Effect of additives on electrical resistivity

Writers:

Hadi Mazloomi

Farid Sartipi Pour

Construction material institude

Email:

Ahad1404@yahoo.com

Fstp_16@yahoo.com

Abstract

Use of chemical and mineral additives is inevitable in improving the concrete durability, in particular, in harmful environment such as sewerages or the seashores of Persian Gulf. Direct or indirect use of concrete additives will influence the properties concrete, fresh mortar, and hardened mortar. One of commonly used experiments in probing concrete durability is the electrical resistance. It is a criterion for permeability and chloride corrosion velocity of concrete. The result of electrical resistance test is depends on several variables, including consuming material. Additive materials are not excluded from this promise and influence the result. In this study we investigate the direct influence of additives on electrical resistance in comparison with the control sample. To do this, the effect of super-plasticizers, blowing agents, and retarders on the result of electrical resistance of cement mortar at the age of 1, 3, 7, and 28 days is investigated.

Key words: electrical resistance, additives, permeability.

تاثیر افزودنی های شیمیایی بر مقاومت الکتریکی ملات سیمان (کدE)

(کد انجمن F-۲۱۱)

محمد شکرچی زاده[۱] ، محمد حسین افتخار[۲] ، هادی مظلومی[۳] ، فرید سرتیپی پور[۳]

۱- سرپرست انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران
۲- مدیر فنی انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران
۳- کارشناس انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران

(انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران)
ahad1404@yahoo.com
Fstp_16@yahoo.com

چکیده

جهت بهبود دوام به ویژه در محیط‌های گزند بار نظیر فاضلاب و یا حاشیه خلیج فارس استفاده از مواد افزودنی شیمیایی و معدنی اجتناب ناپذیر می‌باشد. استفاده از افزودنی‌های بتن بصورت مستقیم و غیر مستقیم بر خواص بتن و یا ملات تازه و سخت شده تأثیر گذار خواهند بود.
یکی از آزمایش‌های پرکاربرد در خصوص دوام آزمایش مقاومت الکتریکی می‌باشد. مقاومت الکتریکی به عنوان معیاری از نفوذپذیری میزان سرعت خوردگی یون کلر در بتن مطرح می‌باشد. نتایج حاصل از آزمایش مقاومت الکتریکی تابع متغیرهای زیادی از جمله مصالح مصرفی است. مواد افزودنی نیز از این قاعده مستثنی نمی‌باشد و بر نتایج این آزمایش تأثیر گذار است.
در این پژوهش اثر مستقیم افزودنی های شیمیایی بر مقاومت الکتریکی در مقایسه با نمونه شاهد مورد بررسی قرار می‌گیرد. بدین منظور تأثیر روان کننده‌ها، فوق روان کننده‌ها، مواد حباب‌زا و دیر گیر کننده‌ها بر نتایج مقاومت الکتریکی ملات ماسه سیمان در سنین ۱، ۳، ۷ و ۲۸ مورد بررسی قرار می‌گیرد.

واژه های کلیدی: مقاومت الکتریکی ، نفوذپذیری ، افزودنی های شیمیایی

۱- مقدمه

خوردگی آرماتور مدفون در بتن یکی از عوامل اصلی زوال سازه‌های بتن مسلح می باشد که حملات کلریدی سبب تشدید خوردگی می‌گردد. در مناطق جنوبی و حاشیه خلیج فارس و دریای عمان به علت غلظت بالای یون کلر در این مناطق احتمال خوردگی سازه‌ها افزایش می‌یابد. در ارتباط با خوردگی پارامتر های متعددی به طور مستقیم وغیر مستقیم وجود دارد که یکی از این پارامترها مقاومت الکتریکی بتن است. می‌توان گفت اگر مقاومت الکتریکی بتن از یک میزان مشخصی بالاتر باشد، بتن در برابر محیط خوردگی مقاوم است. ازجمله عوامل موثر بر مقاومت الکتریکی، رطوبت و دمای محیط، نسبت آب به سیمان، نوع سیمان، مقدار سیمان، نوع و محیط عمل آوری است که هریک به نوبه خود می توانند بر مقاومت الکتریکی بتن تاثیر بسزایی داشته باشند..هر یک از عوامل مذ کور به نوبه خود می تواند بر دوام تاثیر داشته باشد. از آزمایش مقاومت الکتریکی بتن برای ارزیابی خصوصیاتی همچون میزان نفوذ یون کلر در بتن، درجه اشباع شدگی و قابلیت خوردگی بتن استفاده می‌شود. از همین جهت این آزمایش به عنوان شاخص و معیاری برای دوام بتن مطرح می‌باشد.

ذرات سیمان در حالت خشک به صورت جدا از هم هستند ولی پس مخلوط شدن آنه با آب این ذرات به صورت کلوخه به هم می چسبند و بخشی از آب اختلاط که باید صرف روانی در بتن شوند را به تله می اندازند. استفاده از افزودنی‌های روان کننده و فوق روان کننده موجب دور شدن ذرات سیمان و در نتیجه استفاده از آب اختلاط جهت افزایش روانی مخلوط می‌گردد. استفاده از روان کننده ها و فوق روان کننده ها در بتن رشد روز افزونی داشته و در صورت استفاده صحیح موجب بهبودکیفیت بتن می‌شود. روان کننده‌ها و فوق روان کننده برای جدا سازی ذرات سیمان دارای عملکردهای متفاوتی می‌باشند. مکانیزم عمل روان کننده ها نظیر روان کننده‌ها با پایه لیگنوسولفونات بدین صورت است که با ایجاد یک دافعه الکتروستاتیکی بر روی سطح ذرات سیمان آنها را از یکدیگر جدا می‌سازد. همچنین بواسطه بار الکتریکی ایجاد شده بر روی سطح ذرات سیمان مولکول های دو قطبی آب به دور ذرات سیمان تجمع می کنند که این عمل باعث سهولت در حرکت ذرات شده و در نتیجه روانی افزایش پیدا می‌کند. فوق روان کننده ها با دو روش ایجاد دافعه الکترواستاتیکی و ایجاد ممانعت فضایی می توانند میزان روانی را افزایش دهند. فوق روان کننده با پایه نفتالین فرمالدهید سولفوناته با روش ایجاد دافعه الکتروستاتیکی و فوق روان کننده ها با پایه پلی کربوکسیلات با روش ایجاد ممانعت فضایی، روانی را افزایش می دهند.

هدف از این تحقیق، بررسی تاثیر مواد افزودنی روان کننده و فوق روان کننده بر نتایج آزمایش مقاومت الکتریکی است. این تأثیر از دو جنبه قابل بررسی است. اول در خصوص تأثیر هر کدام از مواد افزودنی روان کننده و فوق روان کننده در کاهش میزان نسبت آب به سیمان و در نتیجه افزایش مقاومت الکتریکی و در جهت بعدی بررسی تأثیر نحوه عملکرد مواد افزودنی روان کننده و فوق روان کننده بر نتایج آزمایش مقاومت الکتریکی در یک نسبت آب به سیمان و میزان مصرف ثابت می‌باشد. از آنجایی که عملکرد روان کننده‌ها و فوق روان کننده‌ها در فاز ملات بهتر قابل بررسی می‌باشد در این تحقیق از ملات برای ساخت نمونه‌های آزمایشگاهی و انجام آزمایش استفاده شده است.

۲- برنامه آزمایشگاهی

برای دستیابی به اهداف مورد نظر در این تحقیق از دو نوع طرح اختلاط استفاده شد:

الف) نسبت اب به سیمان ثابت و میزان مصرف افزودنی متغیر

ب)نسبت آب به سیمان متغیر و میزان مصرف افزودنی ثابت

برای ساخت نمونه های از سیمان پرتلند تیپ ۲ تولید کارخانه فیروزکوه و و سنگدانه ریز طبیعی با دانه‌بندی ۴/۷۵-۰ میلیمتر استفاده گردید. دانه‌بندی ماسه مورداستفاده به همراه مشخصات فیزیکی آن در جداول شماره ۱ و ۲ آورده شده است. همچنین برای ساخت و عمل آوری نمونه‌های بتنی از آب شرب شهر تهران استفاده شد. محل انجام آزمایش‌ها، آزمایشگاه مصالح ساختمانی دانشکده‌ی فنی دانشگاه تهران بوده است. برای بررسی تأثیر مواد افزودنی روان کننده و فوق روان کننده از سه نوع ماده افزودنی روان کننده با پایه لیگنو سولفونات و موده اقزودنی فوق روان کننده با پایه‌های نفتالین و پلی کربوکسیلات مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱ – مشخصات دانه بندی ماسه

شماره الک	۴	۸	۱۶	۳۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	زیر الکی
درصد مانده	۱۱/۹	۲۸/۲	۲۲/۰	۱۳/۰	۱۰/۱	۱۱/۱	۲/۲	۱/۵
درصد گذرانده تجمعی	88/1	59/9	37/9	24/9	14/8	3.7	1/5	

جدول ۲- مشخصات فیزیکی ماسه

میزان جذب (درصد)	وزن مخصوص اشباع (gr/cm^3)
۲/9	۲/۵۴

در ادامه مشخصات هر نوع اختلاط به همراه درصدهای مورد استفاده ذکر شده است:

الف) نسبت اب به سیمان ثابت ومیزان مصرف افزودنی متغیر

در این نوع از طرح اختلاط، میزان نسبت آب به سیمان در طرح اختلاط شاهد به مقداری تنظیم شد تا میزان بازشدگی ملات در آزمایش میز جریان که مطابق با استاندارد ASTM C 1427 انجام پذیرفت برابر با ۱۳ سانتیمتر شود. نسبت‌های ماسه به سیمان نیز مطابق با استاندارد ASTM C109 در نظر گرفته شد. پس از تنظیم میزان نسبت آب به سیمان نمونه شاهد، به میزانی افزودنی به ملات اضافه شد که میزان بازشدگی به میزان ۶۰ درصد باز شدگی اولیه (۲۱ سانتیمتر) افزایش پیدا نماید. جزئیات نسبت‌های اختلاط مصرفی در این تیپ طرح اختلاط در جدول شماره ۳ آورده شده است.

جدول ۳- نسبت‌های اختلاط مورد استفاده در نوع الف طرح اختلاط

نوع افزودنی	ماسه (kg/m^3)	سیمان (kg/m^3)	نسبت آب به سیمان	درصد استفاده از افزودنی بر حسب وزن سیمان
-	۱۴۴۷	۵۳۴	۰/۴۸	-
لیگنوسولفونات	۱۴۴۷	۵۳۴	۰/۴۸	۰/۹
نفتالین	۱۴۴۷	۵۳۴	۰/۴۸	۰/۹
پلی کربوکسیلات	۱۴۴۷	۵۳۴	۰/۴۸	۰/۴

ب)نسبت آب به سیمان متغیرو میزان مصرف افزودنی ثابت

در این نوع از طرح اختلاط، میزان نسبت آب به سیمان طرح اختلاط شاهد میزانی تنظیم شد تا در آزمایش میز جریان که مطابق با استاندارد ASTM C 1427 انجام پذیرفت میزان باز شدگی برابر با ۱۷ سانتیمتر باشد. نسبت‌های ماسه به سیمان نیز مطابق با استاندارد ASTM C109 در نظر گرفته شد. سپس میزان افزودنی مورد استفاده برای تمام طرح اختلاط‌ها ثابت و برابر با ۰/۶ درصد وزنی سیمان انتخاب شد. برای طرح اختلاط‌های حاوی افزودنی میزان نسبت آب به سیمان نیز به میزانی تنظیم شد که میزان باز شدگی برابر با ۱۷ سانتیمتر باشد. جزئیات نسبت‌های اختلاط مصرفی در این تیپ طرح اختلاط در جدول شماره ۴ آورده شده است.

جدول ۴- نسبت‌های اختلاط مورد استفاده در نوع ب طرح اختلاط

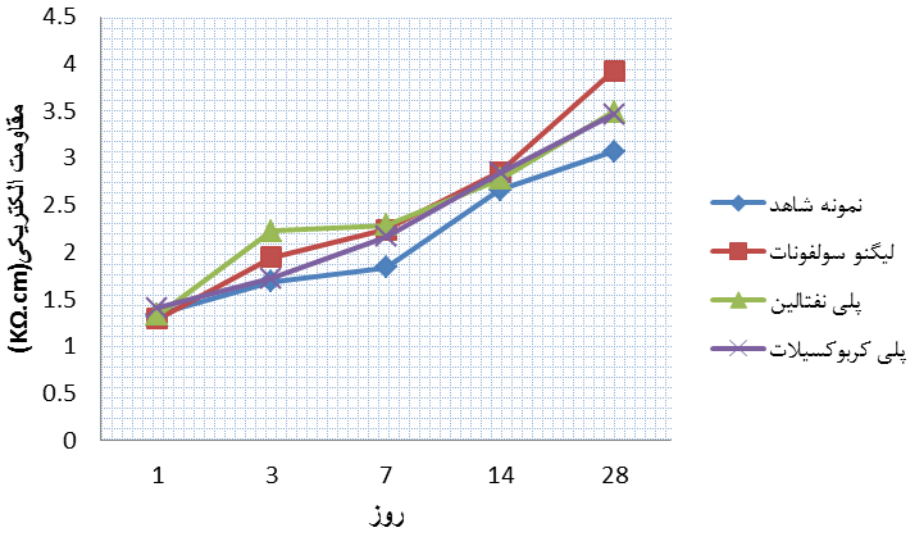
نوع افزودنی	ماسه (kg/m^3)	سیمان (kg/m^3)	نسبت آب به سیمان	درصد استفاده از افزودنی بر حسب وزن سیمان
-	۱۴۰۴	۵۱۸	۰/۵۶	-
لیگنوسولفونات	۱۴۳۴	۵۲۹	۰/۵	۰/۶
نفتالین	۱۴۲۱	۵۲۵	۰/۵۱	۰/۶
پلی کربوکسیلات	۱۵۱۳	۵۵۹	۰/۴۰	۰/۶

۲.جزئیات و نحوه انجام آزمایش

پس از تراکم آزمونه با کوبه استاندارد، آزمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در شرایط استاندارد نگهداری شدند. پس از قالب برداری، آزمونه‌ها در محلول آب اشباع از آهک قرار گرفتند. ابعادآزمونه‌های مورد آزمایش مکعب‌های ۱۰×۱۰×۱۰ بوده است. هر کدام از آزمونه‌های آزمایش تا مدت ۱۴ روز در محلول های مورد نظر نگهداری شدند و در سن ۱، ۳، ۷ و ۱۴ روزه میزان مقاومت الکتریکی آن‌ها اندازه گیری شد. برای اندازه گیری مقاومت الکتریکی آزمونه های بتنی، از آزمایش تعیین مقاومت الکتریکی به روش ۲ نقطه ای و برای هر سری نمونه، از دو آزمونه برای تعیین مقاومت الکتریکی استفاده شد و میانگین دو آزمونه به عنوان مقاومت الکتریکی نهایی در نظر گرفته شد.

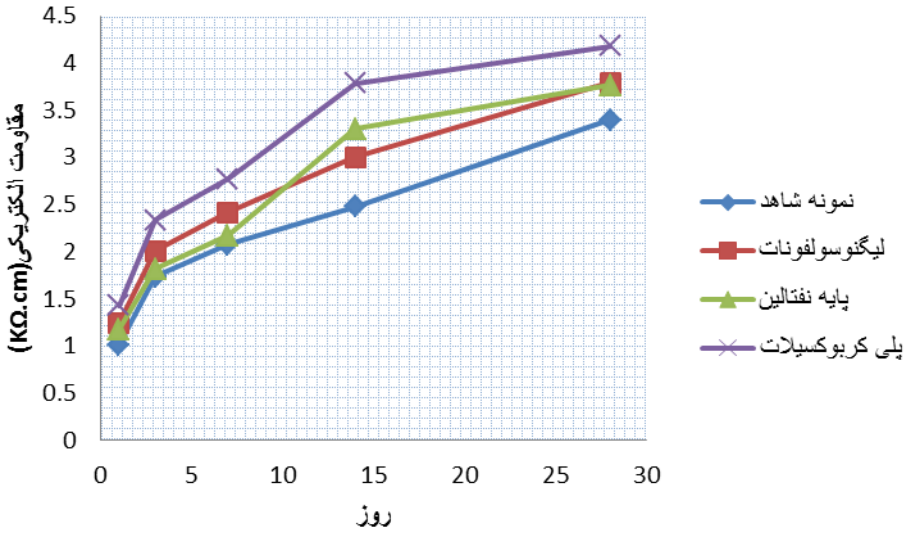
۴- بحث و بررسی نتایج بدست آمده

نتایج بدست آمده برای تیپ الف طرح اختلاط در نمودار شکل شماره ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده استفاده از افزودنی‌های روان کننده و فوق روان کننده بر مقاومت الکتریکی بتن مؤثر می‌باشد و موجب افزایش مقاومت الکتریکی می‌گردد. بصورتیکه تا سن ۱۴ روزه نیز مقادیر مقاومت الکتریکی بدست آمده برای ملات‌های حاوی افزودنی بیشتر از نمونه شاهد می‌باشد. همچنین طرح اختلاط حاوی افزودنی فوق روان کننده با پایه پلی نفتالین در سنین اولیه به میزان مقاومت الکتریکی بیشتری نسبت به سایر افزودنی‌ها و نمونه شاهد دست پیدا کرده است. بر اساس شکل شماره ۱ میزان مقاومت الکتریکی ملات حاوی افزودنی فوق روان کننده با پایه پلی کربوکسیلات در سنین اولیه با نمونه شاهد یکسان می‌باشد ولی با افزایش سن نمونه به مقادیر بیشتری دست پیدا می‌کند. در حالیکه پیش‌بینی می‌شد ملات حاوی افزودنی فوق روان کننده با پایه پلی‌کربوکسیلات در یک نسبت آب به سیمان برابر در سنین اولیه دارای مشخصات بهتری برای ملات سخت شده باشد. این امر را می‌توان به عملکرد روان کننده پایه لیگنو سولفانات و فوق روان کننده پلی نفتالین مربوط دانست زیرا هر دوی آنها از مکانیزم دافعه الکترواستاتیکی بهره می‌گیرند و وجود بار بر روی ذرات سیمان هیدراته نشده در سنین اولیه موجب افزایش مقاومت الکتریکی در سنین اولیه گردیده است. البته برای اثبات دقیق‌تر نیازمند انجام آزمایش‌های تکمیلی و بیشتری می‌باشد.



شکل شماره ۱ نتایج آزمایش مقاومت الکتریکی برای طرح اختلاط نوع الف

نتایج بدست آمده برای تیپ ب طرح اختلاط در نمودار شکل شماره ۲ نشان داده شده است. همانطور که پیش‌بینی می‌گردید ملات حاوی افزودنی فوق روان کننده با پایه پلی‌کربوکسیلات به علت کاهش بیشتر نسبت آب به سیمان دارای بیشترین مقاومت الکتریکی نسبت به نمونه شاهد می‌باشد. همچنین با توجه به نسبت آب به سیمان تقریباً برابر افزودنی فوق روان کننده با پایه پلی نفتالین و روان کننده با پایه لیگنو سولفانات در سن ۱۴ روزه به مقدار یکسانی دست پیدا نموده‌اند تأثیر نسبت آب به سیمان را می‌توان در همان سن یک روز نیز مشاهده نمود.



شکل شماره ۲ نتایج آزمایش مقاومت الکتریکی برای طرح اختلاط نوع ب

۴- نتیجه گیری

۱-نتایج آزمایش نشان می دهد که در نسبت آب به سیمان برابر استفاده از مواد افزودنی روان کننده و فوق روان کننده موجب افزایش میزان مقاومت الکتریکی نسبت به نمونه شاهد می‌شود و این اختلاف تا آخرین سری قرائت نیز وجود داشته است.

۲- در سنین ابتدایی ملات‌های حاوی روان کننده با پایه لیگنو سولفانات و فوق روان کننده با پایه نفتالین دارای مقاومت الکتریکی بیشتری نسبت به نمونه شاهد و ملات حاوی فوق روان کننده پلی‌کربوکسیلات می‌باشند. این امر می‌تواند به علت استفاده از مکانیزم دافعه الکترواستاتیکی برای افزایش روانی ملات توسط این دو نوع ماده افزودنی باشد.

۳- بر اساس نتایج بدست آمده ماده افزودنی فوق روان کننده با پایه پلی‌کربوکسیلات به علت کاهش بیشتر در میزان نسبت آب به سیمان درمقایسه با سایر نمونه‌های ساخته شده دارای مقاومت الکتریکی بیشتری می‌باشد.

۴-از آنجا که در گلینگرو و روان کننده و فوق روان کننده ها مقداری یون سدیم وجود دارد این امر تأثیر زیادی می گذارد که به خود روان کننده مربوط نیست.

۵-مراجع

۱-بررسی خصوصیات دوام مربوط به بتن های حاوی الیاف سلولزی و الیاف پلی پروپیلن – شکرچی زاده –رحمانی –کیانی- سامی

۲-تاثیر سیمان بر مقاومت ویژه الکتریکی - غلامرضا قهرمانی-مصطفی خانزادی- علیرضا آذریون

۳-بررسی مشخصات مکانیکی و مقاومت الکتریکی در بتن‌های حاوی نانوسیلیس- مهدی ولی پور-علیرضامیردامادی-محمدشکرچی زاده-محسن تدین

۴-تاثیر شرایط محیطی مختلف بر مقاومت ویژه الکتریکی بتن-غلامرضا قهرمانی-

۵- تأثیر شرایط عمل آوری نمونه های بتنی بر مقاومت ویژه الکتریکی- غلامرضاقهرمانی,محسن تدین,مریم قهرمانی

7- Compressive strength and electrical properties of concrete with white Portland cement and blast-furnace slag Mehta PK, Monteiro PJM. Concreto: microestrutura, propriedades e materiais.3rd ed. São Paulo: IBRACON; 2008. 674p

8-Quality control based on electrical resistivity measurements. MiguelFERREIRA-Said JALALI

9--the Use of Electrical Resistivity as NDT Method for the Specification of the durability of Reinforced Concrete, Carmen ANDRADE1, Renata D'ANDRÉA1, Angel CASTILLO1, Marta CASTELLOTE1

Effect of admixture on electrical resistivity of cement mortar

M. Shekarchi [1] , H. Eftekhar [2] , H. Mazloomi [3] and F. Sartipi Pour [3]

1. Director of Construction Materials Institute

2. Technical Manager Construction Materials Institute, University of Tehran

3. Research Assistant Construction Materials Institute

Tel (Construction Materials Institute) : 021-88968111

Tel (Amin Daghighi) : 09191688297

Email : Ahad1404@yahoo.com

Abstract

Use of chemical and mineral additives is inevitable in improving the concrete durability, in particular, in harmful environment such as sewerages or the seashores of Persian Gulf. Direct or indirect use of concrete additives will influence the properties concrete, fresh mortar, and hardened mortar. One of commonly used experiments in probing concrete durability is the electrical resistance. It is a criterion for permeability and chloride corrosion velocity of concrete. The result of electrical resistance test is depends on several variables, including consuming material. Additive materials are not excluded from this promise and influence the result. In this study we investigate the direct influence of additives on electrical resistance in comparison with the control sample. To do this, the effect of super-plasticizers, blowing agents, and retarders on the result of electrical resistance of cement mortar at the age of 1, 3, 7, and 28 days is investigated.

Key words: electrical resistance, additives, permeability.