

سرگذشت بتن از پیدایش تا دهه ۱۹۷۰

با نگاهی تطبیقی به آثار ایران

ماندانا یزدان‌شناس، معمار و شهرساز - ۱۳۹۴/۰۹/۱۲

yazdanshenas72@gmail.com

از فن‌آوری‌ها و نوآوری‌ها در دنیای معماری که سخن می‌رود، بی‌درنگ در ذهن شماری از ما مردم ایرانی نقش می‌بندد که در مقاطع حساس، کجای این جریان بوده‌ایم. با مطالعه تاریخ این جریان‌ها، به نظر می‌رسد جدا از بستر فرهنگی، سیاسی و اقتصادی زمانه که مقصود کلی از آن پذیرش عمومی، سالهای رکود و رخوت به واسطه جنگ‌ها و تغییر دستگاه‌های حکومتی و بودجه‌های مملکتی است، اغلب دو چیز نقش پررنگ ایفا می‌کنند: اول خرد و تدبیر زمامداران امور و دوم از دید نگارنده، آنچه به بخت و اقبال تعبیر می‌شود. برای بیان رساتر برخی از این واقعیت‌ها، نگارنده در مجالی که دست داده، نخست به اختصار به تاریخچه کاربردهای سیمان و بتن و چگونگی پیدایش بتن مسلح اشاره می‌کند و برخی از مبدعان این عرصه را برمی‌شمارد، سپس با ذکر نمونه‌هایی از سده‌های ۱۹ و ۲۰ به افت و خیزهای این جریان مهم معماری در دنیا و سیر دگرگونی آن تا دهه ۱۹۷۰ می‌پردازد؛ برخی نمونه‌های پراهمیت ملی و جهانی را یادآوری می‌کند و در این خلال، میراث بتنی برج‌مانده از چند معمار ایرانی و خارجی را در تهران و سایر شهرها بررسی می‌کند:

اختراع سیمان مسلح توسط باغبان فرانسوی در ۱۸۶۷

ضمن خاطر نشان کردن کاربرد انواع ملات آهکی در هزاره‌های قبل، لازم است به نام «لویی ویکا»^۱ ی فرانسوی اشاره کرد که در ۱۸۱۸ با پی بردن به خواص ترکیب تازه‌ای به نام سیمان، آن را در ساخت پلی در یکی از شهرهای کوچک فرانسه به کار گرفت. این ترکیب با تغییراتی توسط یک فرد اسکاتلندی به نام «سیمان پرتلند» در ۱۸۲۴ به ثبت رسید. تولید کارخانه‌ای سیمان در فرانسه از ۱۸۴۸ و در آمریکا از ۱۸۷۱ آغاز شد و یک سال پیش از آن، فردی فرانسوی به نام «ژوزف - لویی لامبو»^۲ با ساخت یک «قایق نپوسیدنی» مرکب از سیمان و فریم‌های فلزی، نام خود را در تاریخ ثبت کرد. در ۱۸۶۱، «فرانسوا - مارتن لوبرن»^۳ که قبلاً در ۱۸۳۰ موفق به ساخت یک خانه سه طبقه با بتن شده بود، با انتشار کتابی به نام *بتن فشرده کاربردی در هنر ساختمان* اعلام کرد:

انقلابی که با مصالح جدید در ساخت و ساز ایجاد شده، به خاطر دو وجه کیفی‌اش در بهداشت و اقتصاد، با فقر و بی‌عدالتی مبارزه می‌کند. به کمک این مصالح می‌توان ساختمان‌های مطمئن، سالم و سریع‌الاجرا ساخت. دلیل اصلی توسعه آن هم یکپارچگی و همگنی است.

اما شکل کاربردی‌تر بتن (سیمان) مسلح، در ۱۸۶۷ توسط «ژوزف مونی»^۴ باغبان فرانسوی ارائه شد. او که سواد خواندن و نوشتن نداشت، برای محافظت از درختچه‌های پرتقال، در فکر ساخت گلدان‌های مقاوم‌تری بود و بنابراین با موفقیت ظروف استوانه‌ای شکلی مرکب از شبکه میله‌های فلزی و سیمان تولید کرد. از آنجا که مونی استعداد درخشانی داشت، به یادگیری خواندن و نوشتن تشویق شد. او طی بیست سال اختراعش را به لوله و مجرا، بسترسازی‌ها، گذرها، پله‌ها و تابوت توسعه داد و در نمایشگاه‌های جهانی به معرفی آثارش اقدام کرد. او در ۱۸۷۸ برای تیرها و ده سال بعد برای سیستم ساخت و ساز ثابت و غیرثابت هم نمونه‌هایی ارائه داد. از این طریق، آثارش با تغییراتی توسط افراد مختلف در کشورهای آلمان، اتریش و بلژیک به کار رفت و تدریجاً کاربردهای زیادی در دنیا پیدا کرد، که همه نشان از موفقیت بتن آر مه داشت.

نیمه دوم قرن نوزدهم: ساخت و ساز با بتن

جدا از تجهیزات زیرساختی مثل تجهیزات آبرسانی و فاضلاب، دیوارهای گورستان‌ها و رامپ‌ها، بدیهی است بتن مسلح بیشترین کاربرد خود را در ساخت بناهای عظیم نظیر کلیساها و پل‌ها جست‌وجو کرد. «فرانسوا کوانیه»^۵ مهندسی که در ۱۸۵۲ در ساخت کف‌های یک خانه (احتمالاً ناآگاهانه) تیرچه‌های فلزی را درون بتن به هم بسته بود و از همین رو اثرش به ثبت ملی رسیده، در ۱۸۶۲ تلاش کرد با ساخت کلیسایی در وزینه^۶ حومه شمال غربی پاریس، معماران را متقاعد کند بتن قادر است نمای سنگ مصنوعی ایجاد کند؛ بنابراین میله‌هایی درون قالب‌ها کار گذاشت تا خطوط اتصال سنگ‌ها را بنمایاند. اما مدت کوتاهی پس از خشک شدن، شکوفه‌هایی روی بتن پدیدار شد و تبدیل به هاله‌هایی شد. به همین جهت معمار کلیسای «سنت مارگریت»، بتن را برای نما تحریم کرد و دفاعیات کوانیه کاری از پیش نبرد.

اما سرانجام مونیخ باغبان فرانسوی به آنجا رسید که در ۱۸۷۵ پس از ارائه مطالبی در کنفرانس بلژیک، دو پیمانکار آلمانی حق امتیاز تحقیقات و اختراعاتش را از او خریدند. وایس و فرایتاگ Wayss & Freitag امروزه به یک شرکت بزرگ پیمانکاری با فعالیت گسترده تبدیل شده است.

در سالهای ۱۸۷۵-۱۸۷۱ «ویلیام ای. وارد»^۷ نخستین ساختمان از بتن آرمه را در نیویورک بنا کرد. او به اتفاق «ارنست لزی رنسام»^۸ برای اولین بار در آمریکا، در دهه ۸۰ آرماتور را در بتن به کار بردند. گفتنی است پل بروکلین در نیویورک که محله منهن را به بروکلین وصل می‌کند در ۱۸۸۹ به روی مردم بازگشایی شد. ساخت آن چهارده سال طول کشید و در طول اجرا کشته‌های زیادی داد. چند روز پس از شروع کار، معمار آن طی حادثه‌ای مرتبط با عملیات اجرای پل از دنیا رفت و پسرش که به نمایندگی از او ناظر کار بود دچار ناتوانی جسمی شد.^۹ این در حالی است که در اروپا در آخرین سالهای قرن ۱۹ سیمان مسلح برای ساخت طاق و قوس‌های باریک و نازک کلیساهای نئوگوتیک به کار می‌رفت. از جمله در کلیسای سن ژان در مونمارتر پاریس (۱۹۰۴ - ۱۸۹۴)، که به دلیل وقفه‌ای ساخت آن ده سال طول کشید. این شیوه استفاده از بتن مسلح که «پل کُنانسن»^{۱۰} فرانسوی آن را ارائه کرد، هرچند غیرقابل محاسبه و بسیار گرانقیمت معرفی شد، اما از آنجا که برای نخستین بار توانست در یک بنای مونومنتال در خدمت وجه زیبایی‌شناسانه بنا قرار گیرد، دارای اهمیت بود. کلیسای سن ژان به همین جهت جزو میراث ملی فرانسه رقم خورده است.



کلیسای سنت‌مارگریت، وزینه ۱۸۶۲



کلیسای سن‌ژان، پاریس ۱۹۰۴ - ۱۸۹۴



پل بروکلین، نیویورک ۱۸۸۹ - ۱۸۷۴

آغاز قرن بیستم: پیشرفت و توسعه بتن

نام «فرانسوا اینبیک»^{۱۱} در تاریخ بتن آرمه می‌درخشد. او اسکلت کاملاً بتنی مسلح را شامل تیر و تیرچه و ستون تولید کرد و با شعار اسکلت مقاوم در برابر آتش‌سوزی، شروع به تبلیغ برای آن کرد. بین سالهای ۱۸۹۵ تا ۱۹۱۰ شرکت او به مونوپل عملیات ساختمانی با بتن تبدیل شد و سفارش‌های زیادی در اروپا و مصر و مستعمرات فرانسه، حتی آمریکا دریافت کرد. با سردادن شعار تازه‌ای مبنی بر «اینبیک پیمانکار نیست» و تقلیل کار، شروع به تحقیقات گسترده روی بتن و برگزاری سمینار کرد، مجله *Béton armé* را بنیان گذاشت و از این طریق دست به تبلیغات جدیدی زد. در این سالها بیست‌هزار اثر شامل هزاروسیصد پل در چند قاره اجرا کرد. اینبیک در اجرای فروشگاه Félix – Potin به سبک آرنو در خیابان رن پاریس به خوبی نشان داد در سال ۱۹۰۴، دیگر مشکلی در اجرای ظرافت‌مندانۀ تزیینات ساختمانی‌های چند طبقه وجود ندارد.^{۱۲} قابل توجه است که در این سال در شهر سینسیناتی آمریکا، ساختمان Ingalls با شانزده طبقه به عنوان نخستین آسمان‌خراش بتنی برپا شد.^{۱۳} اجرای استادیوم شهر لیون نیز در ۱۶ - ۱۹۱۵ به عنوان یک پروژه آوانگارد با طراحی «تونی گارنیه»^{۱۴} توسط اینبیک انجام شد.



فروشگاه Félix – Potin، ۱۹۰۴



استادیوم لیون، تونی گارنیه ۱۶ - ۱۹۱۵

کشورهای مختلف از جمله آمریکا در دهه هفتاد، آلمان در دهه هشتاد و فرانسه کمی دیرتر در ۱۸۹۰ بر روی مقاومت بتن مسلح آزمایش‌هایی انجام دادند. در ۱۸۹۲، Wayss نقش کششی میله‌های فلزی و نقش فشاری بتن را به ثبت رساند. در آغاز قرن ۲۰ چگونگی محاسبه سیستم‌های بتنی مشخص و منتشر شد.

در ۱۸۹۶، اینبیک اولین خانه‌های پیش‌ساخته را اجرا کرد. اما این روش به‌صورت گسترده و صنعتی‌شده، بین سالهای ۱۹۲۵ و ۱۹۳۰ در فرانکفورت برای ساخت مسکن جمعی توسط «والتر گروپیوس»^{۱۴} و «انست می»^{۱۵} اجرا شد؛ در فرانسه نیز در آغاز دهه ۳۰ و بعد از اولین تخریب‌های جنگ جهانی اول برای ساخت مجتمع‌های بزرگ شهری به کار رفت.

ایده ویراسیون برای بالا بردن کیفیت نهایی محصول، از روی قالب‌بندی‌ها در ۱۹۱۷ و در حجم زیاد زمان ریزش و اجرا در ۱۹۲۸ عملی شد. بتنی‌ها ابتدا در آمریکا و آلمان و باز با کمی تأخیر در دهه ۳۰ در فرانسه به خدمت گرفته شدند. در ۱۹۲۷ «اوژن فرسینه»^{۱۶} فرانسوی موفق به تولید بتن پیش‌تنیده شد.

آغاز قرن بیستم: بتن در معماری غیرمدرنیستی

در دهه‌های آغازین، در ساخت بناها از جمله کلیساهای متعدد به سبک راسیونالیستی و نئو کلاسیک، از بتن استفاده شد. برادران «پره» (اگوست و گوستاو)^{۱۷} در ۱۹۰۳-۰۴ ساختمان مسکونی منحصر به فردی در پاریس ساختند که بتن در آن به صورت نوارهای افقی و عمودی روی نما خودنمایی می‌کرد و از آنجا که از رفتار بتن در آینده آگاه نبودند، ترجیحاً با سرامیک‌هایی با طرح گل، بخش اصلی نما را پوشاندند. همین ایده اتفاقاً باعث خودنمایی بیشتر بتن روی نما شد. تئاتر شانزملیزه که در ۱۹۱۳-۱۹۱۱ با معماری «آنری ون د ولد»^{۱۸} در پاریس ساخته شد نمونه دیگری از اجراهای اگوست پره است. کلیسای نتردام واقع در رنسی نزدیک پاریس اثر شاخص دیگری از اوست که در ابتدای دهه ۲۰ ساخته شد.



ساختمانی در پاریس، اگوست و گوستاو پره ۱۹۰۳-۰۴

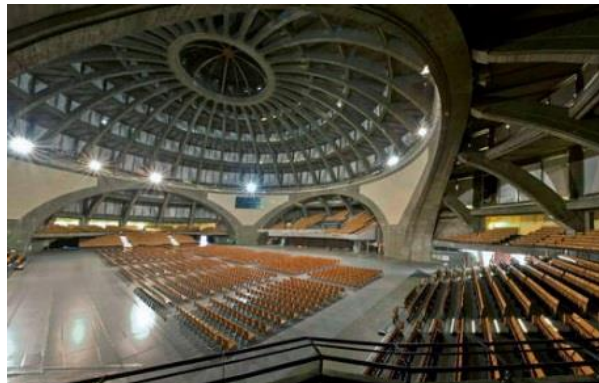


تئاتر شانزملیزه، آنری ون د ولد و اگوست پره ۱۹۱۳-۱۹۱۱

او تا دهه ۴۰ با کمک ظرفیت‌هایی که در بتن می‌دید با تفسیر دوباره کلاسیک، چندین ساختمان مسکونی و عمومی ساخت. نمونه حائز توجهی که درست هم‌زمان با تئاتر شانزملیزه در لهستان به عنوان تجربه‌ای جدید ساخته شد، سالنی با شش هزار جایگاه به‌نام سالن «قرن/سده»^{۱۹} بود که زیبایی بتن را در به رخ کشیدن واقعیات محاسباتی آن می‌دید. این سالن از گنبد عظیمی به قطر دهانه ۶۵ متر تشکیل شده که پنج ستون آن را حمل می‌کنند. طراح بنا «ماکس پرگ»^{۲۰} است و به نظر می‌رسد «هانس پلترینگ»^{۲۱} معمار معروف آلمانی در ساخت آن همکاری داشته است. این بنا از آنجا که High-tec زمان خود

قلمداد می‌شود، در سال ۲۰۰۶ در فهرست آثار جهانی یونسکو به ثبت رسید. هانس پُلتنزیگ در ۱۹۰۳ در شهر وروتسواف^{۲۲} لهستان شروع به تدریس کرد و در این شهر آثاری بتنی از خود به جا گذارد که اغلب به سبک آردکو می‌مانند. در ۱۹۲۰ برای تدریس به برلین رفت و به این ترتیب از این زمان، بیشتر در آلمان به ساخت و ساز پرداخت.

اما در این سالها عقیدهٔ معمار شهیر آمریکایی «فرانک لوید رایت»^{۲۳} بر این بود که «بتن به دلیل ویژگی شکل‌پذیری‌اش، باید کارکرد تجسمی بیابد. بتن مستعد این است که رد تصورات و تخیلات را به خودش بگیرد». او بر ایجاد بافت روی بتن تأکید داشت. هتل امپریال توکیو در ۱۹۲۲ به سبک معماری ژاپنی، اثر شاخصی از اوست که در آن بتن را آشکارا برای تزئین به کار گرفته است.



سالن قرن در لهستان، اثر ماکس برگ و هانس پُلتنزیگ ۱۹۱۱

آغاز قرن بیستم: بتن در اختیار معماران مدرنیست

در ۱۹۰۵ بنایی به نام Unity Temple (معبد وحدت) در ایلینوی به فرانک لوید رایت سفارش داده شد^{۲۴} با این درخواست که ساختاری متفاوت داشته باشد. با وجود شخصیت دوگانه‌ای که معماری این بنا پس از اتمام در ۱۹۰۸ یافت، بعضی از معماران از جمله «میس فن در رو»^{۲۵} بعدها به آن نخستین معماری مدرنیستی اطلاق می‌کنند. رایت آن را با بتن آرمه ساخت و داخل بنا را هم به علاوه مبلمانش طراحی کرد. این بنا در بین صد اثر معماری شاخص آمریکا، رتبهٔ ششم را احراز کرده است و برای ثبت جهانی آن تلاش می‌شود. گفتنی است در سال جاری، تعمیر و مرمت آن با تخصیص بودجه‌ای معادل ۲۳ میلیون دلار شروع شده است.

در ۱۹۱۰ والتر گروپیوس - با کمک همکارش «آدلف مهر»^{۲۶} - در ساخت کارخانه‌ای در آلمان، یک نمای کاملاً شفاف ایجاد کرد تا اسکلت و پله‌های کارخانه قابل رؤیت باشد. این مزیت را تنها بتن می‌توانست به معماری ببخشد. این کارخانهٔ کفش هنوز فعال است و در سالهای اخیر جزو میراث جهانی به ثبت رسیده است.

در ۱۹۱۴، «شارل ادوار ژانره»^{۲۷} - که آن زمان هنوز «لوکوربوزیه»^{۲۸} نامیده نمی‌شد - شکل‌پذیری و یکپارچگی بتن را به عنوان یک امتیاز بزرگ برشمرد و زیبایی آن را وصف‌ناپذیر خواند. او ثابت کرد نما مستقل از اسکلت اصلی بناست و اسکلت از قید پلان، آزاد است. کمتر معمارانی مثل او، «آنتول دو بُدو»^{۲۹}، اگوست پره و «آنری سوواژ»^{۳۰} تمایل داشتند به بتن جلوهٔ تجسمی ببخشند و روی آن را نپوشانند.



Unity Temple اثر فرانک لوید رایت ۱۹۰۵ - ۱۹۰۸



کارخانه Fagus در آلمان اثر گروپیوس ۱۹۱۰

در دهه‌های ۲۰ و ۳۰ بتن برای معماران غیرسنتی کم‌کم نماد مدرنیته شده بود و به شکل بُت درآمده بود. لوکوربوزیه در ۱۹۲۹ با ساخت ویلا ساووا نشان داد چگونه بتن می‌تواند به‌خوبی به خدمت مدرنیسم در آید: «بتن مسلح، پیلوتی^{۳۱} به دست می‌دهد، خانه روی هواست و باغچه تا زیر خانه ادامه می‌یابد، بام‌ها مسطح‌اند و گیاهکاری‌شده، پلان‌ها آزادند و احجام شناورند ...». اما ظرفیت‌های پلاستیک (شکل‌پذیری) بتن باید بررسی می‌شد، زیرا در حین اجرا گاهی ریزش داشت یا رد قالب‌ها بر جا می‌ماند. از سوی دیگر از خطوط قالب‌ها می‌شد برای طراحی پهنه‌های یکپارچه بتنی استفاده زیبایی‌گرایانه کرد؛ پاپیون سوییس (۳۲ - ۱۹۳۰) در شهرک دانشگاهی پاریس اثر لوکوربوزیه از این جهت قابل توجه است.



ویلا Schminke در آلمان، اثر هانس شارون ۱۹۳۱ - ۱۹۳۳



در سالهای دهه ۳۰ در بیشتر کشورهای اروپایی، مدرنیست‌ها که تعدادشان هنوز انگشت شمار بود، بیشتر به تجربه بتن در ویلاهای باوهاوسی و گربوزین مشغول بودند. معماران پرشوری مثل «مارسل بروئر»^{۳۲} - اصالتاً مجارستانی - که شاید بخشی از شهرت او به خاطر طراحی‌های میلمانش باشد، هنوز اقدام به طراحی‌های جسورانه نمی‌کردند. مطالعه آثار رایت نشان می‌دهد، حتی او نیز در این سالها ویلاهایش را در آمریکا با گرایش آشکار به مدرنیسم اروپا طرح می‌داد هرچند، به ترکیب مصالح متنوع طبیعی و ساختگی همچنان پایبند بود و با ایجاد طرح روی قطعات بتنی، پیگیر ایده خود مبنی بر بافت‌سازی با بتن بود.

در ۱۹۳۵، «پی‌یر لوییجی نروی»^{۳۳} معمار و مهندس ایتالیایی که در سالهای بعد به سمت استادی دانشگاه هاروارد درآمد، برای نخستین بار سازه پوسته معلق سقف را ساخت و یک سال بعد، رایت با خانه آبشار، طراحی کُنسل‌های عربی و طویل را تجربه کرد. پس از آن دست به کار موزه مشهور گوگنهایم در نیویورک شد و پیش از شروع جنگ در ۱۹۳۹ آن را به بهره‌برداری رساند.

در اثنای جنگ جهانی دوم (۱۹۴۵ - ۱۹۳۹) طبیعی است روند تولید آثار معمارانه شاخص، ارزشمند و یادمانی در عرصه عمومی به کندی گرایید و غیر از آن، حتی برخی آثار نوساخته معماران مدرنیست در طول جنگ آسیب دید؛ می‌توان به مجموعه ویلاهایی که گروهی از مدرنیست‌ها برای نمایشگاه ورکبوند در وین ساخته بودند و اثر «گابریل گورکیان»^{۳۴} در ۱۹۳۲ اشاره کرد، که پس از مرمت به فهرست آثار حفاظت‌شده اتریش پیوست. از این دوره، آثاری در برخی کشورهای رو به توسعه که چندان درگیر آتش جنگ نبودند باقی است که نشان می‌دهد معماران همچنان شیفته خلق آثار چشمگیر با پوسته‌های مستدیر بتنی بوده‌اند؛ کلیسای اثر «اسکار نیمایر»^{۳۵} در برزیل از همین رو در تاریخ معماری جهان جای خود را باز کرده است. این بنا در ۱۹۴۳ ساخته شده است.



کلیسای سن‌فرانسوا در برزیل، اثر اسکار نیمایر ۱۹۴۳

گرایش نئو - پروتالیسم: ۱۹۵۰ تا نیمه ۱۹۷۰

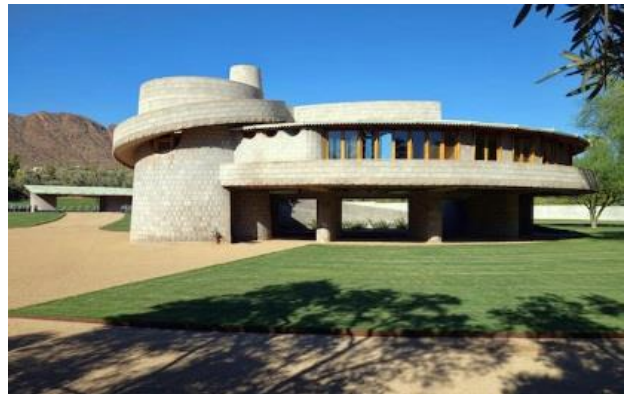
لوکربوزیه زمانی که در خلق معماری به بی‌پیرایگی بتن اقتدا کرد، برای نخستین بار واژه «brut» را به مقصود خام و ناب در وصف آن به کار برد. با افول یکباره جنبش مدرنیسم پس از جنگ و در آغاز دهه ۵۰، گرایش تازه‌ای رشد یافت که نامش را از سویی از این واژه گرفت.^{۳۶} بد نیست اشاره شود در ابتدا پروتالیسم از سوی مردم به ساختمان‌های بی‌آرایه و غول‌پیکر اواخر قرن نوزدهم اطلاق می‌شد و در واقع با ظهور معماری بتنی دهه ۵۰، منتقدان معماری با توجه به واژه کاربردی لوکربوزیه، این گرایش را در متون خود «نئو-پروتالیسم» خواندند. معماران نئو - پروتالیست با تأکید بر فرم‌های اکسپرسیو، بتن را در ساختمان‌هایی که اغلب کارکرد حکومتی یا نهادی - مثلاً دانشگاهی یا بیمارستانی - داشتند، به گونه‌ای که اکثراً نقش غالب داشت به کار گرفتند.^{۳۷} ساختار مدولار و بیان گرافیکی، نشانه‌نماهای اینگونه ساختمان‌ها بود. از نئو -

بروتالیسم یا به طور کلی پروتالیسم نمی‌توان به عنوان سبک یاد کرد، بلکه باید آن را نوعی گرایش برای بعضی از سبک‌های شناخته‌شده دانست. در دهه‌های ۵۰ و ۶۰، از بتن بیشتر برای ساخت برج‌ها و مجتمع‌های مسکونی و شهرک‌ها به جبران تخریب‌های جنگ و به‌خاطر افزایش جمعیت شهرنشین استفاده شد. در این دوره برای اکثریت مردم، بتن نماد معماری محقر و پیش‌پاافتاده و یادآور مسکن‌های نامناسب حومه‌های شهری بود.

این گرایش چندان فراگیر شد که حتی لوکربوزیه در پاسخ به سفارش پدر روحانی دومینیک^{۳۸} برای اقامت برادران دینی، صومعه لا تور^{۳۹} را بر روی تپه‌ای در نزدیکی لیون فرانسه با این رویکرد به بتن، طراحی و اجرا کرد و آن را در اواخر دهه ۵۰ به بهره‌برداری رساند. با کاهش تعداد ساکنان این دیر از سال ۱۹۷۰ این بنا قابل بازدید برای عموم شد و در ۱۹۷۹ جزو میراث ملی این کشور رقم خورد.



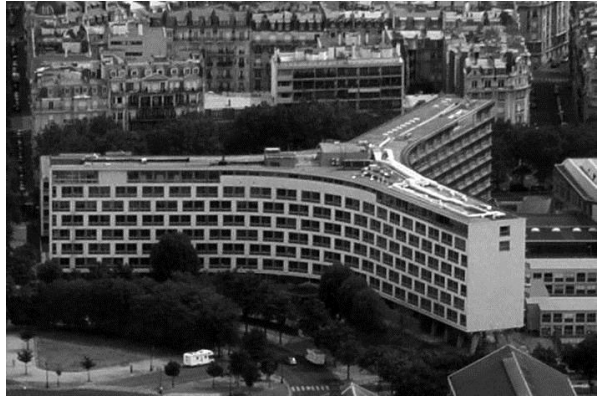
صومعه لا تور^{۳۹} در لیون فرانسه اثر لوکربوزیه، اواخر دهه ۱۹۵۰



خانه دیوید رایت اثر فرانک لوید رایت، اوایل دهه ۱۹۵۰

از معماران چیره‌دست این دوره می‌توان از مارسل بروئر نام برد. او را استاد بتن می‌خوانند. بروئر به همان اندازه که بتن را در توده‌های جسیم و کم‌روزنه بجا به کار می‌برد، به همان اندازه قادر بود نماهای مدولاری بیافریند که زیبایی‌شان را مدیون سایه روشن‌ها بودند. او اما در ویلاهایش بتن و شیشه را در ترکیب متوازی به کار می‌برد. از آثار زیانزد بروئر - و همکار آمریکایی‌اش - ساختمان اصلی یونسکو در پاریس است که به صورت ستاره سه‌پر روی پیلوتی ساخته شده و مهندسی آن بر عهده پی‌پر لوییجی نیروی بوده است. نیروی یکی از نامدارترین محاسبان سازه‌های مشهور بتنی در دنیاست که سقف ورزشگاه رُم در ۵۷ - ۱۹۵۶ از کارهای اوست. از میان معماران جسوری که موفق شدند ایده‌های فرمالیستی خود را محقق کنند، باید از «یرن اوتزن»^{۴۰} نام برد که با ساخت اپرای سیدنی در ۱۹۵۶ نام خود را تا این زمان به عنوان تنها معماری ثبت کرد که اثرش در زمان حیاتش در فهرست میراث جهانی جای گرفته است. «ارو سارینن»^{۴۱} نیز بیشتر به خاطر دو فرودگاه دالاس و اشنگتن دی‌سی (۱۹۶۲) و ترمینال تی.دبلیو.ای در فرودگاه کِنِدی نیویورک (۱۹۵۶) شهرت جهانی یافت. در مونرآل کانادا نیز «موشه سفدی»^{۴۲} شهرساز و نظریه‌پرداز اصالتاً اسرائیلی، در ۱۹۶۷ خانه‌های مکعبی برهم کُنسل-شده‌ای اجرا کرد که بیشتر به واسطه آن شناخته شد.

کار با بتن در این دوره می‌توانست هنوز کاملاً موفقیت‌آمیز نباشد، زیرا در اجرای نهایی گاهی ردّ قالب‌ها به‌جا می‌ماند. ندرتاً معمارانی بودند که بتوانند با خبرگی به این ردّ، لحن رمزگونه ببخشند و آن را در جهت زیبایی به کار گیرند: «کارلو اسکارپا»^{۴۳}، «کنزو تانگه»^{۴۴}، «لویی کان»^{۴۵} ...



ساختمان یونسکو در پاریس اثر مارسل بروئر ۱۹۵۸ - ۱۹۵۳



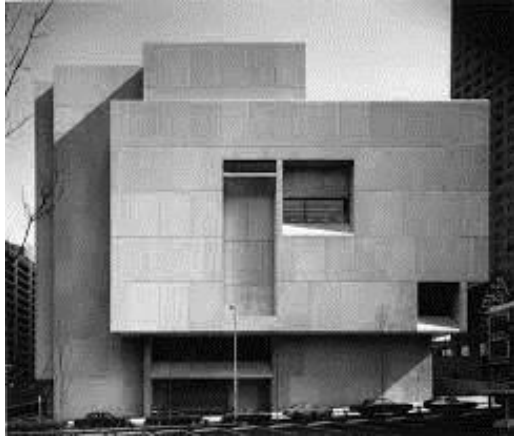
ورزشگاه رم اثر پییر لوییجی نروی ۱۹۵۷

مجموعه مسکونی در مونترآل کانادا اثر موشه سفدی ۱۹۶۷

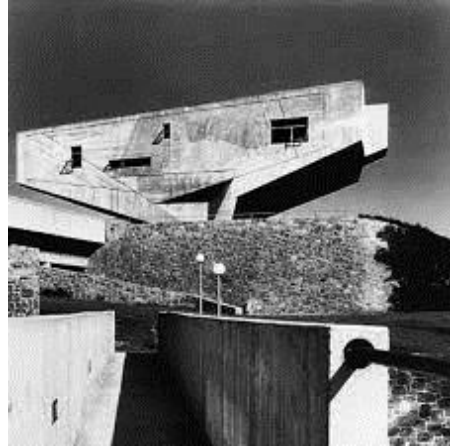


ترمینال کندی در فرودگاه نیویورک اثر ارو سارینن ۱۹۵۶

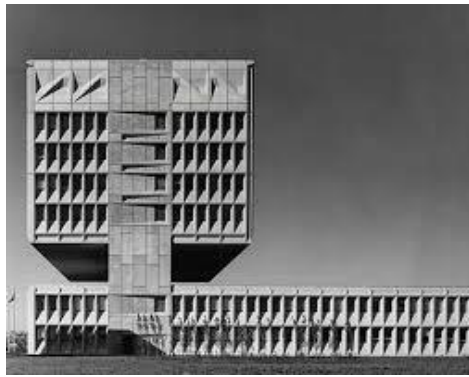
فرودگاه دالس واشنگتن دی سی اثر ارو سارینن ۱۹۶۲



کتابخانه مرکزی آتلانتا اثر بروئر ۱۹۶۹ - ۱۹۸۰



سالن Begrisch در دانشگاه نیویورک اثر بروئر ۱۹۶۷ - ۱۹۷۰



ساختمان Pirelli در نیوهاون اثر بروئر ۱۹۶۸ - ۱۹۷۰



موزه Whitney در نیویورک اثر بروئر ۱۹۶۴ - ۱۹۶۶

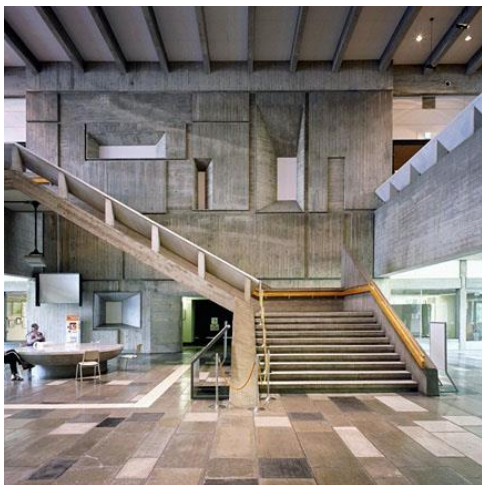


دانشکده معماری دانشگاه برکلی



شهرداری بُستون اثر Gerhard Kallmann, Michael McKinnell ۱۹۶۳ - ۱۹۶۹

از میان کارهای عظیمی که در آمریکا صورت گرفت، سقف متروی واشنگتن دی‌سی را نباید از نظر دور داشت؛ تاریخ پایان ساخت آن ۱۹۷۶ رقم خورده است. در نگاه کلی باید گفت عظیم‌ترین کارهای نئو-بروتالیستی با تنوع زیاد در شهرهای بزرگ‌مقیاس آمریکایی بنا شدند. پارکینگ‌های طبقاتی با منظری که اغلب چشم‌نواز نیست، شاید به عنوان نامطلوب‌ترین سازه‌های درون‌شهری توانستند برای بتن بدنامی بیاورند.



شهرداری (بعداً مرکز فرهنگی) کوراشیکی در ژاپن اثر کنزو تانگه ۱۹۶۰

متروی واشنگتن دی‌سی ۱۹۷۶

پیدایش بتن در ایران در دوره پهلوی اول: معماران خارجی

در دوره حکومت رضاشاه، نماهای سیمانی یا با تزیینات سیمانی شامل مجسمه، سرستون، بالوستراد ... فراوان است. از میان شاخص‌ترین‌ها ساختمان شهربانی و دبیرستان انوشیروان دادگر را در تهران می‌توان نام برد. اما اینکه در این دوره سیمان یا بتن مسلح را نخستین بار چه کسی در کجا و به چه شیوه‌ای به کار گرفت، روایت‌های گوناگونی وجود دارد. در کتابی که درباره زندگی‌نامه گورکیان در ۱۹۸۷ در فرانسه منتشر شده، صراحتاً کاربرد بتن مسلح را در اسکلت برای اولین بار در ایران به او نسبت داده است. تاریخ ورود او به ایران ۱۳۱۲/۱۹۳۳ ثبت شده است.^{۴۶} از سویی به نظر می‌رسد «ماکسیم سیرو»^{۴۷} و «آندره گدار»^{۴۸} در ساخت دانشگاه تهران از بتن مسلح استفاده کرده‌اند^{۴۹} که تاریخ آن به یک سال قبل از حضور گورکیان در تهران مربوط می‌شود. اما نکته قابل تأمل این است که معمار اوکراینی - لهستانی «ولادیسلاو هورودتسکی»^{۵۰} که در ۱۳۰۶/۱۹۲۸ به دعوت یک کمپانی آمریکایی برای مشارکت در پروژه راه‌آهن به ایران آمد، بلافاصله دست به کار ساخت ایستگاه راه‌آهن تهران شد که گفته می‌شود در سقف آن «آهن و سیمان» به کار برده است. او سابقه کار با بتن مسلح (یا سیمان مسلح) را در ساختمان‌سازی و کارهای زیرساختی در لهستان داشته است.^{۵۱} سبک معماری ایستگاه راه‌آهن و ساختمان‌های اولیه دانشگاه تهران را می‌توان نئوکلاسیک خواند، در حالی که گورکیان با سابقه ارزشمندی که در اروپا نزد برخی پیشروان مدرنیسم داشت قدم به ایران گذاشت و سعی کرد حتی‌الامکان مدرنیسم را دستکم در خانه‌هایی که برای خانواده‌های مرفه و نامی تهران می‌ساخت پیاده کند. او حتی اگر اسکلت بتن آرمه به کار می‌برد، روی دیوارهای آجری را با سیمان پوشش می‌داد تا سیمای خالص‌تری به نما ببخشد. پس از خروج او از ایران، «رولان دوبرول»^{۵۲} معمار فرانسوی این روش را ادامه داد. او و معمارانی چون «پُل آبکار» و «وارطان هوانسیان» در این دوره از بتن برای سایبان در لبه پنجره‌ها و به خاطر تأثیر استتیک آن استفاده کردند. بیشتر معماران در ساخت خانه‌های شخصی با بتن مسلح، صرفه‌ای نمی‌دیدند. شاید گورکیان تنها معماري بود که آن روزها خانه‌هایی به این روش به اجرا می‌رساند. سیلوها، کارخانه‌ها و نیروگاه‌ها در دهه دوم پهلوی اول توسط شرکت‌های خارجی با کمک بتن مسلح احداث شدند.

در این دوره حضور اکثریت قریب به اتفاق معماران خارجی، به واسطه همکاری با شرکت‌های راه‌سازی و امور زیرساختی یا به واسطه تحقیقات باستان‌شناسانه در ایران بود، آنها هرگز برای توسعه و مدرنیزاسیون معماری شهرها از سوی زمامداران ایران دعوت نشدند. دانش معماری و ذائقه هنری اغلب آنها در کنار فنی که به کار می‌بستند، جامعه ایرانی آن روز را بی‌نصیب نگذاشت.



گورکیان در حال نظارت بر بتن‌ریزی (احتمالاً باشگاه افسران)



سازه خانه نظام‌مافی اثر گورکیان (ضمن تخریب)

آثار بتنی در دوره پهلوی دوم: معماران ایرانی و خارجی

رکود حاصل از جنگ جهانی دوم در سالهای اول دهه ۲۰، دامن ایران را هم گرفت. در این دوره هم به لطف حضور معماران خارجی و ایرانیانی که دانش‌آموخته اروپا بودند، در آستانه دهه ۳۰ و در طول آن، نمونه کارهایی با بتن اکسپوز (نمایان) ساخته شد که اولین‌های آنها در زمره بناهای یادمانی جای می‌گیرند. از این دست می‌توان به مقبره بوعلی‌سینا اثر «هوشنگ سیحون» که شروع ساخت آن ۱۳۲۸ بوده، اشاره کرد با ذکر این نکته که محاسب آن یک مهندس خارجی بوده است. تناسب مقبره قابوس و شمگیر در آن رعایت شده، اما مقیاس به میزان قابل توجهی تقلیل یافته است. شیوه، مقیاس و کیفیت مصالحی که سیحون در اکثریت قریب به اتفاق آثارش به کار می‌برد، چنان است که آمادگی او را برای ورود به جرگه برتالیست‌ها کاملاً نشان می‌دهد. شیفتگی سیحون نسبت به قطعه‌سنگ‌های برجسته‌ای که در ازاره و دیواره، سکو و صُفه ... همه جا قرار داده سبب می‌شود این عنصر در طراحی خانه چنان ظاهر شود که در کارخانه، در آرامگاه چنانکه در درمانگاه ... اما آنچه نمی‌گذارد آثار تماماً بتنی سیحون با سربلندی در لباس برتالیسم جهانی ظاهر شوند، شاید نبود تناسب موفق میان ابعاد بنا باشد. نگارنده اشاره مستقیم دارد به موزه توس که افه‌های پلاستیک آن به روشنی ملهم از نماهای داخلی ساختمان شهرداری کوراشیکی در ژاپن اثر کنزو تانگه است (۱۹۶۰) و درست یک سال پیش از شروع موزه توس، ساخت آن به اتمام رسیده است. نبود تناسب چشم‌نواز یا همان خوش‌قوارگی در طراحی و مقیاس مترتب بر یک اثر یادمانی در دو مقبره خیام و کمال‌الملک، سبب شده است از ظرفیت‌های بتن چنانچه باید نفع برده نشده. این در شرایطی است که ارتفاع مقبره شاعر نامدار خیام نیشابوری نسبت به طرح اصلی هنگام ساخت به دو برابر افزایش یافته است.



موزه توس اثر سیحون



کارخانه کانادادرای اثر سیحون

از علی اکبر صادق ساختمان مدور بانک رهنی در خیابان فردوسی باقی است که دارای سازه‌ای کم و بیش متفاوت نسبت به زمانه است. در این مقیاس و در همین سالهای دهه ۳۰ شمسی دو سازه بتنی نمایان به صورت پیلوتی، یکی در مدرسه ژاندارک و دیگری در مدرسه کوشش داویدیان ارمنه ارائه شد که اولی توسط «آندره ژولین»^{۵۳} فرانسوی برای الحاق به ساختمان مارکف‌ساز مدرسه طرح داده شد و دومی توسط معمار ارمنی «بابیک سرکیسیان» طراحی و (احتمالاً) اجرا شد.^{۵۴} در اواخر دهه ۳۰، مجلس سنا یکی از فاخرترین بناهای این دوره توسط «محسن فروغی» و «حیدر غیایی» ساخته شد که محاسبه و اجرای سقف سالن آن، بر عهده مهندسان سوئدی بود. همچنین یرن اوتزن به ایران دعوت شد و بنایی ماندگار برای یکی از شعب بانک ملی طراحی کرد که در آن مثل همیشه سقف‌ها حرف اول را می‌زنند.



پیلوتی مدرسه کوشش ارمنه اواسط دهه ۳۰



پیلوتی بخش الحاقی مدرسه ژاندارک، اواسط دهه ۳۰

(دیوارکشی‌ها مداخلات سالهای اخیر است.)

در دهه ۴۰ شمسی، خلق آثار معماری در همه عرصه‌ها با بکارگیری بتن مسلح اوج گرفت. آثار یادمانی که همه جای دنیا در به خدمت گرفتن بتن پیشتاز بودند، در ایران هم توسط معماران واقعی به سرعت به جامعه رو به توسعه آن روز عرضه می‌شدند: یادمان آزادی (برج شهید سابق)، سردر دانشگاه تهران، آرامگاه باباطاهر، کلیساهای مدرن. از سوی دیگر آثار بروتالیستی چنان جای خود را در میان معماران و کارفرمایان باز کردند که برای اجرای ساختمان مخابرات، بنای تاریخی

تلگرافخانه که قدمت آن به پنجاه نرسیده بود، تخریب شد. ساختمان پستخانه مرکزی در چهارراه لشگر چنان با قدرت استقرار یافت که تا امروز در جایگاه یک نماد شهری یا یک مونومان به راحتی ایفای نقش می‌کند. همزمان معماران پیشرویی که دانش آموخته دانشگاه‌های آمریکا بودند، مشغول تجربیات مینیمالیستی بودند: نمازخانه پارک لاله (فرح سابق) از «کامران دیبا» که شاید بیشتر اثری نمادین تلقی شود. از میان تجارب موفق کامران دیبا، موزه هنرهای معاصر تهران است که در آن ترکیب بتن رنگی و سنگ لاشه با انتخاب درست مقیاس، جذابیت بصری ماندگاری خلق کرده است. اما در این سالها از سوی مردم، مجموعه‌های آپارتمانی با سازه فلزی اکسپوز در ترکیب با آجر، با استقبال بیشتری روبرو شدند تا آنهایی که اسکلت بتنی آنها نمایان بود یا خانه‌هایی که بتن در بخش اعظم آنها خودنمایی می‌کرد، مثل خانه دولت‌آبادی در کامرانیه تهران. در مقابل، نخستین مجتمع مسکونی برج‌مانند تهران که در منطقه‌ای با جمعیت رو به رشد سر برآورد - برج‌های بهجت‌آباد - بسیار مطلوب شهروندان بود. در تهران، هتل‌های بلندمرتبه نیز در زمین‌هایی که آن زمان خارج از بافت شهری محسوب می‌شدند، قد برافراشتند.



ساختمان مخابرات میدان توپخانه



ساختمان پستخانه مرکزی چهارراه لشگر

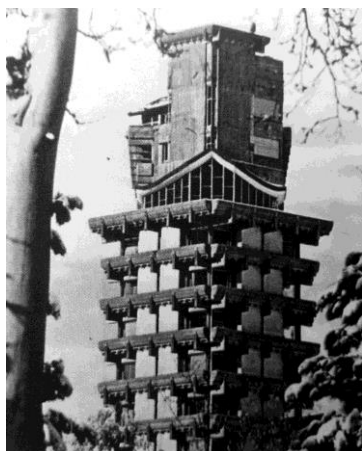
خارجیانی که برای احداث آثار مهم دولتی قانوناً باید به دفاتر ایرانی ملحق می‌شدند، در شهرهای مختلف بیش از پیش شروع به فعالیت در ایران کردند. «فرنان پویون»^{۵۵} فرانسوی در همکاری با دفتر حیدر غیایی، ایستگاه راه‌آهن مشهد و تبریز را طرح داد که به زیبایی اجرا شدند.

جا دارد در همین فرصت مغتنم، نگارنده اشاره کند به محدود ساختمان‌های نسبتاً فریبنده این دوره با کاربری‌های مهم که در بعضی نقاط کم و بیش مرغوب شهرهای بزرگ توسط معماران گمنام و نه چندان حاذق احداث می‌شدند، در حالی که در عین دارا بودن مشکلات ساختاری بزرگ، تنها با عناصر بتنی چشمگیر، خود را به زحمت در زمره معماری‌های ارزنده می‌گنجاندند. یکی از این دسته ساختمان‌های کلان‌مقیاس، بیمارستان جرجانی در خیابان دماوند تهران و مقابل بیمارستان بوعلی است که در آغاز دهه ۴۰ به بهره‌برداری رسیده، اما بیش از سی سال است که به دلایل مختلف وضعیت مهجور و اسفباری به خود گرفته و به همین حال رها شده است. نه تنها به نظر می‌رسد برنامه‌ریزی فضایی درستی از ابتدا برای این مجموعه درمانی نشده، بلکه گویا معمار آن حتی در انتخاب جهت‌های جغرافیایی به وضوح دچار خطا شده است! از اینرو بسیاری از افراد برای ارزیابی معماری معاصر در قدم اول چشم به نام معمار آن دارند و این اتفاقاً در جامعه معماری ایران بیشتر جلب نظر می‌کند.

یکی از آثار بی‌همتای این دوره کاخ بیلاقی شمس پهلوی اثر بنیاد رایت است که بسیار شبیه به کارهای شخص فرانک لویید رایت طراحی شده. گرچه شوربختانه اجرای سقف گنبدی نورگیر آن از ابتدای بهره‌برداری با مشکل رطوبت مواجه شد، اما دهانه بزرگ گنبد، قابل اعتناست. تصادفاً این بنای مومناتال هم تا زمانی که مهر قطعی بنیاد رایت روی آن نخورده و

جزو میراث ملی ایران رقم نخورده بود، عده زیادی در تشخیص نفیس بودن یا نبودن آن دچار تردیدهایی بودند. اما نگارنده بر این اعتقاد است که شاید افراط در طراحی مبلمان، همچنین انتخاب عناصر پرتالو و ترکیب رنگ‌ها در جهت پسند یک شاهزاده شرقی این فرضیه را موجب می‌شد.

در دهه ۵۰ شمسی روال ادامه یافت. مهم‌ترین برخورد با بتن ادامه ساخت برج‌های مسکونی در شهرهای مختلف ایران بود. معماران و شرکت‌های مقاطعه‌کار غالباً خارجی در نقاط مرغوب شهرهای بزرگ و بنادر تا زمان تغییر حکومت به مجتمع‌سازی و شهرک‌سازی مشغول بودند. سامان و ونک پارک دو نمونه از مهم‌ترین برج‌ها در پایتخت هستند؛ شهرک اکباتان نیز از موفق‌ترین شهرک‌های حومه‌ای آن روزهاست که پس از ۱۳۵۷ ساخت آن به پایان رسید. بناهای نئو-بروتالیستی با همان ویژگی‌هایی که ذکر آن رفت، بعضاً با نگاه به نمونه‌های روز خارجی، با اجراهای تمیزتر از سابق و البته گاهی با دیتیل‌های نه چندان حرفه‌ای در حال ساخت بودند: خوابگاه دانشگاه شیراز توسط «مینورو یاماساکی»^۶ طراح برج‌های تجارت جهانی در نیویورک، ساختمان اداره مرکزی گروه صنعتی بهشهر اثر «نادر اردلان» با طرح حیاط مرکزی، موزه فرش اثر «عبدالعزیز فرمانفرمایان»، فرهنگسرای نیاوران اثر «کامران دیبا» و مهم‌تر از همه، استادیوم صد هزار نفری باز هم از دفتر فرمانفرمایان. از جمله معمارانی که پس از تحصیل در اروپا کمی قبل از آغاز این دهه به ایران بازگشته بود، جهانگیر درویش است که در اجرای سازه متفاوت ورزشگاه تختی، کمک شایانی از بتن گرفت. درویش همچنین در ساختمان صدا و سیمای تهران (جام جم) در همین دهه، سازه بتنی نمایانی به کار گرفت و سطوح آن را به بافت مزین کرد.



استادیوم تختی اثر جهانگیر درویش

ساختمان صدا و سیما - جام جم اثر جهانگیر درویش



کاخ شمس پهلوی اثر بنیاد فرانک لوید رایت



موزه فرش اثر فرمانفرمایان

ضمن یادآوری نقش مهم مهندسان محاسب بتن در این دوره، نگارنده به دو اثر اشاره ویژه دارد: برج شهید با در نظر داشتن تجربه ناچیز طراح در آن زمان، با توجه به مجموعه نکات زیبایی‌شناسانه و با تکیه بر ظرفیت‌های بتن، همچنین سِنا، با توجه به دشواری‌های محاسباتی و اجرایی نسبت به تاریخ ساخت آن، به نظر می‌رسد برتری‌هایی در میان سایر آثار برای خود کسب کرده‌اند.



مجلس سِنا اثر حیدر غیایی و محسن فروغی



یادمان آزادی (برج شهید) اثر حسین امانت



برج‌های مسکونی بهجت‌آباد ۱۳۵۰ - ۱۳۴۳



اداره مرکزی گروه صنعتی بهشهر اثر نادر اردلان و فرمانفرمایان

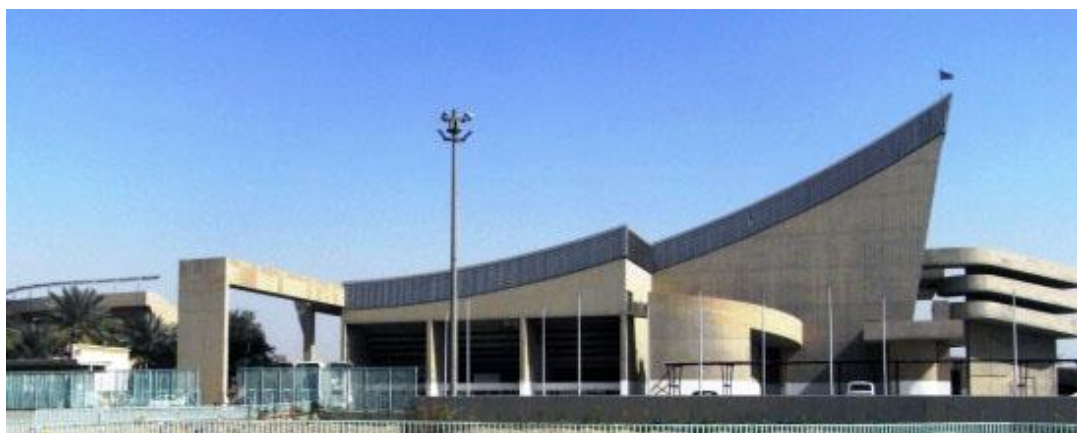
بررسی تطبیقی آغاز ساخت و سازهای بتنی در ایران، ترکیه و عراق

زمانی که گورکیان در تهران به ساخت بناهای دولتی و خانه‌های اعیانی مدرن با روش بتن مسلح مشغول بود و دانشگاه تهران به همین روش برپا می‌شد (۳۴ - ۱۹۳۳)، معمار اتریشی «انست اِگلی»^{۵۷} در آنکارا یک کارخانه آجوسازی را با بتن مسلح اجرا می‌کرد. آن زمان ترکیه این اقبال را داشت که به دنبال تغییرات سیاسی آلمان در ۱۹۳۳، پذیرای تعداد زیادی از معماران و شهرسازان آلمانی و یهودی باشد که معروفترین آنها «برونو تاوت»^{۵۸} و «مارتین واگنر»^{۵۹} بودند. به

شهادت اسناد تصویری در دسترس، دو سال پیش از آن (۱۹۳۱) «رُپر ماله - استونس»^{۶۰} فرانسوی و همکاری در استانبول یک کارخانه شرابسازی را به همین روش ساخته بودند. همچنین معماران ترک تحصیل کرده اروپا که «سیفی آرکان»^{۶۱} به عنوان فعالترین آنها شناخته شده، در مدرنسازی شهر نقش مهمی داشته‌اند. عمارت فلوریا در استانبول با ستون‌های بتنی فرورفته در آب که با نگاه باوهاوسی در ۱۹۳۵ ساخته شد و به آتاتورک تقدیم شد، از بناهای مدرن پیشرو در ترکیه محسوب می‌شود. اما مهم‌ترین مظهر مدرنیسم که در آنکارا با بتن مسلح اجرا شد Sümerbank اثر معمار آلمانی «مارتین لِزسار»^{۶۲} در ۱۹۳۷ است. گفتنی است هانس پُلترینگ نیز در ۱۹۳۶ پیش از سفر به آنکارا حیات را به درود گفت.

آتاتورک در ۱۹۲۳ به محض روی کار آمدن به عنوان اولین قدم‌ها برای مدرنیزاسیون ترکیه، گروهی از معماران و شهرسازان آلمانی از جمله «هرمان یانسن»^{۶۳} و اتریشی مانند «کلیمنس هولتزمایستر»^{۶۴} و اِنست اِگلی ... را دعوت کرد. دور از ذهن نیست اگر آنها در ساخت بناهای عظیم عمومی و دولتی به سبک‌های راسیونالیستی، نئوکلاسیک و آردکو ... از بتن مسلح استفاده کرده باشند.

اما بغداد با وجود اینکه میزبان معماران انگلیسی زیادی بود، تا دهه ۴۰ اقدام به تجربه جدی بتن مسلح نکرده بود. در این دهه نیز به لطف بازگشت معماران بومی تحصیل کرده انگلیس به عراق، پیلوتی و سبک مدرن، همگام با ترکیب سبک شرقی و غربی به کار رفت. مهم‌ترین آثار انگلیسی‌ها در عراق پیش از دهه ۴۰ به سبک شرقی احداث شده بود. داستان دعوت از معماران مدرنیست شهیر آمریکایی و اروپایی به بغداد چنین بود که ملک فیصل (دوم) آخرین پادشاه عراق با مشورت معمار «نزار جودت»^{۶۵} که در هاروارد شاگرد گروپوس بود، در ۱۹۵۷ برای گسترش زیرساختی و توسعه شهر بغداد، شورای برنامه‌ریزی ترتیب داد و دانشگاه وسیع بغداد را به گروپوس، آپرا را به رایت، موزه را به «آلوار آلتو»^{۶۶} و ورزشگاه را به لوکربوزیه و ساختمان شورای توسعه را به «جو پونتی»^{۶۷} سپرد. با اعدام ملک فیصل در ۱۹۵۸ و تغییرات مهم سیاسی در عراق برخی از این پروژه‌ها به سرانجام نرسید و پادشاه در «تبدیل عراق به مرکز جهانی در دنیای عرب» ناکام ماند. از این میان، تنها دانشگاه بغداد و اثر جو پونتی اجرا شد. ورزشگاه لوکربوزیه نیز پس از مرگش با تغییر جزئی در مقیاس طرح و محل سایت توسط همکار فرانسوی‌اش و پیمانکاران محلی در ۸۰ - ۱۹۷۳ ساخته شد. این اثر از جمله بناهای ارزشمند بتنی در بغداد محسوب می‌شود.



ورزشگاه بغداد، طرح لوکربوزیه ۸۰ - ۱۹۷۳

پانوشت‌ها:

- 1- Louis Vicat
- 2- Joseph – Louis Lambo
- 3- François – Martin Lebrun
- 4- Joseph Monier
- 5- François Coignet
- 6- Vésinet
- 7- William E. Ward
- 8- Ernest Lesly Ransome
- 9- در این نوشتار به سازه‌های زیرساختی و صنعتی کمتر اشاره شده است.
- 10- Paul Cottancin
- 11- François Hennebique
- 12- در بسیاری از کشورها در این دوره، به‌صورت گسترده و در اوج ظرافت از سیمان در تزیینات نما استفاده می‌شد.
- 13- به نقل از مینا معرفت (معمار، شهرساز و پژوهشگر معماری معاصر جهان)، نخستین ساختمان بتن آرمه با کاربری اداری در شش طبقه در ۱۹۰۱ و واشنگتن دی‌سی ساخته شد و در دهه ۶۰ تخریب شد. در ۱۹۷۳ به جای آن انستیتوی آمریکایی معماران AIA ساخته شد.
- 14- Walter Gropius
- 15- Ernst May
- 16- Eugène Freyssinet
- 17- Auguste Perret, Gustave Perret
- 18- Henri Van de Velde
- 19- Century Hall
- 20- Max Berg
- 21- Hans Poelzig
- 22- Wrocław/Breslau
- 23- Frank Lloyd Wright
- 24- از مینا معرفت برای این اشاره بجا سپاسگزاری می‌شود.
- 25- Ludwig Mies van der Rohe
- 26- Adolf Meyer
- 27- Charles Eduard Jeanneret
- 28- Le Corbusier
- 29- Anatole de Baudot
- 30- Henri Sauvage
- 31- Pilotis پیش از آن به پایه‌های خانه‌های روی آب گفته می‌شده است.
- 32- Marcel Breuer
- 33- Pier Luigi Nervi، از آنجا که طرح سقف مجلس سنا در تهران (۱۹۵۹)، از داخل کاملاً به سقف ورزشگاه رُم (Palazzetto dello sport Rome) شباهت دارد، این فرضیه نزد عده‌ای وجود دارد که پی‌پر لوییجی نروی در ساخت مجلس همکاری داشته؛ نگارنده تا این زمان سندی برای اثبات آن نیافته است.
- 34- Gabriel Guévrekian
- 35- Oscar Niemeyer
- 36- چنین گرایشی در تاریخ معماری ظاهراً خاستگاه اخلاقی و اجتماعی داشته است.
- 37- نخستین بار نئو - بروتالیسم در ۱۹۵۴ توسط «رینر بنهم Reyner Banham» تاریخدان معماری انگلیسی درباره ساختمانی به کار رفت که نماهای اصلی آن شیشه‌ای بودند و با آجر ترکیب شده بودند. بناهای با این گرایش، ممکن است تماماً با آجر ساخته شده باشند؛ بر این اساس، نگارنده معتقد است از میان آثار ایران ساختمان وزارت کشور (خیابان شهید فاطمی) اثر روح‌الله نیک‌خصال و ایرج پروین می‌تواند نئو - بروتالیستی شمرده شود.
- 38- پیروان دستورات قدیس دومینیک را می‌گویند.
- 39- La Tourette
- 40- Jørn Utzon
- 41- Eero Saarinen
- 42- Moshe Safdie
- 43- Carlo Scarpa
- 44- Kenzo Tange
- 45- Louis Kahn
- 46- به مقاله «گورکیان، مدرنیستی با باور جهان‌وطنی» در مجله معماری و فرهنگ، شماره ۵۲ رجوع شود.
- 47- Maxime Siroux

- André Godard -48
 -49- به نقل از مینا معرفت.
 Władysław Horodecki -50
 -51- به مقاله «ولادیسلاو هورودتسکی، ایستگاه آخر: تهران» در مجله معماری و فرهنگ، شماره ۵۲ رجوع شود.
 Rolland Marcel Dubrulle -52
 -53- André Julien، به نقل از آنتوانت لیا معلم ایتالیایی مدرسه ژاندارک.
 -54- به نقل از مرحوم مهندس توماس توماسیان این طرح برنده مسابقه شد.
 Fernand Pouillon -55
 Minoru Yamasaki -56
 Ernst Egli -57
 Bruno Taut -58
 Martin Wagner -59
 Robert Mallet – Stevens -60
 Seyfi Arkan -61
 Martin Elsaesser -62
 Hermann Jansen -63
 Clemens Holzmeister -64
 -65- او فرزند سفیر عراق در آمریکا که بعداً به نخست‌وزیری رسید، بود.
 Alvar Aalto -66
 Gio Ponti -67
 -68- احتمالاً اُسکار نیمایر هم جزو مدعوان بوده است.

منابع اصلی اطلاعات و تصاویر:

- *Le béton armé en France 1889-1914*; Mémoire de maîtrise en histoire de l'art, Université LAVAL, Québec 2007, Thomas Schenk.
- *Histoire du béton, Naissance et développement 1818-1970*, CIMBETON: Centre d'Information sur le ciment et ses applications, Janvier 2009.
- *Le gymnase de Le Corbusier à Bagdad*, Mina Marefat, Ed. Patrimoine, 2014.
- *Frank Lloyd Wright: Europe and Beyond*, Antony Alofsin, University of California Press, 1999.
- *Gabriel Guévrékian 1900-1970, Une autre architecture moderne*, Elizabeth Vitou, Dominique Des Houliers et Hubert Janneau 1987.
- *Turkey, Modern Architectures in History*, Sibel Bozdoğan and Esra Akcan, Reaktion books, 2012
- *Bagdad 1921-1958, Aspects d'un paysage urbain et architectural «moderne»*, Caecilia Pieri, Villes et Territoires du Moyen-Orient, pp. 1-22, EHESS Paris/Amman University-Jordan, 2005.
- whc.unesco.org
- www.docomomo-us.org
- www.thenational.ae
- www.greatbuildings.com
- www.architecture.com
- jardin-secrets.com
- www.auburn.edu
- معماری معاصر ایران، امیر بانی مسعود، نشر هنر معماری قرن، چاپ پنجم، ویرایش دوم ۱۳۹۱.
- نگاهی به پیدایی معماری نو در ایران، سیروس باور، نشر فضا، چاپ اول ۱۳۸۸.
- مجله معماری و فرهنگ، «معماران و طراحان خارجی دوره پهلوی ۱۳۵۷-۱۳۰۴»، دفتر پژوهشهای فرهنگی، ش ۵۲، تابستان ۱۳۹۲.
- روزنامه ایران، «مروری بر زیبایی‌شناسی کاخ مروارید و اهمیت آن، گنجینه ناشناخته در نزدیکی تهران»، ماندانا یزدان‌شناس، ۲۹ مهر ۱۳۸۱.
- تهران پریروز، صفحه تاریخی شبکه فیس‌بوک، ۲ دسامبر ۲۰۱۵