

### زمان گیرش اولیه بتن چقدر است و چه عواملی بر آن تاثیر میگذارند؟

در این مقاله زمان گیرش اولیه بتن را بررسی کرده‌ایم و توضیح داده‌ایم گیرش اولیه دقیقاً چیست، چه تفاوتی با گیرش نهایی دارد و چرا برای برنامه‌ریزی حمل، بتن‌ریزی، و بی‌راسیون و پرداخت سطح حیاتی است. همچنین روشن کردیم که بتن از لحظه تماس آب و سیمان همواره در حال گیرش و سخت شدن است، اما این فرآیند یکنواخت نیست و از یک حد مشخص به بعد، میزان گیرش و سخت‌شدگی آن قدر ناچیز می‌شود که در عمل اثر قابل توجهی در اجرا ندارد. در ادامه، عوامل مؤثر بر زمان گیرش اولیه را هم بررسی کردیم؛ از دمای محیط و دمای بتن گرفته تا نوع و نرمی سیمان، نسبت آب به سیمان، افزودنی‌های زودگیر و دیرگیر و نیز شرایط اختلاط، حمل و اجرای بتن که می‌توانند این زمان را کوتاه‌تر یا طولانی‌تر کنند.

### زمان گیرش اولیه بتن چقدر است؟

زمان گیرش اولیه بتن معمولاً بین ۳۰ دقیقه تا ۳ ساعت پس از اختلاط بتن با آب قرار دارد. در این بازه، بتن از حالت کاملاً روان و شکل پذیر خارج می‌شود و به مرحله‌ای می‌رسد که دیگر عملیات اجرایی مانند بی‌راسیون، پرداخت سطح یا اصلاح شکل بتن عملاً امکان پذیر نیست. به همین دلیل، این زمان برای برنامه‌ریزی حمل بتن، بتن‌ریزی و اجرای صحیح بسیار تعیین کننده است و عبور از آن معمولاً با افت کیفیت اجرا همراه می‌شود. در آیین نامه بتن ایران (آبا) زمان مجاز بتن ریزی در بند ۷-۴-۲ ذکر شده است.

### ۷-۴-۲ زمان مجاز بتن‌ریزی

۷-۴-۲-۱ حداکثر زمان مجاز، برای عملیات بتن ریزی، شامل انتقال، بتن‌ریزی و تراکم، در دمای محیطی کمتر از ۲۵ درجه سلسیوس، ۲ ساعت پس از ساخت بتن می‌باشد. در دمای بالاتر از ۲۵ درجه، این زمان باید به ۱/۵ ساعت محدود شود.

البته زمان گیرش اولیه بتن یک عدد ثابت و همیشگی نیست و به عوامل متعددی وابسته است. دمای محیط، نوع و نرمی سیمان، نسبت آب به سیمان، استفاده از مواد افزودنی زودگیر یا دیرگیر و حتی شرایط اختلاط و حمل بتن می‌توانند این زمان را کوتاه‌تر یا طولانی‌تر کنند. به‌طور مثال، در هوای گرم یا هنگام استفاده از سیمان‌های زودگیر، زمان گیرش اولیه به سمت حداقل بازه میل می‌کند، در حالی که در هوای سرد یا با افزودنی‌های کندگیر، این زمان افزایش می‌یابد.

### جدول زمان گیرش بتن

جدول ۷-۶ آیین نامه بتن ایران حداقل مدت عمل آوری برای رده های مختلف با توجه به دمای سطح بتن را ذکر کرده است که بر اساس زمان گیرش نهایی بتن گرفته شده است.

جدول ۷-۶ حداقل مدت عمل آوری برای رده‌های مختلف عمل آوری با توجه به دمای سطح بتن و روند کسب مقاومت آن (۱)

| حداقل مدت عمل آوری بر حسب روز برای روندهای کسب مقاومت بتن |       |       |                          |       |       |                                 |       |       | دمای متوسط سطح بتن<br>(درجه سلسیوس) |
|---|-------|-------|--------------------------|-------|-------|---------------------------------|-------|-------|-------------------------------------|
| سریع (تند) $t \geq 0.5$                                   |       |       | متوسط $0.5 > t \geq 0.3$ |       |       | کند (آهسته) $0.3 > t \geq 0.15$ |       |       |                                     |
| ۲ رده   | ۳ رده | ۴ رده | ۲ رده                    | ۳ رده | ۴ رده | ۲ رده                           | ۳ رده | ۴ رده |                                     |
| ۱   | ۲     | ۳     | ۲                        | ۳     | ۴     | ۱                               | ۲     | ۳     | $t \geq 25$                         |
| ۱   | ۲     | ۵     | ۳                        | ۴     | ۹     | ۱                               | ۷     | ۱۲    | $25 > t \geq 15$                    |
| ۲   | ۳     | ۷     | ۴                        | ۷     | ۱۳    | ۲                               | ۱۲    | ۲۱    | $15 > t \geq 10$                    |
| ۳   | ۴     | ۹     | ۵                        | ۹     | ۱۸    | ۳                               | ۱۸    | ۳۰    | $10 > t \geq 5$                     |

t: نسبت مقاومت فشاری ۲ روزه به ۲۸ روزه

t: دمای متوسط سطح بتن

(۱) چنانچه دمای متوسط روزانه در مدت عمل آوری بیش از ۳۰ درجه سلسیوس شود، استفاده از حداقل مدت زمان عمل آوری ارایه شده، محافظه کارانه می‌باشد.

(۲) چنانچه رشد مقاومت بتن کندتر باشد لازم است از شیوه‌های مستقیم یا غیرمستقیم برای دستیابی به درصدی از مقاومت ۲۸ روزه مورد نظر استفاده نمود.

### زمان گیرش بتن چیست؟ تعریف دقیق گیرش اولیه و نهایی بتن

از نگاه اجرایی، زمان گیرش بتن به بازه‌ای گفته می‌شود که بتن تازه، به تدریج خاصیت روانی و شکل‌پذیری خود را از دست می‌دهد و از حالت خمیری به حالتی می‌رسد که دیگر امکان قالب‌گیری، پرداخت سطح یا جابه‌جایی مؤثر آن وجود ندارد. گیرش اولیه زمانی اتفاق می‌افتد که بتن دیگر قابلیت شکل‌پذیری ندارد، اما هنوز مقاومت فشاری کافی ندارد. به بیان ساده، زمان گیرش اولیه بتن همان نقطه‌ای از زمان

و مراحل گیرش است که بتن هنوز سخت نشده، اما کارایی خود را از دست داده است. گیرش نهایی مرحله‌ای است که بتن به یک ساختار پیوسته و نسبتاً پایدار می‌رسد و می‌تواند تنش‌های محدود را تحمل کند، هرچند فرآیند افزایش مقاومت آن هنوز ادامه دارد. در عمل، شناخت این زمان‌ها برای برنامه‌ریزی بتن‌ریزی، ویراسیون، پرداخت سطح و زمان بازکردن قالب‌ها حیاتی است.

از نظر علمی و شیمیایی، گیرش بتن نتیجه واکنش‌های هیدراتاسیون بین سیمان و آب است. با اضافه شدن آب، ترکیبات اصلی سیمان مانند تری‌کلسیم سیلیکات ( $C_3S$ ) و تری‌کلسیم آلومینات ( $C_3A$ ) شروع به واکنش می‌کنند و محصولات هیدراتاسیون مانند  $C-S-H$  و کریستال‌های هیدروکسید کلسیم شکل می‌گیرند. در مرحله گیرش اولیه، شبکه‌ای ضعیف و ناپیوسته از این فرآورده‌ها ایجاد می‌شود که باعث کاهش روانی بتن می‌گردد. هیدراتاسیون یک فرآیند است که در آن سیمان با آب وارد واکنش می‌شود. هیدراتاسیون به همراه جامدسازی است، یعنی ابتدا یک سیستم پلاستیک مانند یا مایع ابتدایی تشکیل می‌شود (خمیر سیمان) و بعد به حالت جامد که سخت شدن خمیر سیمان گفته می‌شود، تبدیل می‌شود. فرآیند جامدسازی در دو مرحله صورت می‌گیرد. در مرحله گیرش، بتن به یک جامد سخت نشده تبدیل می‌شود اما هنوز مقاومت کمی دارد و در مرحله بعدی (سخت شدن) به مقاومت بتن می‌انجامد.

### عوامل مؤثر بر گیرش اولیه بتن



### دمای محیط و دمای بتن

دما مهم‌ترین و سریع‌ترین عامل مؤثر بر زمان گیرش اولیه بتن است. با افزایش دمای محیط یا دمای خود بتن، سرعت واکنش‌های هیدراتاسیون بالا می‌رود و بتن زودتر از حالت روانی خارج می‌شود. به همین دلیل در هوای گرم، زمان و مراحل گیرش بتن به‌طور محسوسی کوتاه‌تر می‌شود و اگر تمهیدات لازم اندیشیده نشود، بتن قبل از اتمام عملیات اجرایی دچار گیرش اولیه می‌گردد. در مقابل، هوای سرد واکنش‌ها را کند کرده و گیرش اولیه را به تأخیر می‌اندازد، که این موضوع می‌تواند برنامه زمان‌بندی اجرا را به تأخیر بیندازد.

### نوع سیمان و ترکیب شیمیایی آن

ترکیب فازهای سیمان، به‌ویژه میزان  $C_3A$  و  $C_3S$ ، نقش مستقیمی در زمان گیرش اولیه بتن دارد. سیمان‌هایی که مقدار بیشتری از این ترکیبات فعال دارند، سریع‌تر با آب واکنش داده و زودتر وارد مراحل گیرش می‌شوند. به همین علت، سیمان‌های زودگیر یا سیمان‌های پرتلند با فعالیت اولیه بالا، زمان گیرش اولیه کوتاه‌تری نسبت به سیمان‌های معمولی یا دیرگیر دارند. شناخت نوع سیمان مصرفی برای پیش‌بینی رفتار بتن در کارگاه ضروری است.

## نرمی و ریزی دانه‌های سیمان

هرچه سیمان ریزتر باشد، سطح تماس آن با آب افزایش می‌یابد و واکنش‌های شیمیایی با سرعت بیشتری انجام می‌شوند. این موضوع باعث کاهش زمان گیرش اولیه بتن می‌شود. سیمان‌های بسیار ریزدانه معمولاً برای پروژه‌هایی با نیاز به مقاومت زودرس استفاده می‌شوند، اما در عوض می‌توانند کارایی بتن تازه را کاهش دهند و کنترل زمان و مراحل گیرش را دشوارتر کنند. بنابراین اندازه سیمان باید متناسب با شرایط اجرایی انتخاب شود.

## نسبت آب به سیمان (w/c)

افزایش آب، از یک سو روانی بتن را بالا می‌برد و می‌تواند گیرش اولیه را کمی به تأخیر بیندازد، اما از سوی دیگر، آب اضافی باعث رقیق شدن خمیر سیمان و تغییر روند واکنش‌های هیدراتاسیون می‌شود. نسبت‌های بسیار پایین آب به سیمان نیز می‌توانند به گیرش زودرس و کاهش زمان کارایی منجر شوند.

## مواد افزودنی شیمیایی

افزودنی‌ها یکی از مؤثرترین ابزارها برای کنترل زمان گیرش اولیه بتن هستند. زودگیرها باعث تسریع واکنش‌های هیدراتاسیون و کاهش زمان گیرش می‌شوند، در حالی که دیرگیرها این فرآیند را کند کرده و زمان کارایی بتن را افزایش می‌دهند. استفاده نادرست یا بیش از حد از افزودنی‌ها می‌تواند باعث گیرش غیرعادی یا حتی اختلال در روند سخت شدن بتن شود، بنابراین مصرف آن‌ها باید کاملاً کنترل شده و مطابق طرح اختلاط باشد.

## شرایط اختلاط، حمل و اجرای بتن

مدت زمان اختلاط، نحوه حمل و تأخیر در بتن‌ریزی نیز بر زمان گیرش اولیه بتن اثر می‌گذارند. حمل بتن در شرایط نامناسب، به‌ویژه در هوای گرم، می‌تواند بخشی از زمان گیرش را قبل از بتن‌ریزی مصرف کند. در نتیجه، بتن هنگام اجرا زودتر از انتظار وارد مراحل گیرش می‌شود. این اشکال اجرایی اغلب نادیده گرفته می‌شود، اما در عمل یکی از دلایل اصلی بروز مشکلات گیرش در پروژه‌هاست.

## سوالات متداول

## زمان گیرش اولیه بتن چقدر است؟

زمان گیرش اولیه بتن معمولاً بین ۳۰ دقیقه تا ۳ ساعت پس از اختلاط با آب است. این بازه زمانی که بتن از حالت روان خارج شده و دیگر قابلیت ویبراسیون یا پرداخت سطح ندارد، بسته به دما، نوع سیمان و افزودنی‌ها تغییر می‌کند. در استاندارد ASTM C403، حداقل ۴۵ دقیقه و حداکثر ۱۰ ساعت مجاز است.

## چگونه زمان گیرش بتن را در هوای سرد را کاهش دهیم؟

در هوای سرد چون واکنش هیدراتاسیون کند می‌شود، بتن دیرتر می‌گیرد؛ برای جبران این موضوع باید دمای بتن را بالا نگه داشت. این کار با استفاده از سیمان یا افزودنی زودگیر، کاهش نسبت آب به سیمان و عایق‌کاری یا گرم‌کردن بتن بعد از ریختن انجام می‌شود تا بتن قبل از سرد شدن یا یخ‌زدگی به گیرش برسد.

## از کجا بفهمیم بتن وارد گیرش اولیه شده؟

وقتی بتن وارد گیرش اولیه می‌شود، کارایی‌اش به‌طور محسوسی افت می‌کند: پخش‌پذیری کم می‌شود، پرداخت سطح سخت‌تر می‌شود و ویبراسیون دیگر مثل قبل جواب نمی‌دهد. یک نشانه‌ی محیطی ساده هم این است که اگر حیوانات محلی (مثل گربه یا سگ) روی بتن راه بروند، ردپای واضح و عمیق در آن باقی نمی‌ماند یا خیلی کم و سطحی می‌افتد؛ یعنی بتن از حالت کاملاً خمیری و «اثرپذیر» خارج شده و به مرحله‌ای رسیده که دیگر به راحتی تغییر شکل نمی‌دهد.