

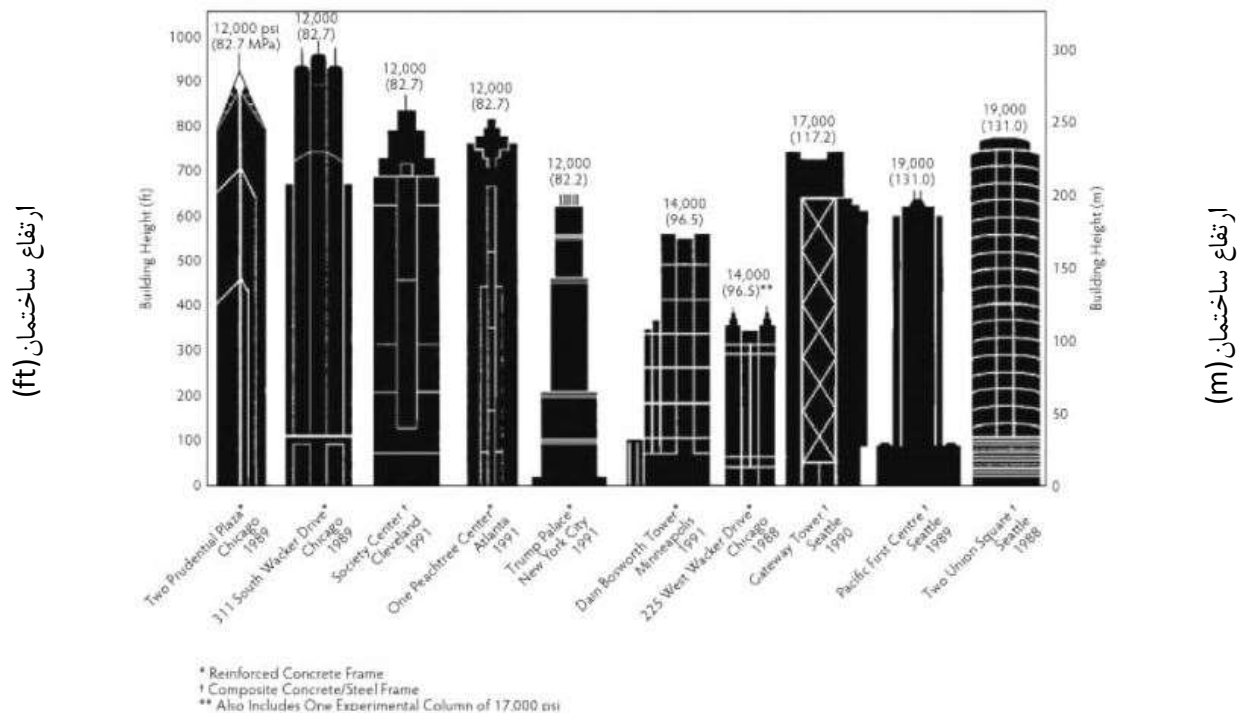
## تفاوت بتن معمولی و بتن پر مقاومت

بتن به‌عنوان یکی از مصالح ساخت و ساز، بر اساس مقاومت فشاری به دو گروه معمولی و پر مقاومت تقسیم‌بندی می‌شود. مقاومت فشاری بتن معمولی بین ۲۰ تا ۴۰ مگا پاسکال و مقاومت بتن پر مقاومت بیشتر از ۴۰ مگا پاسکال است.

در این مقاله در مورد بتن‌های پر مقاومتی که مقاومت فشاری بزرگ‌تر از ۴۰ و ۱۴۰ مگا پاسکال دارند، بحث خواهیم کرد.

باگذشت زمان، عوامل متمایزکننده بتن معمولی و بتن پر مقاومت نیز دچار تغییر شده‌اند. مثلاً ۱۰۰ سال قبل، بتن دارای مقاومت فشاری ۲۸ مگا پاسکال به‌عنوان بتن پر مقاومت در نظر گرفته می‌شد؛ اما اکنون بتنی با مقاومت بیش از ۸۰۰ مگا پاسکال وجود دارد. این بتن‌ها، بتن پودری و اکنش‌پذیر (واکنش زا) نیز نامیده می‌شوند.

بتن دارای مقاومت معمولی در مقایسه با بتن پر مقاومت بیشترین استفاده را دارد. هدف اصلی از استفاده از بتن پر مقاومت کاهش وزن، کاهش مشکلات مربوط به خزش و نفوذپذیری، افزایش دوام‌پذیری سازه، در نظرگیری ملاحظات ویژه است.



شکل ۱. بتن پر مقاومت که در سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ در ساختمان‌ها استفاده شده است.

## خواص بتن معمولی و پر مقاومت

هر نوع بتنی اعم از معمولی یا پر مقاومت، باید شکل تازه آن خمیری یا نیمه سیال باشد تا بتوان آن را به‌صورت دستی یا با استفاده از ابزارهای مکانیکی شکل داد.

بسیار ضروری است که بتن در طول بتن‌ریزی یا انتقال دچار آب انداختگی یا جداسدگی نشود. توزیع یکنواخت سنگ‌دانه‌ها در بتن به کنترل جداسدگی کمک می‌کند.

### کارایی بتن معمولی و پر مقاومت

همان‌طور که می‌دانیم، کارایی بیان‌کننده‌ی سهولت در بتن‌ریزی، تراکم و پرداخت بتن در حالت تازه است.

در صورتی که تمامی اجزای بتن معمولی نسبت‌های مناسب و صحیحی داشته باشند، بتن کارایی مناسبی خواهد داشت. این سنگ‌دانه‌ها باید دانه‌بندی مناسبی داشته باشند.

مخلوط بتن پر مقاومت غالباً بسیار چسبنده و عموماً بتن‌ریزی آن بسیار دشوار است. حتی اگر روان‌سازها هم استفاده شوند، این شرایط باز هم وجود خواهد داشت. این شرایط اصولاً به علت مقدار زیاد سیمان رخ می‌دهد.

### عوامل آب‌اندازی بتن معمولی و پر مقاومت

ته‌نشینی ذرات جامد سیمان و سنگ‌دانه در مخلوط بتن تازه باعث تشکیل لایه‌ای از آب روی سطح بتن می‌شود (حالت بتن تازه) که به آن آب‌اندازی بتن می‌گویند. آب‌اندازی کم آن‌چنان نگران‌کننده نیستند اما آب‌اندازی‌های بزرگ بر دوام و مقاومت بتن تأثیر می‌گذارند.

بتن پر مقاومت در مقایسه با بتن دارای مقاومت معمولی دچار آب‌اندازی نمی‌شود. دلیل این است که بتن پر مقاومت مقدار آب کمتر و مقدار زیادی مصالح سیمانی دارد. بتن هواساز نیز شانس کمتری برای آب‌اندازی دارد.

### نفوذپذیری بتن دارای مقاومت معمولی و بتن پر مقاومت

تمامی نگرانی‌های مربوط به دوام بتن مانند مقاومت در برابر ساییدگی، مقاومت در برابر حملات شیمیایی و خزش رابطه‌ی مستقیمی با نفوذپذیری بتن دارند. اگر یک جسم خارجی به داخل بتن نفوذ کند، آنگاه این مشکلات به وجود می‌آیند. نفوذپذیری بتن به نفوذپذیری خمیر بتن و سنگ‌دانه‌های آن وابسته است.

کاهش نفوذپذیری کمک می‌کند که:

- مقاومت در برابر حملات سولفات و حملات شیمیایی افزایش یابد.
- مقاومت در برابر ساییدگی را افزایش می‌دهد.
- مقاومت در برابر نفوذ کلرید را افزایش می‌دهد.

کاهش نسبت آب به سیمان به همراه مدت عمل‌آوری کافی، به داشتن بتنی با نفوذپذیری پایین‌تر منجر می‌شود. برای بتن دارای مقاومت معمولی، نفوذپذیری در محدوده‌ی  $1 \times 10^{-10} \text{ cm/sec}$  قرار دارد.

Mix	W/C	Cure Time (days)	RCPT (Coulombs)	90-Day Ponding (% Cl)	Permeability		Porosity (%)	Volume Permeable Voids (%)
					Hydraulic ( $\mu\text{Darcys}$ ) <sup>a</sup>	Air ( $\mu\text{Darcys}$ ) <sup>a</sup>		
1	0.26	1	44	0.013	— <sup>b</sup>	37	8.3	6.3
		7	65	0.013	— <sup>b</sup>	29	7.5	6.2
2	0.28	1	942	0.017	— <sup>b</sup>	28	9.1	8.1
		7	852	0.022	— <sup>b</sup>	33	8.8	8.0
3	0.4	1	3897	0.062	0.030	130	11.3	11.4
		7	3242	0.058	0.027	120	11.3	12.2
4	0.5	1	5703	0.103	0.560	120	12.4	13.0
		7	4315	0.076	0.200	170	12.5	12.7
5	0.6	1	5911	0.104	0.740	200	13.0	12.8
		7	4526	0.077	0.230	150	12.7	12.5
6	0.75	1	7065	0.112	4.100	270	13.0	14.2
		7	5915	0.085	0.860	150	13.0	13.3
Coefficient of variation (%)			7.0	12.9	20.9	14.0	2.5	2.4

جدول ۱: آزمایش‌های مختلف نفوذپذیری بر روی بتن مطابق با انجمن بتن آمریکا، ۱۹۹۸

افزودن مصالح سیمانی اضافی به داخل مخلوط بتن مانند نرمه سیلیس، نرمه خاکستر و GGBFS (سرباره کوره ذوب گرانول) به کاهش نفوذپذیری بتن کمک می‌کند.

بتن پر مقاومت در مقایسه با بتن دارای مقاومت معمولی، نفوذپذیری کمتری دارد. این موضوع بدان دلیل است که بتن پر مقاومت نسبت آب به سیمان کمتری دارد. در این بتن‌ها معمولاً از نرمه‌ی سیلیس استفاده می‌شود. ضریب نفوذپذیری بتن پر مقاومت بین  $1 \times 10^{-11}$  تا  $1 \times 10^{-13} \text{ cm/sec}$  است.

لذا بتن پر مقاومت نفوذپذیری پایین‌تر و مقاومت بالاتری نسبت به حمله‌ی کلریدها دارد. به همین دلیل این نوع بتن برای ساخت پل‌ها، کف پارکینگ و سازه‌هایی که بیشتر در معرض آب دریا هستند، مناسب است.

#### کربناسیون بتن دارای مقاومت معمولی و بتن پر مقاومت

کربناسیون در سطح بتن اتفاق می‌افتد. پدیده‌ی کربناسیون مربوط به نفوذپذیری بتن است. کربن دی‌اکسید موجود در هوا با ترکیبات موجود در خمیر سیمان سخت شده واکنش می‌دهد. این واکنش باعث جدا شدن کربنات‌ها که کربنات کلسیم نام دارند، می‌شود.

اثر کربناسیون در بتن پر مقاومت نسبت به بتن دارای مقاومت معمولی کمتر است.

مترجم: علی برزگر

منبع:

<https://theconstructor.org/concrete/normal-high-strength-concrete-properties/17771/>