

## طبیعت، منبع تاثیرگذار سازه های معماری

طبیعت طراحی زبردست و مهندسی چیره دست است که هم در انتخاب فرم و شکل های یک جسم (متناسب با نیاز آن) بهترین ها را انتخاب می کند و هم در انتخاب اسکلت و مکانیسمی که به آن جسم ایستایی و دوام ببخشد، ساده ترین، متناسب ترین و مؤثرترین را به کار می گیرد. جالب است که در طبیعت، فرم یک جسم و اجزای برپا دارنده و شکل دهنده آن به صورت متقابل، یکدیگر را تعریف می کنند. بر این اساس در اواخر قرن بیستم نیز، توسعه و پیشرفت های تکنولوژی و پژوه های انجام شده توسط برخی از معماران و مهندسان، این امکان را برای ساختن سازه های سبک فراهم کرد و در واقع یکی از دستاوردهای بزرگ در زمینه معماری و مهندسی، توسعه سازه هایی با وزن کم بود که این کار تنها با الهام از ساختارها و تئوری های طبیعی ممکن می شد. به طور کلی [معماری](#) می تواند در تقلید از طبیعت 3 رویکرد را دنبال نماید :

**1- رویکرد فرمی :** در این رویکرد طبیعت به صورت سمبل وارد عرصه معماری می شود.

**2- رویکرد سازه گرا :** در این نگاه به اجسام طبیعی از منظر ساختاری جهت تحمل نیروها نگریسته می شود.

**3- رویکرد تکامل گرا :** در این بخش الگوهایی از رشد موجودات یا ارگانهای طبیعی وارد عرصه معماری می شود.

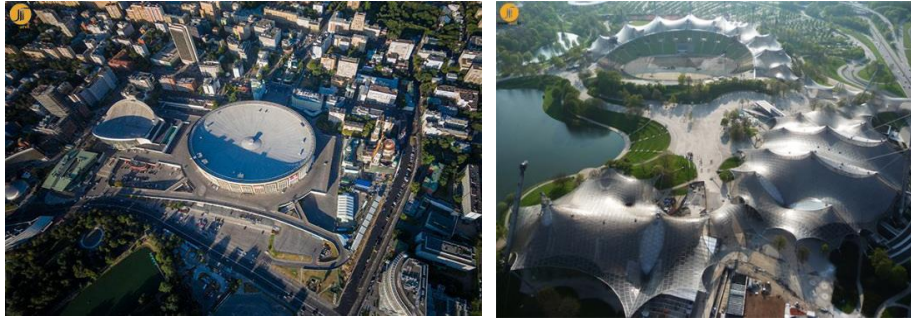
در این نوشتار سعی شده است تا دیدگاه هایی در خصوص رویکرد دوم یعنی رویکرد سازه گرا ارائه شود. نمونه های شاخص این رویکرد، سازه های کابلی، سازه های بادی، سازه های پوست های و گنبد ژئودزیک هستند.

### سازه های کابلی

بهترین مهندس در دنیای حیوانات عنکبوت است؛ تار عنکبوت مانند آب، لطیف و همچون درخت انعطاف پذیر و سازه های شگفت انگیز تار عنکبوت یکی از معجزات ساختمانی طبیعت است، آنها از "هورست برگر" است که تمامی مهارت ها در آن به کار رفته است. سیم های فولادی با همان قطر، قویترند و دارای خاصیت کشسانی هستند که به آنها اجازه می دهد 25,1 برابر سیم های فولادی کش بیابند. این ساختارهای سبک، ظریف و مقاوم توجه مهندسان را به خود جلب کرده است. مهندسين آنها را برای خلق مفهوم کابل های کشسان به کار می گیرند، تارهای عنکبوت به عنوان نمونه اولیه سازه های ساختمانی پل های معلق به کار رفتند و با تنوعی که دارند یک پدیده هنر مهندسی به شمار می روند. در کنار عنکبوت همان مدل ساختمانی را می توان در مدل های طبیعی دیگر نظیر پاهای پره دار مرغان آبی، باله های ماهی و بال های خفاش نیز به خوبی مشاهده کرد که در آنها رده های ساختاری در یک سطح غشایی توزیع و در آن محکم شده اند. در ساختمان سازی با کابل های کشسان، عنصر باربر اصلی شبکه فولادی است که بر روی آن

غشاهایی از مصالح مختلف می تواند قرار گیرد. چنین ساختارهایی برای پوشاندن فضاهایی که نقاط تکیه گاهی آنها فاصله زیادی با هم دارند، از کارایی بالایی برخوردار است.

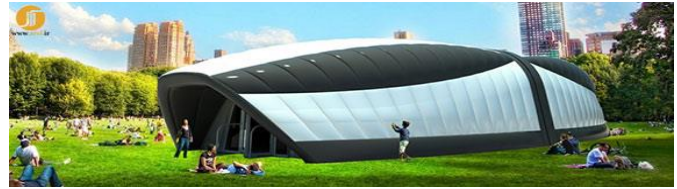
از نمونه های معماری این گونه ساختاری می توان به سقف نمایشگاه مونترال، سقف استادیوم مونیخ، استادیوم المپیک مسکو، میدان گاو بازی در کارولینای شمالی و زمین هاکی روی یخ دانشگاه ییل اشاره کرد.



## سازه های بادی

در طبیعت، بیشترین فرمها از فرم های کوچک کروی پوست های به وجود می آیند (سازه های پنوماتیک). فرم های کروی پوست های رفتاری مشابه رفتار حباب صابون را دارند که دارای انعطاف پذیری مناسب و مقاومت کافی در لایه بیرونی برای محافظت از محتویات درون خود هستند. حباب ها با توجه به شکل فرمی خود به حداقل سطوح نیز دست می یابند چرا که به تبع آن حداقل مواد به کار رفته در آن نیز رعایت می شود. سبکی و ساختار منعطف آن منجر به ساختار شکل پذیر حباب ها می شود. هر سلول حیوانی یا گیاهی یک ساختار پنوماتیکی دارد که از غشا و همچنین محتویات داخل آن یعنی پروتوپلاسم (ماده اصلی جسم سلولی) تشکیل شده است. یکی از اصلی ترین عناصر تشکیل دهنده درون سلولی، سطح کشسان آن است که مقاومت آن باعث فرم دادن به شکل عمومی آنها می شود.

نمونه هایی از سازه های پنوماتیکی را می توان در سیستم رسانی جانداران و گیاهان مشاهده کرد. از جمله در درون سیستم گوارشی و خون دهی بدن جنین، روده، قلب، شکم و کلیه ها و همچنین در میوه های نرمی همچون انگور، گوجه فرنگی و هسته غلات، در زرده تخم مرغ یا تخم های نرم حشرات و خزندگان. گفتنی است که نوعی وزغ، عضوی در زیر آرواره خود دارد که می تواند آن را پر از باد کند که هوای داخل آن رفتاری مشابه عضو فشار آورنده بر روی غشا را دارد. این فشار هوا باعث کشش غشایی می شود. نمایشگاه دهه هفتاد ازوکای ژاپن و طراحی پاپیون فوجی، پاپیون یونایتد استیتز، پروژه Eden، نمونه های معماری این نوع سازه هستند.



## سازه های پوسته ای

پوست تخم مرغ پرندگان نمونه زیبایی از قانون استفاده از مصالح با حداکثر کارایی است. عملکرد اصلی پوست تخم مرغ پرندگان، حفاظت از جوجه درون آن است که با استفاده از حداقل مصالح به خوبی پاسخ داده شده است. با استفاده از مصالح بیشتر، هم به ما در صدمه وارد می شود و هم وزن پوسته زیاد شده و مانع شکستن آن توسط جوجه می شود. پوست تخم پرندگان را می توان به عنوان فرم قوسی سه بعدی در نظر گرفت که در آن نیروها به شکل فشاری منتقل می شوند.

فرم قوسی شکل سه بعدی، عامل اساسی طراحی ساختمان ها با استفاده از گنبد و فرم های پوست های بوده است. همچنین پوسته دانه های آجیل مانند گردو، بادام، نارگیل، پوسته خارجی حشرات، پوسته بیرونی انواع بذر و دانه ها نمونه های مشابهی از این گونه اند.

این ساختارهای طبیعی به واقع دارای سختی و مقاومت زیاد نسبت به نمونه های سازهای تخت مشابه آن هستند. در بدن انسان، ساختارهای قوسی شکل، عضوهای حیاتی بدن را محافظت می کنند؛ جمجمه کار محافظت از مغز را بر عهده دارد و قفسه سینه حفاظت از قلب، کلیه ها و دیگر اعضا را بر عهده دارد. در پوسته های قوسی شکل؛ تمامی تنش ها در تمامی پوسته توزیع و در نهایت به تکیه گاه ها منتقل می شود. اصول سازهای موجود در پوسته هایی چون صدف ها و پوست تخم مرغ کاملاً می تواند در معماری نیز صادق باشد. چرا که ساختار بهینه این پوسته ها چه از نظر به کارگیری حداقل عناصر مادی با بیشترین توانایی باربری و انتقال نیروها، همچنین کمترین ضخامت ممکن، خصوصیات بارزی است که بهره گیری از آن در معماری باعث بهینه سازی سازهای خواهد شد.

در اینجا گفتنی است که صدف های دوتکه ای با وجود ضخامت کم پوسته ها، حداکثر مقاومت را دارا هستند، بدون اینکه مواد زیادی در ساخت آن به کار رود. یعنی سازه ها می توانند برای افزایش در سختی و صلبیت سطح با تغییر در فرم های منحنی مقاوم شوند.

از انواع مختلف پوسته، می توان به نمونه هایی از قبیل پوسته با قوس استوان های، پوسته گنبدی شکل، پوسته های شبه هذلولی و سطوح سهمی وار اشاره کرد. از نمونه های معماری سازه های پوسته های می توان کلوب شبانه جاکاراندا، رستوران مانانتیالز و تالار کنفرانس MIT را نام برد.

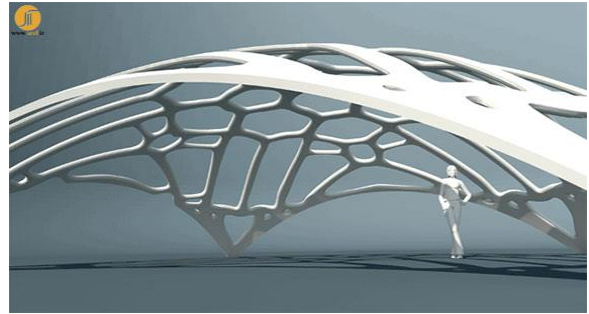


### سازه های ژئودزیک

بعضی از نمونه های سازه های طبیعی تأثیر مستقیم بر انسان های اولیه نداشته اند، مانند آرایش مولکولی در ترکیبات شیمیایی که شیمیدان "پریمولوی" جستجوی طبیعت برای دستیابی به سادگی، مقاومت و زیبایی را در سطح میکروسکوپی نشان می دهد.

معروف ایتالیایی که بعداً نویسنده ای موفق نیز شد، یک ایده ساده ولی الهام بخش از زیبایی شناسی حاصل از صحت و درستی در فرم سازه های مولکول کربن را این گونه توضیح داده است: در حقیقت آنچه در شیمی اتفاق می افتد مشابه چیزی است که در معماری ساختمان های بزرگ که زیبا، ساده و متقارن، محکم و نیرومند هستند. به طور خلاصه همان چیزی که در مولکول ها اتفاق می افتد همان چیزی است که در گنبد کلیسای جامع و یا قوس یک پل می بینیم. زیبایی واقعی را که درون هر دوره به طور خاص می توان باک "زیبایی باور نکردنی طرح"، پریمولوی "جستجو نمود، شاید بتوان در شکل سنگ ها، فرم بدنه کشتی و یا بال هواپیما یافت. آیا که سازه ای شگفت انگیز بود را دید. فرمی که برای اولین بار در سال 1990 در نانو تکنولوژی به کار برده شد و استفاده از مینستر فولر مصالح جدید و مقاوم تری را در آینده نوید می داد. باک مینستر فولر بر این باور بود که کاراترین ساختارهای شبکه های با یک فرم کروی و ترکیبات

شش ضلعی یا هشت ضلعی که ژئودزیک خوانده می شود، ساخته می شوند. یک سازه ژئودزیک متشکل از یک سری قطعات چهار وجهی است که شکلی کروی دارند و هرگز تغییر شکل نمی یابند. این ساختار ترکیبی بسیار سخت، سبک، منظم و ساده است که دارای عناصر قابل پیش ساخته شدن است. به عبارت دیگر این قابلیت را دارد که در مدت کم و با صرف هزینه پایین ساخته شود.



## نتیجه گیری

طبیعت همواره به عنوان منبعی برای تقلید بشر در معماری مورد توجه بوده است. این توجه تنها به فرم های موجود محدود نبوده بلکه فرم در کنار ساختار و سازه بنا، توانسته است توجه معماران به خود را معطوف نماید. فرم های طبیعی همواره به حالتی شکل گرفته اند که بتوانند پایداری لازم را برای کالبد خود تأمین نمایند، لذا می توان از فرم ها و عناصر طبیعی به عنوان پایدارترین و نیز مقرون به صرفه ترین سازه ها نام برد که با الهام از آنها، فرم های بهینه ای برای معماری به دست آورد.

در واقع می توان گفت اجسام طبیعی همواره در جهت هماهنگ سازی خود با نیروهای وارد از محیط بیرون گام برمی دارند.

زیربنای این هماهنگ سازی را سازه جسم طبیعی تشکیل می دهد. بر این مبناست که ارگانسیم طبیعی می تواند پاسخگوی عملکردهای خود باشد و در راستای آن فرم خود را تشکیل دهد. در رویکرد تکنولوژیک به معماری، عملکردی سبب ایجاد فرم و سازه های متناسب با آن می شود که بتواند پاسخگوی نیروهایی باشد که از بیرون به بنا وارد می شود و

این خود نیازمند ابزار فنی یا تکنولوژیک می باشد. به عبارت دیگر، می توان گفت در طبیعت، عملکرد و فرم در دل خود، سازه را نیز به همراه دارد و در معماری بر اساس عملکرد است که فرم و سازه شکل می گیرد.

### تحریریه معماری آرل

محمد شریف شهیدی / پژوهشگر دکترای معماری دانشگاه تربیت مدرس