



James M. Fisher is the recipient of the 2014 J. Lloyd Kintrough Award, ASCE's highest honor for designers. The award is given to those who are universally recognized as the preeminent steel designers of their era. Fisher has previously received ASCE's LE Region Leadership Award (2011) and ASCE's Lifetime Achievement Award (2008). Fisher is a principal with Commercial Structure Design, Vancouver.

**HOW CAN WE, AS ENGINEERS, BEST ACHIEVE SUCCESSFUL DESIGNS IN STRUCTURAL STEEL?** Design, as defined in the *Dictionary of Architecture and Construction*, is "the composing a plan for a building." Our job as design engineers is to produce construction documents, plans, and specs. Many engineers wrongly emphasize analysis and calculations. They see the design as a means to the goal of a design.

Design is neither solely calculations nor construction documents; rather, it is a synthesis of multiple goals to communicate a concept that construction teams can realize. The ASCE manual is titled the *Steel Construction Manual*, not the "Manual of Steel Design." The ASCE specification is titled the *Specification for Structural Steel Buildings*, not the "Specification for the Design of Steel Buildings."

Engineering design is not purely science. As we know, engineering is also an art. It is the art of design that is difficult to quantify and teach.

Jim Watson, an engineer and part-time philosopher with AECO Steel in Little Rock, Ark., once said, "The way we design is similar to how we weigh pigs in Arkansas." His analogy can be paraphrased this way: In Arkansas, they attach two scales to either end of a pig and then carefully balance the pig over a log beam. They place the pig in one bucket and fill the other bucket with rocks until perfect balance is achieved. Then they guess the weight of the truck.

Perhaps Watson was illustrating the "art" part of design. Design should not involve guessing, although at times we must use educated guesses.

#### What is a successful design?

The answer varies, depending on whom the question is asked. For example:  
 To the owner of a building, a good design is one in which the building meets its intended function, one that does not leak, one with no cracks in the floor slab, and one with construction cost that came in under budget.

To the young designer, a good design is usually thought of as the building of least weight that will carry intended loads in other words, it is one that is well-engineered.

To the owner of a project, a good design is a building that satisfies the owner, and one for which the construction documents caused little or no confusion during and after construction.

To the owner of the firm, a good design is one with which the client is pleased, the payee properly, and one from which his or her firm makes a profit on the project.

As a designer of structural steel buildings, you are a part of a team. The team of engineers, fabricators, installers, owners, and material suppliers. A successful design is the one from which the team members and the owner are all satisfied. This generally occurs when all team members make a profit on the project, and the building owner believes he or she paid a fair price for the structure.

A successful design can only be accomplished with quality construction documents and cooperation among the team members. Design is not a narrow and insular profession; it is complex and the structure functions properly.

#### Advancing Successful Design

Engineers must ask the right questions regarding stiffness, strength, stability, and constructability to achieve a successful design. There is no checklist of rules or questions that one can apply and answer in order to declare that his or her design is perfect, safe, and successful.

As a designer of structural steel buildings, you are a part of a team... Design is not a success until construction is complete and the structure functions properly.

# طراحی!

سخنرانی کلیدی دکتر جیمز فیشر در کنفرانس

سال ۲۰۰۵ سازندگان ساختمان های فلزی آمریکا شمالی<sup>۱</sup>

که تکانی برای اینکه طراحی حرفه ای بهتری باشیم را به ما پیشنهاد می دهد.

منبع: مجله Modern Steel Construction، شماره آوریل ۲۰۰۶

ترجمه، ویرایش و توضیحات:

- رایحه اشعری

- محمد رضا بردانی

سنگ ها تخمین بزنند. شاید ووتن با این مثال می خواهد بخش هنر فرایند طراحی را توضیح دهد.

## یک طراحی موفق چیست؟

با توجه به اینک این سوال از چه کسی پرسیده شده باشد، جوابها متفاوت خواهد بود. برای مثال:

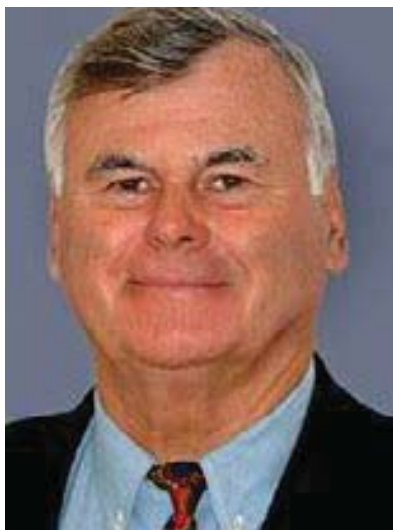
**از نظر مالک یک ساختمان:** یک طراحی خوب باید تمام عملکردهای خواسته شده را برآورده سازد. مثلاً هیچ نشستی وجود نداشته باشد، در کف ها ترکی وجود نداشته باشد و هزینه ساخت و ساز کم تر از بودجه مالک باشد.

**از نظر طراح جوان:** یک طراحی خوب معمولاً وقتی است که ساختمان حداقل وزن را در برابر بارهای خواسته شده داشته باشد و به عبارتی ساختمان خوب مهندسی شده باشد.

**از نظر مهندس عالی پروژه (سر مهندس پروژه):** یک طراحی خوب وقتی اتفاق می افتد که ساختمان مورد قبول مالک قرار گیرد و دیگر آنکه عمل به مدارک فنی ساخت و ساز مشکل عمده ای در حین اجرا و هنگام بهره برداری ایجاد نکند.

**از نظر مالک شرکت:** یک طراحی خوب آن است که مشتری راضی کند و در نتیجه پرداخت هزینه ها بدون معطلی انجام شود و دیگر آنکه پروژه برای شرکت و یا مالک آن سودآوری داشته باشد.

شما به عنوان طراح ساختمان های با سازه فولادی، عضوی از یک گروه هستید. گروهی که شامل مهندسين، سازندگان<sup>۲</sup> [تولید



جیمز فیشر، سخنران متن ترجمه شده، طراح برگزیده، قابل محاسبه با رایانه کننده طراحی های سازه

استفاده می کنیم مانند روشی است که در آرکانزاس برای وزن کردن خوکها به کاری برند. آنها چوبی را برداشته و به دوسران سیدی وصل می کردند. قسمت وسط چوب را در جایی محکم می بستند

و بعد در یک سبد خوک را قرار می دادند و در سید دیگر آن قدر سنگ می گذاشتند تا وزن دو طرف متعادل شود. بدین ترتیب می توانستند وزن خوکها را با تعداد

طراحی فقط علم نیست، هنر هم هست

## چگونه ما مهندسين در طراحی سازه های فولادی موفق تر باشیم

طراحی مطابق آنچه در لغت نامه اختصاصی معماری و ساخت آمده است، عبارت از «درست کردن یک برنامه برای یک ساختمان»<sup>۱</sup> می باشد.

شغل ما مهندسين طراحی، تولید مدارک برنامه ها و مشخصات ساخت و ساز می باشد. بسیاری از مهندسين به غلط طراحی را شامل تحلیل و محاسبات می دانند، در حالیکه آنها وسیله ای برای رسیدن به هدف اصلی یعنی طراحی می باشند.

طراحی فقط به محاسبات و هم چنین مدارک فنی ساخت و ساز محدود و منحصر نمی شود، بلکه بیشتر تلفیقی از تکنیک هایی است که سازنده به کار می برد تا یک تصور را به واقعیت برساند. عنوان کتاب راهنمای انجمن ساختمان فولادی آمریکا<sup>۲</sup>، «کتاب راهنمای ساخت و ساز فولاد»<sup>۳</sup> است و نه «کتاب راهنمای طراحی فولاد» و یا عنوان کتاب مشخصات انجمن ساختمان فولادی آمریکا «مشخصات برای ساختمانها با سازه فولادی»<sup>۴</sup> است و نه «مشخصات برای طراحی ساختمان های فولادی».

طراحی مهندسی صرفاً یک علم نیست، بلکه به اعتقاد ما یک هنر هم هست. به همین دلیل مشکل است که برای هنر طراحی، کمیت گذاری کنیم و به آن الگو اختصاص دهیم. [در توضیح آن که ما برای محاسبات و یا تحلیل می توانیم قالب و فرم تعریف کنیم ولی این امر برای طراحی مشکل است].

جیم ووتن<sup>۵</sup> که علاوه بر مهندس بودن یک فیلسوف هم هست یک بار گفته بود: «روشی که ما در طراحی

که قبلا گفتم شما به عنوان یک طراح ساختمان های با اسکلت فولادی، جزئی از یک گروه هستید. این گروه با هم روابط قراردادی دارند و این گروه است که می تواند بیشترین کمک را به هر عضو خود بکند. البته این امر نیازمند احترام متقابل است، که دنیای خصمانه امروز فاقد آن است.

در محیط های پیمانکاری آمریکا، وقتی که بعد از طراحی، بین سازندگان مناقصه برگزار میشود، غالباً بین طراحان و پیمانکاران مانع ایجاد می شود. پروژه های طرح-ساخت بیشتر این موانع را بر می دارد. هرچند در شرایط طراحی-پیشنهاد قیمت نیز باید برای موفقیت طراحی، پیمانکار و طراح با هم در ارتباط باشند. من اعتقاد دارم نکاتی را که در ادامه بیان خواهم کرد، می تواند برای یک طراحی موفق به ما کمک کند.

### وقتی برای اولین بار به شما یک پروژه طراحی داده می شود چه کاری باید انجام دهید؟

این سوال در اولین موقعیت شغلی من در شرکت مهندسی ارتش آمریکا وقتی ستوان دوم بودم توسط فرمانده ام از من پرسیده شد. من پاسخ دادم: سرگروه هایم را جمع می کنم و در باره پروژه ای که باید انجام دهیم بحث می کنیم و سپس وظایف هر کس را مشخص می کنم. فرمانده ام گفت: اشتباه است، اولین کار این است که به سالن غذاخوری بروی، یک فنجان قهوه بگیری و در باره وظایف و تفکرات فکر کنی. فکر کردن تو باید کامل و از ابتدا تا انتهای پروژه ای را که می خواهی طراحی آن را شروع کنی، شامل باشد. این نصیحت برای من سخت بود، زیرا همان طوری که هم دانشگاهی های من می دانند من آدم کلاسیکی از نوع "A" هستم و می خواهم همین گونه نیز حرکت کنم و می دانم وقتی من به نصیحت فرمانده گوش نکنم، طراحی من در جاهایی دچار مشکل خواهد شد. موفقیت هر طراحی، وابسته به ارتباطات است. همیشه به خاطر داشته باشید که مفاهیم طراحی با برنامه ها و جزئیات سازه ای ارتباط تمام و کمال دارد.

### به تصویری بزرگ فکر کنید

دومین درسی که در اولین طراحی های خود یاد گرفتم، فکر کردن به تصویری بزرگ بود. تصویر بزرگ برای یک طراحی موفق یعنی اینکه نیازهای مشتری تان را درک کنید و همان طوری که قبلا گفتم آنکه نیازهای سایر اعضای گروه را بفهمید. به عنوان یک مهندس جوان داغ و پر شور به دفتر طراحی مهندسی یکی از شرکت های تولید فولاد رفتم تا به آنها اطلاع دهم که با طرح من آنها هزاران دلار در هر پروژه، سود بیشتر خواهند برد. در آن زمان این کمپانی خاص، تمامی طراحی های خود را در زمینه ساختمان سازی انجام می داد. من با معاون مهندسی آنجا صحبت کردم و به او

همکاری و تعاون برقرار باشد. تا وقتی که عملیات ساختمانی تکمیل و عملکرد مناسب سازه تایید نشود، طراحی موفق حاصل نخواهد شد.

### نائل آمدن به طراحی های موفق

مهندسی باید به سوالاتی در رابطه با تنش، مقاومت، پایداری و قابلیت اجرایی پاسخ دهند تا آنها را به یک طراحی موفق برساند. چک لیستی از قوانین یا سوالات وجود ندارد که با به کار بردن و پاسخ دادن به آن بتوانیم بگوییم یک طرح بدون عیب، ایمن و موفق است. نسبت طراحی و ساخت و ساز با همدیگر شبیه نسبت دوشریک است، هر کدام از آنها منحصر به فرد هستند، اما وقتی موفق هستند که هم آهنگ با هم عمل کنند. همان طوری

### میدان دید خود را در طراحی وسعت دهید

کنندگان قطعات مورد استفاده در سازه، ارایه کنندگان جزئیات<sup>۱</sup> [کسانی که نقشه های شامل جزئیات را برای سازندگان و نصب کنندگان فراهم می کنند]،

نصب کنندگان<sup>۱</sup> [کسانی که قطعات ایجاد شده توسط سازندگان را با مشخصاتی که ارایه کنندگان جزئیات مشخص می کنند، در محل پروژه نصب و اجرایی می کنند] و تهیه کنندگان مصالح می باشد. یک طراحی وقتی موفق است که تمام اعضا گروه و هم چنین مالک از آن رضایت داشته باشند. این رضایتمندی وقتی حاصل میشود که تمام اعضای گروه از اجرای پروژه سود ببرند و مالک نیز باور داشته باشد که هزینه پرداخت شده توسط او برای سازه منصفانه بوده است. یک طراحی خوب وقتی به سرانجام میرسد که اجزاء ساخت و ساز مصالح و عوامل اجرا دارای کیفیت باشند و بین اعضا گروه

## معرفی نشریه Modern Steel Construction

در طراحی و اجرای ساختمان ها و پل های فلزی - سخنرانی های ایراد شده در سمینارهای مرتبط با طراحی و اجرای سازه های فولادی به ویژه سمینار NASCC (در این شماره نشریه پنجره ترجمه یک نمونه از سخنرانی های درج شده در نشریه Modern Steel Construction را ملاحظه می کنید.

اما چندین بخش جذاب برای مهندسیین طراح و مجری سازه های فولادی در این نشریه وجود دارد که توسط زیر شاخه مرکز حل مشکلات فولاد (Steel Solution Center) تولید و ارائه می شود این بخش ها عبارتند از:

**تبادل نظر در زمینه فولاد Steel Interchange**  
این بخش به مهندسیین کمک می کند تا پاسخ سوالات خود را در زمینه طراحی و اجرا مطرح، پاسخ آن را توسط متخصصین دریافت کنند. ابهاماتی که برای مهندسیین در استفاده از آیین نامه ها پیش می آید در این بخش طرح و پاسخ آن ها توسط اساتید دانشگاه و اعضای برجسته انجمن فولاد آمریکا (AISC) داده می شود.

### امتحان فولاد Steel Quiz

در این بخش دانش و مهارت خوانندگان نشریه، با سوالاتی که پاسخ آن ها نیز در صفحات بعدی آمده است، به بوته آزمایش گذاشته می شود. سوالات معمولاً از آیین نامه های AISC و مطالب خود نشریه اخذ می شود

### شیوه های فولاد Steel Wise

در این بخش راه و روش های برخورد با مسائل مختلف طراحی و اجرای سازه های فولادی ارائه می شود. به عنوان نمونه، بحث صفحه ستون مطرح و نکات مختلف طراحی و اجرای آن بیان می شود.

نشریه "Modern Steel Construction" به عنوان یکی از نشریات موسسه ساخت و ساز فولادی آمریکا (AISC) که در سال ۱۹۲۱ پایه گذاری شده است، از سال ۱۹۶۱ به صورت فصل نامه یا دو فصل نامه انتشار خود را آغاز کرد و اکنون به طور منظم و ماهانه منتشر می - شود. این نشریه برای جامعه هدف مهندسیین طراح و مجری ساخت و ساز های فولادی و همین طور سایر دست اندر کاران این نوع ساخت و ساز از قبیل تولید کنندگان مصالح، سازندگان قطعات و اعضای فولادی، نصب کنندگان و ارائه کنندگان جزئیات منتشر می شود.

این نشریه دارای مطالب کاربردی بوده و از مقالات آکادمیک و تئوری در آن خبری نیست و انجمن فولاد آمریکا برای مقالات تحقیقاتی و دانشگاهی، نشریه علمی دیگری را به صورت فصل نامه منتشر می کند.

بخش های مختلف این نشریه به شرح زیر است:  
- معرفی پروژه های ساختمان ها و پل های فولادی شاخص به همراه جزئیات فنی طراحی و ساخت آن ها

- معرفی ساختمان های فولادی برگزیده که طی مسابقه سالانه، با توجه به معیارهای مختلف مورد داوری قرار گرفته و مستحق دریافت جایزه شناخته شده اند.

- معرفی پل های فلزی برگزیده در مسابقه ای که به همین منظور برگزار می شود.

- مقالاتی در مورد اقتصاد ساخت سازه های فولادی.  
- مقالاتی در مورد مدیریت ساخت ساختمان های فولادی.

- مقالاتی در باره نکات اجرایی سازه های فولادی.  
- مطالبی در باره تاریخچه ساختمان های فولادی.

- اخبار ساخت و ساز های فولادی و فن آوری های جدید در این زمینه.

- مطالبی در باره نرم افزار های مورد استفاده



ستون‌های ویژه برج سیتی گروپ (باطراحی سازه توسط ویلیام لموزر) واقع در منهتن نیویورک که به جای در گوشه قرار گرفتن در وسط اضلاع جای گرفته است. ساختمانی که به عنوان نمونه عملی اخلاق مهندسی مطرح است.

در طراحی، مورد استفاده قرار نگیرد. تصویر بزرگ یعنی اینکه به خواسته‌های مشتری گوش دهید و به آن فکر کنید.

### از اولین مراحل طراحی به طرح دارای قابلیت اجرایی "فکر کنید"

قابلیت اجرایی یک طرح، طبق تعریفی که موسسه صنعتی ساخت ارائه کرده است چنین است: «استفاده بهینه از دانش ساخت و ساز و تجربه‌های برنامه ریزی، طراحی، قابلیت تهیه کردن و عملکردهای کارگاهی برای رسیدن به تمام اهداف پروژه».

آیا ما می‌توانیم ساختمانی ایمن را با سرعت و به آسانی بسازیم؟

فهرست ملاحظاتی که باید برای قابلیت‌های اجرایی طرح در نظر بگیریم خیلی گسترده است، اما بخشی از مهم‌ترین آنها که باید در نظر گرفته شود به شرح زیر است:

- تعداد میل مهارهای ستونها را به کمترین مقدار برسانید.

- مهاربندهای دائمی را طوری تعبیه کنید که بعنوان مهاربند موقت هم قابل استفاده باشد.

هفته ای طول می‌کشد. او پرسید: شما فکرمی کنید چقدر زمان لازم است تا سازنده تمام قطعات مهاربندهای افقی را بسازد؟

دوباره من جواب دادم: واقعا نمی‌دانم، اما مطمئنا چند هفته

ای طول می‌کشد.

او پرسید: و شما فکرمی کنید چقدر طول می‌کشد تا نصاب این مهاربندها را در جای خود نصب کند؟ من جواب دادم: نمی‌دانم، اما مطمئنا چندین هفته طول می‌کشد.

معاونت بعد از جمع بندی زمانها گفت: پس حدود ۹ هفته طول می‌کشد تا مهاربندها نصب شوند.

ما ۶ میلیون دلار در هزینه ستونها و پی به خاطر سیستم مهاربندی صرفه جویی مالی خواهیم کرد. اما در عوض چندین میلیون دلار به خاطر تاخیر در شروع کار ضرر می‌کنیم. این در حالی است که هنوز هزینه ترسیم و تهیه جزئیات و مصالح و سازنده و نصاب قطعات مهاربند را به حساب نیاورده ایم. آیا

این سیستم شما صرفه جویی بیشتری نسبت به ضررهایی که خواهیم کرد خواهد داشت؟

نیازی نیست که بگویم سیستم مهاربندی افقی من

### تحلیل و طراحی علاوه بر دقت، باید شامل اندیشه و تفکر باشد

گفتم که اگر آنها روش طراحی خود را که استفاده از ستونهای طره است تغییر دهند و به جای آن به طراحی و نصب مهاربندهای افقی بین عضو پایینی خرابهای سقف رو آورند، دلارهای زیادی در هزینه ستونهای فلزی و شالوده

صرفه جویی خواهند کرد زیرا بارهای جانبی بزرگ موضعی وارد بر بالای جرثقیل‌ها به طور موثری در کل سازه توزیع می‌شود.

بعد از توضیحات من، معاونت مهندسی گفت: خیلی خوب، چقدر طول می‌کشد تا شما طراحی مهاربندهای افقی هر مسیر عبور جرثقیل را انجام دهید؟

من جواب دادم: در حدود یک هفته برای مشخص کردن اندازه‌ها و طراحی اتصالات (حتما امروز بیشتر طول می‌کشد چون ما از کامپیوتر استفاده می‌کنیم). او پرسید: چقدر طول می‌کشد تا نقشه کش طرح انجام شده را ترسیم کند؟

من جواب دادم: حدود دو هفته.

او پرسید: فکرمی کنید چقدر زمان می‌برد تا ترسیم کننده جزئیات، دیتیل‌های لازم را آماده کند؟

من جواب دادم: دقیقا نمی‌دانم، اما احتمالا یک دو

- به خاطر داشته باشید که ساخت قطعات فولادی یک کار اقتصادی است.

### نصب کنندگان

- از بیشترین طولی که برای اجرای یک ستون امکان پذیر است استفاده کنید (۲ یا ۳ طبقه، با محل وصله حدود ۱۲۰ سانتی متر بالای سقف).

- طراحی شما ساده باشد و طرح‌هایی که به آسانی قابل فهم هستند مهیا کنید.

- یادآوری: نصب سازه فلزی یک کار اقتصادی است. به نیازهای مشترک تمام اعضای گروه توجه داشته باشید. به حرف‌های سازنده، تهیه‌کننده جزئیات و نصب‌کننده گوش دهید. آنها دانش تجربی زیادی را با انجام هرروزه پروژه‌های مختلف باهمدیگر، کسب کرده‌اند. این دانش می‌تواند به عنوان ابزاری برای رسیدن به یک طراحی خوب باشد.

### مراحل طراحی

گام‌هایی که در زیر خواهد آمد، تقریباً ما را به ارائه یک طراحی

موفق هدایت می‌کند.

- معیارهای مناسب و قابل استفاده برای تیرها و اعضای محیطی مشخص کنید.

- ضوابط جابجایی نسبی طبقات را مشخص کنید.

- معیارهای حفاظت در برابر آتش سوزی را مشخص کنید.

- تمامی مشخصات بیمه‌ای را تعیین کنید (از قبیل نیازهای دو طرفه با کارخانه سازنده).

- جهت شیب بندی در سقف‌ها را مشخص کنید.

- سیستم سازه‌ای را مشخص کنید. (به عنوان مثال: قاب‌های مهاربندی شده، قاب‌های خمشی، دیوارهای برشی)

- بارهایی را که به سازه اثر می‌کند تعیین کنید.

- نوع اتصالاتی را که برای سیستم مقاوم در برابر بارهای جانبی استفاده می‌شود مشخص کنید.

- اندازه‌های اعضا را بر اساس شرایط جابجایی نسبی طبقات (Drift) و سایر مشخصات قابل بهره برداری بودن آنها نظیر خیز و ارتعاش تعیین کنید.

- تحلیل سازه را در پیروی از ضوابط جابجایی نسبی طبقات انجام دهید.

- ابعاد اعضا را بر اساس مقاومت کنترل کنید.

- اندازه اعضا را طوری انتخاب کنید که اتصالات قابل اجرا باشند.

- اتصالات را طرح کنید.

- پلانها و جزئیات را با مقیاس مناسب ترسیم کنید.

- مطمئن شوید که طرح به درستی به مدارک ساخت و ساز تبدیل شود.

- از قضاوت استفاده کنید.

### نقش قضاوت

قضاوت خوب، یکی از مهم‌ترین عوامل کسب موفقیت و اعتبار در طراحی مهندسی است. در سال‌های اخیر، حذف بخش قضاوت در تحلیل و



ویلیام لموزر، طراح برج سیتی گروپ، مهندس نمونه از نظراخلاق مهندسی

فهمیدن نیازهای ارائه‌کنندگان جزئیات، سازندگان قطعات و نصب‌کنندگان کار پیچیده‌ای نیست و میتوان آنها را به شرح زیر خلاصه کرد:

### سازندگان و ارائه‌دهندگان جزئیات

سازندگان از شما می‌خواهند طراحی ارائه کنید که اجازه دهد مصالح به طور کامل پیوسته در مسیر ساخت کارگاهی به طور روان در جریان باشد. منظور این است که یک تیر یا ستون نباید به طور همزمان نیازمند جوشکاری و در عین حال دریل کردن یا پانچ سوراخ هم باشد. خط کارگاهی دریل کاری و پانچ با خط کارگاهی جوشکاری متفاوت است و انتقال تیر یا ستون از یک خط مونتاژ به خط مونتاژ دیگر هزینه بر است. اگر چنین انتقالی نیاز شود چریان ساخت، روان نخواهد بود.

سازندگان و ارائه‌دهندگان جزئیات برای رسیدن به یک طراحی موفق از ما مهندسين انتظارات زیر را دارند:

- از اتصالات استاندارد AISC استفاده کنید (به عنوان مثال اتصال ورق برشی ساده یا اتصال نبشی ساده).

- از اتصالات خمشی که در کارگاه پیچ و مهره می‌شوند استفاده کنید.

- سادگی طرح را حفظ کنید.

- نقشه‌ها و طرح‌های قابل فهم مهیا کنید.

- تغییرات را به حداقل برسانید.

- مراحل نورد و جزئیات آنرا تا وقتی کامل نشده است، ارائه ندهید.

- اندازه‌های اعضا را تا آنجا که ممکن است تکرار کنید (کمترین وزن، معادل کمترین هزینه نیست).

- تمام واکنش‌های گرهی و نیروهای اعضا را روی نقشه‌ها درج کنید. (محوری، برش، ممان و نیروهای انتقالی)

- به پرسش‌های ارائه‌دهندگان جزئیات پاسخ‌های روشن و صریح بدهید.

- این را بدانید که نقشه‌های کارگاهی<sup>۱۲</sup> باید به موقع ارائه شوند.

- مطمئن شوید که همه تیرها سر جای خود هستند، بدون آنکه نیاز باشد ستونها به هم نزدیکتر شوند، یا اینکه از هم فاصله بیشتری پیدا کنند.

- کنترل کنید که رواداری‌ها، به علت مشکلات مونتاژ موقت اضافه نشود.

- کنترل کنید که رواداری‌های مشخص شده، با توقع شما از تولید نهایی هماهنگ باشد.

- مطمئن شوید که دسترسی کافی برای عملیات جوشکاری و بستن پیچ‌ها وجود دارد.

- کنترل کنید که تیرها دارای برش خورده‌گی‌های متفاوت در محل اتصال به عناصر دیگر نباشند. به عنوان مثال اتصال عضوهای عمیق به عضوهای کم عمق را مد نظر قرار دهید.

- جوشکاری‌های سربالا را حذف کنید.

- مشخصات قابل تحقق که با نیت واقعی شما و نیازهای طراحی هماهنگ است داشته باشید.

- از مصالحی استفاده کنید که به راحتی در دسترس باشند.

- مقدار مصالح با کیفیت پایین را، در جزئیات به کمترین مقدار ممکن برسانید.

- اتصالاتی سراسر و آسان در طرح خود بگنجانید؛ به طوری که برای نصب و اجرای آن به تمهیدات خاص و اضافه نیاز نباشد.

- تفاوت خیز را در اعضای که در مجاورت هم هستند کنترل کنید.

- مطمئن شوید که اعضا، عرض کافی برای تحمل عناصری که روی آنها قرار می‌گیرند داشته باشند.

- تیرهای کنسول را در بالاترین نقطه ممکن ستون وصل کنید، به طوری که نصب آنها ایمن باشد.

- جهت تیرریزی‌های سقف در دهانه‌های مختلف را در یک امتداد قرار دهید.

- صفحه ستون‌های صلب را روی پایه‌های بتنی اجرا نکنید.

- از اجرای اتصال صلب در جهت ضعیف ستون احتراز کنید.

### چگونه می‌توانید بهترین کمک را به گروه بکنید؟

شما به عنوان یک مهندس به وسیله عملکردتان می‌توانید کمک به خلق یک طرح موفق بنمایید.



لودویگ میس فن درروهه، معمار مطرح سبک ساده گرایی

طراحی مرانگران کرده است. تعریف قضاوت طبق لغت نامه وبستر، عبارت است از: «توان تشخیص موقعیت‌ها یا فهم زیرکانه امور برای ترسیم نتیجه ای درست و بی عیب».

در کتاب نمونه‌های طراحی<sup>۱۳</sup> نوشته هنری پتروسکی<sup>۱۴</sup> آمده است: «پیشرفت دروسایل تحلیل و مدل‌ها، به تنهایی نمی‌تواند باعث بهبود کارهای مهندسی و قابل اعتماد بودن محصولات آنها شود، زیرا برای انتخاب مدل ورودی و تفسیر نتایج خروجی حاصل از تحلیل به قضاوت و داوری علمی نیاز است. در حقیقت، تلاش‌ها برای بهبود طراحی مهندسی نباید فقط به استخراج نتایج از مدل‌های تحلیلی و ابزارها تمرکز کند، بلکه باید مهارت‌های فرض کردن‌های اولیه و تشریح نتایج بدست آمده هم بطور همزمان توسط مهندسی توسعه و بهبود پیدا کند».

ما باید از قضاوت مهندسی در تحلیل‌ها و طراحی‌های مان استفاده کنیم. ضمناً، نتایج تحلیل و طراحی ما علاوه بر دقت، باید شامل اندیشه و تفکر هم باشد. بسیاری از راه‌حل‌های ارائه شده در بخش قبلی این مطلب در رابطه با قابلیت اجرایی داشتن یک طرح، در حقیقت یک نوع قضاوت مهندسی است و عمل به آنها باعث طراحی موفق می‌شود. ما بطور طبیعی و معمول در زندگی مان قضاوت و داوری می‌کنیم تا آنجا که این قضاوت، سرشت و ماهیت دوم ما می‌شود. به عنوان مثال موارد زیر قضاوت‌های مهندسی است که ما انجام می‌دهیم.

- ما نیروها و ممان‌هایی را که اثر کمی بر نتیجه دارند، نادیده می‌گیریم.
- ما اتصالاتی را که واقعا مفصلی خالص نیستند، اتصال مفصلی فرض می‌کنیم.
- ما ممان‌ها را در میل مهارهای صفحه ستون‌های ۴ پیچ و مهره ای، نادیده می‌گیریم.
- ما فولاد را بعنوان مصالحی فرض می‌کنیم که خواص مکانیکی آن در همه جهات یکسان است.
- ما ممان‌های ثانویه را در اعضای افقی و قطری خریا، نادیده می‌گیریم.
- ما تفاوت‌های جزئی در نشست‌ها را نادیده می‌گیریم.
- ما تنش‌های اصلی را محاسبه نمی‌کنیم.
- ما تنش‌هایی را که در اثر برش، خم کاری، نورد و

جوشکاری اعضای فولادی ایجاد می‌شود، نادیده می‌گیریم.

### تعییری کوتاه در مورد قضاوت

- قضاوت، خطاهای انسانی را به حداقل می‌رساند.
- قضاوت، طراحی را به مسیر صحیح هدایت می‌کند.
- قضاوت باعث می‌شود در طی روند طراحی دچار سردرگمی نشویم.
- با قضاوت می‌توان مسائل دارای اهمیت زیاد را از جزئیات کم اهمیت تفکیک کرد.
- قضاوت به ما در تعیین مشخصات مدل‌های تحلیل، راهنمایی می‌کند.
- قضاوت ما را راهنمایی می‌کند تا قسمتهایی از طراحی که باید بطور جداگانه کنترل شوند را تشخیص دهیم.
- قضاوت به طراح کمک می‌کند تا بداند باید چه مواردی را در محل پروژه کنترل کند.
- داوری اشتباهات را پیدا می‌کند.

### چگونه صاحب قضاوت مهندسی شویم؟

- قضاوت در اثر تجربه بدست می‌آید.
- قضاوت در اثر بررسی اشتباهات و یادآوری‌های ضعیف دیگران و خود ما بدست می‌آید.
- مهندسی موفق با سابقه، بهترین آموزگاران در زمینه قضاوت هستند. آنچه مهندسی در گذشته انجام داده‌اند، با آنچه که ما باید امروز انجام دهیم مرتبط است.
- با پیمانکاران، پیمانکاران جزء و تهیه کنندگان مصالح صحبت کنید.
- از منابع AISC استفاده کنید.
- ایده‌های خود را در بین همکاران تان مطرح و در باره آنها بحث کنید.
- در سمینارهایی که راجع به طراحی تشکیل می‌شود، شرکت کنید.
- قضاوت صحیح مهم‌ترین ابزار مهندسی است. اجازه بدهید قضاوت، شما را به تصمیم‌گیری در طراحی هدایت کند و اجازه بدهید قضاوت شما باعث شود که همه تصمیم‌گیری‌های تان در طراحی، بدون نقص باشد.

### نقش کامپیوتر

تعدادی از بهترین نکات که به نقش کامپیوتر در طراحی اشاره می‌کند در مقاله ای به قلم جیم وتن تحت عنوان «قانون سوم وتن و طراحی ستون فلزی» در سال ۱۹۷۲ در مجله Modern Steel Construction منتشر گردید. قانون اول و دوم وتن مربوط به بحث مانیست، اما او قانون سوم را چنین بیان می‌کند: «کسب دانش غیر متداول، از بکارگیری عقل سلیم جلوگیری می‌کند». او در ادامه مقاله بیان می‌کند: «شاید بهترین مثال برای قانون سوم، کامپیوتر باشد. ماشینی که میلیون‌ها دلار از دانش غیرمتداول مصنوعی را جذب می‌کند و به صورت پایان‌ناپذیری احماق باقی

می‌ماند و اگر یک ذره یا یک عنوان در جای خودش در برنامه قرار نگیرد بطور کامل مختل می‌گردد. متأسفانه ما نیز بجای فریخته شدن، مانند کامپیوتر بسوی برنامه ریزی شدن می‌رویم».

«کامپیوتر نیازمند ساده سازی و ایجاد رابطه‌های ریاضی برای حل مسائل است بدون آنکه فهمی از آنها داشته باشد. لازم نیست در استفاده از راه حل‌های ساده احساس گناه کنیم در حالی که کامپیوتر این مسائل را بسیار پیچیده می‌کند».

طراحی‌های موفق و عملی، وقتی حاصل می‌شود که ارتباط متقابل بین طراح و ماشین برقرار شود. این یک موقعیت یک به یک است. طراح، یک کامپیوتر نیست و باید در تصمیم‌گیری‌های مربوط به حل یک مسئله خاص آزاد باشد. بنظر من این مهم است که قبل از انتخاب و طراحی اعضا در سازه نتایج تحلیل را مورد بررسی قرار دهیم. با بررسی نتایج تحلیل و قضاوت مهندسی و در نتیجه یا لایح طرح اولیه، شرایط خاصی بر طرح حاکم خواهد شد. کامپیوتر ابزاری است که می‌تواند در نقش یک دستیار به طراح کمک کند.

### رسیدن به طراحی‌های موفق با کاهش اشتباهات طراحی

تمامی مهندسی‌ن و متخصصین حقوقی، خطای انسانی را بزرگترین دلیل شکست‌های در اثر طراحی می‌دانند. فکر کردن در باره پیش‌گیری از شکست یکی از مهم‌ترین دلایل موفقیت یک طرح برای کامل شدن آن است. اگر ایمنی برای یک طراحی مهم باشد، باید حالات حدی هر عضو، اتصال و کل سازه را به طور ویژه مورد بررسی و کنترل قرار دهیم. یکی از برجستگی‌های کتاب «مشخصات انجمن ساختمان فولادی آمریکا ۲۰۰۵» این است که تمامی حالات حدی شناخته شده مربوط به هر مقاومت را ذکر کرده است. فهمیدن خطاهای طراحی‌های گذشته، قدرت قضاوت ما را افزایش میدهد و بنابراین این برای کاهش خطای انسانی در طراحی‌های امروز ما مفید است.

به قول لوزتاین<sup>۱۵</sup>: «مهندسی‌ن در حین طراحی باید اندکی پارانویا داشته باشند (پارانویا نوعی بیماری روانی است که فرد دچار سوءظن شدید می‌گردد). آنها باید تصور کنند که غیرممکن‌ها می‌توانند اتفاق بیفتند. آنها حتی وقتی که تمام ضوابط دست نامه<sup>۱۶</sup>‌های طراحی و مقررات را هم در طراحی اعمال کردند، نباید از خود خوشنود و مطمئن باشند و فکر کنند سازه ایمن و بدون هیچ عیب و نقصی است».

تغییرات طراحی، بخصوص آنهایی که در انتهای کار در نظر گرفته می‌شوند، می‌توانند حالت‌های جدیدی از انهدام را که در ابتدا مخفی بوده است، رانمایان کنند. هر تغییری در طرح هر چند که کوچک هم باشد باید با طرح اولیه موجود در ذهن طراح، مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

هنگامی که طی جلسه‌هایی با گروه طراحی و یا گروه سازندگان، می‌خواهید تغییراتی را در طراحی ایجاد کنید، خیلی دقت داشته باشید. به دفتر تان برگردید و هنگامی با اعمال تغییرات موافقت کنید



کارتون عصر حجر

### (Ludwig Mies Van Der Rohe)<sup>۲۲</sup>

خداوند در جزئیات است<sup>۲۴</sup> (لودویگ میس فن در روته<sup>۲۳</sup>، استاد انستیتو تکنولوژی ایلینویز) ارائه جزئیات، یعنی طراحی.

If it looks good, it probably is good.

(Dick Schlies)

اگر در ظاهر خوب به نظر می‌رسد، احتمالاً خوب خواهد بود (دیک اسکلیز، کامپیوتری کننده طراحی سازه)

اگر یک سازه و یا جزئی از آن درست طراحی شده باشند، ظاهر طرح متناسب و متعادل خواهد بود و این خود بخشی از قضاوت مهندسی خواهد بود. به محل اجرای پروژه بروید، زیرا طراحی‌ها در واقعیت و عمل متفاوت دیده خواهند شد. [اگر مهندسین طراح در کارگاه‌ها حاضر شوند و نتیجه طراحی‌های خود را ببینند، دید مهندسی بهتری پیدا خواهند کرد].

### Don't worship the weight god

وزن را به عنوان خدا عبادت نکنید. (ناشناس)  
حداقل وزن، بندرت حداقل هزینه را در پی خواهد داشت.

If we can prevent local and lateral buckling, then we should able to design any structure based on stiffness and serviceability consideration (Jim Wooten)

اگر بتوانیم از کمناش‌های جانبی و موضعی اعضا جلوگیری کنیم، آنگاه قادر خواهیم بود هر سازه‌ای را بر اساس مقاومت و قابلیت‌های بهره‌برداری طراحی کنیم. (جیم ووتن)  
سازه‌های فولادی شگفت‌انگیزند. اگر مانع کمناش آنها در حالت‌های مختلف بشویم، خود سازه فولادی راه پایدار ماندن را پیدا می‌کند.

I'd rather be in an over-braced and

یادتان باشد که کارگران آنچه را که شما طرح کرده‌اید باید در گرمای تابان روز یا در سرمای منجمدکننده، نصب و اجرا کنند. با پیچیده‌گی طرح کارگران را دچار نگرانی نکنیم.

### be a ksi (C. K. Wang)

خودتان را یک ksi فرض کنید. (پروفیسور ونگ استاد دانشگاه ویسکانسین)

پروفیسور ونگ، همیشه در کلاس درس خود می‌گفت که خودتان را شبیه یک ksi فرض کنید که سفری را از یک قسمت بالایی سازه شروع می‌کند و آن را در پایین‌ترین قسمت یعنی زمین به اتمام می‌رساند. شما باید قادر باشید بدون آنکه دچار تنش بیش از اندازه‌ای شوید، مسیر عبور خود را از میان هر عضو، هر اتصال، هر جوش و هر پیچ و مهره‌ای پیدا کنید. این مسیر عبور، مسیر بار نامیده می‌شود.

### The trickle theory

تئوری قطره که خودم آن را بیان کرده‌ام، در نقطه مقابل عبور بارها در سازه بر اساس منطق تحلیلی است. تئوری قطره بر این مبنا استوار است که ksi بدون هرگونه تحلیل مهندسی می‌تواند مسیر خود را برای رسیدن به زمین پیدا کند. از این تئوری استفاده نکنید.

### If it works, don't mess with it

اگر کار می‌کند، انگولکش نکن (ناشناس)  
این جمله بسیار عاقلانه‌ای است. یک طراحی که درستی آن تایید و اثبات شده، قابل استفاده مجدد در جاهای دیگر خواهد بود، مگر آنکه در مقیاس‌های سازه تغییر ایجاد شود.

### You cannot do just one stupid thing in the design (Mike West)

حتی یک نکته احمقانه نباید در طراحی وجود داشته باشد. (مایک وست<sup>۱۹</sup>، کامپیوتری کننده طراحی سازه)

اگر در حین طراحی، یک قضاوت غلط انجام دهیم، تصمیم‌های نادرست بیشتری در ادامه طرح حاصل خواهد آمد.

### Learn from failures

از شکست‌هایتان درس بگیرید. (ناشناس)  
این بهترین راه برای کسب قضاوت‌های بعدی خواهد بود.

### Less is more<sup>۲۲</sup>

### (Ludwig Mies Van Der Rohe)<sup>۲۳</sup>

کمتر یعنی تراست، کمتر بیشتر است<sup>۲۴</sup> (لودویگ میس فن در روته<sup>۲۳</sup>، استاد انستیتو تکنولوژی ایلینویز)  
این جمله کوتاه شبیه اصل KISS است و فقط به صورت شیواتری بیان شده است.

### God is in the details<sup>۲۴</sup>

مایک وست، طراح برگزیده،  
قابل محاسبه برای ارائه کننده طراحی سازه

که مطمئن شوید تغییرات اثرات منفی روی سایر بخشهای طراحی ندارد.

در مورد طرح‌هایی که از لحاظ مقیاس و ابعاد نسبت به طرح‌های قبلی شما بزرگتر هستند، هوشیاری ویژه‌ای داشته باشید. یک اصل اساسی در طراحی که اغلب فراموش می‌شود اثرات اندازه یا مقیاس است. کنترل محاسبات برای پیدا کردن خطاهای منطقی و ریاضیاتی بسیار مهم است. بررسی مشخصات و مدارک برای یافتن تناقضات و موارد از قلم افتاده تازمانی که روی کاغذ است می‌تواند از هزینه‌های زیاد اصلاح آنها در کارگاه جلوگیری کند. این مهم است که بخاطر داشته باشیم که طراح اصلی می‌تواند با همان خطاها به کار خود ادامه دهد و همزمان یک دوست یا همکار خطاهای دیده نشده و اشتباهات منطقی را پیدا کند. بازبینی دوستان در همه طراحی‌ها خیلی خوب است، اما بازبینی باید در مرحله‌ای که طرح برای ارائه آماده شده است انجام گیرد.

هاوزر<sup>۱۷</sup> در مقاله‌ای تحت عنوان «درسهایی از حالات شکست در اروپایان» نتیجه‌گیری می‌کند که: «موثرترین راه برای بهبود ایمنی سازه‌ای یا قرار گرفتن آن در سطح معینی از ایمنی، بهبود مدل‌های تحلیل نیست، بلکه بهبود روش کنترل داده‌ها است» (تا خطاهای طراحی گرفته شود).

### جمله‌های قصار درباره طراحی

#### Create Flintstone design (Mike West)

طراحی‌تان مانند کارتون عصر حجر<sup>۱۸</sup> باشد (مایک وست<sup>۱۹</sup>، کامپیوتری کننده طراحی سازه)

در کارتون عصر حجر که توسط فرد و بارنی<sup>۲۰</sup> ساخته شد، انسان‌های اولیه‌ای به تصویر کشیده شده‌اند که وسایل مورد نیاز خود را بدون پیچیدگی طراحی کرده و می‌سازند. جمله قصاری که می‌گوید مانند کارتون عصر حجر طراحی کنید، معادل دیگری هم دارد و آن اصل معروف KISS است. اصل KISS بر اساس ۴ حرف اول کلمات زیر نام گذاری شده است. KISS: Keep It Simple Stupid

ساده نگاهش دار، احمق<sup>۲۱</sup>



مانند کبک سرتان را زیر برف نبرید، آن گاه خواهید توانست به مشکل طراحی خود غلبه کنید].

Strive for structural simplicity  
(Fazlur Khan<sup>۴</sup>)

برای سادگی سازه تلاش کنید. (فضلورخان<sup>۴</sup>)

Don't lost your own in technology  
(Fazlur Khan)

خود را در تکنولوژی غرق [نگم] نکنید. (فضلورخان)

### کمک به مهندسين آینده

#### برای نائل آمدن به طراحی های موفق

تمام آنچه که ما فرا گرفته ایم، از آموزه های نسل های قبلی ماست. ما بعنوان مهندسين، سازندگان، ترسیم کنندگان جزئیات، نصب کنندگان و استادان دانشگاه می توانیم بعنوان بهترین کمک کنندگان به مهندسين آینده باشیم تا آنها طراحان موفقى بشوند.

#### مهندسين:

- یک مرشد و نصیحت کننده باشید. برای انتقال اندوخته ها و تجربیات خود به مهندسين جوان تر و کم تجربه تر وقت بگذارید.

- با مهندسين جوان تان درباره قضاوت مهندسى و اهمیت آن در روند طراحی صحبت کنید.

- پیشنهادهایی را که توسط سازندگان، نصابان و ترسیم کنندگان جزئیات داده می شود، در روند طراحی مورد بررسی قرار دهید.

- آینده را در آغوش بگیرید. طراحی یک روند ساکن و ایستا نیست. روشها تغییر می کنند. شما با در آغوش گرفتن آینده می توانید طراحی های موفقى انجام دهید، اما قبل از آن ایده های جدید را به دقت فرا بگیرید.

- برای انجمن های علمی و حرفه ای وقت بگذارید. شما باید درباره آخرین فن آوری های روز بیاموزید. هم چنین شما باید در فعالیت های حرفه ای سهم و نقش داشته باشید. بعلاوه شما به دوستی های ماندنی و دیرپای و همراه با رضایت مندی دست خواهید یافت.

- نگاهی فراتر از آنچه در ایالات متحده اتفاق می افتد داشته باشید. شما با اطلاع از جنبه های جالب طراحی که در نقاط دور دست دنیا اتفاق می افتد، صاحب بینش روزافزون خواهید شد.

#### سازندگان، نصب کنندگان و ترسیم کنندگان جزئیات:

- برای انجمن فولاد به ویژه کمیته های فنى آن وقت بگذارید. اعضای آکادمیک و مهندسين حرفه ای به اطلاعات ورودی شما نیازمند هستند.

- برای راهنمایی مهندسين جوان وقت بگذارید و درباره موضوعات طراحی و روشهای کاهش هزینه های پروژه با آنها صحبت کنید.

- اطلاعات ورودی کاملی از انتشارات انجمن فولاد و سمینارها برای مهندسين و اساتید دانشگاهی مهیا کنید تا برای آنها مشخص شود که خصوصیات

اگر نمی توانی کاری را روی کاغذ بیاوری، به سراغ طراحی اش نرو. (بیل لمور<sup>۵</sup>)  
باز هم یک قضاوت و داوری. شما باید بتوانید، پیش از آنکه کارتان را با تحلیل ها و محاسبات پیچیده شروع کنید، به مشکلات طرح پاسخ های لازم را بدهید.

Don't hide under your desk (Mike West)

خودتان را زیر میز قایم نکنید. (مایک وست<sup>۶</sup>، کامپیوتری کننده طراحی سازه)

اگر شما سرتان را بالا نگیرید، قادر به حل مشکل طرح خود نخواهید بود. [مسئولیت پذیر باشید و

under-designed building, than in an over-designed, under-braced building (Me)

من ترجیح می دهم در ساختمانی زندگی کنم که قدرت و تحمل آن بیشتر است در حالیکه کمتر طراحی شده است، تا در ساختمانی که خیلی دقیق طراحی شده ولی قدرت و تحمل آن کمتر است. (جیمز فیشر سخنان متن پیش روی شما)

If you can't rough it out on an envelope, you shouldn't design it (Bill LeMessurier<sup>۷</sup>)

برج سیریز در شیکاگو، نمونه ساختمان با سازه سیستم لوله ای طراحی شده توسط فضلورخان



هنرمندان و معماران بیرون خود را از است. بنظرمی رسد سخنران  
با بیان این جمله قصار در صدد ایجاد این مکتب در بین مهندسين  
طراح سازه باشد.

۲۳. لودویگ میس فن درروهه (۱۹۶۹-۱۸۸۶) معمار مطرح  
سبک مینی مالیسم یا ساده گرایی است که در آلمان به دنیا آمد و  
کار خود را نیز در همین کشور آغاز، اما بعدها به آمریکا مهاجرت  
کرد و علاوه بر طراحی، به ریاست دانشکده معماری موسسه فن  
آوری ایلینوی در شیکاگو انتخاب گردید. او که معمولاً با عنوان  
میس مورد خطاب قرار می گرفت، بعنوان یکی از استادان پیشرو در  
معماری مدرن شناخته می شود. او به دنبال سبک جدید معماری،  
برای قرن جدید بود و در این راه تلاش کرد به سمت نوعی از معماری  
برود که حداقل چارچوب ها را دارا باشد. او ساختمان های خود را  
دارای معماری پوست و استخوان می دانست. او به خاطر استفاده  
از جملات کوتاه «کمتر بیشتر است» و «خداوند در جزئیات است»  
شهرت دارد.

۲۴. این جمله اگرچه به افراد زیادی نسبت داده شده است، اما  
معروف ترین آنها معمار متولد آلمان لودویگ میس فن درروهه  
است. مقصود این جمله مصطلح آن است که هر کاری را که یک  
نفر انجام می دهد باید به صورت کامل و بیاتمام جزئیات آن ارائه  
شود. شاید منظور سخنران از این جمله قصاران بوده است که  
به مهندسين طراح گوشزد کند که طراحی تان ناقص نباشد زیرا  
طراحی ای که با تمام جزئیات واز «الف» تا «ی» آن نباشد طراحی  
نیست.

۲۵. ویلیام (بیل) لموزر (۲۰۰۷-۱۹۲۶) یکی از مهندسين سازه  
برجسته آمریکایی بود. او دوره لیسانس را در دانشگاه هاروارد و فوق  
لیسانس را در دانشگاه ام. آی. تی گذراند. او بنیانگذار و رئیس  
شرکت مهندسين مشاور لموزر بود. ایشان در دوران زندگی خود  
ساختمانهای مهم و شاخصی را طراحی کرد، اما برجستگی عمده  
او به آن دلیل است که وقتی یک دانشجو راجع به طراحی او در یک  
برج شهر نیویورک، سوالاتی را مطرح کرد، طراحی خود را از برای ایراد  
دانست. او با آنکه طرح مورد تایید قرار گرفته و عملیات ساختمانی  
نیز شروع شده بود، مجدداً برای اصلاح طرح خود اقدام نمود. این  
کار او اکنون به عنوان یکی از نمونه های عملی اخلاق مهندسی در  
کتاب های این درس ذکر می گردد.

۲۶. فضلورخان (۱۹۸۲-۱۹۲۹) مهندس سازه و معماری  
بنگلادشی - آمریکایی است که سیستم های سازه ای مهمی را  
که در ساختمان های بلند کاربرد دارند پایه گذاری کرد. او بعنوان  
پدر طراحی سازه های لوله ای برای ساختمان های بلند مرتبه  
شناخته می شود. ایشان طراحی ساختمان های شاخصی نظیر  
برج جان هنکاک، برج سیزدهمین فرودگاه جده را انجام داده  
است. او علاوه بر ابداعات خود در طراحی ساختمان های بلند،  
از پیشگامان استفاده از کامپیوتر برای کمک به طراحی سازه  
و معماری می باشد. فضلورخان در ۲۷ مارس ۱۹۸۲ در سن ۵۲  
سالگی بعلمت حمله قلبی در شهر جده عربستان درگذشت.

#### منابع:

1. AISC (2005), Specification for Structural Steel Buildings American Institute of Steel Construction.
2. Hauser, R. (1979), "Lessons from European Failures," Concrete International, 1979, pp. 21-25.
3. Petroski, Henri (1994), "Design Paradigms: Case Histories of Error and Judgment in Engineering" Cambridge University Press.
4. Wooten, James (1971), "Wooten's Third Law and Steel Column Design" American Institute of Steel Construction, Modern Steel Construction, second quarter, 1971.
5. Zetlin, Lev (1988), "Compilation of Lectures Presented At Various National Conventions, Conferences, Seminars".

کسب و کار مردمی است.  
- خود را درگیر فعالیت های حرفه ای کنید.  
- فراموش نکنید که کار را با تمام جزئیات انجام داده  
و تکمیل کنید.  
- به کارگاه های ساختمانی وارد شوید. شما باید  
تجربه های بزرگ را فرا بگیرید.  
- به این موضوعات فکر کنید. شما در صورتی در یک  
شرکت مشغول به کار خواهید شد که پروژه های آن  
فروخته شود. پروژه ها وقتی به فروش میرسند که  
درست انجام شود، کامل کار کند و در زمان مناسب  
به انجام برسد. به شرکت خود کمک کنید تا سود آور  
باشد. منفعت کلمه بد و کثیفی نیست و بدون آن  
شرکتی وجود نخواهد داشت.

#### برای طراحی های موفق بیاد داشته باشید:

- در باره تصویر بزرگ فکر کنید.
- به طرحی که قابلیت اجرا شدن دارد فکر کنید.
- بازیکن تیم باشید [گروهی کار کنید]
- همیشه از قضاوت مهندسی استفاده کنید.

#### پی نوشت ها:

1. NASCC: North American Steel Construction Conference
2. "To compose a plan for a building"
3. AISC: American Institute of Steel Construction
4. Steel construction manual
5. Specification for structural steel buildings
6. Jim Wooten
7. Fabricator
8. Erector
9. Detailer
10. Big picture
11. Constructability
12. Shop drawing
13. Design paradigms
14. Henri Petroski
15. Lev Zetlin
16. Handbook
17. Hauser
۱۸. کارتون عصر حجر، یک پویانمایی طنز آمریکایی است که بین سالهای ۱۹۶۰ تا ۱۹۶۶ از شبکه ABC پخش شد.
۱۹. مایک وست، با کامپیوتریزه کردن طراحی سازه ها، به طراحی ساختمان های مختلف مسکونی، تجاری و صنعتی مشغول است. او در سمینارهای مختلف تجربیات طراحی خود را در اختیار دیگران می گذارد.
20. Fred & Barney
۲۱. این اصل برای اولین بار توسط کلی جانسون در نیروی دریایی آمریکا به عنوان یک اصل طراحی استفاده شده است. این اصل بیان می کند که اکثر سیستم ها چنانچه ساده و به دور از پیچیده گی باشند، عملکرد بهتری خواهند داشت. بنابراین، سادگی باید هدف اصلی طراحی باشد و از پیچیده گی های بیهوده اجتناب کرد.
۲۲. اگر چه در این سخنرانی، این جمله به لودویگ میس فن درروهه نسبت داده شده است، اما ظاهراً قبل از وی نیز بیان شده است. از جمله رابرت براونینگ (۱۸۸۹-۱۸۱۲) شاعر مطرح دوران ویکتوریان و رادرفسهر «مرد وزن» به کار برده است. به هر حال آنچه مسلم است، لودویگ به خاطر استفاده از این جمله کوتاه مشهور بوده است. این جمله بیان کننده آن است که هر چه طراحی ساده تر باشد، مزایا و اولویت های آن نسبت به یک طرح پیچیده بیشتر است. کسانی را که به این جمله اعتقاد دارند مینی مالیست (Minimalist) یا ساده گرامی نامند. مکتب ساده گرایی در بین



فضلورخان، مهندس سازه و معماری بنگلادشی - آمریکایی  
پدر طراحی سازه های لوله ای

طراحی چگونه می تواند بر روی کاهش هزینه های  
ساخت تاثیر بگذارد.

- سازندگان: بازدیدهایی از امکانات و توانایی های  
تان برای مهندسين طراح ترتیب دهید.  
- بانی حداقل یک سخنرانی در کنفرانس سازندگان  
ساختمان های فلزی آمریکایی شمالی (NASCC)  
شوید و در مورد آنچه مهندسين باید درباره ارائه  
جزئیات، ساخت و نصب بدانند مطلب ارائه کنید.  
نصب کنندگان و ترسیم کنندگان جزئیات می توانند  
نقش مهمی در راهنمایی بیشتر مهندسين داشته  
باشند. این سخنرانی های در جمع مهندسين،  
هرگز وقت خیلی زیادی از شما نمی گیرد.

#### اساتید دانشگاه:

- به دانشجویان بیاموزید که خلاقانه فکر کنند. من  
می دانم که محدودیت های سختی در وقت کلاس  
وجود دارد، اما مشکلات دوران تحصیل دانشجویان  
زیاد است [و اساتید باید تا آنجا که در توان دارند  
مشکل حل نشده برای آنها باقی نگذارند].

- بر روی اصول تمرکز کنید. آموزش چگونگی طراحی  
و طیفه کار فرماست.

- بر روی مهم بودن تحلیل با منطق، داشتن شرایط  
مرزی درست و داشتن ریاضیات صحیح تاکید کنید.  
استفاده از فرضیات صحیح برای حل یک مسئله، به  
تنهایی نمی تواند سازه ای ایمن ایجاد کند.

- به دانشجویان تا آنجا که ممکن است تمرین های  
فراوان در جهت توسعه قضاوت مهندسی بدهید و  
سپس از آنها سوال کنید: آیا پاسخی که داده شد از  
نظر شما قابل قبول و درست به نظر می رسد؟ [با این  
کار شما باعث تقویت قدرت داوری آنها می شوید].

- طراحی سازه های فولادی به روش پلاستیک  
را آموزش دهید. روشهای طراحی پلاستیک،  
دانشجویان را آماده می کند تا با اصول علمی رفتار  
سازه ها آشنا شوند و به آنها کمک می کند تا قضاوت  
مهندسی خود را توسعه دهند.

#### مهندسين جوان تز:

- روابط عمومی خود را تقویت کنید. مهندسی یک