



## اصول و راهبردهای روش‌های نوین ساخت در پایدارسازی معماری با تأکید بر ساختمان‌های ساخته شده با تکنولوژی ساخت\*\*

وحید شیخ‌لویی بناب<sup>۱</sup>، شهریار شقاقی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری معماری، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران، V.sheikhloie@iaushab.ac.ir

<sup>۲</sup> (نویسنده مسئول) استادیار، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران، Sh.shagagi@iaushab.ac.ir

### چکیده

طراحی پایدار یا طراحی بوم‌شناختی (ecological) که به آن طراحی سبز یا معماری پایدار هم گفته می‌شود، یک فلسفه است. فلسفه طراحی ساختمان‌هایی که اصول پایداری بوم‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی را رعایت می‌کنند. همان‌طور که می‌توان از تعریف معماری پایدار برآورد کرد، هدف از طراحی بناها با توجه به اصول پایداری و بوم‌شناختی، کاهش اتلاف انرژی و آلودگی محیط‌زیست است. معماری پایدار، زیرمجموعه طراحی پایدار و یکی از تحولات مهم معماری معاصر و واکنشی بشردوستانه در برابر بحران‌های عصر صنعت است. سازه یکی از مهم‌ترین عناصر طراحی یک ساختمان است که طراحی و ساخت آن امروزه به روش‌های مختلف و نوین انجام می‌گیرد. هدف اصلی این پژوهش پایدارسازی معماری از طریق روش‌های نوین ساخت می‌باشد. لازمه این امر وجود مؤلفه‌هایی برای چگونه طراحی و ساختن سازه‌های نوین در جهت معماری پایدار است. در راستای این هدف ساختمان‌های ساخته شده با روش‌های تکنولوژیکی ساخت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مزایا و معایب آن‌ها مشخص گردید؛ سپس روشن شد که در هر نمونه از ساختمان کدام اصل معماری پایدار وجود دارد و این خصوصیت از ساختمان چه تأثیری بر پایداری معماری می‌گذارد. با مشخص شدن خصوصیات ساختمان‌های ساخته شده با روش‌های نوین اصول و راهبردهایی معین شد که اساس پایداری معماری را در طراحی معماری و سازه شامل می‌شود. نتایج بدین صورت به دست می‌آید که روش‌های نوین ساخت دارای اصولی هستند که در صورت طراحی و اجرای صحیح مهم‌ترین عامل در پایدارسازی معماری می‌شوند.

### اهداف پژوهش:

۱. تجزیه و تحلیل ساختمان‌های ساخته شده با روش‌های تکنولوژیکی ساخت و مزایا و معایب آن‌ها.
۲. بررسی اصول معماری پایدار در ساختمان‌های مورد مطالعه.

### سؤالات پژوهش:

۱. مشخصات و الگوهای طراحی و اجرای تکنولوژی‌های نوین ساختمانی و تأثیر آن بر پایداری معماری چیست؟
۲. مزایا و معایب و ویژگی‌های معماری و سازه‌ای با روش‌های نوین ساخت و تأثیر آن‌ها در پیشبرد معماری پایدار چیست؟

\*\* این مقاله برگرفته از رساله دکتری "وحید شیخ‌لویی بناب" با عنوان " نقش تکنولوژی‌های نوین سازه و مصالح هوشمند در شکل‌گیری طراحی معماری پایدار " است که به راهنمایی دکتر "شهریار شقاقی" و مشاوره دکتر " نام و نام خانوادگی استاد مشاور " در سال ۱۴۰۱ در دانشگاه "آزاد اسلامی" واحد " نام شبستر " ارائه شده است.

### اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی

شماره ۵۰

دوره ۲۰

صفحه ۴۱۱ الی ۴۲۷

تاریخ ارسال مقاله: ۱۴۰۱/۰۱/۱۵

تاریخ داوری: ۱۴۰۱/۰۳/۰۴

تاریخ صدور پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۰۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۶/۰۱

### کلمات کلیدی

راهبردها،  
سازه نوین،  
تکنولوژی ساخت،  
معماری پایدار.

### ارجاع به این مقاله

شیخ لویی بناب، وحید، شقاقی، شهریار. (۱۴۰۲). اصول و راهبردهای روشهای نوین ساخت در پایدار سازی معماری با تاکید بر ساختمانهای ساخته شده با تکنولوژی ساخت. مطالعات هنر اسلامی، ۲۰(۵)، ۴۱۱-۴۲۷.



[dori.net/dor/20.1001.1  
1735708.1402.20.50.267](https://doi.org/10.22034/IAS.1735708.1402.20.50.267)



[dx.doi.org/10.22034/IAS  
.20.22.349793.2010](https://doi.org/10.22034/IAS.1735708.1402.20.50.267)

## مقدمه

معماری پایدار به‌عنوان یکی از نوین‌ترین روش‌های رشد و ارتقا براساس ویژگی‌های اقلیمی است. معماری پایدار راه‌حلی اقتصادی برای کنترل و رشد محیط‌زیست با ساخت‌وساز می‌باشد. این سبک سال‌های زیادی است که در دنیا از فلسفه و روش‌های اجرایی مدرن برخوردار می‌باشد، و به تازگی معماری پایدار در ایران هم نقش عمده‌ای بازی می‌کند. چارلز جنکز یکی از بزرگ‌ترین نظریه‌پردازان معماری پایدار با تعاریف فلسفی می‌باشد که در این حیطه فعالیت می‌کند. کاربرد مفاهیم پایایی و اهداف توسعه پایدار در جهت کاهش اتلاف انرژی و آلودگی محیط‌زیست در معماری، مبحثی به‌نام معماری پایدار را به‌وجود آورده است. در این نوع معماری، ساختمان نه‌تنها با شرایط اقلیمی منطقه خود را تطبیق می‌دهد، بلکه ارتباط متقابلی با آن برقرار می‌کند. به‌طوری‌که براساس گفته ریچارد راجرز، «ساختمان‌ها مانند پرندگان هستند که در زمستان پرهای خود را پوش داده و خود را با شرایط جدید محیط وفق می‌دهند و براساس آن سوخت‌وسازشان را تنظیم می‌کنند» (محمودی، ۱۳۸۹). اصولی که باید رعایت شود تا یک ساختمان در زمره بناهای پایدار طبقه‌بندی شود به شرح زیر است: حفظ انرژی، هماهنگی با اقلیم، کاهش استفاده از منابع جدید، برآوردن نیازهای ساکنان، هماهنگی با سایت، کل‌گرایی. تمام اصل معماری پایدار باید در یک پروسه کامل که منجر به ساخته‌شدن محیط‌زیست سالم می‌شود، تجسم یابد.

معرفی فناوری‌های نوین و توسعه صنعت باعث دگرگونی زندگی بشر شده است و ماشینی‌شدن بر جنبه‌های مختلف زندگی انسان تأثیر به‌سزایی گذاشته است. با این وجود، هنوز در بخش بزرگی از پروژه‌های ساختمانی کشورمان از شیوه‌های سنتی بهره‌گیری می‌شود. این شیوه‌ها مبتنی بر عملیات بنایی و کارگری و ساخت اجزای ساختمانی در محل کارگاه می‌باشد که باعث بروز نقایص عمده‌ای مانند طولانی‌بودن پروژه‌ها، صرفه پایین اقتصادی، پرت زیاد مصالح و کیفیت پایین محصولات می‌شود. این نقایص در پروژه‌های بزرگ مسکن که مشتمل بر حجم بزرگی از ساخت‌وساز می‌باشد، نمود بیشتری می‌یابد و لذا با گسترش طرح‌های تولید انبوه مسکن در کشور، نیاز به تغییر رویه‌های جاری و بهره‌گیری از شیوه‌های صنعتی در ساخت مسکن بیش از پیش احساس می‌شود. منظور از صنعتی‌سازی ساختمان استفاده از روش‌های نوین کارخانه‌ای با رویکرد تولید انبوه به‌منظور کاهش هزینه، افزایش سرعت اجرا و افزایش کیفیت در پروژه‌های مسکن می‌باشد. برای ساختمان‌های تجاری، اداری، صنعتی، آموزشی، بیمارستان، آپارتمان‌سازی و انبوه‌سازی Tilt - Up روش مناسبی است. ساختمان‌های مسکونی، ویلا و آپارتمان تا چهار طبقه با Wood Stud (چوبی) و تا هفت طبقه با Metal Stud (فلزی) مناسب می‌باشد. ساختمان‌های بلند اعم از اداری، مسکونی و هتل‌ها با سیستم اسکلت فلزی پیش ساخته پیچ و مهره، سقف‌های سبک فلزی یا چوبی، دیوارهای Metal Stud و استفاده از Isolator و دمپرهای ضدزلزله، بار مرده ساختمان‌ها را به مراتب کم می‌کنند و در نتیجه، وزن ساختمان کاهش می‌یابد (گنج‌های، ۱۳۹۷).

طراحی پایدار همکاری متفکرانه معماری با مهندسی سازه، برق و مکانیک است. علاوه بر فاکتورهای متداول طراحی مانند زیبایی، تناسب و بافت و سایه و نور و امکاناتی که باید مدنظر قرار گیرند، گروه طراحی باید به عوامل طولانی

مدت محیطی، اقتصادی و انسانی توجه کرده و اصول اولیه آن را که به قرار زیر است، مد نظر قرار دهد؛ الف) گوناگونی و تنوع؛ ب) اقلیم و آب و هوا؛ ج) پوشش ساختمان‌ها؛ د) احیا هویت فرهنگی و منطقه‌ای؛ ه) حجم ساختمان‌ها و جانمایی فضاهای داخلی ساختمان؛ و) مصالح ساختمانی؛ ز) برآورد نیازهای انسان؛ ح) هماهنگی با بستر؛ ط) توجه هم‌زمان به همه اصول. در صنعت ساختمان چارچوب پیشنهادی براساس اصول سه‌گانه معماری پایدار شامل حفاظت از منابع، بهره‌وری هزینه و طراحی برای انسان است (Akadiri, 2012). معماری پایدار، معماری جدید و هوشمندانه را در سطوح مختلف به نمایش می‌گذارد. این موارد در این مبحث حاکم است. ۱) حداقل تأثیر منفی زیست‌محیطی ساختمان‌ها با افزایش کارایی و تعدیل استفاده از مواد، انرژی و فضای توسعه‌پذیر؛ ۲) توسعه اقدامات برای ارتباط شکل و سازگاری طراحی سایت، منطقه و آب‌وهوا؛ ۳) ایجاد ارتباط هماهنگ و طولانی‌مدت میان ساکنین و محیط اطراف با توجه به فرم طراحی خوب. در این موضوع ویژه، سه حوزه موضوعی برجسته هستند. "مفهوم کلی معماری پایدار و طراحی و تأثیر آن بر توسعه پایدار، روش‌ها و ابزارها و کاربرد آن‌ها در طراحی پایدار، توسعه سیاست و استراتژی برای ارزیابی و اجرای طرح پایدار" (Martina Keitsch, 2012).

#### جدول ۱. نظریه و تعاریف صاحب‌نظران معماری در باب معماری پایدار

نظریه و تعاریف در باب معماری پایدار		معمار و نظریه پرداز	
طراحی پایدار را می‌توان طراحی اکولوژیک تعریف کرد؛ در واقع طراحی پایدار را می‌توان نوعی از طراحی قلمداد کرد که در طول حیات چرخه خویش با سیستم‌های اکولوژیکی کره زمین هماهنگی کامل دارند.	کن یانگ	۱	
طراحی پایدار یعنی حداکثر کارایی با حداقل ابزار در اکولوژی دقیقاً مصداق همان ضرب‌المثل که می‌گویند «کم‌تر، بیشتر است» طراحی پایدار یعنی استفاده ایده‌آل از ابزار معماری جهت صرفه‌جویی در انرژی به جای استفاده از سیستم‌های مکانیکی زائد که جهان را به سوی گرم‌تر شدن هدایت می‌نمایند.	نورمن فاستر	۲	
اصلی‌ترین نکته در طراحی پایدار انتخاب مصالح و نوع عملکرد یک ساختمان در حال ساخت است ساختمان‌ها باید تا ۸۰ درصد یا بیشتر در تأمین انرژی مورد نیازشان خودکفا باشند.	یان کاپلیکی	۳	
طراحی پایدار نوعی طراحی است که قصد دارد به نیازهای امروز بدون آسیب‌رساندن به منابع نسل‌های آینده پاسخ دهد نکات کلیدی در این طراحی انرژی مصرفی کم انعطاف‌پذیری بالا و راندمان بالا در استفاده از منابع می‌باشد.	ریچارد راجرز	۴	
پایایی می‌تواند به‌عنوان یکی از کلیدی‌ترین جنبه‌ها در حرفه ما در نظر گرفته شود، چون ۵۰ درصد از انرژی در اروپا در بخش ساختمان مصرف می‌شود. در این مقوله وظیفه معماری بسیار مهم می‌باشد.	توماس هرتزوغ	۵	
خلق محیط انسان ساخت و مدیریت متعهدانه آن بر مبنای اصول بوم‌سازگاری و بازدهی منابع. این اصول عبارت‌اند از: به حداقل رساندن صرف منابع تجدیدنپذیر، ارتقا و بهبود شرایط محیط طبیعی و حداقل آسیب‌های بوم‌شناختی بر محیط	چارلز کی برت	۶	
تبیین رابطه متعادل تر و هم‌زیستانه اثر معماری با محیط که بر کنش‌مندی خودآگاه اثر معماری نسبت به شرایط محیطی پی‌ریزی شده است.	هاگان	۷	

۸	راکی مونتین	طراحی پایدار و همگن، طراحی‌ای تلقی می‌شود که در آن هر جزئی به‌عنوان بخشی از کل بزرگ‌تر به خوبی مورد توجه قرار گیرد.
۹	سامویل موک بی	معماری پایدار دربردارنده آمیزه‌ای از ارزش‌های زیباشناختی، محیطی، اجتماعی، سیاسی و اخلاقی است.
۱۰	ون در رین	طراحی پایدار به مفهوم درونی و اساسی از مکان منتج خواهد شد. فرآیندی که به احیا شدن بیش از تحلیل بردن می‌انجامد و در واقع علم و هنر برقراری ارتباطی مناسب بین محیط انسانی و جهان طبیعت است.

## ۱. اصول معماری پایدار

اصولی که باید رعایت شود تا یک ساختمان در زمره بناهای پایدار طبق بندی شود به این شرح است: حفظ انرژی، هماهنگی با اقلیم، کاهش استفاده از منابع جدید، برآوردن نیازهای ساکنان، هماهنگی با سایت، کل‌گرایی (قیاس‌سوند، ۱۳۸۵).

با این پیشینه و نظریات صاحب‌نظران و معماران فعال در این زمینه به ساختمانی می‌توان معماری با شرایط پایدار گفت که دارای الگوهای زیر باشد:

- ساختمان طرح اقلیمی داشته و با سیستم‌های اقلیمی محیط هماهنگی داشته باشد.
- ساختمان دارای حداقل ابزار با حداکثر کارایی در بحث صرفه‌جویی در مصرف انرژی باشد.
- مواد و مصالح ساختمان و عملکرد آن باعث تأمین ۸۰ درصد انرژی خودش باشد.
- ساختمان دارای مصرف انرژی کم، انعطاف‌پذیری بالا و راندمان بیشتر در استفاده از منابع باشد.
- ساختمان کیفیت محیط‌زیست را ارتقا داده و محیط‌زیست طبیعی را گسترش دهد.
- ساختمان هویت فرهنگی و قومی را حفظ کند.
- هزینه ساخت ساختمان اقتصادی بوده و ساخت‌وساز با استفاده از فناوری‌های جایگزین کارآمد باشد.

## ۲. راه‌کار پژوهش

در عصر کنونی با توجه به صنعتی‌شدن زندگی در جوامع بشری و استفاده ناصحیح از منابع تجدیدناپذیر باعث آلودگی‌های زیست‌محیطی شدید شده است. معماری به‌عنوان یک راه‌کار می‌تواند کمک شایانی به این موضوع بکند. با در نظر گرفتن این شرایط امروزه به معماری‌ای نیازمندیم که پاسخی به این شرایط بحرانی محیط‌زیست و سلامت انسان باشد. سبک معماری‌ای که امروزه از آن به‌عنوان معماری پایدار یا معماری سبز یاد می‌شود، هدف اصلی‌اش حفظ محیط‌زیست و سلامت انسان است. پس هدف اصلی این پژوهش حفظ و احیا محیط‌زیست با استفاده از روش‌ها و تکنولوژی‌های نوین طراحی و ساخت ساختمان‌هاست. راه‌کار این پژوهش ابتدا تعیین الگوهای معماری پایدار با استفاده از مبانی و پیشینه نظری صاحب‌نظران این مبحث است. پس برای مشخص کردن اصول و راهبردهای

تکنولوژی ساخت جهت پایداری ساختمان‌ها، نمونه‌های موفق ساخته‌شده در دنیا با روش‌های نوین طراحی و ساخت مطالعه شده و معیارهای تکنولوژیکی آن‌ها مشخص می‌شود. این معیارها به ما نشان خواهد داد که این نمونه معماری دارای کدام مورد الگوی معماری پایدار بوده و در جهت تحقق این مبحث طراحی و ساخته شده است.

### ۳. تکنولوژی‌های نوین ساخت در معماری

در پی رشد سریع جمعیت و در نتیجه افزایش نیاز به مسکن، و همچنین مسائل تأثیرگذار بر کیفیت و قیمت ساختمان‌ها ضرورت ایجاد تحول در روش‌های ساخت، ساز ایجاد کرده‌است. یکی از روش‌های بهبود این وضعیت، صنعتی‌سازی تولید ساختمان می‌باشد. این امر باعث کاهش بسیاری از هزینه‌ها و افزایش سرعت ساختمان‌سازی می‌شود (پیام ساختمان، ۱۳۸۷). شروع صنعتی‌سازی را می‌توان از زمان مهاجرت اروپاییان به آمریکا در قرن ۱۹ میلادی یاد کرد. به دلیل تخریب‌های ناشی از جنگ جهانی و نیاز به تأمین سریع مسکن ساخت‌وسازها به سمت صنعتی‌شدن پیش رفت؛ و با رونق گرفتن مدرنیسم ساخت انبوه، ارزان و مطابق با معیارهای استاندارد در دستور کار قرار گرفت. همچنین در کشور ایران از سال ۱۳۴۰ و با افزایش نیاز به مسکن در کلان‌شهرها، ساخت و ساز با استفاده از قطعات پیش‌ساخته توسط چند کارخانه تحت‌لیسانس کارخانه‌های خارجی آغاز شد (همتی، ۱۳۹۱). سیستم‌های صنعتی‌سازی ساختمان شامل کلیه فعالیت‌های مرتبط با طراحی، فناوری‌ها و روش‌های ساخت‌وساز، و تولید کارخانه‌ای قطعات و اجزای ساختمانی است. در این روش‌ها اجزای ساختمان تحت نظام صنعتی در کارخانه تولید و از جنبه‌های مختلف از نظر کیفیتی، آزمایش و به کارگاه منتقل می‌شود. در نتیجه عملیات ساختمان در محل کارگاه کاهش یافته و میزان تولید افزایش می‌یابد (قلی‌زاده، ۱۳۹۱). مهم‌ترین اهداف به‌کار بردن این روش‌ها عبارت‌اند از: افزایش کیفیت و سرعت ساختمان‌سازی و کاهش هزینه‌های آن که نتایج آن را بدین شرح می‌توان برشمرد:

- مقاوم‌سازی و استحکام ساختمان
- سبک‌سازی
- کاهش ضایعات مصالح
- مصرف بهینه انرژی
- کاهش حجم عملیات ساختمانی در محل کارگاه و افزایش تولید و ساخت در محل کارخانه (همتی، ۱۳۹۱).

در بخش زیر به معرفی ۶ مورد از مشخصات طراحی و اجرای تکنولوژی‌های نوین ساختمانی پرداخته شده است:

#### ۳.۱. سیستم Tilt-up

این روش برای انبوه‌سازی و اجرای ساختمان‌های بزرگ مناسب می‌باشد Tilt up. یا Tilt wall یا tilt slab یکی از روش‌های نوین و متداول ساختمان‌سازی در سراسر شمال آمریکا، استرالیا، نیوزلند و چندین ملت کارائیب می‌باشد. هرچند این

روش مقرون به صرفه می‌باشد و وقت و زمان کم‌تری را صرف می‌کند، عملکرد ضعیف آن در برابر زلزله استفاده از الزامات مقاوم‌سازی لرزه‌ای را در ساختمان‌های قدیمی را ضروری کرده است. در روش tilt up، اجزای بتنی (دیوار، ستون و ...) به صورت افقی روی دال بتنی قرار می‌گیرند. سیستم اجرای تیلت آپ که بیشتر به عنوان روش اجرا قابل طرح است تا سیستم ساختمانی، معمولاً به روشی گفته می‌شود که در آن اعضای دیواری باربر بتنی، سازه ساختمان را تشکیل می‌دهند. در این روش، دیوارها در محل اجرای پروژه به صورت افقی بتن‌ریزی می‌شوند و پس از عمل‌آوری بتن، قطعه را با کمک جرثقیل در محل خود نصب می‌کنند. از روش اجرای تیلت آپ اغلب برای اجرای ساختمان‌هایی با کاربری انباری، تجاری (مراکز خرید) و اداری که در آن‌ها سرعت اجرا و مسائل اقتصادی اهمیت دارد، استفاده می‌شود. این روش عمدتاً برای ساخت ساختمان‌های کوتاه مرتبه حداکثر تا چهار طبقه به کار می‌رود اگرچه اکثر ساختمان‌های ساخته شده با این روش یک یا دو طبقه هستند و تعداد معدودی ساختمان بیش از چهار طبقه نیز به این روش ساخته شده‌اند.

### ۳۲. سیستم Super frame

تکنولوژی سوپر فریم جدیدترین تکنولوژی ژاپنی برای ساخت ساختمان‌های بلندمرتبه است که پس از زلزله هیوگو (کوبه) در سال ۱۹۹۵ توسعه یافت. این روش ساخت شامل چهار تکنیک می‌باشد که پیشتر به طور جداگانه در این کشور در ساخت بعضی ساختمان‌ها از آن‌ها استفاده شده است. این تکنیک‌ها عبارت‌اند از:

- بتن مقاومت بالا (HiRC)
- قطعات پیش‌ساخته بتنی (R-PC)
- پس‌کشیدگی در کف‌های با دهانه بزرگ
- و استفاده از میراگرهای ویسکوز مقاوم (Hi-Dampers)

در سازه سوپر فریم نیروهای زلزله به جای انتقال به اجزای سازه‌ای آن در هر طبقه به یک ابرسازه اصلی مشتمل بر یک هسته مرکزی، چهار سوپر بیم (تیرهای بزرگ) در بالا، دو ستون در هر وجه ساختمان و در نهایت، سیستم ترمزکننده میراگرها می‌گردد که نه تنها موجب تقلیل نیروی زلزله شده، بلکه ایمنی بالای سازه ساختمان را تضمین می‌کند. باتوجه به اجرای سقف‌های تخت (بدون تیر) و تعداد بسیار اندک ستون در داخل ساختمان، امکان تقسیم یک طبقه کامل از یک تا یازده واحد بدون هیچ‌گونه محدودیتی عملی است. علاوه بر آن، تغییر در پلان در هر زمانی نیز بدون محدودیت مقدور است. فناوری پلان آزاد به عنوان یک فناوری پیشرفته قابلیت انعطاف‌پذیری در معماری را به ساختمان سوپر فریم داده است.

## ۳.۳. سیستم LSF

قاب فولادی سبک نوعی سیستم سازه است که در آن از فولاد سرد نورد شده گالوانیزه در ساخت سازه استفاده می‌شود. این سیستم همچنین به‌عنوان سازه‌های فولادی سبک، ساخت‌وساز LSF یا Lightweight Steel Framing یا سازه فولاد گالوانیزه شناخته می‌شود. این گونه سازه‌ها به‌علت سبک‌بودن و قابلیت اجرای دیوار خشک، مناسب برای مناطق زلزله خیز می‌باشد. ساختمان‌های قاب فولادی سبک Lightweight Steel Framing موسوم به (LSF)، به‌صورت خشک و به روش تولید صنعتی اجرا می‌شوند. قاب‌های فولادی سبک (LSF) که به‌وسیله نورد سرد تهیه می‌شود، یکی از انواع سیستم‌های ساختمانی مدرن می‌باشد که به‌وسیله این روش می‌توان ساختمان‌هایی را به‌صورت طبقات محدود (معمولاً تا ۵ طبقه) را اجرا کرد.

سه جز اصلی این ساختمان‌ها:

۱. مقاطع متشکل از ورق‌های فولادی که به‌وسیله نورد سرد تهیه شده به‌عنوان سازه اصلی؛
۲. پانل‌های گچی دیوار خشک به‌عنوان پوشش در داخل ساختمان؛
۳. سمنت برد برای پوشش بیرونی خارجی ساختمان و بسته به نوع پروژه از لایه‌های عایق صوتی و حرارتی تشکیل می‌شود.

در حال حاضر در کشور ایران استفاده از سیستم دهانه‌های مهاربندی شده با اعضای قطری برای ساختمان‌ها تا ۲ طبقه مسکونی و سیستم باربر جانبی دیوار برشی بتن آرمه برای ساختمان‌های تا ۵ طبقه مجاز می‌باشد، عملکرد صوتی دیوارها و سقف‌های ساخته شده با این سیستم در صورت رعایت تمهیدات لازم به‌راحتی پاسخگوی انتظارات تعیین شده در مقررات ملی ساختمان می‌باشد.

## ۳.۴. سیستم ICF

سیستم I.C.F مخفف عبارت Insulating Concrete Formwork می‌باشد که یک نوع سیستم ساخت‌وساز مرکب از بتن مسلح و پنل‌های پلی استایرن EPS است که در آن بتن مسلح به‌عنوان عضو باربر و پنل‌های پلی استایرن به‌عنوان قالب بتن و عایق حرارتی و صوتی عمل می‌کنند (همتی، ۱۳۹۱). این نوع سیستم در دهه ۱۹۵۰-۱۹۶۰ در آلمان ابداع گشت و با سرعتی چشمگیر در آمریکای شمالی به‌عنوان یک ساختار پایه‌ای پیشرفت کرد (گلابچی، ۱۳۸۹). این نوع سیستم با روش‌های متفاوت و مختلفی طراحی و ساخته می‌شود که همگی شامل دو لایه فوم عایق که معمولاً از جنس E.P.S است، با فواصل متفاوت به موازات هم قرار می‌گیرند و پس از بتن‌ریزی به قسمتی از دیوار تبدیل می‌گردند که این دو لایه به‌وسیله عناصر مسلح‌کننده که در بین این دو لایه نصب می‌شوند، به یکدیگر متصل می‌شوند. قطعات اتصال‌دهنده اغلب از جنس پلاستیک یا تسمه‌هایی از ورق گالوانیزه هستند. (گلابچی، ۱۳۸۹). عمدتاً قالب‌ها از جنس پلی استایرن منبسط شده می‌باشد اما از مصالح دیگری از جمله کامپوزیت پلی استایرن، سیمان یا فوم پلی یورتان نیز استفاده

می‌شود. این قالب‌ها از نظر ابعاد، شکل هندسی سوراخ‌ها و نوع اجزای تشکیل‌دهنده با هم متفاوت هستند (کاری، ۱۳۸۷).

ویژگی‌ها:

- سرعت بالا و بازگشت کوتاه مدت سرمایه
- به دلیل نسوز بودن بتن و خاصیت خود اطفاء‌کنندگی پلی استایرن، ساختمان‌های ساخته شده با این سیستم دوام و مقاوت بیشتری در برابر حریق و آتش‌سوزی نسبت به ساختمان‌های دیگر دارا هستند.
- این نوع سیستم از نظر صرفه جویی در مصرف انرژی و عدم اتلاف آن، تأثیرات مثبتی را برای محیط زیست داراست. امکان استفاده مجدد از مصالح آن وجود ندارد.
- امکان اجرای طرح‌های معماری و نقشه‌های مدولار و غیرمدولار
- سبکی قطعات و حمل‌ونقل آسان
- نیاز به ابزارهای ساده و محدود

برخی از کاربردها و موارد استفاده از این نوع سیستم به شرح زیر می‌باشد:

- مناسب برای دهانه‌های کم‌تر از ۹ متر
- قابلیت ایجاد سقف‌های شیب‌دار
- مناسب جهت ساختمان‌های مخابراتی، آموزشی، اسکان موقت، خوابگاهی، ورزشی و...
- مناسب برای کلیه ساختمان‌های یک تا دو طبقه
- امکان افزودن طبقات روی بنای موجود
- امکان طراحی و اجرای انواع فرم‌های مختلف
- مناسب برای طرح‌های مدولاسیون

### ۳۵. سیستم کوبیاکس

دال دو محوره توخالی، کوبیاکس و یا دال‌های مجوف دوپوش (به انگلیسی Cobiax) یکی از روش‌های اجرای سقف با استفاده از گوی‌های پلاستیکی توخالی از جنس پلی اتیلن است. در حال حاضر شرکت Cobiax با ارائه دال‌های تخت و سبک دومحوره که دارای قابلیت‌های مدولار و انعطاف‌پذیری می‌باشد بهینه‌سازی قابل توجهی را در زمینه فناوری و اقتصاد ساخت‌وساز ارائه کرده است. با استفاده از دال‌های تخت و سبک کوبیاکس به جای دال‌های بتنی توپر یا دیگر



دال‌های سبک موجود می‌توانید ارزش بالایی به ساختمان خود و فرایند ساخت‌وساز دهید. در فناوری کوبیاکس، بار مرده غیرسازه‌ای حذف و خاصیت مقاومت دوماحوره حفظ می‌گردد. همچنین با شکل‌گیری غشایی بتنی مستحکم در قسمت فوقانی و تحتانی دال به‌همراه شکل‌گیری شبکه تیرچه‌های داخلی در دو امتداد در اثر قراردگی گوی‌های توخالی در سراسر فضای میانی دال بتنی می‌توان باربری بسیار مناسبی را برای دال متصور شد. اساس طراحی تکنولوژی Cobiax مبنی است بر سقف سازه‌ای با ویژگی «سقف دال دوطرفه» مشابه سقف‌های بتنی دال دوطرفه مرسوم با این تفاوت که هسته بتن مرکزی در محل‌هایی که کاربرد سازه‌ای ندارد با گوی‌های توخالی جایگزین می‌گردد. (جنس این گوی‌ها پلی‌اتیلن بازیافت یا پلی پروپیلن می‌باشد) بدین‌صورت که این گوی‌ها در حفاصل مش‌های میلگردی بالا و پایین قرار می‌گیرند. با توجه به اینکه در دال‌های بتنی دوطرفه مشکل تحمل نیروی برشی وجود ندارد، طراحی این نوع سقف بر مبنای حذف قسمتی از بتن میانی و ایفای عملکرد دال دوطرفه می‌باشد. در فناوری Cobiax با حذف بار مرده غیرسازه‌ای خاصیت باربری دوماحوره همچنان حفظ می‌گردد. همچنین با شکل‌گیری غشای بتنی مستحکم در قسمت فوقانی و تحتانی دال به‌همراه شکل‌گیری شبکه تیرچه‌های داخلی در دو امتداد در اثر قراردگی گوی‌ها در سرتاسر فضای میانی دال بتنی می‌توان باربری مناسبی را برای این دال متصور شد. در حفاصل مش‌های میلگردی بالا و پایین به‌جای بتن غیرسازه‌ای گوی‌های پلاستیکی توخالی از جنس پلی‌اتیلن بازیافت شده قرار می‌گیرند. نتیجه این امر دالی است که حدوداً ۳۵٪ وزن کم‌تری نسبت به یک دال مشابه توپر دارد. این موضوع سبب می‌گردد که صرفه‌جویی قابل‌ملاحظه‌ای در وزن تمام شده سقف و نیز مواد اولیه و مصالح کل ساختمان حاصل گردد. چنانچه فناوری کوبیاکس را از دیدگاه کلی قاب‌های سازه‌ای مد نظر قرار دهیم، بهره‌گیری از این فناوری مزایا و صرفه‌جویی‌های فراوانی را در ساخت و ساز به همراه خواهد داشت. فناوری کوبیاکس با تغییر ابعاد المان‌های سازه‌ای برآوردی جامع از اصلاحات و بهینه‌سازی را در امر ساختمان‌سازی میسر می‌سازد. با استفاده از فناوری کوبیاکس، نه تنها ارزش افزوده ساختمان بیشتر می‌شود، بلکه موجب حفظ محیط‌زیست هم خواهد شد (مجله بازار ساختمان و تأسیسات).

### ۳۶. سیستم JK

سیستم JK یک تکنولوژی جدید و انقلابی در صنعت ساختمان‌سازی است که در سال ۱۹۸۴ توسط مهندس Joseph Kiefer در کشور فرانسه متولد شد و بعدها با مطالعاتی که روی این سیستم انجام شد تکمیل و گسترش پیدا کرده و هم‌اکنون به‌عنوان یک روش ساخت‌وساز سریع و مقاوم در عرصه بین‌المللی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.

این فناوری از بافت فولادی متشکل است که با تزریق بتن سبک به درون این بافت، استحکام و یکپارچگی منحصربه‌فردی برای هر نوع سازه به‌وجود می‌آورد. همچنین اجزای تشکیل‌دهنده سیستم JK به‌طور کامل در محل پروژه تکمیل شده و طبق نقشه در محل موردنظر نصب می‌شوند. در نهایت، سازه‌ای متشکل از دیوار و دال ایجاد خواهد شد که دیوارها بارهای ثقیلی و جانبی را تحمل کرده، به همین دلیل نیازی به اسکلت فلزی و یا بتنی نخواهد بود.

آزمایشات جهانی نشان می‌دهند سازه‌های این تکنولوژی، به دلیل redundancy بالا، در مقابل زلزله، سیل، طوفان و حریق مقاوم هستند و از این جهت مورد تأیید مرکز مطالعات ساختمان و عمران فرانسه، مرکز عالی فنون ساختمان فرانسه، شرکت ملی راه‌آهن فرانسه، وزارت تجهیزات فنی تونل فرانسه و همچنین مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ایران می‌باشد. علاوه بر مزیت‌های فوق، صرفه‌جویی در مصرف بتن، عدم نیاز به نیروی انسانی متخصص و پرتعداد، کاهش نیاز به تجهیزات سنگین و پیچیده و ... باعث شده JK system از سوی مراجع معتبر جهانی چون یونسکو به‌عنوان یک تکنولوژی برتر در زمینه ساخت‌وساز سریع مورد تقدیر قرار گیرد.

اجزای تشکیل‌دهنده سیستم جی کی (JK system):

- **بیم (JK beam)** سازه‌ایست شبیه خرپا که از مفتول گالوانیزه ساخته می‌شود.
- **پانل (JK panel)** بخش اصلی این سیستم است و شامل شبکه سه بُعدی یکپارچه از جنس فولاد گالوانیزه می‌باشد.
- **بتن سبک (alleviated concrete)** شامل: مخلوطی از ماسه بادی، سیمان، پلی‌استایرن و الیاف پلی‌پروپیلن با فرمول اختصاصی است.

جدول ۲. مزایا و معایب فناوری‌های نوین ساخت

معایب	مزایا	سیستم سازه	R
<ul style="list-style-type: none"> <li>• توان اجرا برای حداکثر ۴ طبقه</li> <li>• آزادی عمل کمتر در طراحی ساختار اصلی معماری با توجه به دیوارهای سازه ای</li> <li>• قابل اجرا برای نماهای کاملاً مسطح و دو بُعدی و عدم امکان ایجاد تورفتگی‌ها و بیرون زدگی‌ها در نما</li> <li>• سنگینی مصالح اصلی (بتن و میل‌گرد) و نیاز به جرثقیل‌های بزرگ</li> <li>• عدم تغییر ابعاد قطعات</li> <li>• امکان دسترسی به مدارهای تأسیسات مکانیکی و الکتریکی</li> <li>• نیاز به کارگاه بزرگ و به‌وجود آمدن مشکلات متعدد در کارگاه‌های کوچک</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• طراحی مدولار</li> <li>• قالب‌بندی آسان بازوها در دیوار بتنی</li> <li>• نمای بتنی نمایان</li> <li>• عدم نیاز به فناوری خارجی</li> <li>• آموزش اندک نیروی انسانی</li> <li>• عدم نیاز به ابزارهای کمکی خاصی</li> <li>• کاهش نیاز به داربست‌بندی برای اجرای نما به دلیل بتن‌ریزی در سطح زمین</li> <li>• کاهش اتلاف و ضایعات مصالح و فراورده‌ها در روند ساخت</li> <li>• کاهش هزینه‌های اجرای دیوارها در این سیستم نسبت به مشابه سنتی</li> <li>• عملکرد مناسب در برابر هوازگی، محیط‌های خورنده، تابش شدید آفتاب و تکان‌های حرارتی</li> <li>• استاندارد بودن مواد و مصالح برای مسائل زیست‌محیطی</li> </ul>	Tilt-up	۱
<ul style="list-style-type: none"> <li>• مناسب فقط برای سازه برج‌ها</li> <li>• هزینه اجرایی بالا</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• قابلیت استفاده از هر نوع مواد نازک کاری در داخل ساختمان</li> </ul>	Super frame	۲



<ul style="list-style-type: none"> <li>نیازمند نیروی کار متخصص</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>اجرای سریع سازه و پوسته بیرونی ساختمان در سریعترین زمان ممکن</li> <li>کیفیت بالا و کنترل شده قطعات به دلیل تولید صنعتی در کارخانه</li> <li>اجرای همزمان نما با سازه</li> <li>سازگار با محیط زیست در قیاس با ساخت و ساز سنتی</li> <li>مقاومت بالا در برابر حریق ضریب انتقال حرارت و صوت پایین</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>در ابعاد دهانه محدودیت وجود دارد.</li> <li>تعداد طبقات قابل ساخت با این سیستم محدود است.</li> <li>به نیروی کار متخصص و خبره نیاز دارد.</li> <li>تأمین قطعات فلزی گالوانیزه تولید شده در کارخانه هزینه نسبتاً بالایی دارد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>دقت تولید قطعات به دلیل تولید در کارخانه</li> <li>سرعت بالا، دقت بالا، کیفیت بالا و کنترل کلیه استانداردها در تولید قطعات</li> <li>افزایش سرعت ساخت، کاهش حجم عملیات پی ریزی، سطح مفید تمام شده بیشتر، کاهش هزینه‌های حمل و نقل، انعطاف پذیری بیشتر فضاها، سهولت در اجرا، عدم نیاز به ماشین آلات سنگین، حذف جوشکاری و کیفیت بالای اتصالات</li> <li>کاهش وزن ساختمان و بالطبع کاهش نیروی زلزله وارد شده بر ساختمان</li> </ul>	LSF	۳
<ul style="list-style-type: none"> <li>مناسب برای دهانه‌های کم‌تر از ۹ متر</li> <li>مناسب جهت ساختمان‌های مخبراتی، آموزشی، اسکان موقت، خوابگاهی، ورزشی و ...</li> <li>مناسب برای ساختمان‌های یک تا دو طبقه</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>مطابقت با مقررات و ضوابط ملی ساختمان (مبحث نهم و ...)</li> <li>امکان تلفیق و ترکیب با سایر سیستم‌های ساخت و ساز</li> <li>حمل و نقل و جابجایی آسان و امکان اجرای سریع</li> <li>امکان تعبیه بازشوها در جداره‌ها با ابعاد مختلف</li> <li>انعطاف پذیری در طراحی و ایجاد فرم‌های متنوع</li> <li>کیفیت بالا خصوصاً در بتن ریزی</li> <li>مناسب برای اجرای انواع نما سازی</li> <li>کاهش اتلاف مصالح</li> <li>عدم نیاز به اجرای قالب بندی در اجرای بتن ریزی</li> <li>افزایش مقاوم و استحکام ساختمان، محافظت ساختمان در برابر شرایط محیطی</li> <li>کاهش وزن ساختمان</li> <li>عایق حرارتی، برودتی و صوتی</li> <li>امکان عبور و نصب تأسیسات از داخل دیوار و سقف</li> </ul>	ICF	۴
<ul style="list-style-type: none"> <li>استفاده از این سیستم در پروژه‌های کوچک از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>باربری دومیحوره و حذف تمام تیرهای اصلی</li> <li>بهینه‌سازی المان‌های عمودی مانند ستون‌ها و دیوارهای برشی (ستون‌های لاغرتر، کاهش ۴۰ درصدی حجمی و عددی ستون‌ها)</li> </ul>	cobiax	۵

<ul style="list-style-type: none"> <li>• اصل تکنولوژی سیستم سازه‌ای کوبی‌اکس مربوط به کشورهای اروپای غربی (نظیر انگلستان و آلمان) بوده و با توجه به اینکه این کشورها اصولاً لرزه‌خیز نیستند استفاده از این سیستم در کشور ما مخصوصاً در مناطق با خطر لرزه‌ای زیاد و خیلی زیاد جای سؤال داشته و در این زمینه تحقیقات لازم انجام نشده است (از این سیستم در کشورهای لرزه‌خیزی مانند ژاپن و یا غرب ایالات متحده استفاده نمی‌گردد و استاندارد مربوط به این نوع سقف در هیچ‌یک از آیین‌نامه‌های معتبر لرزه‌ای وجود ندارد).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بهینه‌سازی دال و فونداسیون (کاهش بارهای وارد بر پی، دال‌های تا ۳۰ درصد سبک‌تر)</li> <li>• بهینه‌سازی المان‌های سخت‌کننده (کاهش بارهای افقی)</li> <li>• کاهش ارتفاع کلی سازه (بهینه‌سازی ارتفاع سقف)</li> <li>• کنترل خیز بهتر و مقاومت بهتر در برابر نیروهای زلزله (کاهش اثر آسیب‌های لرزه‌ای، کاهش ارتفاع و سبک‌شدن سازه)</li> <li>• انعطاف‌پذیری در پلان معماری (کاهش عددی ستون‌ها)</li> <li>• قابلیت پذیرش کاربری‌های گوناگون و سهولت تغییر کاربری افقی و عمودی</li> <li>• امکان اجرای کنسول تا ۷ متر و ایجاد بازشو در هر شکل و اندازه در سقف</li> <li>• افزایش فضای مفید (اجرای دهانه تا ۱۸ متر بدون اجرای ستون) (گاهی تا ۲۲ متر)</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• نیاز به حجم زیادی از بتن سبک</li> <li>• اجرا حداکثر سه طبقه</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• سرعت اجرا و سهولت در حمل‌ونقل</li> <li>• عدم نیاز به مصالح سنتی چون تیر آهن - سفال - آجر - شن و ...</li> <li>• عدم نیاز به عایق کاری در صورت استفاده از بتن سبک ترکیبی به همراه پلی‌استایرن</li> <li>• صرفه اقتصادی بالا و کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری در نتیجه پایین آمدن زمان اجرا</li> <li>• سهولت در تعبیه لوله و سیم کشی داخل سازه</li> <li>• عدم نیاز به اسکلت‌بندی و چارچوب و یکپارچه‌بودن بدنه سازه</li> <li>• عدم نیاز به نیروی انسانی متخصص و قابلیت اجرا در طرح‌های معماری متنوع</li> <li>• کاهش استفاده از تجهیزات پیچیده و ماشین‌آلات سنگین</li> <li>• استفاده از بتن سبک با فرمول اختصاصی و صرفه‌جویی در مصالح به کار رفته در بتن</li> <li>• مقاومت بالای مکانیکی، ضد زلزله و مقاوم در برابر سیل، طوفان، رطوبت و تهدیدات شیمیایی</li> <li>• سه برابر سبک‌تر از سازه‌های متداول</li> <li>• عایق صوت (۲ برابر بیشتر از مصالح سنتی) و عایق حرارت (۷ برابر بیشتر از مصالح سنتی)</li> <li>• کیفیت و دوام بالای سازه و عمر طولانی سازه‌ها (حداقل برابر با سازه‌های بتن آرمه)</li> </ul>	JK	۶

در جدول زیر نمونه ساختمان‌های ساخته شده با ۶ مورد فناوری نوین ساخت در این پژوهش مشخص شده است:

جدول ۳. مشخصات نمونه‌های موردی ساختمان‌ها با روش‌های نوین ساخت

R	نام نمونه ساختمان	مکان	معمار	سال ساخت	سیستم سازه	تصویر
۱	Broadview Public School مدرسه عمومی براد ویو	اوتاوا - اونتاریو	Edward J. Cuhaci and Associates Architects Inc.	۲۰۱۶	Tilt-up	
۲	برج WTC تجاری - اداری - خدماتی	تبریز	گروه مهندسی پردیسان	۲۰۱۷	Super frame	
۳	Department of Health - Townhill Office Park مرکز بهداشت و سلامتی	آفریقای جنوبی	Sms Design Architects	۲۰۱۹	LSF	
۴	The Ricchi condominiums آپارتمان مسکونی	سن آنتونیو	Ricchi Group	۲۰۰۸	ICF	

	cobix	۲۰۱۹	Dimitar Sharenkov	بورگاس بلغارستان	Flora Panorama آپارتمان مسکونی	۵
	JK	۲۰۱۴	Kisho Kurokawa	پاریس	La Défense ساختمان تجاری - اداری لادفنس	۶

جدول ۴. ویژگی‌های معماری و سازه‌ای نمونه‌های موردی ساختمان‌ها با روش‌های نوین ساخت و تأثیر آن‌ها در پیشبرد معماری پایدار

سیس تم سازه	نمونه موردی	ویژگی‌های معماری و سازه‌ای	تأثیرات بر معماری پایدار بر اساس الگوهای آن	R
۱	Broadview Public School مدرسه عمومی براد ویو	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ساخت سریع در کمتر از یک‌سال</li> <li>• استفاده از نور طبیعی حداکثری در فضاهایی مانند کتابخانه</li> <li>• سازه و نمای بیرونی مخلوطی از روکش آجری قرمز، فرم‌های رنگارنگ معماری، و پوشش بتونی</li> </ul>	دارای طرح اقلیمی و استفاده از انرژی‌های طبیعی	
۲	برج WTC تجاری - اداری - خدماتی	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بلندترین برج تجاری-خدماتی-گردشگری کشور با ارتفاع ۱۵۲ متر</li> <li>• اولین برج مرتفع مجهز به میراگرهای ویسکوز جاذب انرژی زلزله در ایران</li> <li>• اولین ساختمان اجرا شده با بتن با مقاومت ۷۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و میلگرد فوق مقاوم با تنش تسلیم ۷,۰۰۰ kg/cm<sup>۲</sup> در ایران</li> <li>• اولین ساختمان اجرا شده با نمای پانل‌های سرامیکی ویژه آجدار، ساخته شده با ستون‌های پیش‌ساخته با فناوری R-PC و</li> </ul>	ساختمان دارای انعطاف‌پذیری بالا در استفاده از تنوع فضاها و حفظ هویت فرهنگی و بومی منطقه است.	

	ساخته شده با اتصالات تزریقی میلگرد از نوع NMB در ایران			
۳	LSF Department of Health - Townhill Office Park مرکز بهداشت و سلامتی	<ul style="list-style-type: none"> <li>• دارای اسکلت فلزی در تمام بخش‌ها بر اساس سیستم LSF</li> <li>• پوشش دیوارها با صفحات فلزی، ضدبخار و تخته است.</li> <li>• استفاده از مصالح سبک و قابل بازیافت از جنس فلز، تایل‌های گچی و سیمانی، فلزی و ... در قسمت‌های مختلف ساختمان</li> <li>• ساختمان دارای ۲ بلوک موازی کناری و یک بلوک بعنوان هسته مرکزی است.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• هزینه اقتصادی در استفاده از مواد و مصالح</li> <li>• استفاده از مصالحی مانند فلز و چوب با کم‌ترین آسیب به محیط‌زیست</li> </ul>	
۴	ICF The Ricchi condominiums آپارتمان مسکونی	<ul style="list-style-type: none"> <li>• دارای ۸۷ آپارتمان مجلل در ۵ طبقه</li> <li>• دارای استخر تفریحی در مرکز بلوک‌ها</li> <li>• احداث در نزدیکی روستای ریچی در دل طبیعت بکر منطقه ریچی سن آنتونیو</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• دارای طرح اقلیمی و هماهنگی با محیط زیست</li> <li>• استفاده از مصالحی مانند فلز و چوب با کم‌ترین آسیب به محیط‌زیست</li> </ul>	
۵	cobiax Flora Panorama آپارتمان مسکونی	<ul style="list-style-type: none"> <li>• هماهنگی کامل با شهر و طبیعت</li> <li>• استفاده از جدیدترین مصالح در ساخت‌وساز</li> <li>• دارای ۱۸ طبقه شبیه موج‌های دریا</li> <li>• معماری سبز عمود در طبقات با آبیاری هوشمند</li> <li>• دارای ایستگاه‌های شارژ وسایل نقلیه برقی</li> <li>• تأمین انرژی الکتریکی توسط پنل‌های خورشیدی نصب شده در سقف تراس</li> <li>• راندمان ساختمان برای مصالح ساختمانی با صرفه در مصرف انرژی است. (آجرهایی با خاصیت عایق حرارتی پیشرفته، سیستم عایق‌بندی کلی مؤثر، پروفیل‌های صرفه جویی در مصرف انرژی و پنجره‌های دوجداره)</li> <li>• تمایل به حفاظت از هوا، آب و زمین با انتخاب مواد سازگار با محیط‌زیست و روش‌های ساخت‌وساز</li> <li>• استفاده حداکثری از نور آفتاب برای ارتباط با طبیعت و محیط بیرون با در نظر گرفتن تراس و نورگیر</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• دارای طرح اقلیمی و هماهنگی با محیط زیست</li> <li>• استفاده از عناصر طبیعی در طبقات مانند گیاه و درختچه در جهت پاک‌سازی هوا</li> <li>• ساختمان دارای حداقل ابزار با حداکثر کارایی در بحث صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌باشد.</li> <li>• مواد و مصالح ساختمان و عملکرد آن باعث تأمین بخشی از انرژی خودش می‌باشد.</li> <li>• ساختمان دارای مصرف انرژی کم، انعطاف‌پذیری بالا و راندمان بیشتر در استفاده از منابع می‌باشد.</li> <li>• ساختمان کیفیت محیط زیست را ارتقا داده و محیط‌زیست طبیعی را گسترش می‌دهد.</li> </ul>	
۶	JK La Défense	<ul style="list-style-type: none"> <li>• بتن با کارایی بالا و نما با روکش فلزی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ساختمان هویت فرهنگی و قومی را حفظ کند.</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• هزینه ساخت ساختمان اقتصادی بوده و ساخت‌وساز با استفاده از فناوری‌های جایگزین کارآمد می‌باشد.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• علاوه بر ساختمان اداری عمل‌کننده دروازه شهری</li> <li>• استاده از فرهنگ ژاپنی با کاربرد سنگ‌های پیش‌ساخته</li> <li>• هم‌زیستی فرهنگ سنتی با فناوری پیشرفته</li> </ul>	<b>ساختمان تجاری</b> <b>-اداری لادفنس</b>	
--	--	--	--

### نتیجه‌گیری

بررسی جداول فوق نشان می‌دهد که فناوری‌های نوین ساخت دارای مزایا و معایبی هستند. مزایای آن‌ها به نسبت بیشتر و بهتر از کاستی آن‌هاست و نمونه ساختمان‌های ساخته شده با فناوری‌های نوین ساخت در کارایی‌شان حداقل یکی از موارد معماری پایدار را دارا می‌باشد و به بیان بهتر شیوه‌های نوین ساخت می‌تواند راه‌کاری در جهت پایدارسازی معماری باشد. بنابراین بعد از مطالعه شش روش نوین ساخت اصول و راهبردهای زیر برای اثرگذاری در راستای ایجاد معماری پایدار به دست می‌آید:

۱. طراحی مطابق با اقلیم منطقه و استفاده حداکثری از انرژی‌های طبیعی؛
۲. حفظ اصالت بومی و هماهنگی با محیط‌زیست در طراحی ساختمان؛
۳. استفاده از مصالح قابل بازیافت و بازساز در اجرای ساختمان مانند فلز، چوب، تایل‌های گچی و سیمانی و...؛
۴. استفاده از عناصر طبیعی در طبقات مانند گیاه و درختچه در جهت پاکسازی هوا؛
۵. استفاده از ابزارهایی در جهت کاهش مصرف انرژی؛
۶. گسترش فضاهای طبیعی در محیط اطراف ساختمان و طبقات آن.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
 پرتال جامع علوم انسانی



## فهرست منابع و مآخذ:

## کتاب‌ها

- پیدایش، منصور. (۱۳۹۲). فناوری ساختمان‌های بتنی ۴/۴۹۲. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- گلابچی، محمود. (۱۳۹۳). سیستم‌های نوین ساختمانی، تهران: دانشگاه تهران.
- گلابچی، محمود؛ مظاهریان، ح. (۱۳۸۹). فناوری‌های نوین ساختمانی، چ دوم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- محمودی، محمد مهدی. (۱۳۸۹). توسعه مسکن همساز با توسعه پایدار. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

## مقالات

- زندیه، مهدی؛ پروردی‌نژاد، سمیرا. (۱۳۸۹). «توسعه پایدار و مفاهیم آن در معماری مسکونی ایران». مسکن و محیط روستا، دوره ۲۹، ش ۱۳۰، ۱-۲۲.
- صبا، ح، قلی‌زاده، ف. (۱۳۹۱). «نگاهی به وضعیت و لزوم صنعتی‌سازی ساختمان در ایران و بیان چالش‌های آن». دومین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت ساخت.
- قیاسوند، جواد. (۱۳۸۵). «تعامل معماری و انرژی‌های نو». راه و ساختمان، ۳۸.
- گنجه‌ای، حمید. (۱۳۹۷). جزوه روش‌های ساخت، فناوری‌های نوین اجرای ساختمان و جزئیات اجرایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد استان هرمزگان، بندرعباس.
- محمدکاری، ب؛ خلیلی جهرمی، ک. (۱۳۸۷). «بررسی و ارزیابی چند سیستم مطرح در پروژه‌های انبوه‌سازی ساختمان‌های مسکونی، سیستم قالب‌های عایق ماندگار». مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، گزارش تحقیقاتی، نشریه شماره گ-۴۹۳، تهران، ایران.
- معماری پایدار. (۱۳۸۵). نشریه راه و ساختمان، شماره ۳۸.
- نشریه تخصصی پیام ساختمان و تأسیسات. (۱۳۸۹). نشر هنر سرزمین سبز، شماره ۵۷.
- همتی، سیف‌ا...؛ ناظر، الهام. (۱۳۹۱). «بررسی سیستم I.C.F و نقش آن در صنعتی‌سازی ساختمان». اولین کنفرانس ملی مصالح و سازه‌های نوین در مهندسی عمران.

## منابع لاتین

- Akadiri .Peter O, Chinyio . Ezekiel A and Olomolaiye .Paul O. (۲۰۱۲). Design of A Sustainable Building: A Conceptual Framework for Implementing Sustainability in the Building Sector.

## سایت‌ها

<http://www.icfinfo.org.uk>