

## تأملی بر قرابت و تناسب روش‌های آموزش سازه با ماهیت طراحی معماری (به‌منظور کشف ضعف‌ها و ارائه راهکارهایی برای حذف آنها)<sup>۱</sup>

جواد گودینی<sup>۲</sup>: استادیار گروه معماری، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

J.goudini1980@yahoo.com

نرگس قیطاسی: دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

arges.payam.gh.az@gmail.com

### چکیده:

این نوشتار مؤید آن بوده که سازه بخش جدایی‌ناپذیر وجوه مختلف معماری است و موجودیت طرح‌های معماری وابسته به سازه است. جدایی سازه از طراحی که ریشه در انقلاب صنعتی دارد در بخش آموزش هم تداوم یافته است. این جدایی، در آموزش‌های رشته معماری به نارسایی‌های متعددی منجر شده است. لذا نوشتار پیش‌رو در صدد بوده تا از طریق بررسی میزان قرابت روش‌های آموزش سازه با ماهیت طراحی، از یک سو به کشف ضعف‌ها و قابلیت‌های هر روش نائل آید و از سوی دیگر به ارائه راهکارهایی برای نزدیک ساختن این دو مقوله اقدام نماید. این تحقیق نظری، ماهیتی توصیفی-تحلیلی داشته و از نظریه‌های کدگذاری دوگانه و الگوی پردازش اطلاعات برای توصیف ماهیت انتقال مطالب استفاده نموده است. در بخش ارائه پیشنهادها هم به تجربیات آموزشی نگارنده اول، در چند دانشگاه مختلف متوسل شده است. یافته‌ها مؤید آن بوده که روش نظری (بالاخص در استفاده از منابع گروه‌های عمران و...)، به علت انتزاعی، کلام‌محور، تحلیلی و مجزای بودن مطالب، تأکید بر فرمول‌ها و مسائل رام، تأکید بر کمیت‌ها، عدم تأکید بر ساخت و...، با ماهیت‌های سازنده، کل‌نگر، واقعی، سه‌بعدی، غیرکلامی،... و اکتشافی طراحی سنخیت بسیار کمی دارد. برعکس، آموزش براساس مدل‌های فیزیکی و سازه‌های واقعی (بالاخص در صورت همراه شدن با طراحی) با ماهیت طراحی سنخیت بیشتری دارد. یافته‌ها مؤید آن بوده که برای نزدیک ساختن آموزش سازه با ماهیت طراحی می‌بایست در قالب سه گام از دانش معنایی توأم با روش نظری به سمت دانش‌های رویدادی و رویه‌های دیگر روش‌ها متمایل شد.

کلیدواژه‌ها: طراحی معماری، آموزش سازه، دانش معنایی، دانش رویدادی، دانش رویه‌ای

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

<sup>۱</sup> این مقاله بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد خانم نرگس قیطاسی با عنوان «بازطراحی مجموعه کارگاه‌های گروه معماری دانشگاه رازی با هدف متناسب‌سازی آن با الگوهای کارآمد آموزش دروس فنی ساختمانی و سازه‌ای» بوده که در دانشگاه رازی زیر نظر نگارنده اول در حال انجام است.  
<sup>۲</sup> نویسنده مسئول

## ۱-۱- بیان مسأله

انگیزه معماری، رسیدن به فضا برای فعالیت‌های مختلف انسانی است که از طریق ایجاد فرم‌های مادی محقق می‌شود. فرم، به‌مثابه نحوه توزیع ذرات مادی در راستای سه‌بعد، مهمترین عامل در تمایز فضاهای انسان‌ساخت است. از آنجاکه هر فضایی دارای عملکرد خاصی است و از آنجاکه هر عملکردی وابسته به فرمی خاص است. پس پیش‌نیاز موجودیت فضا و عملکرد آن، حفظ فرم است. باینحال نیروهای طبیعی برخلاف اغراض انسان عمل نموده، ایستایی و پایداری چنین فرم‌هایی را به خطر می‌اندازند. پس، توزیع نیروهای اعمال شده به فرم مادی در جهات مناسب، علت وجودی و جوهره سازه است. به‌عبارت‌دیگر، سازه ابزار اصلی ایجاد فرم‌های مادی و محافظت از آن است (انگل، ۱۳۷۷: ۷، ۲: 1997: Macdonald). میلانیس (۱۳۹۰: ۱۷) نیز معتقد است که متداول‌ترین پاسخ به عملکرد سازه، تحمل بار است. ویلسون (۱۳۷۸: ۸)، سازه را مجموعه قوانینی معرفی می‌کند که معمار برای ایجاد تعادل در یک بنا ایجاد می‌کند. سازه در این نقش، قائل به وجه دوام به‌مثابه یکی از سه‌گانه‌های ویتروویوس است که در تعریف معماری ارائه شده است (Vitruvius, 1914: 31). این نقش در سه‌گانه‌های آلبرتی ذیل وجه ثبات، دوام یا فناپذیری قرار می‌گیرد (Alberiti, 1755: 29) و در اندیشه‌های واتن به وجه استحکام اشاره دارد (Wotton, 1624: 29). گفتنی است این نقش مطرح شده برای سازه، در مقولات شش‌گانه کاپون هم‌باینکه در ذیل یکی از مقولات فرعی (یعنی ساخت) قرار گرفته اما همچنان در تعریف معماری حاضر است (کاپون، ۱۳۸۸، ج ۱: ۲۶۷-۲۸۰). علاوه‌براین، سازه از یک منظر دیگر هم ذیل معماری قرار می‌گیرد و آن اینکه سازه می‌تواند به‌مثابه معماری ظاهر شود.

در این نقش، سازه بر دیگر وجوه معماری من جمله زیبایی (پیمون‌بندی، بافت، عمق‌دادن، مقیاس و...) و عملکرد (بیشینه‌کردن انعطاف عملکردی، انقطاع عملکردی و...) تأکید دارد (Charleson, 2005). براساس این مطالب می‌توان گفت که سازه یکی از بخش‌های جدایی‌ناپذیر معماری است که با وجوه مختلف معماری اعم از دوام، عملکرد و زیبایی پیوند یافته است. به شیوه دیگری هم می‌توان ادعا نمود که سازه، به وجوه فضایی و مکانیکی معماری عینیت می‌دهد (احمدنژاد کریمی، محمودی کامل‌آباد و عظیمی، ۱۳۹۷). به لحاظ تاریخی هم، سازه تا شروع انقلاب صنعتی در سطره کامل معماری قرار داشته است. درحقیقت، از این دوره به بعد است که زمینه‌های جدایی سازه از معماری رگم می‌خورد (اسلامی و هدهی، ۱۳۹۰: ۷). این جدایی در بسیاری از بخش‌ها من جمله در حوزه‌های فعالیتی، دانش‌های تخصصی و... رخ داده است. آموزش معماری نیز از این جدایی بی‌نصیب نبوده است؛ به‌نحوی که این امر بر پیچیدگی‌های آموزش سازه در معماری افزوده است (تقی‌زاده، ۱۳۹۴). درحقیقت، این جدایی سبب می‌شود که دانشجو نتواند بین دروس نظری و کار طراحی ارتباط معناداری برقرار سازد (شورایعالی برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۷۷: ۵). از مطالب بالا برمی‌آید که سازه بخش جدایی‌ناپذیر وجوه مختلف معماری است و موجودیت طرح‌های معماری وابسته به سازه است. ازسوی‌دیگر، آموزش سازه به‌عنوان یکی از بخش‌های آموزش معماری، باید درنهایت در محوری‌ترین وظیفه دانش‌آموختگان این رشته یعنی طراحی به‌کار گرفته شود. گر این شرایط، می‌توان گفت که اگر سازه ماهیتی جدا از معماری نیست، پس آموزش سازه هم چیزی ورای آموزش طراحی معماری نیست. لذا از طریق بررسی میزان قرابت روش‌های آموزش سازه با ماهیت طراحی معماری می‌توان به کارآمدی آنها نائل آمد.

## ۱-۲- پیشینه تحقیق

پیشینه‌های مرتبط با تحقیق حاضر در دو طیف قابل بررسی هستند. در طیف نخست، این تحقیق با موضوع آموزش سازه در رشته معماری مرتبط است. پیشینه‌های این طیف به تشریح، چالش‌شناسی و مناسب‌سازی آموزش سازه معطوف شده‌اند. عمده پژوهش‌های این طیف، با هدف مناسب‌سازی آموزش سازه انجام شده و بر تغییر برنامه، روش یا رویکرد آموزشی تأکید نموده‌اند (جدول ۱). در طیف دوم، این تحقیق از موضوع آموزش فاصله گرفته و به ارتباط سازه با طراحی معماری معطوف می‌شود. در این حیطه، پژوهش‌های انجام‌شده به موضوعاتی اعم از همسازی سازه و معماری در فرآیند طراحی (مهدوی‌نژاد و وفائیان، ۱۳۹۰)، حدود و وجوه سازه در فرآیند طراحی (احمدنژاد کریمی و دیگران، ۱۳۹۷) و... اختصاص یافته‌اند. در هر دو طیف می‌توان به یک خلاء پژوهشی اشاره کرد و آن اینکه تحقیق‌های پیشین به مقایسه آموزش سازه با ماهیت طراحی نپرداخته‌اند. لذا، این مقاله می‌تواند یک پژوهش مکمل برای پیشینه‌های یادشده تلقی گردد.

جدول ۱: دسته‌بندی پیشینه‌های تحقیق در زمینه آموزش سازه در معماری

مصادیق	حیطه تحقیق	آموزش سازه در معماری	
وزیری (۱۳۷۰)؛ گلابچی (۱۳۸۲)؛ محمودی کامل‌آباد (۱۳۸۲)	تشریح آموزش سازه	آموزش سازه در معماری	
گلابچی، وفامهر و شاهرودی (۱۳۸۲)؛ تقی‌زاده (۱۳۹۴)؛ سلیمانی و مولانایی (۱۳۹۶)؛ انصاری، امیرخانی و اخوت، (۱۳۸۸)؛ شاهرودی، گلابچی و اربابیان، (۱۳۸۸)؛ اخوت و انصاری، (۱۳۹۱)؛ سلیمانی، (۱۳۹۲)؛ تقی‌زاده و وجدان‌زاده، (۱۳۹۶)؛ روحی‌زاده، حافظی، فرخزاد و پناهی، (۱۳۹۷)؛ ایزدپناه (۱۳۹۰)؛	چالش‌شناسی آموزش سازه		
	با تأکید بر برنامه درسی		مناسب‌سازی آموزش سازه
	با تأکید بر روش آموزشی		آموزش سازه
	با تأکید بر تغییر رویکردهای آموزشی		

مأخذ: نگارندگن

<sup>۱</sup> ویتروویوس متذکر می‌شود که ساختمان‌ها می‌بایست برخوردار از وجوه دوام (durability)، راحتی (convenience) و زیبایی (beauty) باشند (ibid).

<sup>۲</sup> آلبرتی در تعریف معماری به سه‌گانه‌های راحتی و سرحال بودن بانضمام ثبات، دوام و فناپذیری درکنار سودمندی و زیبایی اشاره می‌کند (ibid).

<sup>۳</sup> واتن در تعریف معماری به مقولاتی مشابه ذیل عناوین سودمندی، استحکام و شادمانی اشاره می‌کند (ibid).

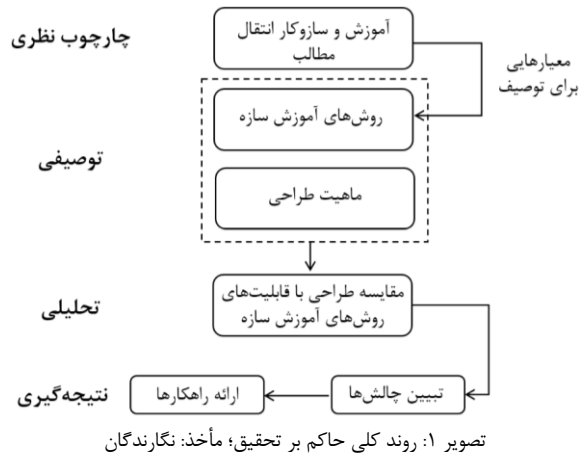
<sup>۴</sup> کاپون با مقایسه مقولات مختلف اندیشه غرب، معماری را به شکل، عملکرد، معنا (مقولات اصلی)، ساخت، بافت و روح (مقولات فرعی) تقلیل می‌دهد (همان).

<sup>۵</sup> جدایی آموزش سازه از دروس طراحی و یا آموزش این دروس توسط اساتید عمران نمونه‌ای از این جدایی‌هاست.

<sup>۶</sup> برنامه درسی معماری، از طراحی به‌عنوان وظیفه محوری دانش‌آموختگان مقطع کارشناسی یاد کرده است (شورایعالی برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۷۷: ۸ و ۱۳۹۲ الف: ۳). این مطلب با ارجاع به تعدد واحدهای طراحی در برنامه درسی هم قابل بررسی است. اساساً اولویت طراحی در رشته معماری یکی از پیش‌فرض‌های مدارس معماری جهان است (Asquith et al., ۲۰۰۶: ۲۳۷-۲۳۸).

### ۱-۳-روش تحقیق

این تحقیق، نظری بوده و ماهیتی تو صیفی-تحلیلی دارد. لذا در بخش چارچوب نظری تحقیق، ضمن تبیین الگوی پردازش اطلاعات و نظریه کدگذاری دوگانه، معیارهایی برای توصیف ابعاد مختلف آموزش سازه معرفی می‌شود. در مرحله بعد به توصیف ویژگی‌های طراحی و قابلیت‌های هر یک از روش‌های آموزش سازه اقدام خواهد شد. در ادامه و در بخش تحلیلی به مقایسه روش‌های یادشده با ماهیت طراحی پرداخته می‌شود تا معین گردد که این روش‌ها تا چه حدی با ویژگی‌های طراحی قرابت دارند (تصویر ۱).



### ۲-چارچوب نظری

آموزش ادر فرهنگ لغات مریام وبستر، کمبریج و آکسفورد، به دانش منتقل شده و فرآیند (رسمی و غیر رسمی) انتقال آن اشاره دارد. این واژه با کلمات لاتین educate، educere و educe مرتبط بوده و غایت آن می‌بایست به ظهوریافتن و تجلی استعدادهای درونی فرد منجر شود. معانی فوق در تعاریف نظریه‌پردازان آموزشی هم قابل مشاهده است. برای مثال، معیارهای سه‌گانه پیترز برای فعالیت‌های آموزشی نمایان‌گر همین معانی است: دانش ارزنده‌ای منتقل گردد. این مطالب می‌بایست در روشی مناسب منتقل گردد و نیز اینکه مطالب ارائه شده می‌بایست با چشم‌اندازهای شناختی مرتبط باشد (Peters, 1966: 25-45). از مطالب بالا برمی‌آید که انتقال مطالب ساده‌ترین ویژگی آموزش است. اما، انتقال مطالب خود یک فرآیند شناختی است و بر اساس الگوی پردازش اطلاعات و نظریه کدگذاری دوگانه تبیین می‌شود. فرآیند پردازش اطلاعات، شامل کدگذاری (بازنمایی) اطلاعات، ذخیره سازی و بازیابی آنهاست. این پردازش با دریافت و ثبت اطلاعات توسط گیرنده‌های حسی دیداری، شنیداری، چشایی، بویایی و لامسه آغاز می‌شود. سپس اطلاعات بازنمایی شده به ترتیب در حافظه‌های کوتاه‌مدت (حافظه کاری) و بلندمدت ذخیره می‌شود (کدیور، ۱۳۹۵: ۱۳۸-۱۴۰). نظریه کدگذاری دوگانه معتقد است که ورود، کدگذاری، ذخیره و بازیابی اطلاعات از طریق دو مجرای مجزا و پیوسته حاصل می‌شود (تصویر ۲).

مجرای نخست شنیداری بوده و در پردازش اطلاعات روایی تخصص دارد. مجرای دیگر، دیداری است و به پردازش اطلاعات تصویری مرتبط با اشکال، رفتارها، اصوات محیطی، احساسات و... می‌پردازد. این مجاری دوگانه از واحدهای بازنمایی متمایزی تشکیل شده‌اند. بازنمایی‌ها به داده‌ها و گیرنده‌های حسی متصل بوده و به محرک‌های بیرونی پاسخ می‌دهند. این بازنمایی‌ها به دو شکل ارجاعی و تداعی به یکدیگر مرتبط‌اند. پس می‌توانند اطلاعات را به صورت مجزا یا مرتبط با یکدیگر پردازش کنند. ارجاع، به ارتباط شنیداری و دیداری اطلاعات اشاره دارد؛ اما تداعی به ارتباط انحصاری اطلاعات شنیداری یا دیداری گفته می‌شود. در فرآیند شناخت، بازنمایی‌ها می‌توانند از طریق فرآیندهای ارجاعی یا تداعی بهتر درک گردند. برای مثال واژه "آهن" می‌تواند از طریق تداعی واژه‌های "مس"، "روی" و... یا با ارجاع به تصویر "پنجره آهنی" درک گردد. بازنمایی‌ها یا کدهای کلامی به صورت اختیاری بوده و ارتباطی با وقایع بیرونی ندارند؛ برخلاف این، بازنمایی‌های دیداری دارای کیفیت‌های ادراکی و بصری مشابه با وقایع بیرونی هستند. بر اساس این نظریه، کدگذاری دوگانه اطلاعات به درک و بازیابی مطالب کمک می‌کند. جدا از مکانسیم تعاملی این بازنمایی‌ها و چگونگی فعال‌سازی همدیگر، عینیت مطالب آموزشی، قابلیت‌های ذاتی افراد در پردازش‌های کلامی و غیر کلامی، آموخته‌ها و تجربه‌های قبلی آنها نیز بر الگوی پردازش اطلاعات مؤثرند (Clark & Paivio, 1991: 151; Sadoski & Paivio, 2004).

اثر عینیت لاطالب به‌ویژه کلمات به‌عنوان یک ویژگی مثبت در پردازش اطلاعات، به میزان ارجاع آنها به ویژگی‌های محسوس گفته می‌شود. این اثر علاوه بر واژگان، در مورد عبارات، جملات و پاراگراف‌ها نیز صادق است (Parker & Dagnall, 2009; Noppeney & Price, 2004). یافته‌های علم اعصاب شناختی نیز بر قابلیت‌های متمایز دو نیمکره مغز تأکید دارد (Sperry, Gazzaniga & Bogen, 1969; Gazzaniga, 2005). برای مثال، تمایل به یادگیری حقایق و واقعیت‌ها، تمایل به حل مسائل خوش‌ساختار، جزئی‌نگری، تفکر همگرا، پرداختن به امور به شکل سلسله‌مراتبی و... از توانمندی‌های نیمکره چپ است. برعکس، علاقه به نوآوری و آموزش از طریق تصاویر، درک روابط فضایی و غیر کلامی، درک استعاره‌ها، تفکر واگرا، نوآوری، کلی‌نگری و... از توانمندی‌های نیمکره راست است (Rosihan & Liew, 2007: 128). دیگر موضوع مؤثر بر فرآیند آموزش، دانش‌ها و تجربه‌های قبلی است که در سه شکل معنایی، رویدادی و رویه‌ای در حافظه بلندمدت ذخیره می‌شوند. نظر به ارتباط دوسویه حافظه کوتاه‌مدت و بلندمدت، در جریان پردازش اطلاعات به‌منظور پاسخ‌دادن به یک

Education

۲ شناخت (Cognition) به فعالیت یا فرآیند ذهنی کسب دانش از طریق اندیشه، تجربه و حواس گفته می‌شود.

Information Processing Model

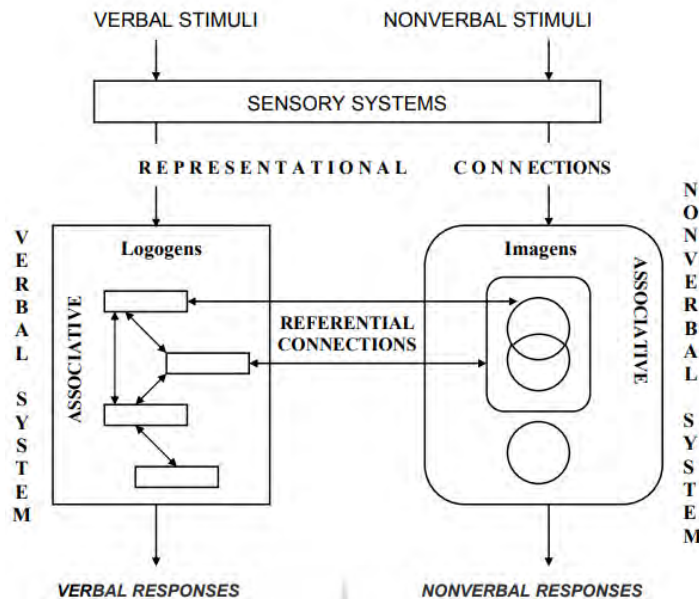
Dual Coding Theory

Referential

Associative

Concreteness

محرك بیرونی، دانش‌های ذخیره شده می‌توانند به حافظه کوتاه‌مدت انتقال یابند (کدیور، ۱۳۹۵: ۱۵۳). جمع‌بندی این موارد نشان می‌دهد که در بررسی روش‌های آموزش سازه می‌بایست به نحوه درگیر شدن ثبت‌کننده‌های حسی، بازنمایی‌های و ارتباطات آنها، درگیر شدن محتوای حافظه بلندمدت و نیمکره‌های ذهن توجه نمود (جدول ۲).



تصویر ۲: ارتباط چندسویه مجاری دوگانه شنیداری و دیداری، مأخذ: (Clark & Paivio, 1991: 152)

جدول ۲: عوامل مؤثر بر سازوکار انتقال مطالب آموزشی،

عوامل مؤثر در پردازش اطلاعات	نحوه تأثیر	گونه‌ها
ماهیت و شکل مطالب ارائه شده	درگیر نمودن ثبت‌کننده‌های حسی	دیداری، شنیداری، چشایی، بویایی و لامسه
	ایجاد بازنمایی‌ها	دیداری و شنیداری
ماهیت مطالب و تجارب آموخته شده	ایجاد ارتباط میان بازنمایی‌ها	ارجاعی و تداعی
	درگیر نمودن حافظه‌های بلندمدت	معنایی، رویدادی، رویه‌ای
توانمندی‌های ذهنی شخص	درگیر نمودن نیمکره‌های ذهنی	نیمکره‌های راست و چپ

مأخذ: جمع‌بندی نگارندگان از چارچوب تحقیق

### ۳- قابلیت‌های روش‌های مختلف آموزش سازه

۳-۱- آموزش نظری: ساده بودن، معلم‌محوری، استفاده از امتحان کتبی برای ارزیابی و... از ویژگی‌های این روش است (انصاری و دیگران، ۱۳۸۸: ۶۲). مضاف بر اینکه، مطالب آموزشی از طریق استاد، هم‌کلاسی‌ها، منابع نوشتاری و گاه از طریق گوش دادن یا مشاهده فایل‌های ضبط شده به دانشجو منتقل می‌شود. در این فرآیندها، ثبت اطلاعات از طریق گیرنده‌های چشایی و بویایی صورت نمی‌گیرد. گیرنده‌های حس لامسه هم فقط با ابزار نوشتاری درگیر می‌شوند. لذا عمده اطلاعات ثبت شده بر مبنای گیرنده‌های شنیداری و دیداری حاصل می‌گردد. از آنجا که عمده مطالب این روش از کتاب انتخاب و به دانشجویان منتقل می‌شود، پس برای بررسی نوع اطلاعات ثبت شده و بازنمایی‌های آنها می‌بایست به محتوای کتاب‌ها مراجعه نمود. منابع مورد استفاده در این روش را می‌توان به دو دسته تقسیم نمود. دسته اول شامل کتاب‌ها، حل تمرین‌ها<sup>۱</sup> یا جزواتی است که تا حدود زیادی میان رشته‌های مختلف مهندسی اعم از مکانیک، عمران و... مشترک‌اند. این کتاب‌ها که عمدتاً برای دروس ایستایی و مقاومت مصالح مورد استفاده قرار می‌گیرد، از یک سو به علت فقدان کتاب‌های تخصصی معماری (در گذشته) و از سوی دیگر به علت مشترک بودن برخی از واحدهای فنی در رشته‌های مهندسی و تدریس این واحدها توسط اساتید دیگر رشته‌ها به این نوع آموزش وارد شده‌اند. از نمونه‌های معروف این دسته می‌توان به استاتیک (بی‌یر، جانستون، آیزنبرگ، کلاوزن و استاب، ۱۳۸۸؛ نائی، ۱۳۹۱)، مقاومت مصالح (بی‌یر، جانستون و دولف، ۱۳۸۶؛ عادل، ۱۳۶۹؛ نائی، ۱۳۹۰) و... اشاره کرد. این کتاب‌ها همگی توسط متخصصین سازه و مکانیک نوشته شده‌اند. در سال‌های اخیر با فزونی گرفتن حجم کتاب‌های تألیفی ایران در رشته معماری، کتاب‌های دیگری نیز به این جمع اضافه شده است. طراحی سازه در معماری (خورشیدی و عباس‌پور، ۱۳۸۷) نمونه‌ای از این کتاب‌هاست. در دسته دوم می‌توان به کتاب‌هایی همچون درک رفتار سازه‌ها (مور، ۱۳۸۵)، مبانی سازه برای معماران (میلایس، ۱۳۹۰)، سیستم‌های سازه (انگل، ۱۳۷۷)، سازه به مثابه معماری (Charleson, 2005)، ساختمان‌ها چگونه عمل می‌کنند (آلن، ۱۳۹۰) و... اشاره نمود. این کتاب‌ها علاوه بر دروس فوق، منابع دروس سیستم‌های ساختمانی، سازه‌های معاصر و... هم هستند (شورایعالی برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۹۲ الف: ۵۵ و ۵۶؛ ۳۹۲ ب: ۳۳-۳۵). حجم زیاد مطالب نوشتاری (استفاده از واژه) در کنار تصاویر مکمل آنها از ویژگی‌های مشترک هر دو دسته است. اما این دو دسته با یکدیگر چند تفاوت مهم هم دارند. اولین تفاوت، تأکید منابع

<sup>۱</sup> حل تمرین‌ها، راهنماهایی هستند که مسائل حل نشده کتاب‌های استاتیک و مقاومت مصالح را برای مخاطبین کتاب اصلی توضیح و حل نموده‌اند.

دسته اول بر مسائل است. این مسائل که حجم قابل توجهی از مطالب کتاب را در برمی گیرد، پس از تشریح موضوعات نظری مختلف به صورت حل شده و حل نشده ارائه می شوند. هدف مسائل حل شده، «تقویت متن درس و نیز نشان دادن شیوه منظمی است که باید در حل دیگر مسائل به کار رود» (بی‌یر و دیگران، ۱۳۸۸: ۱۳). از همین هدف برمی آید که شیوه حل این مسائل روندی مشخص و معین دارد که برگرفته از ماهیت مسائل ارائه شده است. توضیحات مؤلفین نیز بر این امر صحه می گذارد. برای مثال، بی‌یر و دیگران (۱۳۸۶: ۲۱) اشاره می کنند: «در حل مسأله جایی برای خیال پردازی وجود ندارد. راه حل شما باید بر پایه اصول اساسی استاتیک... باشد... جایی برای ابتکار وجود ندارد».

با یافتن پاسخ باید آن را کنترل کرد... صورت مسأله باید روشن و دقیق باشد و علاوه بر ارائه تمامی داده های لازم، اطلاعات درخواستی مورد نظر را مشخص سازد». دقت نظر در شیوه حل این مسائل نشان می دهد که همه آنها به واسطه اصول یا قوانین ثابت و از طریق معادله ها یا فرمول های مشخص حل می شوند. برای مثال حل نمودن مسائل تعادل وابسته به استفاده از فرمول های شش گانه تعادل مکانی و چرخشی است. از دیگر تفاوت های منابع دوگانه فوق آن است که مسائل ارائه شده در منابع دسته اول بیشتر به موضوعات سازه ای و مکانیکی شباهت دارد تا به موضوعات خاص رشته معماری. سومین تفاوت به نوع تصاویر استفاده شده در کتابها بازمی گردد. هر چند میزان و نوع استفاده از تصاویر در کتاب های یک دسته هم با یکدیگر متفاوت است، اما مواجهه مخاطب با تصاویر واقعی در کتاب های دسته دوم بیشتر از دسته اول است؛ چراکه در کتاب های دسته اول برای حل مسائل یاد شده، به نمودارهای جسم آزاد نیاز است. این نمودارها، (برخلاف نمودارهای فضایی که طرحواره ای نسبتاً واقعی از نیروهاست)، یک طرح انتزاعی از کلیه نیروها و نقطه اثر آنهاست. یعنی، جسم و نیروها بدون در نظر گرفتن شرایط واقعی ترسیم می گردند (بی‌یر و دیگران، ۱۳۸۸: ۲۱). دیگر تفاوت منابع دوگانه فوق، نوع واژه هاست. واژه های زیر بخش مهمی از مطالب هر دو دسته است:

- **ایستایی:** پایداری، درجه نامعینی، تیر معین، ضرب خارجی، ضرب برداری، کمیت اسکالر و...
  - **مقاومت مصالح:** تنش (تنش برشی، ...، تنش تسلیم، تنش حد تناسب)، لنگر (ممان)، لنگر اول، لنگر دوم، مدول الاستیسیته، ضریب پواسون، مدول مقطع، شعاع ژیراسیون، درجه آزادی، ضریب لاغری، ضریب طول مؤثر و...
- دقت نظر در این واژه ها نشان می دهد که بسیاری از آنها نظیر ضرب برداری یا ممان، مفاهیم انتزاعی هستند که برای درک شدن به تصویرسازی ذهنی نیازمندند. در کتاب های دسته اول برای فرمول بندی و حل مسائل، این مفاهیم انتزاعی با نمادها یا علائم نوشتاری مشخص می شوند (مثلاً ممان با  $M$ ). از آنجا که این علائم معمولاً حرف اول واژه های انگلیسی است، پس به مانند یک واژه انتزاعی در ذهن متجلی می شوند. لذا، مواجهه مخاطب با واژه های انتزاعی در منابع این دسته بیشتر می شود. آخرین تفاوت میان آنها، پیوستگی علائم، فرمول ها، واژه ها و تصاویر انتزاعی با یکدیگر است. از آنجا که استاتیک به توصیف یا پیش بینی اجسام ساکن تحت تأثیر نیروها می پردازد، پس کل موضوعات استاتیکی و مقاومت مصالح به همدیگر مرتبط هستند. حال اگر مفهوم نیرو در ذهن نتواند با ارجاع به یک تصویر ذهنی و واقعی درک گردد پس می بایست از طریق تداعی دیگر واژه های مرتبط با آن درک شود. به همین ترتیب، مفاهیم لنگر (نیرو ضرب در فاصله) و یا لنگر خمشی (لنگری که باعث خم شدن یک جسم شود) نیز می بایست از طریق تداعی واژه نیرو درک شوند. لذا این واژه های انتزاعی به مرور زنجیره ای از واژه های انتزاعی را شکل می دهند. در منابع دسته اول به علت افزایش تصاویر انتزاعی، فرمول ها، واژه ها و علائم انتزاعی، زنجیره تداعی هم بیشتر خواهد شد و بالطبع مخاطب در مواجهه با آنها، گرفتار این زنجیره انتزاعی می شود. غالب بودن مطالب کلامی، انتزاعی بودن و نیز محدود شدن آموزش به جنبه های توصیفی-تحلیلی از درگیر شدن دانش های رویه ای حافظه بلندمدت می کاهد. مضاف بر اینکه تحلیل آنها به نیمکره چپ وابسته است.

**۲-۳- آموزش با محوریت مدل های فیزیکی:** استفاده از مدل های فیزیکی برای آموزش سازه به سه شکل اتفاق افتاده است: تشریح سازه بر اساس مدل های مفهومی فیزیکی، طراحی و ساخت مدل های فیزیکی، ساخت مدل از پروژه های اجرا شده. در روش نخست، استاد با شناسایی مفاهیم پایه ای که می توانند به صورت فیزیکی به نمایش درآیند، سعی می کند تا از آنها مدل تهیه کرده و در نهایت با آزمایش آنها، مفاهیم مورد نظر را قابل مشاهده و محسوس نماید. در روش دوم که بیشتر برای آموزش سیستم های ساختمانی و سازه ای به کار می رود، دانشجویان با طراحی و ساخت یک سیستم سازه ای، تصور و درک بهتری از آن پیدا می کنند. در روش سوم، از دانشجویان خواسته می شود تا به الگوبرداری از سازه های اجرا شده اقدام کنند. هدف از ساخت این مدل ها، درک رفتار سازه ها، مسیر انتقال بار در آنها، روش های اجرا، شناسایی اعضای سازه ای و... است (تقی زاده و وجدان زاده، ۱۳۹۶: ۱۰۶-۱۰۸؛ نصاری و دیگران، ۱۳۸۸: ۶۷). گفتنی است در اشکال دوم و سوم، به علت درگیر شدن دانشجویان با ساخت مدل، گیرنده های حسی لامسه و (تاحدود کمی هم) بویایی او در کنار گیرنده های شنیداری و دیداری امکان ثبت اطلاعات محیطی را پیدا می کنند. از آنجا که بازتابی های این حواس نیز از طریق مجرای دیداری وارد ذهن می شوند، پس امکان ثبت و ذخیره اطلاعات دیداری در این روشها افزایش می یابد. از سوی دیگر، ساخت این مدل ها به خصوص در روش اول و دوم به تصویرسازی مفاهیم انتزاعی کمک می کند.

پس ذهن می تواند در درک مفاهیم انتزاعی مرتبط با آنها به این تصاویر رجوع نماید. به عبارت دیگر مطالب ارائه شده ایستایی، مقاومت مصالح، سازه های معاصر، سازه های نو و یا سیستم های ساختمانی در پرتو این مدل ها از هر دو مجرای شنیداری (مطالب شفاهی ارائه شده توسط استاد) و دیداری (تصویر مدل ها) به ذهن وارد می شود. نزدیک نمودن دانشجویان به فضای واقعی از دیگر مزایای این مدل هاست؛ همچنین، مشابهت این مدل ها با ساختمان ها و سازه های واقعی، دانشجویان را با تجربه واقعی برخی از مفاهیم و عناصر سازه ای من جمله ایستایی، پایداری، وزن، سختی، نرمی، اتصال، برش، خم کردن و...؛ ستون، تیر، پی، بولت و... روبرو می کند. تجربه رفتار سازه ای که در این مدل ها اتفاق می افتد در قالب هیچ تصویر ثابتی امکان پذیر نیست. مثلاً درک نیروی برکنش باد بر یک کابل یا چادر آویخته در این مدل ها به مراتب بهتر و سریعتر از تصاویر درک می شود. از سوی دیگر مفاهیم درس مقاومت مصالح برخلاف استاتیک، وابسته به مصالح و ویژگی های رفتاری آنهاست. مثلاً مقاومت مجاز، تنش های تسلیم و... همگی تابع مصالح است و بالطبع آموزش واقعی آنها فقط براساس تجربه مصالح در این مدل سازیها امکان پذیر است. متمایل شدن آموزش به جنبه های عملی یکی دیگر از مزایای بالفطره این روش آموزشی است؛ چراکه ساخت به صورت ضمنی در مدل سازی متجلی است. اما مهمترین مزیت مدل سازی فیزیکی در فرآیند آموزش که تا حدود زیادی در روش دوم وجود دارد، آن است که این مدل ها یک ابزار کارآمد در کاوش ایده های طراحی به شمار می آیند. همزمانی ساخت مدل و طراحی در این روش امکان مشاهده فرم را در فضای واقعی فراهم می آورند. همین وضعیت سبب می شود که دانشجویان بتوانند به صورت مستقیم

<sup>۱</sup> برای مثال، کتاب مقاومت مصالح عادل به تنهایی شامل ۱۰۰۰ مسأله است.

<sup>۲</sup> مثلاً تجربه بوی چسب، رنگ و...

با مدل‌ها تعامل برقرار نموده و بازخوردهایی آنی دریافت نماید. پس دانشجو می‌تواند از آنها برای تولید و اصلاح ایده‌های طراحی کمک بگیرد. مضاف‌براینکه، تعدد گونه‌های مدل‌سازی که هم می‌تواند با مراحل طراحی همراستا شود و هم می‌تواند بر جوانب کلی و جزئی طراحی تأکید نماید (Mills, 2011: 1-2)، این فرصت را فراهم می‌آورد که دانشجو بتواند بر کلیات و جزئیات طرح احاطه یابد. پس، دانشجو در این فرآیند آموزشی، با دانش رویه‌ای، رویدادی و معنایی ارتباط برقرار می‌سازد. مضاف‌براینکه داخل شدن جنبه‌های رویدادی خود نشانگر درگیر شدن نیمکره راست ذهن در این فرآیند است.

**۳-۳- آموزش بر پایه فضاهای چندرسانه‌ای:** در این روش، سعی می‌شود تا با کمک گرفتن از رایانه و با بهره‌گیری از قابلیت‌های گرافیکی، درک مفاهیم سازه را بهبود بخشید. دانشجویان در این روش به صورت مجازی با روش‌ها و سیستم‌های سازه‌ای ارتباط برقرار می‌کنند. آموزش با استفاده از فضای چندرسانه‌ای سعی دارد تا اطلاعات جامعی از یک موضوع آموزشی را به اشکال مختلف عکس، فیلم، متن، گرافیک، عدد و... در اختیار آموزش‌گیرنده قرار دهد. آموزش از طریق فضاهای چندرسانه‌ای بر نظریه‌های کدگذاری دوتایی، تجمیع محرک‌ها و بار شناختی<sup>۱</sup> استوار است. از مهمترین نرم‌افزارهای چندرسانه‌ای می‌توان به نرم‌افزار OCI، Shaping Structures Statics، ISS و بانک اطلاعاتی ALOSS اشاره کرد (سلیمانی، ۱۳۹۲: ۷۹-۸۲). دقت نظر در تعاریف فوق نشان می‌دهد که این آموزش بر مبنای نظریه کدگذاری دوگانه بنا نهاده شده است، پس می‌توان گفت که اطلاعات از هر دو مجرای شنیداری و دیداری در ذهن بازنمایی و ذخیره می‌شود. باینحال به علت ماهیت مجازی این روش، اطلاعات آموزشی تنها با گیرنده‌های حسی شنیداری و دیداری در ارتباط است. همزمانی بازنمایی‌های یادشده مؤید برقراری ارتباطات ارجاعی است. مضاف‌براینکه افزایش بازنمایی‌های دیداری به معنای درگیر شدن دانش رویدادی و نیمکره راست مغز در فرآیند آموزش است.

**۳-۴- آموزش با ارجاع به طبیعت:** استفاده از مرجعیت طبیعت برای آموزش، روشی اصیل شناخته می‌شود. این اصالت در درجه اول ناظر بر آن است که رشد فکری دانشجو می‌تواند با رشد تدریجی طبیعت قربت یابد (استفاده از طبیعت در مقام استعاره). در درجه دوم نیز، طبیعت به مثابه پدیده‌های تکامل یافته می‌تواند منبعی مؤثر در آموزش تلقی گردند (استفاده از طبیعت در مقام آموزگار). امروزه این مرجعیت، بخش جدایی‌ناپذیر آموزش‌های مختلف اعم از طراحی سازه، طراحی فضا و... است (خاکی‌قصر و پورمهدی قائم‌مقامی، ۱۳۹۷: ۹۵-۱۰۱). مرجعیت طبیعت برای آموزش سازه بیشتر با اصل دوم سروکار دارد، یعنی اینکه سازه‌های موجود در طبیعت، فرصتی مناسب برای انتقال مفاهیم مرتبط با سازه است؛ چراکه، سازه‌های طبیعی در طول تاریخ به تکاملی نسبی رسیده‌اند. ثمر ضمن این سازه‌ها، ترکیبی از کارایی سازه‌ای، نیازهای عملکردی و زیبایی‌شناسی هستند (تقی‌زاده، ۱۳۸۵: ۸۳). این روش آموزشی، دانشجویان را با مثال‌های سه‌بعدی و واقعی مواجه می‌سازد. همین وضعیت مؤید آن است که گیرنده‌های حسی شنیداری و دیداری مهمترین ثبت‌کننده‌های اطلاعات آموزشی هستند. باینحال، در صورت استفاده مستقیم از مثال‌های طبیعی، گیرنده‌های حسی می‌توانند به لامسه و بویایی هم افزایش یابند. پس اطلاعات آموزشی تا حدود زیادی می‌توانند از هر دو مجرای شنیداری و دیداری در ذهن بازنمایی شوند. از سوی دیگر تناسب داشتن بازنمایی‌های دیداری و شنیداری با یکدیگر، ارتباط و درک ارجاعی موضوعات را بیشتر می‌کند. تعدد و دمدستی بودن مثال‌های طبیعی از دیگر مزایای این روش آموزشی است. مضاف‌براینکه در طبیعت می‌توان مثال‌های ضعیف و قوی سازه‌ای را در کنار یکدیگر آموزش داد؛ از دیگر امتیازات این مثال‌های واقعی آن است که مفاهیم سازه‌ای به شکل مجزا مشاهده، تحلیل و درک نمی‌شوند. درحقیقت، دانشجو با یک مفهوم جزئی نظیر تنش در ارتباط نیست، بلکه این مفهوم بخشی از کلیتی است که شامل فرم، روابط عملکردی، جزئیات، مصالح و... می‌شود. مضاف‌براینکه، این سازه‌های طبیعی، منبع مهمی برای الهامات طراحان افراد بوده و هستند. ارجاع مطالب آموزشی به مصادیق واقعی طبیعت، به تقویت بعد رویدادی و درگیر شدن نیمکره راست مغز منتهی می‌شود.

**۳-۵- آموزش بر پایه سازه‌های واقعی:** استفاده از سازه‌های واقعی برای آموزش سازه می‌تواند به دو شکل صورت گیرد. در شکل نخست، دانشجویان مطالب سازه‌ای را از طریق طراحی و ساخت سازه‌های واقعی فرامی‌گیرند. در شکل دوم نیز، مطالب آموزشی با ارجاع به سازه‌های واقعی تبیین می‌شود (محمودی کامل‌آباد، ۱۳۸۲: ۲۳۳). در شکل نخست به علت واقعی بودن پروژه، غالب گیرنده‌های حسی با فرآیند آموزشی درگیر می‌شوند. مضاف‌براینکه همین عامل سبب می‌شود که بازنمایی‌ها به دو شکل دیداری و شنیداری شکل گیرد. بدیهی است همزمانی این بازنمایی‌ها به تقویت ارتباط ارجاعی نیز منجر می‌شود. درگیر شدن آموزش با دانش رویه‌ای و رویدادی در کنار دانش معنایی بانضمام درگیر شدن نیمکره راست مغز از دیگر ویژگی‌های این روش است. باینحال، در شکل دوم، از میزان درگیر شدن ثبت‌کننده‌های حسی و دانش رویه‌ای در فرآیند آموزش کاسته می‌شود.

<sup>۱</sup> نظیر مدل‌های اسکیزی، نموداری، مفهومی، حجمی، پروخالی، نهایی که تحت‌عنوان ماکت‌های اصلی معرفی شده‌اند و با پیشبرد طرح همراستا هستند

<sup>۲</sup> نظیر مدل‌های نما، مقطع، داخلی، اتصالات، سازه‌ای، سایت، بافت و... که به آنها مدل‌های ثانویه یا فرعی گفته می‌شود

<sup>۳</sup> تئوری تجمیع محرک‌ها ادعا می‌کند که با افزایش تعداد محرک‌ها (متن همراه با موسیقی، صوت، تصویر سه‌بعدی، انیمیشن و یا فیلم) یادگیری نیز افزایش می‌یابد. درحقیقت، زمانی که اطلاعات از کانال‌های مختلفی ارائه می‌گردند، یکدیگر را تقویت می‌کنند.

<sup>۴</sup> در این تئوری ادعا بر این است که یادگیری با کاهش بار شناختی نامربوط افزایش می‌یابد.

<sup>۵</sup> طبیعت یک قانون کلی دارد: سازه‌های ضعیف محکوم به مرگ هستند. پس آنها باید رفتارهای خود را اصلاح نمایند تا بتوانند با نیروها تطبیق دهند.

<sup>۶</sup> مثلاً سختی و مقاومت بالای یک لاک پشت یا ضعیف بودن یک تار عنکبوت با استفاده از حس لامسه براحتی قابل ثبت و درک است.

<sup>۷</sup> برای مثال، سازه‌های طبیعی می‌توانند در چهار دسته سنگ‌کره، هواکره، آب‌کره و زیست‌کره برای آموزش سازه مورد استفاده طراحان قرار گیرند. لغزش صفحات عظیم الجثه پوسته زمین بر روی یکدیگر برای کاستن از نیرو، قوس‌های طبیعی سنگی در دهانه غارها و سقف آنها، شیب طبیعی خاکریز، کاهش حجم کوه با ارتفاع گرفتن و دور شدن از بستر زمین، گردش لبه‌های سنگ‌ها در مسیر حرکت آب و... از مثال‌هایی هستند که می‌توان از سنگ‌کره برای آموزش مفاهیم سازه‌ای مورد استفاده قرار گیرند. فشار آب بر روی بدن انسانی که در عمق استخر قرار گرفته است، فشار آب بر روی اجسام طبیعی قرار گرفته در مسیر جریان رودخانه، فشار باد وارده به درختان و یا شیشه پنجره، فشار هوا در یک بادکنک، فشار باد بر یک انسان در یک روز طوفانی و... مثال‌هایی از موقعیت‌هایی است که می‌توان به تشریح مفاهیم سازه‌ای در آب‌کره و هواکره پرداخت. از نمونه‌های موفق سازه‌های زیست‌کره می‌توان به درختان، گل‌ها، پوسته تخم‌پرنده‌گان، آشیانه پرنده‌گان، تار عنکبوت، جثه و استخوان‌بندی حیوانات، لاک لاک‌پشت و... اشاره نمود.

<sup>۸</sup> برای مثال می‌توان به دو درخت که یکی به خوبی در زمین مستقر شده و به همین خاطر دچار واژگونی نشده و یک نمونه که دچار این مسأله شده، اشاره کرد.

<sup>۹</sup> نمونه جالب توجه این قضیه را می‌توان در سازه‌های درختی فرودگاه‌های استنسد (نورمن فاستر)، اشتوتگارد (فون گرکان) و یا در سازه‌های آشیانه پرنده (هرزوغ و دمرن)، فرودگاه TWA (اروسارینن) و... مشاهده کرد.

## ۴- طراحی و ویژگی‌های آن

در منابع مختلف تعاریف زیادی برای طراحی عنوان شده است. یکی از تعاریف ساده و جامع که طراحی را به‌مثابه پدیده‌ای روزمره و در دسترس عموم معرفی می‌کند (Dubberly, 2004: 3)، آن است که طراحی، تغییر وضعیت‌های نامطلوب به مطلوب است (ندیمی، ۱۳۹۱: ۷؛ 27: 2006: Gero). یکی از ویژگی‌های مستتر در این تعریف، ماهیت سازنده طراحی است. به‌عبارت‌ساده‌تر هدف طراحی، توصیف وضعیت‌های موجود نیست بلکه تغییر آنها و رسیدن به ساختارهای جدید و مرّج است. این ویژگی را می‌توان با تأمل بر دیگر تعاریف طراحی و در واژه‌هایی همچون ایجاد، تحقق‌یافتن، انجام‌دادن، تولید، به‌وجودآوردن، ساختن و... ردیابی نمود. تأکید بر ساختن، یکی از تمایزات فعالیت‌های طراحانه و علمی است که در اظهارنظرهای طراحی‌پژوهان نیز به صراحت انتشار یافته است. ارتباط‌دادن طراحی با دنیای مصنوعات<sup>۲</sup>، تعریف طراحی براساس علوم مصنوعات<sup>۳</sup>، تأکید بر اینکه طراحان در مسأله‌گشایی‌های خود به استدلال مولد<sup>۴</sup> متوسل می‌شوند و یا اینکه مدل‌سازی، نقطه حیاتی زبان طراحی معرفی شده<sup>۵</sup> همگی بر این ویژگی دلالت دارند. اساساً ساختن معادل نزدیک ترکیب بوده که در کنار تحلیل و ارزیابی، فعالیت‌های سه‌گانه طراحی را شامل می‌شوند (لاسون، ۱۳۸۷: ۵۷).

از سوی دیگر، طراحی ماهیتی عملی و کاربردی دارد؛ این ویژگی به معنای معادل دانستن طراحی با علم کاربردی نیست، بلکه به معنای کاربرد علوم مختلف در انجام یک تکلیف عملی است (Cross, Naughton & Walker, 1981: ندیمی، ۱۳۹۱). طراحی ماهیتی کل‌گرای<sup>۶</sup> دارد. این ویژگی به این معناست که راه‌حل‌های طراحی پاسخی مشخص به یک مسأله فرعی و جزء نمی‌دهند. یعنی نمی‌توان گفت که راه‌حل به کدام بخش از مسأله پاسخ می‌دهد، بلکه راه‌حل یک پاسخ کلی به همه ابعاد مسأله می‌دهد (Lawson, 2004: 12). تأکید بر جامعیت پروژه‌های طراحی در سرفصل‌های آموزشی نیز در راستای همین ویژگی طراحی است. طراحی در کنار ماهیت کل‌گرای خود در مقیاس‌های متفاوت کل و جزء قابل بسط است. از ویژگی‌های دیگر طراحی این است که نوع مسائل آن متمایز از مسائل علمی و ادبی است؛ چراکه مسائل آنها از جنس مسائل رام‌نلس<sup>۷</sup>؛ حال‌آنکه مسائل طراحی در رده مسائل بدذات<sup>۸</sup> قرار می‌گیرد. یعنی نمی‌توان آنها را در قالب فرمول مشخصی ارائه نمود (Rittel & Webber, 1984) و یا نمی‌توان آنها را به‌طور کامل و جامع تعریف نمود (لاسون، ۱۳۸۷: ۱۴۳).

در دسترس عموم قرار داشتن طراحی، برگرفته از یک ویژگی دیگر طراحی است و آن اینکه طراحی نه تنها با مسائل واقعی سروکار دارد که در حل آنها به گونه‌های شناختی واقعی و شمایی<sup>۹</sup> نیازمند است. درحقیقت برخلاف علم که به گونه‌های شناختی رسمی و نمادین<sup>۱۰</sup> تلمّط است، طراحی بیشتر به گونه‌های واقعی شناخت مرتبط است (Cross, 2007: 28-30). تأکید بر موضوعات واقعی در سرفصل‌های آموزشی طراحی معماری نیز در راستای این ویژگی است. آگفتنی است، طراحان در حل این مسائل به توانایی‌های نیمکره راست مغز یعنی استدلال غیرکلامی متکی هستند. استفاده از اسکیس، مدل‌های فیزیکی واقعی و مجازی، نقشه و یا استفاده از بازدیدهای عینی از بناها و... نمونه‌ای مختصر از تکیه طراحان به ابزارهای غیرکلامی است. در بطن همین ابزارهای غیرکلامی است که طراحان به تأمل می‌پردازند و ویژگی‌های مرّج خود را که ظهور یافته‌اند کشف می‌کنند (Schon, 1983; Cross, 2007: 51-58). آنها در دیالوگ با اسکیس و یا دیالوگ با دیگران از ابزار کلامی نیز بهره کافی می‌برند. طراحان در فرآیندهای کاری خود به استدلال‌های خاص طراحی رجوع می‌کنند که از گونه‌های استقرائی و استنتاجی مختص علم متمایز هستند. مارچ در تداوم اندیشه‌های پیرس به این نوع استدلال، استدلال ابداعی گفته است (March, 1984). دوگلاس و ایشروود هم از عنوان درک استعاره‌ای برای معرفی آن استفاده کرده‌اند. درک استعاره‌ای، فرآیندی از اندازه‌گیری تقریبی، مقیاس‌دهی و مقایسه میان اجزای مشابه و غیرمشابه یک الگو است که در یک نگاه سریع به صحنه‌های مختلف اتفاق می‌افتد (Douglas & Isherwood, 1979). این مقایسه‌های سریع در فرآیند طراحی به اشکال مختلف رخ می‌دهد.<sup>۱۱</sup> پس، طراحی به عنوان یک کار عملی و کاربردی، ماهیتی ترکیبی/تحلیلی و کل‌گرا دارد که در مقیاس‌های کلی و جزئی قابل بسط بوده

<sup>۱</sup> برای مثال، طراحی در تفکر بوچانن به توان انسان در تصورکردن، برنامه‌ریزی و ساختن محصولاتی گفته می‌شود که در تحقق مقاصد فردی و جمعی او به‌کار می‌رود. در تعریف بوچانن، طراحی هنر ایجاد و ساماندهی است که قلمروی عام دارد؛ چراکه می‌تواند به خلق هر محصول انسان ساختی اطلاق شود (Buchanan, 2001: 9). طراحی در تفکر لاسون (۱۳۸۷: ۱۲) مستلزم فرآیند ذهنی پیچیده‌ای از توانایی دست‌یازیدن به انواع زیادی از اطلاعات، درآمیختن آنها در مجموعه‌ای منسجم از ایده‌ها و نهایتاً به‌وجودآوردن شکلی تحقق‌یافته از آن ایده‌هاست. گروت و وانگ (۱۳۸۶: ۱۰۱)، طراحی را، تولید خلاقانه طرحواره‌های شکلی قابل‌تبدیل به فضای انسان ساخت معرفی کرده‌اند. رویال کالج هنر (به نقل از Cross, 2007: 17) طراحی را به تجربیات انباشته شده در فرهنگ مادی ارجاع داده‌اند؛ به اعتقاد آنها، طراحی مجموعه‌ای انباشته شده از تجربه، مهارت و فهم است که در هنرهای برنامه‌ریزی، ابداع، ساخت و انجام گنجانده شده است. همچنین طراحی عبارت است از برنامه‌ریزی و ایجاد چیزی برای مقصود یا استفاده‌ای خاص، یا برنامه‌ریزی و شکل‌دادن به فرم و ساختار چیزی (the new Grolier Webster international dictionary of the English language, 1971). به‌عبارت‌دیگر، طراحی ایجاد یک چیز یا انجام‌دادن یک کار به‌طرزی هنرمندانه و ماهرانه است (www. thefreedictionary.com).

<sup>۲</sup> مثلاً جونز اعتقاد دارد که منطق به فرم‌های انتزاعی علاقمند است، علم به کاوش فرم‌های موجود می‌پردازد و طراحی در جستجوی فرم‌های بدیع است (Jones, 1970). الکساندر معتقد است که دانشمندان به شناخت ساختارهای موجود و طراحان به ایجاد ساختارهای جدید می‌پردازند (Alexander, 1964).

<sup>۳</sup> کراس معتقد است که طراحی با پدیده‌های سروکار دارد که در زمره عالم مصنوعات هستند (Cross, 2007: 18).

<sup>۴</sup> سایمون طراحی را The Sciences of the Artificial معرفی نموده است (Simon, 1969).

### Productive Reasoning

<sup>۶</sup> مارچ معتقد است که نوع استدلال طراحان قیاسی و استقرائی نیست بلکه مولد است (March, 1976).

<sup>۷</sup> کراس معتقد است که طراحان از زبان مدل‌سازی استفاده می‌کنند (Cross, 2007: 17).

### Holistic

<sup>۹</sup> در سرفصل‌های آموزشی، دروس طراحی، طراحی فنی، طرح‌نمایی و... در زمره پروژه‌های جامع معرفی شده‌اند (شورایعالی برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۷۷: ۴ و ۷).

### Tame Problems

### Wicked Problems

### Concrete/Iconic

### Formal/Symbolic

<sup>۱۴</sup> سرفصل‌های آموزشی رشته معماری بر استفاده از تمرین‌های واقعی در دروس مختلف اعم از مقدمات طراحی و طرح‌های مختلف تأکید دارد. به‌علاوه اینکه این برنامه‌های آموزشی سعی در سوق‌دادن دانشجو به سمت پاسخگویی به نیازهای واقعی جامعه دارد (شورایعالی برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۳۷: ۴ و ۹؛ ۱۳۹۲ الف: ۲).

<sup>۱۵</sup> مثلاً طراح با سبک‌وسنگین کردن گزینه‌های مختلف، سعی می‌کند تا آنها را یکی پس از دیگری رد نموده و به یک گزینه مطلوب برسد.

و نیازمند مدل سازی است. این عرصه با مسائل بدتعریف، واقعی و روزمره سروکار دارد و به گونه‌های شناختی واقعی و شمایی نیازمند است. در این کار، طراحان از ابزارهای غیر کلامی و کلامی بهره می‌گیرند و در بسیاری از مواقع به درک استعاره‌ای و ارزیابی‌های مقایسه‌ای و شهودی رجوع می‌کنند. آنها برای رسیدن به گزینه‌های مطلوب خود به تأمل در بستر اسکیس‌ها و تصاویر می‌پردازند و در تلاش‌اند تا ویژگی‌های موردنظر خود را در بستر آنها کشف نمایند. ویژگی‌هایی نظیر ساختن، مدل سازی، ترکیب، عملی یا کاربردی بودن، متوسل شدن به ترسیم و... نشان می‌دهد که شخص در فرآیند طراحی نیازمند دانش رویه‌ای یا دانش چگونگی انجام کار است. به علاوه، استدلال‌های غیر کلامی، درک همزمان کل، گونه‌های شناختی شمایی، درک استعاره‌ای و... هم بر وجه رویدادی طراحی دلالت دارد. استفاده از کلام در فرآیند طراحی نیز به سادگی نشان می‌دهد که شخص در جریان این فعالیت با دانش معنایی نیز درگیر می‌شود.

## ۵- روش‌های آموزش سازه و ماهیت طراحی

ویژگی‌های آموزش نظری دروس سازه‌ای نشان می‌دهد که این روش بالاخص در استفاده از منابع دسته نخست، دانشجو را با واژه‌ها، علائم، تصاویر و فرمول‌های انتزاعی مواجه می‌کند؛ حال آنکه، طراحی بر مسائل واقعی و روزمره تأکید دارد. از سوی دیگر طراحی بر استدلال‌های غیر کلامی تأکید می‌کند؛ حال آنکه در آموزش نظری، مطالب عمدتاً به صورت کلامی ارائه می‌گردد. در این حالت، پردازش مطالب آموزشی این روش که کلام محور هستند به نیمکره چپ مغز ارتباط می‌یابد؛ در صورتی که، طراحی در بخش وسیعی از فعالیت‌های خود به استدلال‌های غیر کلامی نیمکره راست نیازمند است. به علاوه، انتزاعی شدن مطالب با گونه‌های شناختی واقعی و شمایی طراحی هم ارتباط چندانی برقرار نمی‌سازد. به عبارت ساده‌تر، در این آموزش، اساتید مفاهیم را به شکل انتزاعی و کلامی به دانشجویان آموزش می‌دهند و دانشجویان مطالب کلامی را در نیمکره چپ خود پردازش کنند. پس از آنجا که این مطالب کلامی نمی‌توانند به معادل‌های دیداری متناسب ارجاع داده شوند، درک و بازایی آنها دشوار می‌شود. از سوی دیگر این مطالب می‌بایست برای پردازش‌های طراحانه که غیر کلامی هستند به نیمکره راست منتقل گردند. همچنین، از آنجا که طراحی ماهیتی عملی و کاربردی دارد، کاربست مطالب انتزاعی و کلامی در امور واقعی برای دانشجو دشوار خواهد شد. عدم تأکید روش نظری بر ساختن و مدل سازی‌های واقعی و یا عدم استفاده از بستری که طراح بتواند در آنها تأمل نموده و مسیر اکتشافی خود را دنبال نماید، از دیگر مواردی است که قرابت چندانی با ماهیت طراحی ندارد. تأکید این روش بر کمیت‌ها و فرمول‌ها نیز از دیگر مواردی است که با ماهیت بدذات و فرمول‌ناپذیر مسائل طراحی سنخیت چندانی ندارد. تناسب، ارزش‌های زیباشناختی، فرم و... نمونه‌ای از موضوعاتی است که آنها را نمی‌توان در قالب فرمول‌های سازه‌ای لحاظ نمود. جزء‌گرایی و تأکید بر اجزای سازه‌ای، یکی دیگر از ویژگی‌های این روش آموزشی محسوب می‌شود که با ماهیت جامع‌نگر طراحی قرابت ندارد. پس عمده وجوه همخوان منابع دسته اول با ماهیت طراحی عبارت است از توجه به عناصر سازه‌ای در مقیاس جزء، تحلیل و توضیح کلامی مفاهیم. در منابع دسته دوم نیز، تأکید بر کلیت سیستم‌ها و افزایش اثر عینیت واژه‌ها، دیگر وجوه همخوان این روش با ماهیت طراحی است (جدول ۳).

مقایسه آموزش سازه بر اساس مدل‌های فیزیکی با ماهیت طراحی مؤید آن است که مدل سازی یکی از وجوه اشتراکی آنهاست. از سوی دیگر، ساختن که ویژگی حیاتی هر طراحی است در این روش آموزشی لحاظ شده است. وجه متمایزکننده این روش نسبت به روش نظری را می‌توان در واقعی و سه بعدی بودن موضوعات آموزشی عنوان نمود. در این روش، مطالب و مفاهیم به صورت غیر کلامی به دانشجویان آموزش داده می‌شود. لذا، کانال‌های ورود اطلاعات به ذهن دانشجو و نیز فرآیند پردازش آنها با نیمکره سمت راست ذهن در ارتباط است. از سوی دیگر، از آنجا که محصول نهایی این پردازش‌های طراحانه خود به صورت غیر کلامی است، پس اطلاعات ورودی، خروجی و نوع پردازش‌ها با یکدیگر ارتباط کامل دارند. این هماهنگی زمانی به اوج خود می‌رسد که متذکر شویم، گونه‌های شناختی مرتبط با طراحی از نوع واقعی و شمایی است. درحقیقت، دانشجو اطلاعات واقعی و سه بعدی از دنیای بیرون دریافت می‌کند، بر روی آنها به صورت مستقیم پردازش نموده و در نهایت، نتایج را به صورت واقعی و سه بعدی در یک مدل به کار می‌گیرد. این کاربست خود یکی دیگر از ویژگی‌های طراحی است. کل‌گرایی طراحی نیز با این روش آموزشی متناسب است؛ چرا که در این نوع آموزش مطالب به صورت تحلیلی و مجزا از یکدیگر ارائه نمی‌گردد. مضاف بر اینکه در صورتی که دانشجو در این روش به طور همزمان به طراحی مدل و ساخت آن بپردازد، پس به ناچار فرصت تأمل بر ترسیم و کشف ویژگی‌های ظهور یافته هم افزایش خواهد یافت. کل‌گرایی آموزش، سه بعدی و واقعی بودن موضوعات سبب می‌شود که دانشجو بتواند در مراحل پیشبرد طراحی خود از درک استعاره‌ای نیز بهره گیرد. در این شرایط بدیهی است که گونه‌هایی از آموزش که تنها به ساخت تقلیدی سازه‌ها اقدام می‌کنند، از درک استعاره‌ای، تأمل بر زمینه، ظهور و کشف ویژگی‌های مطلوب بی‌نصیب خواهند ماند.

مقایسه آموزش سازه بر اساس فضاهای چندرسانه‌ای با ماهیت طراحی مؤید آن است که تأکید بر ابعاد غیر کلامی این فضاهای آموزشی با نیاز طراحی به استدلال‌ها و ابزارهای غیر کلامی تطابق دارد. باین وجود، غیر واقعی بودن فضاهای چندرسانه‌ای، عدم تأکید آنها بر مقوله ساخت و مدل سازی‌های فیزیکی از مواردی است که با ماهیت طراحی قرابت ندارد.

مقایسه آموزش سازه بر اساس رجوع به طبیعت با ماهیت طراحی مؤید آن است که این روش نیز به خاطر ویژگی‌هایی همچون واقعی، سه بعدی و غیر کلامی بودن موضوعات، امکان استفاده از درک استعاره‌ای در تحلیل آنها با ماهیت طراحی تناسب نزدیکی دارد. باین وجود، در این روش امکان ساخت و مدل سازی وجود نداشته و عملاً دانشجو به سمت وجه تحلیل سوق می‌یابد. در این روش، هر چند تأمل بر زمینه اسکیس وجود ندارد، اما دانشجو می‌تواند بر زمینه واقعی موضوعات طبیعی تأمل نموده و ویژگی‌های ظهور یافته در آنها را کشف نماید. پس دانشجو می‌تواند به تمرین استدلال‌های ابداعی و تأملی نیز بپردازد. واقعی بودن موضوعات طبیعی می‌تواند با ماهیت کل‌گرایی طراحی نیز ارتباط نزدیکی برقرار سازد.

مقایسه آموزش بر اساس سازه‌های واقعی نشان می‌دهد که این روش نیز به دلیل واقعی، کلی، سه بعدی و غیر کلامی بودن موضوعات با ابعاد طراحی همخوان است. همچنین درگیر نمودن دانشجو با مقوله طراحی و ساخت سازه‌های واقعی، او را با موقعیت‌های اکتشافی، تأملی و... آشنا می‌سازد. بدیهی است در صورت اکتفانمودن آموزش به مشاهده نمونه‌های اجرا شده، این موقعیت‌ها را از دانشجو سلب می‌کند.

<sup>۱</sup> رایل از دانش چگونگی (Knowing-How) برای معرفی این وجه از دانش استفاده نموده است.



جدول ۳: وجوه همخوان روش‌های آموزش سازه در معماری با ماهیت طراحی

روش‌های آموزش سازه در معماری	وجوه همخوان با طراحی
نظری	جزءنگری و توجه به اجزای سیستم‌ها، تأکید زیاد بر وجه تحلیل، تأکید بر واژه‌ها و کلام، نگاه کل‌گرا به سیستم‌ها و رفتارهای سازه‌ای، عینی‌تربودن مطالب نسبت به منابع مشترک با دیگر رشته‌ها، تأکید بر واژه‌ها و کلام.
استفاده از مدل‌های فیزیکی	ساخت و مدل‌سازی (توسط دانشجویان)، واقعی‌بودن سازه‌های ساخته شده، سه‌بعدی‌بودن و غیرکلامی‌بودن مطالب، کل‌گرا بودن موضوعات و...
مدل‌های مفهومی	ساخت و مدل‌سازی (توسط اساتید)، عینیت‌یافتن مفاهیم، سه‌بعدی‌بودن و غیرکلامی‌بودن مطالب، کل‌گرا بودن موضوعات و...
طراحی و ساخت مدل‌های سازه‌ای	ساخت و مدل‌سازی (توسط دانشجویان)، واقعی‌بودن تمرین‌ها، سه‌بعدی‌بودن و غیرکلامی‌بودن مطالب، کل‌گرا بودن موضوعات، استفاده از بستری برای کشف و شهود، کاربردی‌نمودن مطالب، همزمانی تحلیل، ترکیب و ارزیابی،
استفاده از فضاهای چندرسانه‌ای	همزمانی استفاده از گرافیک، تصویر، کلام، موسیقی و...، سه‌بعدی‌بودن مطالب، واقعی‌بودن موضوعات طبیعی، سه‌بعدی و غیرکلامی‌بودن آنها، امکان استفاده از درک استعاره‌ای در تحلیل آنها، کل‌نگری و انسجام مطالب سازه‌ای با معماری، امکان بهره‌گیری از پیشینه‌های طراحی،
آموزش برپایه سازه‌های واقعی	ساخت و مدل‌سازی (توسط دانشجویان)، واقعی‌بودن تمرین‌ها، سه‌بعدی‌بودن و غیرکلامی‌بودن مطالب، کل‌گرا بودن موضوعات، استفاده از بستری برای کشف و شهود، عملی‌بودن آموزش، همزمانی تحلیل، ترکیب و ارزیابی،
رجوع به سازه‌های اجراشده	واقعی‌بودن موضوعات، سه‌بعدی و غیرکلامی‌بودن آنها، امکان استفاده از درک استعاره‌ای در تحلیل آنها، کل‌نگری و انسجام مطالب سازه‌ای با معماری،

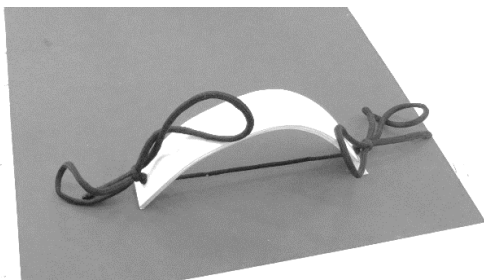
مأخذ: (نگارندگان)

## ۶- چالش‌ها و پیشنهادات

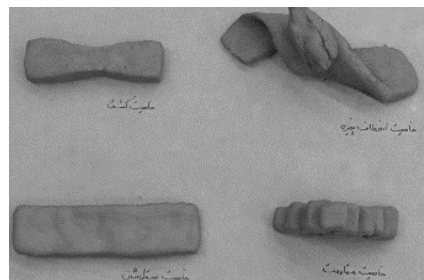
یافته‌ها نشان می‌دهد که روش نظری بالاخص در استفاده از منابع دسته نخست، با ماهیت طراحی قرابت کمی دارد. کلامی، انتزاعی، تحلیلی و مجزایان مطالب، تأکید بر فرمول‌ها و مسائل معین، عملی‌نبودن و... از مواردی است که با ماهیت‌های سازنده، کل‌نگر، واقعی، غیرکلامی، اکتشافی و... طراحی فاصله دارد. راهکارهای زیر می‌تواند در نزدیک‌ساختن آنها مؤثر باشد:

○ **تقویت بعد عینی/کلی مطالب:** در این راهکار می‌توان با رجوع به تصاویر پروژه‌های واقعی، مدل‌های فیزیکی، مصادیق طبیعی و... ضمن تقویت کدگذاری دیداری، از حجم بازنمایی‌های کلام‌محور کاست. تقویت این بعد می‌تواند از طریق به‌کارگیری واژگان عینی نیز محقق شود. پرهیز از به‌کارگیری واژگان انگلیسی (مثلاً ممان) و به‌کارگیری واژگان آشنای فارسی (نظیر گشتاور) می‌تواند بر میزان عینیت مطالب بیفزاید. مضاف بر اینکه تصویرسازی مفاهیم مقدماتی سازه می‌تواند از تسلسل و تشدید انتزاع در مفاهیم بعدی بکاهد. استفاده از تجربه‌های قبلی دانشجو برای تصویرسازی مفاهیم، اقدام دیگری در عینیت‌دادن به مطالب است. برای مثال در تصویرسازی مفهوم گشتاور می‌توان دانشجو را به بازیابی تجربیاتی همچون چرخاندن متوالی وسایل سنگین بر روی زمین برای جابجای نمودن آنها؛ چرخاندن در؛ چرخاندن عقربه‌های ساعت با انگشت و... ترغیب نمود. تجربه مستقیم این مفاهیم در درس دیگر هم می‌تواند به این راهکار کمک نماید (تصاویر ۳ و ۴). استفاده از منابع اختصاصی رشته معماری به‌علت ظرفیت‌های عینی آنها، یکی دیگر از اقدامات مؤثر در این زمینه است. سوق‌دادن دانشجویان به جامع‌نگری در مواجهه با مسائل سازه‌ای راهکار دیگری است که هم از حجم مطالب تحلیلی و جزء‌گرا می‌کاهد و هم دانشجو را با بعد بدذات طراحی روبرو می‌سازد. تأکید بر سیستمی‌دیدن سازه اقدامی مؤثر در این زمینه است. مثلاً به‌جای تأکید بر موقعیت‌های انتزاعی و جزئی نظیر تیری که روی دو تکیه‌گاه فرضی قرار گرفته می‌توان موقعیت جامعی را تشریح نمود که در آن یک تیر بر روی دو تیر اصلی که بخشی از یک قاب سقف هستند و بار خود را به چهار ستون و چهار پی وارد می‌کنند، قرار گرفته‌اند. جدا از رفتارهای سازه‌ای که در این حالت به‌صورت سیستمی درک می‌شود، دانشجو می‌تواند با ابعاد زیباشناختی تناسب سازه؛ مصالح؛ اتصالات؛ اجرا و... نیز درگیر گردد. استفاده از کتاب‌های اختصاصی سازه در معماری به‌علت سیستمی‌دیدن رفتارهای سازه‌ای می‌تواند اقدام مکملی در این جهت باشد.

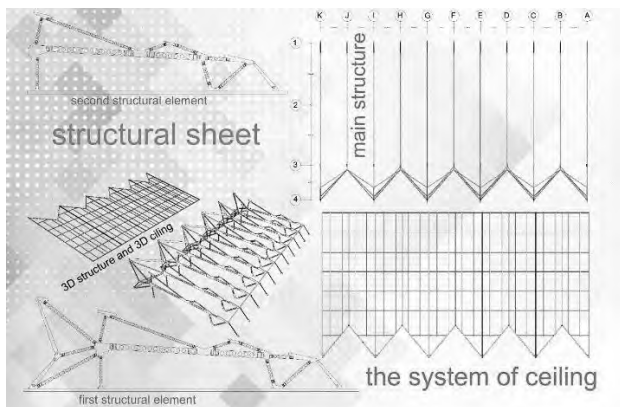
○ **تقویت بعد کار؛ سستی مطالب:** افزودن یک بخش طراحی/ساخت به آموزش نظری، راهکار دیگری برای تقویت ابعاد سازنده، عملی، اکتشافی و... است. از آنجاکه طراحی، ماهیتی کاربردی دارد؛ با افزودن این بخش به آموزش سازه می‌توان از مشکلات کاربردی‌نمودن مطالب نظری نیز کاست. در این راه می‌توان از ظرفیت‌های سرفصل آموزشی برای دروسی نظیر طرح معماری ۴، یا طرح نهایی نیز بهره گرفت. مثلاً درس طرح معماری ۴ که یکی از دغدغه‌های اصلی آن سازه است (شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۷۷: ۷۹؛ ۱۳۹۲ الف: ۸۳)، می‌تواند در ارتباط کامل با دروس سازه‌ای ارائه گردد (تصاویر ۵ و ۶).



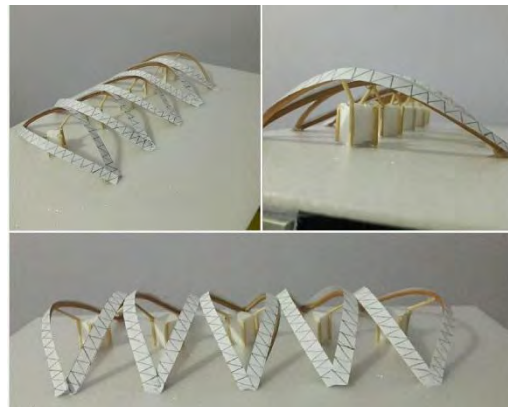
تصویر ۴: تأثیر فرم بر باربری مصالح، درس کارگاه مصالح و ساخت، گروه معماری دانشگاه آزاد اسلامی قزوین؛ مأخذ: نگارنده اول



تصویر ۳: شناخت ویژگی‌های گل، درس کارگاه مصالح و ساخت، گروه معماری دانشگاه آزاد اسلامی قزوین؛ مأخذ: نگارنده اول



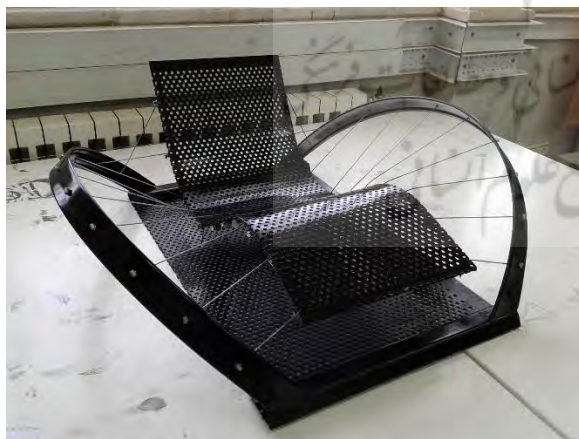
تصویر ۶: سیستم سازه‌ای به کاررفته در طرح معماری ۴، گروه معماری دانشگاه رازی؛ مأخذ: ایوب زنگیون



تصویر ۵: ایده اولیه طرح معماری ۴ براساس سیستم‌های سازه‌ای، گروه معماری دانشگاه رازی؛ مأخذ: راضیه غفاری

استفاده از گرافیک، تصویر و... از ویژگی‌های فضاهای چندرسانه‌ای است که می‌تواند با ویژگی‌های موردنیاز طراحی متناسب باشد. باینحال، غیرواقعی بودن، عدم تأکید بر ساخت و مدل‌سازی، عدم امکان کاربریست آموخته‌ها در کار عملی طراحی، عدم امکان کشف و شهادهای طراحی و... از ضعف‌های این روش آموزشی است. روش آموزش براساس رجوع به طبیعت نیز به علت واقعی، سه‌بعدی و غیرکلامی بودن موضوعات، امکان بهره‌گیری از درک استعاره‌ای و... با ماهیت طراحی سنخیت دارد. باین‌وجود عدم تأکید این روش بر مقوله ساخت و مدل‌سازی، عدم به‌کارگیری عملی آموخته‌های سازه‌ای در طراحی، عدم امکان تأمل بر زمینه‌های ترسیمی بانضمام عدم امکان کشف و شهادهای از ماهیت طراحی فاصله می‌گیرد. در هر دو روش عینی بودن مطالب از امتیازات محسوب شده، اما **بعد کاربردی آموزش نیازمند تقویت است**. در روش رجوع به طبیعت می‌توان در کنار تحلیل آثار طبیعی، به طراحی و ساخت برخی از موضوعات نیز پرداخت. از آنجاکه استفاده از قیاس یک روش مناسب در طراحی است، پس طراحی سازه با استفاده از قیاس به مصادیق طبیعی می‌تواند راهکاری مناسب در این جهت تلقی گردد. در روش محیط‌های چندرسانه‌ای نیز می‌توان دانشجو را به طراحی موضوعات سازه‌ای در فضاهایی همچون اسکچ‌آپ و... ترغیب نمود (تصویر ۶).

آموزش براساس مدل‌های فیزیکی به‌خاطر ویژگی‌هایی همچون واقعی و غیرکلامی بودن مطالب، کل‌گرا بودن موضوعات و... با ماهیت طراحی سنخیت دارد. باینحال، این روش هم‌بالاخص **در زمینه کاربریست آموخته‌ها با ماهیت طراحی فاصله داشته** و نیازمند تقویت است. برای مثال، در این روش امکان استفاده از درک استعاره‌ای بالاخص در تحلیل مدل‌ها وجود دارد، اما تأمل‌نمودن دانشجو در زمینه اسکیس، کشف ویژگی‌های موردنظر، درگیر شدن دانشجو با مسائل بدذات و کاربریست آموخته‌ها نیاز به تقویت دارد. این ضعف با درگیر نمودن دانشجو به طراحی مدل و فاصله‌گرفتن از مدل‌های تقلیدی و مفهومی کاهش می‌یابد. علاوه‌براین در زمینه مدل‌های مفهومی با درگیر نمودن دانشجویان در ساخت مدل‌ها می‌توان وجه سازنده طراحی را تقویت نمود. آموزش براساس سازه‌های واقعی نیز در شاخه رجوع به سازه‌های اجراشده عملاً نیازمند درگیر نمودن دانشجو به طراحی و ساخت سازه‌های واقعی است تا بتواند به ماهیت‌های اکتشافی، تأملی و **بالاخص کاربریست طراحی** نزدیک شود. با توجه به هزینه و دشواری‌های ذاتی طراحی و ساخت سازه‌های واقعی می‌توان مدل‌های سازه‌ای را در مقیاس‌های نزدیک به واقعی ساخت تا از مزایای هر دو روش توأم با هم بهره‌برد (تصاویر ۷ و ۸).

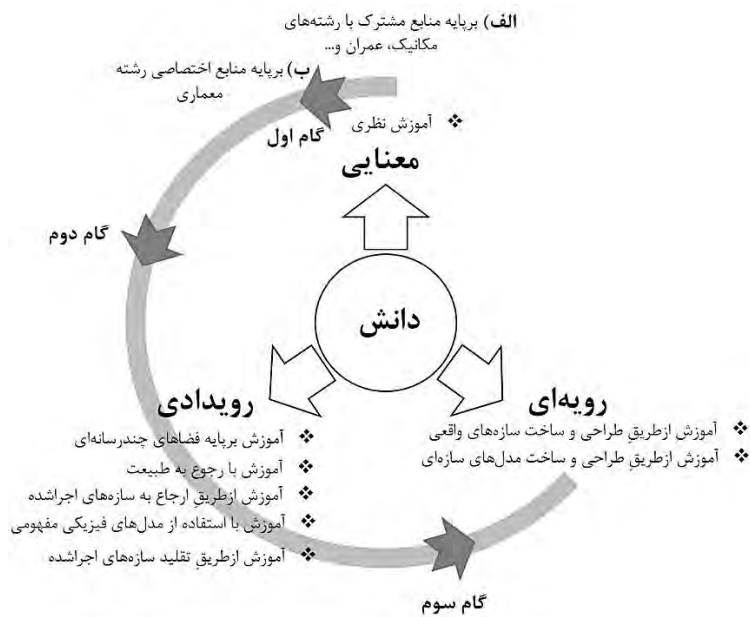


تصاویر ۷ و ۸: طراحی و ساخت مبلمان براساس سیستم‌های سازه‌ای، درس فناوری محیط‌های داخلی، دانشگاه آزاد اسلامی اهر؛ مأخذ: نگارنده اول

## ۷- نتایج

براساس یافته‌ها می‌توان گفت که بجز روش‌های طراحی و ساخت مدل‌های سازه‌ای و سازه‌های واقعی باقی روش‌ها نیازمند تقویت بعد کاربریست مطالب آموزشی هستند. این وضعیت مؤید دور بودن آنها از دانش رویه‌ای موردنیاز در طراحی است. گفتنی است، مهمترین قابلیت آموزش نظری سازه، دانش معنایی گردآمده در منابع نوشتاری آن است. این قابلیت در فضاهای چندرسانه‌ای، رجوع به طبیعت، رجوع به سازه‌های اجراشده، مدل‌های مفهومی و تقلیدی به سمت دانش رویدادی متمایل می‌شود و در روش آموزش از طریق طراحی و ساخت مدل‌های سازه‌ای و سازه‌های واقعی با دانش رویه‌ای پیوند خورده است. پس برای نزدیک‌ساختن آموزش سازه به طراحی، می‌بایست ضمن استفاده از قابلیت‌های روش‌های آموزشی فوق، سه گام اساسی برداشته شود. در گام اول می‌بایست از منابع نوشتاری مشترک با گروه‌های عمران، مکانیک و... به سمت منابع نوشتاری مختص به رشته معماری متمایل شد. در گام دوم، دانش معنایی توأم با این منابع می‌بایست به سمت دانش رویدادی متمایل گردد؛ چراکه، آموزش دانش معنایی روش نظری برپایه استفاده از روش‌هایی همچون ارجاع به طبیعت و... می‌تواند بر درک عینی/کلی آنها بیفزاید.

در گام سوم، این آموزش می‌بایست برای کاربردی شدن به سمت دانش رویه‌ای و روش‌های آموزشی متناسب با آن تغییر جهت دهد. در این شرایط، آموزش می‌تواند از قابلیت‌های هر روش آموزشی، متناسب با دانش‌های سه‌گانه معنایی، رویدادی و رویه‌ای استفاده نماید (تصویر ۹).



تصویر ۹: الگوی کلی از گام‌های موردنیاز برای نزدیک‌ساختن آموزش سازه با طراحی، مأخذ: (نگارندگان)

## منابع

- ۱- احمدنژاد کریمی، مجید، محمودی کامل‌آباد، مهدی و عظیمی، مریم (۱۳۹۷)، وجوه و حدود دانش سازه در فرآیند طراحی معماری، صفه، ۲۸(۲): ۱۹-۳۲
- ۲- اخوت، هانیه و انصاری، مجتبی (۱۳۹۱). ارزیابی چگونگی ارتقاء سطح یادگیری دانشجویان مهندسی معماری در فراگیری مفاهیم سازه. انجمن آموزش عالی ایران، ۲۴(۲): ۹۹-۱۲۲
- ۳- اسلامی، غلامرضا و هدفی، فرزانه (۱۳۹۰). درآمدی بر جایگاه سازه در تبیین معماری و ضرورت آن در عینیت‌دهی به کالبد معماری. آرمانشهر، ۴(۶): ۱-۱۲
- ۴- انصاری، مجتبی، امیرخانی، آریب و اخوت، هانیه (۱۳۸۸). ارزشیابی میزان رشد یادگیری دانشجویان مهندسی معماری در فراگیری مفاهیم سازه به روش بهره‌گیری از طبیعت و مقایسه آن با سایر روش‌های متداول. آموزش مهندسی ایران، ۱۱(۴۳): ۵۹-۸۰
- ۵- انگل، هینو (۱۳۷۷). سیستم‌های سازه. ت علی گل‌صورت پهلووانی. تهران: کارنگ
- ۶- ایزدپناه، فرزین (۱۳۹۰). مزایای رویکرد سازنده‌گرایی در مقایسه با رویکرد قیاسی در آموزش سازه در معماری، دومین کنفرانس بین‌المللی سازه و معماری
- ۷- آلن، ادوارد (۱۳۹۰). ساختمان‌ها چگونه عمل می‌کنند. ت کتابون تقی‌زاده و محمود گلابچی. انتشارات دانشگاه تهران
- ۸- بی‌یر، فردینالد، جانستون، راسل و دولف، جان (۱۳۸۶). مقاومت مصالح. ت اردشیر اطمیابی. تهران: جویبار
- ۹- بی‌یر، فردینالد، جانستون، راسل، آیزنبرگ، البوت، کلاوزن، ویلیام و استاب، جورج (۱۳۸۸). استاتیک، چاپ سیزدهم. ت ابراهیم واحدیان. تهران: علوم دانشگاهی
- ۱۰- ترابی، فاطمه (۱۳۹۵). بررسی توانایی‌های نیمکره راست و چپ مغز دانش‌آموزان تیزهوش با و بدون اختلال یادگیری. فصلنامه افراد استثنایی، ۶(۲۱): ۲۳-۵۸
- ۱۱- تقی‌زاده، کتابون (۱۳۸۵). آموزه‌هایی از سازه‌های طبیعی، درس‌هایی برای معماران. هنرهای زیبا، ۲۸(۲): ۷۵-۸۴
- ۱۲- تقی‌زاده، کتابون (۱۳۹۴). مشکلات و پیچیدگی‌های انتقال مفاهیم سازه‌ای در فرآیند آموزش معماری. هنرهای زیبا، ۲۰(۴): ۸۷-۹۸
- ۱۳- تقی‌زاده، کتابون و وجدان‌زاده، لادن (۱۳۹۶). تحلیلی بر ضرورت استفاده از مدل فیزیکی در آموزش دروس سازه‌ای براساس مدل یادگیری بلوم. آموزش مهندسی ایران، ۱۹(۷۳): ۸۹-۱۱۷
- ۱۴- خاکی‌قصر، آزاده و پورمهدی قائم‌مقامی، حسین (۱۳۹۷). تحلیل یک تجربه آموزشی در دروس پایه معماری. هنرهای زیبا، ۲۳(۱): ۹۳-۱۰۴
- ۱۵- خورشیدی، بهزاد و عباس‌پور، ایوب (۱۳۸۷). طراحی سازه در معماری. تهران: نورپردازان
- ۱۶- روحی‌زاده، امیرضا، حافظی، محمدرضا، فرخ‌زاد، محمد و پناهی سیامک (۱۳۹۷). بهره‌گیری از طبیعت در آموزش طراحی سازه در معماری. باغ نظر، ۱۵(۶۸): ۶۱-۷۴
- ۱۷- سلیمانی، سارا (۱۳۹۲). تاثیر بکارگیری چندرسانه‌های تعاملی بر بهبود کیفیت آموزش سازه در رشته معماری. انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران، ۵(۵): ۷۵-۸۳
- ۱۸- سلیمانی، سارا و مولانایی، صلاح‌الدین (۱۳۹۶). ارائه الگوی کارآمد جهت ارتقاء سازه به دانشجویان معماری (با تأکید بر بازنگری محتوای درس)، آرمانشهر، ۲۳(۱۹): ۲۳-۳۳
- ۱۹- شاهرودی، عباسعلی، گلابچی، محمود و اربابیان، همایون (۱۳۸۶). بهره‌گیری از طبیعت برای آموزش موثر درس ایستایی در رشته معماری در ایران. هنرهای زیبا، ۳۱(۳): ۴۷-۵۶

- ۲۰- شورایعالی برنامه‌ریزی آموزشی (۱۳۷۷). مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس کارشناسی معماری. وزارت فرهنگ و آموزش عالی
- ۲۱- شورایعالی برنامه‌ریزی آموزشی (۱۳۹۲ الف). برنامه درسی دوره کارشناسی معماری. وزارت فرهنگ و آموزش عالی
- ۲۲- شورایعالی برنامه‌ریزی آموزشی (۱۳۹۲ ب). برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد معماری. وزارت فرهنگ و آموزش عالی
- ۲۳- عادل، حجت‌الله (۱۳۶۹). مقاومت مصالح، چاپ پنجم. تهران: کتابفروشی دهخدا
- ۲۴- کاپون، دیوید اسمیت (۱۳۸۸). مبانی نظری معماری غرب، جلد اول. ت علی یاران. تهران: شهیدی
- ۲۵- کدیور، پروین (۱۳۹۵). روان‌شناسی یادگیری. تهران: سمت
- ۲۶- گروت، لیندا و وانگ، دیوید (۱۳۸۶). روش‌های تحقیق در معماری. ت علیرضا عینی‌فر. انتشارات دانشگاه تهران
- ۲۷- گلابچی، محمود (۱۳۸۲). از آموزش سازه در رشته معماری چه انتظاری داریم؟ دومین همایش آموزش معماری
- ۲۸- گلابچی، محمود، وفامهر، محسن و عباسعلی شاهرودی (۱۳۸۲). بررسی و ارزیابی آموزش دروس فن ساختمان در رشته معماری، دومین همایش آموزش معماری
- ۲۹- لاوسون، برایان (۱۳۸۷). طراحان چگونه می‌اندیشند؛ ابهام‌زدایی از فرآیند طراحی. انتشارات دانشگاه شهید بهشتی
- ۳۰- محمودی کامل‌آباد، مهدی (۱۳۸۲). تجربه و آموزش سازه به دانشجویان معماری، دومین همایش آموزش معماری
- ۳۱- مور، فولر (۱۳۸۵). درک رفتار سازه‌ها. ت محمود گلابچی. انتشارات دانشگاه تهران
- ۳۲- مهدوی‌نژاد، محمدجواد و غزل وفائیان (۱۳۹۰). کاربرد الگوی مقداری در همسازی معماری و سازه، انجمن علمی معماری و شهرسازی ایران، (۲): ۶۱-۶۸
- ۳۳- میلانیس، مالکولم (۱۳۹۰). مبانی سازه برای معماران. ت محمود گلابچی و کتابیون تقی‌زاده. انتشارات دانشگاه تهران
- ۳۴- نائی، محمدحسن (۱۳۹۰). مقاومت مصالح، چاپ دهم. تهران: پوران پژوهش
- ۳۵- نائی، محمدحسن (۱۳۹۱). استاتیک، چاپ دوم. تهران: پوران پژوهش
- ۳۶- ندیمی، حمید (۱۳۹۱). آموزش علوم مهندسی یا طراحی مهندسی؛ تأملی درباره آموزش مهندسی در ایران. آموزش مهندسی ایران، (۵۶): ۱-۱۶
- ۳۷- وزیر، پرویز (۱۳۷۰). آموزش سازه، صغه، (۲): ۴۲-۵۱
- ۳۸- ویلسون، فارست (۱۳۷۸). سازه‌های معماری. ت عربلی شروه. تهران: انتشارات شباهنگ
- ۳۹- Alberti, L. Batista (1755). the Architecture of Leon Battista Alberti in Ten Books. Printed: Edward Owen
- ۴۰- Alexander, Christopher (1964). Notes on the Synthesis of Form. Harvard University press
- ۴۱- Asquith, Linday & Vellinga, Marcel (2006): Vernacular Architecture in the Twenty- First Century (Theory Education and practice), Tylor & Francis Group- London & New York
- ۴۲- Buchanan, Richard (2001). Design Research and the New Learning. Design Issues, 17(4): 3-23
- ۴۳- Charleson, A. (2005). Structure as Architecture. Oxford: Elsevier
- ۴۴- Clark, J. & Paivio, A. (1991). Dual Coding Theory and Education. Educational Psychology Review, 3(3): 1-62
- ۴۵- Cross, Nigel (2007). Designerly Ways of Knowing. Basel: Birkhauser
- ۴۶- Cross, Nigel, Naughton, J and Walker, D (1981). Design Method and Scientific Method. Design Studies, 2(4): 195-201
- ۴۷- Douglas M & Isherwood, B (1979). The World of Goods. London: Allen Lane
- ۴۸- Dubberly, Hugh (2004). How Do You Design, Dubberly Design Office? [http://www.dubberly.com/wp-content/uploads/2008/06/ddo\\_designprocess.pdf](http://www.dubberly.com/wp-content/uploads/2008/06/ddo_designprocess.pdf)
- ۴۹- Gazzaniga, M. S. (2005). Forty-five years of split-brain research and still going strong. Nature Reviews Neuroscience, 6(8):653-9
- ۵۰- Gero, John S. (2006). Design prototypes: a knowledge representation schema for design. AI Magazine archive, 11(4): 26-36
- ۵۱- Jones, J C (1970). Design Methods. London: Wiley
- ۵۲- Lawson, B (2004). What Designers Know. Oxford: Architectural Press
- ۵۳- Macdonald, A. (1994). Structure and Architecture. Britain: The Cromwell press
- ۵۴- March, Lionel (1976). The Logic of Design and The Question of Value. in March, Lionel (ed.). The Architecture of Form. Cambridge University Press
- ۵۵- March, Lionel (1984). The Logic of Design. in Cross, Nigel (1984). Developments in Design Methodology. John Wiley & Sons Ltd
- ۵۶- Mills, Criss (2011). Designing with Models, A Studio Guide to Architectural Process Models. John Wiley & Sons Inc.
- ۵۷- Noppeney U, Price CJ. (2004). Retrieval of abstract semantics. NeuroImage, (22): 164-70.
- ۵۸- Parker A, Dagnall N. (2009). Concreteness effects revisited: The influence of dynamic visual noise on memory for concrete and abstract words. Memory, 17(4): 397-410.
- ۵۹- Peters, R. S. (1966). Ethics and Education. London: George Allen and Unwin.
- ۶۰- Rittel, H. W. J., & Webber, M. M. (1984). Planning Problems Are Wicked Problems. in Cross, Nigel (1984). Developments in Design Methodology. John Wiley & Sons Ltd
- ۶۱- Rosihan M. Ali & Liew, Kee Kor (2007). Association between Brain Hemisphericity, Learning Styles and Confidence in Using Graphics Calculator for Mathematics. Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 3(2): 127-131
- ۶۲- Sadoski, M. & Paivio, A. (2004). A dual coding theoretical model of reading. In R. B.
- ۶۳- Schön, D.A. (1983). the reflexive practitioner: How professional think in action. Basic Books. New York
- ۶۴- Simon, Herbert (1969). the Sciences of the Artificial. MIT Press
- ۶۵- Sperry, R. W., Gazzaniga, M. S., & Bogen, J. E. (1969). The neocortical commissures: Syndrome of hemisphere disconnection. In, Handbook of clinical neurology. Vol. 4. Amsterdam: North Holland
- ۶۶- The New Grolier Webster international dictionary of the English language (1971). New York: Grolier Inc.
- ۶۷- Vitruvius. (1914). Ten Books on Architecture. Morris Hicky Morgan. London: Oxford University Press
- ۶۸- Wotton, Henry (1624). the Elements of Architecture. London: John Bill
- ۶۹- www.thefreedictionary.com