

علل و مکانیزم خرابی سازه‌های بتنی در محیط دریایی و بنادر

Causes and Mechanisms of Deterioration of Concrete Structures in Marine Environments

بررسی تاریخچه اجرای بتن در آب دریا نمایانگر حضور بسیاری از عوامل فیزیکی و شیمیایی مخرب در محیط دریایی است بطوریکه سازه‌های بتنی در محیط دریایی در معرض یکی از مخرب‌ترین محیط‌های طبیعی در جهان قرار گرفته‌اند.

باید توجه داشت که دسته‌بندی عوامل تخریب بتن در گروه‌های کاملاً مجزا از هم دارای محدودیت‌هایی می‌باشد. آنالیز شکست بتنی که حالت تخریب پیشرفته‌ای دارد، عموماً نمایانگر رفتار تداخلی و پیچیده عوامل فیزیکی و شیمیایی وابسته به هم بوده و متقابلاً یکدیگر را تشدید می‌نمایند. به عنوان مثال انبساط و ترک‌های ریز میکرونی ناشی از تاثیر فیزیکی فشار ایجاد شده در اثر کریستاله شدن نمک در یک بتن نفوذپذیر، باعث افزایش نفوذپذیری شده و زمینه را برای اندرکنش شیمیایی زیان‌آور بین آب دریا و محصولات هیدراتاسیون سیمان فراهم می‌نماید. همچنین تجزیه شیمیایی و شستشوی اجزا تشکیل‌دهنده خمیر سیمان هیدراته شده، موجب اثرات فیزیکی زیان‌آور مانند افزایش تخلخل و در نتیجه افت مقاومت می‌شود.

به هر حال، تقسیم‌بندی مراحل خرابی بتن به فیزیکی و شیمیایی، مطابق آنچه در اشکال ۱ و ۲ آمده‌است هدف خاصی را دنبال می‌نماید. این نوع دسته‌بندی بررسی پدیده‌های متفاوت موجود درک علل و عوامل و در نتیجه کنترل آنها را ساده‌تر می‌نماید. ولی در بررسی‌های کارگاهی، نادیده گرفتن تاثیرات متقابل عوامل فیزیکی و شیمیایی کار اشتباهی است خصوصاً وقتی مسئله پیش‌بینی عمر مفید سازه بتنی در شرایط مخرب مد نظر باشد.

به نظر می‌رسد که مراحل مختلف تخریب فیزیکی و شیمیایی بتن ناشی از آب دریا بصورت ترک‌خوردگی یا افت جرم آن خود را ظاهر می‌سازند. گرچه چندین پدیده مختلف وجود دارند که قادر به ایجاد ترک در بتن هستند ولی همگی آنها دارای اهمیت یکسان نیستند.



منطقه آزاد ارونند، شهرک صنعتی خرمشهر، خیابان صنعت ۴، صنعت ۳،

کارخانه بنیان گستر ارونند. کد پستی: ۶۴۳۸۱۹۳۳۱۱

موبایل: ۰۹۱۶۵۴۴۷۷۹۷

info@bgapiles.com

فکس: ۰۶۱۵۳۵۸۳۳۰۵

www.bgapiles.com

تلفن: ۰۶۱۵۳۵۸۳۳۰۰۰۱

شناسه ملی: ۱۴۰۰۰۰۸۲۱۰۹



در شرایط واقعی کارگاهی، مشاهده شده است که سازه‌های بتنی بیشتر در اثر ترکیب تنش‌های ناشی از سیکل‌های گرم و سرد شدن، تر و خشک شدن، یخ‌زدن و آب شدن و خوردگی میلگردهای فولادی تخریب می‌شوند. در سازه‌های بتن مسلح، پدیده الکتروشیمیایی خوردگی میلگردها تقریباً همیشه با ترک خوردگی و فروریختن پوشش بتنی همراه می‌باشد. در محیط‌های دریایی، یون کلر (Cl^-) به عنوان مهم‌ترین عامل آغازگر خوردگی آرماتورهای فولادی شناخته می‌شود. این یون بدون آن که باعث تخریب مستقیم خمیر سیمان شود، به صورت تدریجی در منافذ و ترک‌های سطح بتن نفوذ کرده و پس از رسیدن به میلگرد، لایه پسیو محافظ تشکیل شده بر سطح فولاد را تخریب می‌نماید. با از بین رفتن این لایه، فرایند خوردگی الکتروشیمیایی فولاد آغاز شده و محصولات خوردگی که حجمی بیش از فولاد اولیه دارند، باعث افزایش تنش داخلی، ترک خوردگی و جداشدگی پوشش بتنی می‌شوند. این پدیده به‌ویژه در ناحیه تر و خشک شدن سازه‌های دریایی که میزان تبادل یون کلر بالاتر است، شدیدتر بوده و می‌تواند به کاهش عمر مفید سازه منجر گردد.

سازه‌های موجود در آب و هوای سرد نیز ممکن است در زمستان در معرض سیکل‌های متعدد یخ‌زدن و ذوب شدن واقع شوند و در چنین شرایطی، بتن‌های دارای میزان هوای ناکافی، معمولاً دچار انبساط و ترک می‌شوند. در مناطق گرم و خشک، بتن واقع در ناحیه تر و خشک شدن به واسطه سیکل‌های تر و خشک شدن بعلاوه گرم و سرد شدن ممکن است ترک بخورد. بسیاری از سازه‌های بتنی که قبل از سال ۱۹۳۰ ساخته شده‌اند، احتمالاً با مخلوط‌های بتن نسبتاً نفوذپذیر ساخته شده و بنابراین مستعد انواع خرابی‌های شیمیایی در آب دریا از جمله حمله سولفات منیزیم، حمله دی اکسید کربن (CO_2) و انبساط ناشی از واکنش قلیایی سنگدانه‌ها هستند. باید یادآور شد که تجزیه شیمیایی خمیر سیمان هیدراته شده در اثر حمله سولفات منیزیم و دی اکسید کربن باعث کاهش مقاومت شده و منجر به کاهش جرم در اثر سایش بتن توسط امواج دریا خواهد گردید. سازه‌های دریایی جدید، از قبیل سکوه‌های بتنی دریای شمال، در مقایسه با بتن‌های نسبتاً نفوذناپذیر ساخته شده‌اند و بنابراین در مقایسه با سازه‌های قدیمی در مقابل حملات شیمیایی آسیب‌پذیری کمتری دارند.

مکانیزم‌های اساسی برخی از پدیده‌های مضر که پیشتر به آنها اشاره گردید، به ترتیب اهمیت در ارتباط با دوام بتن در مقالات بعدی مورد بحث قرار خواهد گرفت.



انجمن بتن ایران

انجمن تخصصی مراکز
تحقیق و توسعه صنایع و معادن



منطقه آزاد ارونند، شهرک صنعتی خرمشهر، خیابان صنعت ۴، صنعت ۳،

کارخانه بنیان گستر ارونند. کد پستی: ۶۴۳۸۱۹۳۳۱۱

موبایل: ۰۹۱۶۵۴۴۷۷۹۷

info@bgapiles.com

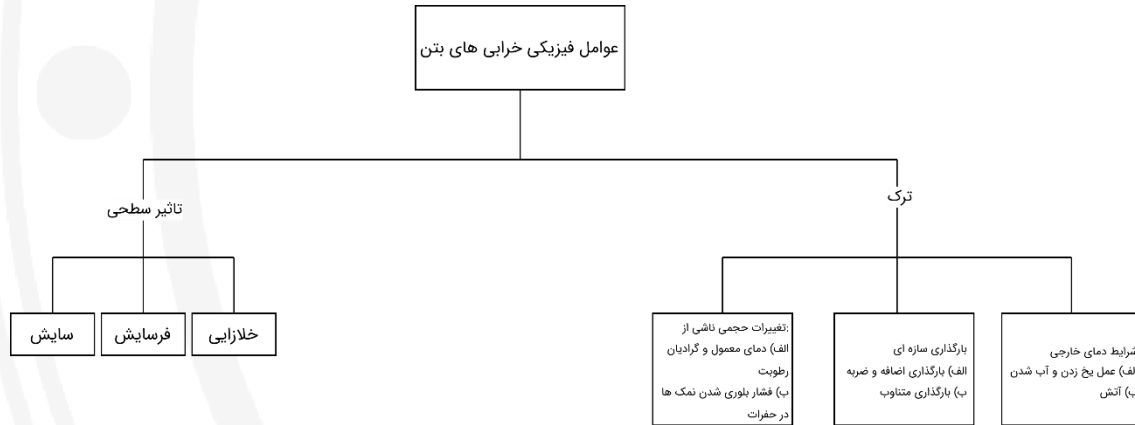
فکس: ۰۶۱۵۳۵۸۳۳۰۵

www.bgapiles.com

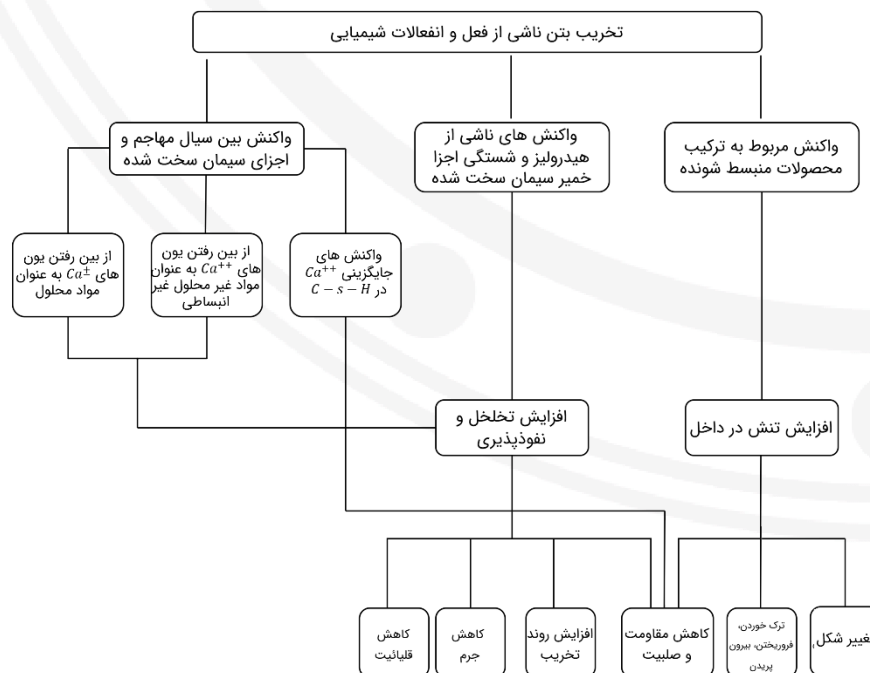
تلفن: ۰۶۱۵۳۵۸۳۳۰۰۱

شناسه ملی: ۱۴۰۰۰۰۸۲۱۰۹





شکل ۱. عوامل فیزیکی خرابی های بتن



شکل ۲. انواع واکنش های شیمیایی موثر بر خرابی بتن



منطقه آزاد ارونند، شهرک صنعتی خرمشهر، خیابان صنعت ۴، صنعت ۳،

کارخانه بنیان گستر ارونند.

کد پستی: ۶۴۳۸۱۹۳۳۱۱

تلفن: ۰۶۱۵۳۵۸۳۳۰۰۰۱

شناسه ملی: ۱۴۰۰۰۰۸۲۱۰۹

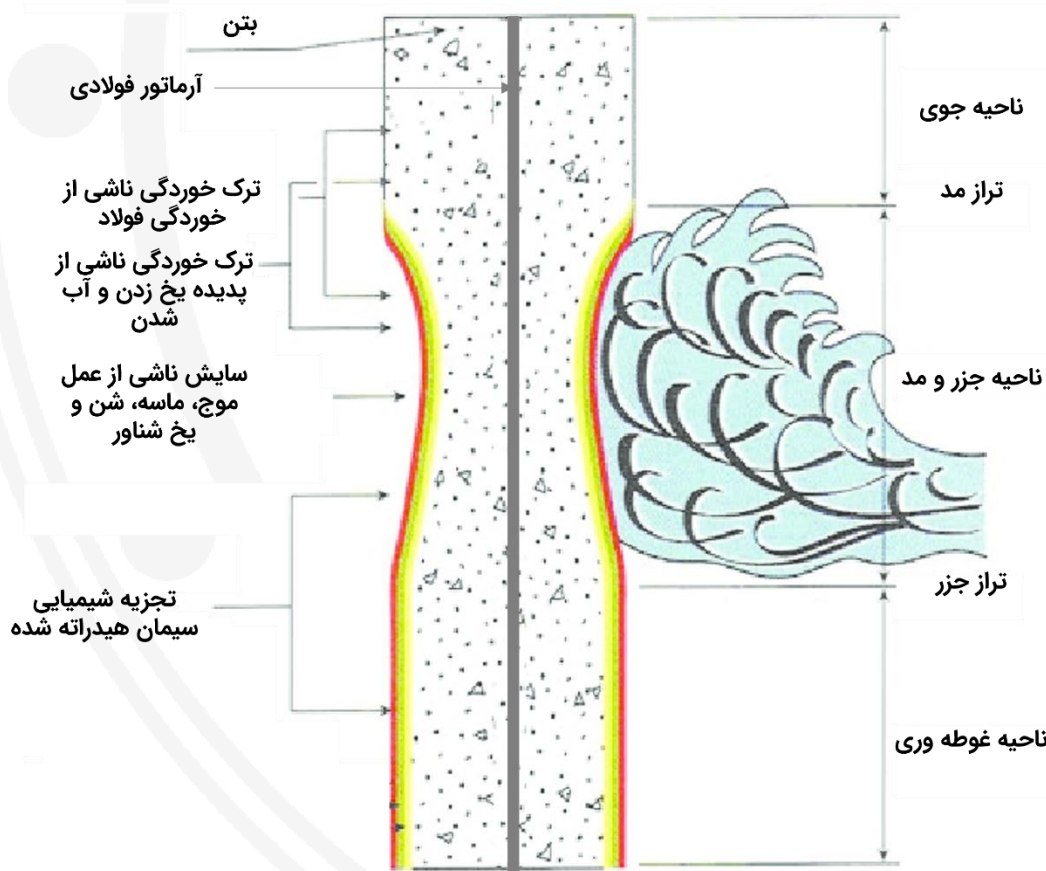
فکس: ۰۶۱۵۳۵۸۳۳۰۰۵

www.bgapiles.com

موبایل: ۰۹۱۶۵۴۴۷۷۹۷

info@bgapiles.com





شکل ۳. مراحل فیزیکی و شیمیایی موثر در خرابی عضو بتن مسلح در معرض آب دریا



منطقه آزاد ارونند، شهرک صنعتی خرمشهر، خیابان صنعت ۴، صنعت ۳،

کارخانه بنیان گستر ارونند. کد پستی: ۶۴۳۸۱۹۳۳۱۱

موبایل: ۰۹۱۶۵۴۴۷۷۹۷

info@bgapiles.com

فکس: ۰۶۱۵۳۵۸۳۳۰۵

www.bgapiles.com

تلفن: ۰۶۱۵۳۵۸۳۳۰۰۱

شناسه ملی: ۱۴۰۰۰۰۸۲۱۰۹

