

Written by: **Mohammadreza Pourjafar**
Sajjad Nazi Dizaji
Ahmadreza Keshkar
Ghalati

Abstract:

The most important issue in architectural design is to be able to cast a penetrating eye at natural phenomena and architectural works and masterpieces. Unfortunately, in looking at different works, most students of architecture and even many experienced architects merely do with generalities, turning the pages of books, magazines and websites quickly and casually; coupled with a similar lack of concentration when it comes to experiencing actual spaces. Successful and effective design necessitates accurate and architectural observation of successful and superior works.

The aim of this article is to arrive at an algorithm for the analysis of the products of architectural design, in which in order to understand the principles of design and construction a kind of inverse engineering of architecture takes place. Architecture is a creative process of problem solving. While considering a number of options for solutions to each problem in architectural design, inverse engineering makes the mind sharper and more creative for arriving at the solution.

The present article is based on the experiences of the authors in utilizing the analysis algorithm method in the classes that they have conducted and have had tangible positive results in the process of students architectural design exercises. The conclusion is that the algorithm analysis method can be effective in three areas: firstly in the design process used by architectural students as well as professional designers, which can be accumulated through learning and mentally experiencing the principles and processes of design in relation to superior architectural works; secondly, it offers raw material to the critics, so that they can cast a comprehensive look at architectural works, and go beyond merely surveying form, style, and culture in their criticisms; and thirdly it offers convenient categorization of architectural works and even the technologies used in them.

Associate Professor at the Department of Art and Architecture of the University of Tarbiat Modares

Masters Degree in Architecture from the Department of Architecture of the Iran University of Science and Industry

Masters Degree in Landscape Architecture from the Department of Art and Architecture of the University of Tarbiat Modares



آموزش مهندسی معکوس معمارانه از طریق الگوریتم آنالیز آثار در کلاس های طراحی معماری

نویسندهگان: **محمد رضا پورجعفر** **سجاد نازی دیزجی**
احمد رضا کشتکار قلانی

مقدمه

با این فرض که طراحی موفق مستلزم دیدن و بررسی معمارانه آثار گوناگون معماری است، هدف از مهندسی معکوس معمارانه رسیدن به اساسی ترین اصولی است که در طراحی اثر به کار گرفته می شود. معماری ترکیبی از هنر و تکنولوژی است که جنبه هنری آن باید تجربه شده و جنبه علمی آن نیز آموخته شود. هنر و علم باید در راستای نیازهای کاربران آن با یکدیگر مطابقت داده شوند. تجربه هنری هر چند در نگاه اول عملی کاملاً خودجوش به نظر می رسد ولی یک هنرمند در راه خلق اثر تجربیات ذهنی گوناگونی را پشت سر می گذارد. بدین معنی که در مسیر تولید پدیده هنری نیز، همچون آثار علمی هنرمند با دیدن، مطالعه و تجربه محیط پیرامون و آثار شاخص گذشته و تجزیه و تحلیل هایی در ناخود آگاه و نیم کره راست و چپ مغز همزمان با طوفان های فکری است که به ایجاد هنر خود می پردازد. علت شاخص بودن هر اثر هنری همانند هر پدیده دیگر، وجود عناصر، تکنیک ها، طرح مایه ها و ایده های ویژه ای است که اکثر هنرمندان به صورت ناخود آگاه به آنها توجه نموده و در آثار خود استفاده می نمایند. بررسی منظم و طبقه بندی شده پدیده ها و الگوهای بکار رفته و در نهایت استفاده در طراحی آثار جدید منجر به ورزیدگی ذهن خالق شده و نتایج و تاثیر گذاری پدیده را فزونی خواهد بخشید. این عمل در مورد معماری که مخصوصاً با تکنولوژی نیز همراه است اهمیت دوچندان دارد. مهندسی معکوس روشی است که تا کنون برای دستیابی به الگوها و تکنیک های به کار رفته در تکنولوژی ها مورد توجه بوده و نتایج مثبت فراوانی را نیز با خود همراه داشته است. بکارگیری این روش در بررسی معماری بناها منجر به کشف مهم ترین ایده ها و تکنیک های بکار رفته در بناهای معماری شاخص تاریخی و مدرن و استفاده موردی یا ترکیبی همراه با افزودن خلاقیت معمار در خلق آثار جدید می شود.

در مهندسی معکوس معمارانه یک اثر، کپی کردن آن مورد نظر نیست بلکه دانشجو با استفاده صحیح از مهندسی معکوس اطلاعات جامعی در مورد اثر دریافت کرده و حتی توانایی طراحی عین آن اثر با ایجاد تغییرات در آن با تغییر در پارامترها را خواهد داشت. مجموع همه این توانایی ها تجربیات ذهنی ارزنده ای در اختیار طراح قرار می دهد. در این تحقیق ابتدا به بررسی تعاریف موجود در مهندسی معکوس پرداخته و سپس کاربرد آنها را در طراحی معماری بررسی می نماییم.

۱- پیشینه موضوع

تدریس درس طراحی معماری در دانشکده های معماری کشور، به تأثیر از دانشکده ها و مدارس معماری اروپا و آمریکا معمولاً به صورت اسکس های مبتنی بر فرایند تحلیل موضوع می باشد که در آن دانشجو پس از شروع مرحله طراحی به شناخت موضوع در قالب برنامه فیزیکی و نمونه های موردی می پردازند. شیوه آموزش الگوریتم معکوس که پیش از شروع مرحله طراحی و در فاز مطالعات اولیه مورد استفاده قرار می گیرد، روشی است که پس از این در علوم مهندسی مورد استفاده قرار گرفته، اما در رشته معماری شیوه ای کاملاً جوی محسوب می شود و در دانشکده های ما به صورت منور مورد استفاده قرار

نگرفته است. تدوین جزئیات این روش و تهیه الگوریتم دقیق که دستورالعمل آنالیز بناها را به صورتی کاملاً روشن بیان می‌کند برای اولین بار توسط نگارندگان بر مبنای تجربیات عملی و مؤثر در کلاس‌های طراحی معماری انجام شده است.

۲- مؤلفه‌های موضوع

قبل از تحلیل دقیق موضوع ابتدا اصطلاحات به کار رفته را تعریف و معانی و مفاهیم آن و همچنین جایگاه آن را در موضوع مشخص می‌کنیم.

۱-۲- آنالیز اثر: منظور از آنالیز تعقل و تفکر دقیق در مورد یک موضوع به منظور ادراک آن می‌باشد. هدف از آنالیز یک معلول (اثر)، بررسی مسایل ذهنی یا احساسی علت (خلاق) آن می‌باشد که معمولاً با به کارگیری دانش معماری و روش‌شناسی صورت می‌گیرد. بررسی دقیق پلان‌ها، نماها، برش‌ها، بازشوها، سایت و مسایل تأسیساتی و همچنین آنالیز فرم، عملکرد، سازه، اقلیم، اکوستیک، توپوگرافی و تحلیل عوامل اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، سوانق تاریخی، مولغ و محدودیت‌های قانونی در آنالیز یک اثر باید مورد توجه قرار گیرند (چینگ، ۱۳۷۷: ۱۲). مفهوم آنالیز ما را به اهمیت نقش معمار و دیدگاه او نسبت به جهان و تأثیر آن در طراحی اثر واقع می‌نماید.

۲-۲- مهندسی معکوس: مهندسی معکوس فرآیند اکتشاف فن آوری‌های به کار رفته در یک دستگاه، شیء و یا سیستم می‌باشد که از طریق تحلیل ساختار، عملکرد و وظیفه آن انجام می‌گیرد. تحلیل عملکرد، ساختار و وظیفه ساختمان‌های طراحی شده نوعی مهندسی معکوس معماری است. در تعیین هدف مهندسی معکوس معمولاً ایجاد تغییر در محصول مورد نظر را به عنوان اهداف اولیه مهندسی معکوس مطرح می‌نمایند. (Eilam, 2005: 37).

جدول ۱: بررسی ارتباط آنالیز اثر و مهندسی معکوس نگارندگان

ویژگی	آنالیز اثر	مهندسی معکوس
موضوع	تعقل در مورد موضوع	فرآیند اکتشاف
رویکرد	تحلیل معلول	تحلیل عملکرد و ساختار
هدف	کشف عوامل علی	ایجاد تغییر در محصول
مواد اولیه	پلان، نما، برش، برش	ساختار
	فرم، عملکرد، سازه، قیاس	صنکده
ابزار	اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی	وظیفه
	نقش معماری و روانشناسی	دانش و اطلاعات

۳-۲- الگوریتم: فرآیندی است تکرارپذیر که با استفاده از مواد اولیه و پیروی از دستورالعمل‌های خاصی به محصول منجر می‌شود. با دقت در تعریف کلمه الگوریتم در می‌یابیم که الگوریتم آنالیز معماری نیز باید همانند الگوریتم‌های دیگر دارای مراحل مشخص و ترتیب معینی باشد؛ پس روند طراحی معماری نیز دارای مراحل و ترتیب معین و مشخصی است (کورمن، ۱۳۷۹: ۱۶). به عنوان مثال آنالیز سایت، مسایل شهری مرتبط با طرح، کانسبت، فرم و... می‌توانند به عنوان یک الگوی ترتیب در روند طراحی مد نظر قرار گیرند و از طرف دیگر مناسب یا تعریف فوق‌مراحل هستند که تکرار می‌شوند. تحلیل اقلیم در الگوریتم معماری یک بار در قسمت اقلیم و یک بار دیگر در قسمت آنالیز فرم بررسی می‌شوند اینک اقلیم چه تأثیری در طراحی فرم بنا داشته است.

الف: مفهوم الگوریتم: مفهوم الگوریتم را معمولاً یا تشبیه آن به دستور آشپزی توضیح می‌دهند؛ مثلاً اثر بخواهیم آنگوش درست کنیم (فرآیند)، با فرض اینکه مواد خام موجود است (ماده اولیه)، مراحل مشخصی را باید طبق دستور آشپزی طی کنیم (دستورالعمل‌ها) تا به آنگوش (محصول) برسیم (کورمن، ۱۳۷۹: ۲۵). البته الگوریتم‌ها معمولاً پیچیده‌تر از این هستند، الگوریتم گا، دارای مراحل است که تکرار می‌شود، و یا در مرحله‌ای نیازمند تصمیم‌گیری هستیم. اگر الگوریتم برای عمل مورد نظر مناسب نباشد و یا غلط باشد به نتیجه مورد نظر نمی‌رسیم. مثلاً اگر الگوریتم آنگوش را با مواد اولیه کتاب انجام دهیم واضح است که به آنگوش نمی‌رسیم. باید بدانیم برای هر الگوریتم تعریف متغیرها و طراحی مرحله به مرحله بسیار مهم است زیرا الگوریتم باید بتواند بر روی چه متغیرهایی، چه اعمالی را انجام دهد و نتیجه را در غالب اجزای چه متغیرها یا پارامترهایی نشان دهد.

ب: تحلیل الگوریتم: معمولاً برای حل یک مسأله، روش‌ها و الگوریتم‌های گوناگونی وجود

دارند؛ یک الگوریتم ممکن است عمل مورد نظر را با استوارت مختلف در مدت زمان و یا کار کمتر یا بیشتری نسبت به الگوریتم دیگر انجام دهد. به همین دلیل، انتخاب الگوریتم مناسب کاراً اهمیت زیادی در موفقیت و کارایی برنامه رایانه‌ای دارد. الگوریتم‌ها به عنوان یک فناوری مطرح هستند و دانشمندان آنها را طراحی، تحلیل و مطالعه می‌کنند. تحلیل الگوریتم‌ها رشته‌ای است که به بررسی کارایی الگوریتم‌ها می‌پردازد. تحلیل الگوریتم‌ها به معنای پیش‌بینی منابع مورد نیاز همچون حافظه، پهنای باند ارتباطی، سخت‌افزار و زمان می‌باشد که برای اجرای یک الگوریتم به کار می‌رود. کارایی یا پیچیدگی هر الگوریتم را با نمایی نشان می‌دهند که در آن تعداد مراحل لازم برای اجرای الگوریتم را بر حسب طول داده ورودی نشان می‌دهند. در بعضی کشورها مثل آمریکا اگر تعبیه فیبریک^۲ الگوریتمی ممکن باشد می‌توان آن را به ثبت رساند (کورمن، ۱۳۷۹: ۴۶). با تعمق در تعاریف فوق و انطباق آن با موضوع بحث در می‌یابیم که الگوریتم آنالیز با توجه به عناصری که از آن ساخته شده و اصولی که در آن به کار برده شده است در مرحله اول باید منجر به فهم دقیق اثر معماری گردد.

جدول ۲: کاربرد مفهوم و تحلیل الگوریتم در طراحی معماری نگارندگان

معماری	مفهوم الگوریتم	تحلیل الگوریتم
فرآیند تحلیل اثر	تکرارپذیری	نوع اثر
مشخصه‌های اثر	مواد اولیه	ساختار
فیزیکی، روان‌شناختی، زیبایی‌شناختی، تکنولوژیکی	دستورالعمل	بشپس
راهبردهای طراحی	محصول	فهم اصول

ج: پیش‌نیازهای آنالیز: تجزیه و تحلیل یک بنا نیازمند داشتن اطلاعات جامعی در مورد بنا می‌باشد. متأسفانه منابع کمی وجود دارد که اطلاعات کامل و مفیدی در مورد یک طرح از مراحل اسکس‌های اولیه، کانسبت‌های اصلی و فرضی، مبانی نظری طرح، حجم کلی از دیدهای مختلف، پلان، نما و برش‌های مقیاس دار، نقشه سایت و حتی مسایل تکنولوژیکی و تأسیساتی حرارتی برودتی و... داشته باشد و در مواردی مجبور به استفاده از منابع گوناگون داخلی و خارجی هستیم. تألیف کتاب‌ها و مقالاتی در مورد بناهای شاخص مبتنی بر الگوریتم آنالیز نیز می‌تواند، به عنوان یک ایده نتیجه تحقیق حاضر باشد. در ادامه پیش‌نیازهای آنالیز که عبارتند از مبانی نظری، کانسبت، بررسی بنا در مقیاس شهری، آنالیز سایت، آنالیز فرم، اقلیم، سازه، هندسه، پلان، نما، برش، عملکرد فضایی و استانداردهای معماری، مصالح و عناصر معماری مورد بحث قرار گرفته است.

■ مبانی نظری طرح: معماران متفاوت با احساسات و نگرش‌های متفاوت کار می‌کنند. بعضی از آنها برای شروع به کار فاز یک، از بنیاد فیلسوفانه به عنوان راهبردی برای تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند. مبانی نظری معماری مجموعه و نظمی از داده‌ها و مفاهیم است که به توصیف و تبیین پدیده‌های معماری که شامل آثار معماری و اندیشه‌های مکتوب است می‌پردازد و این کار را با دو هدف انجام می‌دهد.

■ تولید معماری جدید

■ نقد معماری گذشته و موجود (Salingaros, 2007: 25).

آنالیزور ما ابتدا باید به شناسایی دقیق سبک معماری بنا اعم از تاریخی، یا مدرن پرداخته و مهم‌ترین خصوصیات سبک معماری مورد نظر را در تطابق با بنا طبق جدولی مانند جدول ذیل آرایه نماید.

جدول ۳: جدول تطابق سبک با طرح نگارندگان

سبک و ویژگی	۱	۲	۳	۴	۵
بنای نمونه					

■ کانسبت: کانسبت، با طرح ماده یک اثر معماری، به مثابه هسته یا دانه گیاهی است که همه اطلاعات مربوط به ویژگی‌های شکلی و مراحل رشد آن گیاه را دارد. اینده‌ها با کانسبت‌ها متفاوت هستند. در حقیقت اینده‌ها قابل انتقال از پروژه‌ای به پروژه دیگر می‌باشند در حالی که کانسبت مخصوص یک پروژه و منحصر به فرد است. چگونگی جهت‌گیری ساختمان، جانمایی یک آشپزخانه در یک واحد مسکونی، روش‌های بهره‌گیری از جریان طبیعی هوا و مناسب‌ترین

شیوه برقراری ترتیب فضایی، ایده‌هایی هستند که می‌توان روش به کارگیری خاص آنها در یک پروژه را با اعمال تطابق در پروژه جدید به کار بست. زمینه‌های شکل‌گیری کانسبت ممکن است تاریخی، فرهنگی و سازه‌ای باشد (Schnadelbach, 2004: 19). همچنین در قسمت کانسبت و ایده دفترچه آنالیز باید به مراحل تولید فرم و هندسه به وسیله ابزارهای گرافیکی بطور کامل پرداخته شود. در آنالیز کانسبت و ایده‌ها تولید جدولی به صورت زیر توصیه می‌شود:

جدول ۴: جدول آنالیز کانسبت بر مبنای مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده انگارندگان

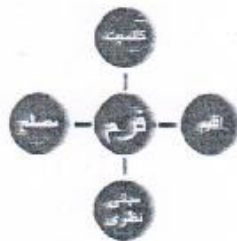
کانسبت	تاریخ	فرهنگ	سازه	طبیعت	اقلیم	غیره
نام بنا						

جدول ۵: جدول آنالیز ایده‌ها انگارندگان

ایده‌ها	ایده ۱	ایده ۲	ایده ۳	ایده ۴	ایده ۵	ایده ۶
نام بنا						

معماری، سبک یا دوره تاریخی ویژه‌ای است. نشانه، تضاد و هماهنگی فرم با فرم‌های اطراف در مقیاس شهری یا منطقه‌ای باید تحلیل شود. در تحلیل این پرسش که آیا فرم اصلی بنا از ترکیب اجزای افلاطونی به وجود آمده است باید به بررسی فرم از لحاظ تقسیم‌بندی فرم‌های مرکزی، خطی، شعاعی، مجموعه‌ای و شبکه‌ای پرداخت (چینگ، ۱۳۷۷: ۲۲۱). در بررسی لاغری فرم باید نسبت ارتفاع بالاترین قسمت فرم به مساحت کف محاسبه شود. همچنین بایستی عناصر الحاقی و حذفی برای رسیدن به فرم مطلوب بررسی گردد. بررسی فرم به لحاظ شفافیت و صمیمیت، پر و خالی شدن اجزاء، تقارن و تعادل، عناصر تکراری و مجرد مورد توجه قرار گیرد.

تصویر ۱- عوامل مؤثر در آنالیز فرم انگارندگان



- **اقلیم و معماری:** ویژگی‌های متفاوت هر یک از اقلیم‌ها تأثیر فراوانی در شکل‌گیری شهرها و ترکیب معماری آنها دارد. برای به حداقل رساندن میزان استفاده از سیستم‌های مکانیکی در کنترل فضاهای داخلی ساختمان باید از ویژگی‌های اقلیمی استفاده کرد (کسمانی، ۱۳۸۷: ۱۱۶). در تحلیل اقلیم پاسخ به پرسش‌های زیر می‌تواند راهگشا باشد:
 - اقلیم منطقه مورد نظر تا چه حد در شکل‌گیری فرم کلی بنا مؤثر است؟
 - آیا اقلیم جزو ایده‌های اصلی شکل‌دهنده فرم کلی معماری بنا است؟
 - جهت‌گیری کلی بنا در سایت در تقابل یا مسأله‌نویزگیری و جهت‌ورزش‌بدها به چه صورت است؟
 - تراکم، فشردگی یا گسترده‌گی پلان و تناسب سطح خارجی بنا نسبت به حجم آن در تطابق با اقلیم منطقه به چه صورتی حل شده است؟
 - تعداد و مساحت بازشوهای بنا مطابق با اقلیم چه مقدار است؟
 - وضعیت زمین از نظر رطوبت چگونه است و چگونه از طریق معماری حل شده است؟
 - ظرفیت حرارتی و دوام مصالح استفاده شده در تطابق با معماری چگونه است؟

- **بررسی سازه:** پیشرفت‌های اخیر در زمینه تولید مواد تکنیک‌های اجرای ساختمان و روش‌های محاسبه سازه‌ها، آزادی‌های یونانی را در طراحی معماری به وجود آورده و دامنه آن را به‌طور قابل ملاحظه‌ای گسترش داده‌اند. این آزادی‌های جدید سازه‌های مدرن را از تأمین اصول اساسی که همیشه پایه و اساس یک معماری خوب بوده معاف نمی‌کند (سالوادوری، ۱۳۸۷: ۴۱). این اصول عبارتند از: تعادل، پایداری، مقاومت، عملکرد، اقتصاد و زیبایی. بنابراین در الگوریتم آنالیز نیز اصول اساسی سازه را با دید جزئی تری بررسی می‌کنیم.

آنالیزور بنا باید به سوالات زیر پاسخ دهد:

- با توجه به اینکه هر نوع سازه‌ای برای کارکردهای خاصی مناسب‌تر است،^۵ تناسب نوع سازه با کارکرد بنا تا چه حد مورد توجه واقع شده است؟
- مصالح مورد استفاده بر چه مبنایی انتخاب شده‌اند؟^۶
- آیا سازه بنا ارزش معماری دارد و اصولاً جزء کانسبت معماری مطرح می‌باشد؟
- مرکز جرم بنا باید در پایین‌ترین سطح ممکن قرار گیرد.^۷ این مسأله تا چه حد مورد توجه بوده است؟
- عناصر سازه‌ای شامل فونداسیون، ستون و تیر و سقف مطابق با چه سیستمی می‌باشد؟
- آکس بتدی‌ها تا چه حد متناسب با معماری بنا می‌باشد؟
- ارتباط سازه با عملکرد تا چه حد در بنا مورد توجه واقع شده است؟
- در صورتی که سازه دهانه‌های وسیع داشته باشد، پوشش دهانه به چه صورت حل شده و چه تأثیری بر فرم معماری داشته است؟
- آیا فرم کلی بنا جزو فرم‌های پایدار در مقابل زلزله می‌باشد؟

- **بررسی بنا در مقیاس شهری:** رابطه معماری به عنوان جزئی از اجزای شهر نیز باید فراموش نشود. یعنی این تنها استفاده کنندگان یا مالکین بنا نیستند که باید در محاسبات و رفع نیازهای مختلف زیبایی‌شناسی و اساسی لحاظ شوند بلکه سایر ساکنین شهر که ممکن است از وجود یک بنا متأثر شوند نیز باید در نظر گرفته شوند. فرض کنید بناهای یک شهر هر یک به معماران توانا داده شود و هر معمار بنا به ایده‌ها و کانسبتی که در ذهن دارد به طراحی بپردازد. اگر چه هر یک از این اجزای ممکن است کاملاً خلاقانه طراحی شده باشند اما جمع‌آجره ممکن است به یک مجموعه بی‌شکل و بی‌هویت و فاقد وحدت و خوانایی مورد نیاز در یک محیط شهری منجر شود (Vickers, 2006: 49). برخی از مهمترین مسأله‌هایی که در این قسمت باید مورد توجه قرار گیرد عبارتند از: بررسی نیازهای اساسی بنا، فلسفه وجودی بنا با توجه به سرنوشتی شهری، ارتفاع ساختمان و تناسب آن با عرض معابر اطراف، بررسی تأثیر بنا در ترافیک منطقه، ورودی اصلی ساختمان و میزان و چگونگی شاخص بودن آن، هماهنگی فرم و رنگ و کارکرد بنا با ساختمان‌های اطراف.

- **آنالیز سایت:** سایت بنا در عین حال که خود کارکردی مستقل نیز دارد^۸ تأثیرات غیر قابل انکاری بر معماری می‌گذارد. سوآلی که در اینجا باید پرسیده شود این است که به چه صورتی از توپوگرافی و شیب‌طبیعی زمین بهره‌بردار شده است؟^۹ آیا ایده خاصی مطرح است؟ مسأله‌هایی که در آنالیز سایت باید مورد توجه قرار گیرد عبارتند از: سلسله مراتب، ریتم و تکرار، دید به بیرون، عملکردها، فضاهای عمومی و خصوصی و سرویس‌ها، جهت باد و نور، فضاهای مثبت و منفی، تعادل و تقارن، دسترسی افقی و عمودی، تضاد، فضای خشک و خیس، دسترسی‌های داخلی و خارجی، آلودگی‌های صوتی و بصری، بررسی اقلیمی، دسترسی‌ها، دید و منظر، همجواری‌ها و امکان توسعه، اختلاف سطح و توپوگرافی، بخش عملکردها و فضاها در سایت (Vickers, 2006: 96)

- **آنالیز فرم:** فرم یک بنا، هنرمندانه‌ترین تجلی معماری است. اثر معماری در نهایت یک کالبد و یک جسم خارجی است و کالبد بدون شکل صورت محقق نمی‌شود پس می‌توان گفت تعریف معماری و تعریف شکل معمارانه یا شکل در معماری اگر کاملاً یکسان نباشند بسیار به هم نزدیک هستند، بنابراین روندی که منجر به پیدایش فرم، شکل یا صورت در معماری می‌شود دقیقاً همان روندی است که منجر به خلق اثر معماری می‌شود (شیخ‌زین‌الدین، ۱۳۷۹: ۱۶۸). در مراحل آنالیز فرم پیشنهاد می‌شود دانشجویان با آرایه اسکین‌های دستی نهایت سعی در ساده‌سازی فرم‌ها و تمیز فرم به اجزاء هندسی را به انجام رسانند. این کار با انداختن کاغذ پوستی روی پرسپکتیو، پلان‌ها و برش‌ها محقق خواهد شد. در ادامه جهت آنالیز دقیق‌تر فرم به موارد زیر پرداخته شود: ایده اصلی فرم در تعامل با کارکرد بنا، کانسبت، طبیعت، اقلیم و مصالح ساختمانی مورد استفاده، سازه (ارتباط سازه و معماری)، سبیل‌ها و مبانی نظری معماری آن بررسی شود. هر فرم خاصی با مصالح ساختمانی ویژه‌ای راحت‌تر اجرا شده و تأثیرات بصری ویژه‌ای خواهد داشت. در اجزای مختلف نسبت سطح بیرونی به حجم در تعامل با مسأله اقلیمی مورد استفاده می‌باشد. گاهی ایده اصلی فرم سازه است و گاهی هم فرم‌های

تصویر شماره ۲ ارتباط بین سازه و سایر مؤلفه های مؤثر را نشان می دهد و جدول نیز عوامل مهم در آنالیز سازه طرح را به بحث می گذارد.

تصویر ۲: ارتباط بین سازه و سایر مؤلفه های آنالیز آنکارندگان!



هندسه: هندسه به عنوان ایده شکل دهنده در تعیین فرم ساختمان از اصول پلان و هندسه فضایی تبعیت می کند هندسه در یک فرم وجود دارد اما به عنوان ایده شکل دهنده باید برای تصمیم های مربوط به فرم در برخی از سطوح طراحی مرکزی باشد. اصلی ترین استفاده از این ایده، استخراج شکل های پایه هندسی به عنوان فرم یا فضا در تعیین ترکیب کلی یک ساختمان است. بنابراین یک ساختمان ممکن است به صورت دایره، مربع، مثلثه شش ضلعی، هشت ضلعی و یا هر شکل هندسی مشخص و قابل تعریف دیگری باشد. با وجودی که شکل هندسی تمام قسمت های ساختمان را یکپارچه نمی کند اما لازم است که شکل پایه برجسته و محسوس باشد (کلارک، ۱۳۸۷: ۱۵۸). برخی از مهمترین مسائلی که در این قسمت باید مورد توجه قرار گیرند عبارت اند از:

آنالیز هندسی پلان با اسکیس و ترکیب اشکال مختلف محل تلاقی اشکال و نوع حل کردن آنها

بررسی تناسب هندسی و طلایی موجود در پلان

بررسی ابعادی نسبت طول به عرض و هندسه جزیی تر پلان مثل هندسه فضاهایی از قبیل اتاق ها، کریدورها و مانند آن

بررسی ابعادی نما، نسبت عرض و ارتفاع، نسبت ارتفاع به عرض معبر و مانند آن

تحلیل بصری نما یا اسکیس، بررسی ترکیب اشکال هندسی تناسب و مقیاس

بررسی نسبت مساحت کل بازوهای نما به مساحت کل نما

بررسی ارتباط و تشابهات هندسی پلان با نما و مقطع، پلان، مقطع و نما قراردادهای مشترکی برای شبیه سازی تصاویر افقی و عمودی ساختمان ها هستند. استفاده از پلان یا مقطع باعث استنباط درک حجمی می شود. یعنی یک خط در هر کدام دارای بعد سوم است. این تاثیر متقابل و نیز وابستگی یکی به دیگری می تواند به عنوان نوعی استراتژی طراحی مورد استفاده قرار گیرد (کلارک، ۱۳۸۷: ۱۶)

پلان، نما، برش، عملکرد فضایی و استانداردهای معماری: مهمترین پیش نیازهای طراحی پلان معماری ترسیم دیاگرام ارتفاع فضاها و سپس تولید برنامه فیزیکی پروژه است. در مهندسی معکوس معماری ما اقدام به ترسیم دیاگرام معکوس از روی پلان طراحی شده موجود کرده و برنامه فیزیکی معکوس پروژه تولید می کنیم. بررسی اینکه مساحت هر فضا چند متر مربع بوده و آیا این مساحت در تطابق با استانداردهای معماری می باشد یا خیر. ترسیم دیاگرام معکوس پلان و برنامه فیزیکی معکوس اطلاعات عملی بسیار مفیدی را در مورد عملکرد فضاها، ارتباط فضایی و ابعاد استاندارد آنها در اختیار دانشجو قرار داده و ذهنیت او را برای طراحی پلان تقویت می کند. از دیگر مسائلی که در روند طراحی پلان های فارغ التحصیل معماری مورد بی توجهی واقع می شود ارتباط مسلمان و ارتفاع فضاها در تعامل با مسائل اجرایی، سازه ای و تأسیساتی است. برای مثال مسلمان سنگ توالیت ایرانی یا فرنگی در محلی قرار داده می شود که دقیقاً در قسمت زیرین آن تیر سازه ای وجود دارد و با ارتفاع سقف کاذب بدون توجه به شیپ لوله های فاضلاب تعیین می شود. بررسی استانداردهای معماری پلان موجود نیز راهکار دیگری برای آشنایی دانشجویان با استانداردهای معماری جهانی و آیین نامه های داخل کشور خواهد بود. دیگر مسائلی که در مهندسی معکوس پلان و نما معماری باید مورد توجه قرار گیرند به ترتیب زیر هستند:

تراکم (نسبت مساحت بزرگترین پلان به مساحت کل زمین)

سرانه فضایی (برای هر نفر چند متر مربع از هر فضا اختصاص داده شده است)

- نسبت مساحت فضاهای غیر مفید به مساحت فضاهای مفید
- چگونگی ارتباط و تمایز فضاهای داخلی
- سیرکولاسیون
- کدهای ارتفاعی پلان و سایت پلان و ارتفاع کف تا کف طبقات و علل آنها
- مصالح استفاده شده در فضاهای داخلی متناسب با عملکرد فضا
- مصالح استفاده شده در نما و علل آن
- هماهنگی نما با سازه ای اطراف
- نسبت مساحت بازوهای نما به مساحت کل نما

تصویر ۳: ارتباط پلان با سایر مؤلفه های طراحی آنکارندگان!



بررسی مصالح: زیبایی، تناسب، ایستایی و دوام یک بنا، تنها در سایه همبستگی اصولی مصالح است که در نتیجه شناخت عمیق از عملکرد آنها حاصل می شود. انتخاب مصالح، یکی از مهمترین و حساس ترین وظایف یک معمار نولمنند است. چه بسا فرم های هنرمندانه معماری که به دلیل استفاده نادرست از مصالح، نازیبا دیده می شوند^{۱۱} یا ایستایی و دوام کافی ندارند و با گذشت زمان دچار فرسودگی می گردند (Spiegel, 1999: 168). همچنین مصالح مورد استفاده در ساختمان، وابستگی مستقیمی با عملکرد فضاهای طراحی شده دارد. نوع مصالح استفاده شده در داخل فضاها به لحاظ دوام، پایداری و مقاومت در مقابل فرسایش یا مصالح استفاده شده در محوطه و نمای ساختمان تفاوت های ساختاری دارند. حتی مصالح فضاهای عملکردی مختلف نیز تا هم فرق می کنند. مصالح مورد استفاده در کف آزمایشگاه هایی با کارکردهای شیمیایی باید در مقابل اینگونه مواد دوام کافی داشته باشند یا مصالح استفاده شده در سالن های موسیقی بایستی قابلیت جذب یا انعکاس صوت را داشته باشند. آنالیزور بنا در ارتباط با مصالح ساختمانی ضمن تهیه لیست جامعی از مصالح استفاده شده باید به سؤالات زیر پاسخ دهد:

نوع مصالح استفاده شده و رنگ آنها تا چه حد با فرم و ایده کلی بنا تطابق دارد؟

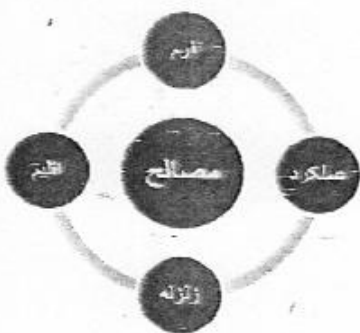
مصالح مورد استفاده تا چه حد آکوستیک بوده و ظرفیت بار حرارتی دارد؟

به اصل سبک سازی ساختمان ها در مقابل زلزله تا چه حد توجه شده است؟

آیا مصالح نما قابلیت مقاومت در برابر بارش های طبیعی، تغییرات درجه دما و زلزله را دارد؟

چه درصدی از مصالح، بوم آورد بوده و تا چه حد به تطابق مصالح با اقلیم منطقه توجه شده است؟

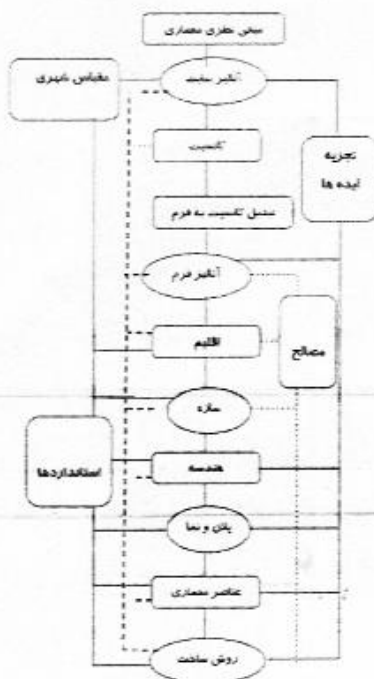
تصویر ۴: ارتباط مصالح ساختمانی با سایر مؤلفه های طراحی آنکارندگان!



فضا، معماری، عملکرد و مصالح و حتی شیوه‌ای مؤثر در انتخاب روش های اجرای ساختمان و ارتباطات این عناصر است. نتیجه الگوریتم آنالیز دفترچه ای است که شامل مطالب، اشکال، اسکیس ها، نمودار و جداول مربوطه خواهد بود. در حقیقت این دفترچه شناسنامه ای معماری و فنی برای ساختمان مورد بحث می باشد. دانشجویان معماری با تکرار مراحل الگوریتم، در مورد فضاهایی با کارکردهای گوناگون (تاریخی و مدرن) از قبیل مسکونی، آموزشی، توریستی، مذهبی و ... به ذهنی در مورد روند طراحی معماری دست پیدا خواهند کرد و همچنین طی مراحل الگوریتم ناگزیر از مطالعه، نگاه عمیق و ترسیم خواهند بود که همه این ها دانش و خلاقیت هنری و فنی آنان را غزونی خواهد بخشید. نگارندگان، طی تدریس در کلاس های طراحی معماری این روند را آزموده و نتایج به دست آورده اند که مؤید کارآمدی این شیوه تدریس است. همچنین تولید دفترچه های الگوریتم آنالیز به صورت رسمی و آکادمیک در مورد سازه های شاخص به صورت مفیدی مورد استفاده نیپولویزیست های معماری، منتقدان و کلیه محققان و علاقمندان این رشته خواهد بود.

نمودار حاضر در تصویر ۵ الگوریتم آنالیز اثر در طراحی معماری را به تصویر کشیده است.

تصویر ۵: الگوریتم آنالیز اثر در طراحی معماری نگارندگان



آنالیز آثار معماری بایستی بر مبنای فرآیندها، ابزارها و اهداف، به نحوی منجر شود. این روند در مورد کلیه اجزای شکل دهنده اثر صادق است. این اجزاء عبارتند از: مبانی نظری، کامپسیت، بررسی بنا در مقیاس شهری، آنالیز سایت، آنالیز فرم، اقلیم، سازه، هندسه، پلان، نما، برش، عملکرد فضایی و استانداردهای معماری، مصالح و عناصر معماری که در جدول ۶ نشان داده شده است.

بررسی عناصر معماری: در بررسی عناصر معماری بخش های مختلفی وجود دارند که به تناسب طرح و ساخت با یکدیگر تفاوت دارند. بخش های عمده بیشتر ساختمان ها مانند پله، آسانسور، بازشوها، داکت ها و سایر عناصر معماری در اینجا به طور خاص مورد بررسی قرار گرفته است.

الف. پله ها: به جرأت می توان گفت که در طراحی پلان و اجرای ساختمان، پله ها جزو بخش های مهم و مشکل آفرین اجزای ساختمان هستند. پله ها ارتباط عمودی فضاها را محقق می سازند و در آسایش انسان ها، بالا و پائین رفتن از آن و نجات جان انسان ها در موقع حریق نقش اساسی دارند. یکی از صفحات دفترچه الگوریتم آنالیز مربوط به پله ها است. بررسی موارد زیر نیز ضروری است و باید در دستور کار قرار گیرد:

- شکل پلان پله^{۱۱} و همچنین علل عملکردی یا زیبایی شناسی استفاده از این نوع پله؛
- محاسبه مساحت فضای پلکان ها در هر پلان و نسبت مساحت آنها به مساحت پلان؛
- کف و ارتفاع هر پله (فرمول راحتی پله) و تعداد کل پلکان ها؛
- تعداد شمشیری پله در هر تراز ارتفاعی و تعداد پله در هر شمشیری پله و تعلق با استانداردها؛
- مصالح استفاده شده در سازه و تازک کاری پله و فضای پلکان^{۱۲}؛
- تطابق استانداردها با عرض باگرت و ارتفاع برده ها و جنس آنها؛
- بررسی پله های فرار، متناسب با استانداردهای معماری.

ب. آسانسورها: بررسی های مهمی که در هنگام آنالیز طرح باید مورد بررسی قرار گیرد عبارتند از:

- ساختمان چند آسانسور دارد و هر یک، چند نفره است؟
- تعداد توقف ها چه تعداد است؟
- شروع و خاتمه در کدام طبقه است؟
- آنالیز جمعیتی بنا در طبقات مختلف چگونه است؟
- نوع آسانسور دو طرفه یا یک طرفه است؟
- مصالح آن و مسأله شفاف بودن آن چگونه است؟
- عرض راهروی روبروی آسانسور و نسبت آن با عمق آسانسور چقدر است؟
- ترفیك های اصلی بنا در کدام ترازهای ارتفاعی قرار دارد؟

ج. بررسی بازشوها، داکت ها و سایر عناصر معماری: در بررسی سایر عناصر معماری مهم ترین نکات عبارت است از:

- بررسی شکلی و ابعادی بازشوها و نسبت طول به عرض در ترازهای مختلف؛
- بررسی جزئیات اجرایی دیوارها و مصالح و نحوه استفاده از دیوار به عنوان جدا کننده و تطابق با میجت^{۱۶}؛
- بررسی جزئیات اجرایی پشت بام و تطابق با میجت^{۱۹}؛
- بررسی آلمان های کاذب معماری و دکوراتیو؛
- بررسی کف ها، به ویژه کف های کاذب و ارتفاع آن؛
- سقف کاذب و ارتفاع آن و مصالح به کار رفته و شیوه ساخت آنها و همچنین بررسی ارتفاع فضاها کف تمام شده و زیر سقف کاذب؛
- مشخص کردن تعداد و مساحت و دیگرام ارتباطی معکوس داکت های اصلی و فرعی^{۱۳}؛

- بررسی دیگرام تأسیساتی داکت ها با فضاهای حیسی؛
- بررسی ارتباط داکت ها با فضاهای تأسیساتی موتورخانه و مانند آن؛
- بررسی و محاسبه نسبت مساحت داکت ها در هر طبقه به مساحت پلان؛
- بررسی تأسیسات حرارتی، برودتی و برقی؛
- بررسی نور و آب در بنا و فضای سبز؛
- هوشمند بودن فضاها؛
- انرژی در ساختمان^{۱۴}؛
- روش های معماری و ساختمانی مقابله با حریق در ساختمان؛
- مسأله فاضلاب و دفع آب ها در ساختمان؛
- تکنولوژی های خاص اجرا و مشکلات اجرایی خاص به هنگام ساخت.

۳- نتیجه گیری

الگوریتم آنالیز بنا با مهندسی معکوس معماری، روشی منطقی برای ترکه فرم،

جدول ۶: جدول مربوطه به فرآیند آنالیز برای رسیدن به مهندسی معکوس انگارندگان

آنالیز اثر	فرآیند	عوامل و ابزارها	هدف
۱. حیاتی نظری	توسعه و نقد اول و کشفها	نظاس از دادهها و مقایسه	تولید معماری جدید
۲. کانسپت	آنالیز افراد، معنای فرآیند و عوامل طرح	تاریخ، فرهنگ، اقلیم، زیبایی‌شناسی، سازایی و...	تولید فرم و عملکرد
۳. مقیاس شهری	بررسی نیازهای اساسی تا در مقیاس شهری	سرفه، تناسب و هماهنگی با محیط، پرویدی‌ها و...	مجموعه باهویت و دارای وحدت
۴. سایت	تحلیل منظر و دیدار و فرآیند معنای تا طرح	نویز، گرما، نور، آلودگی و تیت اقلیمی زمین	استفاده از پتانسیل سایت، فر کانسپت
۵. فرم	انتخاب و شکل‌دهی با تکرار مراحل	اقلیم و ماکت	مجموعه عناصر فرم متناسب با کانسپت اولیه
۶. اقلیم	تحلیل عوامل صحت و معنی اقلیمی	شرایط دمایی، رطوبت، بارشگی و عوامل خاص	استفاده از پتانسیل اقلیم در کانسپت و معنای از خواص مناس
۷. سازه	تحلیل سازه متناسب با نیازهای فرم و عملکرد	املاحات سازه‌ای و تکنولوژیکی، نوبت متناسب با اهداف طرح	استفاده از تانوران تکنولوژی روز، بر کانسپت
۸. مهندسه	کشف خدمه متناسب با نیازهای فرم و عملکرد	انتقال عناصر منظم و منظم	رسیدن به خدمه متناسب با فرم و عملکرد
۹. مصالح	تحلیل مصالح متناسب با نیازهای طرح	املاحات مربوط به مصالح نوبت متناسب با اهداف طرح	استفاده از مصالح روز و متناسب با شرایط کانسپت
۱۰. عناصر	بررسی فرآیند عناصر متناسب با عملکرد و تاثیرهای محیطی	بند آستین، در، دیوار، پنجره، کله، سقفه نام و...	استفاده صحیح از عناصر در راستای رسیدن به اهداف عملکردی
۱۱. عملکرد	فرآیند تحلیل پلان، برش، نما و... متناسب به کاره مراحل قبل	استاندردهای فیزیکی، روانشناسی و...	تناسب کانسپت با عملکرد بر مبنای مراحل قبل

پینوشته

۱. در مثال آیکونیت مثلاً چند تر باید نمک، رد یا آب اضافه کرد.
۲. اگر نمک کافی است دیگر نمک نمی‌زنیم، اگر کافی نیست نمک می‌زنیم.
۳. برای مثال، الگوریتم ضرب که می‌شود آن را در فرآیند محاسبه یک ریپر پردازنده تعبیه کرد.
۴. فضای سبز و معماری منظر.
۵. مثلاً سازه‌های چتری برای نمایانگرها.
۶. انتخاب مصالح سازه معمولاً متناسب با مسایل اقتصادی، اقلیمی، حریق و مانند آن می‌باشد، بعضی از اشکال خاص سازه‌ای نیز فقط با مصالح خاصی قابلیت اجرا دارند.
۷. بنابراین در طراحی معماری بنا باید فضاهایی که باز زنده زیادی را به ساختمان تحمیل می‌کند مثل استخر، کلبه‌چکان و سالن اجتماعات، در طبقات پایین قرار گیرند.
۸. بنابراین در طراحی معماری بنا باید فضاهایی که باز زنده زیادی را به ساختمان تحمیل می‌کند مثل استخر، کلبه‌چخانه و سالن اجتماعات در طبقات پایین قرار گیرند.
۹. چنانگنده‌های سلب یا شفاف تقسیم در سقف، یا کف و جز آن.
۱۰. اقلیم، زلزله و نظایر آن.
۱۱. هر فرمی با مصالح خاصی زیست است.
۱۲. پله‌های دوطرفه سه طرفه، دیوار و...
۱۳. به لحاظ عملکردی، سایش، حریق و...
۱۴. در ارتباط با فضاهای خوب مانند سرویس و...
۱۵. عایق‌های صوتی، حرارتی و رطوبتی.

منابع

۱. چینگ، فرانسویس دی کی، معماری فرم فضا و نظم، ترجمه زهره فرازاد، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۷۷.
۲. Ehtad Eltam, Secrets of Reverse Engineering, New York, Wiley, 2005.
۳. کورن، تلمس، مقدمه‌ای بر الگوریتم‌ها، ترجمه گروه مهندسی پژوهشی خوروش، انتشارات درخشش، تهران، ۱۳۷۹.
۴. Nikos A. Salingaros, A Theory of Architecture, London, ISI Distributed Titles, 2007.
۵. Holger Schnidderbach, Concept Construction Use, London, University College London, 2004.
۶. Graham Vickers, Key Moments in Architecture: The Relationship Between Man, Buildings and Urban Growth As Seen in the Metropolis Through the Ages, New York Academy Press, 2006.
۷. شیخ زین‌الدین، حسین فرم در معماری، مجله معماری و فرهنگ، سال اول، شماره ۴، ۱۳۷۹.
۸. کسانلی، مرتضی، اقلیم و معماری، دوستان نشر خاک، اصفهان، ۱۳۸۷.
۹. سالوادوری، ماریو، سازه در معماری، ترجمه محمود گلایچی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۱۳۸۷.
۱۰. کلاری، راجر، تجزیه و تحلیل و نقد شاهکارهای معماری، ترجمه سعید آفاقی، انتشارات هانگ، تهران، ۱۳۸۷.
۱۱. Ross Scalegel, Green Building Materials, New York, Wiley, 1995.

از آنجا که موارد و متغیرهای ذکر شده (مواد اولیه) در جدول ۶ و نمودار تصویر ۵ جزئی از یک الگوریتم هستند بنابراین بایستی از قوانین الگوریتم یعنی تکرار مراحل طی فرآیند طراحی (مطابق با دستورالعمل‌ها) پیروی کنیم تا به طرح (محصول) شایسته‌ای دست یابیم. ■

دانشیار دانشکده هنر و معماری دانشگاه تربیت مدرس- کارشناس ارشد معماری دانشگاه علم و صنعت ایران کارشناس ارشد معماری منظر دانشگاه تربیت مدرس