

تأثیر الکترولیت‌های مختلف بر مقاومت الکتریکی بتن (کد مقاله D405F)

محمد شکرچی زاده^۱، محمد حسین افتخار^۲، امین دقیقی^۳، تارا حاجی بابایی^۳

۱- دانشیار دانشکده فنی دانشگاه تهران و سرپرست انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران

۲- مدیر فنی انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران

۳- کارشناس انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران

تلفن تماس (انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران):

Amin.Daghighi@ut.ac.ir

چکیده:

یکی از پارامترهای مهم در دوام بتن تعیین میزان نفوذ یون کلر در آن و یا در واقع تعیین میزان مقاومت بتن در برابر خوردگی بویژه در مناطق جنوبی کشورمان و در حاشیه خلیج فارس می‌باشد. آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی بتن یکی از روش‌های تعیین میزان خوردگی بتن می‌باشد.

در این مقاله به منظور بررسی تأثیر یون‌های مختلف بر مقاومت الکتریکی چهار سری طرح اختلاط ساخته شده و پس از عمل‌آوری، با یون‌های مختلف نظیر کلراید، سولفات، کربنات و هیدروکسید سدیم اشباع می‌شود و پس از آن میزان مقاومت الکتریکی آنها در سنین ۰.۷، ۱۴ و ۲۸ روزه تعیین گردیده و با یکدیگر مقایسه می‌گردد.

نتایج حاصل از این تحقیق به ما نشان می‌دهد که مقاومت ویژه الکتریکی بتن در حضور الکترولیت‌های مختلف متفاوت می‌باشد. به طوریکه در محیط‌های دریایی، فاضلابی و یا قلیایی، حضور یون‌های کلراید، سولفات، کربنات و سایر قلیایی‌ها تأثیر متفاوتی بر مقاومت الکتریکی دارد. نمونه‌هایی که در محیط سولفات‌نگهداری شده‌اند مقاومت ویژه الکتریکی بیشتری را نسبت به سایر نمونه‌ها از خود نشان داده‌اند و این اختلاف با کاهش نسبت آب به سیمان افزایش می‌یابد و نمونه‌هایی که در محیط کربنات‌نگهداری شده‌اند مقاومت ویژه الکتریکی کمتری را نسبت به سایر نمونه‌ها از خود نشان داده‌اند و این اختلاف با کاهش نسبت آب به سیمان کاهش می‌یابد.

کلمات کلیدی: آزمایش مقاومت الکتریکی، خوردگی، یون کلراید، یون سولفات، یون کربنات و یون قلیایی

۱- مقدمه

خوردگی فولاد مدفون در بتن یکی از عوامل اصلی زوال سازه های بتنی است؛ این امر باعث تعمیرات پر هزینه و گاهی اوقات ساخت مجدد سازه های آسیب دیده می شود. عامل اصلی این اتفاق کاهش pH محلول آبی موجود در منافذ بتن و تسریع واکنش های اکسید شدن آهن در حضور یون کلر می باشد [1]. مقاومت الکتریکی بتن عامل مهمی در تشکیل پیل های خوردگی فولاد مسلح است همچنین وجود مقاومت زیاد الکتریکی بتن منجر به کاهش سرعت خوردگی آرماتور در بتن می گردد.

مقاومت الکتریکی یکی از پارامتر های مهم بتن است، استفاده از این آزمایش ارزیابی دوام و پایایی بتن در محیط های خوردنده بویژه در مناطق جنوبی کشورمان و در حاشیه خلیج فارس را امکان پذیر می نماید [2]. مقاومت الکتریکی یکی از ویژگی های اندازه گیری دوام ساختاری بتن قبل از شروع خوردگی و همچنین یکی از معیارهای تعیین کننده میزان سرعت خوردگی ناشی از حضور یون های کلر و همچنین کربناسیون در بتن می باشد [3-5]. در واقع مقاومت الکتریکی توصیف امکان جابجایی ذرات باردار تحت تاثیر یک میدان الکتریکی خارجی است.

در برخی از مراجع از جمله در ACI 222 مقادیری برای مقاومت ویژه الکتریکی بتن و احتمال خوردگی آرماتور بیان نموده اند. در جدول شماره ۱ مقادیر ذکر شده در ACI 222 آورده شده است [6].

جدول شماره ۱: رابطه ی مقاومت الکتریکی بتن و احتمال خوردگی

مقاومت الکتریکی بتن	احتمال خوردگی
بیشتر از ۲۰ کیلو اهم سانتی متر	خیلی کم
بین ۱۰ تا ۲۰ کیلو اهم سانتی متر	کم تا متوسط
بین ۵ تا ۱۰ کیلو اهم سانتی متر	زیاد
کمتر از ۵ کیلو اهم سانتی متر	بسیار زیاد

می توان گفت مقاومت الکتریکی بتن از خواص ذاتی مستقل بتن می باشد که تحت تاثیر عواملی مختلفی مانند ساختار خمیر، مقدار رطوبت و درجه حرارت قرار دارد [7,8]. همچنین مقاومت الکتریکی می تواند به عنوان یک پارامتر برای کنترل کیفیت بتن به جای آزمایش مقاومت فشاری مورد استفاده قرار گیرد [9]. از آنجا که این آزمایش غیر مخرب است، می توان با تعدادی آزمون محدود این آزمایش را به دفعات انجام داد و بسیاری از عوامل موثر در کیفیت انجام آزمایش را حذف کرد [10].

با توجه به اینکه میزان مقاومت الکتریکی متاثر از ریز ساختار خمیر سیمان، هدایت و غلظت یونی محلول منفذی است، در نتیجه، مقدار سیمان، نسبت آب به سیمان، ترکیبات شیمیایی سیمان، مواد افزودنی مصرفی نیز بر مقاومت الکتریکی تاثیر می- گذارند [11,12]. البته نتایج حاصل از این آزمایش به دما هم بستگی دارد، افزایش دما منجر به کاهش مقاومت می شود [13].

خلیج فارس به علت وجود انواع یون های مخرب مانند سولفات و کلراید، محیطی گزندبار برای سازه های مسلح بتنی بشمار می آید، آنالیز آب خلیج فارس در جدول شماره ۲ ارائه شده است [14]. بدین منظور در آیین نامه های سازه های بتنی از جمله آبا و آیین نامه پیشنهادی ملی پایایی بتن در محیط خلیج فارس و دریای عمان الزاماتی را برای ساخت و سازه های بتنی تعیین نموده اند. در تحقیق حاضر سعی شده است، مقاومت الکتریکی در حضور یون های مخرب برای سازه های بتنی مورد بررسی قرار گیرد، بدین منظور محلول های NaOH ، Na_2SO_4 ، NaCl و Na_2CO_3 با غلظت ۱ مولار، به عنوان محیط های مورد آزمایش انتخاب شده و همچنین برای ساخت بتن، الزامات ذکر شده در آیین نامه بتن ایران به عنوان مبنا در نظر گرفته شده است.

جدول شماره ۲: غلظت یون‌های موجود در آب خلیج فارس

یون	خلیج فارس (ppm)
SO ₄ ²⁻	۲۷۲۰
Na ⁺	۱۲۴۰۰
Cl ⁻	۲۱۴۵۰
Mg ²⁺	۱۴۶۰
K ⁺	۴۵۰
Ca ²⁺	۴۳۰

۲- روند آزمایشگاهی

۲-۱- طرح اختلاط

در این تحقیق در مجموع ۴ سری طرح اختلاط با نسبت آب به سیمان های ۰/۴، ۰/۴۳، ۰/۵، ۰/۶ و ساخته و مورد آزمایش قرار گرفته است. خلاصه طرح اختلاط‌ها و همچنین سنین انجام هر آزمایش در جدول شماره ۳ آورده شده است. برای ساخت نمونه های بتنی، از سیمان پرتلند تیپ ۲ تولید کارخانه فیروزکوه و از سنگدانه درشت شکسته شده با حداکثر اندازه ۱۹ میلی متر (ترکیب ۱ به ۳ شن نخودی به بادامی) و سنگدانه ریز طبیعی استفاده گردید. برای رسیدن به کارایی مطلوب از فوق روان کننده با پایه‌ی نفتالینی و برای ساخت و عمل آوری نمونه‌های بتنی از آب شرب شهر تهران استفاده شد. محل انجام آزمایش‌ها، آزمایشگاه مصالح ساختمانی دانشکده-ی فنی دانشگاه تهران می‌باشد.

جدول شماره ۳: طرح اختلاط‌های مورد استفاده

کد طرح اختلاط	مقدار سیمان (Kg/m ³)	نسبت آب به سیمان	ماسه (Kg/m ³)	شن (Kg/m ³)	فوق روان کننده (Kg/m ³)
الف	۴۰۰	۰/۴	۱۰۹۳	۷۱۰	۴
ب	۴۰۰	۰/۴۳	۱۰۸۱	۷۰۲	۳/۲
پ	۴۰۰	۰/۵	۱۰۶۹	۶۹۴	۲/۴
ت	۴۰۰	۰/۶	۱۰۴۴	۶۷۸	۰

ترکیب شیمیایی سیمان مصرفی در جدول شماره ۴ آورده شده است.

جدول شماره ۴: آنالیز شیمیایی سیمان پرتلند

مقدار	عنصر	مقدار	عنصر
۲/۲	افت وزنی در اثر حرارت (%)	۲۰/۹	دی اکسید سیلیسیم (%)
۰/۶	اکسید پتاسیم (%)	۳/۹	اکسید آلومینیوم (%)
۰/۸	قلیایی معادل (%)	۳/۶	اکسید آهن (%)
۷۳	سه کلسیم سیلیکات (%)	۶۵/۲	اکسید کلسیم (%)
۵	دو کلسیم سیلیکات (%)	۲/۹	اکسید منیزیم (%)
۴	سه کلسیم آلومینات (%)	۰/۹	تری اکسید سولفور (%)
۱۱	چهار کلسیم آلومینوفریت (%)	۰/۴	باقیمانده نامحلول (%)

جدول ۵: دانه بندی مصالح سنگی، درصد های ذیل، مربوط به درصد تجمعی عبوری از الک ها می باشند

	۰/۰۷۵ میلیمتر	۰/۱۵۰ میلیمتر	۰/۳ میلیمتر	۰/۶ میلیمتر	۱/۱۸ میلیمتر	۲/۳۶ میلیمتر	۴/۷۵ میلیمتر	۹/۵ میلیمتر	۱۲/۵ میلیمتر	۱۹ میلیمتر	۲۵ میلیمتر
ماسه	۱/۷	۳/۴	۱۴/۳	۲۵	۳۵	۵۶	۸۶	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
نخودی	۰	۰	۰	۰	۰	۴/۶	۱۵/۵	۸۶	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
بادامی	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱	۰/۱	۴	۳۳	۹۶	۱۰۰

۲-۲- جزئیات و نحوه انجام آزمایش

پس از تراکم آزمون با میز ویبره و قالب گیری، آزمون ها به مدت ۲۴ ساعت در شرایط استاندارد نگهداری شدند. پس از قالب برداری، آزمون ها در محلول های NaOH ، NaCl ، Na_2SO_4 و Na_2CO_3 قرار داده شدند و یکسری از نمونه ها به عنوان شاهد در محلول آب اشباع از آهک قرار گرفتند.

- محلول های مورد استفاده

دوام سازه های بتنی در محیط های دریایی و فاضلابی امری بسیار مهم است، یون های مضر غالب این محیط ها برای بتن کلراید، بی-کربنات و سولفات می باشد. از طرفی قلیایی بودن یا نبودن محیط نیز در میزان دوام سازه ها بسیار موثر است. به همین دلایل در این تحقیق از ۴ محلول به عنوان محیط های آبی نگهداری بتن استفاده گردید. در جدول شماره ۶ میزان غلظت یون های غالب در هر محلول ذکر شده است.

جدول ۶: محلول‌های استفاده شده در آزمایش

کد	محلول	یون	ppm
B	NaOH	Na ⁺	۲۲۹۹۰
		OH ⁻	۱۷۰۰۰
C	NaCl	Na ⁺	۲۲۹۹۰
		Cl ⁻	۳۵۴۵۰
D	Na ₂ SO ₄	Na ⁺	۴۵۹۸۰
		SO ₄ ²⁻	۱۹۲۲۸۰
E	Na ₂ CO ₃	Na ⁺	۴۵۹۸۰
		CO ₃ ²⁻	۸۴۰۳۰

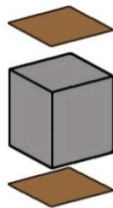
کد A نیز نمونه‌ای است که در آب اشباع از آهک قرار داده شده است.

ابعاد آزمون‌های مورد آزمایش مکعب‌های ۱۰×۱۰×۱۰ بود. هر کدام از آزمون‌های آزمایش تا مدت ۲۸ روز در محلول‌های مورد نظر نگهداری شدند و در سن ۷، ۱۴ و ۲۸ روزه میزان مقاومت الکتریکی آن‌ها اندازه گیری شد.

برای اندازه گیری مقاومت الکتریکی آزمون‌های بتنی، از آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی به روش ۲ نقطه ای که در شکل شماره ۱ نشان داده شده است و برای هر سری نمونه، از دو آزمون برای تعیین مقاومت الکتریکی استفاده شد و میانگین دو آزمون به عنوان مقاومت الکتریکی نهایی در نظر گرفته شد. پس از تعیین مقاومت الکتریکی با دستگاه ۲ نقطه ای مقاومت الکتریکی ویژه از فرمول ۱ بدست می‌آید [15].

$$\rho = R \frac{A}{L}$$

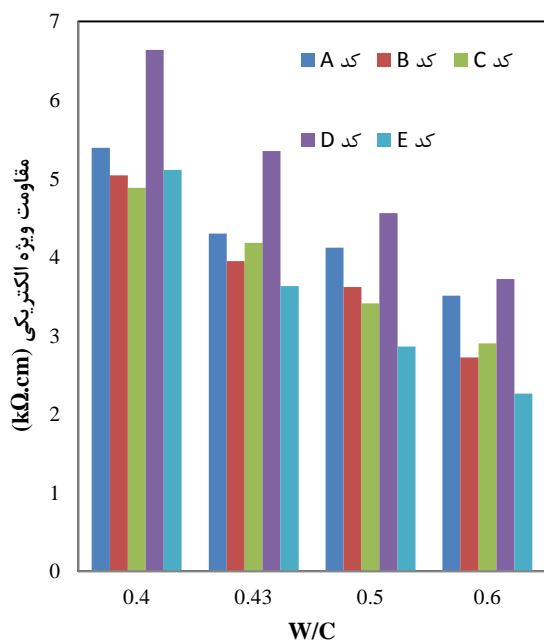
فرمول شماره ۱



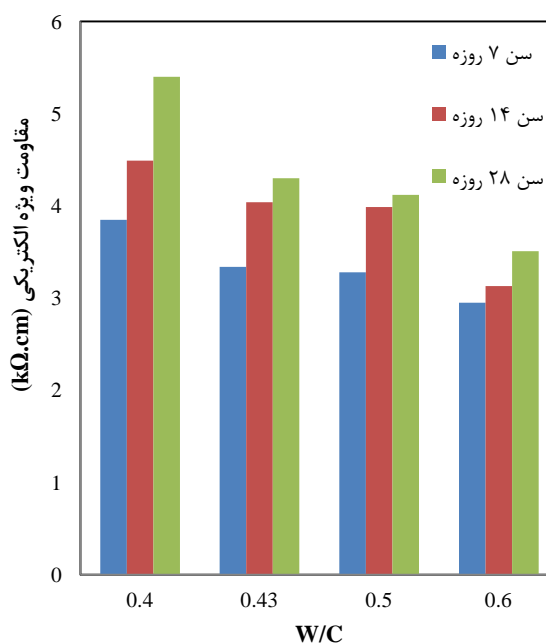
شکل شماره ۱: دستگاه مقاومت الکتریکی ۲ نقطه‌ای

۳- نتایج و تجزیه و تحلیل نمودارها

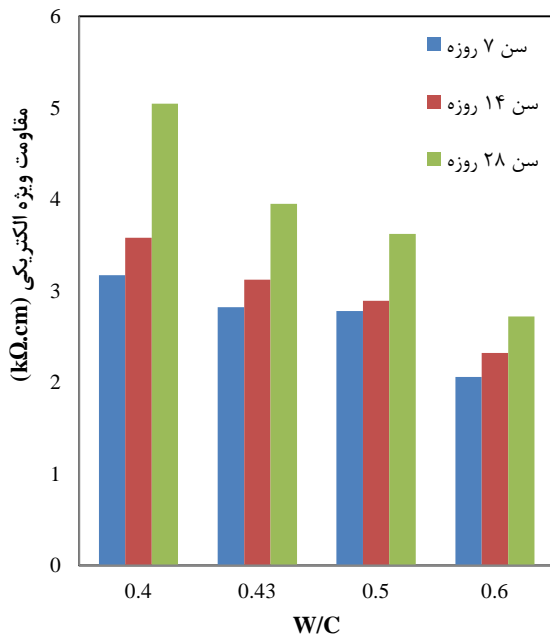
نتایج به دست آمده در نمودارهای ۲ تا ۱۱ نمایش داده شده است. با توجه به نتایج بدست آمده به طور کلی می‌توان دریافت که تغییرات مقاومت الکتریکی نمونه‌های آزمایشگاهی به سن نمونه، نسبت آب به سیمان و الکترولیت غالب در محلول بستگی دارد. نسبت آب به سیمان از مهم ترین پارامترهای اثر گذار بر روی مشخصات مقاومتی و دوامی بتن می‌باشد، زیرا این نسبت در تعیین حجم تخلخل خمیر سیمان نقش مهمی دارد و به همین دلیل نیز مقاومت الکتریکی بتن تحت تاثیر این نسبت قرار می‌گیرد. با توجه به تحقیقات صورت گرفته، می‌توان دریافت که با کاهش نسبت آب به سیمان، مقاومت ویژه الکتریکی خمیر سیمان افزایش می‌یابد. با توجه به نمودار ۲ این نتیجه برای بتن با نسبت آب به سیمان‌های مختلف و در حضور الکترولیت‌های متفاوت نیز کاملاً صادق است. از طرفی با بالاتر رفتن سن نمونه نیز در هر شرایط محیطی و با هر نسبت آب به سیمان، افزایش مقاومت الکتریکی در نمودارهای ۳ تا ۷ مشهود است.



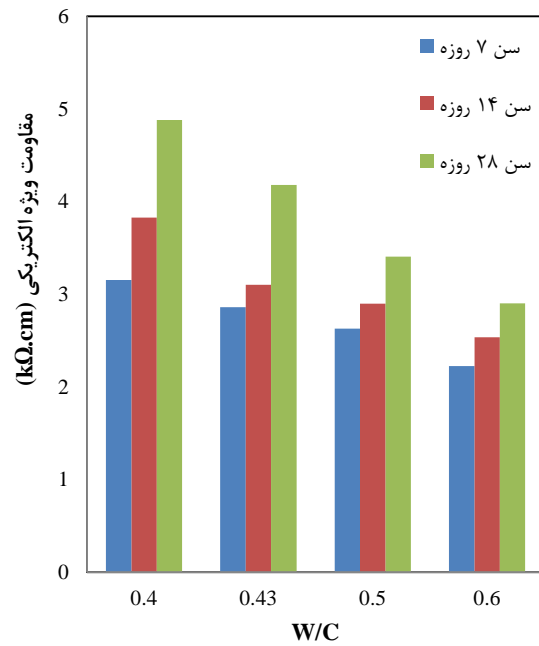
شکل شماره ۲: نمودار رابطه مقاومت الکتریکی و W/C در سن ۲۸ روز



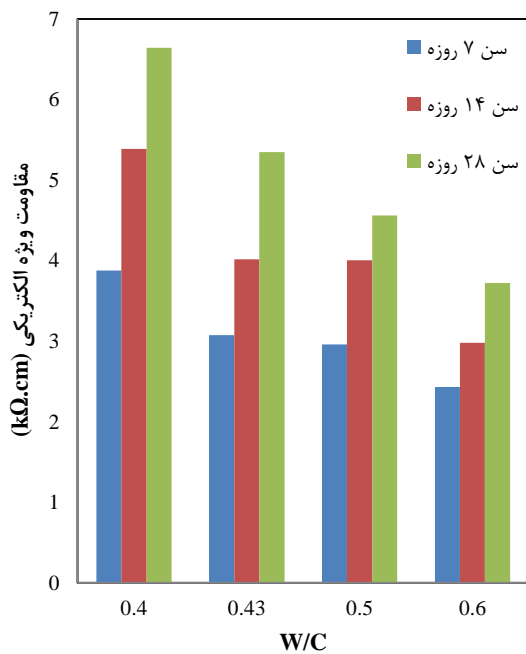
شکل شماره ۳: نمودار رابطه مقاومت الکتریکی و سن نمونه‌ها (کد A)



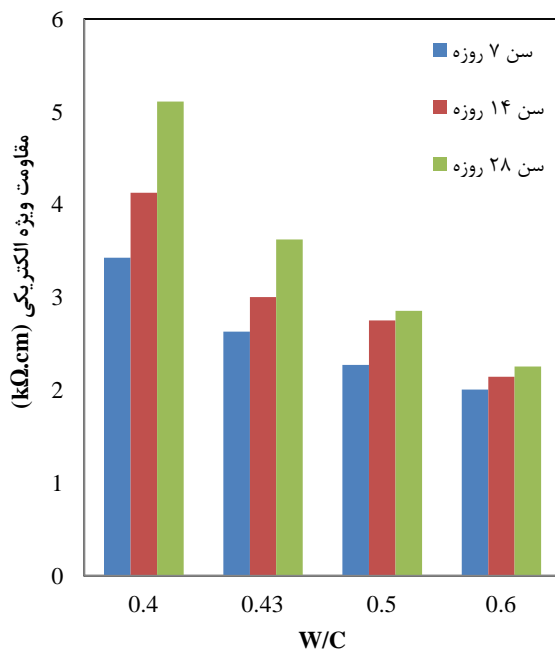
شکل شماره ۴: نمودار رابطه مقاومت الکتریکی و سن نمونه‌ها (کد B)



شکل شماره ۵: نمودار رابطه مقاومت الکتریکی و سن نمونه‌ها (کد C)



شکل شماره ۶: نمودار رابطه مقاومت الکتریکی و سن نمونه‌ها (کد D)

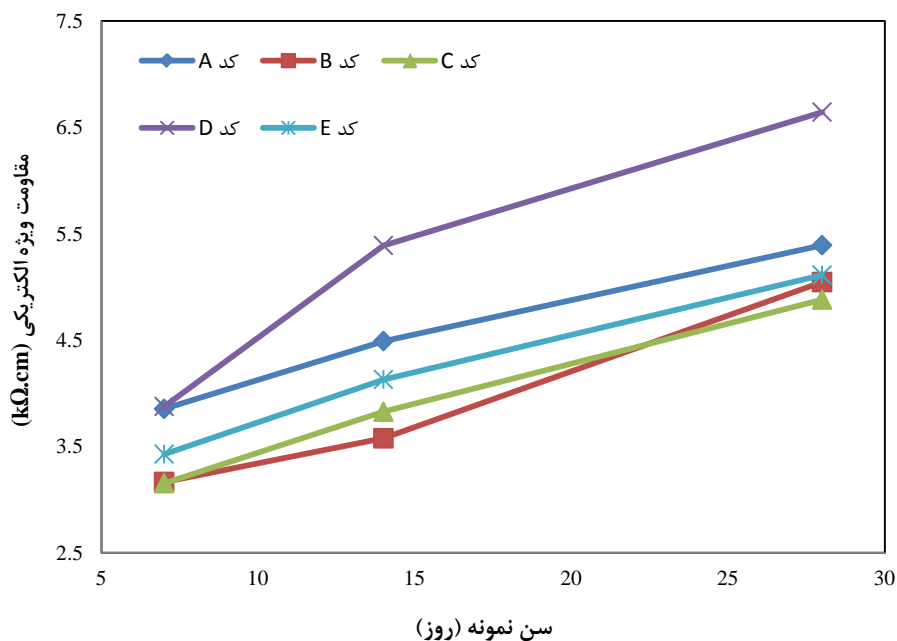


شکل شماره ۷: نمودار رابطه مقاومت الکتریکی و سن نمونه‌ها (کد E)

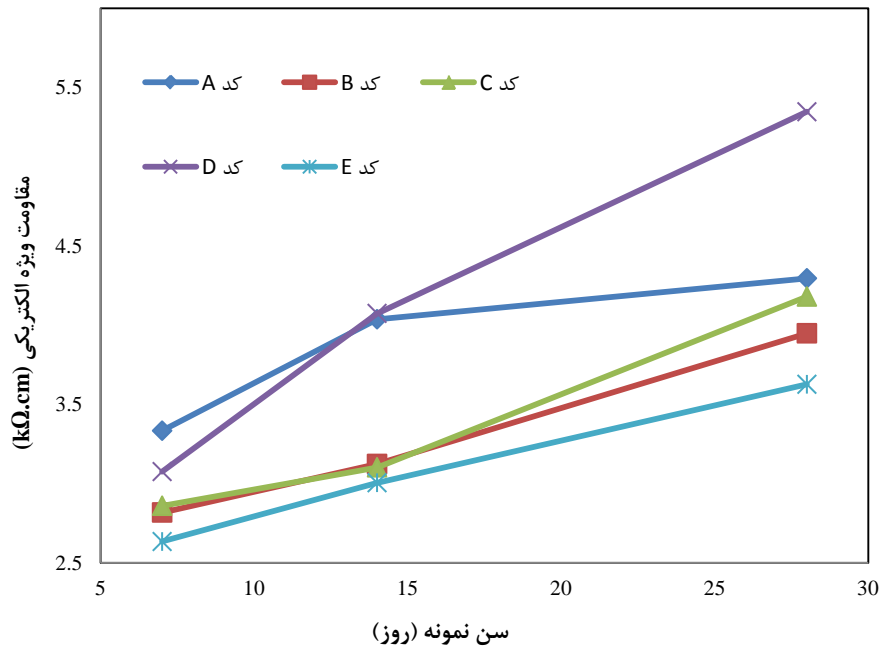
با توجه به نمودارهای شماره ۳ تا ۷ می‌توان دریافت با کاهش نسبت آب به سیمان، نرخ افزایش مقاومت الکتریکی در طول زمان برای هر محلول متفاوت می‌باشد. برای نمونه‌هایی با نسبت آب به سیمان ۰/۴ که در محلول‌های قلیایی و کلریدی بودند و نمونه شاهد تغییرات مقاومت ویژه الکتریکی از سن ۷ تا ۲۸ روزه، ۲/۵ برابر نمونه‌های ساخته شده با نسبت آب به سیمان ۰/۶ می‌باشد. بیشترین نرخ این تغییرات در محیط حاوی CO_3 است که در آن تغییر مقاومت ویژه الکتریکی از سن ۷ روزه تا ۲۸ روزه، برای نمونه‌های با نسبت آب به سیمان ۰/۴، ۶/۵ برابر تغییرات مقاومت ویژه الکتریکی با نسبت آب به سیمان ۰/۶ بوده. قابل ذکر است که تغییرات مقاومت ویژه الکتریکی نمونه‌هایی که در محیط سولفات‌ها بودند، از بقیه محیط‌ها کمتر بوده و حدود ۲ برابر افزایش می‌یابد. علاوه بر این از نمودارهای ۳ تا ۷ می‌توان دریافت که تغییرات مقاومت ویژه الکتریکی نمونه‌ها از سن ۷ تا ۲۸ روزه در محیط‌های سولفات‌ها و کربناته نسبتاً خطی و یکنواخت بوده که مشابه نمونه شاهد می‌باشد، اما در محیط‌های قلیایی و کلریدی این تغییرات خطی نبوده و افزایش مقاومت الکتریکی ویژه در سن ۱۴ تا ۲۸ روزه بیشتر از این افزایش در سن ۷ تا ۱۴ روزه می‌باشد.

با توجه به نتایج می‌توان دریافت که در محیط کلریدی همانند نمونه شاهد با کاهش نسبت آب به سیمان از ۰/۶ تا ۰/۴، مقاومت الکتریکی ویژه ۲۸ روزه در حدود ۱/۵ برابر افزایش یافته است. اما این تغییر در محیط قلیایی برابر ۲ می‌باشد و برای محیط حاوی CO_3 نیز برابر ۲/۳ می‌رسد.

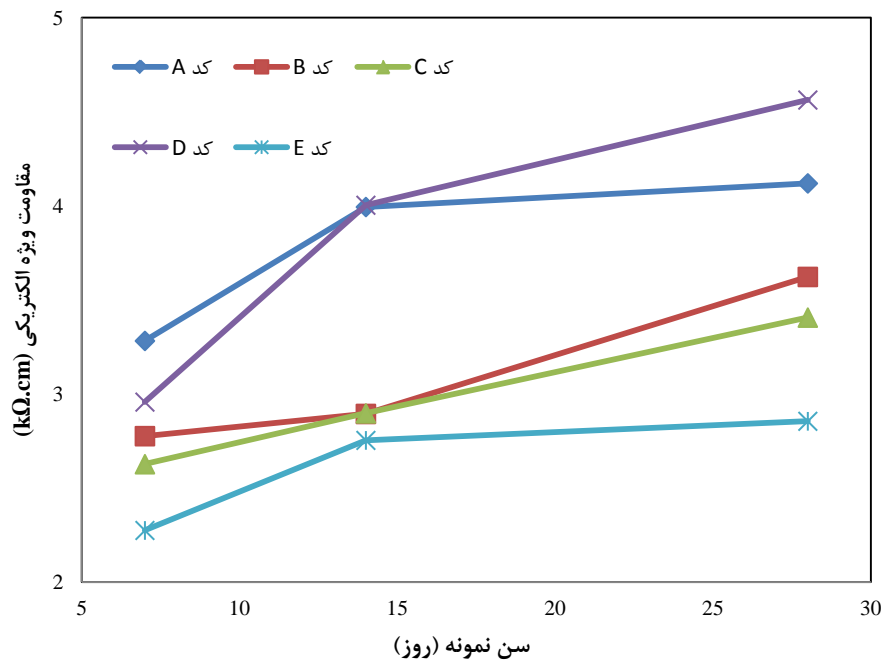
نمودارهای ۸ تا ۱۱ تغییرات مقاومت الکتریکی ویژه آزمون‌ها را برای محیط‌های مختلف در نسبت آب به سیمان‌های مختلف نشان داده است.



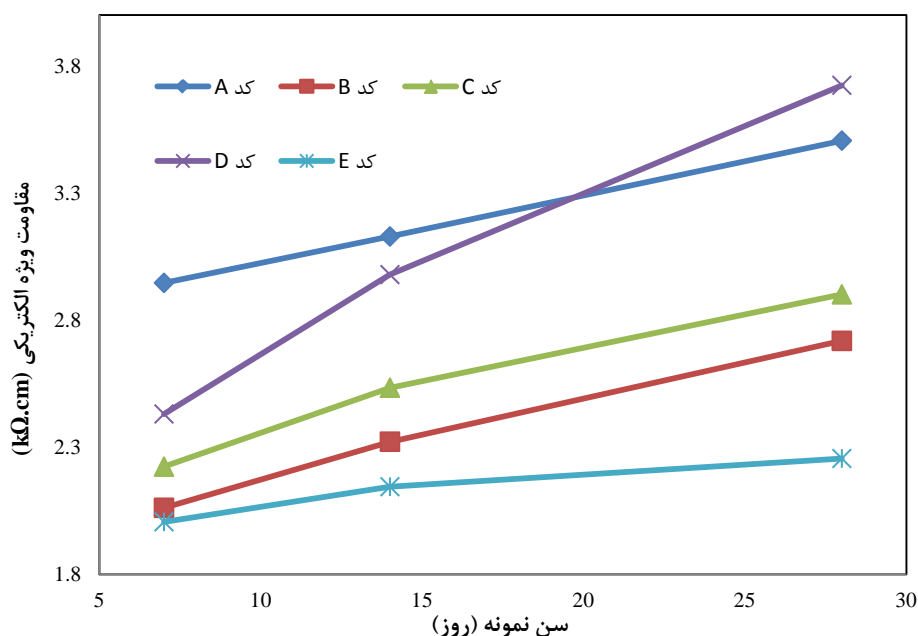
شکل شماره ۸: نمودار مقایسه‌ی مقاومت الکتریکی ویژه با نسبت آب به سیمان ۰/۴ در حضور الکترولیت‌های مختلف



شکل شماره ۹: نمودار مقایسه‌ی مقاومت الکتریکی ویژه با نسبت آب به سیمان ۰/۴۳ در حضور الکترولیت‌های مختلف



شکل شماره ۱۰: نمودار مقایسه‌ی مقاومت الکتریکی ویژه با نسبت آب به سیمان ۰/۵ در حضور الکترولیت‌های مختلف



شکل شماره ۱۱: نمودار مقایسه‌ی مقاومت الکتریکی ویژه با نسبت آب به سیمان ۰/۶ در حضور کنترولیتهای مختلف

با توجه به نتایج نمودارهای شماره ۸ تا ۱۱، آزمونه‌هایی که در محیط سولفات قرار گرفته‌اند بیشترین مقاومت الکتریکی را نسبت به سایر محیطها دارا می‌باشند. در نسبت آب به سیمان ۰/۴ برای آزمونه‌های قرار گرفته در سولفات میزان مقاومت ویژه الکتریکی ۲۳ درصد افزایش یافته است. در نمودار شماره ۱۱، مقاومت الکتریکی ویژه نمونه قرار گرفته در محیط کربناته از سایر محیطها کمتر بوده و در مقایسه با نمونه شاهد ۳۵ درصد کاهش یافته است، اما این اختلاف با کاهش نسبت آب به سیمان کمتر می‌شود در نسبت آب به سیمان ۰/۴ مقاومت الکتریکی ویژه محیط کربناته ۵ درصد کمتر از محیط شاهد می‌باشد. از طرفی در همه نمودارهای ۸ تا ۱۱ مشاهده می‌شود مقاومت الکتریکی ویژه نمونه‌های اشباع شده در محیطهای قلیایی و کلریدی اختلاف کمی با یکدیگر دارند و نتیجه‌ها به یکدیگر نزدیک می‌باشد.

نتیجه گیری

۱. نمونه‌هایی که در محلول Na_2SO_4 اشباع شده‌اند مقاومت ویژه الکتریکی بیشتری را نسبت به سایر نمونه‌ها از خود نشان داده‌اند و این اختلاف با کاهش نسبت آب به سیمان افزایش می‌یابد.
۲. نمونه‌هایی که در محلول Na_2CO_3 اشباع شده‌اند مقاومت ویژه الکتریکی کمتری را نسبت به سایر نمونه‌ها از خود نشان داده‌اند و این اختلاف با کاهش نسبت آب به سیمان کاهش می‌یابد.
۳. نمونه‌هایی که در محیطهای قلیایی و کلریدی قرار می‌گیرند مقاومت ویژه الکتریکی مشابهی را با همدیگر دارند اما این شباهت با کاهش نسبت آب به سیمان، بیشتر می‌شود.
۴. با کاهش نسبت آب به سیمان، به غیر از محیط سولفات شرایط سایر محیطها به شرایط نمونه شاهد نزدیک می‌شود.

۵. نرخ افزایش مقاومت الکتریکی بتن در طول زمان برای نسبت‌های آب به سیمان متفاوت و محلول‌های نگهداری مختلف می‌باشد.

با توجه به اینکه یکی از ساده ترین روش‌ها برای بدست آوردن مقاومت الکتریکی سازه‌های بتنی، انجام آزمایش‌های درجا می‌باشد، پس توجه به این نکته خیلی مهم است که بدانیم سازه‌ها اگر در محیط‌های متفاوت دریایی، فاضلابی، قلیایی یا آزمایشگاهی قرار داشته باشند، مقاومت الکتریکی مختلفی را از خود نشان می‌دهند و این اختلاف نشان دهنده‌ی تفاوت آزمون‌های بتنی نیست و به دلیل تغییر میزان یون غالب در منافذ بتن بویژه منافذ مویینه می‌باشد.

مراجع

- [1] Mehta PK, Monteiro PJM. *Concrete: microestrutura, propriedades e materiais*. 3rd ed. São Paulo: IBRACON; 2008. 674p.
- [2] Lübeck A, Gastaldini ALG, Barin DS, Siqueira HC. Compressive strength and electrical properties of concrete with white Portland cement and blast-furnace slag. *Cement & Concrete Composites* 34 (2012) 392–399.
- [3] Andrade C, Alonso C, González JA. Relation between resistivity and corrosion rate of reinforcement in carbonated mortar made with several cement types. *Cem Concr Res* 1988;18(5):687–98.
- [4] Andrade C. Calculation of chloride diffusion coefficients in concrete from ionic migration measurements. *Cem Concr Res* 1993;23(3):724–42.
- [5] Polder RB. Test methods for on site measurement of resistivity of concrete – a RILEM TC-154 technical recommendation. *Constr Build Mater* 2001;15(2–3):125–31.
- [6] Protection of Metals in Concrete Against Corrosion Reported by ACI Committee 222/ACI-222R01
- [7] Hunkeler F. The resistivity of pore water solution – a decisive parameter of rebar corrosion and repair methods. *Constr Build Mater* 1996;10(5):381–9.
- [8] Hope BB, Ip AK. Corrosion and electrical impedance in concrete. *Cem Concr Res* 1985;15(3):525–34.
- [9] Andrade C. Model for prediction of reinforced concrete service life based on electrical resistivity. *IBRACON Mater J* 2005;1(1):1–5.
- [10] Sengul O, GjØrv OE. Electrical resistivity measurements for quality control during concrete construction. *ACI Mater J* 2008;105(6):541–7.
- [11] Hunkeler F. The resistivity of pore water solution – a decisive parameter of rebar corrosion and repair methods. *Constr Build Mater* 1996;10(5):381–9.
- [12] Whiting DA, Nagi MA. Electrical resistivity of concrete – A literature review. R&D Serial no. 2457. Portland cement association. Skokie, Illinois, EUA; 2003. 57p.
- [13] Castellote M, Andrade C, Alonso MC. Standardization, to a reference of 25 C, of electrical resistivity for mortars and concretes in saturated or isolated conditions. *ACI Mater J* 2002;99(2):385–90.
- [14] عالی زاده، روح الله، پایان نامه کارشناسی ارشد: بررسی اثر نوع و مدت زمان عمل آوری بر آهنگ نفوذ یون کلر در محیط خلیج فارس، استاد راهنما: دکتر قالیبافیان و دکتر رمضانیان پور، دانشگاه تهران، خرداد ماه ۱۳۸۳.
- [15] COST 509, Corrosion and Protection of Metals in Contact with Concrete, Final report, R. N. Cox, R. Cigna, O. Vennesland, T. Valente (Eds.), European Commission, Directorate General Science, Research and Development, Brussels, EUR 17608 EN, 1997.

Effect of Various Electrolytes on Concrete Electrical Resistivity

M. Shekarchi¹, H. Eftekhar², A. Daghighi³ and T. Hajibabae³

1. Director of Construction Materials Institute, University of Tehran
2. Technical Manager Construction Materials Institute, University of Tehran
3. Research Assistant Construction Materials Institute, University of Tehran

Tel (Construction Materials Institute) : 021-88968111

Tel (Amin Daghighi) : 09124588969

Email : Amin.Daghighi@ut.ac.ir

Abstract:

One of the most important parameters in the concrete durability is determination of chloride penetration or in fact the determination resistance of concrete against corrosion, especially in the southern part of Iran and in Persian Gulf. One of the methods for determining the rate of corrosion of concrete is electrical resistivity test.

Based on the researches, concrete electrical resistivity in the presence of various electrolytes can be different. So in the marine, waste or alkaline environment the presence of ions such a chloride, sulfate, carbonate and other alkaline have different effect on the electrical resistivity.

In this paper, used four mix designs to determine the effect of different ions on the electrical resistivity for this purpose and After the specimens cured and saturating with various ions, such as chloride, sulfate, carbonate, and sodium hydroxide, then the electrical resistance is determined for 7, 14 and 28 days and compared.

The results of this study show that electrical resistivity of samples were saturated with sulfate were greater than other samples. This difference increases by decreasing w/c ratio and electrical resistivity of samples were saturated with carbonate were less than other samples. This difference reduced by decreasing w/c ratio.

Key Words: Electrical resistance test, corrosion, chloride, sulfate, carbonate, and sodium hydroxide ions.