



اهداف آموزش سازه در برنامه درسی آموزش مهندسی معماری ایران

کاوه رستم‌پور^{۱*}

حسن حکمت^۲

امین مقصودی^۳

۱- استادیار گروه معماری، دانشکده مهندسی عمران و معماری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲- مربی گروه معماری، دانشکده مهندسی عمران و معماری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۳- گروه معماری، دانشکده مهندسی عمران و معماری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

The GOALS OF STRUCTURAL EDUCATION In The CURRICULUM OF ARCHITECTURAL ENGINEERING In IRAN

Kaveh Rostampour*¹

Hasan Hekmat²

Amin Maghsoudi³

- 1- Assistant Professor, Department of Architecture, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
- 2- Lecturer, Department of Architecture, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
- 3- Department of Architecture, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

نویسنده مسئول: k.rostampour@scu.ac.ir

*Corresponding Author: k.rostampour@scu.ac.ir

چکیده

با وجود اهمیت نقش سازه در آموزش معماری و پژوهش‌های صورت گرفته جهت بهبود آن، تاکنون تعریفی جامع از آموزش سازه و اهداف آن در رشته معماری ارائه نگشته است. لذا این پژوهش تلاش دارد با روش تحلیل محتوای کیفی برنامه درسی مهندسی معماری ایران و با رویکردی سامانه‌ای به این سوال پاسخ دهد که آموزش سازه در برنامه درسی مهندسی معماری ایران چه اهدافی را دنبال می‌نماید؟ آموزش سازه شامل فرآیند یاددهی- یادگیری مجموعه دروسی است که در سه لایه مختلف با هدف افزایش نگرش، توانش و دانش دانشجویان نسبت به مفهوم سازه و به‌کارگیری آن در طراحی معماری تعبیه شده‌اند.

بر این اساس تحلیل محتوای برنامه درسی مصوب سال ۱۳۷۷ مهندسی معماری نشان داد که در این برنامه ۳۹ واحد درسی به طور مستقیم و غیرمستقیم در آموزش سازه به دانشجویان معماری نقش ایفا می‌نمایند؛ با این حال علاوه بر عدم پرداختن ویژه به مقوله سازه در کارگاه‌های طراحی معماری، از لحاظ تقویت نگرش دانشجویان، مهارت آن‌ها در کاربست سازه و تبدیل دانش سازه به توانش در بعد محتوا، تمرینات و نوع واحدها دارای کاستی‌هایی بوده است. بخش عمده‌ای از این موارد در برنامه درسی جدید مصوب سال ۱۳۹۲ دانشگاه تهران با افزایش تعداد واحدهای مرتبط با سازه به ۴۷ واحد، به ویژه در حیطه نگرش و توانش، رفع گردیده و انتظار می‌رود در کنار اجرای مناسب به اهداف آموزشی بیشتری دست یابد.

واژه‌های کلیدی

آموزش معماری، برنامه درسی، سازه

Abstract

Despite the importance of the role of structure in architecture education and research to improve it, so far a comprehensive definition of structural education and its goals in the field of architecture has not been provided. Therefore, this study tries to answer the question of what are the goals of structural education in the Iranian architectural engineering curriculum with



the method of qualitative content analysis of the Iranian architectural engineering curriculum and with a systematic approach? Structural education includes the teaching-learning process of a set of courses that are embedded in three different layers with the aim of increasing students' attitudes, abilities and knowledge about the concept of structure and its application in architectural design.

Based on this, the content analysis of the curriculum approved in 1998 for architectural engineering showed that in this program, 39 courses directly and indirectly play a role in teaching structure to architecture students; However, in addition to not paying special attention to the category of structures in architectural design workshops, in terms of strengthening students' attitudes, their skills in using structures and turning structural knowledge into ability in terms of content, exercises and type of units have shortcomings. Most of these cases in the new curriculum approved in 1392 by the University of Tehran with the increase in the number of units related to the structure to 47 units, especially in the field of attitude and ability, have been eliminated and are expected to be implemented for more educational purposes.

Keywords: Architectural Education, Curriculum, Structure

۱- مقدمه:

یک دانش‌آموخته معماری در طول دوران تحصیل خود باید با شاخه‌های مختلف علوم انسانی، دانش فنی و هنر طراحی آشنایی لازم را پیدا کند؛ لیکن با وجود اهمیت کلیه این موارد، برخی از این حوزه‌ها دارای ویژگی‌هایی هستند که بر اهمیت آنها در مسیر آموزش معماری می‌افزاید. دروس فن ساختمان از اساسی‌ترین این مواد است؛ چرا که "بدون سازه مناسب، ساختمانی ساخته نخواهد شد و در نتیجه عملکردی نیز در آن جریان نخواهد داشت و بدون طراحی مناسب سازه‌ای، زیبایی و لذتی نمی‌تواند از آن حاصل شود"^۱ (MacDonald, 2001: xi). در حوزه فن ساختمان نیز آموزش سازه نقش چشمگیری نسبت به سایر موضوعات دارد.

با توجه به اینکه در تعریف اهداف سرفصل دوره کارشناسی معماری، تربیت معمارانی با مهارت‌های عمومی این رشته، به ویژه اهمیت بیشتر دروس طراحی و فن ساختمان، منظور گشته است می‌توان گفت در پایان این دوره از دانش‌آموخته انتظار می‌رود تا حدودی با مباحث فلسفی نقش سازه در ساختمان و به طور ویژه درک رفتاری سازه و مسائل مربوط به طراحی و محاسبه سازه در فرآیند طراحی ساختمان و نیز اجرای آن آشنا باشد تا بتواند به موازات مهندسی سازه - و نه به صورت مجزا و جدای از هم - در این فرآیند و نیل به طراحی مطلوب مشارکت نماید که محل ارزیابی نمود آن در عرصه‌های حرفه‌ای مانند دفاتر طراحی یا کارگاه‌های ساختمانی می‌باشد. لیکن به نظر می‌رسد این موضوع در سالیان اخیر مورد توجه چندانی قرار نگرفته و ضعف و نارسایی آن از طریق فعالان حرفه‌ای، مدرسان معماری و حتی خود دانشجویان مورد اشاره بوده است؛ به همین دلیل موضوع برخی پژوهش‌ها در زمینه آموزش معماری می‌باشد.

مشکل را می‌توان به دلایلی چون سطح پایین تراز آموزشی دانشجویان، مدرسی دروس سازه، برنامه‌های درسی ناکافی یا نامناسب، عدم استفاده از ابزار کمک آموزشی مانند کارگاه‌ها و آزمایشگاه‌های مجهز و یا اشکال در فرآیند یاددهی-یادگیری این دروس و ... نسبت داد. پژوهش‌های انجام شده چنین حکایت می‌کند که همه موارد فوق به نوعی با قوت و ضعف در این مشکل سهیم می‌باشند و در هر یک به نوبه خود به برخی از پیشنهادات یا راه حل‌ها اشاره شده است. لیکن بدون شک یکی از مهم‌ترین موارد، عدم تعریف دقیقی از اهداف آموزش سازه در برنامه درسی رشته معماری می‌باشد که بسیاری از مسائل و ابهامات مذکور از جمله روش‌های یاددهی و یادگیری از تبعات بعدی آن است. لذا پژوهش حاضر در تلاش است به این سوال اساسی پاسخ دهد که آموزش سازه در برنامه درسی رشته مهندسی معماری ایران چه اهدافی را دنبال می‌نماید؟



به وسیله این پاسخ، نیازهای آموزشی شناسایی می‌شود، بر اساس این نیازها برای نظام‌های درسی هدف‌گذاری شده و برنامه‌های آموزشی مطلوب تدوین می‌شود. سپس برای تحقق اهداف، سازماندهی لازم به عمل می‌آید و انجام امور، هدایت و رهبری می‌گردد (بازرگان، ۱۳۸۷: ۱۲). در این راستا از رویکردی سامانه‌ای استفاده خواهد شد؛ بدین معنی که نظام آموزش سازه به عنوان زیرسامانه‌ای از سامانه کلی آموزش معماری فرض می‌شود که می‌توان با نیازسنجی محیطی و تعیین اهداف آن، برنامه درسی مناسب را در قیاس با وضع مطلوب و برنامه موجود تدوین نمود. در نهایت می‌توان راهبردهای متناسب فرآیند آموزش سازه به تناسب هر درس و سایر درون‌دادهای نظام آموزش را اتخاذ نمود.

۲- روش پژوهش:

طیف جستجوی نظم یافته در آموزش شامل پژوهش، ارزیابی، توسعه و اشاعه می‌شود (همان). مقاله حاضر نیز از نظر تقسیم‌بندی‌های فوق در دسته پژوهش آموزشی قرار می‌گیرد. در ابتدا چارچوب نظری پژوهش که ارائه تعریف مفهومی از اهداف آموزش سازه در رشته معماری می‌باشد شکل می‌گیرد و پس از تطبیق آموزش سازه به دانشجویان معماری در دانشکده‌های مطرح دنیا با این تعریف مفهومی، اهداف عملیاتی آموزش سازه در برنامه درسی کارشناسی مهندسی معماری - با محوریت برنامه مصوب سال ۱۳۷۷ - به روش تحلیل محتوا استخراج خواهد شد؛ در نتیجه اشکالات موجود در برنامه آشکار می‌گردد. همچنین از آنجا که برنامه درسی جدید مهندسی معماری دانشگاه تهران از سوی وزارت علوم به دانشگاه‌ها ابلاغ گردیده است (شورای عالی برنامه‌ریزی، ۱۳۹۲)، محتوای آموزش سازه در این برنامه نیز نسبت به برنامه پیشین مورد نقد قرار خواهد گرفت. در این راستا از اسناد کتابخانه‌ای و برنامه‌های درسی مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم استفاده خواهد شد.

۳- پیشینه پژوهش:

با توجه به اهمیت موضوع آموزش سازه در رشته معماری، در سالیان اخیر و به ویژه پس از تغییر در نظام گزینش دانشجوی معماری توجه بیشتری به این امر شده و پژوهش‌هایی در مورد آن صورت گرفته است. ایجاد دوره‌های دکتری در این رشته که از اوایل دهه هفتاد صورت گرفت و نیز تغییر نظام آموزشی از کارشناسی ارشد پیوسته به دو دوره مجزای کارشناسی پیوسته و کارشناسی ارشد ناپیوسته، از تحولات مهمی بوده‌اند که در هدایت جامعه معماری کشور به سوی انجام پژوهش‌هایی در آموزش معماری موثر بوده است. همچنین افزایش کمی آموزشگاه‌های معماری در دوره‌های مختلف کاردانی پیوسته و ناپیوسته، کارشناسی پیوسته و ناپیوسته و حتی کارشناسی ارشد در موسسات مختلف آموزش عالی در سطح کشور از اتفاقات مهم این دوره بوده است که می‌توان دوره موثر اقدام به چنین پژوهش‌هایی را در بیست سال اخیر و بالاخص در دهه گذشته مشاهده نمود.

از سوی دیگر ضرورت توسعه و جبران خسارات کشور پس از جنگ تحمیلی باعث رشد سریع ساخت و ساز و کارگاه‌های ساختمانی در کشور شد که محل تبلور حضور دانش‌آموختگان معماری این سرزمین بوده‌اند و بر اهمیت امر مطالعه در آموزش معماری به ویژه در زمینه سازه افزوده است. افراد متعددی در این زمینه به پژوهش و عرضه نتایج آن در قالب کتاب، رساله دکتری و مقاله پرداخته‌اند. دکتر گلابچی با ترجمه کتبی چون "سازه در معماری"، "درک رفتار سازه‌ها"، "معمار + مهندس" و نیز با مقالات مختلفی در مجلات معتبر و همایش‌های کشور، سهم به‌سزایی در این بخش ایفاء نموده است. از کسانی که در رساله دکتری خود تحقیقات ارزشمندی را در این زمینه انجام داده‌اند می‌توان به آقای عباسعلی شاهرودی و خانم‌ها شیوا شایان‌فر و کتابیون تقی‌زاده اشاره کرد. همچنین آقای دکتر شاهرودی مقالات متعددی را در



همایش‌ها و مجلات ارائه نموده که از جمله آنها " آموزش درس سازه های نو در رشته‌ی معماری مبتنی بر مدل یاد گیری بلوم " است و در طی آن مطالعات مبتنی بر تحقیقات روان‌شناسی انجام گرفته است. خانم شایان‌فر در باب چپستی و ماهیت تکنولوژی به بحث پرداخته است. آقای سعید مشایخ فریدنی نیز که یک شماره کامل از مجله صفا را به خود اختصاص داده، به صورت نسبتاً جامعی به مسائل آموزش سازه به دانشجویان معماری پرداخته است. از دیگر مطالعات موجود می‌توان به پژوهش‌های افرادی چون محسن وفامهر و مهدی محمودی کامل آباد اشاره نمود. لیکن در بسیاری از پژوهش‌های انجام شده تعریف روشنی از آموزش سازه به دانشجویان معماری را نمی‌یابیم؛ با این حال می‌توان در خلال آن‌ها و اغلب با تعاریفی که از برخی اهداف و روش‌های آموزش سازه ارائه شده است، تلویحاً تعاریف مورد نظر را استخراج نمود.

به عنوان مثال با توجه به این جملات که "آموزش سازه بخشی از آموزش درس فن ساختمان می‌باشد" (گلابچی، وفامهر و شاهرودی، ۱۳۸۲) یا "اساتید این درس [سازه] در دانشکده‌های معماری، معمولاً فارغ‌التحصیلان دانشکده‌های فنی و مهندسی هستند که با همان روش‌های متداول در دانشکده‌های مهندسی چنین دروسی را در دانشکده‌های معماری تدریس می‌کنند" (گلابچی، ۱۳۸۲: ۱۸۹)، می‌توان چنین دریافت که احتمالاً منظور دروسی مانند سازه‌های فلزی، ایستایی و سازه‌های بتنی است که توسط مدرسین سازه به دانشجویان معماری تدریس می‌شود. با وجود آن که این درس مستقیماً و کاملاً به مباحث سازه‌ای در رشته معماری پرداخته‌اند، اما این تصور که آموزش سازه، تنها تدریس درس مذکور می‌باشد چندان نتیجه‌بخش نخواهد بود. همچنین در خلال پژوهش تقی‌زاده (۱۳۹۴) به صراحت از ۱۲ عنوان درسی در سرفصل رشته معماری به عنوان درس آموزش سازه یاد شده است که علاوه بر درس پیشین شامل دروسی چون ساختمان، طراحی فنی و شناخت مواد و مصالح نیز می‌گردد. لذا چنانچه مشاهده می‌شود با وجود توافقی که بر سر نقش در آموزش سازه وجود دارد، مفهوم جامعی از آن و حتی دروس مربوطه استنباط نمی‌گردد.

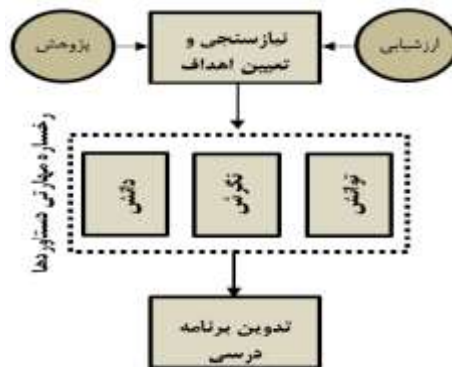
۴- مفهوم و اهداف آموزش سازه در رشته معماری:

در این مقاله، آموزش سازه به دانشجویان معماری با رویکردی سامانه‌ای مورد تحلیل قرار می‌گیرد. اولین گام در رویکرد سامانه‌ای به آموزش، نیازسنجی و تعیین اهداف آموزشی می‌باشد. اهداف عالی آموزش (پیامدها) در خلال پژوهش‌های آموزشی از میان مواردی چون بازار کار داخل، بازار کار برون مرزی، نظرات هیأت علمی معماری، معماران شاغل و سایر ذی نفعان استخراج می‌گردد (بازرگان، ۱۳۹۱) که تا کنون در این زمینه نیز مطالعه قابل ذکری انجام نگردیده است. هر چند طبق نظری که پیروان زیادی نیز دارد " هیچ گونه توافق عمومی بر سر اهداف دوره آموزش که به مدرک دانشگاهی و در نهایت به پروانه اشتغال در حرفه معماری منتهی می‌شود وجود ندارد " (حجت، ۱۳۸۲: ۸۲ - به نقل از Gardner, 1974) اما حداقل این امر در مورد آموزش سازه چندان صدق نمی‌نماید. ضمن آنکه امروزه در بسیاری از رشته‌های دانشگاهی و از جمله معماری، پیامدهای آموزشی^۱ کاملاً تعریف شده هستند. معمولاً اهداف سازه‌ای نیز بخش‌هایی از آن را تشکیل می‌دهد و به طور مجزا اهدافی برای آن ترسیم نشده است که در آموزش معماری ما نیز به صورت بارزتری به چشم می‌خورد. در بررسی‌های مختلفی که بر روی آموزش سازه به دانشجویان معماری در کشور ما انجام شده عمدتاً به اثر بخشی یا بهبود یادگیری در جریان فرآیند آموزش توجه شده است و هر چند در مواردی از این قبیل که "در رشته‌هایی که با کسب توانایی در کاربرد اطلاعات سر و کار دارند- مانند معماری-، هدف آموزش فراتر از خود یادگیری است و آن کسب توانایی



کاربرد یادگرفته‌هاست که به مفهوم انتقال یادگیری اشاره دارد^۱ (شاهرودی، ۱۳۸۷: ۲۰۷) اتفاق نظر وجود دارد، اما باز هم مراد، استفاده از این یادگیری در سایر بخش‌های فرآیند آموزش (به عنوان مثال در فرآیند طراحی معماری) بوده است. لیکن در ارزیابی سامانه‌های یک نظام آموزشی، فرآیند یاددهی - یادگیری تنها یکی از عناصر آن محسوب می‌شود و در این ارزیابی پیامدهای آموزش که مهم‌ترین آن‌ها در عرصه‌های حرفه‌ای و شغلی است نیز از مهم‌ترین ارکان و اهداف آن می‌باشد. لذا شاید بتوان اولین محل جهت بررسی اهداف آموزش سازه را از محتوای سرفصل دروس دوره کارشناسی معماری جستجو نمود. در این سرفصل، هدف از این دوره "پرورش استعداد خلاقه، انتقال دانشها و مهارتهای عمومی حرفه معماری و حصول کارآیی‌های عمومی در این رشته" (شورای عالی برنامه‌ریزی، ۱۳۷۷: ۴) تعریف گردیده که البته "حداکثر بهای ممکن به پروژه‌های طراحی معماری و دروس فنی و نظری پیرامون آن" (همان: ۴) داده شده است. چنانچه مشاهده می‌شود در آن اشاره مستقیمی به آموزش سازه در رشته معماری نگردیده است که با توجه به محوریتی که مباحث طراحی معماری در این دوره دارند طبیعی نیز به نظر می‌رسد. البته تلویحاً به نقش "دروس مربوط به سازه در کنار پروژه‌های طراحی که می‌خواهند روی ارتباط سازه و معماری تأکید داشته باشند" (همان: ۳) اشاره می‌گردد. همچنین با توجه به اینکه "قرار نیست دانشجویان معماری، مهندسین سازه شوند؛ بلکه منظور این است که اطلاعات آنها صرفاً در حد آشنایی با جنبه‌های سازه‌ای پروژه‌های خود یا در حد برقراری ارتباط منطقی با مهندسین سازه و حتی گاهی اوقات محاسبه بعضی از اجزاء سازه‌ای، محدود و مختصر نشود و هدف متعالی‌تر بهره‌برداری هوشمندانه و تمام عیار از توان سازه در تمام طول مراحل طراحی معماری است" (مشایخ فریدنی، ۱۳۷۷: ۷) چنین بر می‌آید که در این دوره، آموزش سازه به عنوان بخشی از دروس فنی پیرامون طراحی معماری جهت استفاده مناسب از آن تعریف شده است. همه این موارد اهمیت نقش پژوهش و ارزیابی‌های پایانی^۱ در آموزش سازه در معماری را برجسته‌تر می‌نماید.

با این پژوهش‌ها رخساره مهارتی دستاوردها تعیین و پس از آن در سه دسته دانش، توانش و نگرش تقسیم‌بندی می‌شوند (همان). لذا نظام آموزش سازه به دانشجویان معماری نیز می‌بایست محتوای قابل عرضه در این سه دسته را دارا باشد. با کمی تعمق بیشتر در برنامه‌های درسی دوره کارشناسی رشته معماری درمی‌یابیم که پرداختن به آموزش سازه، به تناسب این سه دسته در سه لایه مجزا قابل بررسی است. در لایه اول می‌توان نگرش تاریخی و فلسفی نسبت به مبحث سازه و ارتباط آن با رشته معماری را احساس نمود. در این لایه سعی می‌گردد ارتباط و اهمیت سازه در معماری در طول تاریخ و در جنبش‌های معماری معاصر و یا در فرم‌های برگرفته از طبیعت و نیز نوع نگاه به مبحث سازه و فناوری، مثل ابزاری یا غیر ابزاری بودن (شایان فر، ۱۳۸۷)، به دانشجویان آموزش داده شود. در این لایه می‌توان دروسی چون "آشنایی با معماری جهان"، "آشنایی با معماری معاصر"، "آشنایی با معماری اسلامی"، "انسان طبیعت و معماری" و "مبانی نظری معماری" را در برنامه درسی موجود مهندسی معماری ایران مشاهده نمود که در آن‌ها مبحث سازه به صورت نهفته و یا آمیخته با بسیاری از مباحث دیگر مرتبط با معماری مطرح می‌شود. این لایه بیشتر بر روی ایجاد نگرش در دانشجویان متمرکز است.



شکل ۱: نحوه تدوین برنامه درسی در رویکرد سامانه‌ای

منبع: نگارندگان با اقتباس از بازرگان، ۱۳۸۷

در لایه دوم می‌توان پرداختن به مسائلی چون ادراک حسی از سازه و درک الزامات بنیادین آن (تعادل، پایداری، مقاومت، عملکرد، اقتصاد و زیبایی) و مهم‌تر از همه نحوه به‌کارگیری آن در طراحی معماری و جزئیات آن را مشاهده نمود. این مجموعه دروس در واقع مهم‌ترین نقش را در آموزش سازه به دانشجویان معماری ایفاء می‌نماید و دروسی چون "مقدمات طراحی معماری"، "ساختمان ۱ و ۲"، "طراحی فنی ساختمان" و "سازه‌های نو" (اختیاری) را شامل می‌شود. در این لایه نیز مباحث سازه‌ای به صورت آمیخته اما آشکارتر از لایه اول با سایر مباحث مد نظر قرار می‌گیرد؛ چرا که کل آن‌ها از مجموعه دروس فن ساختمان هستند و نقش زیادی به تجربه و کار عملی در آن‌ها داده شده است. در این لایه از دروس بیشتر می‌توان نقش آموزش مهارت (توانش) را مشاهده نمود.

لایه سوم مستقیماً مباحث عینی و محاسبات سازه‌ای را به دانشجویان معماری آموزش می‌دهد و چنانچه ذکر شد عمده‌تاً این دروس به عنوان آموزش سازه در رشته معماری مد نظر قرار گرفته‌اند. برخلاف دروس دولایه اول، این دروس از پیوستگی برخوردارند و شامل ریاضیات، ایستایی، مقاومت مصالح و سازه‌های فلزی و سازه‌های بتنی می‌باشد که در طول یکدیگر قرار دارند. هدف از آموختن این دروس، در ابتدا شناخت نیروها و رفتارها و قانونمندی‌های آن در سازه و سپس آشنایی با محاسبه اجزاء مختلف سازه‌ای از قبیل فونداسیون، ستون، تیر و ... در مقابل این نیروها می‌باشد. این لایه، آموزش دانش محض سازه را در بر گرفته است.

پس چنانچه مشاهده می‌شود، در صورتی که بخواهیم به آموزش سازه در رشته معماری به عنوان یک نظام فرعی از کل نظام دوره کارشناسی مهندسی معماری بپردازیم، می‌بایست علاوه بر دروس و مباحثی که مستقیماً سازه را هدف قرار داده‌اند، به دنبال سیر تاریخی، فلسفی، درک احساسی، الزامات و کاربرد آن در طراحی معماری نیز بود تا به این پدیده در یک مسیر کامل پرداخت و پس از آن قادر خواهیم بود تا اهداف آموزش سازه در رشته معماری را بررسی و تبیین نماییم. لذا می‌توان گفت آموزش سازه در رشته معماری فرآیند یاددهی-یادگیری مجموعه دروسی در سرفصل دوره کارشناسی معماری به دانشجویان این رشته است که به صورت تفکیکی یا ترکیبی، در طیفی گسترده - از نقش تاریخی و فلسفی آن در شکل‌گیری معماری، ادراک احساسی و الزامات اساسی و به کارگیری آن در تلفیق با طرح‌های معماری گرفته تا شناخت رفتار نیروها و محاسبه عناصر سازه‌ای ساختمان در مقابله با آنها- جهت ارتباط مناسب سازه با طراحی معماری و با هدف نهایی استفاده از آن در عالم حرفه‌ای تعبیه گشته‌اند.



۵- آموزش سازه در برنامه درسی دانشگاه‌های مطرح دنیا:

این پژوهش به منظور آشنایی با نحوه آموزش دروس سازه در دیگر دانشگاه‌های جهان و آشنایی با تجربیات و اصول به کارگرفته شده در نظام آموزشی آن‌ها و نیز جایگاه این دروس در فرآیند یادهی- یادگیری برنامه آموزشی رشته معماری در سه دانشگاه انستیتو تکنولوژی ماساچوست آمریکا، دانشگاه دلف در کشور هلند و دانشگاه ملی سنگاپور^۱، از سه قاره آمریکا، اروپا و آسیا، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد. اساساً این دانشگاه‌ها بر اساس آمار سایت www.topuniversities.com که بررسی و رتبه بندی دانشگاه‌ها در رشته های مختلف دانشگاهی می پردازد، حائز رتبه اول در سه قاره آمریکا، اروپا و آسیا از نظر کیفیت آموزش در رشته معماری در سال ۲۰۱۸ میلادی گردیده‌اند. لذا فرآیند آموزش سازه در برنامه درسی هر یک از این سه دانشکده معماری به طور مجزا مورد مطالعه قرار می‌گیرد تا دروس مرتبط با مفهوم سازه و جایگاه آن‌ها در سه حیطه دانش، نگرش و توانش و ارتباط آن‌ها با یکدیگر مشخص گردد. لازم به ذکر است از آنجا که شرح کامل دروس به مانند برنامه درسی در ایران تدوین نگشته، این تقسیم‌بندی بر اساس اهداف اعلام شده در برنامه درسی این دانشگاه‌ها انجام گرفته است.

الف-انستیتو تکنولوژی ماساچوست:

براساس برنامه آموزشی این دانشگاه در مقطع کارشناسی رشته معماری، دانشجو می‌بایست ۱۸۰ واحد دروس معماری در مباحث مختلف را طی کند تا بتواند این دوره را با موفقیت پشت سر بگذارد. به طور کلی دروس در این دانشگاه به سه دسته دروس «طراحی معماری»، دروس «آکادمیک در زمینه دانش هنر، تاریخ، کاربرد کامپیوتر و فناوری ساختمان» و همچنین دروس «اختیاری» طبقه‌بندی می‌شوند. با تحلیل محتوای برنامه درسی این دانشگاه و با رویکردی سامانه‌ای به آموزش سازه در معماری، می‌توان دروس مرتبط با آموزش سازه را طبق جدول ۱ دسته‌بندی نمود. چنانچه مشاهده می‌شود بیش از نیمی از واحدهای درسی (۹۶ واحد) در ارتباط نسبتاً مستقیم با آموزش سازه قرار دارند که با فن‌محور بودن این دانشکده متناسب به نظر می‌رسد. همچنین حضور مستقیم آموزش سازه در دروس "مقدمات طراحی ۲" و "طراحی معماری ۲" از دیگر نکات برجسته این برنامه‌ریزی است که حصول هدف نهایی آموزش سازه (به‌کارگیری مفاهیم سازه در طراحی معماری) را ساده‌تر می‌نماید. از این رو می‌توان توزیع مناسب آموزش سازه در دسته‌های مختلف دروس و در حیطه نگرش، دانش و توانش و به ویژه نقش آن در دروس طراحی معماری را از ویژگی‌های بارز این دانشکده عنوان نمود.

ب-دانشگاه فنی دلف:

دانشگاه فنی دلف نیز برای رشته معماری برنامه‌ای آموزشی شامل ۱۸۰ واحد درسی در نظر گرفته است که ۶۰ واحد آن به مبحث طراحی، ۲۵ واحد در ارتباط با مباحث تکنولوژی ساخت، ۲۰ واحد مباحث اصول مقدماتی معماری، ۱۵ واحد مباحث مرتبط جامعه‌شناسی، ۱۵ واحد مهارت‌های پژوهشی و ۱۵ واحد در زمینه ارائه معماری اختصاص یافته‌اند. برنامه آموزشی این دانشگاه در ارتباط با آموزش مباحث سازه ای به شرح جدول ۲ می‌باشد. چنانچه مشاهده می‌شود از مجموع این واحدها، ۵۰ واحد درسی در ارتباط با آموزش سازه قرار دارند. در اینجا نیز به مانند انستیتو تکنولوژی ماساچوست نقش پررنگ سازه در دروس طراحی معماری ۲ و ۶ قابل توجه است.

ج-دانشگاه ملی سنگاپور:

دانشگاه ملی سنگاپور برنامه آموزشی رشته معماری در دوره کارشناسی را در ۹۲ واحد آموزشی تعریف نموده است. این

^۱ Massachusetts Institute of Technology
^۲ Delft University of Technology
^۳ National University of Singapore



واحدهای آموزشی در ۶ ترم و در طول سه سال ارائه می‌شوند که دروس سازه‌ای در این برنامه را می‌توان بر اساس جدول ۳ دسته‌بندی نمود. به تناسب کاهش تعداد واحدها و طول دوره، می‌توان نقش کمتر دروس سازه در این برنامه درسی (۲۴ واحد) به ویژه در طراحی معماری را مشاهده نمود.

جدول ۱: اهداف و برنامه درسی آموزش سازه در انستیتو تکنولوژی ماساچوست

منبع: نگارندگان

هدف آموزش	عنوان درس	هدف مطلوب درس
فلسفی سازه تاریخی- نقش طراحی- تکرین	-آشنایی با معماری مدرن(۱۳ واحد)	نقش سازه در جنبش‌های معماری در قرن ۳۰
	-ساختمان سازی اسلامی(۱۳ واحد)	قنون ساختمان‌سازی و سازه‌ها در معماری اسلامی
۲۴ واحد		
سازه و کاربست درک حسی از توانش	-آموزش طراحی معماری ۲(۲۴ واحد)	طراحی مبتنی بر دانش سازه‌ای و استفاده از تکنولوژی ساخت
	-مقدمات طراحی و تکنولوژی ساخت(۱۳ واحد)	آشنایی اولیه با سازه‌ها و تاثیر آن‌ها بر شکل‌گیری فرم
۳۶ واحد		
سازه و محاسبه اجزای آن دانش	-مقدمات طراحی سازه‌ای(۱۳ واحد)	آشنایی با چگونگی انتقال نیرو در سازه و نحوه محاسبه آنها
	-تکنولوژی‌ها نو در ساختمان(۱۳ واحد)	سازه‌های جدید و زیست محیطی در ساختمان‌سازی
	-تکنولوژی‌های ساختمانی(۱۳ واحد اختیاری)	آشنایی با انواع سازه‌ها و روش‌های مختلف اجرایی
۳۶ واحد		

جدول ۲: اهداف و برنامه درسی آموزش سازه در دانشگاه فنی دلف

منبع: نگارندگان

هدف آموزش	عنوان درس	هدف مطلوب درس
سازه فلسفی تاریخی- نقش تکرین	تاریخ خانه سازی، ساختمان سازی و طراحی محیط(۵ واحد)	آشنایی با تاثیر سازه بر معماری و شهرسازی در دوره‌های مختلف تاریخی
۵ واحد		
سازه و کاربست درک حسی از توانش	-آموزش طراحی معماری ۲(۱۰ واحد)	طراحی و توجه به اصول مهندسی سازه در ساختمان
	-آموزش طراحی معماری ۶(۱۰ واحد)	طراحی بر مبنای تکنولوژی‌های جدید سازه‌ای
۲۰ واحد		
سازه و محاسبه اجزای آن دانش	-علوم فنی ۱(۵ واحد)	آشنایی با مباحث نیرو و انواع آنها و نحوه محاسبه
	-علوم فنی ۲(۵ واحد)	شناخت نوع نیروها در سازه‌های مختلف معماری
	-طراحی اقلیمی و سازه‌ای(۵ واحد)	تاثیر شرایط اقلیمی و سازه بر فرم معماری
	-مصالح شناسی و سازه(۵ واحد)	شناخت انواع مصالح مطلوب مصالح و سازه در معماری
	-سازه و جزئیات(۵ واحد)	تسلط یافتن بر جزئیات اجرایی سازه‌ها
۲۵ واحد		

با بررسی برنامه درسی آموزش سازه به دانشجویان معماری در سه دانشگاه یاد شده می‌توان مشاهده نمود که در دو انستیتو تکنولوژی ماساچوست و دانشگاه دلف علاوه بر تعریف دروسی که بر ابعاد دانش و نگرش دانشجویان در فرایند یاددهی-یادگیری دروس سازه اثر می‌گذارد، سعی شده با تدوین دروسی که مرتبط با مبحث طراحی است بر جنبه توانش دانشجویان



در به کارگیری مباحث سازه‌ای در زمینه طراحی اثرگذاری بیشتری حاصل گردد. به عنوان نمونه دو درس از مجموعه دروس طراحی در این دانشگاه‌ها با توجه به مباحث آموزش سازه تعریف شده است. در خلال این برنامه‌های آموزشی، دانشجو می‌تواند ارتباطی پیوسته را در فرآیند آموزش سازه ادراک نماید؛ زیرا دروس یاد شده در زمینه طراحی در این دو دانشکده به طور کامل به جنبه‌های سازه‌ای، ساختاری و فناوری ساختمان در کارگاه‌های طراحی می‌پردازند. با این حال دانشگاه ملی سنگاپور بر اساس برنامه آموزشی خود تأکید اصلی را در فرآیند آموزش سازه بر جنبه‌های دانش و نگرش قرار داده است و در دروس آموزش طراحی معماری، درسی مختص به آموزش سازه در فرآیند طراحی معماری تعریف ننموده و تنها در یکی از دروس طرح، سازه به عنوان موضوعی مورد توجه مطرح شده است؛ به عبارت دیگر در این برنامه آموزشی جنبه دانش سازه‌ای دانشجو که هدف نهایی می‌باشد در فرآیند آموزش مورد غفلت قرار داشته است. در نتیجه ادغام موضوع سازه با طراحی معماری را می‌توان کلید موفقیت آموزش سازه در رشته معماری در این دانشگاه‌ها قلمداد نمود.

جدول ۳: اهداف و برنامه درسی آموزش سازه در دانشگاه ملی سنگاپور

منبع: نگارندگان

هدف آموزش	عنوان درس	هدف مطلوب درس
تاریخ سازه	-تاریخ معماری غرب (۴ واحد)	آشنایی با تئوری‌های معماری غرب و نقش سازه در آن‌ها
	-معماری جنوب شرقی آسیا (۴ واحد)	شناخت معماری جنوب شرقی آسیا و سازه‌های سنتی
	۸ واحد	
در معماری کاربرد آن، سازه و سیستم‌های انتقال بار	طرح ۲ (۸ واحد)	شناخت انواع سازه‌ها و فرم‌های شکل گرفته از آن‌ها
	۸ واحد	
محاسبه اجزای سازه و مقاومتی	-اصول سازه (۴ واحد)	آشنایی با انواع نیرو و محاسبه آنها
	-زمین‌شناسی و معماری (۴ واحد)	زلزله و آشنایی با محاسبه نیروهای آن در ساختمان
	۸ واحد	

۶- آموزش سازه در برنامه درسی مهندسی معماری در ایران:

بررسی برنامه‌های درسی به عنوان یکی از مهم‌ترین دروندادهای نظام آموزش باید ارزیابی شود تا امکان بهبودی نظام آموزشی فراهم آید. کارکردهایی که برای ارزیابی برنامه‌های درسی می‌توان منظور داشت مواردی چون تشخیص مشکلات یادگیری برای توصیه مواد آموزشی مناسب، تجدید نظر در برنامه درسی، مقایسه برنامه‌ها و برخی عوامل دیگر نظام آموزشی، پیش‌بینی نیازهای آموزشی و تعیین اینکه آیا هدف‌های آموزشی تحقق یافته اند را در بر می‌گیرد (بازرگان، ۱۳۸۷: ۶۴، به نقل از Eisner, 1985).

چنانچه این عوامل را بر آموزش دروس سازه به عنوان یک نظام در رشته معماری تطبیق دهیم، باز هم متوجه خواهیم شد که مهم‌ترین گام، تعیین اهداف آموزشی است تا پس از آن بتوانیم در مورد این که آیا هدف‌های آموزشی در قالب این برنامه درسی تحقق یافته‌اند یا خیر نظر دهیم و پس از آن می‌توان در مورد تجدید نظر در برنامه‌ها، پیش‌بینی نیازها و مشکلات یادگیری و یا قیاس با سایر عوامل نظام اظهار نظر نمود. لذا با تأکید مجدد بر نقش تعیین اهداف آموزشی در تدوین برنامه درسی در قالب پژوهش‌ها و ارزیابی‌هایی مفصل و مجزا، در ادامه برنامه درسی کارشناسی پیوسته مهندسی



معماری مصوب سال ۱۳۷۷ تحلیل خواهد شد تا برنامه درسی آموزش سازه در آن و دروس متناظر هر لایه و کم و کیف محتوای آن استخراج گردد.

■ دروس لایه اول :

چنانچه اشاره شد وظیفه این دسته دروس، دادن نگرش نسبت به سیر تاریخی و فلسفی بحث سازه می‌باشد و شامل دروس مبانی نظری معماری، آشنایی با معماری جهان، آشنایی با معماری معاصر، آشنایی با معماری اسلامی و انسان، طبیعت و معماری است که در مجموع ۱۳ واحد از کل واحدهای این دوره را تشکیل می‌دهند. موضوع سازه در معماری به صورتی کاملاً آمیخته با کلیه مسایل تأثیرگذار در تاریخ و مبانی نظری و فکری معماری و بعضاً به صورت نهفته در آن‌ها مطرح می‌گردد. در سرفصل مصوب جدید معماری معاصر و معماری اسلامی هر یک در دو نیم‌سال ارائه گشته‌اند که ضمن افزایش تعداد واحد به ۱۵، انتظار از پرداختن به مباحث سازه را نیز افزایش می‌دهد.

۱- مبانی نظری معماری: چنانکه از نام آن نیز بر می‌آید، در سی که در جهت گیری نگرش فلسفی دانشجویان نسبت به مباحث نظری معماری از جمله نقش سازه انتظار زیادی از آن می‌رود همین درس است. اما در تحلیل محتوای سرفصل آن تقریباً هیچ‌گونه اشاره مستقیمی به این بحث مهم نشده است و شاید اشاره به " بحث‌هایی در مورد دانش‌هایی که مهندسی معمار باید به آن مسلط باشند، که می‌توان به دو دسته دانش‌های علمی و دانش‌های هنری تقسیمشان نمود " (شورای عالی برنامه ریزی، ۱۳۷۷: ۳۲) موضوعی مرتبط با آن باشد. همچنین در خلال آن، اولویت به معماری در ارتباط با فرهنگ نسبت به سایر موارد تأثیرگذار بر معماری از جمله تکنولوژی - که سازه نیز بخشی از آن است - داده شده است. از این روی، تکنولوژی و به تبع آن سازه به صورت ابزاری در معماری تعریف شده است. حال آنکه از این درس انتظار می‌رود تا فرصتی برای بروز و ظهور سایر دیدگاه‌ها نسبت به سازه و تکنولوژی و تحلیل و نقد آن‌ها را باز نماید و از یک‌سویه‌نگری بپرهیزد.

۲- انسان، طبیعت و معماری: برخلاف اینکه در بخشی از بیان هدف این درس " آشنایی با اصلی‌ترین مبانی پیدایش صور موجود در محیط، اعم از صور طبیعی و ساخته دست انسان " (همان: ۲۵) می‌باشد، اما با تعمق بیشتر مشخص می‌شود که اصولاً مقوله سازه و حتی فناوری در موضوعات آن قرار ندارد. در حالی که این درس می‌تواند به الهامات سازه‌ای از طبیعت و انسان (جلالی و گلابچی، ۱۳۹۷) و نگاه به سازه از جایگاه طبیعی آن بپردازد و در شکل‌گیری مبانی نظری دانشجویان کمک شایانی نماید. در موضوعات نظری سرفصل جدید لحاظ نمودن رابطه معماری با سازه و ساخت و در بخش عملی توسعه و تکمیل طرح‌های برگرفته از طبیعت و نیز ساخت مدل‌های فیزیکی به عنوان نتیجه عملی تحقیق (شورای عالی برنامه ریزی، ۱۳۹۲: ۲۹ و ۳۰) را می‌توان در راستای رفع نقایص پیشین ارزیابی نمود.

۳- آشنایی با معماری جهان: هر چند که در سرفصل این درس که به صورت دو واحد نظری است به مبحث سازه تنها به عنوان _____ و _____ از ویژگی‌های مهم معماری گوتیک پرداخته است، لیکن در طول تاریخ معماری جهان همواره مباحث فناوری ساخت و مواردی چون طاق زدن بر دهانه‌ای وسیع‌تر یا روش‌های ابتکاری در پوشش‌ها به عنوان مسأله‌ای مهم و نقاط عطف تاریخ معماری مطرح بوده است. سرفصل جدید نیز تفاوت‌چندانی با سرفصل پیشین ندارد و می‌توان رابطه سازه با معماری هر تمدن یا منطقه را در ارائه مطالب لحاظ نمود.

۴- آشنایی با معماری معاصر: تاریخ معماری معاصر جهان به طرز شگرفی با مسأله سازه و فناوری عجین گشته است، به طوری که بعد از انقلاب صنعتی به تدریج مسأله جدایی و عقب‌افتادگی معماری از مهندسی مطرح شد تا اینکه در اواخر



قرن نوزده و ابتدای قرن گذشته با شکل‌گیری جنبش معماری مدرن، جنبش‌های معماری قرن بیستم به شدت با مسأله سازه گره خورد. همچنین پیشرفت سریع فناوری و پیدایش جنبش‌های خلف معماری مدرن همچون های‌تک، اکوتک، ارگانی‌تک و ... و عظیم‌ترین ساختمان‌های قرن گذشته که توسط معماران این سبک‌ها شکل گرفته‌اند، سازه را صرفاً از یک ابزار خارج و بعضاً به یک غایت در معماری تبدیل کرده است. حتی بعضی از جنبش‌های فرهنگ‌گرا مسأله اصلی خود را در نوع تقابل با مسأله فناوری و سازه مطرح می‌کنند که همه این موارد نقش پر رنگ این درس را در آشنایی با موضوع سازه در معماری می‌نمایاند. در حالی که در طول بررسی سر فصل این درس که به صورت دو واحد نظری ارائه می‌شود نیز متأسفانه اهمیت و نیز نوع پرداختن به این مسأله را به خوبی دریافت نمی‌کنیم.

در برنامه جدید، معماری معاصر به دو درس دو واحدی تقسیم گردیده است. با وجود آن‌که پرداختن به "سازه‌گرایی در معماری" به عنوان یکی از مباحث معماری معاصر ۲ مطرح شده است لیکن انتظار می‌رود با افزایش مدت زمان اختصاص یافته به این درس، مباحث سازه و نقش آن در معماری معاصر با تفصیل بیشتری مورد بررسی قرار گیرد.

۵ - آشنایی با معماری اسلامی: به تبع نقش اساسی سازه در شکل‌گیری معماری در تاریخ معماری دنیا، معماری ایرانی و اسلامی نیز همواره شاهد اهمیت این نقش بوده است. از اشکالاتی که در استفاده نامناسب از سنگ در برخی عناصر سازه‌های در معماری پارسی گرفته تا هدیه معماری ایرانی به جهان معماری (پوشش گنبد بر زمینه مربع) و پس از آن اصل نیارش به عنوان یکی از اصول معماری ایرانی (پیرنیا، ۱۳۸۲)، همه مؤید نقش سازه در شکل‌گیری معماری ایرانی - اسلامی می‌باشد که می‌بایست در طول بررسی‌هایی که در این درس - چهار واحد مرکب از سه واحد نظری و یک واحد عملی را به خود اختصاص داده است - بر روی بناهای مختلف انجام می‌گیرد نقش ویژه‌ای را برای آن قائل بود. داشتن کارگاه مجهز مصالح و ساخت می‌تواند در اجرای درست این درس نیز کمک قابل ملاحظه‌ای نماید. در سرفصل جدید، معماری اسلامی نیز در دو بخش و در مجموع پنج واحد ارائه می‌گردد که "نیارش سازه‌های طاقی" به عنوان یکی از عناوین معماری اسلامی ۱ مورد توجه قرار گرفته است.

در برنامه جدید، در سی تحت عنوان "فرآیند طراحی در معماری" گنجانده شده است که در بخشی از سرفصل آن به موضوع "ساختار و مصالح" و "سیستم‌های ساختمانی" در فرآیند طراحی معماری پرداخته می‌شود و می‌تواند در تقویت نگرش دانشجویان نسبت به نقش سازه در طراحی معماری موثر باشد.

■ دروس لایه دوم :

این مجموعه دروس، وظیفه شناخت و درک حسی نسبت به سازه و الزامات آن (زیبایی، پایداری، مقاومت، اقتصاد) و نحوه تلفیق یا به‌کارگیری و اجرای آن توسط دانشجو در طرح‌های معماری را بر عهده دارند و شامل کارگاه مصالح و ساخت، مقدمات طراحی معماری ۲، ساختمان ۱ و ۲، طراحی فنی ساختمان که جمعاً از ۱۵ واحد تشکیل شده‌اند می‌باشد. برای دانشجویان معماری، این دروس از مهم‌ترین دروس مجموعه مربوط به آموزش سازه هستند که به همین دلیل قریب به نیمی از آن‌ها را تشکیل می‌دهند. در سرفصل این درس - که غیر از درس مقدمات طراحی معماری، از مجموعه دروس فنی ساختمان محسوب می‌گردند - مبحث سازه هر چند که کماکان به صورت آمیخته با مباحث فنی ساختمان مطرح می‌شود اما کاملاً نقشی محوری را بازی می‌نماید.

۱- کارگاه مصالح و ساخت: این درس که به صورت دو واحد عملی ارائه می‌شود یکی از موثرترین دروس ارتباط حسی و تجربی دانشجو با مصالح و روش‌های ساخت است که اهداف آن شامل آشنایی عملی با بعضی از مواد و مصالح، افزایش



توانایی دانشجویان در ساختن بعضی اشیاء و درک نقش مواد و مصالح در شکل‌گیری آثار معماری قید شده است (شورای عالی برنامه‌ریزی، ۱۳۷۷: ۱۷). با استفاده از تمریناتی چون تجربه عملی برخی فنون اولیه ساخت بنا چون دیوارسازی، طاق‌زنی و کاربندی و ... در کارگاه‌های مجهز تعبیه شده به این منظور می‌توان انتظار حداکثر بازدهی این درس را داشت. به نظر می‌رسد قرارگیری این درس در نیم‌سال اول، حصول برخی از این اهداف را با دشواری روبرو ساخته است.

در برنامه درسی جدید، این درس در مقدمات طراحی معماری ۱ ادغام گردیده است (شورای عالی برنامه‌ریزی، ۱۳۹۲: ۱۷) که این امر می‌تواند باعث عدم تمرکز کافی بر روی مصالح و ساخت نسبت به برنامه پیشین گردد. در این برنامه بر "آشنایی با ابزار و روش‌های ساخت احجام و مدل‌ها" به عنوان بخشی از تمرینات اساسی پیش‌بینی گشته که در صورت غفلت می‌تواند تنها منجر به ساخت ماکت ترکیبات حجمی (مورد اشاره در سرفصل) منجر گردد.

۲- مقدمات طراحی معماری ۲: در تشریح سرفصل این درس گفتگوی میان سازه و طرح به عنوان یکی از عوامل نقد بناها تعریف شده است که می‌بایست توسط دانشجویان و با روش مکاشفه انجام گیرد تا بتواند نهایتاً در طرح‌های معماری استفاده شود. لذا این درس نیز به مانند کارگاه مصالح و ساخت می‌تواند با ارائه تمریناتی مناسب، بهترین محل برای تقویت شناخت و ادراک حسی نسبت به مسأله سازه در ارتباط با طرح‌های معماری باشد.

در برنامه جدید نیز یکی از اهداف مهم این درس "آشنایی دانشجویان با نقش و جایگاه سازه به عنوان استخوان‌بندی اصلی بنا در معماری" قرار گرفته که با "آشنایی دانشجویان با مصالح و نقش آن‌ها در شکل‌گیری طرح" (شورای عالی برنامه‌ریزی، ۱۳۹۲: ۱۹) تکمیل می‌گردد. در واقع بخش دیگری از مباحث درس کارگاه مصالح و ساخت در این درس ارائه می‌شود.

۳- ساختمان ۱: به طور کلی مباحث دروس ساختمان به بررسی فناوری ساخت می‌پردازد که بخش عمده‌ای از آن را مباحث سازه تشکیل می‌دهد. لذا در ساختمان ۱ مباحث اساسی برپایی یک ساختمان با سازه سنتی شامل پی، پایه و پوشش و پرداختن به جزئیات آن مد نظر است. این درس به دلیل تحت پوشش داشتن نوعی از فناوری که بخش وسیعی از فرهنگ ساختمانی کشور ما را در بر گرفته است (سازه‌های سنتی) و نیز ارتباط نزدیک میان معماری و سازه از اهمیت زیادی برخوردار است و به صورت دو واحد نظری ارائه می‌شود. لذا در برخورد صرفاً نظری با مباحث آن بسیاری از مطالب و آموزش‌هایی که با کار عملی انجام می‌گیرد مغفول مانده‌اند. عدم وجود واحد عملی در این درس می‌تواند بر روی بازدهی آن موثر باشد. در برنامه جدید نیز تغییر چندانی در اهداف آن مشاهده نمی‌گردد.

۴- ساختمان ۲ و گزارش کارگاه: این درس که در ادامه مباحث ساختمان یک و به صورت سه واحد مرکب از دو واحد نظری و یک واحد عملی ارائه می‌شود، به بخش دیگری از سیستم‌های ساختمانی مورد استفاده در کشور، شامل ساختمان‌های اسکلتی می‌پردازد. لذا با توجه به همان اهمیتی که در تشریح درس ساختمان ۱ به آن اشاره شد، این درس نیز با مباحث مربوط به سازه‌های اسکلتی علی‌الخصوص شامل نظارت و اجرا می‌تواند در آینده شغلی و حرفه‌ای دانشجویان نقش بسیار مهمی را ایفاء نماید و به عنوان مکمل دروس محاسباتی سازه‌های قابی از جمله بتنی و فلزی باشد. تغییر عمده این درس در برنامه جدید حذف دو واحد عملی از مجموع سه واحد و تبدیل آن به درس با دو واحد نظری و کاهش ساعت کلی آن از ۵ ساعت به ۲ ساعت می‌باشد که با مأموریت اصلی درس، توانش، تا حدودی متناقض است.

۵- طراحی فنی ساختمان: این درس سه واحدی، متشکل از یک واحد نظری و دو واحد کارگاهی می‌باشد که مهم‌ترین نقش در تأمین یکی از اهداف آموزش سازه در رشته معماری که همانا به‌کارگیری سازه در طراحی معماری است را ایفاء می‌نماید. در تمرینات عملی آن شناخت سیستم‌های مختلف ساختمانی و سازه از طریق ساخت ماکت دنبال می‌شود و در بخش دیگر آن، تهیه طرح اجرایی یک بنا که بخش عمده‌ای از آن را ترسیمات سازه‌ای تشکیل می‌دهد مورد نظر است. در



تهیه طرح اجرایی، "انتخاب سازه متناسب با طرح بنا و انتقال نیروها، اثرات متقابل فضا بر استخوان بندی و نظام ایستایی بر فضای معماری و رابطه نیرو با نوع مصالح، هم‌زمان شکل می‌گیرند" (شورای عالی برنامه ریزی، ۱۳۷۷:۷۷). لذا همه موارد مذکور اهمیت مضاعف این درس در نظام آموزش سازه به دانشجویان معماری را آشکارتر می‌سازند. این اهداف در برنامه جدید نیز به چشم می‌خورند که با موارد خواسته شده از دانشجو در قالب "پیش‌بینی سازه مناسب با طرح" و "آماده‌سازی نقشه‌های سازه‌ای" تبلور می‌یابد (شورای عالی برنامه‌ریزی، ۱۳۹۲:۹۶). تعداد واحدهای درس جدید نیز ۳ واحد عملی است که ساعت کلی هفتگی درس را از ۷ ساعت به ۶ ساعت تقلیل داده است.

■ دروس لایه سوم:

این مجموعه دروس یک زنجیره پیوسته است که از دروس ریاضیات و آمار، ایستایی، مقاومت مصالح و سازه‌های فلزی و سازه‌های بتنی تشکیل شده و به دلیل اینکه برنامه درسی آن‌ها کاملاً مباحث سازه را در بر می‌گیرد عمدتاً به عنوان دروس آموزش سازه در رشته معماری شناخته شده‌اند. در مجموع شامل یازده واحد درسی می‌باشد که نسبت به کل دروس سازه در حدود یک چهارم آن را ساخته است. همچنین دروس سازه‌های نو (اختیاری) در ادامه این دروس قرار می‌گیرد. مدرسین این دروس عمدتاً از متخصصین سازه می‌باشند که معمولاً نسبت به تدریس آن‌ها مطابق آنچه که در دانشکده‌های فنی اتفاق می‌افتد اقدام می‌نمایند (تقی‌زاده، ۱۳۹۴) که باعث بازدهی نسبتاً کم این دروس برای دانشجویان معماری می‌گردد. اما هر چند "توالی مرسوم این دروس به یک رشد منطقی از اطلاعات در دانشجویان منجر می‌گردد ولی از سوی دیگر معمارانی تربیت نموده‌اند که درکی از اصول اساسی سازه و توان به‌کارگیری آن ندارند و همان دانش اندوخته شده را نیز پس از مدتی به فراموشی می‌سپارند" (Chiuini, 2006: 205). در مجموع به نظر می‌رسد نحوه تدریس و شکل اجرای آن‌ها نیاز به تغییراتی دارد که بخشی از آن می‌بایست توسط تجدید نظر در برنامه و بخشی توسط نظارت گروه‌های آموزشی معماری اعمال گردد.

۱- ریاضیات و آمار: نقش و اهمیت ریاضیات در سایر علوم به ویژه علوم مهندسی نیازی به توضیح ندارد. لذا در سرآغاز مجموعه دروس لایه سوم، درس ریاضیات و آمار به صورت سه واحد نظری دیده می‌شود که هدف عمده آن درک مسائل پیچیده دروس بعدی وابسته به ریاضیات مثل ایستایی و مقاومت مصالح می‌باشد. این درس در برنامه جدید به عنوان درسی کم ارتباط با معماری به کلی حذف گردیده است.

۲- ایستایی: این درس که به صورت دو واحد نظری ارائه می‌شود، رابط بسیار مهمی میان دروس لایه دوم و لایه سوم است که هدف اصلی آن "شناخت نیروها و آشنایی با رفتارهای گوناگون و قانونمندی‌های آن می‌باشد" (شورای عالی برنامه ریزی، ۱۳۷۷:۴۳). اهمیت ویژه آن در این است که از یک سو با ادراک و احساس سازه‌ای و از سوی دیگر با برخی محاسبات آن سر و کار دارد و در پیشبرد برنامه آن علاوه بر مباحث نظری، روش‌های متنوع عملی همچون ساخت مدل نیز توصیه می‌گردد و دامنه وسیعی از سر فصل‌ها از جمله شناخت و اعمال نیروها، سازه، تعادل و تعیین عکس‌العمل‌ها، تعیین نیروهای درونی، سازه‌های طبیعی و خصوصیات مقاطع را شامل می‌شود.

۳- مقاومت مصالح و سازه‌های فلزی: هدف اصلی این درس "آشنا شدن دانشجویان با رفتار مواد و عکس‌العمل‌های آن تحت تأثیر نیروها و بررسی و شناخت این رفتارها و تغییراتی که می‌تواند موجب و زمینه‌ساز محاسبات سازه باشد" (همان: ۴۵) تعریف شده است که مباحث اصلی مقاومت مصالح را تشکیل می‌دهند. اما به دلیل شمول استفاده از سازه‌های اسکلتی که دو نوع اصلی آن یعنی فلزی و بتنی به ویژه در کشور ما، آگاهی و پرداختن به محاسبات این سازه‌ها در درک دانشجویان و نیز تعامل معماران با مهندسی سازه نقش مهمی را بازی می‌نماید. لذا در ادامه مباحث این درس محاسبات



مربوط به سازه‌های فلزی از جمله طراحی اسکلت فلزی، اتصالات، طراحی باد بندها و ... مد نظر قرار می‌گیرد.

۴- سازه‌های بتنی: هدف این درس که به صورت دو واحد نظری تعریف می‌شود، "آشنایی دانشجویان با رفتارهای بتن ساده، مسلح و محاسبات آن، آشنایی با روشهای ساخت و کاربرد و تحلیل محاسن و معایب آن" (همان: ۴۶) است و در سه بخش تکنولوژی بتن، طراحی بتن مسلح و آزمایشگاه بتن ارائه می‌شود. در بخش تکنولوژی بتن (که در هماهنگی با ساختمان یک است) به طور کلی به معرفی تاریخچه و فلسفه بتن و مواد تشکیل دهنده آن و ... پرداخته می‌شود. اما در دومین بخش که مهم‌ترین آن را شکل می‌دهد محاسبات اعضای مختلف سازه‌های بتن مسلح مد نظر قرار می‌گیرد و در نهایت در بخش آزمایشگاه، آزمایش‌های مختلف بتن و اعضای سازه‌های آن لحاظ شده است. غیر از حذف درس ریاضیات و آمار، سایر دروس این مجموعه به همان شکل باقی مانده‌اند.

۵- سازه‌های نو: این درس به صورت اختیاری و در قالب دو واحد نظری ارائه می‌شود. اختیاری بودن آن باعث می‌گردد که این درس تابع تصمیمات مدیریتی دانشکده‌ها و گروه‌های معماری قرار گیرد و بعضاً حتی از آن چشم‌پوشی شود. هر چند که به دلیل اختیاری بودن، سرفصل مشخصی برای آن دیده نمی‌شود اما نام آن می‌تواند مبین بسیاری از مسائل قابل طرح در این درس باشد. لذا این درس می‌تواند محل ارائه بسیاری از مطالب کتبی همچون "سازه در معماری"، "درک رفتار سازه‌ها" و امثال آن باشد که علی‌رغم اهمیتی که در آموزش سازه به معماران دارند در چارچوب بسیاری از دروس دیگر نمی‌گنجد یا اینکه تنها بخش‌هایی از آن‌ها به توجیه به نظر مدرس در برخی دروس ارائه می‌شود. به عنوان مثال تحقیق مفصلی بر روی این درس توسط دکتر شاهرودی (۱۳۸۷) انجام گرفته که می‌تواند مرجع خوبی برای ارائه و تبدیل آن از دانش به توانش باشد.

با این حال در برنامه جدید، درسی با این عنوان مشاهده نمی‌گردد؛ لیکن درس جدیدی با عنوان "سیستم‌های ساختمانی" به عنوان درس اصلی با دو واحد نظری تعبیه شده که معرفی و بررسی تحلیلی انواع سیستم‌های ساختمانی از اهداف اصلی آن عنوان گردیده است. با وجود آن که آموزش تکمیلی عملی برای درس پیش‌بینی نشده، با توجه به افزایش "درک حسی دانشجویان از نحوه رفتار سازه‌های مدرن" در سایر اهداف درس می‌توان با انجام پروژه در سی (۲۰) درصد از ارزشیابی (کل) نسبت به افزایش جنبه‌های توانشی آن اقدام نمود؛ چرا که "آموزش معماری ماهیتاً از طریق عمل (ساخت ماکت، طراحی، بازدید، ترسیم و ...) پیش می‌رود و اکتفاء به شیوه سخنرانی محض در هر کدام از دروس معماری موجب کاهش کیفیت آموزش و باعث بی‌علاقگی دانشجویان خواهد شد" (محمودی کامل آباد، ۱۳۸۲: ۲۳۳). این درس معادل درس "سازه‌های نو" در برنامه پیشین می‌باشد و پیش‌نیاز آن، درس "سازه‌های بتنی" است که می‌تواند با توجه به زمان ارائه آن، محل مناسبی برای تمرین به‌کارگیری سازه در طرح نهایی دانشجویان باشد.

همچنین دو درس اختیاری - هر یک با دو واحد نظری - در برنامه جدید با عنوان "فناوری‌های نوین ساختمانی" و "مبانی مهندسی زلزله برای معماران" تعبیه گردیده است. به نظر می‌رسد این دروس در افزایش دانش سازه مفید است، لیکن با توجه به اهداف آن‌ها مبتنی بر به‌کارگیری محتوای سرفصل دروس در پروژه‌ها و نمونه‌های عملی، می‌توانند به مانند درس سازه‌های نو (همان) عمدتاً در حیطه افزایش مهارت دانشجویان نیز ایفای نقش نمایند. لذا نظری بودن آن‌ها تا حدودی از موفقیت در حیطه عمل خواهد کاست.

در برخی منابع نیز از درس "مصالح ساختمانی" به عنوان درس سازه‌های یاد شده که با توجه به سرفصل، می‌توان آن را در حوزه دروس فن ساختمان محسوب نمود؛ ولی با وجود آن که در برنامه جدید نسبت به مصالح نوین ساختمانی تمرکز بیشتری صورت گرفته است، از نظر نگارنده در مجموعه دروس آموزش سازه قرار نمی‌گیرد.



جدول ۴: اهداف و برنامه درسی آموزش سازه در برنامه مصوب سال ۱۳۷۷
منبع: نگارندگان

هدف آموزشی	عنوان درس	هدف مطلوب درس
نقش تاریخی و فلسفی سازه در معماری	میثاق نظری معماری (۳ واحد)	بیان دیدگاه‌های نظری مختلف نسبت به نقش سازه در معماری
	معماری جهان (۲ واحد)	نقش سازه در معماری تمدن‌های مختلف
	معماری معاصر (۳ واحد)	نقش سازه در شکل‌گیری جریان‌های معاصر معماری
	معماری اسلامی (۴ واحد)	نقش سازه در سبک‌های مختلف معماری اسلامی و ایرانی
توانش	انسان، طبیعت و معماری (۲ واحد)	نقش سازه‌های طبیعی و جانوری در الهام‌گیری انسان در خلق معماری
	۱۳ واحد	
	کارگاه مصالح و ساخت (۲ واحد)	ارتباط تجربی با نقش مصالح و روش‌های اولیه ساخت و پایداری در معماری
	مقدمات طراحی معماری ۲ (۵ واحد)	مکاتفه در گفتگوی میان سازه و طرح معماری
دانش	ساختمان ۱ (۳ واحد)	اجرای سازه ساختمان‌های توده‌ای
	ساختمان ۲ (۳ واحد)	اجرای سازه در ساختمان‌های اسکلتی
	طراحی فنی ساختمان (۳ واحد)	پیش‌بینی سازه متناسب با طرح معماری و ترسیم نقشه‌های اجرایی آن
	۱۵ واحد	
نقش	ریاضیات و آمار (۳ واحد)	درک و حل مسائل پیچیده محاسباتی
	ایستایی (۲ واحد)	شناخت نیروها و آشنایی با رفتارهای گوناگون و قانونمندی آن در سازه
	مقاومت مصالح و سازه‌های فلزی (۲ واحد)	آشنایی رفتار و محاسبه اجزاء اصلی سازه‌های فلزی
	سازه‌های بتنی (۲ واحد)	آشنایی رفتار و محاسبه اجزاء سازه‌های بتنی
	سازه‌های تو (۲ واحد اختیاری)	رفتار نیروها و قانونمندی آن‌ها در سازه‌های نوین
	۱۱ واحد	

جدول ۵: اهداف و برنامه درسی آموزش سازه در برنامه مصوب سال ۱۳۹۲
منبع: نگارندگان

هدف آموزشی	عنوان درس	هدف مطلوب درس
نقش تاریخی و فلسفی سازه در معماری	میثاق نظری معماری (۲ واحد)	بیان دیدگاه‌های نظری مختلف نسبت به نقش سازه در معماری
	معماری جهان (۲ واحد)	نقش سازه در معماری تمدن‌های مختلف
	معماری معاصر (۲ واحد)	نقش سازه در شکل‌گیری معماری مدرن
	معماری معاصر ۲ (۲ واحد)	نقش سازه در شکل‌گیری معماری قرن گذشته و جریان‌های معاصر
توانش	معماری اسلامی ۱ (۳ واحد)	نیارتن سازه‌های سنتی و نقش آن در معماری یاستانی و اسلامی ایران
	معماری اسلامی ۲ (۲ واحد)	نیارتن سازه‌های سنتی در معماری جهان اسلام
	انسان، طبیعت و معماری (۲ واحد)	نقش سازه‌های طبیعی و جانوری در الهام‌گیری انسان در خلق معماری
	فرآیند طراحی در معماری (۲ واحد)	نقش و جایگاه سازه در فرآیند طراحی معماری
دانش	۱۷ واحد	
	مقدمات طراحی معماری ۱ (۵ واحد)	آشنایی با مصالح مدل‌سازی سازه و خواص آن‌ها در مقابل تنش‌ها
	مقدمات طراحی معماری ۲ (۵ واحد)	مکاتفه در گفتگوی میان سازه و طرح معماری
	ساختمان ۱ (۲ واحد)	اجرای سازه ساختمان‌های توده‌ای
نقش	ساختمان ۲ (۲ واحد)	اجرای سازه در ساختمان‌های اسکلتی
	طراحی فنی ساختمان (۳ واحد)	پیش‌بینی سازه متناسب با طرح معماری و ترسیم نقشه‌های اجرایی آن
	۱۷ واحد	
	ایستایی (۲ واحد)	شناخت نیروها و آشنایی با رفتارهای گوناگون و قانونمندی آن در سازه
دانش	مقاومت مصالح و سازه‌های فلزی (۳ واحد)	آشنایی رفتار و محاسبه اجزاء اصلی سازه‌های فلزی
	سازه‌های بتنی (۲ واحد)	آشنایی رفتار و محاسبه اجزاء سازه‌های بتنی
	سیستم‌های ساختمانی (۲ واحد)	شناخت، بررسی تحلیلی و درک حسی از رفتار سازه‌های مدرن
	فناوری‌های نوین ساختمانی (۲ واحد اختیاری)	عملکرد سازه‌های ساختمانی و تأثیر آن بر فرم معماری
	میثاق مهندسی زلزله برای معماران (۲ واحد اختیاری)	رفتار سازه در مقابل زلزله
	۱۳ واحد	



۷- نتیجه گیری:

پژوهش حاضر با فرض آن که آموزش سازه به عنوان یک زیر سامانه از سامانه کلی آموزش معماری است، در راستای تدقیق اهداف آموزش سازه در برنامه درسی معماری در ایران تلاش نمود. از لحاظ مفهومی، آموزش سازه فرآیند یاددهی-یادگیری دروسی است که وظیفه آن‌ها افزایش نگرش (تاریخی و فلسفی)، دانش (شناخت قانونمندی‌های سازه و محاسبه اجزاء آن) و در نهایت توانش (درک حسی از سازه و قابلیت کاربری آن در طراحی معماری) دانشجویان را نسبت به مقوله سازه در معماری است. بر این اساس برنامه درسی سه دانشگاه معتبر در نقاط مختلف دنیا مورد بررسی قرار گرفت؛ نتایج این بررسی نشان داد افزایش توانش سازه‌ای دانشجویان با ورود مقوله سازه به دروس طراحی معماری ارتباطی مستقیم دارد. سپس تحلیل محتوای سرفصل دروس کارشناسی مهندسی معماری مصوب ۱۳۷۷/۸/۲۴ شورای برنامه‌ریزی وزارت علوم جهت تعیین دروس مربوط به هر یک از این حیطه‌ها انجام شد. نتایج تحلیل نشان داد که دروس آموزش سازه در این برنامه در سه لایه، قابل تفکیک است که در مجموع در ۳۹ واحد درسی به صورت تفکیکی یا ترکیبی قابل مشاهده می‌باشد. با این حال با توجه به هدف آموزش سازه به دانشجویان معماری علاوه بر عدم حضور آشکار و پررنگ سازه در کل یا بخشی از دروس پنج‌گانه طراحی معماری، در محتوا و نوع واحدهای درسی در سه لایه نگرش، توانش و دانش نیز می‌توان معضلات زیر را اشاره داشت:

الف- نگرش:

- عدم کفایت محتوای دروس "مبانی نظری معماری" و "انسان، طبیعت و معماری" در ارتباط با موضوع سازه؛
- کاستی اهمیت نقش سازه در محتوا و نوع تدریس دروس "معماری جهان"، "معماری اسلامی" و به ویژه "معماری معاصر"؛

ب- توانش:

- عدم وجود نقش سازه در کارگاه‌های طراحی معماری، چه در برنامه درسی و یا فرآیند آموزش؛
- کاستی در تمرینات عملی سازه‌ای در دروس "کارگاه مصالح و ساخت" و "مقدمات طراحی معماری ۲"
- عدم پیش‌بینی واحد عملی در درس ساختمان ۱ با توجه به روش ارائه درس طبق سرفصل؛
- کم‌رنگ بودن پرداختن عملی به مفهوم سازه در روش‌های اجرای درس "طراحی فنی ساختمان"؛
ج- دانش:

- عدم وجود واحد عملی در دروس "مقاومت مصالح و سازه‌های فلزی" و "سازه‌های بتنی"؛
- عدم ارتباط کافی و مناسب دروس این مجموعه با دروس در حیطه افزایش توانش؛

در مجموع مشکلات موجود در برنامه درسی به همراه نقایص دیگری در سایر درونداها و فرآیندهای نظام آموزش چون عدم توجه کافی برخی مدرسین به مقوله سازه به ویژه در حیطه نگرش و توانش و نیز عدم نظارت گروه‌های آموزشی بر نحوه تدریس مدرسین حیطه دانش محض سازه (به ویژه دروس ایستایی، سازه‌های فلزی و بتنی) و برنامه درسی آن‌ها، که در جای خود قابل مطالعه می‌باشد، باعث گشت در بیست سال گذشته آموزش سازه به بخش اعظم دانشجویان معماری کشور که در این فاصله زمانی رشد چندبرابری را تجربه نموده است دچار نقصان گردد. لذا بازنگری در برنامه فوق از طرف دانشگاه تهران و ابلاغ آن از سوی وزارت علوم در سال ۱۳۹۶ به دانشگاه‌های کشور باعث تغییراتی در آن گشت. این تغییرات که مهم‌ترین آن افزایش واحدهای درسی درگیر با آموزش سازه به ۴۷ واحد می‌باشد، رفع برخی از مشکلات یادشده را در پی داشت؛ از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:



الف- نگرش: دروس این حیطه از لحاظ تعداد و واحد، افزایش مناسبی داشته که می‌تواند در پرداختن زمان کافی به مقوله سازه به ویژه در دروسی چون "معماری معاصر" و "معماری اسلامی" و درس جدید "فرآیند طراحی در معماری" موثر باشد؛ لیکن عدم وجود صراحت کافی نسبت به تبیین نقش سازه در سرفصل دروس و تمرینات لازمه می‌تواند باعث خنثی نمودن این قابلیت مهم گردد.

ب- توانش: افزایش دروس پایه‌ای درگیر با مقوله سازه در تلفیق با سایر مقولات از مهم‌ترین تحولات مثبت در افزایش مهارت دانشجویان از همان بدو آموزش است. در سوی مقابل، حذف واحدهای عملی درس ساختمان ۲ (علاوه بر ساختمان ۱) و کاهش شدید ساعات ارائه این درس از نکات منفی آن می‌باشد.

ج- دانش: افزایش دروسی در این حیطه (سیستم‌های ساختمانی، فناوری‌های نوین ساخت و مبانی زلزله برای معماران) که می‌توانند واسطه تبدیل دانش سازه به توانش گردند از نقاط قوت دروس این حیطه و کل برنامه جدید می‌باشد. با این حال نظری بودن محض دروس جدید می‌تواند موفقیت آن‌ها را تا حدودی تحت تأثیر قرار دهد.

به طور کلی برنامه جدید نیز دارای نقایصی است که عمده‌ترین آن‌ها به نقش‌آفرینی سازه در دروس طرح معماری باز می‌گردد که در همین راستا پیشنهاد می‌گردد مشاوره سازه در کارگاه‌های طراحی معماری (حداقل در برخی دروس مانند طرح ۳، ۲ و ۴) الزام یافته و یا دروسی چون ساختمان ۱ و ۲ با طرح‌های معماری متناظر در همان نیم‌سال هم‌افزایی ایجاد نمایند. با این حال این برنامه دارای گستردگی، جامعیت و پیوستگی بیشتری در رابطه با نقش سازه در فرآیند طراحی معماری است و انتظار می‌رود بتواند به اهداف بیشتری در آموزش درست سازه به معماران دست یابد. البته چنان‌که ذکر شد، رویکرد سامانه‌ای مستلزم نیازسنجی کشور و هر منطقه و تعیین اهداف آموزشی مبتنی بر نیازهاست که بر اساس پژوهش‌ها و ارزیابی‌های سامانه‌ای شکل می‌گیرند و می‌تواند دستمایه پژوهش‌های بیشتر در این زمینه باشد. همچنین با توجه به تعریف برنامه درسی آموزش سازه این مقاله، می‌توان مطالعاتی در باب اصلاح و بهبود سایر درونداها مثل مدرسین، دانشجویان، فضاها و تجهیزات و نیز فرآیندهای نظام آموزش همچون فرآیندهای یاددهی-یادگیری و ساختی-سازمانی که تا کنون به صورت پراکنده مورد توجه بوده‌اند را پیشنهاد نمود.

پی نوشتها:

۱- اشاره به واژه‌هایی است که "هنری ووتون" در سال ۱۶۲۴ در کتاب "عناصر معماری" به عنوان معادل سه اصل ویتروویوس به کار برده است.

مراجع:

- بازرگان، عباس (۱۳۸۷). ارزشیابی آموزشی. چاپ ششم. تهران: نشر سمت
- بازرگان، عباس (۱۳۹۱). سمینار آموزشی درس مباحث نظری در آموزش معماری دوره دکتری معماری دانشگاه تهران. پردیس هنرهای زیبای دانشگاه تهران
- پیرنیا، محمدکریم (۱۳۸۲). سبک‌شناسی معماری ایران. تدوین غلامحسین معاریان. چاپ دوم. تهران: نشر پژوهنده.
- تقی‌زاده، کتابیون (۱۳۹۴). مشکلات و پیچیدگی‌های انتقال مفاهیم سازه‌ای در فرآیند آموزش معماری. فصلنامه هنرهای زیبا، ۲۰(۴): ۹۸ - ۸۷
- جلالی، آذین و گلابچی، محمود (۱۳۹۷). طراحی سازه‌های پیش‌ساخته و پایدار با رسوب نمک با الهام از الگوی بهینه‌سازی مصرف مصالح در استخوان تراپکولار انسان. فصلنامه هویت شهر. ۳۳(۱۲): ۵ - ۵
- حجت، عیسی (۱۳۸۲). آموزش خلاق تجربه ۸۱. دومین همایش آموزش معماری. ۸۵ - ۶۵. پردیس هنرهای زیبای دانشگاه



تهران

- سالوادوری، ماریو (۱۳۷۴). سازه در معماری. ترجمه محمود گلابچی. چاپ اول. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- شاهرودی، عباسعلی (۱۳۸۷). آموزش درس سازه های نو در رشته ی معماری مبتنی بر مدل یادگیری بلوم. سومین همایش آموزش معماری. ۲۰۸ - ۱۹۳. پردیس هنرهای زیبای دانشگاه تهران
- شایانفر، شیوا (۱۳۸۷). اهمیت تکنولوژی و نقش آن در آموزش معماری. سومین همایش آموزش معماری. ۲۵۱ - ۲۳۲. پردیس هنرهای زیبای دانشگاه تهران
- شورای عالی برنامه ریزی (۱۳۷۷). مشخصات کلی برنامه و سرفصل دروس دوره کارشناسی مهندسی معماری
- شورای عالی برنامه ریزی (۱۳۹۲). برنامه درسی دوره کارشناسی مهندسی معماری
- فراستخواه مقصود (۱۳۸۸). ارزیابی آموزش عالی در ایران. تهران: انتشارات وزارت علوم.
- گلابچی، محمود؛ وفامهر، محسن و شاهرودی، عباسعلی (۱۳۸۷). بررسی و ارزیابی آموزش دروس فنی ساختمان در رشته معماری. دومین همایش آموزش معماری. ۲۱۹ - ۱۹۳. پردیس هنرهای زیبای دانشگاه تهران
- گلابچی، محمود (۱۳۸۲). از آموزش سازه در رشته معماری چه انتظاری داریم؟. دومین همایش آموزش معماری. ۱۹۳ - ۱۸۷.
- پردیس هنرهای زیبای دانشگاه تهران
- محمودی کامل آبادی، مهدی (۱۳۸۲). تجربه و آموزش سازه به دانشجویان معماری. دومین همایش آموزش معماری. ۲۳۹ - ۲۳۱. پردیس هنرهای زیبای دانشگاه تهران
- مشایخ فریدنی، سعید (۱۳۷۷). منشور اصلاحی. صفحه. (۲۷): ۵-۱۸
- وفامهر، محسن و صنایعیان، هانیه (۱۳۸۷). بررسی آموزش مدارس معماری و تکنیکی در ایران و جهان. سومین همایش آموزش معماری. ۵۷۶ - ۵۵۷. پردیس هنرهای زیبای دانشگاه تهران
- Chiurini Michele (2006). Less is More: A Design Oriented Approach to Teaching Structure in Architecture . p205-212. Building Technology Educators Symposium, University of Maryland
- MacDonald Angus. J (2001). Structure and Architecture .second edition .Wiltshire: The Cromwell Press.