for architectural design: transferring bending and folding principles of plant leaves to flexible kinetic structures*. 2015.
- [48] Z. Javani and S. F. Mousavinia, "Identifying and treating unobserved heterogeneity with FIMIX-PLS in effect of Daylight metric(sDA) on happiness in a residential complex," *J. Archit. Thought*, vol. 5, no. 10, pp. 237–256, 2021, doi: 10.30479/at.2020.10904.1245.
- [49] M. M. Ghazikhanlo Sani K, Habibipour R, "Measurement of the illumination in official and educational places in the universities of Hamadan and comparison with international standards," *Pajouhan Sci J*, vol. 11, no. 4, pp. 29–35, 2013, [Online]. Available: <http://psj.umsha.ac.ir/article-1-55-en.html>.
- [50] M. F. R. F. M. Mehravar, "The acceptable illumination level for office occupants in Tehran," *JIAU*, vol. 12, no. 1, pp. 79–92, 2021, [Online]. Available: <https://doi.org/10.30475/isau.2020.195247.1263>.

## Adapting the Motion Algorithm of a Smart Building Facade Shade to the Behavioral Pattern of Oxalis Plant for Daylight Control (Case Study: Shiraz City)

### Abstract:

Zahra Yarmahmoodi<sup>1</sup>(corresponding author)

Tahereh Nasr<sup>2</sup>

Hamed Mozterzadeh<sup>3</sup>

With the advancement of technology, energy consumption, particularly in the building sector, has significantly increased. Nowadays, designing smart facade shades is considered one of the proposed solutions in this field. However, designing optimal rule-based management systems that simultaneously minimize sunlight exposure, overheating, and energy consumption remains a challenging task for designers. To design a smart shade, it is necessary to first develop an appropriate and responsive motion pattern for the chosen performance. Considering that nature has always been a source of inspiration for humans and has sustainably operated over time, plants were selected as the inspiration source for designing the smart shade in this study. Plants, like buildings, are rooted and stationary yet respond to changes in their surrounding environment. Hence, they exhibit behavioral functions similar to building facades. This similarity arises from the fact that building facades, like plant skins, must protect the internal environment from external environmental changes. This highlights the importance of exploring plant-inspired sources to achieve desirable motion and form patterns. Additionally, Shiraz, characterized by a hot and semi-arid climate, was chosen as the case study due to its hot summers and intense sunlight on southern building facades, which necessitates the use of facade shades. The findings indicate that the movement of the smart facade shade in Shiraz's climate, aligned with the sun's path, can result in a 30% reduction in absorbed solar radiation on the transparent facade surface, as well as decreased daylight penetration and lighting intensity when the shade panels are fully closed. For shades with semi-open and open panels, the reductions were 50% and 80%, respectively. Furthermore, the lighting intensity in all shade states remained within standard ranges, demonstrating the efficient performance of the smart facade shade in Shiraz's climate. Finally, recommendations were made to enhance the practicality of facade shade design, including modular and expandable designs, adaptability to the surrounding environment, and digital methods for more precise product manufacturing.

**Keywords:** Smart shade, solar radiation, daylight, lighting intensity, Oxalis plant, Shiraz.

---

<sup>1</sup> Department of Architecture, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran (email: arc.mostofi@gmail.com)

<sup>2</sup> Associate Professor in Urban Planning, Department of Architecture, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran.

<sup>3</sup> Assistant Professor of Architecture, Department of Architecture, Shiraz Branch, Islamic Azad University

## بررسی هندسه پنج ضلعی در معماری مساجد سنتی (سلجوقی تا صفوی) شهر تبریز

۱۴۰۲/۰۷/۲۸

تاریخ دریافت مقاله :

۱۴۰۳/۰۳/۱۹

تاریخ پذیرش مقاله :

نازیلا ادریسی خسروشاهی<sup>۱</sup> (نویسنده مسئول)جعفر قیاسی<sup>۲</sup>

## چکیده

**بیان مسئله:** مقاله حاضر در رابطه با تحلیل هندسی و طراحی مساجد در اعصار مختلف بر مبنای ساختار هندسه‌ی پنج ضلعی می‌باشد. مساجد شهر تبریز که در دوره‌ها و ادوار متفاوت تاریخی ساخته شده‌اند جهت مطالعه و بازخوانی هندسه پنج ضلعی انتخاب شده‌اند. معماری بناهایی با عظمت و البته جذاب در نگاه نخست، خبر از آگاهی سازندگان آن به علوم مختلف زمانه خود از جمله هندسه و ریاضی می‌دهد. آنچه که در این مطالعه درصدد یافتن پاسخی بر آن هستیم این است که آیا در طراحی و ساخت مساجد سلجوقی تا صفوی در شهر تبریز از هندسه پنج ضلعی بهره گرفته شده است و آیا این استفاده در تمام دوره‌ها یکسان هست یا اینکه در دوره خاصی غالبیت این هندسه به وضوح خود را نشان می‌دهد.

**اهمیت و ضرورت پژوهش:** مسجد تنها نمونه از انواع بناهای تاریخی ایران هست که معماران و هنرمندان همواره سعی میکردند بهترین تجربه‌ها و ابتکارهای خود را در آن به کارگیرند تا عالی ترین نمونه های معماری را خلق کنند. به همین سبب بسیاری از دگرگونی های ساختاری در معماری سنتی ایران را میتوان در ساختمان مساجد مشاهده کرد. اگرچه ما نمی توانیم به معماری گذشته با تمام کمال و اصول خلاق آن بازگردیم، لیکن شناخت مکاتب، امری ضروری میباشد.

**هدف پژوهش:** بررسی طراحی معماری مساجد سنتی شهر تبریز با اصول هندسه پنج ضلعی هدف اصلی پژوهش است. بر این مبنای به شناسایی این هندسه در پلان و نمای مساجد مذکور پرداخته میشود.

**روش تحقیق:** این مقاله با روش توصیفی- تطبیقی به بررسی هندسه پنج ضلعی در معماری مساجد سنتی تبریز پرداخته است. **نتیجه گیری:** نتایج این تحقیق، چه به صورت مطالعه هندسی و چه مطالعه آماری، در بین هشت مسجد انتخاب شده در این شهر، حاکی از غالبیت هندسه پنج ضلعی در دوران صفوی و در بین چهار مسجد از مساجد نامبرده دارد.

**کلمات کلیدی:** هندسه، پنج ضلعی، معماری، طراحی، مساجد سنتی، تبریز

۱- گروه معماری، مرکز سردرود، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران (پست الکترونیک: naziedrisi7@gmail.com)

۲- استاد گروه معماری دانشگاه معماری و ساختمان آذربایجان، باکو، آذربایجان

## ۱- مقدمه:

یکی از نخستین و قابل لمس ترین توانایی های بشری در مورد مسئله اندازه گیری و علم هندسه عبارت است از توانایی تشخیص و مقایسه اشکال، درک مفهوم مساحت و تخمین زمان لازم برای پیمودن مسافتی خاص. هندسه، واژه‌ای است که دانشمندان اسلامی آن را در مقابل واژه یونانی "geometry" انتخاب کردند. این واژه متشکل از دو بخش "geo" به معنای زمین و "meter" به معنای اندازه‌گیری است (هاشمی و دیگران، ۱۳۹۴: ۲۰۸). هندسه در بین مسلمانان از اهمیت بسزایی برخوردار بود به طوری که در طی سده های هشتم و نهم میلادی، پیشرفت علم هندسه و سایر شاخه‌های دانش در جهان اسلام، با ترجمه‌هایی از متون باستانی از زبان‌هایی چون یونانی و سانسکریت به عربی آغاز شد (الاسد و سعیدپور، ۱۳۶۷: ۳۵-۴۳). در طراحی معماری گذشته، هندسه جایگاه متمایز و ممتازی را به خود اختصاص می‌داد. بخصوص آن گاه که طراحان تراز اول یک دوره تاریخی خاص، ماموریت می‌یافتند تا بنایی یادمانی را طراحی کنند، در پی هندسه خاص می‌رفتند و جالب این که معمولاً این ترسیمات و هندسه پنهان طرح را به عنوان راز و رمزهای حرفه‌ای به صورت محرمانه پیش خود نگاه می‌داشتند و در اختیار عموم قرار نمی‌دادند. تحلیل روابط هندسی در بناهای ارزشمند روش تفکر و تصمیمات معمار را در برخورد با مسئله و یافتن راه‌حل مناسب برای پاسخ گویی به آن می‌نمایاند و قابلیت تفکر هندسی را در نظم بخشیدن به فرآیند طراحی معماری آشکار تنظیم می‌سازد (دهار و علی‌پور، ۱۳۹۲: ۳۶). توجه به ریشه‌های نظری و عملی ساخت این بناها در حوزه نقد معماری از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (مهدوی‌نژاد، ۱۳۸۴: ۷۸). از این رو در تحلیل آثار معماری، بایست به هر دو جنبه نظری و مشخصات هندسی اثر توجه کرد. (مهدوی‌نژاد و ناگهانی، ۱۳۹۰: ۲۵)

در نگاه فنی و تکنیکی به آثار معماری ایرانی، می‌توان تعامل میان اقلیم، هندسه، دانش مهندسی و زیبایی‌های هنری را مشاهده نمود (مهدوی‌نژاد و جوانرودی، ۱۳۹۰: ۷۱). موضوعی که در تحلیل معماری ایرانی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. بافت تاریخی شهر تبریز که از شهرهای مهم در ایران به شمار می‌رفته، دارای آثار معماری و بناهای تاریخی ارزشمندی است که از منظر مطالعات معماری بسیار ارزشمند می‌باشند. در پژوهش پیش رو به بررسی هندسه پنج ضلعی بکار رفته در طراحی مساجد سنتی تبریز، از دوره سلجوقی تا صفوی پرداخته شده است. آنچه در این تحقیق انجام میشود، بررسی استفاده کردن یا نکردن معمار مساجد سنتی از هندسه پنج ضلعی بوده و در صدد پاسخگویی به سوال اساسی زیر می‌باشد:

– "در طراحی مساجد سنتی تبریز، هندسه پنج ضلعی چگونه مورد استفاده قرار گرفته است؟"

فرضیه تحقیق: به نظر می‌رسد در طراحی بناهای سنتی ایران، علاوه بر هندسه زرین ایرانی از هندسه پنج ضلعی نیز استفاده شده است.

## ۲- پیشینه تحقیق:

با توجه به پیشینه تاریخی ایران و آثار باارزش معماری، مطالعات اندکی در زمینه هندسه بر روی این آثار انجام شده است. آقای توسلی در کتاب هنر هندسه خود با اشاره به نظر استفان پانوسی اشاره میکند که از آنجائیکه اطلاعات معماری و شهرسازی دوران باستان اندک است، شرایط دانشی مانند هندسه که با اصول زیباشناسی معماری و شهرسازی مرتبط است، دشوارتر می‌شود (توسلی، ۱۳۸۳: ۴۹).

حاجی قاسمی و نوایی در کتاب خشت و خیال خود در گفتار چهارم، "تار و پود پنهان"، سخن از هندسه می‌گوید؛ منتهی این بار "خشت و خیال" به هندسه باطنی بناها وارد می‌شود؛ هندسه‌ای بافته از پنج ضلعی‌ها و ده ضلعی‌ها. گویی طراح در هنگام ترکیب بندی حجم‌ها و نماها و فضاها همزمان در لایه‌ای دیگر که در پس ظاهر پنهان است، در حال ترکیب بندی دیگری است. "تار و پود پنهان" به هشت بنای مهم تاریخ می‌پردازد و در آنها مجموعاً یازده تصویر (برش افقی، عمودی و نما) را تحلیل می‌نماید، تا آشکار کند که در این معماری به جای نسبت‌های طلایی با هندسه‌ای طلائی مواجه هستیم.

روش تحلیلی هندسه بر مبنای ساختار پنج‌ضلعی، برای اولین بار توسط آقایان حاجی‌قاسمی و نوایی بر روی چند نمونه از بناهای مهم ایران صورت گرفته است. (حاجی قاسمی و نوایی، ۱۳۹۰). با وجود تعدد مقالات در زمینه هندسه، که در جدول شماره ۱ برخی از پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه آورده شده است، اما در مورد هندسه پنج ضلعی پژوهش خاص و مستقلی صورت نگرفته است و «تحلیل هندسی بر مبنای ساختار پنج‌ضلعی»، در مورد مساجد قدیمی تبریز برای نخستین بار توسط نگارندگان انجام یافته است؛ به همین منظور پژوهش حاضر از نظر مطالعاتی، نوین و ارائه دهنده نتایج جدیدی می‌باشد.

جدول ۱: پیشینه تحقیق (نگارندگان، ۱۴۰۲)

نام مقاله	نویسندگان	سال	هندسه مورد بررسی
ریخت شناسی هندسی صحن مساجد اسلامی ایران	نسترن پور- طبسی	۱۴۰۱	هندسه و تناسبات طلایی فیوناچی
ارزیابی هندسه کاربردی در نقشه سه بنای بقعه ابوبکر تایب‌آبادی، مسجد گوهرشاد و مدرسه غیاثیه خرگرد	آذر خردادو همکاران	۱۳۹۷	نظام تناسباتی مربع و مثلث متساوی الاضلاع، نیم مربع و ریشه پنج مستطیل
بررسی تناسبات حیاط مساجد دوره صفویه اصفهان	عطاریان و همکاران	۱۳۹۴	پیمون ایرانی و نسبت‌های ۱/۱۱۸-۱/۴۱۴- ۱/۱-۷۳/۶۱۸
تناسب طلایی و سیستم تناسبات ایرانی اسلامی در مسجد جامع قائن	ضیایی نیا- هاشمی زرج آباد	۱۳۹۵	تناسبات طلایی $\sqrt{2}$
تحلیل هندسی معماری مسجد شیخ لطف الله اصفهان جهت تعیین ارتباط هندسی نمازخانه با جلوخان ورودی بنا	دهار، علی پور	۱۳۹۲	نسبت طلایی
بازتاب نقش پنج ضلعی منتظم در نقوش هندسی معماری اسلامی ایران	منتظر-سلطان زاده	۱۳۹۷	بررسی هندسه پنج ضلعی در گره های هندسی
تحلیل ریشه ها و مفاهیم نقوش هندسی معماری	عابد دوست- کاظم پور	۱۳۹۵	بررسی هندسه نقوش



			دوره اسلامی در هنر کهن ایرانی
بررسی هندسه بر مبنای اشکال هندسی (مربع، مستطیل، ...)	۱۳۹۷	کاظمی و همکاران	مقایسه تطبیقی هندسه مسجد امام اصفهان و مسجد سلیمانیه استانبول بر اساس مفاهیم کهن الگویی
بررسی هندسه بر مبنای اشکال هندسی (مربع، مستطیل، ...)	۱۳۹۷	قوچانی و همکاران	تحلیل و مقایسه مفاهیم نمادین هندسه به کار رفته در عناصر کالبدی پرستشگاه های اسلامی و مسیحی (نمونه موردی: مسجد حکیم و کلیسای وانک در اصفهان)
تناسبات طلایی-تناسب زرین ایرانی $\sqrt{2}$ و $\sqrt{3}$	۱۳۹۴	هاشمی زرج آباد و همکاران	بازخوانی تحلیل اصول هندسی و تناسب طلایی در مدرسه شوکتیه

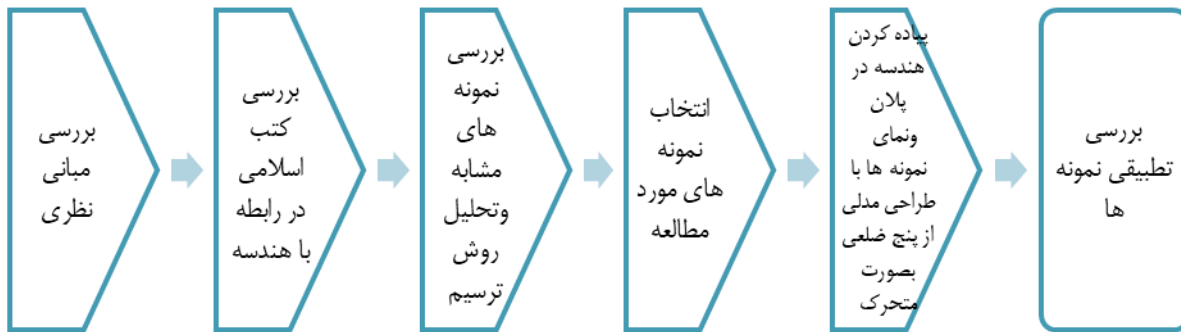
### ۳- روش تحقیق:

نگارندگان در پژوهش حاضر از روش توصیفی\_ تطبیقی بهره گرفته اند و نوع مطالعه و ابزار گردآوری اطلاعات، به صورت تلفیقی از اسنادی- کتابخانه‌ای و میدانی می‌باشد. تهیه اطلاعات، نظیر اکثر کارهای تحقیقاتی به دو روش زیر انجام گرفته است:

الف: روش کتابخانه‌ای: بخش عمده‌ای از اطلاعات مورد نیاز از کتب، مقالات، گزارش‌ها و رساله‌های موجود در کتابخانه‌های مختلف و نقشه‌های مورد نیاز از سازمانهای ذی‌ربط جمع‌آوری و تهیه‌گردید. برای تهیه ترسیمات هندسی، کتابهای دانشمندان اسلامی در رابطه با هندسه و کاربردهای آن، روشهای ترسیم و همچنین بررسی و تحلیل ترسیمات هندسی در نمونه‌های مشابه مورد مطالعه قرار گرفت.

ب: روش میدانی: که شامل بازدید از منطقه مورد مطالعه جهت شناسایی ویژگی‌های بناهای مورد مطالعه، و ابزار گردآوری اطلاعات این تحقیق (مشاهده، فیش، جدول و بانک اطلاعاتی و غیره) می‌باشد. در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار اکسل استفاده شده و ترسیمات با استفاده از نرم‌افزار طراحی اتوکد صورت گرفته است.

بدین ترتیب که مطابق دیاگرام ۱ بعد از بررسی مطالعات پیشین و تحلیل روش ترسیم، نمونه‌های مورد مطالعه\_ که شامل هشت پلان و هشت نما از مساجد باقی مانده از دوره‌های سلجوقی تا صفوی شهر تبریز می‌باشند- انتخاب شده و در مرحله بعد با پیاده کردن هندسه در پلان و نمای نمونه‌ها با طراحی مدلی از پنج ضلعی بصورت متحرک پرداخته و در نهایت میزان مطابقت پلان و نمای نمونه‌ها با الگوهای هندسی نام برده شده مشخص میشود.



دیگرام ۱: دیگرام روش تحقیق (ماخذ: نگارندگان)

#### ۴- چارچوب نظری پژوهش:

##### ۴-۱- مفهوم هندسه

به لحاظ مفهومی، هندسه به معنای اندازه و شکل می‌باشد. هندسه شاخه ای از علوم ریاضی است که در آن مطالعه در فضا، اشکال و اجسام، قابل تصور در این فضا باشد. این دانش همراه با حساب، یکی از دو شاخه قدیمی ریاضیات است. علم هندسه مثل همه علوم دیگر از مشاهده و تجربه ناشی شده و ارتباط جدی با احتیاجات اقتصادی بشر دارد (بمانیان و دیگران، ۱۳۹۰: ۱۵).

هندسه همواره دارای دو جنبه متفاوت بوده و در دو زمینه گسترش یافته است. جنبه نظری و ریاضی (هندسه نظری) و جنبه عملی و تجربی (هندسه عملی). هندسه نظری، فرم و شکلی است که در اندیشه معمار شکل می‌گیرد. در مقابل هندسه عملی دلالت بر تکنولوژی ساخت و اجرا دارد و مجموعه فنون و قواعدی است که طراحان را در ایجاد و سازماندهی طرح یاری می‌کند و فرآیند ساخت و اجرا را امکان‌پذیر می‌سازد. اهمیت پی بردن به هندسه نظری بنا تا حدی است که می‌توان گفت تا هنگامی که تناسب هندسی در پلان و نما در بنا رمزگشایی نشوند، نمی‌توان شناختی از بنا به دست آورد و آن را توصیف کرد. از سوی دیگر بررسی‌ها نشان می‌دهند هندسه عملی بر نظام طراحی معماری سنتی ایران تأثیرگذار است، به گونه‌ای که بازشناسی آن در درک بهتر بخش‌های از دست رفته بنا سودمند خواهد بود (ولی‌بیگ و دیگران، ۱۳۹۶: ۱) به مجموعه تکنیک‌ها و فنونی از هندسه که در زمینه‌های الف) ایجاد نظام اندازه‌گیری (تناسبات، ب) کمک‌های ترسیمی و مراحل ترسیمات و ج) ایجاد ترسیمات راهنما کاربرد داشته و موجب خلق و ایجاد این زمینه‌ها می‌شده است هندسه ترسیمی گفته می‌شود. همان‌طور که اشاره شد هندسه، رابطه ریاضی مابین نقاط، طولها، سطوح و حجم‌ها را تعیین می‌کند و نسبت‌های میان آنها و مشتقات و توابعشان را نشان می‌دهد. کلمه هندسه در زبانهای اروپایی ریشه یونانی دارد و به معنای مساحتی است (مولوی و قاسم‌زاده، ۱۳۸۱). در شکل‌های مختلف موجود در طبیعت، نسبت‌های معینی را می‌توان مشاهده کرد. اماکن مقدس در طول هزاره‌ها مخلوق پیوند نزدیک بین علم معماری و هندسه بوده و انسان سعی کرده است به وسیله آن، نوعی تجلی آسمانی را برای خود فراهم آورد. الگوهای هندسی معین و اعداد وابسته به آنها با در برداشتن مفاهیم کیهانشناسی، نقشی نمادین در آفرینش معماری ایفا می‌کنند (حجازی، ۱۳۸۷: ۳۰). بررسی این نمونه‌ها و سایر نمونه‌های مشابه نشان می‌دهند که هندسه در معماری ایرانی از جایگاه والایی برخوردار است و این هنر بخشی از تجلی مفهوم زیبایی در معماری ایرانی بوده است. داشتن نظم هندسی مشخص باعث انسجام اجزا بنا با کل بنا می‌گردد. با رعایت هندسه‌ای منطقی در نقشه بنا، می‌توان هیات و حجم کلی بنا را بهتر درک کرد. چنین کاربردی از علم هندسه همواره شبکه‌ای ملموس و قابل رویت نبوده بلکه نظامی است که وظیفه تنظیم و کنترل فضاهای مختلف را در یک دستگاه واحد دارد (عمومی، ۱۳۷۶: ۳۳).

در طراحی نمای معماری تبعیت از نظم به دلیل ماهیت معماری معمولاً اتفاق می‌افتد ولی باید در نظر داشت تبعیت عالمانه از این نظم در مسیر دسترسی به تعادل بصری صورت گیرد. احساس تعادل زمانی برقرار می‌شود که بار احساسی شکل‌ها در دو طرف ترازو یکسان باشد (رازجویان، ۱۳۷۷: ۱۵).

یکی از ساختارهای مورد نیاز برای معماران، اشکال و فرم‌ها، بویژه چند ضلعی‌های منتظم می‌باشد. پنج‌ضلعی منتظم جز معدود اشکال هندسی است که به وفور در طبیعت یافت می‌شود. در معماری اسلامی از شکل پنج‌ضلعی در پلان بعضی از بناها استفاده شده است. (پلان مقبره بابا رکن‌الدین در اصفهان). در سرزمین‌های غیراسلامی نیز برای ساخت بناهای نظامی و قصرهای قدیمی از شکل پنج‌ضلعی منتظم استفاده شده است (آقایانی چاوشی، ۱۳۸۴: ۸). در گره چینی و در هنرهای تزئینی پرکاربردترین چندضلعی مورد استفاده، پنج‌ضلعی منتظم است. در هنر گره چینی، گره‌ها را به پنج دسته تقسیم می‌کنند، که در همه‌ی آنها پنج‌ضلعی منتظم، عنصر اصلی می‌باشد. لازم به ذکر است، در هندسه، ترسیم را زیبا می‌نامند که دارای حداکثر دقت و حداقل عملیات ترسیمی باشد.

بر اساس نتایج حاصل از مطالعات شالوده‌های مهندسی طرح بناها بیش از هر چیز بر شکل‌های منظم هندسی و ترکیبات آنها استوارند و در میان این شکل‌های پنج‌ضلعی منتظم نقش اصلی را ایفا می‌کند. دلایل این عطف توجه به پنج‌ضلعی منتظم در معماری اسلامی را نمی‌دانیم و اشاراتی هم که در منابع تمدن‌های دیگر به اهمیت این شکل وجود دارد نمی‌تواند علت استفاده از پنج‌ضلعی در این معماری را توضیح دهد. اما همین قدر می‌توان گفت که این شکل، نسبت به شکل‌های دیگر امکانات بیشتر و متنوع‌تری دارد. اگر مثلث، مربع یا شش‌ضلعی و هشت‌ضلعی در توسعه یا تقسیم درونی خود به تناسب‌های ساده و یکسانی می‌رسند، پنج‌ضلعی، چه در تقسیم درونی و چه در گسترش بیرونی، ترکیب‌ها و اندازه‌های متفاوت و تناسب‌های متنوعی را می‌آفریند که در عین کثرت به هم وابسته‌اند و ریشه مشترکی دارند. به این ترتیب انتخاب پنج‌ضلعی به عنوان شکل اصلی هندسه پنهان، فارغ از معانی خاصی که ممکن است این شکل در ذهن معمار داشته باشد و ما از آن مطلع نیستیم. به مهندس معمار این فرصت را می‌دهد که هم طرح را در قالب کلی هندسه منظمی قرار دهد و هم در گزینش شکل‌ها و ابعاد و تناسب‌های مطلوب خود محدودیتی نداشته باشد.

## ۲-۴- هندسه پنج‌ضلعی:

با توجه به جایگاه والای هندسه در معماری ایرانی و توجه به اشکال و فرم‌های موجود در طبیعت در این نوع معماری، پنج‌ضلعی منتظم یکی از اشکال هندسی است که در معماری ایرانی به وفور استفاده شده است. مضاف بر اینکه پنج‌ضلعی منتظم جز معدود اشکال هندسی است که به وفور در طبیعت یافت می‌شود. ترسیم پنج‌ضلعی به شیوه‌های گوناگون امکان‌پذیر است. ابوالوفا بوزجانی، دانشمند، ریاضیدان و اخترشناس نامدار جهان اسلام که در سده‌ی چهارم هجری قمری می‌زیسته است از بزرگترین هندسه دانان مسلمان و ایرانی است که تلفیق هندسه نظری و عملی را در حل مسائل خود به کار برده و ابداعات بسیار ارزشمندی در این مسیر انجام داده است (قربانی و شیخان، ۱۳۷۱: ۵۸). وی ابزارهای ساده‌ای را برای ساختمان‌های هندسی مورد نیاز می‌دانست، همچون خط کش، پرگار و گونیا. کتاب‌های وی سرشار از راهکارهای عملی برای مسایلی هندسی است. در کتاب وی سه روش عمده برای طراحی پنج‌ضلعی منتظم ارائه شده است. که در زیر به این سه روش و نیز روش کشورهای غیر اسلامی پرداخته می‌شود.

روش‌های موجود از نظر دقت، سادگی و توانایی اجرا مقایسه شده‌اند و نتایج در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱: مقایسه روش‌های موجود از نظر دقت، سادگی و توانایی اجرا (نگارندگان، ۱۳۹۵)

روش ترسیم	توانایی اجرا	سادگی	دقت مورد نیاز
ابوالوفا بوزجانی - روش اول	نیاز به ترسیم عمود	با ترسیم ۶ دایره	دقیق

دقیق	با ترسیم ۸ دایره	نیاز به ترسیم عمود	ابوالوفا بوزجانی - روش دوم
دقیق	با ترسیم ۲ دایره	نیاز به دایره اولیه و ترسیم عمود	ابوالوفا بوزجانی - روش سوم
دقیق	با ترسیم ۵ دایره	نیاز به ترسیم خطوط عمود بر هم	روش ترسیم کشورهای غیر اسلامی

نتایج جدول (۱) حاکی از دقیق بودن هر چهار روش (سه روش ابوالوفا بوزجانی و کشورهای غیر اسلامی) و توانایی اجرای آنها با شیوه‌های نزدیک به هم است. روش سوم ابوالوفا بوزجانی (۱۳۸۵) با ترسیم دودایره و نیاز به دایره اولیه و ترسیم عمود، از سه روش دیگر ساده‌تر است. نتایج جدول (۱) حاکی از این است که، روش‌های هندسه اسلامی که شامل سه روش ابوالوفا بوزجانی است، از لحاظ ترسیمی زیبا قلمداد می‌شود، چرا که حداقل عملیات هندسی و حداکثر دقت دارند.

### ۳-۴- معرفی مساجد شهر تبریز:

شهر تبریز در راس مثلث دشت تبریز در نقطه‌ای که سلسله کوه‌های شمالی و دنباله کوهستان سهندیه به نزدیکترین فاصله خود می‌رسند، و در کنار روخانه آجی‌چای جای گرفته است. راه‌هایی که از شرق و مرکز کشور می‌بایست راهی غرب و شمال شوند و ناچار با عبور از دره‌ها و قطع ارتفاعات می‌بایست به این نقطه می‌رسیدند. این موقعیت ارتباطی، به اضافه موقعیت جغرافیایی که وضعیت دفاعی مناسبی را در اختیار شهر می‌گذاشت و قرار گرفتن در کنار دشت حاصلخیز، موقعیت خاص به تبریز بخشیده است (حبیب، ۱۳۸۹: ۹۵). با توجه به مشخصات تاریخی، جغرافیایی، ویژگی‌های معماری و بناهای بازمانده در شهر تبریز می‌توان مساجد سنتی آن را با دوره حکومتی سلجوقی تا صفوی منطبق ساخت. شکل‌گیری تدریجی الگوی مساجد ایرانی از آغاز ورود اسلام به ایران تا تکامل آن حائز اهمیت است. مطالعات تاریخی نشان می‌دهد که هر یک از عناصر موجود در الگوی مسجد ایرانی به مرور در قالب طراحی و انتظام فضایی معماری مسجد ظاهر شده‌اند و با گذشت زمان به تکامل و غنای بیشتری رسیده‌اند. جانشینی سلسله‌های حاکم در قرون گذشته منجر به تغییر کیفی جدی در زندگی سیاسی-اجتماعی کشور شد، که به نوبه خود الزامات جدیدی را برای همه نوع معماری، از جمله معماری مسجد تعیین کرد. با بررسی نمونه‌های مساجد تبریز در دوره مورد مطالعه، چهار مرحله اصلی توسعه آشکار می‌شود که در آنها تفاوت‌های سبکی مشخصی مشهود است. جدول (۲) مساجد مورد مطالعه و ادوار تاریخی مورد نظر را که هر مسجد در آن دوره ساخته شده است، معرفی می‌کند.

کلمات کلیدی: (چهار الی شش کلمه)

بخش‌های عنوان، چکیده و کلمات کلیدی در یک صفحه مجزا تنظیم گردند.

بدنه اصلی مقاله: بدنه اصلی مقاله شامل بخش‌های زیر خواهد بود:

- ۱- **مقدمه:** معرفی کننده کلی مقاله بوده و شامل بیان مسأله، اهمیت و ضرورت پژوهش، اهداف پژوهش و همچنین جنبه نوآورانه مقاله می‌باشد.
- ۲- **پرسش‌ها یا فرضیات پژوهش:** شامل یک پرسش یا فرضیه اصلی و دو الی سه پرسش یا فرضیه فرعی خواهد بود. پیشنهاد می‌گردد برای مقالات کیفی به ارایه پرسش‌ها و برای مقالات کمی به ارائه فرضیات پژوهش پرداخته شود.
- ۳- **پیشینه تحقیق:** به بررسی پژوهش‌های انجام یافته پیشین در ارتباط با موضوع مقاله اختصاص دارد.
- ۴- **روش تحقیق:** در بخش روش تحقیق به معرفی ماهیت کمی یا کیفی پژوهش، نوع پژوهش از نظر بنیادی/کاربردی/توسعه‌ای بودن، بررسی روش‌های گردآوری داده‌ها، معرفی روش انجام پژوهش و روش تحلیل داده‌ها پرداخته خواهد شد.

۵- **چارچوب نظری پژوهش:** به بررسی نظریه های مرتبط با موضوع مقاله می پردازد.

۶- **بحث و یافته ها:** بخش تحلیلی مقاله بوده و به تحلیل داده های پژوهش بر اساس روش تحقیق و روش تحلیل مورد نظر جهت دستیابی به نتایج می پردازد.

۷- **نتیجه گیری:** به بیان نتایج به دست آمده از پژوهش می پردازد و شامل تفسیر یافته ها، ارایه نتیجه در قالب یک نظریه، گزارش درخصوص اهداف، پاسخ به سوالات یا آزمون فرضیات می باشد. در نتیجه گیری از رفرنس دهی اجتناب گردد.

۸- **تشکر و قدردانی** (الزامی نیست): در بخش تشکر و قدردانی، راهنمایی و کمک های دیگران یادآوری شده و به طور اجمالی از آن ها سپاسگزاری گردد.

۹- **پی نوشت ها:** پی نوشت های مقاله (انگلیسی اصطلاحات و نامها، توضیحات تکمیلی و ... در متن به ترتیب شماره گذاری شده و در پایان مقاله و قبل از فهرست مراجع، تحت عنوان پی نوشت ها گنجانده شوند.

#### ۱۰- **ماخذ:**

که شامل منابع فارسی و لاتین خواهد بود. منابع به ترتیب حروف الفبا بر حسب نام خانوادگی نویسنده اول و به تفکیک زبان نوشته شوند. ابتدا منابع فارسی و سپس منابع لاتین درج گردند. تنها منابعی در فهرست ماخذ ذکر گردند که در متن مقاله به آنها اشاره گردیده است.

تصاویر با دقت 300 dpi و کیفیت مناسب در متن قرار گیرد. تصاویر و جداول به صورت جداگانه شماره گذاری شده و اشاره به آنها در متن مقاله حائز اهمیت است.

عنوان جداول در بالا و تصاویر در پایین آنها نوشته شود.

رفرنس دهی جداول و تصاویر در ذیل عنوان آنها باید ذکر شود.

بخش انگلیسی:

بخش انگلیسی شامل:

عنوان، اطلاعات نویسندگان، چکیده انگلیسی Extended (حدود ۵۰۰ کلمه) کلمات کلیدی بوده با فونت Times New Roman شماره ۱۱ در یک صفحه تدوین می گردد.

#### شیوه منبع نویسی و ارجاعت درون متنی:

شیوه استناد دهی مجله به صورت درون متنی می باشد. استنادات در متن و در داخل پارانتز شامل نام خانوادگی نویسنده، سال انتشار و شماره صفحه درج می گردد.

جدول شیوه ارجاع دهی درون متنی

یک نویسنده	(نویسنده، سال: شماره صفحه)	مثال فارسی	مثال لاتین
دو نویسنده	(نویسنده اول و نویسنده دوم، سال: شماره صفحه)	(بابازاده، ۱۳۸۲: ۴۵)	(Jones, 2015: 118)
بیش از دو نویسنده	(نویسنده اول و همکاران، سال: شماره صفحه)	(بابازاده و محمدی، ۱۳۹۶: ۱۱۲)	(Smith & John, 1970: 2)
استناد به بیش از یک منبع	(نویسنده، سال: شماره صفحه؛ نویسنده، سال: شماره صفحه)	(احراری، ۱۳۹۶: ۴۵؛ یوسفی، ۱۳۹۴: ۳۲)	(Gartner, Larson & Atlen, 1991; Koeing, 1990)
اشاره به فصل خاصی از کتاب	(نام خانوادگی، سال انتشار، ف)	(مجتهدزاده، ۱۳۹۴، ف ۴)	(Hermjones, 1983, chap. 3)

(Payne, n.d.: 101)	(شریفی، بی تا: ۴۵)	(نام خانوادگی، بی تا: شماره صفحه)	نامشخص بودن سال انتشار
("Using APA," 2001: 134)	("هورمون های تقویت کننده هوش"، ۱۳۸۴: ۲۱۳)	در فارسی (عنوان نوشتار، تاریخ: صفحه) در انگلیسی آغاز کلمات عنوان با حروف بزرگ	فاقد پدیدآور
(Smith, 2005: 33-46; 77)	(محمدی، ۱۳۹۱: ۷-۵: ۷۲)	(نویسنده، تاریخ: شماره صفحه؛ شماره صفحه)	استناد به صفحات متعدد از یک کتاب
(Jones, 2015)	(علیخانی، ۱۳۹۴)	(نویسنده، سال)	استناد به منابع الکترونیک
(Ibid) or (Ibid: pp)	(همان) یا (همان: شماره صفحه)		تکرار استناد در متن
(Jones, 2015)	(خادم، ۱۳۲۲)	(عکاس، سال)	عکس
(نویسنده ثانویه، سال: شماره صفحه به نقل از نویسنده اصلی، سال: شماره صفحه)			نقل قول از یک منبع دیگر
Smith (2005) believe that . . . (p 78)	علیمحمدی (۱۳۹۶) بیان می کند که . . . (ص ۴۸)		ذکر نام نویسنده در متن

### شیوه ماخذ نویسی منابع فارسی

نام خانوادگی پدیدآورنده، نام کوچک (تاریخ نشر). عنوان کتاب به شکل ایتالیک. نوبت چاپ، محل نشر: ناشر.	کتاب با یک نویسنده
نام خانوادگی نویسنده اول، نام؛ نام خانوادگی نویسنده دوم، نام و نام خانوادگی نویسنده سوم، نام (تاریخ نشر). عنوان کتاب به شکل ایتالیک. نوبت چاپ، محل نشر: ناشر.	کتاب با دو عنوان نویسنده و بیشتر
نام خانوادگی پدیدآورنده، نام کوچک (تاریخ نشر). عنوان مقاله به شکل ساده. عنوان نشریه به شکل ایتالیک، دوره(شماره)، صفحه شماره.	مقاله با یک نویسنده
نام خانوادگی نویسنده اول، نام؛ نام خانوادگی نویسنده دوم، نام و نام خانوادگی نویسنده سوم، نام (تاریخ نشر). عنوان مقاله به شکل ساده. عنوان نشریه به شکل ایتالیک، دوره(شماره)، صفحه شماره.	مقاله با دو نویسنده و بیشتر
نام خانوادگی پدیدآورنده، نام کوچک (سال دفاع). "عنوان پایان نامه." رساله دکتری/پایان نامه کارشناسی ارشد رشته. نام دانشگاه، نام شهر.	پایان نامه

جدول ۲: معرفی مساجد تبریز در ادوار تاریخی مورد مطالعه (ماخذ تصاویر و ترسیم مجدد نقشه ها با استناد به نقشه های میراث فرهنگی: نگارندگان، -۱۳۹۶)

تصویر	نام مسجد	دوره تاریخی
	جامع	سلجوقی ۱۱۹۴-۱۰۳۷

	<p>حاجت</p>	
	<p>استاد و شاگرد</p>	<p>ایلخانی ۱۲۵۶-۱۳۳۵</p>
	<p>کبود</p>	<p>قره قویونلو ۱۳۷۸-۱۴۶۹</p>
	<p>صاحب‌الامر</p>	<p>صفوی ۱۵۰۱-۱۷۲۲</p>
	<p>ظهیریه</p>	





## ۵- بحث ویافته ها

### ۵-۱- هندسه پنج‌ضلعی در مساجد شهر تبریز

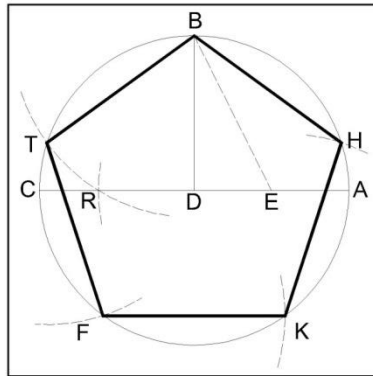
طرح بنا بیشتر از هر چیز بر شکل‌های منظم هندسی و ترکیبات آن‌ها استوارند و در میان این شکل‌ها پنج‌ضلعی منظم نقش مهم‌تری را ایفا می‌کند. پنج‌ضلعی از قدیم‌ترین ایام در بسیاری تمدن‌ها یک شکل برگزیده و مقدس بوده است. نسبت بین قطر و ضلع پنج‌ضلعی که "نسبت طلایی" نامیده می‌شود و بیش از خود پنج‌ضلعی اهمیت یافته است. این نسبت با حرف فی ( $\phi$ ) نیز شناخته می‌شود. هرچند نمی‌توان کل طبیعت را متأثر از این تناسب دانست، اما می‌توان گفت که در هر جایی که کمال مطلوب یا زیبایی خاص یا هماهنگی شکل وجود داشته باشد تاثیر نسبت طلایی در آن مشهود می‌باشد. پنج‌ضلعی منظم شکلی است که پنج ضلع و ۵ زاویه مساوی دارد و در دایره محاط می‌شود. این شکل با توجه به اجزا خود نسبت‌های متنوعی را ارائه می‌دهد. به طور مثال با تقاطع قطرها نسبت قطعات مختلف آن‌ها به یک دیگر معادل نسبت قطر به ضلع است و ارتفاع نیز به وسیله قطرها به قطعاتی با همین نسبت تقسیم می‌شود. پنج‌ضلعی شکلی می‌باشد که قابلیت گسترش دارد، با ترسیماتی در درون یا بیرون آن شبکه‌ای گسترده از پنج‌ضلعی‌ها ساخته می‌شود که همگی دارای نسبتی معین با شکل نخستین هستند. یک اثر معماری بدون هندسه معنایی ندارد. آنچه یک بنا را متمایز می‌سازد، نحوه چیدمان اشکال هندسی است.

در پژوهش حاضر با استفاده از روش تحلیلی و تطبیقی در بررسی اطلاعات بدست آمده، یک مدل هندسی از پنج‌ضلعی که با روش سوم ابوالوفا بوزجانی ترسیم شده است \_ طرح شده و پس از ترسیم پنج ضلعی با روش فوق در نرم افزار اتوکد، در نمونه‌های موردی، ابتدا هندسه کلی در پلان مورد بررسی قرار گرفته و سپس هندسه در فضاها و شبستانها بصورت جزئی بررسی میشود. برای این منظور یکی از اضلاع هندسه بدست آمده بعنوان خط مبنا در نظر گرفته شده و پنج ضلعی پایه، براساس آن ترسیم شده و به عنوان مدل والگوی متحرک در پلان مورد استفاده قرار میگیرد؛ بدین ترتیب رابطه هندسی بین فضاهای مختلف بدست می‌آید (جدول ۳)

**روش هندسی مورد استفاده برای ترسیم پنج ضلعی** (روش سوم ابوالوفا محمد بن محمد البوزجانی): طرز رسم پنج ضلعی منظم در دایره: اگر بخواهیم که در دایره ای پنج ضلعی منظم محاط نماییم، اول قطر ADC را می کشیم و از نقطه D که مرکز دایره است عمود BD را رسم می کنیم، سپس شعاع AD را در نقطه E نصف و نقطه R را بطول BE روی قطر بدست می آوریم. به مرکز B و شعاع BR قوس RT را میکشیم تا قوس BT را از دایره جدا کند. این



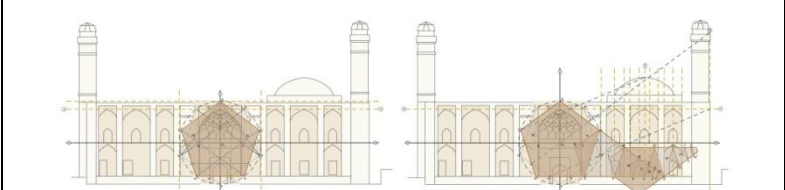
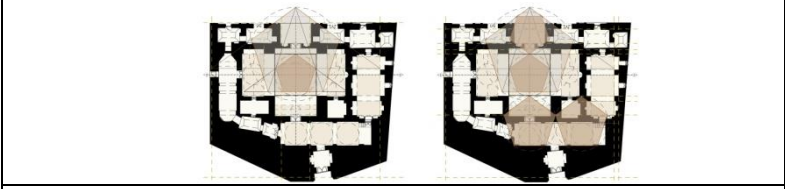
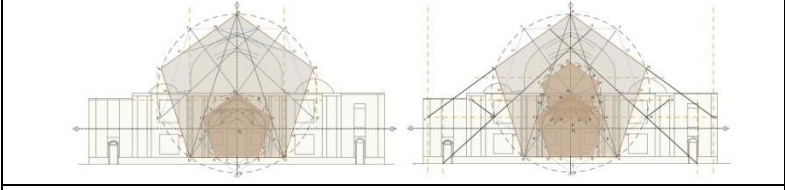
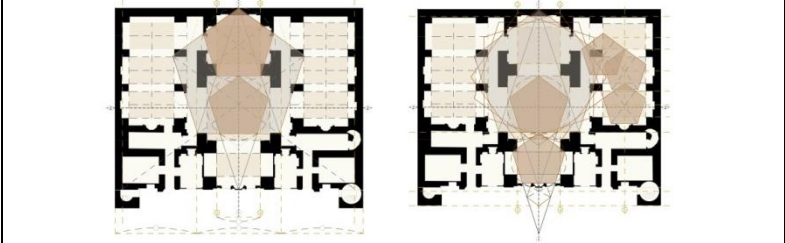
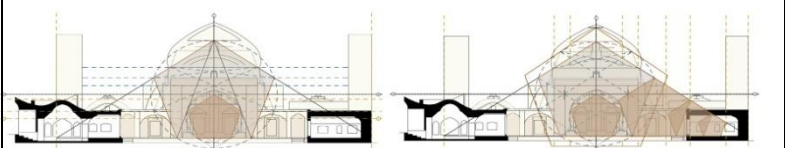
قوس مساوی یک پنجم محیط دایره می باشد. حال قوس های  $BH, HK, KF, FT$  را مساوی  $BT$  جدا می کنیم و وتر آن ها را می کشیم تا پنج ضلعی  $HKFTB$  با اضلاع و زوایای مساوی به دست آید (تصویر ۱) (بوزجانی، ۱۳۷۶).



تصویر ۱: رسم پنج ضلعی توسط بوزجانی، روش سوم (ترسیم: نگارندگان بر مبنای بوزجانی، ترجمه جذبی، ۱۳۸۵)

جدول ۳: تحلیل هندسه پنج ضلعی در مساجد سنتی شهر تبریز (ماخذ و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶)

دوره	نام مسجد	تطبیق هندسه پنج ضلعی با پلان و نما
قره قویونلو	مسجد کبود	پلان
		نما
صفوی	صاحب الامر مسجد	پلان

	نما	مسجد ظهیریه
	پلان	
	نما	مسجد حاج صفوعلی
	پلان	
	نما	

نتایج مقایسه نشان می‌دهد که معماران در طراحی و ساخت برخی مساجد آگاهی لازم از انواع هندسه و هندسه پنج‌ضلعی داشته، زیرا به درستی در مکان‌یابی عناصر معماری در پلان، چیدمان عناصر معماری در نما، تناسب بین فضاهای معماری از اصول هندسی به نحو عالی بهره گرفته است و یک بنای زیبا را از هر نظر طراحی و اجرا نموده است. با توجه به تحلیل و بررسی هندسه پنج‌ضلعی در پلان و نمای مساجد مورد مطالعه، از بین هشت مسجد مورد مطالعه، در ادوار تاریخی متفاوت تعداد ۴ مسجد در انطباق با هندسه پنج‌ضلعی در پلان و نما بوده و ۴ مسجد در عدم انطباق با هندسه پنج‌ضلعی در پلان و نما می‌باشند (جدول ۴ و ۵). همچنین نتایج حاکی از آن هست که در دوره صفوی نسبت به دوره‌های پیشین انطباق پلان و نمای مساجد با هندسه پنج‌ضلعی بیشتر شده است.

جدول ۴: مشخصات نمونه‌ها از نظر هندسه پنج‌ضلعی در پلان (نگارندگان، ۱۳۹۶)

نام مساجد	تعداد مساجد	هندسه ۵ ضلعی
صاحب‌الامر - ظهیریه - حاج صفر علی - کبود	۴	انطباق با هندسه ۵ ضلعی

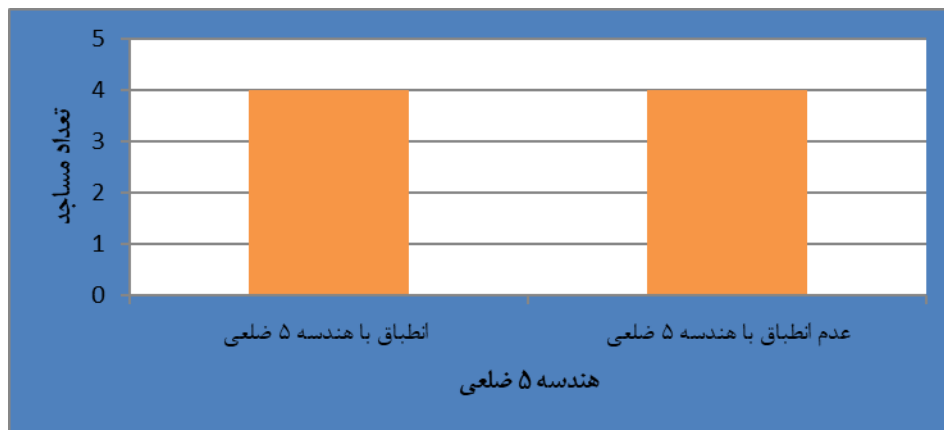
عدم انطباق با هندسه ۵ ضلعی	۴	جامع - استاد شاگرد - میدان مقصودیه - حاجت
----------------------------	---	---

همان طور که در جدول (۴) نیز نشان داده شده است چهار مسجد صاحب الامر، ظهیریه، حاج صفر علی، کبود که متعلق به ادوار تاریخی مختلف نیز هستند، منطبق بر هندسه پنج ضلعی در پلان می باشند ولی چهار مسجد جامع، استاد شاگرد، میدان مقصودیه، حاجت این انطباق را ندارند. جدول (۵) نیز انطباق چهار مسجد صاحب الامر، ظهیریه، حاج صفر علی، کبود با هندسه پنج ضلعی در نما را نشان می دهد.

جدول ۵: مشخصات نمونه ها از نظر هندسه پنج ضلعی در نما (نگارندگان، ۱۳۹۶)

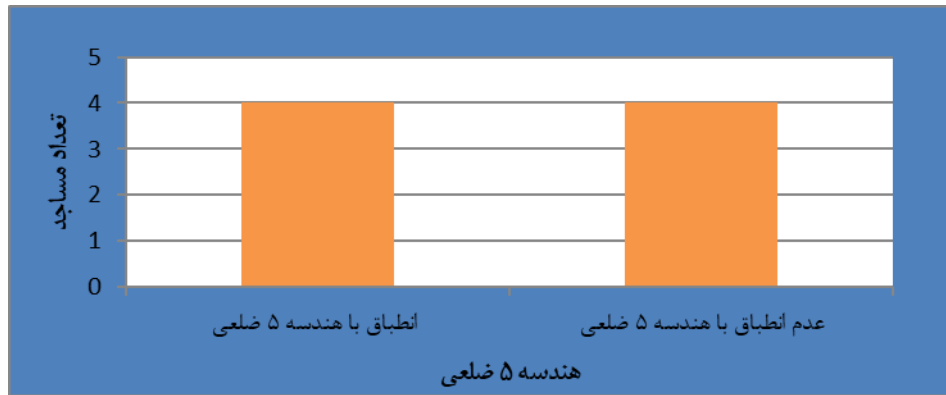
نام مساجد	تعداد مساجد	هندسه ۵ ضلعی
صاحب الامر - ظهیریه - حاج صفر علی - کبود	۴	انطباق با هندسه ۵ ضلعی
جامع - استاد شاگرد - میدان مقصودیه - حاجت	۴	عدم انطباق با هندسه ۵ ضلعی

از بین هشت مسجد سنتی در شهر تبریز، چهار مسجد که متعلق به ادوار تاریخی مختلف نیز هستند، از نظر هندسی چه در نما و چه در پلان با هندسه پنج ضلعی منطبق می باشند. به لحاظ آماری نیز پنجاه درصد از مساجد مورد بررسی با هندسه پنج ضلعی منطبق هستند (نمودار ۱).



نمودار ۱: مشخصات نمونه ها از نظر هندسه پنج ضلعی در پلان (نگارندگان، ۱۳۹۶)

تحلیل و بررسی هندسه پنج ضلعی در نما مساجد مورد مطالعه، تعداد ۴ مسجد در انطباق با هندسه پنج ضلعی در نما بوده و ۴ مسجد در عدم انطباق با هندسه پنج ضلعی در نما می باشند (نمودار ۲). همچنین ۵۰ درصد نماهای مورد مطالعه با هندسه ۵ ضلعی انطباق دارند. از طرفی در بررسی نماهای مساجد از لحاظ تطبیق با هندسه ۵ ضلعی، مشخص می شود که در دوره صفوی نمای مساجد بیشترین انطباق را با هندسه ۵ ضلعی دارا هستند.



نمودار ۲: مشخصات نمونه‌ها از نظر هندسه پنج‌ضلعی در نما (نگارندگان، ۱۳۹۶)

با توجه به ادوار تاریخی مساجد دارای انطباق با هندسه پنج‌ضلعی در پلان و نما یا همان مساجد صاحب‌الامر، ظهیریه، حاج صفرعلی (دوره صفویه) و مسجد کبود (دوره قره‌قویونلو)، نشان می‌دهد که معماران عهد صفوی به هندسه پنج‌ضلعی توجه زیادی داشته و به درستی در مکان‌یابی عناصر معماری در پلان، چیدمان عناصر معماری در نما، تناسب بین فضاهای معماری از اصول هندسه پنج‌ضلعی به نحو عالی بهره گرفته است و یک بنای زیبا از هر نظر طراحی و اجرا نموده است.

### ۶- نتیجه‌گیری:

استفاده از ترسیمات هندسی در هنر و معماری ایران سابقه‌ای طولانی دارد. طرح مایه‌های هندسی مخصوصا پس از اسلام، برای معین کردن اندازه‌های بنا و به دست آوردن تناسبات مطلوب و زیبایی بنا مورد استفاده قرار گرفته است. طرح بنا بیشتر از هر چیز بر شکل‌های منظم هندسی و ترکیبات آن‌ها استوارند و در میان این شکل‌ها پنج‌ضلعی منتظم نقش مهم‌تری را ایفا می‌کند. در این پژوهش به نحوه بکارگیری هندسه پنج‌ضلعی در مساجد مورد نظر توسط معماران ایرانی در مساجد شهر تبریز پرداخته شده، یافته‌های پژوهش مورد بحث و تحلیل قرار گرفته‌اند و نتایج مقایسه نشان داد که چهار مسجد صاحب‌الامر، ظهیریه، حاج صفرعلی (دوره صفویه) و مسجد کبود (قره‌قویونلو) از بین هشت مسجد مورد بررسی چه در نما و چه در پلان با هندسه پنج‌ضلعی انطباق دارند. توجه به دوره تاریخی ساخت این مساجد دلالت بر آن دارد که معماران عهد صفوی بیش از هر دوره تاریخی دیگر که در این مطالعه به آن اشاره شده است در طراحی و ساخت مساجد آگاهی لازم از انواع هندسه و هندسه پنج‌ضلعی داشته، زیرا به درستی در مکان‌یابی عناصر معماری در پلان، چیدمان عناصر معماری در نما، تناسب بین فضاهای معماری از اصول هندسی به نحو عالی بهره گرفته است و یک بنای زیبا از هر نظر طراحی و اجرا نموده است.

### ماخذ:

- آرشيو سازمان ميراث فرهنگي، گردشگري و صنايع دستي استان آذربايجان شرقي.
- آذرخرداد، ف. هاشمی، ح. زارعی، ع. (۱۳۹۷). ارزیابی هندسه کاربردی در نقشه سه بنای بقعه ابوبکر تایبادی، مسجد گوهرشاد و مدرسه گیائیه خرگرد. *مطالعات باستانشناسی، پارسه*، ۲(۴)، ۱۳۶-۱۲۱.
- آقایانی چاوشی، جعفر. (۱۳۸۴). *مقایسه روش‌های ابوالوفا بوزجانی، لئوناردو داوینچی، آلبرت دورر در ترسیم پنج‌ضلعی منتظم*. نشریه آئینه میراث. سال سوم. صص ۱-۲۸.

- ادریسی خسروشاهی، نازیلا. قیاسی، جعفر. (۱۴۰۲). هندسه و تناسبات طلایی در معماری مساجد قدیمی (سلجوقی تا صفوی) تبریز، سومین کنفرانس بین المللی معماری، عمران، شهرسازی، محیط زیست و افق های هنر اسلامی در بیانیه گام دوم انقلاب، دانشگاه هنر اسلامی تبریز.
- الاسد، محمد. (۱۳۶۷). کاربردهای هندسه در معماری مساجد. سعید سعیدپور. فصلنامه هنر و معماری. شماره ۳۳، صص ۴۳-۳۵.
- ابوزجانی، ابوالوفاء محمد بن محمد، (۱۳۷۶)، هندسه ایرانی: کاربرد هندسه در عمل، ترجمه: سید علیرضا جذبی، سروش، تهران.
- بمانیان، محمدرضا؛ اخوت، هانیه و بقایی، پرهام. (۱۳۹۰). کاربرد هندسه و تناسبات در معماری، نشر هله تهران.
- توسلی، محمود. (۱۳۸۳) هنر هندسه، پویایی اشکال، احجام کروی ابواوفای بوزجانی، تهران، انتشارات پیام.
- حاجی قاسمی، کامبیز و نوایی، کامبیز. (۱۳۹۰). خشت و خیال، شرح معماری اسلامی ایران، تهران: دانشگاه شهید بهشتی.
- حبیب، فرح. (۱۳۸۹). تحلیلی از عرصه های شهری در شیوه آذری نمونه موردی: شهر ارمانی خواجه رشیدالدین فضل الله-ربع رشیدی. نشریه هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی. شماره ۴۱، صص ۱۰۰-۹۱.
- حجازی، مهرداد. (۱۳۸۷). هندسه مقدس در طبیعت، معماری اسلامی و ایران. مجله تاریخ علم. شماره ۷، صص ۱۵-۳۶.
- دهار، علی و علی پور، رضا. (۱۳۹۲). تحلیل هندسی معماری مسجد شیخ لطف الله اصفهان جهت تعیین ارتباط هندسی نمازخانه با جلوخان ورودی بنا. مجله باغ نظر، شماره ۲۶، سال ۱۰. صص ۳۴ و ۳۶.
- رازجویان، محمود. (۱۳۷۷). تعادل بصری در دستگاه انتظام مرکزی. صفه. سال چهارم، شماره های ۱۳ و ۱۴، صص ۳-۱۷۰.
- رضازاده اردبیلی، مجتبی و ثابت فرد، مجتبی. (۱۳۹۲). بازشناسی کاربرد اصول هندسی در معماری سنتی، مطالعه موردی: قصر خورشید و هندسه پنهان آن. نشریه هنرهای زیبا-معماری و شهرسازی. دوره ۱۸، شماره ۱، صص ۲۹-۴۴.
- ضیایی نیا محمدحسین، هاشمی زرج آباد حسن. (۱۳۹۴). تناسب طلایی و سیستم تناسبات ایرانی اسلامی در مسجد جامع قائن. در: فصلنامه علمی-پژوهشی مرمت و معماری ایران، سال ششم، شماره ۱۱، صص ۹۹-۸۹.
- عابد دوست، حسین و کاظم، پورزیبا. (۱۳۹۵). تحلیل ریشه ها و مفاهیم نقوش هندسی معماری دوره اسلامی در هنر کهن ایرانی. فصلنامه علمی-ترویجی نگارینه هنر اسلامی، دوره سوم، شماره ۱۰، صص ۵۸-۴۱.
- عصام، السعیدوعایشه پارمان. (۱۳۷۷). نقش های هندسی در هنر اسلامی. ترجمه: مسعود رجب نیا، تهران: سروش.
- عطاریان، ک. مومنی، ک. مسعودی، ز. (۱۳۹۴). بررسی تناسبات حیاط مساجد دوره صفویه اصفهان. فصلنامه مطالعات تطبیقی هنر، سال پنجم، شماره ۱۰، صص ۸۱-۶۷.
- عمومی، محمد. (۱۳۷۶). معماری الگو نظم. تهران: نشر خاک؛ چاپ اول.
- قربانی، ابوالقاسم و شیخان، محمدعلی. (۱۳۷۱). بوزجانی نامه، سازمان انتشارات و آموزش انقلاب اسلامی. تهران.
- قوچانی وهمکاران. (۱۳۹۷). تحلیل و مقایسه مفاهیم نمادین هندسه به کار رفته در عناصر کالبدی پرستشگاه های اسلامی و مسیحی (نمونه موردی: مسجد حکیم و کلیسای وانک در اصفهان). نشریه اختصاصی معماری و شهرسازی/معماری شناسی، سال اول، شماره ۱، صص ۱۳-۱.

- کاظمی، لیلا و همکاران. (۱۳۹۷). مقایسه تطبیقی هندسه مسجد امام اصفهان و مسجد سلیمانیه استانبول بر اساس مفاهیم کهن الگویی، نشریه معماری اقلیم گرم و خشک، سال ششم، شماره هشتم، صص ۱۱۹-۱۳۸.
  - منتظر، بهناز و سلطان زاده حسین. (۱۳۹۷). بازتاب نقش پنج ضلعی منتظم در نقوش هندسی معماری اسلامی ایران، نشریه علمی پژوهشی مطالعات هنر اسلامی، سال چهاردهم، شماره ۳۰، صص ۴۰-۱۵.
  - مولوی، بهزاد. (۱۳۸۱). بررسی کاربرد هندسه در معماری گذشته ایران. تهران: نشر مسکن و شهرسازی، مرکز تحقیقات و ساختمان و مسکن. چاپ اول.
  - مهدوی نژاد، محمدجواد و ناگهانی، نوشین. (۱۳۹۰). تجلی مفهوم حرکت در معماری معاصر ایران. فصلنامه مطالعات شهر ایرانی اسلامی. سال اول، شماره ۳، صص ۳۴-۲۱.
  - مهدوی نژاد، محمدجواد و جوانرودی، کاوان. (۱۳۹۰). مقایسه تطبیقی اثر جریان هوا بر دوگانه‌ی بادگیر یزدی و کرمانی. مجله هنرهای زیبا معماری و شهرسازی. شماره ۴۸، صص ۷۹-۶۹.
  - مهدوی نژاد، محمدجواد. (۱۳۸۴). آموزش نقد معماری؛ تقویت خلاقیت دانشجویان برای تحلیل همه جانبه آثار معماری. مجله هنرهای زیبا. شماره ۳۳، صص ۷۶-۶۹.
  - نسترن پور، م.، طبسی، م. (۱۴۰۱). ریخت شناسی هندسی صحن مساجد اسلامی ایران (نمونه تطبیقی: ۹ مسجد از دوره تیموری، صفوی و قاجار). مجله پژوهش‌های معماری نوین، دوره دوم، شماره ۲، صص ۲۱-۷.
  - وها بزاده، عبدالرحمن. (۱۳۹۰). پژوهشی در مجموعه مسجد جامع بازار تبریز. مجله اثر. شماره ۵۳.
  - هاشمی زرج آباد، حسن؛ ضیایی نیا، محمدحسن و قربانی، حمیدرضا. (۱۳۹۴). بازخوانی تحلیل اصول هندسی و تناسب طالبی در مدرسه شوکتیه. پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران. شماره ۹، صص ۲۰۷-۲۲۲.
- Edrisi Khosroshaahi, Nazila, *Tābriz šāhārinin orta əsr məscidlərinin memarlığı*, baku, 2017

## Investigating of of pentagonal geometry in the architecture of traditional mosques (Seljuk to Safavid) in Tabriz

### Abstract:

Nazila Edrisi khosroshahi<sup>1</sup>(corresponding author)

Jafar Ghiasi<sup>2</sup>

The application of geometric patterns in Iranian art and architecture has a long history. The design of geometric motifs, especially after Islam, has been employed to determine the dimensions of the structures and to obtain the desired proportions. The design of the structure is basically based on regular geometric shapes and their combinations, and among these shapes, regular pentagons play a more aesthetic role. The present study distinguishes and deals with the geometric analysis of mosques' design and optimization in different periods of time which was performed on the structure of pentagon geometry. The mosques of Tabriz, built in different historical periods, were selected to study the adaptation of pentagonal geometry to the structure of mosques. The majesty and aesthetics of the buildings indicates that the architectures have skills on various sciences, including geometry and mathematics. Looking closely to the eight mosques from the Seljuk to the Safavid periods in Tabriz shows that the main problem in this study is adapting the pentagonal geometry to the structure of the mosque, both in plan and elevation. Furthermore, it will be investigated whether the pigeon geometry is used in the same way in all eras or whether the predominance of this structure can be determined in specific eras. The results show that the design and construction of the four Mosques including (Saheb-al-Amr, Kabood, Zahiriyeh, Haj Safar Ali) have been employed the Pentagon geometry effectively in both plan and elevation. The other mosques did not adapt the Pentagon geometry. With reference to the era of the mosques which has the conformity with the Pentagon geometry, it is clear that the Safavid architectures have been applied the Pentagon geometry more effective and prevailing than the other periods.

**Keywords:** Geometry, Pentagon, Architecture, Design, Mosques, Tabriz

---

<sup>1</sup> Islamic Azad University, Sardroud Central Education, Tabriz branch, Tabriz, Iran (email: naziedrisi7@gmail.com).

<sup>2</sup> Department of Architecture, Azerbaijan University of Architecture and Construction.