

The Meaningful learning of structure in architectural design

Geometry-based understanding and Implementation of Structural Knowledge in the Architectural Design Process

Fouzieh Zeinali

PhD, Faculty of Art and Architecture, Yazd University, Yazd, Iran

Nariman Farahza, PhD. 

Assistant Professor, Faculty of Art and Architecture, Yazd University

Mohammad Reza Hafezi, PhD.

Associate Professor, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Received: June 20, 2021

Accepted: August 17, 2022

(Pages: 61-79)

Fouzieh Zeinali, Nariman Farahza, Mohammad Reza Hafezi, 2025. The Meaningful learning of structure in architectural design; Geometry-based understanding and Implementation of Structural Knowledge in the Architectural Design Process. *Soffeh* 35 (1): 61-79

DOI: [10.48308/soffeh.2022.222413.1051](https://doi.org/10.48308/soffeh.2022.222413.1051)

Abstract:

Problem Statement: Improving the quality and efficiency of architectural designs is achieved by implementing structural knowledge in the process, which is one of the most important goals of structural education in architecture. The transfer of learning of structures from taught content to architectural design takes planning efforts.

Background and objectives: The objective of this study is to propose a cognitive theoretical model for a meaningful structural learning to apply

Keywords:

Meaningful learning, Structural knowledge, Implementation, Bloom's theory, Architectural design, Geometry-based understanding



SOFFEH

Soffeh Journal, Shahid Beheshti University, Vol. 35, Issue 1, No. 108, 2025

ISSN: 1683-870X

*. Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

*. Corresponding Author Email Address: n_farahza@yazd.ac.ir

<http://dx.doi.org/10.48308/soffeh.2022.222413.1051>

structural knowledge in architectural design. Constructivist cognitive literature distinguishes meaningful learning from rote learning in that the former can prompt knowledge application. Based on Bloom's theory of meaningful learning (Taxonomy of Educational Objectives), which is a theory in the field of integrity in education and learning transfer, the present research presents the theoretical model of meaningful learning of structures in architectural design. The purpose of this theoretical model is to examine the learning of structures and the sequence of learning and recognition of structures in architectural engineering. The dimensions of the knowledge process, from memorisation to the implementation of structural knowledge in the architectural design process, are explained through meaningful learning of structure in architectural design theory. Creating a new procedure to solve unfamiliar problems is the highest order of the transfer of knowledge. Implementation is a defined level of cognition that is closely related to the cognitive level of creating and designing. The foundation of this cognitive level lies in a combination of propositional, conceptual, and procedural dimensions of knowledge.

Methods: The methodology of this research is based on library studies and logical reasoning. According to the main concepts of the article, namely integrity in education and learning transfer, Bloom's has been chosen as a supporting theory. Bloom's taxonomy concepts and dimensions have been extended and refined with the aid of theories in structure and architecture education. The theoretical model of structure learning transfer in the architectural design process is created by using logical reasoning and literature related to structure education in architecture.

Results and conclusion: The results confirm that propositional, conceptual, and procedural dimensions of structural knowledge are formed during the process of cognition, and become effective knowledge in design. The propositional knowledge of structures is the basis and fundamental conceptual knowledge here. Conceptual knowledge of the structure refers to a geometry-based understanding of the structures. Understanding a structure's behaviour is a crucial link between the implementation of structures in architectural design, which can be advantageous in the architectural design process.

یادگیری معنادار سازه در طراحی معماری

فهم هندسی و کاربری دانش سازه در فرایند طراحی معماری^۱

محمد رضا حافظی^۲

دانشیار معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

فوزیه زینلی^۳



نریمان فرح‌زاد^۳

استادیار معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه یزد، یزد، ایران

دریافت: ۳۰ خرداد ۱۴۰۰

پذیرش: ۲۶ مرداد ۱۴۰۱

(صفحه ۶۱ - ۷۹)

فوزیه زینلی، نریمان فرح‌زاد، محمد رضا حافظی. ۱۴۰۴. یادگیری معنادار سازه در طراحی معماری؛ فهم هندسی و کاربری دانش سازه در فرایند طراحی معماری. فصلنامه علمی معماری و شهرسازی صفحه ۳۵ (۱): ۶۱-۷۹

کلیدواژگان: یادگیری معنادار، دانش سازه، کاربری دانش، نظریه طبقه‌بندی اهداف آموزشی بلوم، طراحی معماری، فهم هندسی.

چکیده

اهداف و پیشینه: یکی از اهداف مهم آموزش سازه در رشته مهندسی معماری، کاربری دانش سازه در فرایند طراحی معماری به‌منظور ارتقای کیفیت و کارایی طرح‌های معماری است. رسیدن به این هدف، مستلزم برنامه‌ریزی آموزشی برای انتقال یادگیری آموزه‌های سازه از موقعیت آموزش به موقعیت طراحی معماری است.

در این پژوهش هدف عرضه مدل نظری شناختی یادگیری معنادار سازه به‌منظور کاربری دانش سازه در طراحی معماری است. در حوزه ادبیات شناختی سازه‌گرایی، یادگیری معنادار در مقابل یادگیری طوطی‌وار قرار می‌گیرد و برتری اولی بر دومی در رسیدن به مرتبه کاربری دانش است. در پژوهش حاضر بر مبنای نظریه یادگیری معنادار بلوم (طبقه‌بندی اهداف آموزشی)، که نظریه‌ای در حیطه انسجام در آموزش و انتقال یادگیری است، مدل نظری یادگیری معنادار سازه در طراحی معماری عرضه می‌شود. این مدل نظری در مورد سلسله‌مراتب یادگیری و شناخت سازه در رشته مهندسی معماری است. یادگیری معنادار سازه یعنی فراگیری ابعاد فرایند شناخت از به‌یادسپاری تا نحوه کاربری دانش سازه در فرایند طراحی معماری و آموختن توصیفی فرایند شناخت و ابعاد دانش سازه در طراحی معماری

است. کاربری دانش متعالی‌ترین مرتبه در انتقال یادگیری و به معنای آفریدن رویه‌ای جدید برای حل مسائل ناآشناست. همچنین کاربری مرتبه‌ای از شناخت تعریف شده که با مرتبه شناختی آفریدن و طراحی کردن ارتباط تنگاتنگی دارد. این مرتبه شناختی مبتنی بر ترکیبی از بُعد گزاره‌ای، مفهومی، و رویه‌ای دانش است. **مواد و روش‌ها:** این پژوهش بر مبنای مطالعات کتابخانه‌ای انجام شده و روش‌شناسی آن مبتنی بر استدلال منطقی است. با توجه به مفهوم اصلی مقاله، انسجام در آموزش و انتقال یادگیری، مبنا و تئوری پشتیبان این مطالعه، نظریه طبقه‌بندی آموزشی بلوم در نظر گرفته شده است. مفاهیم و طبقات مطرح در فرایند یادگیری معنادار بلوم بسط داده شده و سپس با کمک نظریات حوزه سازه و معماری، در زمینه آموزش معماری و با موضوع سازه، توسعه یافته است. سپس، با روش استدلال منطقی و با تکیه بر ادبیات مرتبط با آموزش سازه در معماری، مدل نظری انتقال یادگیری سازه در فرایند طراحی معماری تدوین شده است.

نتایج و جمع‌بندی: یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که ابعاد گزاره‌ای، مفهومی، و رویه‌ای دانش سازه به‌ترتیب در فرایند شناخت سازه شکل می‌گیرند و به دانش مؤثر در طراحی تبدیل می‌گردند. از دیگر یافته‌ها در این پژوهش این است که فهم هندسی سازه به‌مثابه دانش مفهومی و حلقه واسطی میان شناخت سازه و طراحی معماری است که می‌تواند در کاربری دانش سازه در فرایند طراحی معماری مؤثر باشد.

۱. مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول است تحت عنوان «یادگیری معنادار سازه در طراحی معماری، کاربری دانش سازه در طراحی معماری» که به راهنمایی نگارندگان دوم و سوم در دانشگاه یزد در تاریخ ۱۴۰۱ دفاع شده است.

۲. دکتری معماری، دانشگاه یزد، یزد، ایران؛

zeinali.fouzieh67@gmail.com

۳. نویسنده مسئول؛

n_farhza@yazd.ac.ir

4. pr-office@sbu.ac.ir



۱۰۸ شماره ۱، پیاپی: ۱۰۸
* Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

فصلنامه علمی معماری و شهرسازی؛ سال سی‌وپنجم، بهار ۱۴۰۴
* Corresponding Author Email Address: n_farhza@yazd.ac.ir
<http://dx.doi.org/10.48308/soffeh.2022.222413.1051>

پرسش‌های تحقیق

۱. یادگیری معنادار سازه در طراحی معماری چیست و چه فرایند و مراتبی دارد؟

۲. دانش‌های مؤثر سازه در طراحی معماری به چه فرم(هایی) هستند؟

۵. Integrity؛ معادل انگلیسی انسجام، در فرهنگ لغت کمبریج، کیفیتی تعریف شده است که باعث تمامیت، کلیت و وحدت در یک کل می‌گردد. Integral جزئی ضروری، اساسی و بنیادی و جدایی ناپذیر از یک کل است؛ به گونه‌ای که بدون آن کلیت اثرگذاری خود را از دست بدهد. به فرایند یافتن جزءهای ضروری Integration گفته می‌شود که در اینجا آن را «برقراری انسجام» می‌نامیم. Integration کنار هم قرار دادن دو یا چند جزء در کنار هم است؛ به گونه‌ای که با یکدیگر مؤثرتر شوند.

6. Implementation

۷. نک:

S. Vassigh, *A Comprehensive Approach to Teaching Structures Using Multimedia* (university at buffalo/suny, AIA report on university, 2005), 135; R.G. Black and S. Duff, "A Model for Teaching Structures: Finite Element Analysis in Architectural Education", *Journal of Architectural Education*, vol. 48, no. 1 (1994): 42;

صدقتی و دیگران، «محتوای آموزش معماری در ایران و میزان موفقیت دوره‌ی کارشناسی در انتقال این محتوا»، ص ۱۰۹-۱۱۱.

مقدمه

طراحی سازه در زیر چتر طراحی معماری، رسیدن به نقطهٔ بهینه، میان اقتضات معماری، پایداری، و بهینگی سازه است. در این میان تنها توجه به پایداری و مقاومت سازه، برپایی یک سازهٔ بهینه، و تعیین ابعاد عناصر و پیکره‌بندی آن کافی نیست؛ بلکه طراحی سازه در حوزهٔ معماری، رویکرد جامع‌تری را توصیف می‌کند که در آن جنبه‌های «غیرسازه‌ای» مانند فضای معماری، فرم و ظاهر بنا، و همچنین مسائل اقتصادی، زیست‌محیطی، و عوامل اجتماعی نیز مورد توجه هستند. این جنبه‌های «غیرسازه‌ای» معماری نیز در زمان طراحی بر طراحی سازه اثر می‌گذارند. طراحی معماری فرایندی است که در آن باید برقراری انسجام میان عوامل متعدد و مختلف مورد نظر باشد. بنابراین فرایند طراحی معماری به معنای فرایند تصمیم‌سازی در خصوص چگونگی شکل‌گیری جنبه‌های سازه‌ای و غیرسازه‌ای در کنار یکدیگر در جهت ایجاد یک کل منسجم و هماهنگ به نام معماری است؛ که به اهداف تعیین‌شده برای آن پاسخ دهد.

انسجام^۵ دانش سازه در فرایند طراحی، با کاربست^۶ دانش سازه در فرایند طراحی معماری اتفاق می‌افتد؛ یعنی در هر مرحله از فرایند طراحی معماری، دانش مؤثر و متناسب سازه در اکتشاف ساختار مسئله و حل آن موجود باشد و به مراحل انتهایی طراحی موقوف نگردد. به تعبیری دیگر، طراحی سازه در ذیل فرایند طراحی معماری صورت بگیرد. در این پژوهش برنامه‌ریزی آموزشی در جهت شناخت و کاربست^۷ دانش سازه در فرایند طراحی معماری بررسی می‌شود. نبود درک سازه به‌منزلهٔ یک عامل جدایی‌ناپذیر از معماری و همین‌طور استفاده نکردن از نظریات سازه در فرایند طراحی معماری^۸، مسئله‌هایی دیرپا در حوزهٔ آموزش معماری هستند. این مسائل، جدای از همهٔ تفسیرهای تاریخ معماری از استقلال مفهوم سازه از معماری^۹، مسائلی آموزشی هستند که به‌طور مستقیم به مباحث انتقال یادگیری^{۱۰} در آموزش‌های رسمی دانشگاهی مرتبط می‌گردند؛ زیرا در آموزش دانشگاهی موقعیت آموزش و کاربرد جدا از یکدیگر هستند. هدف از آموزش در این محیط‌ها انتقال یادگیری برای کاربست دانش در جهت حل مسئله است.^{۱۰}

مطالعهٔ نظریات روان‌شناسی شناختی سازنده‌گرایی، مرتبط با دانش مؤثر



خلال چهار دههٔ اخیر روی آن کار کرده‌اند. پژوهشی در خصوص سرفصل‌های آموزشی معماری در دانشگاه‌های جهان صورت گرفته و نشان‌دهندهٔ اهمیت این موضوع و شایان توجه دیگر پژوهشگران به فراهم‌سازی بسترهای آموزشی لازم در خصوص دستیابی به انسجام میان آموزه‌های فن ساختمان، سازه، و طراحی معماری است.^{۱۹} یکی از چالش‌های آموزش سازه در رشتهٔ معماری، فهم سازه و کاربست دانش سازه در فرایند طراحی معماری است؛ مسئله‌ای که تقریباً در همهٔ پژوهش‌های مرتبط طرح شده است. با این حال اگرچه برنامهٔ رایج عرضهٔ دروس سازه‌ای و توالی آنها به صورت فیزیک، استاتیک، مقاومت مصالح، دروس تجزیه و تحلیل، و طراحی ممکن است از نظر انتقال اطلاعات و مفاهیم منطقی به نظر برسد، اما با این روند، دانشجویان عملاً در مراحل اولیهٔ تجزیه و تحلیل اجزا باقی می‌مانند. آنها از کل جریان طراحی دور می‌شوند و اصول لازم و اساسی به آنها منتقل نمی‌شود؛ به نحوی که پس از پایان تحصیل نمی‌توانند از این آموزش استفاده کنند.^{۲۰}

در پژوهشی در مورد تحلیل میزان موفقیت دورهٔ کارشناسی معماری در ایران در انتقال محتوای آموزشی این‌گونه گفته شده است:

با توجه به اینکه تعداد ساعات پیش‌بینی شده برای شاخص‌های نظارت و اجرا و مباحث فنی و ساختمانی نسبت به شاخص تاریخ و سبک‌های معماری برابر و حتی بیشتر است، کاربردی نبودن یا عدم آموزش صحیح این حوزه‌ها مشهود است. این در حالی است که دو آیتم ذکر شده، از منظر پرسش‌شوندگان، مهم‌ترین آیتم‌های حیطة دانش [معماری] هستند.^{۲۱}

پژوهش‌های متعددی در خصوص شناخت سازه و جایگاه آن در رشتهٔ معماری صورت گرفته است. این پژوهش‌ها را می‌توان مبتنی بر راهکارهای پیشنهاد شده در خصوص برقراری انسجام میان آموزه‌های سازه در فرایند طراحی معماری دسته‌بندی کرد.

در طراحی، نشان می‌دهد که هرچند دانش صریح^{۱۱} و بُعد گزاره‌ای دانش^{۱۲} مبنای یادگیری اولیه هستند، اما در فرایند طراحی کردن تقریباً بی‌اثر هستند و دانش‌های مفهومی^{۱۳} و رویه‌ای^{۱۴} شناخت‌های عمیق‌تری از موضوع را شکل می‌دهند و در طراحی مؤثرترند.^{۱۵} این در حالی است که شناخت از سازه در معماری معطوف به یادگیری و به‌یادسپاری تئوری‌های سازه است که در واحدهای نظری آموزش داده می‌شوند؛ این شناخت از سازه یک شناخت اولیه است که عمق نیافته و به ابعاد مؤثر در طراحی تبدیل نشده است. بنابراین مسئلهٔ اصلی پژوهش‌شناسایی و تعریف ابعاد دانش سازه و فرایند شناخت آن، متناسب با تفکر طراحی^{۱۶} در معماری و سپس طبقه‌بندی یادگیری سازه و کاربست آن در فرایند طراحی معماری به‌منظور رسیدن به انسجام میان دانش سازه و فرایند یادشده در محیط آموزش دانشگاهی بوده است. این فرایند «یادگیری معنادار^{۱۷} سازه در طراحی معماری» نامیده شده است.

پرسش‌های پژوهش از این قرار است: یادگیری معنادار سازه در طراحی معماری چیست و چه فرایند و مراتبی دارد؟ همچنین دانش‌های مؤثر سازه در طراحی معماری به چه فرم(هایی) هستند؟ این مقاله در ۸ بخش نگارش شده است: سه بخش مقدماتی شامل مقدمه، پیشینهٔ تحقیق، و روش تحقیق است. در بخش‌های میانی به طرح مبانی نظری با محوریت مباحث انتقال یادگیری، نظریهٔ طبقه‌بندی اهداف آموزشی بلوم^{۱۸}، و مباحث تفکر طراحی پرداخته شده است. بخش‌های پایانی به تبیین مدل نظری یادگیری معنادار سازه در طراحی معماری اختصاص دارد.

۱. پیشینهٔ پژوهش

فقدان انسجام میان آموزه‌های سازه و طراحی معماری مسئله‌ای جدی در آموزش معماری است که پژوهشگران بسیاری در

8. A. Forty, *Words and Buildings: A Vocabulary of Modern Architecture* (Thames & Hudson Publication, 2004), 276-286.

9. Transfer of Learning

۱۰. علی‌اکبر سیف، روان‌شناسی پرورشی نوین، روانشناسی یادگیری و آموزش، (تهران: دوران، ۱۳۹۱)، ۲۴۲.

11. Explicit Knowledge

12. Declarative Knowledge

13. Conceptual Knowledge

14. Procedural Knowledge

15. L.W. Anderson and D.R. Krathwohl, *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives* (New York: Longman, 2001), 40-45.

16. Design Thinking

17. Meaningful Learning

جدول ۱. خلاصه‌ای از پژوهش‌های مرتبط با موضوع و طبقه‌بندی آنها بر اساس مرتبه شناخت از سازه.

این فرایند بیان شده است. در پژوهش پیش رو، محققان مبتنی بر نظریه طبقه‌بندی اهداف آموزشی بلوم، به فرایند شناخت سازه پرداخته و سامانه‌ای را تعریف کرده‌اند که فرایند انتقال یادگیری دانش سازه، از محتوای آموزشی تا کاربرد در فرایند طراحی معماری را مشخص می‌کند. در پژوهش‌های پیشین مبانی برای تعریف ابعاد دانش سازه شکل یافته بود که در مدل نظری ارائه‌شده در این پژوهش، مورد توجه و استفاده بوده است.

نظریه بلوم از پرکاربردترین و مهم‌ترین نظریات در خصوص برنامه‌ریزی آموزشی به‌ویژه از منظر انتقال یادگیری است. آخرین ویرایش طبقه‌بندی بلوم ۲۰۰۱ بوده و پس از آن تغییر نداشته است. مؤسسات آموزش عالی به‌خصوص دانشگاه‌هایی که بر اساس معیارهای ارزیابی کیفیت آموزش ABET و NAAB کار می‌کنند، از طبقه‌بندی بلوم برای بهبود برنامه‌ریزی و ارزیابی دوره‌های آموزشی خود استفاده کرده‌اند.

این پژوهش‌ها، با عناوین آموزش سازه در فضای طراحی محور، آموزش دانش سازه همراه با تمرینات طراحانه، آموزش سازه در تعامل با تجارب عملی و مدل‌های فیزیکی، معرفی شده‌اند. گزیده‌ای از این پژوهش‌ها در «جدول ۱» دسته‌بندی شده‌اند. هرچند همه پژوهش‌های مرور شده در «جدول ۱» با هدف ایجاد شناخت از سازه در جهت کاربرد در فرایند طراحی معماری بوده‌اند، اما از لحاظ طبقه‌بندی هدف‌های آموزشی که دلالت بر سلسله‌مراتب شناخت سازه در طراحی معماری دارد، به این موضوع نپرداخته‌اند. به نظر می‌رسد در پژوهش‌های صورت گرفته بیشتر به اجرای رویه‌های مشخص از پیش تعیین شده، نه خلق رویه‌ای جدید، پرداخته شده است. همان‌طور که در مسئله پژوهش نیز بیان شد، دستیابی به انسجام میان دانش سازه و فرایند طراحی معماری نیازمند یک فرایند آموزشی است که در آن مراتب یادگیری از محتوای آموزشی تا آفرینندگی صورت پذیرد. در هر کدام از پژوهش‌های مرور شده تا کنون بخشی از

دسته	عنوان	توضیح
اول	آموزش مفاهیم سازه در فضای آتلیه طراحی معماری	ادغام کلاس‌های نظری و آتلیه‌های طراحی و توسعه کارگاه‌های طراحی معماری
مصادیق دسته اول	ادوارد آلن (۱۹۹۷)، آموزش دروس نظری فنی و سازه در آتلیه‌ی طراحی معماری با عنوان «کارگاه دوم» مولانایی (۱۳۹۲)، آموزش مفاهیم سازه در آتلیه‌های طراحی معماری Arch-St (دانشگاه علم و صنعت ایران)	– آموزش دانش فن ساختمان و کلیات و مبانی سازه در کارگاه‌های طراحی معماری – مسئله طراحی چارچوبی برای فهم و ساختار بندی مفاهیم فنی – آموزش سازه در کلاس‌های طرح معماری – محتوای آموزشی سازه به‌صورت برنامه آموزش چندرسانه‌ای
دوم	آموزش مفاهیم سازه همراه با تمرینات طراحی معماری	– واحدهای ترکیبی نظری – عملی حول یک تمرین طراحی واقعی – استفاده از نرم‌افزارهای مهندسی المان محدود و ایستایی ترسیمی
مصادیق دسته دوم	بلک و داف (۱۹۹۴)، آموزش سازه در معماری با بهره‌گیری از نرم‌افزار مهندسی المان محدود (دانشگاه کلیفرنیا برکلی)	– استفاده از نرم‌افزارهای تحلیلی سازه و توجه به طراحی سازه‌های نامعین – توجه دانشجویان به درک رفتار سازه – استفاده از مدل‌های رایانه‌ای و درک نقش هندسه سازه در توزیع نیروها
مصادیق دسته دوم	چیونی (۲۰۰۶)، رویکردی به آموزش سازه در معماری با نگرش طراحی (دانشگاه ایالتی بال هند)	– ترکیب واحد نظری و طراحی در تدریس واحدهای سازه. – بهره‌گیری از نرم‌افزارهای محاسباتی مبتنی بر المان محدود و توجه به طراحی سازه‌های نامعین
سوم	آموزش مفاهیم سازه همراه با تمرینات عملی و مدل‌های فیزیکی	– رویکرد محاسباتی هندسی (ترسیمی) با کمک تجزیه و تحلیل به روش ایستایی ترسیمی در محیط‌های نرم‌افزاری گرافیکی – برقراری رابطه نزدیک با فضای طراحی معماری
مصادیق دسته سوم	ورونستی (۲۰۱۸)، مدل‌های فیزیکی به‌منزله ابزاری برای مطالعات سازه‌ای در آموزش معماری (دانشگاه ETH زوریخ)	– ایجاد درک پایه‌ای و عمیق از سازه، با کمک مدل‌های فیزیکی سازه‌ای و یا تمرینات عملی ساخت سازه‌ها در مقیاس‌های بزرگ
سوم	مطالعات سازه در طراحی معماری؛ فهم هندسی و کاربرد دانش سازه در فرایند طراحی معماری؛ فوزیه زینلی، نریمان فرح‌زاد، محمدرضا حافظی	– مدل‌های فیزیکی سازه‌ای به‌منزله یک جستجوی تصویری (جستجوی فرافکنانه)، در مطالعات سازه برای کمک به خلاقیت در طراحی سازه در معماری



۱۸. Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives (RBT): این طبقه‌بندی را گروهی از متخصصان آموزش، یادگیری، و ارزشیابی (بلوم، انگلهارت، فرست، هیل، و کراتول، ۱۹۵۶-۲۰۰۱) تهیه کرده‌اند و به نام سرپرستی گروه، بنجامین بلوم (Benjamin Bloom 1913-1999)، شهرت یافته است. آخرین ویرایش آن سال ۲۰۰۱ بوده است. در این طبقه‌بندی، هدف‌های آموزشی ابتدا به سه دسته کلی با نام‌های حوزه شناختی، حوزه عاطفی، و حوزه روانی - حرکتی تقسیم شده و هر یک از این حوزه‌ها یا حیطه‌ها هم شامل تعدادی طبقه است. نظریه بلوم در حیطه شناختی بیشتر مورد توجه بوده است. این پژوهش نیز بر اساس حوزه شناختی صورت گرفته است.

۱۹. فوزیه زینلی و نریمان فرخ‌زا، «انسجام دانش فنی و آموزه‌های طراحی در آموزش معماری مقایسه‌ی تطبیقی سرفصل دروس کارشناسی معماری دانشگاه‌های برتر جهان و ایران»، هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی، دوره ۲۵، ش. ۲ (تابستان ۱۳۹۹): ۹۵-۱۰۶.

20. S. Vassigh, A Comprehensive Approach to Teaching Structures Using Multimedia, 133-145.

معماری تدوین شده است. این مدل، به لحاظ ساختاری و طبقه‌بندی مبتنی بر نظریه بلوم و از نظر محتوایی مبتنی بر استدلال‌های پژوهشگر در حوزه ادبیات سازه در معماری است. نام این مدل نظری^{۳۷} طبقه‌بندی ابعاد فرایند شناخت سازه و یا به‌طور اختصاری «یادگیری معنادار سازه» است.

از دلایل انتخاب نظریه طبقه‌بندی اهداف آموزشی بلوم این بوده است که طبق آن، به‌طور مستقیم و صریح مسئله انتقال یادگیری و حل مسئله را از آموزش تا آفرینندگی بررسی می‌شود. به این نظریه به‌طور گسترده‌ای در حوزه‌های آموزش مهندسی و همچنین معماری استناد شده است. همان‌طور که قبلاً نیز مرور شد، سازمان‌های معتبر آموزشی معماری مانند NAAB^{۳۸} برای ارزیابی کیفیت آموزش خود از آن بهره می‌گیرند.^{۳۹} همچنین، این نظریه برآمده از نظریات روان‌شناسی شناختی سازنده‌گرایی^{۴۰} است که به فرایندهای ذهنی حاصل از شناخت و یادگیری توجه دارند. این نظریات در مطالعات مرتبط با آموزش‌های رسمی دانشگاهی مورد اقبال بوده‌اند و برتری آنها نسبت به رویکردهای رفتارگرا و ساختارگرا اثبات شده است.^{۴۱}

همچنین مطالعه در خصوص ادبیات تفکر طراحی مانند نظریات سایمون^{۴۲}، شون^{۴۳}، پولانی^{۴۴}، کراس^{۴۵}، دورست^{۴۶}، چان^{۴۷} نشان می‌دهد که دانش در طراحی ابعاد گوناگونی دارد و از دانش صریح تا ضمنی^{۴۸} و رویه‌ای^{۴۹} را در بر می‌گیرد. در نظریه بلوم نیز فرایند ساخت دانش مطرح و ابعاد دانش در هر مرتبه و نسبت آنها با یکدیگر توصیف می‌شود که می‌تواند با تفکر دوسویه طراحی تناسب یابد. نظریه بلوم و نظریات حوزه تفکر طراحی از رویکرد روان‌شناسی شناختی بهره گرفته‌اند و از نظر شناخت‌شناسی با یکدیگر مطابقت دارند. این نظریه، که در حوزه انتقال یادگیری طرح شده است، با روش استدلال منطقی در تأملات ادبیات موضوع پیشین به زمینه آموزش

آتیا در پژوهشی^{۳۳} به موضوع طبقه‌بندی بلوم به‌مثابه ابزاری برای بهینه‌سازی نتایج یادگیری دوره و ارزیابی دوره‌های معماری می‌پردازد. این مطالعه بر اساس تجربیات به‌دست‌آمده در طول آماده‌سازی برنامه معماری در دانشکده مهندسی معماری، دانشگاه عرب بیروت (۲۰۱۱-۲۰۱۵) و آماده‌سازی برنامه معماری در دانشکده معماری و طراحی، در دانشگاه علم و صنعت اردن (۲۰۱۷-۲۰۲۰) برای اخذ اعتبار NAAB صورت گرفته است.^{۳۴} طبقه‌بندی‌های آموزشی به اساتید کمک می‌کند که بتوانند برنامه‌ریزی آموزشی خود را بهبود بخشند و ارزیابی دقیق‌تری از نتایج آموزش داشته باشند.

۲. روش تحقیق

این پژوهش بر مبنای مطالعات کتابخانه‌ای انجام شده و روش‌شناسی آن مبتنی بر استدلال منطقی است. هدف روش استدلال منطقی در پژوهش‌های ذهنی و یا نظری، عرضه روش مناسب برای ایجاد سامانه‌ای منطقی است که نتیجه آن معنادار کردن و یا شفاف‌سازی روابط بین عناصر و مفاهیم ذهنی است.^{۳۴} استدلال منطقی در حوزه پژوهش در معماری بسیار تأثیرگذار معرفی شده است؛ زیرا به انتقال مفاهیم نظری از حوزه‌های علوم انسانی و فلسفی به معماری کمک می‌کند.^{۳۵} با توجه به مفهوم اصلی مورد نظر، انسجام در آموزش و انتقال یادگیری، نظریه طبقه‌بندی آموزشی بلوم در این پژوهش نظریه پشتیبان انتخاب شده است. این نظریه، یادگیری معنادار را در مقابل یادگیری طوطی‌وار^{۳۶} معرفی می‌کند. مفاهیم و طبقات طرح‌شده در فرایند یادگیری معنادار بلوم بسط داده شده و سپس با کمک نظریات حوزه سازه و معماری، در زمینه آموزش معماری و با موضوع سازه توسعه یافته است. سپس، با روش استدلال منطقی و با تکیه بر ادبیات مرتبط با آموزش سازه در معماری، مدل نظری انتقال یادگیری سازه در فرایند طراحی

۲۱. عباس صدراقتی و عیسی حجت، «محتوای آموزش معماری در ایران و میزان موفقیت دوره کارشناسی در انتقال این محتوا»، *دوفصلنامه مطالعات معماری ایران*، دوره ۸، ش. ۱۵ (تابستان ۱۳۹۸): ۱۰۹-۱۱۱.

22. A.S. Attia, "Bloom's Taxonomy as a Tool to Optimize Course Learning Outcomes and Assessments in Architecture Programs", *Journal of Applied Science and Engineering*, vol. 24, no. 3 (2021): 315-322.

۲۳. در پژوهش‌های متعدد دیگری نیز از طبقه‌بندی بلوم برای توسعه طبقه‌بندی یادگیری استفاده شده است. قابل ذکر است که دانشگاه‌های جرجیا تک و ایالتی آیووا نوادا از دانشگاه‌هایی هستند که از نظریه طبقه‌بندی اهداف آموزشی بلوم برای برنامه‌ریزی آموزشی دوره‌ها و تعیین اهداف دوره و سپس ارزیابی آموزش بهره می‌گیرند.

۲۴. لیندا گروت و وانگ دیوید، *روش‌های تحقیق در معماری*، ترجمه علیرضا عینی‌فر (تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۰).

۲۵. حمید میرجانی، «استدلال منطقی به‌مثابه روش پژوهش»، *صفه*، دوره ۲۰، ش. ۱ (بهار ۱۳۸۹): ۵۰.

26. Rote Learning

معماری با موضوع سازه بسط یافته و بنابراین به پاسخ‌دهی به سؤالات اصلی پژوهش مبادرت شده است. مدل نظری طبقه‌بندی ابعاد فرایند شناخت سازه در طراحی معماری، سامانه سلسله‌مراتبی از ابعاد دانش و مراتب شناخت است که با این فرایند تدوین شده است.

۳. یادگیری معنادار در حل مسائل طراحی

یادگیری معنادار، یا یادگیری سازنده^{۴۰}، مفهومی است که در نظریات یادگیری مبتنی بر روان‌شناسی شناختی و سازنده‌گرایی شناختی در مقابل یادگیری طوطی‌وار طرح شده است.^{۴۱} در «یادگیری طوطی‌وار، تنها توجه بر کسب دانش و افزودن اطلاعات است»،^{۴۲} اما در یادگیری معنادار، یادگیری بر ساخت دانش^{۴۳} و فهمیدن اطلاعات دریافت‌شده متمرکز است.^{۴۴} در این دیدگاه اطلاعات کسب و در ذهن سازمان‌دهی و با اطلاعات مرتبط قبلی منسجم و با هم فهمیده می‌شوند. در یادگیری معنادار، دانش وابسته به محتوای عرضه‌شده و پردازش‌های ذهنی صورت‌گرفته بر آن، در ذهن شکل و ابعاد مختلفی می‌گیرد. همراه با ساخت ابعاد دانش، شناخت از موضوع توسعه می‌یابد و عمیق‌تر می‌شود. با برساخته شدن ابعاد دانش در ذهن، شناخت کامل‌تر می‌گردد. ابعاد دانش با یکدیگر ترکیب و با هم برای حل مسائل جدید و پیچیده طراحی دخیل می‌شوند. در این نظریات، شناخت یک فرایند ساختی است که همراه با ساخت دانش رشد می‌یابد و مراتبی از یادگیری را شکل می‌دهد.

در نظریات شناختی، «ساخت شناختی^{۴۵} و تغییراتی که در آن صورت می‌گیرد اساس یادگیری را تشکیل می‌دهند».^{۴۶} ساخت شناختی یعنی مجموعه‌ای از اطلاعات، مفاهیم، اصول، و تعمیم‌های سازمان‌یافته‌ای که فرد در یک رشته دانش آموخته است. ساخت شناختی به‌صورت هرمی تصور می‌شود

که در قاعده هرم بیشترین اطلاعات و دانش واقعیت‌های مشخص، در میانه آن مفاهیم و مطالب سازمان‌دهی‌شده‌تر و در رأس هرم کلی‌ترین مسائل و مفاهیم قرار دارند. در این هرم با سلسله‌مراتب ساخت شناختی، هر مطلب از مطالب پایین‌تر خود کلی‌تر، انتزاعی‌تر و خلاصه‌تر است. زمانی که اطلاعات فرد در یک زمینه تحصیلی به میزان قابل ملاحظه‌ای گسترش یابد، منجر به ایجاد یک چنین هرم ساخت شناختی می‌شود.^{۴۷} در نظریه یادگیری معنادار بلوم بر پایه نظریات روان‌شناسی شناختی سازنده‌گرایی، سطوح شناختی یادگیری با دو بُعد دانش و شناخت بیان شده است. این نظریه تشریح این موضوع است که برای حل مسائل ناآشنا، انتقال یادگیری از موقعیت آموزش محتوای موضوع تا حل مسئله ناآشنا، چه ابعاد و مراتبی دارد و چه بعدی از دانش برای حل مسئله ناآشنا مؤثر است. مسئله ناآشنا مسئله‌ای است که با رویه‌های مشخص قبلی نمی‌توان آن را حل کرد و لازم است رویه‌های پیشین اصلاح و یا رویه جدیدی برای آن ابداع شود.

در حوزه طراحی معماری، مسئله طراحی یک مسئله با ساختار مبهم^{۴۸} است که در زمره مسائل ناآشنا قرار می‌گیرد. این مسائل ساختار مشخصی ندارند و برای حل آنها لازم است ابتدا ساختاری برای مسئله آفریده شود. تلاش‌های اساسی طراحان برای حل این‌گونه مسائل، ساختاربخشی خلاقانه به ساختار مسئله^{۴۹} و یا به تعبیر لاوسون، اکتشاف ساختار مسئله است.^{۵۰} در این میان، دانش متناسب با موضوع اهمیت زیادی دارد؛ زیرا فرایند طراحی سراسر تصمیماتی است که طراح بنا بر اطلاعات و آگاهی‌های خود می‌گیرد و این فرایند بدون دانش در دسترس هم ممکن است انجام گیرد و آنگاه تصمیماتی در طراحی گرفته می‌شود که اگر دانش متناسب با طراحی وجود داشت، گرفته نمی‌شد. بنابراین، یادگیری معنادار در فرایند طراحی معماری دارای موضوعیت و اهمیت بسزایی است. این

۲۷. بنا بر گفته نورمن بلیکی، مدل‌ها می‌توانند نمایانگر مکانیسم یا ساختار تبیینی فرضیه‌واری باشند و یا روشی برای سازمان‌دهی نتایج پژوهش و ارائه‌ی آن. مدل‌های نظری برساخته از یک مدل کلی و در مورد یک موضوع خاص هستند و مانند مدل کلی، جامعیت ندارند. در مورد این پژوهش نیز، نظریه بلوم یک مدل کلی است که مدل نظری یادگیری معنادار سازه از آن برساخته شده است (نورمن بلیکی، طراحی پژوهش‌های اجتماعی، ترجمه حسین چاوشیان (تهران: نی، ۱۳۸۴): ۲۱۵).

28. National Architectural Accreditation Board

29. Attia, "Bloom's Taxonomy as a tool to optimize course learning outcomes and assessments in Architecture Programs", 316.

30. Cognitive Constructivism

۳۱. محمدرضا فتحی، «نظریه سازنده‌گرایی اجتماعی و دلالت‌های آن برای فرایند یادگیری و تدریس»، نشریه پوشش در آموزش علوم انسانی، دوره ۴، ش. ۱۵ (تابستان ۱۳۹۸): ۸۹.

32. H.A. Simon, *The Sciences of the Artificial* (Cambridge: The MIT Press, 1996). Simon, *The Sciences of the Artificial* (MIT press, 2019)

33. D.A. Schön-*The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action* (Routledge, 1983)

اولین مرتبه از شناخت به‌یادسپاری اطلاعات و داده‌های مرتبط با موضوع است که مبتنی بر دانش‌های گزاره‌ای است. اولین مرتبه از طبقه‌بندی اهداف آموزشی بلوم با دانستن و به‌یادسپاری گزاره‌های مرتبط با محتوای آموزشی همراه می‌گردد. زمانی که محتوای آموزش داده‌شده به ذهن سپرده شود و قابل‌بازیابی باشد، بعد گزاره‌ای دانش ساخته می‌شود.

۲.۳. دانش مفهومی و مرتبه شناختی فهمیدن

دانش مفهومی^{۵۹} از ایجاد شبکه‌ای معنادار و سازماندهی شده از گزاره‌های مرتبط با هم شکل می‌گیرد. سازماندهی دانش با روابط معنادار کلید اصلی دانش مفهومی است. این دانش شامل دانش طبقه‌بندی‌ها، تقسیم‌بندی‌ها، روابط بین آنها، و همچنین طرح‌واره‌ها، مدل‌های ذهنی، یا تئوری‌های صریح و ضمنی است. اسکیم‌ها، مدل‌ها، و تئوری‌ها نمایانگر این هستند که چگونه یک موضوع اصلی سازماندهی شده و ساختار یافته است؛ چگونه بخش‌های مختلف یا جزء اطلاعات به‌طور منظم در یک شیوه خاص سامان‌مند با هم پیوند خورده و به هم پیوسته‌اند و یا چگونه این قطعات با یکدیگر کار می‌کنند.

فهمیدن، ساخت معنا یا الگو از پیام‌های آموزشی تعریف شده است. فهمیدن نقطه آغاز انتقال یادگیری است، حل مسئله ناآشنا و یا طراحی کردن مبتنی بر فهم ایجادشده از موضوع مورد نظر است. فهمیدن فراتر رفتن از اطلاعات داده‌شده و استنباط معنادار از دانش‌های گسسته از یکدیگر است.^{۶۰} بلوم فهمیدن را در هفت لایه شناختی طبقه‌بندی می‌کند که به‌صورت خلاصه آورده شده است: تفسیر و بازنمایی اطلاعات، ساخت الگوی اولیه از دانش‌های گزاره‌ای، تشخیص الگوی مفهومی در نمونه‌های مختلف دیگر، دسته‌بندی الگوهای مرتبط و متناسب با هم، درک یک مفهوم از میان الگوهای مرتبط با هم، ساخت رابطه علت و معلولی در مورد آن پدیده یا

مهم درخصوص نبود دانش کافی از سازه و مسائل فنی در فرایند طراحی معماری، به شکل بسیار جدی و پررنگی مشاهده می‌شود. آثار فاخر و پایدار معماری و یا بالعکس بناهایی که در بی‌توجهی به دانش سازه ساخته شده‌اند، در کشاکش تسلط بر دانش سازه و یا فقدان آگاهی از مباحث مربوط به دانش سازه شکل گرفته‌اند.^{۵۱}

روان‌شناسان شناختی چهار بعد برای دانش قائل هستند. این ابعاد بر اساس پردازش و بازنمایی دانش در ذهن و شیوه‌های توصیف ماهیت ایده‌ها و مفاهیم ظاهرشده در تفکر و قالب بازنمایی درونی دانش تعریف می‌شوند.^{۵۲} چهار بعد دانش شامل دانش امور واقع، دانش مفهومی، دانش رویه‌ای، و دانش فراشناختی^{۵۳} است. «محتوای آموزشی خارج از این ابعاد و به معنای ماده^{۵۴} و مترادف با محتوای موضوع آورده شده است.»^{۵۵} همچنین بلوم در شش مرتبه، ابعاد شناخت را نیز طرح کرده است که در «ت ۱» مشاهده می‌شود. در ادامه، ابعاد دانش و شناخت مبتنی بر آن در کنار یکدیگر به‌طور خلاصه آورده شده است.^{۵۶}

۱.۳. دانش گزاره‌ای (امور واقع)^{۵۷} و مرتبه شناختی به‌یادسپاری

دانش گزاره‌ای دانش اصطلاحات و جزئیات خاص و عناصر است. در این بعد از دانش، عناصر موضوع اصلی اصطلاحات و ضوابط یا مفاهیم عمومی، اصول، مدل‌ها یا نظریه‌ها هستند و بنیانی برای شکل‌گیری بعدهای متعالی‌تر دانش است. گزاره‌ها در «دانش امور واقع» خود، محتوایی واجد معنا و اطلاعات هستند، اما در ذهن سازمان‌یافته نیستند و ارتباط معنی‌دار اندکی با یادگیری‌های قبل دارند؛ بنابراین دانش «بی‌اثر» نیز نامیده شده‌اند. یادگیرندگان برای به‌دست آوردن صلاحیت‌های تخصصی، لازم است دانش‌های گزاره‌ای عمیقی کسب کنند.^{۵۸}

34. M. Polanyi, *Personal Knowledge* (London: Routledge, 2012).
35. N. Cross, *Design Thinking* (London: Oxford, Berg, 2011).
36. K. Dorst, "The Core of 'Design Thinking' and Its Application", *Design Studies*, vol. 32, no. 6 (2011): 521-532.
37. C.S. Chan, *Style and Creativity in Design, Studies in Applied Philosophy* (Springer International Publishing Switzerland, 2015).
38. Tacit Knowledge
39. Procedural Knowledge
40. Constructive learning
۴۱. این تقابل اولین بار در نظریات یادگیری گشتالت طرح شد و نظریه‌هایی مانند یادگیری معنی‌دار آروبل و طبقه‌بندی اهداف آموزشی بلوم آن را توسعه دادند.
42. Anderson and Krathwohl, *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*, 65.
43. Constructing knowledge

ت ۱. طبقه‌بندی اهداف آموزشی بلوم در حوزه شناختی (۲۰۰۱)، ابعاد فرایند شناخت را در کنار ساخت دانش بیان می‌کند، ترسیم: نگارندگان.

واقع، و توضیح دادن درباره آنها.^{۶۱} بنابراین در نتیجه فهمیدن الگوهای معنادار و سازمان‌یافته‌ای از جنبه‌های اصلی و مهم دانش شکل می‌گیرد و این مهم باعث می‌شود اطلاعات فضای کمتری را در ذهن اشغال کنند، بازیابی روان‌تر اتفاق بیفتد، و جنبه‌های مهم دانش با انعطاف بیشتری به کار گرفته شوند. حل مسئله به ایجاد ارتباط میان اطلاعات کسب‌شده کمک و پرورش دانش‌های مفهومی و فهمیدن را تسهیل می‌کند.^{۶۲} در نظریه بلوم مراتب شناختی تحلیل و ارزیابی در امتداد مرتبه فهمیدن بیان شده است.^{۶۳} از نظر آموزشی، تحلیل در امتداد فهمیدن آورده شده است.^{۶۴} ارزیابی، نقد موضوع مورد نظر با توجه به معیارهای تعیین شده است که هسته تفکر انتقادی گفته شده و به فهم از موضوع وابسته است.^{۶۵}

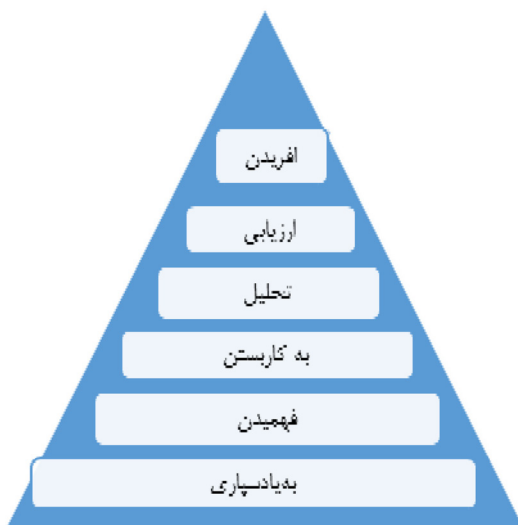
۳.۳. بعد رویه‌ای دانش و کاربرد

دانش رویه‌ای، دانش چگونگی انجام کاری است. این دانش اغلب از مراحل و گام‌های پشت‌هم تشکیل می‌شود و شامل دانش مهارت‌ها، الگوریتم‌ها، تکنیک‌ها، و روش‌های اجرا مانند روش تحقیق است. دانش رویه‌ای منعکس‌کننده دانش «فرایند»های مختلف است. تخصص یافتن در فعالیت‌های مختلف نتیجه حاصل از افزودن دانش گزاره‌ای به رویه‌ای است.^{۶۶} کاربرد آن شامل استفاده از رویه‌ها برای اجرا کردن تمرینات یا حل مسائل است. مرتبه شناختی کاربرد به دو مرتبه تقسیم شده است: سطح اول در مورد فعالیت‌هایی است که دارای فرمول، روش، و یا رویه مشخصی هستند. در این سطح، کاربرد به معنای اجرای آن رویه خاص است؛ مانند تمرین نوازندگی و یا به‌دست آوردن نیروهای سازه‌ای در یک تیر ساده با نیروی اعمال‌شده در مرکز تیر. در این موارد اغلب دانش‌های گزاره‌ای به‌طور ناخودآگاه و با تمرین به دانش‌های رویه‌ای تبدیل می‌شوند.^{۶۸}

کاربست دانش در سطح دوم از مرتبه شناختی کاربرد قرار دارد و در مورد حل مسائل ناآشناست. کاربرد دانش مبتنی بر دانش‌های مفهومی و همچنین بازنمایی^{۶۹} مسئله برای خلق رویه‌های جدید است و نیاز به تفکر آگاهانه دارد.^{۷۰} در کاربرد فهم از موضوع و دارا بودن دانش مفهومی و رویه‌ای مناسب ضرورت می‌یابد؛ البته کاربرد دانش در حل مسائل طراحی، «آفریدن» معرفی شده است که به بازنمایی مسئله و تفکر خلاق نیز نیازمند است.

۴. کاربرد دانش در حل مسئله

در نظریه اهداف آموزشی بلوم، کاربرد در ذیل مرتبه شناختی کاربرد طبقه‌بندی می‌شود. در این طبقه‌بندی به لحاظ شناختی، برای رسیدن به مرتبه شناختی کاربرد، لازم است که محتوای آموزش داده‌شده، به یاد سپرده و بازیابی شود، دانش به یاد سپرده شده فهم شود، و الگوهای ذهنی از دانش در غالب طرح‌واره‌ها، اسکیم‌ها، و یا الگوهای معنادار شکل بگیرد؛ البته رویه‌های حل مسئله، با عنوان دانش فرایندها، الگوریتم‌ها، و



جدول ۲. ابعاد فرایند شناخت در نظریه بلوم و خلاصه‌ای از توضیحات آن، تدوین: نگارندگان.

ابعاد فرایند شناخت	
۱ به یادسپاری (Remember): بازیابی دانش مرتبط از حافظه بلندمدت	
۲ فهمید (Understand): ساخت معنا از پیام‌های تدریس شده شامل نوشته، ارائه‌های گرافیکی، و غیره	
۳ کاربرد (Apply): استفاده کردن از یک رویه در موقعیت جدید	
۴ تحلیل کردن (Analyze): شکستن به اجزا و تعیین اینکه چگونه اجزا به یکدیگر مرتبط شوند و به یک ساختار یا هدف کلی برسند.	
۵ ارزیابی کردن (Evaluate): قضاوت کردن بر اساس معیارها اصول	
۶ خلق کردن (create): قرار دادن عناصر کناریکدیگر برای فرم دادن به یک کلیت یا عملکرد کلی که عناصر در یک الگو یا ساختار جدید درک شود.	

44. Ibid.

45. Cognitive Structure

۴۶. سیف، روان‌شناسی پرورشی نوین، ۱۶۶.

۴۷. همان.

48. III-Defined

49. N. Cross, *Engineering Design Methods Strategies for Product Design*, weily publication, 2000, 41.

ت ۲. ابعاد دانش و فرایند شناخت بلوم، ترسیم: نگارندگان.

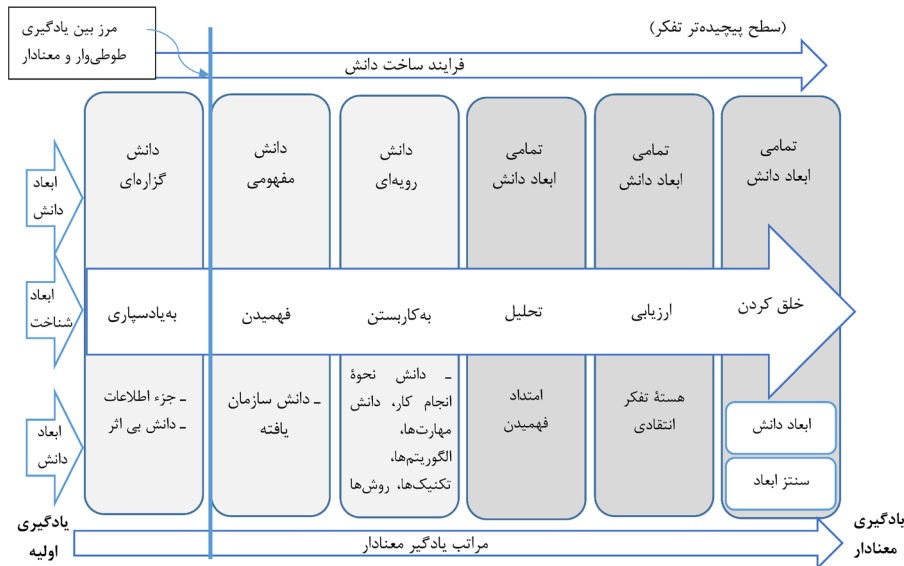
۲.۴. کاربست دانش در طراحی کردن

«طراحی کوششی برای ابداع راه حل‌ها قبل از اجرای آنهاست»^{۷۳} همان‌گونه که در تعریف کاربست دانش آمد، مشاهده می‌گردد که طراحی کردن نیز نوعی ابداع رویه برای حل مسئله ناآشناست. از آنجاکه مسائل طراحی، مسائل باساختار مبهم هستند، ابداع راه حل برای آن، در واقع اکتشاف یک ساختار برای مسئله است.^{۷۴} همان‌طور که دورست نیز طرح می‌کند، یکی از پربازده‌ترین راهکارها برای مواجهه با مسئله طراحی «قاب‌بندی»^{۷۵} مسئله است. در اصطلاح منطقی، یک قاب «دلالتی عمومی است که با به کار بردن یک اصل کاری محوری، ارزش به‌خصوص را خلق کند».^{۷۶} یک قاب از مسئله،

روش‌ها، خود بخشی از دانش‌هایی هستند که به یاد سپرده می‌شوند. دانش‌های مفهومی که شکل‌یافته در ذهن، منعطف، و معنادار هستند، امکان اصلاح رویه‌های قبلی و یا تولید رویه‌های جدید برای حل یک مسئله ناآشنا و یا با ساختار مبهم را ایجاد می‌کنند. بنابراین در کاربست فهم از موضوع و دارا بودن دانش مفهومی و رویه‌ای مناسب ضرورت می‌یابد. مفهوم کاربست نقطه عطفی در فرایند ابعاد شناخت است؛ زیرا این مرتبه از شناخت مبتنی بر ترکیبی از ابعاد دانش و همچنین تفکر تحلیلی و خلاق است. همچنان که مسئله طراحی معماری یک مسئله ناآشنا و با ساختار مبهم تعریف شده است که پاسخ‌گویی به آن نیازمند مرتبه شناختی کاربست است (ت ۱ و ۲ و ۳ و جدول ۲).

۱.۴. ترکیب دانش‌ها و آفریدن

آفریدن که به نوعی حل مسئله نیز گفته شده است، مبتنی بر ترکیب ابعاد دانش پیشین است. آفریدن در متعالی‌ترین طبقه‌بندی شناخت، دارای سه فرایند شناختی زایش^{۷۱}، برنامه‌ریزی (طراحی)، و ساخت است. علاوه بر دانش، بازنمایی‌های بیرونی و تفکر خلاق نیز در آفریدن اهمیت دارند.^{۷۲} در واقع بازنمایی‌های بیرونی بستری برای آفریدن موقعیت مسئله و یا ساختارهایی جدید از مسئله است که به راه حل‌های اکتشافی منجر خواهد شد. خلق رویه‌های جدید در مرحله زایش ایده‌ها اتفاق می‌افتد. آفریدن در نظریه بلوم به معنای آفریدن رویه جدید است که برای بیان مفهوم کاربست آورده شده است.



۵.۲. بعد مفهومی و فهمیدن دانش سازه

بعد مفهومی دانش سازه دانشی پرورش یافته در ذهن مبتنی بر مبانی و کلیات سازه است. دانش‌های مفهومی سازه در پی ایجاد الگوهای ذهنی از مفاهیم اصلی سازه و تأثیر آنها بر یکدیگر شکل می‌گیرد. در نظریه بلوم، فهمیدن ساخت الگوهای ذهنی از پیام‌های آموزشی تعریف شده است؛ فهمیدن سازه را می‌توان ساخت الگوهای ذهنی از مفاهیم مبانی و کلیات سازه تعریف کرد. فهم سازه مبتنی بر دانش‌های مفهومی سازه دارای درجاتی است که از تفسیر و بازنمایی نیروها آغاز می‌شود و به فهم هندسی سازه‌ها در کامل‌ترین مرتبه‌اش می‌رسد. مراتبی از دانش‌های مفهومی سازه شامل شناخت توزیع نیرو در پیکره‌بندی سازه، درک ارتباط میان توزیع نیرو و تنش‌های وارده بر اعضا و پیکره سازه با هندسه عناصر سازه‌ای، درک اثر نیرو بر فرم و درک فرم متناسب با بارگذاری است. در مرور منابع مرتبط می‌توان سه سطح از فهم سازه و دانش‌های مفهومی سازه را تحت عناوین فهم نیروها و عناصر معماری منتقل‌کننده آنها، درک رفتار سازه، و فهم هندسی سازه‌ها طبقه‌بندی کرد.

سطح اول به لایه شناختی تفسیر اطلاعات و بازنمایی آنها در فهمیدن مرتبط است. هدف از آموزش‌های نظری سازه برای معماران که در سرفصل‌های درسی کارشناسی تعریف شده است، در این سطح قرار دارد.^{۸۴} فهم بار و مسیر بارگذاری، فهم نیروها و تفسیر نیروها به صورت عددی و شکلی و دیاگرامی، فهم تنش و شناخت الگوی رفتار اعضای سازه‌ای تحت تنش و شناخت عناصری در معماری که این تنش‌ها را تحمل می‌کنند و به زمین انتقال می‌دهند گزیده‌ای از فهم نیروها و عناصر معماری مرتبط با آنها هستند. این سطح از دانش سازه برای حل مسائل معمول سازه، بر اساس سازه‌های معین و پایدار، مناسب است. در عالم واقع و آثار مصنوع معماری، می‌توان نمونه‌هایی از

توانایی‌های شناختی این سطح را توانایی ترسیم مدل دیاگرامی از مفاهیم سازه در عرصه ساختمان، توانایی ترسیم دیاگرامی از مسئله سازه‌ای، توانایی محاسبه عکس‌العمل‌های تکیه‌گاه‌ها، نیروی درونی اعضا در سازه‌های معین و تطابق مفاهیم انتزاعی طرح‌شده به صورت نظری دانست.

سطح دوم، درک رفتار سازه‌ها،^{۸۵} شکل پیچیده‌تری از فهم بارگذاری، تنش‌ها، و رفتار سازه‌ها تحت بارگذاری است. فهم ارتباط میان هندسه مقاطع و تنش درونی اعضا در تحمل بار وارده به سازه، شناخت الگوهای فرمی سازه‌ها و توزیع نیروها در آن (به‌مثابه الگوی انتقال بار در یک قوس، یک تیر ساده، و یا کابل)، و درک پخش بودن نیرو در پیکره‌بندی سازه و ارتباط متقابل میان پیکره‌بندی و هندسه سازه با میزان تنش‌های ایجادشده در اعضا، همه، فهم سازماندهی پیچیده دانش‌های گزاره‌ای سازه هستند.

این سطح از فهم سازه را می‌توان به لایه‌های شناختی زیر تقسیم کرد: ارتباط میان هندسه مقاطع و تنش درونی اعضا در تحمل بار وارده به سازه، شناخت الگوهای فرمی سازه‌ها و توزیع نیروها در آن (به معنی الگوی انتقال بار در یک قوس، یک تیر ساده، و یا کابل)، فهم چگونگی پخش بودن نیرو در پیکره‌بندی سازه، ارتباط متقابل میان پیکره‌بندی و هندسه سازه با میزان تنش‌های ایجادشده در اعضا. در این مقطع، علاوه بر فهم درک رفتار سازه‌ها، هندسه و فرم سازه را می‌توان نقطه اشتراک میان سازه و فضای معماری قلمداد کرد؛ اینها کیفیت‌هایی هستند که پیوند میان هندسه سازه و فضای ساخته‌شده می‌تواند به همراه داشته باشد.

سطح سوم، فهم هندسی سازه، به فهم ارتباط میان کارایی سازه و هندسه^{۸۶} سازه گفته می‌شود. چگونگی انتقال نیرو تابعی از شکل هندسی یا فرم سازه مقاوم در مقابل بار است. پس سطح سوم فهم این نکته است که هندسه سازه و فرم عناصر

53. Factual, Conceptual, Procedural, and Metacognitive.

54. substance

55. Anderson and Krathwohl, *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*, 40-45.

۵۶. مباحث این بخش، خلاصه‌ای از نظریه‌ی اهداف آموزشی بلوم از منبع زیر است:

Anderson and Krathwohl, *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*.

57. Factual Knowledge

۵۸. برگرفته از نظریات یادگیری روان‌شناسی شناختی (RBT) (2001) و National Research Council, *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition* (National Academies Publication, 2000), 47, 53.

59. Conceptual Knowledge

60. G. Wiggins and J. McTighe, *Understanding by Design* (Ascd, 2005), 37.

61. Anderson and Krathwohl, *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*, 70-76.

62. M.T.H. Chi, et al., *Expertise in Problem Solving* (Pittsburgh Univ PA Learning Research and Development Cent, 1981), 11.

۶۳ البته تحلیل و ارزیابی مبتنی بر هر چهار بعد دانش هستند. بعد چهارم بعد فراشناختی است، که این بعد دانش مرتبط با ترجیحات و سبک‌های یادگیری در فراگیران است و در همه مراتب شناختی حضور دارد. این بعد دانش بیشتر مرتبط با حوزه عاطفی نظریه اهداف آموزشی بلوم است و در این پژوهش به آن پرداخته نشده است.

۶۴ در طبقه‌بندی اهداف آموزشی بلوم، تحلیل و ارزیابی با مراتبی جداگانه تشریح شده است. در اینجا به دلیل جلوگیری از طولانی شدن مطلب، ذیل فهمیدن طرح شده است.

65. N. Postman and C. Weingardner, *Teaching as a Subversive Activity* (Harmondsworth: Penguin Book Ltd, 1972), 161.

سازه‌ای، نوع و مقدار تنش‌های درونی در آنها را تعیین می‌کند و نوع نیروهای داخلی اعضا بر میزان بازدهی سازه اثرگذار است؛ بنابراین معماران، که فرم و هندسه بنا و چینش عناصر سازه را تعیین می‌کنند، کسانی هستند که کارایی سازه را تعیین می‌کنند؛ البته فهم هندسی را می‌توان در دو مرتبه الف) درک تأثیر هندسه مقاطع عناصر سازه در کارایی آن ب) فهم چگونگی شکل دادن به هندسه و پیکره‌بندی سازه در جهت تحمل نیروهای وارد شده بیان کرد.

این فهم مبتنی بر شناخت تحلیلی و عددی و همچنین تئوری‌های جنبش حدی و کینماتیک و بهره‌گیری از روش‌های ایستایی ترسیمی در تحلیل نیروها و فرم‌ها است. این فهم بر اساس بازنمایی‌های هندسی و نه تحلیلی یا عددی از رابطه بین شکل و نیروها^{۸۷} است. رجوع به منابع نشان می‌دهد که درک ریاضیاتی و مکانیکی از نیروها، تنش‌ها، و گیره در حوزه طراحی سازه به‌تنهایی کافی نیستند و عملکرد ضعیفی دارند.^{۸۸} انتخاب فرم سازه معمولاً در بالاترین سطح مهندسی صورت می‌گیرد.^{۸۹} بنابراین معماران که در مورد فرم بنا تصمیم‌ساز هستند، لازم است دانش کافی در این حوزه را نیز داشته باشند؛ البته ممکن است یک مهندس سازه در گروه طراحی یک پروژه‌ی معماری باشد، اما، به‌هرحال، اغلب رهنمودهای آنها در جهت اصلاح و بهینه‌سازی سازه پیشنهادی و نه تولید یک فرم است. مولر نقد می‌کند که درک هندسی از سازه‌ها می‌تواند مفاهیم سازه را در اولین مراحل طراحی معماری وارد کند و سازه به‌منزله یک عنصر مؤثر در تصمیمات و ایده‌پردازی‌های اولیه در مورد فرم و هندسه فضاها طرح گردد.^{۹۰}

از نظر شناختی، در این مرتبه از فهم سازه، یادگیرنده توانایی کنار هم قرار دادن مفاهیم سازه‌ای و الگوهای ذهنی ایجادشده از آن را دارد و می‌تواند رابطه نیرو و فرم و هندسه را تشریح کند؛ مثلاً بتواند توضیح دهد که چرا مقطع یک تیر آهن

به شکل حرف I انگلیسی است و یا در صورتی که نیروها از محوری به خمشی تغییر یابد، چه تغییری در بهره‌وری عضو سازه‌ای پدید می‌آید یا مثلاً بتواند تنش‌های درونی، رفتار نیرو، و اثر فرم در یک قوس و کابل یا تیر ساده را تشریح کند. به‌همین ترتیب، در این مرتبه، مفاهیم سازه‌ای پایه، مانند گشتاور خمش، ممان اینرسی، تنش و کرنش، الگوهای هندسی و مفهومی از اعضای سازه‌ای را در ذهن شکل می‌دهند که در کنار یکدیگر به الگوهای مفهومی سازه تبدیل می‌گردند و رابطه میان فرم معماری و کارایی سازه را قابل درک می‌کنند.

مرتبه شناختی تحلیل و ارزیابی سازه، در امتداد فهم از سازه ایجاد می‌گردد. تحلیل سازه را می‌توان مجموعه تلاش‌ها در جهت درک هرچه دقیق‌تر رفتار سازه تعریف کرد. تحلیل سازه در جهت درک رفتار سازه در مقابل نیروها، برای رسیدن به موفقیت فنی سازه صورت می‌گیرد؛^{۹۱} البته در حوزه معماری به‌نظر می‌رسد مرتبه شناختی، مرتبه تحلیل در فرایند طراحی معماری، هم‌زمان به شناخت رفتار سازه و برقراری الزامات اساسی سازه و همچنین تحلیل ارتباط عناصر و پیکره‌بندی سازه با هندسه کلی بنا، ساختار معماری و دیگر عناصر کالبدی بناست. بنابراین در مرتبه شناختی ارزیابی در یادگیری معنادار سازه، به نقد موفقیت فنی سازه و همچنین نقد تعامل سازه با خواست معماری توجه می‌شود.

۵.۳. بعد رویه‌ای دانش و مرتبه شناختی کار بست دانش سازه

بعد رویه‌ای دانش سازه شامل دو بخش رویه‌های تحلیل سازه و رویه‌های فرم‌یابی سازه است. رویه‌های تحلیل سازه شامل چگونگی محاسبه نیروها و تنش‌ها در اعضای سازه، تحلیل و تفسیر نیروها، و همچنین رفتار نیروها در سازه‌های مختلف می‌شود. این روش‌ها خود شامل رویه‌های محاسبات عددی



66. Chan, *Style and Creativity in Design, Studies in Applied Philosophy*, 25-27.

67. Executing

۶۸. این مرتبه یادگیری، انتقال یادگیری سطح پایین است. انتقال سطح بالا انتقال سطح پایین و انتقال سطح بالا تقسیم می‌گردد. این تقسیم‌بندی کار سولومون و پرکینز است (نک: سیف، *روانشناسی پرورشی نوین*).

69. Representation

۷۰. کاربست در انتقال یادگیری سطح بالا دسته‌بندی می‌گردد. در انتقال سطح پایین مهارت‌هایی که به‌خوبی تمرین شده‌اند، بدون نیاز به تفکر و غالباً به‌صورت ناآگاهانه و خودکار، در موقعیت‌های تازه استفاده می‌شوند. راندگی با یک خودرو خاص و بعد راندگی با خودروهای دیگر یا حل کردن تمرین‌های ریاضی در خانه نمونه‌های انتقال سطح پایین هستند. انتقال سطح بالا مستلزم کاربست آگاهانه دانش انتزاعی، قواعد یا اصول کلی قبلاً آموخته‌شده به موقعیت‌های تازه است. به‌طور کلی، انتقال سطح بالا مستلزم اندیشیدن جدی برای ایجاد ارتباط بین یادگیری‌های قبلی و موقعیت مشکل‌زاست. (همان، ۳۰۳)

71. Generating

72. Anderson and Krathwohl, *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*, 86.

عنوان «کاربست دانش سازه در طراحی معماری»، به حل مسائل ناآشنا مانند مسائل طراحی معماری مرتبط می‌شود.

۶. کاربست دانش سازه در طراحی معماری

دانش‌های رویه‌ای دانش چگونگی انجام کاری هستند که ساختار یا اصل کاری را مشخص می‌کنند؛ بنابراین می‌توان این‌گونه استدلال کرد که دانش‌های رویه‌ای سازه در طراحی معماری، رویه‌های قاب‌بندی مسئله معماری بر اساس هنجارهای سازه هستند. آنچه تحت عنوان خلاقیت سازه و یا هنر سازه در خلق اثر معماری طرح می‌گردد، به معنای نحوه خلاقانه ساختاربندی مسئله معماری بر اساس هنجارهای سازه است؛ البته لازم است ذکر شود که بر اساس ادبیات تفکر طراحی شناختی، قاب‌بندی، یا فرموله بندی مسئله طراحی، در اینجا به معنای فرموله‌بندی خودکار و رسمی نیست؛ بلکه تنظیم مسئله و یا قاب‌بندی نسبی مسئله طراحی است. این قاب‌بندی مسئله بارها در فرایند طراحی صورت می‌گیرد و بر اساس نیازهای معماری و کارایی سازه بازبینی و اصلاح می‌شود که این روند را می‌توان انسجام دانش سازه در فرایند طراحی معماری نامید.

کاربست دانش سازه در طراحی معماری به معنای چگونگی ساختاربندی مسئله معماری بر اساس هنجارهای سازه و نیازهای معماری است. هنجارهای سازه از نظر شناختی، بازنمایی‌های ذهنی سازه یا دانش‌های مفهومی سازه هستند؛ بنابراین در مرتبه کاربست هر قدر بازنمایی‌های ذهنی قوی‌تری از مفاهیم سازه وجود داشته باشد، قدرت طراح در خلق رویه‌های جدید بیشتر است. دانش‌های مفهومی و رویه‌ای تحلیلی سازه هردو در کاربست نقش بسزایی دارند. کاربست دانش سازه در طراحی معماری به این معناست که در فرایند طراحی معماری عناصر، پیکره‌بندی و آرایش سازه‌ای در رویه‌های جدیدی

دستی و یا نرم‌افزاری و یا محاسبات هندسی و ترسیمی هستند. دانش‌های رویه‌ای هم‌زمان با دانش‌های گزاره‌ای آموخته و به یاد سپرده می‌شوند. رویه‌های فرمیابی سازه روش‌های اکتشاف فرم بهینه سازه بر اساس نیروهاست. این روش‌ها رویه‌های طراحی سازه مبتنی بر تعادل^{۹۲} تعریف شده‌اند که مبتنی بر فرمیابی اکتشافی تعاملی هستند و در سه دسته فرمیابی با مدل‌های فیزیکی، روش‌های ایستایی ترسیمی، نرم‌افزارهای رایانه‌ای تقسیم شده‌اند.^{۹۳} در پژوهش‌های اخیر این حوزه، بر افزایش سرعت، دقت، و تعامل با کاربر، در روش‌های رایانه‌ای تمرکز شده است.

مرتبه شناختی کاربرد دانش سازه در طراحی معماری به دو سطح تقسیم می‌گردد؛ سطح یک، عمل کردن بر طبق دانش‌های رویه‌ای سازه برای مسائل تحلیلی و محاسباتی سازه در حوزه معماری مبتنی بر رویه‌های مشخص؛ سطح دو، کاربست دانش سازه در فرایند طراحی سازه در حوزه معماری. سطح اول کاربرد دانش سازه در طراحی معماری بر پاسخ‌گویی بر مسائل مبتنی بر تحلیل سازه‌ها متمرکز است. این مسائل با اجرای معادلات از قبل مشخص شده قابل حل هستند. می‌توان این مسائل را به‌صورت دستی و یا نرم‌افزاری محاسبه کرد؛ البته این دانش که کدام روش و فرمول در کدام مسئله و موقعیت به کار برده شود، به دانش موقعیت‌مند شده دانشجو و تجربه آنها در حل مسائل مشابه وابسته است. یادگیری و به‌کارگیری روش‌های محاسباتی برای تعیین مقدار عکس‌العمل‌های تکیه‌گاهی یک تیر ساده و یا محاسبه تنش‌های محوری در یک تیر با دو تکیه‌گاه ساده نمونه‌ای از رویه‌های معمول سازه هستند. با نرم‌افزارهای مرتبط با سازه‌ها می‌توانند این محاسبات تا سطح پیچیده‌ای قابل انجام است. روش‌های محاسبه‌های سازه‌ها با کمک ایستایی ترسیمی نیز در این دسته قرار دارند. بخش دوم کاربرد دانش سازه در طراحی معماری، تحت

۷۳. لاوسون، طراحان چگونه می‌اندیشند: ابهام‌زدایی از فرایند طراحی، ۱۷.

۷۴. همان

75. Framing

76. Keen Dorst, "The Core of 'Design Thinking' and Its Application", 521-523.

77. Chan, *Style and Creativity in Design, Studies in Applied Philosophy*, 40-45.

78. Setting the Problem

اصطلاحی که دونالد شون برای مواجهه طراحان با موقعیت طراحی به کار می‌برد (نک: Donald Shon, *Educating: the Reflective Practitioner: Toward a New Design for Teaching and Learning in the Professions* (Jossey-Bass, (2000).

ت ۴. سلسله‌مراتب هرمی نظریه یادگیری معنادار سازه در طراحی معماری، ترسیم: نگارندگان.

شکل بگیرند؛ به‌گونه‌ای که به مسئله معماری پاسخ دهند و به کارایی معماری خلق‌شده افزوده شود.

در تاریخ طراحی معماری، رویه‌های متعددی برای فرموله‌بندی مسئله معماری با توجه به هنجارهای سازه شکل گرفته است که می‌توان عنوان «فرایندهای طراحی سازه» یا «رویه‌های طراحی سازه در معماری» را به آنها داد؛ مانند طراحی با توجه به خطوط اصلی تنش (ایزو استاتیک)؛ مانند کارخانه پشم گتی^{۹۴} در رم اثر نروی و البته اجراهای گروه BRG در دانشگاه ETH زوریخ و یا طراحی با استفاده از الگوهای سازنده که سسیل بالموند نمونه‌های بسیاری از آن را اجرا کرده است، مانند گالری سرپانتین در لندن ۲۰۰۲ اثر تویو ایتو^{۹۵}.

۷. ترکیب ابعاد دانش سازه و آفریدن

آفرینندگی سازه متعالی‌ترین مرتبه شناخت سازه در طبقه‌بندی فرایند شناخت ابعاد سازه است که مجموعه دانش‌های گزاره‌ای، مفهومی، و رویه‌ای سازه و همچنین بازنمایی مسئله (قاب‌بندی مسئله) در آن حضور دارد. به لحاظ شناختی، آفریدن ترکیب ابعاد دانش است که به‌واسطه بازنمایی بیرونی مسئله صورت می‌گیرد. حوزه طراحی سازه در فرایند طراحی معماری ترکیب ابعاد دانش سازه و دانش‌های کسب‌شده دیگر در

حوزه معماری به زبان طراحی است. در این پژوهش، به دلیل تمرکز بر دانش سازه، تنها ابعاد دانش سازه طرح شد. بدیهی است که دانشجوها علاوه بر دانش سازه، دانش‌های دیگری را هم کسب کرده‌اند که در زمان طراحی معماری، این دانش‌ها با توجه به معیارها و محدودیت‌های مسئله طراحی به‌گونه‌ای با یکدیگر ترکیب می‌شوند که یک کل منسجم را شکل دهند. میزان خلاقانه بودن و بهینه بودن کلیت خلق‌شده، به میزان دانش‌های مفهومی دانشجویمان بستگی دارد. دانش‌های مفهومی سازه که الگوهای ذهنی از رفتار نیروها، هندسه، و کارایی سازه‌ای آنهاست در مرتبه آفریدن و زایش ایده‌ها بیشترین تأثیر را دارند. هرچه الگوهای ذهنی از مفاهیم سازه‌ای به‌صورت مدل‌های هندسی و شکلی در ذهن طراح بیشتر باشد، فرم‌های متنوع‌تری تولید می‌شود.

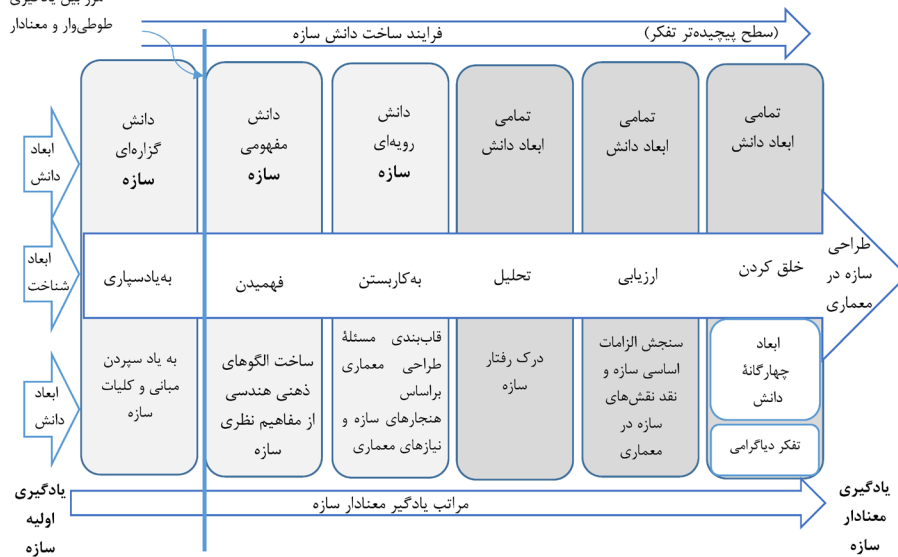
آفریدن ترکیبی از دانش‌های مفهومی سازه و دیگر دانش‌هاست که به شکل الگوهای بصری، به ساختار مسئله طراحی شکل می‌دهند. فهم مسئله در واقع فهم هندسی سازه، الزامات اساسی سازه و اقتضات فرمی نیروها را به‌صورت یک الگوی واجد شکل و قابل‌تصور در خود دارد. این بازنمایی‌های درونی منعطف هستند و به‌راحتی بازیابی می‌شوند؛ زیرا تحت یک رابطه علت و معلولی در ذهن شکل گرفته‌اند.



۷۹. محتوای آموزشی سازه در دانشکده‌های معماری مبتنی بر تئوری‌های تحلیلی و عددی است که از حوزه مهندسی عمران وارد رشته معماری می‌شود. هسته اصلی آنچه اکنون تحت تئوری‌های علمی مهندسی سازه می‌شناسیم، از اواسط قرن نوزدهم با گسترش علم ریاضیات و مکانیک و با تجمیع تئوری‌های الاستیک (مقاومت مصالح)، تئوری خمش ناویر، و تئوری خطی - الاستیک ماکسول

ت ۵. سلسله مراتب خطی از مدل نظری یادگیری معنادار سازه در طراحی معماری، ترسیم: نگارندگان.

مرز بین یادگیری طوطی‌وار و معنادار



تحلیلی، کمی، و عددی است، «شناخت تحلیلی سازه» نام گرفته است. مراتب دیگر دانش سازه بر اساس بعد گزاره‌ای دانش و یادگیری اولیه، که در مرتبه به‌یادسپاری اتفاق می‌افتد، شکل می‌گیرند. بنابراین وسعت دانش‌های گزاره‌ای و یادگیری اولیه تأثیر مستقیمی بر ابعاد دیگر دانش سازه دارد. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که دانش گزاره‌ای سازه به‌تنهایی در فرایند طراحی معماری اثرگذار نیست و لازم است دانش‌های مفهومی سازه برپایه مبانی و کلیات سازه پرورش یابد.

مرتبه دوم شناخت سازه، فهمیدن تئوری‌ها و تعاریف سازه است. این مرتبه از شناخت مبتنی بر بعد مفهومی دانش سازه است. متعالی‌ترین شناخت سازه در بستر طراحی معماری، فهم هندسی سازه است که در حل مسائل طراحی مؤثرتر است. فهم هندسی سازه یک فهم کیفی، شکلی، و معنادار از سازه است که دارای انعطاف‌پذیری بالا و بازیابی روان است. فهم هندسی سازه را می‌توان شناخت هندسه مناسب سازه در پیکره‌بندی سازه و فرم مطلوب عناصر سازه توصیف کرد که در پی شناخت

فرایند طراحی سازه در حوزه معماری، انعکاسی از مفاهیم و عناصر سازه‌ای به زبان ترسیمات دستی، نمونک و مدل‌های فیزیکی، و حتی توصیفات کالبدی معماری است. مفاهیم عددی و نظری سازه در بعد مفهومی دانش سازه به بازنمایی‌های شکلی، هندسی، و فرمی تبدیل می‌شوند و اکنون در فرایند طراحی معماری دارای این انعطاف هستند که به زبان عناصر معماری درآیند و در تعامل میان منطق سازه‌ای و ایده‌های طراحی معماری در فرایند استدلالی طراحی بروز یابند. در این فرایند منطق عملکردی سازه و نظم درونی و پیکره‌بندی سازه هنگام انتقال نیرو به تکیه‌گاه، وجه هنجاری سازه را شکل می‌دهد و اتوهای مختلف طراح در خصوص مقاطع مختلف اعضا، پیکره‌بندی سازه و فرم عناصر سازه‌ای و هم‌نشینی آن‌ها با معیارهای مسئله طراحی وجه اکتشافی ساختار مسئله معماری را تشکیل می‌دهد که تعامل این دو در طی فرایند طراحی، انسجام دانش سازه در طراحی معماری خواهد بود.

نتیجه‌گیری

پژوهش پیش رو با این پرسش‌ها شکل گرفت که یادگیری معنادار سازه در فرایند طراحی معماری چه ابعاد و مراتبی دارد؟ و همچنین دانش‌های مؤثر سازه در طراحی معماری به چه فرم(هایی) هستند؟ با تکیه بر آراء پشتیبان و تحلیل نظریه بلوم، مدل نظری یادگیری معنادار سازه برای پاسخ به این پرسش‌ها تدوین شد. در مدل نظری یادگیری معنادار سازه، سلسله‌مراتبی از یادگیری سازه مبتنی بر دو بعد شناخت و ابعاد دانش سازه تبیین شده است.

بر اساس این مدل نظری، در مراتب شناخت سازه، دانستن و به‌یادسپاری مبانی و کلیات سازه اولین مرتبه شناخت سازه است که مبتنی بر بعد گزاره‌ای دانش است. این شناخت از سازه با توجه به محتوای آموزشی سازه، که برگرفته از تئوری‌های

معماری خلق می‌شود. این مرتبه از یادگیری سازه به برقراری انسجام دانش سازه در فرایند طراحی معماری کمک می‌کند. کاربرد دانش سازه مبتنی بر دانش رویه‌ای سازه، دارای دو وجه است. محاسبات سازه بخشی از دانش‌های رویه‌ای سازه را شکل می‌دهند. رویه‌های طراحی سازه در معماری شامل روش‌های مختلفی برای شکل‌دهی به اثر معماری با بهره‌گیری از سازه است که در تعاملی بین عناصر و پیکره‌بندی سازه و ویژگی‌های فضای طراحی شده اتفاق می‌افتد. در نهایت، کاربری دانش سازه در فرایند طراحی معماری، با یادگیری معنادار سازه صورت می‌گیرد. برای دستیابی به آن نیاز است که سه مرتبه اصلی آموزش سازه در حوزه معماری شامل آموزش کلیات و مبانی سازه (بعد گزاره‌ای دانش سازه)، پرورش فهم هندسی سازه (بعد مفهومی دانش سازه)، و کاربری دانش مفهومی سازه در طراحی معماری مد نظر باشد.

و تحلیل ویژگی‌های مکانیکی مصالح سازه‌ای و درک رفتار سازه حاصل می‌گردد. فهم هندسی سازه مکمل شناختی است که از طریق تئوری‌های تحلیلی از سازه کسب می‌شود. از دیگر نتایج این پژوهش این است که تحت فهم هندسی سازه در مرتبه شناختی کاربری دانش سازه در طراحی معماری، بسترهای شناختی مناسبی برای ساختاردهی به مسئله معماری بر اساس هنجارهای سازه و همچنین اقتضات مسئله طراحی آماده می‌شود که «کاربری دانش سازه در طراحی معماری» گفته می‌شود. فهم هندسی سازه به‌منزله دانش مفهومی و الگوهای ذهنی شکل‌گرفته از مبانی و کلیات سازه، در زمان طراحی و فکر کردن راجع به مسئله طراحی معماری، در خلق قاب‌هایی از مسئله معماری، که در آن هنجارهای سازه اهمیت دارد، مؤثر است. قاب‌بندی مسئله معماری بر اساس فهم هندسی سازه و مبتنی بر درک رفتار نیروها در زمان طراحی

References

Adeli, Hojatullah. Analysis of Structures. Tehran: Tehran University publication, 1997. (In persian)

Allen, E. "Second Studio: A Model for Technical Teaching". *Journal of Architectural Education*, vol. 51, no. 2 (1997): 92-95.

Anderson, L.W. and D.R. Krathwohl. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman, 2001.

Attia, A.S. "Bloom's Taxonomy as a Tool to Optimize Course Learning Outcomes and Assessments in Architecture Programs". *Journal of Applied Science and Engineering*, vol. 24, no. 3 (2021): 315-322.

Black, R.G. and S. Duff. "A Model for Teaching Structures: Finite Element Analysis in Architectural Education". *Journal of Architectural Education*, vol. 48, no. 1 (1994): 38-55.

Blakey, Norman. *Designing Social Researches*. Persian Transl. H. Chavoshian. Tehran: Ney Publishing, 2004. (In persian)

Chan, C.S. *Style and Creativity in Design, Studies in Applied Philosophy*. Springer International Publishing Switzerland, 2015.

Chi, M.T.H, R. Glaser, and E. Rees. *Expertise in Problem Solving*. Pittsburgh Univ PA Learning Research and Development Cent, 1981.

Chiuni, Michele. "Less Is More: A Design-oriented Approach to Teaching Structures in Architecture". In *Building Technology Educators' Symposium*, 2006, 205-2012.

Cross, Nigel. *Design Thinking*, London: Oxford, Berg, 2011.

_____. *Engineering Design Methods Strategies for Product Design*. weily publication, 2000.

Curriculum Planning Council of Yazd University, general specifications, schedule and course headings of architectural engineering undergraduate courses, Yazd University, revised on June 2018. (In persian)

Dorst, Keen. "The Core of 'Design Thinking' and Its Application". *Design Studies*, vol. 32, no. 6 (2011): 521-532.

Fathi, M.R. "Social Constructivism Theory and Its Implications for the Learning and Teaching Process". *Poyesh Journal in Humanities Education*, vol. 4, no. 15 (2019): 86-100. (In persian)

→ شکل گرفته است (K.E. Kurrer, The History of the THEORY OF STRUCTURES Searching for Equilibrium (Weily (publication, 2008).

80. Limit Analysis

81. Kinematic Limit Analysis

۸۲. این موارد از سال ۱۳۹۸ در سرفصل آموزشی دانشکده معماری یزد وارد شده است. برخی از دانشگاه‌ها مانند دانشگاه ETH زوریخ، MIT در سرفصل خود به مکانیک سازه‌ها نیز می‌پردازند.

۸۳. الزامات سازه را پایداری، مقاومت، عملکرد، اقتصاد، و فرم می‌دانند (ماریو سالوادوری، سازه در معماری، ترجمه محمود گلابچی (تهران: دانشگاه تهران، ۱۳۷۹)، ۴). مک‌دونالد الزامات سازه را در چهار عامل تعادل، پایداری هندسی، مقاومت، و صلبيت تعريف می‌کند (انگس مک‌دونالد، سازه و معماری (تهران: نشر خاک، ۱۳۸۶)، ۲۳).

۸۴. مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس دوره کارشناسی مهندسی معماری، شورای عالی برنامه‌ریزی، میحت ایستایی، مصوب ۱۳۷۷/۸/۲۴.

۸۵. درک رفتار سازه به معنای درک رفتار عمومی سیستم سازه‌ای ساختمان است (سعید مشایخ فریدنی، «پروژه تحقیقاتی هنر مهندسی»، صفه، سال هشتم، ش. ۲۷ (۱۳۷۷)).

۸۶ هندسه جوهره فرم و توصیف کننده
آن است (B. Peters and H. Whitehead.

"Geometry, Form and Complexity". in Space Craft: Developments in Architectural Computing, RIBA Publishing, 2008, 20-33.

87. Geometry-based Understanding of Structures

88. Mueller, "Computational Exploration of the Structural Design Space", 133-143; B.N. Sandaker, et al., *The Structural Basis of Architecture* (London: Routledge publication, 2011), 3-19.

۸۹ حجت‌الله عادل، تحلیل سازه‌ها
(تهران: دانشگاه تهران، ۱۳۷۶)، مقدمه.

90. Mueller, "Computational Exploration of the Structural Design Space", 19-25.

۹۱. همان

92. Equilibrium Form Finding

93. Lachauer, L.S. "Interactive Equilibrium Modelling a New Approach to the Computer-aided Exploration of Structures in Architecture", PhD dissertation at ETH university, Zurich, 2015, 46-65.

94. Pier Luigi Nervi

95. Serpentine Gallery Pavilion 2002 by Toyo Ito and Cecil Balmond

Forty, Adrian. *Words and Buildings: A Vocabulary of Modern Architecture*. Thames & Hudson Publication, 2004

Goldschmidt, G. "On Visual Design Thinking: the Vis Kids of Architecture". *Design Studies*, vol. 15, no. 2 (1994): 158-174.

Groat, L.N. and D. Wang. *Architectural Research Method*. Persion Transl. Aliraza Einifar, Tehran: Tehran university publication, 2002. (In persian)

Kurrer, K.E. *The History of the THEORY OF STRUCTURES Searching for Equilibrium*. Weily publication, 2008.

Lachauer, Lorenz S. "Interactive Equilibrium Modelling a New Approach to the Computer-aided Exploration of Structures in Architecture". PhD dissertation at ETH university, Zurich, 2015.

Lawson, Bryan. *How Designers Think, The Design Process Demystified*. Persion Transl. Hamid Nadmi, Tehran: Shahin Beheshty university publication, 2006. (In persian)

Macdonald, Angus J. *Structure and Architecture*. Persion Transl. M. Gulabchi. Tehran: Khak publication, 2000. (In persian)

Mashaikh Feridani, S. "Research Project the Art of Engineering". *Soffeh*, vol. 27 (2017). (In persian)

Mayer, R.E. *The Promise of Educational Psychology: Learning in the Content Areas*, vol. 1. Pearson Educación, 1999.

Mirjani, H. "Logical Argumentation as a Research Method". *Soffeh*, vol. 20, no. 1 (2019): 35-50. (In persian)

Molanaei, Salaheddin. "Improving the Structural Approach in the Architectural Design Method Based on the ARCH-ST Method". PhD thesis, Tehran: University of Science and Technology, 2012. (In persian)

Mueller, Caitlin T. "Computational Exploration of the Structural Design Space". PhD dissertation at Massachusetts Institute of Technology, 2014.

National Research Council. *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition*. National Academies Publication, 2000.

Peters, B. and H. Whitehead. "Geometry, Form and Complexity". in *Space Craft: Developments in Architectural Computing*, RIBA Publishing, 2008. 20-33.

Polanyi, Michael. *Personal Knowledge*. London: Routledge, 2012.

Postman, N. and C. Weingardner. *Teaching as a Subversive Activity*. Harmondsworth: Penguin Book Ltd, 1972.

Saif, A.A. *Modern Educational Psychology: Psychology of Learning and Teaching*. Tehran: Doran, 2013. (In persian)

Saliklis, Edmond. *Structures: A Geometric Approach Graphical Statics and Analysis*. Springer publication, 2019.

Salvadori, Mario. *Structure in Architecture*. Persion Transl. M. Gulabchi. Tehran University publication, 2000. (In persian)

Sandaker, B.N, A.P. Eggen, and M.R. Cruvellier. *The Structural Basis of Architecture*. London: Routledge publication, 2011.

Shön, Donald A. *Educating the Reflective Practitioner: Toward a New Design for Teaching and Learning in the Professions* (Jossey-Bass, 2000).

_____. *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Routledge, 1983.

Sedaghati, A. and E. Hojjat. "Architectural Education Content in Iran and the Success Rate of the Bachelors' Degree Program in the Transfer of this Content". *Iranian Architectural Studies Journal, Kashan, Iran*, vol. 15 (2019): 91-112. (In persian)

Simon, Herbert A. *The Sciences of the Artificial*. MIT press, 1996.

_____. *The Sciences of the Artificial*. MIT press, 2019.

Supreme Council of Planning, Ministry of Culture and Higher Education. *General Specifications, Schedule and Course Headings of Architectural Engineering Undergraduate Courses, Revised on 10/6/2015*. University of shahid beheshti, 2015. (In persian)

Supreme Council of Planning, Ministry of Culture and Higher Education. *General Specifications, Schedule and Course Headings of Architectural Engineering Undergraduate Courses, Revised on 10/6/2013*. University of Tehran. (In persian)

Supreme Council of Planning, Ministry of Culture and Higher Education, *General Specifications, Schedule and Course Headings of Architectural Engineering Undergraduate Courses, Revised on 10/6/2015*. Ferdowsi University of Mashad. (In persian)

Vassigh, Shahin. *A Comprehensive Approach to Teaching Structures Using Multimedia*. university at buffalo/suny, AIA report on university, 2005, 133-145.

Vrontissi, Maria. "The Physical Model as Means of Projective Inquiry in Structural". PhD dissertation at ETH Zurich university, Zurich, 2018.

Whitehead, R. *Structures by Design: Thinking, Making, Breaking*. Routledge, 2020.

Wiggins, G. and J. McTighe. *Understanding by Design*. Ascd, 2005.

Zeinali, F. and N. Farahza. "Integrated Design Taught with Technical Knowledge in Architectural Education Comparison Architectural Curriculum in Undergraduate in the Top World Universities & Iran". *Honar-Ha-Ye-Ziba: Memary Va Shahrsazi*, vol. 25, no. 2 (2020): 95-106. (In persian)

This page is intentionally rendered without text.

این صفحه آگاهانه بدون متن ارائه شده است.