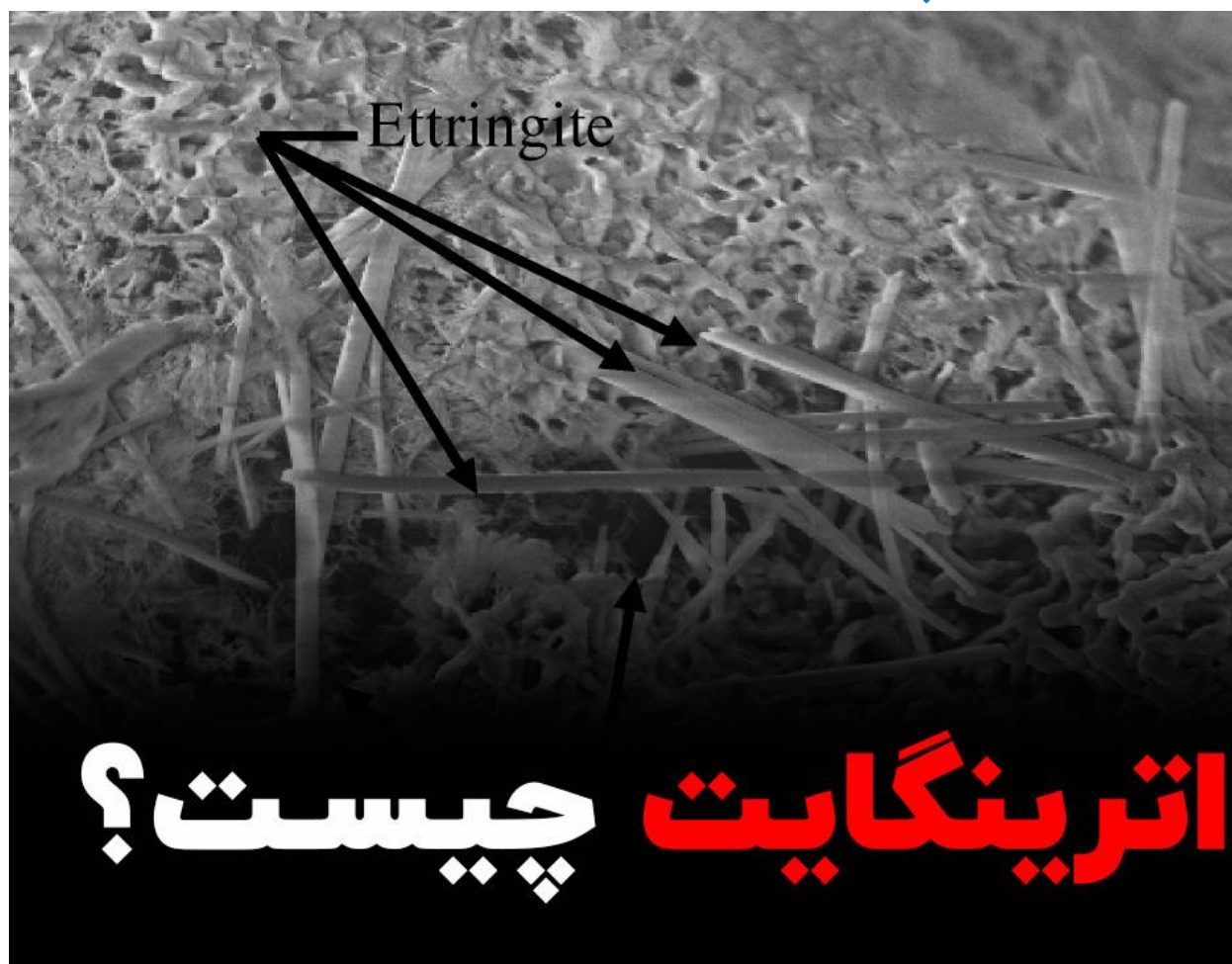


اترینگایت بتن چیست؟



در این مقاله چه چیزهایی یاد میگیریم؟

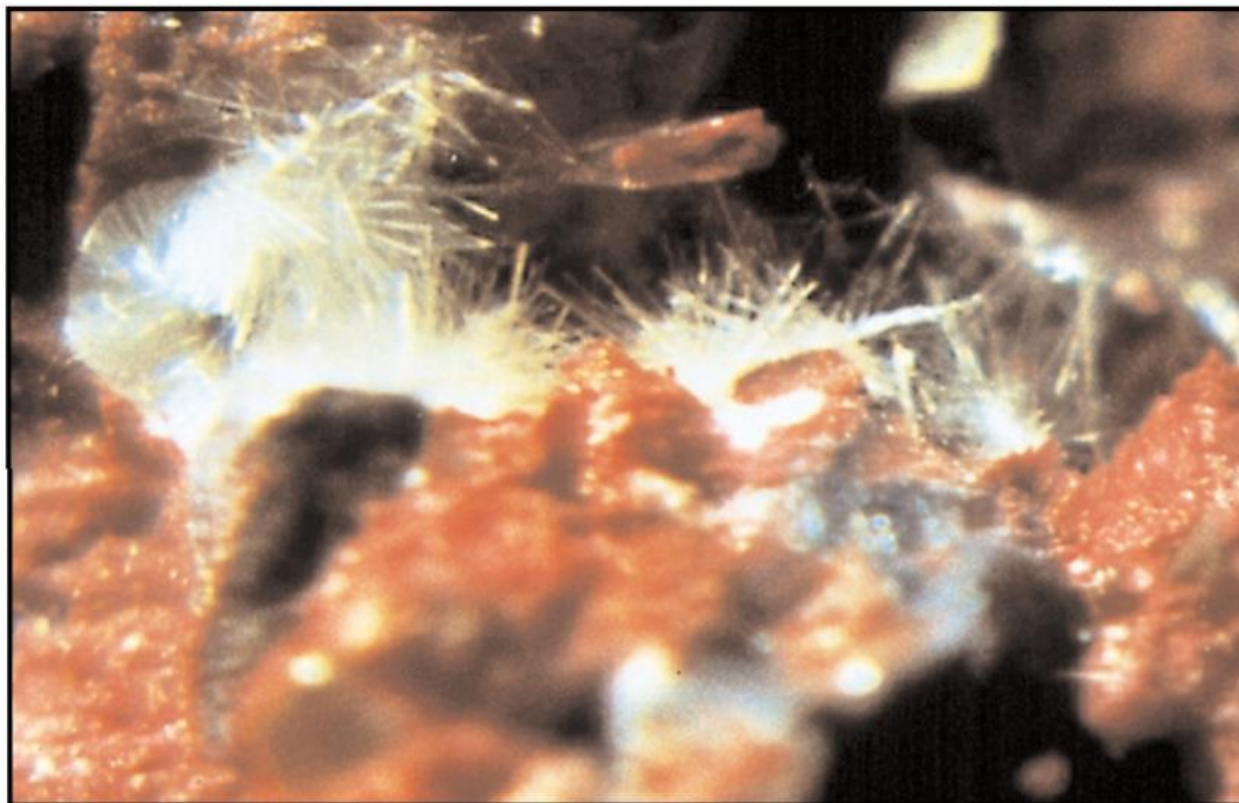
1. اترینگایت چیست؟
2. دلایل تشدید اترینگایت ثانویه
3. اترینگایت چه مزایایی دارد؟
4. اترینگایت چه معایبی دارد؟
5. چطور دمای بتن را کنترل کنیم؟
6. چطور نفوذ پذیری بتن را کاهش دهیم؟

اترینگایت چیست؟

اترینگایت یا هگزا کلسیم آلومینات تری سولفات هیدرات یک کانی است. این کانی محصول هیدراتاسیون سیمان پرتلند در حضور هیدروکسید کلسیم است. به محض ترکیب سیمان با آب، تشکیل اترینگایت آغاز شده که به آن اترینگایت اولیه (EEF) می‌گویند. سرعت رشد آن به صورت تابع سیگموئید است. به طور کلی؛ اترینگایت باعث افزایش حجم بتن می‌شود.

همانگونه که انتظار داریم در دماهای معمولی و در حین واکنش هیدراتاسیون سیمان، سولفات موجود در مخلوط بتن با C3A سیمان و آب باعث ایجاد اترینگایت میشوند. این در حالی است که در دماهای بالا (معمولاً بیش از ۷۰°) به دلیل ناپایدار بودن اترینگایت، ترکیب شیمیایی کم سولفات تری به نام مونوسولفات تشکیل میگردد. مابقی سولفات‌ها در فضای میان لایه‌های H-S-C باقی میمانند.

زمانی که دما پایین می‌آید به دلیل عدم پایداری مونوسولفات، سولفات‌های باقیمانده با مونوسولفات تشکیل شده، وارد واکنش شده و باعث ایجاد اترینگایت و انبساط‌های مربوط به آن میشود. از این پدیده که در دو دهه اخیر به طور گسترده‌ای پیرامون اجرای کارهای بتنی شناسایی شده و مورد توجه قرار گرفته است با عنوان‌هایی مانند “تشکیل تاخیری اترینگایت”، “تشکیل اترینگایت ثانویه” و یا “تشکیل مجدد اترینگایت” نام برده می‌شود که در متون فنی و تخصصی با علامت اختصاری **D.E.F (delayed ettringite formation)** شناخته می‌شود.



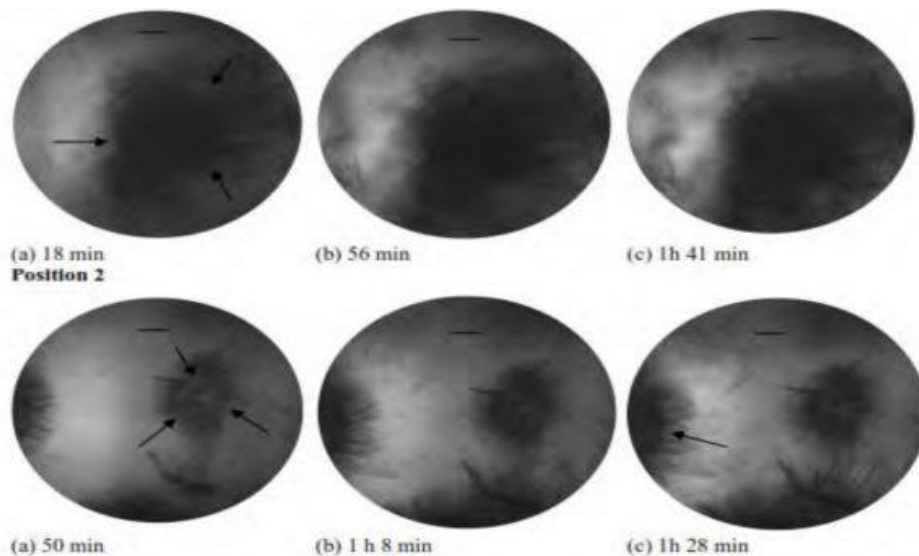
دلایل تشدید اترینگایت ثانویه

وقوع این پدیده پیچیده و تاحدودی ناشناخته، در شرایطی تشدید می‌گردد. از جمله این شرایط میتوان به موارد ذیل اشاره نمود:

- ۱- دمای بالا (بیش از ۷۰ درجه سانتیگراد)
- ۲- مقدار زیاد یون سولفات موجود در مخلوط بتن
- ۳- فراوانی C3A سیمان
- ۴- نفوذپذیری بالای بتن

پدیده تشکیل اترینگایت ثانویه در مناطق گرمسیر و نفت خیز مانند مناطق جنوب و غربی ایران به شدت محتمل است. زیرا سازندهای زمین شناسی در مناطق با منشأ نفتی دارای سولفات فراوان می‌باشد که این میزان بالای سولفات در مجاورت گرمای شدید مناطق گرمسیر واقع در جنوب و غرب ایران سبب وجود پتانسیل بالای اقلیمی این مناطق جهت بروز پدیده حاضر می‌باشد.

بنابراین وقوع طرح ویژه گرمسیری در این ناحیه از کشور (استان کرمانشاه و ایلام) و اهمیت فراوان این طرح در زمینه ساماندهی و مدیریت آب‌های مرزی به همراه رعایت الزامات پدافند غیر عامل موجب شد تا به منظور جلوگیری از وقوع این پدیده در مطالعات تکنولوژی بتن طرح گرمسیری، برنامه ریزی گسترده‌ای صورت پذیرفت و امکانات آزمایشگاهی مناسب و فراوانی برای بررسی‌های لازم اختصاص داده شود.



بلور اترینگایت تحت اشعه X

اترینگایت چه مزایایی دارد؟

به دلیل آن که اترینگایت اولیه قبل از گیرش صورت می‌گیرد و سیمان تغییر شکل پلاستیک را با خود به همراه دارد؛ این افزایش حجم ضرری را به همراه ندارد. حتی باعث پر شدن حفره‌های موجود و در نتیجه افزایش مقاومت فشاری بتن نیز می‌شود. از این خاصیت سیمان برای تولید سیمان انبساطی استفاده می‌شود. همچنین این خاصیت باعث کاهش خواص انقباضی بتن مثل جمع‌شدگی و شrinkage می‌شود.

اترینگایت چه معایبی دارد؟

تشکیل تاخیری اترینگایت (DEF) باعث به وجود آمدن تنش کششی در مرز مشترک با فاز مادر می‌شود که می‌تواند موجب ایجاد ترک در بتن شود؛ زیرا امکان تغییر شکل ماده زمینه ای وجود ندارد (انبساط نا همگن). تشکیل تاخیری اترینگایت در واقع نوعی حمله سولفاتی داخلی است. باعث کاهش مدول الاستیک دینامیک بتن شده و در موارد شدیدتر، افزایش حجم سیمان می‌تواند باعث ایجاد ترک در بتن شود. خیلی اوقات نمک های موجود در خاک، آب های زیر زمینی و آب دریا، با فاز مختلف خمیر سیمان هیدراته شده و واکنش نشان می‌دهند و بلور های سوزنی شکل اترینگایت تولید می‌کنند. حجم این بلور ها از حجم مواد اولیه تشکیل دهنده بتن بیش از حد است. در نتیجه باعث ایجاد فشار در حفره های بتن و ترک خوردگی آن می شوند.

چطور دمای بتن را کنترل کنیم؟

۱- دمای بتن تازه زیر ۲۵ درجه حفظ گردد. در مناطق بحرانی به جای آب از یخ استفاده شود.

۲- از عمل آوری تسریع شده (بخار برای بتن ها) یا اتوکلاو جلوگیری گردد (مثل AAC).

۳- در بتن ریزی های حجیم، از لایه بندی های مناسب بر اساس نتایج حاصل از آنالیز حرارتی استفاده شود.

چطور نفوذ پذیری بتن را کاهش دهیم؟

۱- کاهش نسبت آب به سیمان

۲- اضافه کردن افزودنی های مخصوص