

نقش مصالح استاندارد در توسعه پایدار*

The Role of Standard Materials in Sustainable Development

محسن وفامهر**

عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت ایران
تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۵، تاریخ تجدید نظر: ۸۹/۶/۱۵، تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۶

چکیده

در این مقاله با نگاهی به توسعه پایدار ضمن ارایه تاریخچه‌ای از مصالح ساختمانی ایران تا قرن بیستم و پیدایش مصالح ساختمانی از قبیل فولاد، بتن و شیشه به تفاوت و ویژگی‌های تولید در کارخانجات مختلف تولیدی آجر اشاره می‌نماید که ناشی از عدم رعایت استاندارد ثابت است. سپس مقوله کیفیت و همچنین ویژگی‌های تولید سیمان از دیدگاه استاندارد بررسی می‌شود و با اشاره به نمونه‌های دیگر مصالح از قبیل سنگ ساختمانی و ارایه معیارهای سنگ و تقسیم‌بندی مصالح ساختمانی به دسته‌های بادوام - نیمه بادوام و مصالح کم دوام، عمر متوسط واحدهای مسکونی و دلایل رواج ساختمان‌های بنایی در ایران را شرح داده، بی‌توجهی و عدم رعایت استاندارد ویژه مصالح ساختمانی و رابطه مستقیم کیفیت مصالح بر افزایش طول عمر ساختمان‌ها توجه می‌شود. آنگاه دور ریز مصالح ساختمانی و به عبارت دیگر علت اصلی افزایش هزینه‌ها در ساختمان و کاهش راندمان و از سوی دیگر نحوه حفاظت و نگهداری مصالح در کارگاه‌های ساختمانی تشریح گشته و با مقایسه آماری در زمینه عمر ساختمان‌های کشورمان به بیان کیفیت، مشکلات تولید و مصرف مصالح ساختمانی اشاره می‌نماید. سپس با گفتاری پیرامون شیوه رایج نقل و انتقال مصالح در کارگاه‌های ساختمانی، به ارایه نتیجه‌گیری از این مباحث می‌پردازیم. که ضرورت توسعه پایدار، استاندارد، کیفیت، کنترل، توسعه

◀ **واژه‌های کلیدی:** مصالح ساختمانی، استاندارد، کیفیت، کنترل، توسعه

۱. مقدمه: مصالح ساختمانی در ایران

مصالح و مواد ساختمانی در گذشته نقش بسیار مهم و تعیین کننده‌ای در شکل‌گیری فضاهای معماری داشتند. برای نمونه می‌توان اشاره کرد که در نواحی‌ای که سنگ ساختمانی به اندازه مناسب و کافی در دسترس بود، ساختمان‌ها با سنگ ساخته می‌شدند و این ماده ساختمانی عناصر و شکل‌های خاص را نیز پدید می‌آورد. به همین ترتیب در مناطق جنگلی و سرسبز مانند

منطقه حاشیه دریای خزر در ایران که چوب به عنوان ماده اصلی ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گرفت شکل و ترکیب فضاهای معماری به نحوی تعیین‌کننده از این ماده تاثیر می‌پذیرفت.

گات فرید سیمپر (۱۸۵۳ م) می‌گوید: «بگذارید مصالح همان حقیقت خودشان باشند. آجر باید به عنوان یک آجر ظاهر شود، چوب مانند چوب، آهن مانند آهن، هر یک متناسب با قوانین پایداری خود.»

در نواحی مرکزی و کویری ایران سنگ و چوب به اندازه کافی و مناسب برای ساختمان سازی وجود نداشت و به ناچار از خشت و گل و سپس خشت پخته یا آجر برای ساختمان سازی استفاده می‌کردند. این مصالح شکل‌ها و عناصر ساختمانی ویژه‌ای را نیز پدید آوردند. برای نمونه می‌توان به پوشش سقف اشاره کرد که به

* مقاله مستخرج از طرح پژوهشی می‌باشد.

** آدرس: تهران، میدان رسالت، خیابان هنگام، خ دانشگاه، دانشگاه علم

و صنعت ایران، مرکز تحقیقات معماری

تلفن: ۷۷۴۹۱۲۴۳ - ۰۲۱ موبایل: ۹۴۷۰-۱۱۵-۰۹۱۲

Email: Dr. Vafamehr@gmail.com

سبب فقدان چوب کافی یا سنگ‌های بزرگ کافی، مجبور بودند از خشت یا آجر استفاده کنند و چون این مصالح خاصیت کششی ندارند، به ناچار برای پوشاندن دهانه‌ها مجبور بودند از قوس یا سقف‌های قوسی شکل بهره ببرند و به این ترتیب قوس‌های جناغی و هلالی و نیز انواع سقف‌های قوسی و گنبدی شکل پدید آمد. بر اساس برخی مهرهای باقی مانده از تمدن ایلام، پیشینه ابداع سقف گنبدی شکل به حدود هزاره سوم پیش از میلاد می‌رسد. این عنصر مهم معماری ایرانی بر اساس شواهد و آثار باقی مانده در دوره اشکانی و سپس دوره ساسانی به عنوان عنصری بسیار مهم در کاخ‌ها و سایر بناهای مهم و بزرگ مورد استفاده قرار می‌گرفت. از حدود قرن چهارم هجری یا مدتی پیش از آن نیز دوباره این عنصر برای بناهای مذهبی مانند مساجد و مزارها مورد استفاده قرار گرفت و به تدریج در دوران اسلامی به یک عنصر نمادین برای بناهای مذهبی تبدیل شد. قوس جناغی یا هلالی نیز به همین شکل از صورت یک عنصر سازه‌ای به یک عنصر نمادین تبدیل شد. به این ترتیب ملاحظه می‌شود که عامل مادی مربوط به مصالح ساختمانی در شکل‌گیری برخی عناصر ساختمانی و معماری به شکل عنصر شاخص و نمادین نقش مهمی داشته است. فنون ساختمانی نیز نقش مهمی در شکل دادن به مصالح و عناصر معماری داشته و دارد. هنگامی که به چند هزار سال تاریخ معماری ایران توجه شود، آشکار می‌شود که پیشرفت فنون ساختمانی سبب شده که از مواد اولیه واحدی، محصولات متنوعی ایجاد شود که در توسعه معماری موثر بوده است.

هر چند کاربرد گل و خشت خام دانش و مهارت تجربی ویژه مردمان پیش از دوران صنعتی است با این حال دانش نوین از آغاز کار خود همواره کوشیده است فنون کهن را با روش‌های منطقی تر بهبود بخشد. افزودنی‌های شیمیایی و پلیمریز کردن خاک، روش‌های نوینی هستند که در رویارویی با مسائل و ضرورت‌های ویژه امروزین دوران ما به خاک یاری می‌دهند تا سازه‌های گلی از هر لحاظ بدیع و امروزی به نظر آیند. بنابراین گل و خشت خام نیز جزو مصالح مناسب خانه سازی ما باید مورد توجه و بازنگری قرار گیرد. [۱] حال آنکه استفاده از مصالح ساختمانی یکسان در مناطقی با آب و هوای گوناگون علاوه بر، برهم زدن معیارهای ساخت خانه در مناطق مختلف کشور ما، که تاریخ معماری طولانی دارند، باعث می‌شود از دوام و عمر آنها بهره کامل گرفته

نشود و نیز بر میزان استفاده از سیستم‌های گرمایش و سرمایش افزوده گردد. بنابراین یکی از عوامل موثر بر دوام ساختمان‌ها استفاده از مصالح ساختمانی مناسب با شرایط اقلیمی منطقه است و این امر خصوصاً در بکارگیری مصالح و تکنیک‌های جدید باید هوشیارانه و طبق اصول فنی و علمی صورت پذیرد. «ساختمانهای آجری از نیمه دوم قرن نوزدهم میلادی به عنوان مصالحی برای ساختمان‌های مسکونی و عمومی در نواحی شهری مورد استفاده قرار گرفت. شکل این‌گونه سازه‌ها، خصوصاً در ساختمان‌های عمومی، با وجود خروج از مرکزیت، جلو آمدگی و عقب‌رفتگی‌ها نامتقارن است. اغلب در اجرا از ملات ماسه آهک با کیفیت پایین استفاده می‌شود. سقف‌ها معمولاً از الوارهای چوبی است. گاهی طاق ضربی آجری با تیرهای فولادی اجرا می‌شود، و به ندرت دال‌هایی از بتن مسلح در آنها می‌توان یافت.» [۲]

در حالیکه در قرن بیستم اساسی‌ترین مصالح ساختمانی فولاد، بتن و شیشه است و بررسی دقیق مصالح ساختمانی قرن گذشته هم این برتری را بر سایر مصالح تایید می‌نماید. از امکانات فنی مصالحی نظیر سنگ، خاک و چوب که شاید اولین و ابتدایی‌ترین مصالح ساختمانی بود در زمان آغاز تمدن بشر حداکثر استفاده از آنها نمی‌گردید. همچنان‌که در اوان پیدایش فولاد، نتوانستند از کلیه خواص فنی آن استفاده نمایند. این عدم آشنایی به روش استفاده مصالح جدید در مورد بتن و شیشه هم صادق بود. از فولاد به منظور مقاومت در برابر نیروهای فشاری استفاده میشد یا از بتن به عنوان ماده‌ای پرکننده، ملاحظه می‌شود پس از گذشت ۸۰ سال پیشرفت از فولاد و بتن امکانات بیشتری در سازندگی مربوط شده است و هنوز امید بیشتری برای استفاده ای کاملتر از آن می‌رود. این در حالی است که در ۵۰ سال گذشته بیش از ۸۰ درصد مصالح ساختمانی کشف گردیده است.

۲. مصالح عمده در ساخت و سازهای متداول کشور

مصالحی که امروزه در ساخت و سازهای کشور رایج می‌باشند و به صورت عمده مورد استفاده قرار می‌گیرند، صرف نظر از فولاد که در چند کارخانه محدود تولید می‌شود و ویژگیهای نسبتاً ثابتی دارد، بقیه مصالح عمده مانند سیمان، آجر و سنگ که در کارخانه‌های مختلف تولید می‌شوند، از کیفیت‌های گوناگونی برخوردارند. در مورد این مصالح استانداردهای ملی وجود دارد و در این میان فقط استاندارد سیمان اجباری می‌باشد. [۳]

۲-۱. آجر

امروزه شاید آجر یکی از پر مصرف‌ترین مصالح ساختمانی مورد استفاده در کشور می‌باشد. آجرهایی که در ساخت و سازهای متداول کشور مصرف می‌شوند اغلب از نوع توکار بوده و مقاومت چندانی ندارند. به علاوه اینکه بر اثر پخت ناکافی در برابر شرایط محیطی دوام چندانی نداشته و ویژگی‌های خود را از دست می‌دهند. علاوه بر عدم توجه به شرایط اقلیمی هنگام آجرکاری، مهمترین ضعف‌های آجرهای دستی مصرفی در ساخت و ساز عبارت است از:

- وجود نداشتن مقاومت فشاری کافی
 - تغییر طول بیش از اندازه در آجرهایی که خوب پخته نشده‌اند
 - شکل آجر به خصوص در فصل مشترک آجر و ملات
 - بافت و تخلخل
 - شوره زدگی و جذب آب زیاد
- علل بررسی شده ویرانی‌های زلزله‌های گذشته در روستاها و شهرهای کشور موید این نکته است که آجرهای دستی مصرفی از ویژگی‌های مناسب برخوردار نبوده و ساختمان‌های ساخته شده

با آنها دوام کافی ندارند. در جدول زیر ویژگی‌های عمده برخی از آجرهای تولیدی در کشور ارائه شده است. [۴]

۲-۲. سیمان و فرآورده‌های سیمانی

سیمان و فرآورده‌های سیمانی (بتن، بلوک سیمانی و موزاییک) از مصالح ساختمانی مهمی هستند که فرهنگ استفاده از آنها به سرعت رو به گسترش است. کیفیت سیمان و سایر اجزای تشکیل دهنده فرآورده‌های سیمانی، نسبت‌های اختلاط، چگونگی ساخت و عمل‌آوری در کیفیت و دوام محصول تاثیر بسزا دارند. همچنین وجود مواد مضر در مصالح و محیط بیش از مقادیر مجاز به آنها آسیب می‌رساند. [۵] باید توجه داشت اثر مواد مهاجم نه تنها به ماهیت شیمیایی یعنی ترکیب عامل خورنده، رطوبت و... بستگی دارد، بلکه به سطح تماس، سرعت، فشار، وزن مخصوص خاک‌های مجاور و در صورتی که حمله از طریق آب‌های زیر زمینی صورت گیرد، درجه حرارت محیط، بارگذاری‌ها و... بستگی دارد. و در نتیجه تهاجم محیط نه تنها با شیمی آن بلکه به مجموعه‌ای از عوامل فیزیکی، فیزیک و شیمیایی، اشکال خاص روندهای مخرب و... بستگی دارد.

جدول ۱. ویژگی‌های چند نمونه آجر تولیدی در کشور

کارخانه	مقاومت فشاری (MP)	شوره زدگی	جذب آب	افت وزن بر اثر یخبندان (۵۰- سیکل)
کوره سر کم بهمنی هرمزگان	۲۶/۴	کم	۱۸	با ۲۳ سیکل منهدم شد
کوره کوشک هرمزگان	۳/۸	شدید	۳۴	پس از ۲ سیکل منهدم شد
کوره زابل	۱۰/۲	کم	۳۰/۵	پس از ۱۰ سیکل منهدم شد
کوره خاش	۱۲/۳	کم	۲۳	پس از ۱۵ سیکل منهدم شد
کوره ایرانشهر	۹/۳	کم	۲۱	۵/۳۸ (پس از ۴۰ سیکل)
آجر فشاری ممتاز تبریز	۶/۱	متوسط	۱۹	-
آجر ماشینی آذربایجان	۱۶/۳	متوسط	۱۷	۰/۰۰
کوره وحدت شبستر	۱۳/۷	کم	۲/۳	پس از ۱۰ سیکل منهدم شد
کوره فضل بن شاذان نیشابور	۸/۳	هیچ	۲۰	-
کوره آجرپزی در گناباد	۴/۸	کم	۲۲	-
کوره سنتی ترابی	۱۲	هیچ	۲۰	۳/۰۵
کارخانه وردس گرگان	۱۵/۷	کم	۱۸	پس از ۴ سیکل منهدم شد
آجر پزی محمدی گنبد	۱۲/۳	هیچ	۱۷	۰/۱۳
کارخانه آجر پزی آمل	۱۰	هیچ	۱۸	پس از ۱۵ سیکل منهدم شد
دادمان اهواز	۲۴/۵	هیچ	۱۷	پس از ۴۰ سیکل منهدم شد
بنیاد بتن دز فول	۱۰/۲	کم	۲۶	۰/۴۱

جدول ۲. ویژگی‌های چند نمونه سیمان‌های تولیدی کشور [۳]

نمونه	بلین cm^2/kg	زمان گیرش (hr)	مقاومت فشاری (MP)	مقاومت خمشی (MP)	انقباض (%)					
حدود مجاز	بیش از ۲۸۰۰	ابتدایی بیش از ۱	انتهایی کمتر از ۸	۳ روزه بیش از ۱۲	۷ روزه بیش از ۲۰	۲۸ روزه بیش از ۳۳	۳ روزه	۷ روزه	۲۸ روزه	کمتر از ۰/۸
۱	۲۹۹۳	۱۰۴۵	۲/۰۷	۸/۵	۱۰	۲۱/۴	۲/۳	۲/۵	۴/۴	*
۲	۳۳۶۰	۲۲	۲و۵۵	۲۲/۱	۲۶/۹	۳۵/۲	۵/۱	۶	۷/۵	۰/۱۲
۳	۳۰۵۱	۳و۰۴	۳و۵۵	۱۷/۵	۲۲/۸	۳۰/۲	۴/۶	۵/۶	۷/۵	۰/۰۹
۴	۲۶۵۴	۲و۳۴	۵و۰۳	۱۱/۵	۲۵/۹	۴۰/۳	۳/۵	۵/۸	۷/۴	۰/۲۵
۵	۲۲۶۰	۳و۳۰	۴و۳۰	۱۰	۱۲	۲۰/۱	۳	۳/۵	۵	**
۶	۲۶۳۰	۳و۴۰	۴و۱۰	۱۱/۶	۱۷/۲	۲۸	۲/۸	۴	۶/۴	۰/۰۸

* به دلیل بالا بودن مقدار آهک آزاد، نمونه‌های منشوری انقباض در آزمایش اتوکلاز و انحنای بیش از حد پیدا کرده و اندازه‌گیری مقدور نگشت.

** به علت کج شدن نمونه منشوری انقباض، اندازه‌گیری مقدور نشد.

۳-۲. سنگ

می‌شود که برخی از سنگ‌ها دارای مشخصات پایین‌تر از استاندارد هستند. بررسی‌های میدانی نشان داده است در مواردی سنگ‌های مصرفی در ساخت دیوارها یا اجزای سازه‌ای ساختمان از مقاومت مکانیکی یا دوام کافی برخوردار نیستند که می‌تواند هنگام وقوع زلزله موجب وارد شدن خسارات جانی و مالی گردد. گرچه سنگ بر اساس مشخصاتی مانند زیبایی و قیمت تعیین می‌شود اما باید به خصوصیات دیگر آن مانند مقاومت، بافت و... نیز توجه شود.

یکی از مهمترین علل آسیب رسان به سنگ‌های ساختمانی در معرض عوامل محیطی مانند نور، اسید موجود در هوا یا آب باران، انقباض یا انبساط بر اثر تغییر دما، آثار تبلور نمک‌های محلول و رشد گل‌سنگ‌ها می‌باشد. برای یافتن راهکارهای کاهش

ایران دارای ذخایر بسیار غنی از سنگ‌های ساختمانی است. همچنین از نظر میزان استخراج سنگ ساختمانی، ایران پس از ایتالیا در رتبه دوم جهان قرار دارد. اکثر سنگ‌های استخراجی در داخل کشور استفاده می‌شود و به این لحاظ ایران پر مصرف‌ترین کشور در زمینه سنگ ساختمانی نیز محسوب می‌شود. از آنجاکه سنگ دارای انواع گوناگونی بوده و کیفیت آن به عوامل متعددی بستگی دارد، از این رو لازم است پیش از استفاده مورد آزمایش قرار گرفته و نتایج آزمایش‌های تعیین کیفیت آن با استانداردهای مربوط مقایسه شود. در جدول زیر نتایج به عمل آمده بر روی برخی از سنگ‌های معادن ایران ارایه شده است. [۶]

جدول ۳. نتایج آزمایش‌های به عمل آمده بر روی برخی از سنگ‌های ایران

معادن	مقاومت فشاری خشک عمود بر جهت یافتگی (MP)	چگالی (Kg/m^3)	جذب آب (%)	کاهش مقاومت بر اثر یخبندان پس از ۳۰ سیکل (%)
مرمر- حاج آباد هرمزگان	۸۱/۷۷	۲۷۰۰	۷۶/۰	۳۵
سنگ آهک- میناب	۸۱/۷۷	۲۷۰۰	۴۳/۰	۰/۰۰
ماسه سنگ-ایران شهر	۱۶۶/۰۸	۲۵۷۰	۹۱/۰	۸/۱
آندزیت - کرجان تبریز	۷۳/۰۶	۲۰۵۰	۴۳/۲	۱۷/۳
تراورتن- مراغه	۸۳/۰۹	۲۵۳۰	۳۶/۱	۱۷/۱
کالکرنایت- دهلران	۸۵/۷۴	۲۳۳۰	۸۶/۳	۳۰
کالکرنایت- بجستان	۷۷/۶۵	۲۶۹۰	۱۷/۰	۵۱/۷۷
کلسیو لونایت- چالوس	۱۴۶/۰۰	۲۶۷۰	۲۵/۰	۱۲/۴۵

الف. قابلیت دسترسی به مواد و مصالح

ب. مهیا بودن امکانات برای استفاده بهینه از آن (از جمله: صنایع لازم، ماشین آلات، نیروی انسانی و ...)

ج. کفایت ظرفیت استخراج معادن یا مواد اولیه برای بعد زمانی مورد نظر

د. صنایع منتج از آن که قابلیت پیوند خوردن با صنایع اصلی کشور و احتمالاً صنایع آتی کشور را داشته باشد.

ه. در ارزان سازی (اقتصادی کردن) مسکن موثر باشد. [۸]

بنابراین یکی از علل مقاومت کم و عدم دوام کافی ساختمان‌ها، مصرف مصالح نامناسب و ناسازگار با شرایط محلی است و افزون بر آن، عدم دسترسی به مواد و مصالح مناسب با روش‌های قابل اجرا و سهل، موجب به کار گرفتن مصالح نامرغوب و غیر استاندارد می‌گردد که این نیز به نوبه خود بر ضعف کیفیت اجرایی ساختمان‌ها تاثیر می‌گذارد. [۹]

۴. مصالح ساختمانی مقاوم و با دوام

مقایسه انجام شده در زمینه قیمت مواد و مصالح ساختمانی با توجه به دوره‌های باز سازی نشان می‌دهد که بکارگیری مواد و مصالح بادوام، با وجود هزینه اولیه سنگین، از نظر اقتصادی بسیار باصرفه‌تر است.

بر اساس آمارهای منتشره از سوی مرکز آمار ایران در فاصله بین سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۶۵ نسبت تعداد واحدهای مسکونی ساخته شده از مصالح ساختمانی با دوام و تعداد واحدهای مسکونی ساخته شده از مصالح نیمه با دوام به کل واحد مسکونی به ترتیب از ۲۴/۵ درصد و ۱۸/۸ درصد سال ۱۳۵۵ به ۴۶/۳ درصد و ۲۲/۸ درصد در سال ۱۳۶۵ افزایش و نسبت تعداد واحد مسکونی ساخته شده از مصالح کم دوام تر از ۵۶/۴ درصد به ۲۹/۶ درصد کاهش یافته است. [۱۰]

نسبت واحدهای مسکونی ساخته شده از مصالح با دوام در کلیه استان‌های کشور افزایش و موارد کم دوام کاهش یافته است. طبق تعریف مرکز آمار ایران مصالح عبارتند از:

- مصالح بادوام شامل اسکلت فلزی بتونی، آجر آهن، سنگ و آهن
- مصالح نیمه بادوام شامل آجر و چوب، سنگ و چوب، بلوک سیمانی تمام آجر.
- مصالح کم دوام شامل تمام چوب، خشت چوب، خشت و گل

آثار هوازدگی یا فرسودگی باید به ساختار و بافت سنگ توجه خاص شود. تخلخل یکی دیگر از عوامل آسیب‌رسان به مصالح است. شکل، ابعاد و نوع تخلخل در میزان آسیب حائز اهمیت است، بخصوص تخلخل میکروسکوپی با قطر کمتر از ۰/۵ میلیمتر. مقاومت مکانیکی مشخصه دیگری است که میزان آن در تعیین نوع کاربری اهمیت فراوان دارد. باید توجه داشت مقاومت فشاری سنگ‌های یک معدن می‌تواند تا ۵۰ درصد تغییر کند. توصیه شده است در ساخت و ساز از سنگ‌های با مقاومت فشاری بیش از ۴۰ MP و برای نماسازی از سنگ‌های با مقاومت بیش از ۸۰ MP استفاده شود. [۳]

۳. ویژگی مصالح سازه‌ای و مصالح بنایی

مصالح بنایی مصالحی مرکب است که در آن سنگ‌ها، آجرها یا بلوک‌ها در ملات قرار داده می‌شوند تا ستون، دیوار، قوس و طاق ضربی به وجود آورند. طیف بسیار گسترده‌ای از انواع مصالح بنایی به دلیل انواع گوناگون مواد متشکله آنها وجود دارد. آجر ممکن است از گل رس کوره ای، خاک پخته، سیمان یا از انواع گوناگون مصالح مشابه باشد و بلوک که همان آجر بزرگ است می‌تواند ترکیب مشابهی داشته باشد.

سنگ نیز تنها یک نوع نیست بلکه طیف گسترده‌ای از سنگ‌های رسوبی نسبتاً نرم مانند سنگ آهک تا گرانیب بسیار سخت و سایر سنگ‌های آتشفشانی را شامل می‌شود. این قطعات توپر را می‌توان با ملات‌های مختلفی به کار برد تا طیف گسترده‌ای از انواع مصالح بنایی را به وجود آورند. تمام این موارد دارای برخی خصیصه‌های مشترک هستند و بنابراین عضوهای سازه‌ای مشابهی می‌سازند. مصالح دیگر مانند خشت، کاه گل و بتن غیر مسلح نیز ویژگی‌های مشابهی دارند و می‌توانند در ساختن عضوهای سازه‌ای مشابهی به کار روند. خصوصیات فیزیکی مشترک این مصالح، مقاومت فشاری متوسط، مقاومت کششی اندک و چگالی نسبتاً زیاد است. مقاومت کششی اندک مصالح بنایی استفاده از آنها را محدود به عضوهای می‌کند که غالباً نیروی داخلی آنها نیروی فشاری است، یعنی عضوهایی مانند ستون‌ها، دیوارها و انواع عضوهای فشاری فرم - فعال مانند قوس‌ها، طاق‌های ضربی و گنبدها. [۷]

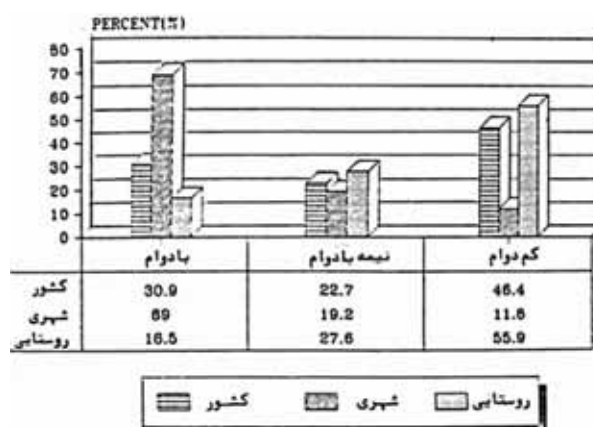
اکنون معیارهای انتخاب مواد و مصالح اولیه ساختمانی را بیان می‌کنیم که مهمترین معیارهای انتخاب مواد اولیه ساختمانی عبارتند از:

می‌باشد.

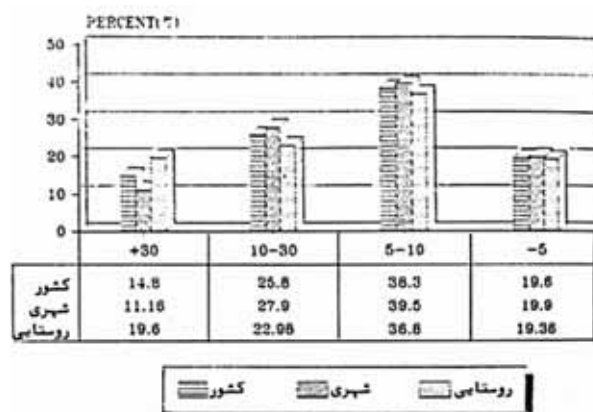
روند نزولی مصالح کم دوام در فاصله سال‌های ۶۵-۱۳۵۵ و حذف آن در بررسی‌های آماری بعدی (مربوط به پروانه‌های ساختمانی سال ۷۱) با توجه به تعریف فوق بیشتر به معنای منسوخ شدن ساختمان‌های چوبی، خشت و گل، خشت و چوب است. طبق این آمارها هرچه بر میزان استفاده از آهن در ساختمان افزوده می‌شود از میزان استفاده از خشت گل و چوب در ساختمان کاسته می‌گردد تا جایی که کلاً این مصالح از سیستم‌های ساختمانی خانه سازی ما حذف می‌شوند.

۵. عمر متوسط واحدهای مسکونی

بطور خلاصه و مطابق با نمودارهای زیر آمار ساخت و ساز در کشور ما همواره بیانگر انتخاب و کاربرد نامناسب مصالح و در نتیجه عمر بسیار ناچیز ساختمان‌ها بوده است. [۱۱]



شکل ۱. ترکیب مصالح عمده بنا در ایران ۱۳۶۵



شکل ۲. عمر متوسط واحدهای مسکونی ایران ۱۳۶۵

۶. دلایل رواج ساختمان‌های بنایی در ایران

علل رواج ساختمان‌های بنایی در کشور را می‌توان در ۵ مورد تشریح کرد:

۱. پایایی و دوام ساختمان‌های ساخته شده با این مصالح در شرایط جوی بسیاری از نقاط کشور و تجربه نسبتاً موفق برخی از آنها که به صورت صحیح اجرا شده‌اند (در برابر زلزله)، باعث گسترش این شیوه شده است.

۲. سرعت اجرا، یکی از بزرگترین مزایای ساختمان‌های کوتاه با مصالح بنایی است که تا حد زیادی به خصوصیات فردی (تخصص و تجربه) نیروی انسانی وابسته است. هرچند تجربه نشان داده است که علی‌رغم سهولت اجرا، در موارد زیادی بعثت عدم دانش فنی، طراحی و اجرا، اشتباهات زیادی توسط پیمانکاران و حتی ناظران مشاهده شده است.

۳. فراوانی و در دسترس بودن مصالح به جهت احداث روزافزون کارخانه‌های تولید آهن.

۴. نیروی انسانی فراوان و ارزان، با داشتن تخصص و تجربه اندک، به طوریکه در بخش‌هایی از اجرا که نیاز به مهارت زیاد نمی‌باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۵. فرهنگ متداول ساخت و ساز به صورتی که گرایش عمومی و عادت در بکارگیری آجر و آهن در بسیاری از نقاط کشور رایج است.

در صورتیکه ساختمان‌سازی به شیوه سنتی، ارتقا یابد می‌توان در برخی مناطق که به دلایلی ضرورت اجرای ساختمان‌های با مصالح بنایی وجود دارد، به منظور بهینه‌سازی اقتصادی از ساختمان‌های بنایی مسلح استفاده نمود. در این ساختمان‌ها، بجای آجر عمدتاً از بلوک بتنی مجوف استفاده می‌شود.

۷. عدم رعایت استاندارد مصالح

اعمال ناقص استانداردها و عدم رعایت آن در ساختمان‌سازی، جدی‌ترین عاملی است که باعث می‌شود که با زلزله در ایران همه چیز از هم بپاشد. به گفته کارشناسان سازه: «یکی از معضلات موجود در ساخت و ساز کشور، عدم هماهنگی مصالح ساختمانی با توسعه ساخت و ساز در کشور است. به طوری که بسیاری از مصالح ساختمانی، یا استاندارد نیستند یا بدون مشخصات فنی در بازار خرید و فروش می‌شوند. این مصالح اعم از وارداتی یا تولید

دهند. اول رنگ و بعد بافت آن در نظر گرفته می‌شود؛ بسیاری از طرح‌های مدرن از مشخصه‌های فنی و جزییات اجرایی مناسب برای نماهای آجری غافل شده‌اند.

۸. کنترل کیفیت مصالح در طول عمر ساختمان‌های ایران

معمولاً هنگام انتخاب مصالح برای استفاده در ساخت و ساز مهندسی، برخی از ویژگی‌های آنها مورد توجه قرار می‌گیرد. در صنعت ساختمان سازی ایران به طور شایسته به کیفیت مصالح توجه نمی‌شود و اغلب مجریان، فرض را بر استاندارد بودن مصالح می‌گذارند. این عامل به همراه عواملی مانند استفاده نا به جا و نامناسب از مصالح و گاهی عدم اجرای مناسب، موجب آسیب‌پذیری و کاهش عمر مفید ساختمان می‌گردد. [۱۳]

اما امروزه شاهد آن هستیم که بجز در پروژه‌های بزرگ عمرانی، در ساخت و ساز شهری مانند ساختمان سازی‌های انبوه یا بلند اغلب به طور شایسته به کیفیت مصالح توجه نمی‌شود و بدون انجام مطالعات و بررسی‌های آزمایشگاهی کافی، مصالحی انتخاب و مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین شایسته است هنگام ساخت ساختمان‌ها که حجم بزرگی از مصالح در آنها به مصرف می‌رسد و از نظر اقتصادی نیز حایز اهمیت می‌باشند، قبل از انتخاب مصالح، کلیه ویژگی‌هایی که استاندارد برای آنها حدودی تعیین کرده، اندازه‌گیری و در صورت مناسب بودن مورد استفاده قرار گیرند.

در مورد کیفیت مصالح بیان دو نکته زیر ضروری است:

- گاهی در ساخت و ساز از مصالحی استفاده می‌شود که دارای تمامی ویژگی‌های استاندارد نیستند به عبارت دیگر حداقل کیفیتی که برای مصالح در طراحی در نظر گرفته می‌شود، در اجرا نیز امکان فراهم آوردن آن باید وجود داشته باشد.
 - گاهی با وجود اینکه مصالح دارای ویژگی‌های استاندارد هستند، اما از آنها استفاده نا به جا می‌شود و در نتیجه نیازهای پیش‌بینی شده در طراحی بر آورده نمی‌گردد.
- در این دو حالت، مسلماً ساختمان آسیب‌پذیر شده و از عمر مفید آن کاسته می‌شود، اینها مواردی است که گاهی منجر به تخریب ساختمان پیش از پایان عمر مفید آن می‌گردد و منجر به هدر رفتن سالیانه مبالغ هنگفتی از سرمایه‌های ملی می‌شود.

داخل، شامل انواع آرماتورها، مقاطع فولادی، سیمان، شن، ماسه، بتن‌های آماده، تیرچه، آجر، تیغه‌های جدا کننده، لوله‌های آب، فاضلاب، کابل، سیم و... معمولاً بدون هیچ مشخصه فنی و ضمانتی در معرض فروش و استفاده قرار می‌گیرند». هر چند برای ساخت ساختمان‌های مقاوم، از سال ۱۳۶۳ آیین‌نامه استاندارد به منظور مقاوم‌سازی در برابر زلزله تصویب شد و ویرایش جدیدی نیز در سال ۱۳۷۹ روی آن صورت گرفت. که به «آیین‌نامه ۲۸۰۰» معروف است. و در آن ضوابط کامل ساختمان سازی از جمله ویژگی‌های زمینی که بنا بر روی آن احداث می‌شود، اسکلت ساختمان و نوع کاربری طبقات مشخص شده که در صورت رعایت آن درصد قابل ملاحظه‌ای از بنا در برابر زلزله مقاوم می‌شود.

لیکن روند رو به افزایش ساخت و سازهای فاقد استاندارد لازم در برابر زلزله و عدم رعایت آیین‌نامه ۲۸۰۰ و به کار نگرفتن نیروی انسانی ماهر در تهران، شهری که کارشناسان احتمال وقوع زمین لرزه‌ای فاجعه‌آمیز در آن را به کرات گوشزد کرده‌اند، پایتخت را برابر زلزله بسیار آسیب‌پذیر کرده است. برای مثال، بتن‌های با مقاومت بالا که در بسیاری از کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرد، تا استفاده وسیع در صنعت ساختمانی کشور ما فاصله بسیاری دارد.

در واقع بناهای سنتی با قدمت بیش از ۲۰ سال تقریباً به طور کامل با استفاده از مواد و مصالح ابتدائی و غیر استاندارد ساخته شده‌اند. در بین نمونه مورد بررسی حدود ۱۴ درصد دارای چنین شرایطی بوده‌اند. کاربرد مصالح استاندارد و با دوام در حدود ۳۹ درصد بناها مشاهده می‌شود. بر این اساس مشخص می‌گردد که حتی اگر تمامی این گونه ساختمان‌ها را به سازمان‌های مسئول تامین مسکن نسبت دهیم، تمامی آنها با به کار گیری مواد و مصالح کاملاً قابل قبول ساخته نشده‌اند. [۱۰]

از سوی دیگر «انتخاب اجزا و مصالح به اندازه کافی در طراحی و ساخت برای رسیدن به نتایج موفقیت‌آمیز اهمیت دارد. اگر مصالح انتخابی شرایط پیش‌بینی شده را جوابگو نباشند. باعث بروز تضاد میان ارزش‌های زیبایی شناسی و نیازمندی‌های کاربردی خواهند شد و این مساله می‌تواند ریشه در آموزش حرفه‌ای طراح داشته باشد. معماران در مورد ارزش‌های زیبایی شناسی حساس‌اند مثلاً در انتخاب آجرنما، قبل از آنکه میزان تخلخل آجر مورد بررسی قرار گیرد. برای رسیدن به همین انتخاب، مهندسان باید قبل از به کارگیری آجر نما ضریب جذب آب آن را مورد آزمایش قرار

عنوان‌های مناسب عبارتند از:

الف. مصالحی که به علت انبار کردن نامناسب، بی‌دقتی و حمل و نقل نامناسب و عدم مهارت لازم صدمه دیده‌اند.

ب. مصالحی که به علت اشتباه کاری مفقود یا مدفون شده‌اند.

ج. مصالحی که صدمه دیده‌اند ولی برای کار کم اهمیت‌تر در کارگاه قابل استفاده می‌باشند.

شاید مصالح صدمه دیده بتواند در کارهای کم اهمیت‌تر قابل استفاده باشد. برای مثال از آجر نما حتی زمانی که خرد یا زخمی شده‌اند، و برای نمای ساختمان غیرقابل قبول است، می‌تواند برای کارهای سفت‌کاری قابل استفاده باشند. بازیابی و استفاده از مصالحی که در گل و لای و یا در محل گودبرداری مدفون شده‌اند، ممکن است بسیار گران تمام شود و به همین منظور در بند ب قرار خواهند گرفت.

باید کنترل دقیق‌تری بر مصالح و ضایعات انجام شود و حتی هنگامیکه مصالح درست انتخاب شده اند لازم است از نظر قوانین زیست محیطی یک بار دیگر مورد بازبینی قرار گیرند. در حالی که ممکن است مصالح کافی برای پاسخگویی به نیاز فوری وجود داشته باشد. با وجود افزایش قیمت‌ها بعید است از نیروی کارگری که بعضاً گران تمام می‌شود برای جمع‌آوری مصالح مازاد پراکنده در کارگاه استفاده شود. [۱۲]

همچنانکه در تصویر مشاهده می‌شود در کارگاه‌های ساختمانی کشور، پرت و دور ریز مصالح ساختمانی به شدت رواج دارد و این یعنی نابود ساختن سرمایه ملی کشور؛ لذا بررسی و برآورد زائدات یک ضرورت انکارناپذیر است.



برآورد زائدات امری جدی است! [۱۲]

البته طراحان یک سطح وظیفه و یک حاشیه ایمنی مناسبی برای ساختمان در نظر می‌گیرند. اما فرسودگی یا خستگی تدریجی مصالح مصرفی موجب کاهش قابل ملاحظه یا از بین رفتن حاشیه ایمنی شده و این موضوعی است که توجه به تعمیر و نگهداری ساختمان را ضروری می‌سازد.

بی‌تردید نوآوری در هر رشته با مشکلات و تنگناهایی مواجه است. اما در رشته ساختمان با دو مانع جدی روبروست. اول آنکه انتظار می‌رود که هر ساختمانی حداقل ۵۰ سال (اگر نگوئیم صدها سال) پایدار باشد. دوم آنکه هر ساختمان با هر درجه ای از اهمیت به سرمایه‌گذاری قابل توجهی نیاز دارد. بنابراین مصالح ساختمانی اعم از جدید و قدیم باید از هر نظر مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد تا از بروز مشکل در حین بهره برداری از ساختمان جلوگیری به عمل آورده و تا حد قابل قبولی دو مانع را از پیش روی بر دارد. [۱۷]

در شرایط فعلی ساخت و سازهای دولتی به دلیل عدم وجود ضوابط تعیین کننده چارچوب‌های کمی و کیفی تابع سلاقی فردی کارفرمایان بوده و از آنجا که مهندسین مشاور نیز تعهد حرفه‌ای در این خصوص نپذیرفته‌اند از نظر کارفرمایان خود تبعیت نموده و مضافاً اینکه با توجه به مکانیسم تعیین حق الزحمه بعضاً انگیزه مثبت نیز در جهت افزایش هزینه تمام شده وجود دارد. [۱۴]

۹. دور ریز مصالح ساختمانی یعنی افزایش هزینه

اتلاف مصالح در کارگاه‌ها به دلایل متعددی به وقوع می‌پیوندد که اکثر آنها قابل پیشگیری می‌باشند. بعضی از موارد بدیهی و رایج عبارتند از:

- طراحی نامناسب با مصالح مورد نظر
- برآورد بیش از حد مقادیر مورد نیاز
- بی‌دقتی در تحویل مصالح و تخلیه
- نقص مهارت در کار
- بی‌دقتی در انبار کردن مصالح
- بی‌دقتی در جا به جایی مصالح
- در نظر نگرفتن انبار مناسب برای انواع مختلف مصالح
- عدم پیش‌بینی راه و دسترسی مناسب به مصالح انبار شده [۱۲]
- اتلاف مصالح موضوع ساده‌ای برای طبقه‌بندی نیست.

۱۰. نحوه حفاظت و نگهداری از مصالح

مواد و مصالح ساختمانی به ندرت آن اندازه‌ای که لازم است مورد محافظت و مراقبت قرار می‌گیرند. باید توجه داشت کیفیت خسارتی که از بابت مجاورت مواد و مصالح ساختمانی با شرایط جوی نامناسب به آنها وارد می‌شود، تا زمانی که در ساختمان به کار می‌روند ظاهر نمی‌شود.

در نتیجه دو جنبه عمده و مجزا در ارتباط با حفاظت مواد و مصالح ساختمانی وجود دارد:

- مدت زمان انبار و نگهداری مصالح در کارگاه که تاثیر مهمی روی عملکرد بعدی و کیفیت خواهد داشت.
- آسیب‌پذیری مصالح، اغلب بلا فاصله بعد از به کار رفتن در ساختمان انجام می‌شود، چون به محض به کار بردن مصالح در ساختمان، نه تنها در معرض هوازگی و فرسایش ناشی از مجاورت با شرایط آب و هوایی قرار می‌گیرند بلکه در معرض خطر اصابت و برخورد ناشی از اجرای کارهای بعدی ساختمانی هم واقع می‌شوند.

در ساختمان‌هایی که با استفاده از اسکلت بتنی یا فلزی ساخته می‌شوند عمدتاً از مصالح سبک برای ساخت اعضای غیر باربر استفاده می‌شود که تا حدودی مشابه می‌باشد. کیفیت ساختمان‌های فلزی بیشتر به اجرا به خصوص در قسمت اتصالات باز می‌گردد. اما در ساخت ساختمان‌های با اسکلت بتنی انتخاب بتن و ویژگی‌های آن اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. گرچه اغلب در ساخت این ساختمان‌ها از بتن آماده استفاده می‌شود، اما کیفیت بتن در پای کار ممکن است کیفیت بتن در محل تولید نباشد. بنابراین «علاوه بر انتخاب مصالح مناسب در محل تولید مانند استاندارد بودن کیفیت سیمان، کیفیت شن و ماسه، کیفیت آب، کیفیت مواد افزودنی و کیفیت بتن در محل اجرا نیز توجه خاص به عمل آید.» [۱۳]

از میان مصالح مختلف ساختمانی هیچ یک به اندازه سیمان پرتلند عادی، با بی‌توجهی و سهل‌انگاری نگهداری نمی‌شود. چه بسا در اثر بی‌توجهی در نگهداری گاه مجبور شده‌ایم چندین تن سیمان پاکتی را در گودال‌های بزرگ دفن کنیم. این مصالح جزو مصالح جاذب رطوبت‌اند. آنها رطوبت موجود در هوا را جذب می‌کنند و به سرعت دچار فعل و انفعالات شیمیایی می‌شوند که این فعل و انفعالات بر ساختمان مولکولی آنها تاثیر می‌گذارد و در

نهایت از استحکام و تاب آنها در اجرا می‌کاهد. تغییرات شیمیایی ایجاد شده همیشه قابل رویت نیستند و در شکل ظاهری تاثیر چندانی نمی‌گذارند و فقط به هنگام خودگیری است که این تاثیرات به صورت زودگیری یا کندگیری بروز می‌کند.

سیمان و گچ باید روی بستری از تخته یا الوار، در شرایطی فاقد رطوبت نگهداری شوند. مصالحی که به هر شکل تحت تاثیر رطوبت واقع شده‌اند را نباید به هیچ عنوان مصرف کرد. خصوصاً سیمانی که برای تولید ملات‌ها و «مخلوط‌های نمونه» مورد استفاده قرار می‌گیرد باید فاقد رطوبت در یک سیلو، در محوطه دستگاه بتن ساز مرکزی نگهداری می‌شوند.

۱۱. عمر ساختمان‌ها در ایران

عمر ساختمان‌ها در ایران از عمر ساختمان‌های کشورهای پیشرفته بسیار کمتر است. یکی از علل آن مصرف مصالح نامرغوب و غیر استاندارد است. بسیاری از ساختمان‌های مسکونی کشورهای خارجی بیش از ۲۰۰ سال است که بدون تغییر محسوسی از نظر استحکام و زیبایی همچنان مورد استفاده‌اند. مسلم است که کیفیت مصالح به کار رفته در ساختمان‌های این کشورها بسیار بالا بوده است. ابنیه تاریخی ساخته شده از خشت و آجر در کشور ما بیش از هزار سال است که سالم باقی مانده است و این نشان می‌دهد که پیشینیان ما آجرهای بسیار خوبی تولید می‌کردند، در حالیکه در حال حاضر آجرهای کم دوام تر نیز تولید می‌شود و این نشان دهنده عدم توجه تولید کنندگان ما به کیفیت است. [۱۸]

نحوه استفاده از مصالح ساختمانی نشان دهنده این امر است که هنوز به کیفیت مطلوب در این رابطه دست نیافته‌ایم و این امر به همراه عوامل دیگری باعث پایین بودن عمر مفید ساختمان‌ها در ایران در مقایسه با سایر کشورها شده است. به طوریکه «طول عمر ساختمان‌ها که در کشورهای پیشرفته در حدود ۷۰ سال می‌باشد. در کشور ما در حدود ۳۰ سال است. [۱۹]

از عوامل تاثیرگذار بر کاهش عمر ساختمان‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. عدم وجود فرهنگ ساخت و ساز نظارت شده
۲. عدم رعایت نکات فنی و مهندسی در مصرف مصالح ساختمانی
۳. فقدان سیستم مناسب توزیع

۴. عدم تخصص کافی در هنگام نصب

۵. بالا بودن هزینه‌های نصب

همچنین در ایران میزان بار ثابت (بار مرده) در اکثر موارد بین ۴۰۰ تا ۵۰۰ کیلوگرم بر متر مربع است که بیش از ۵ تا ۱۰ برابر بار ثابت در روش‌های ساختمانی متداول در بسیاری از کشورهای جهان است. [۲۰]

۱۲. کیفیت و مشکلات تولید و مصرف مصالح ساختمانی

براساس بررسی‌های به عمل آمده، مهمترین مشکلات در زمینه تولید و مصرف مصالح عبارتند از:

۱. عدم یا موردی بودن سیستم‌های کنترل کیفیت در کارخانه و بی‌توجهی صاحبان صنعت به تعیین کیفیت مصالح تولیدی و در نتیجه تولید مصالح با کیفیت متغیر که پیامدهای نامطلوبی در بر دارد.

۲. عدم یکسان بودن شرایط آزمایشگاهی کارخانه‌ای مختلف و حتی آزمایشگاه‌های مرجع برای تعیین کیفیت که اغلب موجب بی‌اعتمادی به نتایج آزمایش‌ها می‌شود.

۳. استفاده از نیروهای کاری غیرمتخصص و آموزش ندیده در تولید که تنها آموخته‌های تجربی دارند، موجب افت کیفیت و افزایش ضایعات هنگام تولید می‌شود.

۴. عدم توانایی رقابت مصالح استاندارد با مصالح غیر استاندارد در بازار به واسطه گرانتر بودن.

۵. ضعف مالی سازندگان و علاقه آنها به استفاده از مصالح ارزانتر که در اغلب زمینه‌ها استاندارد نیستند.

۶. عدم آشنایی کاربران با ویژگی‌های استاندارد مصالح و نا آگاهی از نقش کیفیت مصالح در ایمنی و دوام سازه.

۷. وجود سیستم‌های نظارتی غیر فراگیر بر کیفیت مصالح تولیدی.

۸. از همه مهمتر صدور مجوز استفاده از مصالح غیر استاندارد در ساخت و سازها توسط مراجع قانونی و... [۱۳]

کیفیت مصالح ساختمانی یکی از ارکان مهم و مقاومت سازه اجزاء معماری است. استفاده از مصالح با کیفیت استاندارد طبق معیارهای فنی موجب افزایش ایمنی و دوام ساختمان و در نتیجه حفظ سرمایه‌های ملی می‌گردد. گرچه با انجام تمهیداتی می‌توان تا

حدودی از معایب مصالح کاست، مانند دوغاب‌ریزی بر روی دیوارهای سیمانی و دیوارهای آجری، اما عدم توجه به کیفیت مصالح می‌تواند آسیب‌های جدی بر سازه وارد نماید. آنچه امروزه صنعت و ساختمان کشور را تهدید می‌کند، ریشه در دو عامل زیر دارد:

- استفاده از مصالح با کیفیت پست تر از استاندارد
- استفاده نا به جا از مصالح با کیفیت استاندارد،

مسئله در این دو حالت انتظارات طراحی بر آورده نگردیده و سازه نمی‌تواند عملکرد مطلوب داشته باشد و حاصل آن ویرانی ساختمان هنگام زلزله است.

۱۳. نقل و انتقال مصالح در کارگاه‌ها

جابه‌جایی مصالح باید چنان برنامه‌ریزی شود که با دیگر فعالیت‌ها در کارگاه همزمان صورت پذیرد و موفقیت‌ها تنها با در نظر گرفتن موارد زیر به دست می‌آید:

- توجه لازم به شکل بسته‌بندی
- نظارت بر روند و ترتیب تحویل مصالح
- به کارگیری تجهیزات مناسب
- اتخاذ نظارت درست بر تمام عملکردها

جا به جایی مصالح تنها یک مشکل کارگاهی نیست بلکه عملکرد طراح، تولید کننده و پیمانکار روی آن تاثیر می‌گذارد و طراحی شکل، وزن و استحکام مصالح را تعیین می‌کند. نوع بسته‌بندی بستگی به تولید کننده دارد و سیاست پیمانکار برای جابه‌جایی مصالح در کارگاه بر کار تاثیر می‌گذارد. جا به جایی غیر ضروری مصالح هزینه کارگاه را بالا می‌برد در حالی که می‌توان از اتلاف مصالح به کمک بازرسی مجدد برنامه ماشین آلات و تجهیزات به کار گرفته شده، برای این منظور جلوگیری نمود.

مصالح در شکل‌های مختلف به کارگاه تحویل داده می‌شوند. بعضی به صورت انبوه و یا حتی به صورت کیسه‌ای‌اند در حالی که بقیه در پالت‌ها، بسته‌ها یا جعبه‌ها قرار گرفته‌اند. واضح است که این مساله بر روی نحوه توزیع و انبار مصالح در کارگاه تاثیر می‌گذارد. هنگامی که مقدار زیادی از مصالح به صورت انبوه تحویل کارگاه می‌شوند این امکان وجود دارد که مقدار کمی از آن فله‌ای تحویل داده شود. معمولاً پیمانکار و تولید کننده بر روی روش تحویل توافق می‌کنند ولی هر گونه تفاوت در روش‌های استاندارد تحویل مصالح قیمت آن را افزایش می‌دهد. [۱۲]

۱۴- نتیجه‌گیری

در زمینه خاص مصالح، از آنجا که تنوع مصالح در ایران زیاد نمی‌باشد، و از مصالح محدودی مانند فولاد، بتن، سنگ، آجر، چوب و ... در زمینه ملات مصرفی نیز بیش‌تر از ملات‌های ماسه - سیمان استفاده می‌شود. از سوی دیگر تولید و مصرف آنها نیاز به فناوری پیچیده‌ای ندارد، بنابراین برنامه‌ریزی آن ساده‌تر بوده و در عمل با مشکلات کمتری مواجه است. از این میان فقط فولاد، آجر و سیمان نیاز به کارگاه تولیدی صنعتی دارند و روش‌های تولید آنها در کارخانه‌های مختلف چندان تغییر نمی‌کند و فقط می‌توان با روش آزمایش و خطا به کیفیت پیش‌بینی شده برای مصالح رسید. ضمناً در طراحی اغلب حاشیه ایمنی برای مصالح در نظر می‌گیرند، تا کیفیت مصالح متداول قابل قبول باشد. توجه به اینکه نکته بسیار مهم است که کیفیت این مصالح فقط با اجرای خوب قابل قبول است. بدون شک بالا بردن کیفیت مصالح و نحوه ساخت، یکپارچگی سقف و سبک کردن آن و نیز تعبیه عناصری که نرمی ساختمان را افزایش دهد (مانند کلاف‌های افقی) می‌تواند سبب افزایش مقاومت ساختمان‌ها گردد.

منابع

- [۱] حسین نیا، ماهدخت؛ ۱۳۷۵؛ تمهیدات لازم برای افزایش عمر و دوام ساختمان‌های مسکونی؛ مجموعه مقالات سومین سمینار سیاست‌های توسعه مسکن در ایران، ۱۶-۱۸ مهرماه ۱۳۷۵، دانشگاه تهران، جلد اول؛ وزارت مسکن و شهرسازی، سازمان ملی زمین و مسکن
- [۲] ناطق الهی، فریبرز؛ معتمدی، مهرناش؛ ۱۳۸۲؛ طراحی و اجرای ساختمان‌های بنایی مقاوم در برابر زمین لرزه؛ نشر نوپردازان؛ چاپ اول
- [۳] ماجدی اردکانی، محمد حسین؛ ۱۳۷۹؛ بررسی کیفی مصالح ساختمانی ایران، مشکلات و راه‌حل‌های استفاده بهینه از آنها؛ مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران، جلد سوم، مصالح، سازه‌های بتنی و فولادی، ۱۹ تا ۲۱ اردیبهشت ۱۳۷۹، دانشگاه فردوسی مشهد
- [۴] فیروزباز، فهیمه؛ ۱۳۷۶؛ بررسی کیفیت آجرهای ساختمانی در مناطق مختلف ایران؛ دوره آموزشی معرفی پژوهش‌های کاربردی مصالح ساختمانی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
- [۵] رضانیانپور، علی‌اکبر؛ شاه نظری، محمد رضا؛ ۱۳۷۸؛ تکنولوژی بتن؛ انتشارات علم و صنعت؛ تهران
- [۶] بختیاری، سعید؛ درودیانی، زهرا؛ روح شهباز، جمشید؛ ۱۳۷۸؛ تعیین تعدادی از سنگ‌های ساختمانی ایران؛ مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن؛ نشریه شماره ۲۹۶؛ تهران؛ چاپ اول
- [۷] مک داندل، انگس جی؛ ۱۳۸۳؛ سازه و معماری؛ ترجمه حمید حسین‌مردی و وحید تقی باری؛ انتشارات مرکز مطالعاتی و تحقیقاتی شهر سازی و معماری؛ چاپ اول
- [۸] صادقی‌گلرود باری، ابراهیم؛ ۱۳۷۴؛ تکنولوژی مناسب مسکن‌سازی؛ مجموعه مقالات سمینار سیاست‌های توسعه مسکن در ایران، ۱۲-۱۰ مهر ماه ۱۳۷۴

- [۹] ویسه، سهراب؛ ۱۳۷۴؛ استفاده مناسب از مصالح محلی در توسعه شهری؛ مجموعه مقالات سمینار سیاست‌های توسعه مسکن در ایران، ۱۳-۱۱ مهر ماه ۱۳۷۳، دانشگاه تهران، جلد دوم؛ ناشر: وزارت مسکن و شهرسازی (سازمان ملی زمین و مسکن)؛ موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران؛ چاپ اول
- [۱۰] صابری فر، رستم؛ ۱۳۸۰؛ ضرورت بازنگری در ساخت و سازه‌های مسکن در روستا؛ مجموعه مقالات هفتمین همایش توسعه مسکن در ایران، فناوری در صنعت ساختمان و مسکن، ۱۱ و ۱۲ مهر ماه ۱۳۷۹؛ ناشر: سازمان ملی زمین و مسکن، وزارت مسکن و شهرسازی
- [۱۱] بهزاد نسب، جانعلی؛ ۱۳۷۴؛ مسکن روستایی در ایران: یک تجزیه و تحلیل؛ مجموعه مقالات سمینار سیاست‌های توسعه مسکن در ایران، مهر ماه ۱۳۷۳، دانشگاه تهران، جلد دوم؛ ناشر: وزارت مسکن و شهرسازی (سازمان ملی زمین و مسکن)؛ موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران؛ چاپ اول
- [۱۲] جانستون، جی، ای؛ ۱۳۸۳؛ مدیریت کارگاه و نگهداری مصالح و تجهیزات ساختمانی؛ ترجمه و تالیف: سام فروتنی؛ ویراستار علمی و فنی: سیروس فروتنی؛ انتشارات روزنه؛ تهران؛ چاپ دوم
- [۱۳] رمضانپور، علی‌اکبر؛ ماجدی اردکانی، حسین؛ ۱۳۷۶؛ نقش و کیفیت مصالح (بتن) مناسب برای ساخت ساختمان‌های بلند؛ مجموعه مقالات نخستین همایش ملی ساختمان‌های بلند در ایران، ۲۱ تا ۲۴ مهر ۱۳۷۶، دانشگاه علم و صنعت ایران؛ جلد اول؛ ص ۱۴۶ و ۱۴۷
- [۱۴] اسلامی، حسین؛ صادقی، عباس؛ ۱۳۷۶؛ مدیریت ساخت حرفه‌ای ضرورتی در اجرای پاره‌ای از پروژه‌های عمرانی کشور؛ مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران، جلد سوم، حمل و نقل، مدیریت ساخت، ۱۴ تا ۱۶ اردیبهشت ۱۳۷۶، دانشگاه صنعتی شریف
- [۱۵] وفامهر، محسن؛ ۱۳۸۶؛ سازه‌های معماری سنتی، درسنامه تخصصی کارشناسی ارشد؛ دانشگاه علم و صنعت ایران، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران
- [۱۶] وفامهر، محسن؛ ۱۳۸۳؛ سیراندیشه‌های فناوری در معماری (۱) و (۲)، درسنامه تخصصی کارشناسی ارشد؛ دانشگاه علم و صنعت ایران، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران
- [۱۷] تسنیمی، عباسعلی؛ ویسه، سهراب؛ ۱۳۸۰؛ مصالح ساختمانی و فن‌آوری‌های نوین؛ خلاصه مقاله‌های هشتمین همایش بین‌المللی سیاست‌های توسعه مسکن در ایران، ۲۱-۲۲ مهر ماه ۱۳۸۰؛ سازمان ملی زمین و مسکن؛ ص ۴۸
- [۱۸] جعفر پور، فاطمه؛ ۱۳۸۰؛ نقش کنترل کیفیت مصالح در تامین کیفیت ساختمان؛ خلاصه مقالات سمینار صنعت ساختمان، ۸-۹ آبان ماه ۱۳۸۰؛ وزارت مسکن و شهرسازی، شرکت هریز، وزارت صنایع و معدن - دفتر امور صادرات؛ ص ۲۲
- [۱۹] نقی پور؛ ۱۳۸۰؛ ساختار توزیع مصالح و لوازم ساختمانی در کشور و راهکارهای اصلاح آن (طرح تاسیس فروشگاه‌های زنجیره‌ای مصالح و لوازم ساختمانی)؛ خلاصه مقالات سمینار صنعت ساختمان، ۸-۹ آبان ماه ۱۳۸۰؛ وزارت مسکن و شهرسازی، شرکت هریز، وزارت صنایع و معدن - دفتر امور صادرات
- [۲۰] گلابچی، محمود؛ اردیبهشت ۱۳۸۲؛ استفاده از سیستم‌های ساختمانی و مصالح جدید به منظور سبک‌سازی ساختمان‌ها؛ مجموعه مقالات نهمین همایش توسعه مسکن در ایران، دومین گردهمایی فناوری در صنعت ساختمان و مسکن، مهر ماه ۱۳۸۱، جلد اول؛ ویراستار: فروز روشن بین؛ ناشر: سازمان ملی زمین و مسکن، وزارت مسکن و شهرسازی
- [۲۱] وفامهر، محسن؛ ۱۳۸۶؛ روش‌های پیشرفته ساخت، درسنامه تخصصی کارشناسی ارشد؛ دانشگاه علم و صنعت ایران، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران