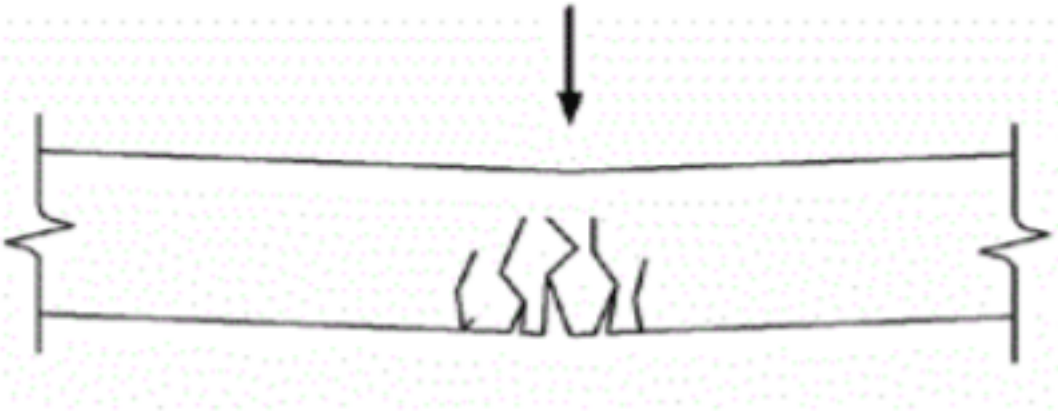
## بررسی ماهیت ترک و محل ترک ایجاد شده

ماهیت ترک های ایجاد شده در ساختمان را می توان به این صورت دسته بندی کرد :

- ترک خمشی
- ترک برشی
- ترک پیچشی
- ترک های مربوط به لغزش اتصالات میلگردها
- گسترش ترک در طول تیر
- ترک کششی
- ترک ستون
- ترک های خوردگی
- ترک های خمشی در دال
- ترک های بالای خمشی در دال
- ترک های جمع شدگی در دال طره ای

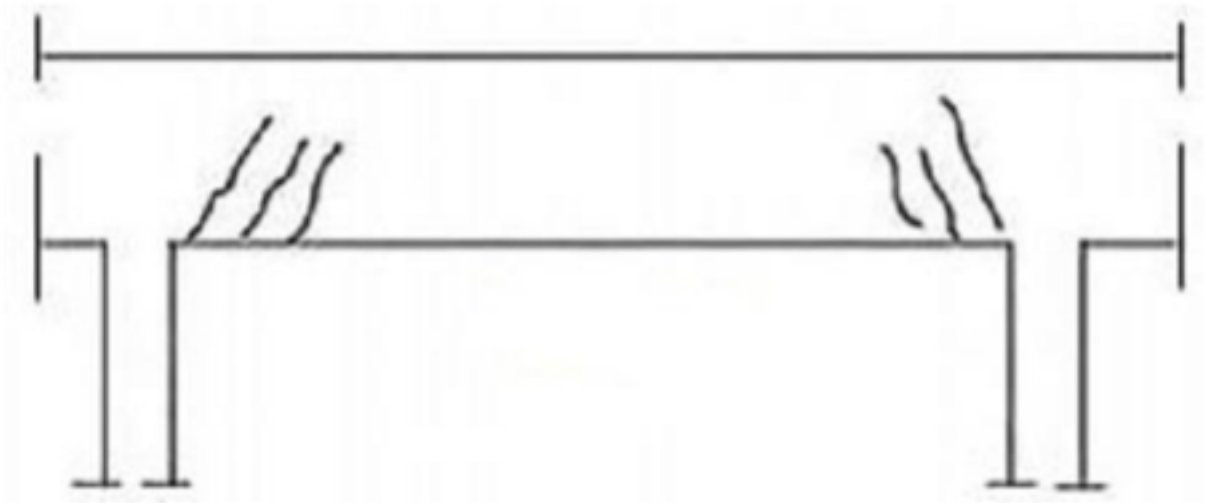
### ترک خمشی

این نوع ترک زماتیکه مقاومت خمشی مقطع بتن پایین بوده و تار کششی بیشترین عرض را پیدا کرده و به سمت تارهای دیگر همگرا شده باشد، به تنهایی یا گروهی اتفاق می افتد. ترک خمشی در سلامت سازه تاثیر گذاشته و می بایست بررسی شود.



**ترک برشی**

این نوع ترک زمانی که مقاومت برشی مقطع بتن پایین بوده و در ناحیه ای با برش ماکزیمم (بیشترین عرض را در میانه عمق) به سمت بالا و پایین به تنهایی یا گروهی گسترش یافته ، رخ می دهد و تاثیر زیادی در سلامتی سازه دارد.



**ترک پیچشی**

این نوع ترک در مقطع با مقاومت پیچشی پایین که عرض یکنواختی دارد، در فرم مارپیچ و به تنهایی رخ می دهد.

**ترک های مربوط به لغزش اتصالات میلگردها**

این نوع ترک به دلیل انقطاع سریع میلگردها زمانی که مرز کافی در اتصالات وجود ندارد، اتفاق می افتد.

**گسترش ترک در طول تیر**

این نوع ترک به دلیل نبود تکنیک کافی حین ساخت و مشکل در قالب بندی اتفاق می افتد.

**ترک کششی**

این نوع ترک به دلیل نبود آرماتوربندی کافی در مقطع تحت کشش و پایین بودن کیفیت بتن اتفاق می افتد.

**ترک ستون**

ترک های افقی به دلیل خوردگی آرماتورها و عدم طراحی مقطع ستون برای خمش اتفاق می افتد. ترک های اریب به دلیل درنظر نگرفتن نیروهای جانبی و پایین بودن مقاومت در تحمل بار محوری بوجود می آیند.

**ترک های خوردگی**

این نوع ترک به دلیل خوردگی آرماتورها ، عدم پوشش کافی و کیفیت پایین بتن اتفاق می افتد

**ترک های خمشی در دال**

این نوع ترک به دلیل نقص در طراحی تحت بارگذاری ، اضافه بار در مقطع وکیفیت پایین بتن اتفاق می افتد.

**ترک های باالی خمشی در دال**

این نوع ترک به دلیل توزیع ناکافی میلگردها و عدم امتداد کامل میلگرد اصلی اتفاق می افتد.

**ترک های جمع شدگی در دال طره ای**

این نوع ترک به دلیل نسبت آب به سیمان بالا در بتن ، عمل آوری نامناسب و عدم مهار در گوشه ها اتفاق می افتد.

# بررسی انواع ترک های ایجاد شده در سطح بتن

بتن ، مانند دیگر مصالح ساختمانی با تغییرات موجود در رطوبت و درجه حرات ، انقباض و انبساط می یابد و با توجه به بار وارده و شرایط نگهداری ، تغییر شکل می دهد. زمانی که تمهیداتی برای این حرکات در طراحی و اجرا فراهم نشود ، این ترک ها ایجاد می شود. برخی انواع ترک در بتن معمولی عبارتند از :

- ترک های خمیری
- ترک های جمع شدگی ناشی از خشک شدن در بتن (ترک های انقباضی)
- ترک های جمع شدگی ناشی از کربناتاسیون
- ترک های حرارتی سنین اولیه

**ترک های خمیری**

جمع شدگی حجمی در بتن در اثر کاهش آب ازخمیر سیمان (در اثر عوامل بوجود آورنده) بوجود می آید، این جمع شدگی به عنوان جمع شدگی خمیری (پلاستیک) شناخته می شود. ترک های جمع شدگی خمیری معمول به صورت موازی به فاصله 3.0 تا 1 متر از یکدیگر ایجاد می شوند و عمق قابل ملاحظه ای دارند. این نوع ترک ها در بتن معمولا تا لبه های آزاد بتن ادامه نمی یابند زیرا در آن نقاط امکان انقباض آزاد وجود دارد. زمان بروز این نوع ترک ۳۰ دقیقه تا ۶ ساعت پس از بتن ریزی است. هیدراتاسیون ، کربناتاسیون و نیز مکش آب از سوی بتن خشک زیرین یا بستر خاکی، کاهش آب در نتیجه تبخیر از سطح بتن از عوامل بوجود آورنده جمع شدگی خمیری است. هر چه سرعت تبخیر بیشتر باشد ، جمع شدگی خمیری بیشتر خواهد بود. سرعت تبخیر با دمای هوا ، دمای بتن و سرعت باد، نسبت مستقیم و با رطوبت نسبی هوا نسبت معکوس دارد ؛ یعنی هر چه دمای هوا ، دمای بتن و سرعت باد بیشتر باشد سرعت تبخیر نیز بیشتر و هر چه رطوبت نسبی هوا بیشتر ، سرعت تبخیر کمتر خواهد بود. ممانعت کامل از تبخیر ، بلافاصله بعد از ریختن بتن ، جمع شدگی خمیری را کاهش می دهد.

**ترک های جمع شدگی ناشی از خشک شدن در بتن (ترک های انقباضی)**

خروج آب از بتن سخت شده در هوای غیر اشباع باعث جمع شدگی ناشی از خشک شدن خواهد شد. هنگامی که بتن خشک می شود ، آب موجود در حفره ها کاهش یافته و خروج آب از حفره ها باعث تغییر رطوبت خمیر سیمان می شود که در نتیجه این عوامل ، بتن جمع می شود. در واقع می توان گفت ترک های انقباضی در اثر از دست دادن آب ، وقتی که درخشندگی آب از سطح بتن محو می شود و از بین می رود شکل گرفته و ظاهر می شوند. البته این جمع شدگی به کندی صورت گرفته و پس از چندین هفته یا ماه اتفاق می افتد این ترک ها معمولا درهم و مستقیم هستند و اصوال در سطح داخلی دال رخ می دهند و به ندرت تا لبه گسترش می یابند. این ترک ها سطحی و کم عمق هستند و مشکل جدی غیر از تغییر ناخوشایند ظاهر بتن ندارند.

## ترک های جمع شدگی ناشی از کربناتاسیون

ترکیبات دیگر .دهد می تشکیل را $Ca(OH_2)$ که داده کربنیک اسید تشکیل رطوبت وجود با هوا در موجود $CO_2$ سیمان هم با کربنات کلسیم حاصل از هیدراتاسیون سیمان واکنش داده و تجزیه می شوند. پس از انجام کربناتاسیون مقداری جمع شدگی در بتن بوجود می آید که به عنوان جمع شدگی ناشی از کربناتاسیون شناخته می شود. عمل کربناتاسیون از سطح بتن شروع و به داخل آن ادامه می یابد که سرعت آن بسیار پایین است. سرعت کربناتاسیون به نفوذپذیری ، مقدار و رطوبت بتن، همچنین درصد $O_2$ و رطوبت نسبی هوا بستگی دارد.

## ترک های حرارتی سنین اولیه

از عوامل مهم اثرگذار در انواع ترک در بتن ، درجه حرارت محیط است. بتن ریزی در هوای گرم است که باعث افزایش میزان تبخیر آب بتن شده و در نتیجه عمل هیدراتاسیون بخوبی صورت نگرفته و باعث ایجاد ترک هائی در بتن می شود. به وجود آمدن انواع ترک در بتن سخت شده در اثر تبخیر از آب اختلاط اولیه مورد نیاز ، بیشتر در هوای گرم یا در اثر تبخیرات حجمی ناشی از خنک شدن از درجه حرارت بالا در هنگام بتن ریزی به درجات پایین در هنگام بهره برداری اتفاق می افتد. در مقاطع با ابعاد بزرگ، اختلاف میان دمای داخلی و خارجی ممکن است سبب تنش هایی شود که برای ایجاد انواع ترک در بتن کافی است. هوای گرم روی حباب های هوا نیز اثر گذاشته که در درجه حرارت بالا، بتن نیاز به افزایش در مقدار ماده افزودنی حباب زا برای رسیدن به مقدار هوای کل مورد نظر خواهد داشت.

## بررسی وضعیت و اندازه ترک در ساختمان

افت پی بر اثر عواملی همچون رطوبت و فشارهای وارده از طبقات ، عدم مقاومت خاک و عملکردهای آن پیش می آید. همچنین نوع مصالح مصرفی و اجرای غیر فنی، سبب نشست های پی می شود. در مجموع ، بر اثر حرکات زمین، اسکلت بنا حرکت می کند و شکست های مختلفی که شامل ترک های زیر است ، نمایان می شود

- ترک های عمیق
- ترک های ثابت
- ترک های مویی معمولی
- ترک های سازه ای و غیر سازه ای

## ترک های عمیق

این ترک ها گاهی به طور دائمی به وجود می آید و دلیل آن نشست مرتب پی است که در این صورت، بودن ساکنان در ساختمان خطرناک است.

### ترک های ثابت

معموال پس از نشست پی ، تحرک ساختمان کم می شود. این پدیده بر اثر قطع رطوبت و فشرده شدن سطح زیر پیش می آید. در نتیجه ، شکست و افت دیوارها و اسکلت بنا نیز متوقف و حالت ترک ثابت می شود.

### ترک های مویی معمولی

این ترک ها در اثر افت های کوچک در اسکلت بنا و به واسطه نیروها و در مواردی به علت نوع مصالح اندود به وجود می آیند. رطوبت ، انقباض و انبساط حاصل در مقابل خشک شدن سطوح مرطوب ، باعث ایجاد ترک های مویی می شود.

### ترک های سازه ای و غیر سازه ای

معمولا ترک های با عرض و عمق کم ، ترک های غیر سازه ای هستند و از اهمیت زیادی به لحاظ تخریب ساختمان و خطرات جانی برخوردار نیستند ولی ترک هایی با عرض 5.1 تا 2 میلیمتر و عمق 5.1 تا 2 سانتیمتر ترک های سازه ای هستند که به لحاظ اهمیت می بایست مورد توجه قرار گیرد که بعضا موجب تخریب و آسیب های جانی نیز می شوند. در مواردی که ترک سازه ای به وجود آمده است، عضو ترک خورده می بایست یا تخریب و از نو بازسازی شود یا اینکه در محل ترک به روش خاص دوخته شود. ترک های سازه ای در عضوهایی مثل تیر ، ستون و دال دیده می شود. ترک های موجی در تیرها در نقاط با ممان ماکزیمم رخ می دهد که توانایی مقطع در تحمل ممان پایین است و آرماتورگذاری کافی وجود ندارد.

## بررسی جهت ترک ایجاد شده در دیوار

انواع ترک بر اساس جهت ترک ایجاد شده در دیوار

- ترک های افقی
- ترک های عمودی
- ترک های مورب
- ترک های پله ای

### ترک های افقی

ترک هایی که در راستای افق و در طول دیوار ایجاد می شوند، ترک های افقی گویند و معمولا به دو دلیل عمده بوجود می آیند:

- به هنگام اجرای دیوار، می بایست دیوار را تا ارتفاع نیمه از تراز انتهایی اجرا نماید و پس از خشک شدن و گیرش دیوار در مرحله بعد آنرا تا تراز ارتفاعی نهایی برساند. این ناپیوستگی در اجرا موجب نشست گرد و غبار خاک بر روی محل ناپیوسته دیوار میشود. این گرد و غبار از جنس دانه های رس است که حالت چربی دارند. در صورتی که قبل از اجرای نیمه دوم دیوار محل ناپیوستگی را از گرد و غبار شسته نشود پس از اجرا ، احتمال وجود ترک افقی در محل ناپیوستگی بسیار محتمل است.
- در صورتی که دیوار در یک مرحله اجرا شود ، طبق روش توضیح داده در بند یک نباشد ، دیوار کمانش کرده و یا در اصطلاح دیوار شکم می دهد و موجب ایجاد ترک افقی در دیوار می شود.

## ترک های عمودی

- ترک هایی که در راستای ارتفاع دیوار عمود بر راستای افق ایجاد می شوند ، ترک های عمودی هستند. این نوع ترک در بتن زمانی رخ می دهد که عمق یا عرض این ترک ها زیاد یا در اعضای دیگر سازه همچون سقف ، کف و ... یا در سنگ قرنیز ادامه داشته باشند.
- ترک های سازهایی عمودی عمدتاً به دلیل نبود شناژ قایم یا کمبود آن و ایجاد فاصله زیاد بین شناژها ایجاد و در اصطلاح عامیانه ، دیوار کمر می شکند.
- در صورتی که پی زیر دیوار حرکت کند ترک های عمودی ایجاد می نماید.
- در اثر اجرای نادرست هشتگیر در تقاطع دیوارها ترک های عمودی ایجاد می شود.

**ترک های مورب**

ترک های مورب ، ترک هایی هستند که معمولا زاویه ای 45 درجه نسبت به راستای افق دارند. این ترک ها اغلب در اثر نشست دیوار ایجاد شده و نشانه شکسته شدن دیوار است و این نوع ترک در بتن بسیار خطرناک است. جهت تعیین محل نشست دیوار، ابتدا راستای ترک را معین کرده ، عمود بر راستای ترک به سمت پایین طرف نشست کرده دیوار را مشخص می نماید.