

تاثیر فوق روان کننده و روان کننده بر کارآیی و میزان آب مصرفی مخلوط بتن غلتکی

شادی آزاد^۱، بهار بیهقی^۱، رضا مهرعلیزاده^۱، مجتبی کهندل نیا^۱، مهدی چینی^۲، مهدی نعمتی چاری^۲، محمد شکرچی زاده^۳

(۱) کارشناس انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران و دانشجوی کارشناسی دانشگاه تهران

(۲) کارشناس ارشد انستیتو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران

(۳) عضو هیئت علمی گروه عمران دانشکده فنی، دانشگاه تهران و سرپرست انستیتو

چکیده:

بتن غلتکی روسازی راه عبارت است از مخلوط سفت و نسبتاً خشکی از سنگدانه ها، مواد سیمانی و آب که در میکسر بتن مخلوط شده و همگن می گردد. با توجه به کم بودن مقدار آب اختلاط در بتن های غلتکی روسازی راه، مدت زمان کارپذیری این نوع بتن ها اهمیت بسیار دارد و مواد افزودنی شیمیایی در مقادیر مصرف متعارف، عملکرد مناسبی در بتن های غلتکی ندارند. در این پژوهش، تأثیر سه نوع فوق روان کننده و روان کننده بر زمان وی بی و به تبع آن کارپذیری بتن و نحوه افت زمان وی بی در بازه ۹۰ ثانیه ای برای عیار های سیمان ۲۷۵، ۳۰۰، ۳۲۵ و ۳۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب ارائه می شود. روان کننده با پایه لیگنوسولفونات و نفتالین و فوق روان کننده با پایه پلی کربوکسیلات در روند کار آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گرفته است. در مورد نفتالین و فوق روان کننده همچنین به این موضوع پرداخته شد که برای حفظ وی بی اولیه ۳۰ ثانیه، تا چه میزان می توان آب را کاهش داد.

واژگان کلیدی: بتن غلتکی روسازی- عیار سیمان- زمان وی بی- افزودنی شیمیایی

۱-مقدمه:

روسازی های بتن غلتکی نوع ویژه ای از روسازی های بتنی هستند که به صورت کلی در گروه روسازی های بتنی غیر مسلح درز دار طبقه بندی می شوند [۱]. بتن غلتکی بتنی است بدون اسلامپ که قبل از گیرش باید بتواند وزن غلتک هایی که برای تراکم آن به کار می رود، تحمل کند [۲]. با توجه به حساسیت بسیار زیاد این بتن نسبت به آب موجود، اگر رطوبت آن بیش از رطوبت بهینه باشد، بتن براق به نظر می رسد و رد غلتک روی آن باقی می ماند. هم چنین اگر رطوبت بتن کمتر از رطوبت بهینه باشد، بتنی شبیه خاک بوجود می آید [۳]. بتن غلتکی در دو زمینه مختلف مورد استفاده قرار میگیرد. اولین زمینه استفاده از بتن غلتکی در ساخت سد ها می باشد. در روسازی راه، بتن غلتکی میتواند به عنوان رویه اصلی برای تامین استقامت باربری سازه روسازی مورد استفاده قرار گیرد [۴]. در واقع میتوان گفت قابلیت باربری بسیار زیاد بتن غلتکی در آب و هوای بسیار نامساعد و شرایط ترافیکی سنگین، دلیل عمده استفاده از آن به عنوان روسازی راه است [۵]. به همین علت بتن غلتکی میتواند جایگزین مناسبی برای آسفالت در شرایط آب و هوایی گرم و سرد باشد [۶]. از مزایای رویه های بتنی در مقایسه با رویه های آسفالتی، ساخت و اجرای سریع با کمترین نیروی انسانی، ظرفیت باربری زود هنگام بعد از ساخت، نیاز کمتر به نگهداری، سطح روشن و عدم نیاز به استفاده زیاد از ابزار روشن کننده راه [۷]، عملکرد بهتر در نواحی با مقاومت بستر کم و شیب زیاد و کوهستانی، شرایط محیطی با دمای بالا و ترافیک سنگین، عمر مفید بیشتر، ضخامت و هزینه کمتر می باشد [۴]. از ویژگی های مهم طراحی بتن غلتکی روسازی مشخصه کارایی مخلوط تازه بتن غلتکی است. این پارامتر مقدار انرژی لازم برای رسیدن به بیشینه چگالی سنگدانه ها در مخلوط را مشخص می کند. کارپذیری، سهولت اجرا و تراکم لایه روسازی بتن غلتکی در مکان پروژه و همگن بودن رویه نهایی ساخته شده را کنترل میکند. عملکرد بلند مدت بتن غلتکی روسازی (ویژگی های مکانیکی و دوام) نیز از پارامتر کارپذیری تاثیر می پذیرند [۸]. استفاده موثر از انواع افزودنی های شیمیایی در بتن غلتکی روسازی چالش های منحصر به فردی ایجاد کرده است. کمبود مقدار آب در مخلوط، شروع فعل و انفعالات موثر افزودنی ها را با مشکل روبه رو می کند. به همین دلیل مقادیر بیشتری نسبت به بتن معمولی باید به کار گرفته شود [۹]. افزودنی های شیمیایی، از جمله کاهنده های آب و کندگیر کننده ها استفاده محدودی در بتن غلتکی روسازی داشته اند. استفاده از آن ها معمولا به پژوهش های آزمایشگاهی محدود شده است. قابلیت افزودنی کاهنده آب در کاهش آب مصرفی در مخلوط بتن غلتکی روسازی تا حدودی وابسته به مقدار و نوع سنگدانه های ریز تر از ۷۵ میکرومتر است [۱۰]. به نظر میرسد برای اصلاح کارپذیری و افزایش فرصت کاری با بتن غلتکی روسازی، استفاده از افزودنی های شیمیایی میتواند راهکار مفیدی باشد.

۲- مصالح مصرفی:

مصالح اصلی موجود در طرح اختلاط بتن غلتکی مشابه سایر بتن ها، سنگدانه ها (شن و ماسه)، مصالح چسبنده (سیمان و مواد جایگزین آن) و آب میباشد. گاهی اوقات بر حسب شرایط از افزودنی ها نیز استفاده می شود [۱۱].

۲-۱- مواد سیمانی:

انتخاب نوع سیمان به مقاومت طراحی و سنی که سیمان باید به این مقاومت برسد بستگی دارد. در بیشتر پروژه ها سیمان نوع اول و دوم استفاده میشود [۱۰]. اما از سیمان پرتلند نوع ۳ استفاده نمیشود [۴]. در آزمایش های انجام شده طی این پژوهش از سیمان پرتلند نوع ۲ فیروزکوه استفاده شده است که آنالیز شیمیایی آن در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول شماره ۱- آنالیز شیمیایی سیمان پرتلند نوع ۲ فیروزکوه

اکسید سدیم	اکسید پتاسیم	اکسید آلومینیوم	اکسید آهن	اکسید کلسیم	اکسید منیزیم	عنصر
۰.۲۲	۰.۷۱	۴.۳	۳.۴	۵۹.۸	۴.۹	مقدار (%)
چهار کلسیم آلومینوفریت	سه کلسیم آلومینات	سه کلسیم سیلیکات	دو کلسیم سیلیکات	تری اکسید سولفور	دی اکسید سیلیسیم	عنصر
۱۰	۶	۲۵	۴۹	۱.۵۲	۲۳.۷	مقدار (%)
قلیایی معادل		باقیمانده نامحلول		افت وزنی در اثر حرارت		عنصر
۰.۶۹		۴.۲۸		۲.۶۲		مقدار (%)

۲-۲- سنگدانه :

سنگدانه ها ۷۵ تا ۸۵ درصد حجم بتن غلتکی روسازی را تشکیل می دهند و بر خواص بتن تازه و سخت شده تاثیر گذارند. در مخلوط تازه، سنگدانه ها بر کارایی، پتانسیل جداسازی و راحتی تحکیم موثر هستند. [۱۰] معمولا مخلوط های بتن غلتکی نسبت به بتن معمولی به درصد های بیشتری از ریزدانه نسبت به درشت دانه ها نیاز دارند. [۱۲] ریزدانه بیشتر باعث کارایی بهتر اما مقاومت کمتر میشود. [۱۳] از آنجا که سنگدانه های درشت باعث پارگی سطح روسازی در حین عبور فینیش می شوند، اکثر پروژه های روسازی بتن غلتکی این اندازه را به ۱۹ میلیمتر محدود کرده اند. [۱۰] استفاده از دانه های پولک و سوزنی نیز به ۲۵ درصد محدود شده است. [۱۴] مصالح سنگی مورد استفاده در این پژوهش متوساک بوده است. که در جدول شماره ۲ ویژگی فیزیکی آن ها ارائه شده است.

جدول شماره ۲- خصوصیات فیزیکی مصالح مورد استفاده

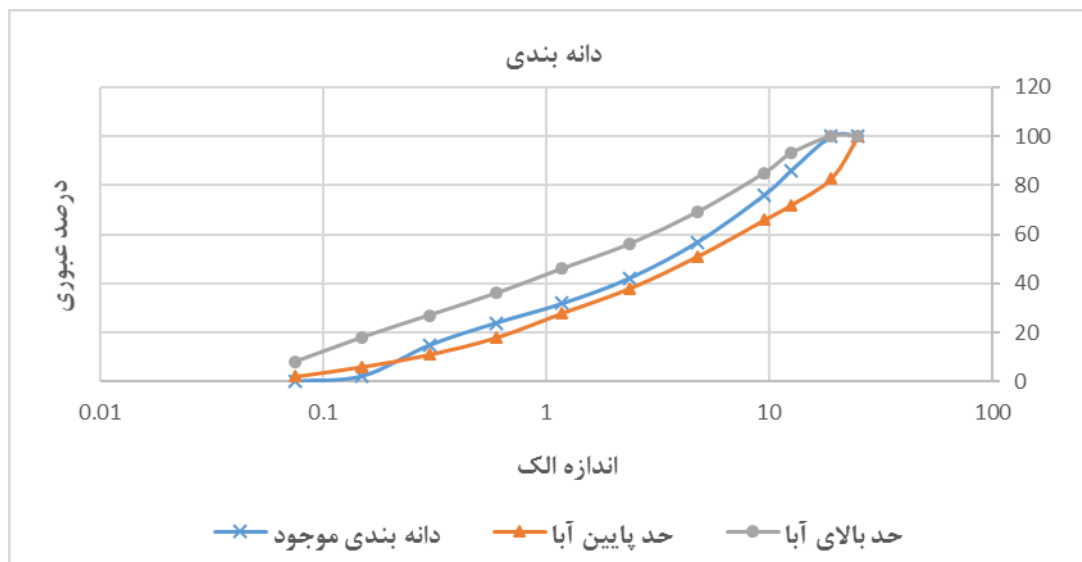
افزودنی شیمیایی	بادامی*	نخودی*	ماسه*	آب	سیمان	مصالح
۱.۱۵	۲.۵۷	۲.۵۷	۲.۵۶	۱	۳.۱۵	وزن مخصوص (کیلوگرم بر متر مکعب)
-	۱.۸	۱.۹	۲.۶	-	-	جذب آب %

* سنگدانه ها در حالت SSD هستند.

با توجه به محدود های دانه بندی توصیه شده ی آب [۴] نسبت ترکیب شن نخودی، شن بادامی و ماسه به ترتیب ۲۵، ۱۵ و ۶۰ درصد انتخاب شد که طبق شکل شماره ۱ در این محدوده قرار میگیرد.

۳-۲- آب:

آب از نظر کیفیت باید مشابه بتن معمولی باشد (آب مناسب برای آشامیدن) [۱۰] میزان آب مورد استفاده ۴/۵ تا ۶/۵ درصد اجزای خشک میباشد. همچنین در صورتی که میزان آب در محدود اسلامپ صفر باشد، بهتر است طرح اختلاط به جای ترکیب بتنی به صورت ترکیب خاک-سیمان مورد بررسی قرار گیرد. [۱۵]



شکل شماره ۱- دانه بندی مورد استفاده

۴-۲- افزودنی های شیمیایی:

افزودنی های شیمیایی موادی هستند غیر از آب، سنگدانه ها و مصالح سیمانی که به مخلوط بتن در حین اختلاط و برای اصلاح ویژگی های بتن تازه و بتن سخت افزوده میشوند. [۹] استفاده از افزودنی های شیمیایی در بتن غلتکی با بتن معمولی متفاوت است. زیرا حجم بسیار کم خمیر سیمان، آمیختن افزودنی ها را دشوار می کند. [۱۶] از آنجا که که مخلوط های بتن غلتکی بسیار خشک هستند، افزودنی ها باید در مقادیر بیشتری نسبت به بتن معمولی استفاده شوند. [۱۷] کاهش آب یا روان کننده موجب آسان شدن توزیع یکنواخت سیمان در مخلوط بتن غلتکی [۱۸]، بهبود همگنی خمیر سیمان و افزایش قوام [۱۹] و بهبود سرعت و کارایی حین ساخت و بتن ریزی می شود. [۱۶] روان کننده با پایه های لیگنوسولفات و نفتالین در انجام آزمایش های این پژوهش به کار گرفته شدند. فوق روان کننده ها ذرات سیمان را پراکنده کرده و باعث افزایش سطح تماس دانه های سیمان با آب می شوند. بنابراین سرعت هیدراتاسیون افزایش یافته و کارایی با نسبت آب به سیمان کم بهبود پیدا میکند [۲۰]. در این پژوهش فوق روان کننده با پایه پلی کربوکسیلات مطابق با ASTM C494, type F مورد استفاده قرار گرفت.

۳- برنامه آزمایشگاهی:

چنان که گفته شد، اهداف عمده از انجام آزمایش ها بررسی تاثیر افزودنی های شیمیایی بر کارایی بتن غلتکی روسازی بوده است. در این تحقیق مخلوط های بتن غلتکی روسازی با مواد سیمانی برابر ۲۷۵، ۳۰۰، ۳۲۵ و ۳۷۵ کیلوگرم بر متر مکعب ساخته شد و آزمایش افت وی بی در بازه نود ثانیه برای عیار های مذکور انجام گرفت. همچنین تاثیر افزودنی های شیمیایی بر کارایی بتن غلتکی روسازی در مخلوط های با عیار ۳۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب بررسی شد.

۱-۳- طرح اختلاط:

با مشخص بودن مقدار مواد سیمانی، طرح اختلاط مخلوط های بتن غلتکی روسازی به شرح جدول زیر در نظر گرفته شد. بر اساس توصیه ی ACI 325-10R [۱۰] زمان وی بی بتن غلتکی روسازی باید بین ۳۰-۴۰ ثانیه باشد تا کارایی مطلوب را داشته باشد.

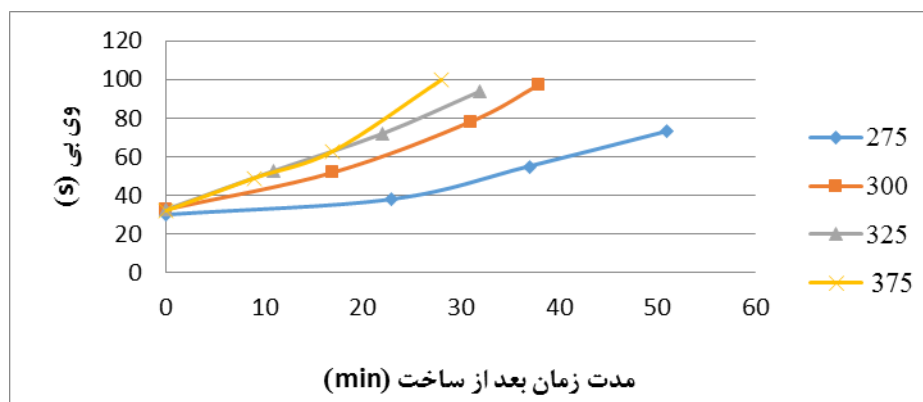
میزان آب بر این اساس که زمان وی بی اولیه ۳۰ ثانیه باشد-که این زمان طبق استاندارد ASTM C 1170 [۲۱] به دست می آید- تعیین شد.

جدول شماره ۳- طرح اختلاط نمونه های شاهد

آب (kg/m ^۳)	w/c	ماسه (kg/m ^۳)	شن نخودی (kg/m ^۳)	شن بادامی (kg/m ^۳)	عیار سیمان (kg/m ^۳)
۱۲۸	۰.۳۲۷	۱۲۰۸	۳۰۵	۵۰۷	۲۷۵
۱۲۸	۰.۳	۱۱۹۶	۳۰۲	۵۰۲	۳۰۰
۱۲۵	۰.۲۸۳	۱۱۸۵	۲۹۸	۴۹۶	۳۲۵
۱۲۸	۰.۲۵۳	۱۱۵۷	۲۹۱	۴۸۴	۳۷۵

۲-۳- آزمایش انجام شده : کارآیی

برای هر ۴ عیار، استاندارد ASTM C1170 [۲۱] - که آزمایش اندازه گیری کارآیی مخلوط بتن غلتکی روسازی به روش وی بی اصلاح شده است. بلافاصله بعد از ساخت مخلوط و به جهت ثبت زمان وی بی اولیه آن انجام گرفت. همانطور که قبلا اشاره شد، این زمان حدود ۳۰ ثانیه انتخاب شده است. سپس ۱۰ الی ۱۵ دقیقه یک بار آزمایش وی بی برای مخلوط بتن غلتکی تازه با هر ۴ عیار انجام گرفت تا سیر افزایش زمان وی بی که به معنای کاهش کارپذیری است، مورد بررسی قرار گیرد. زمان وی بی اصلاح شده زمانی است که شیره بتن به صورت کامل دورتادور فضای بین سربار و ظرف وی بی ایجاد شود. نتایج سیر تغییرات زمان وی بی در ۴ عیار مذکور در شکل شماره ۲ قابل مشاهده است.



شکل شماره ۲- تغییرات زمان وی بی در بازه ۳۰ تا ۹۰ ثانیه برای نمونه های شاهد

همانگونه که در شکل مشاهده می شود با افزایش عیار سیمان شیب منحنی وی بی افزایش می یابد که به معنای افزایش سرعت کاهش کارایی با گذشت زمان در عیار های بالاتر است. با افزایش عیار از ۲۷۵ به ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب شاهد افزایش چشمگیری در زمان وی بی هستیم (در بازه ۹۰ ثانیه) در حالی که در این بازه و با تغییر از عیار ۳۰۰ به ۳۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب این افزایش کمتر است. این روند در مورد تغییر عیار از ۳۲۵ به ۳۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب نیز صادق است. به عبارتی می توان گفت در عیار های پایین تر در مخلوط بتن غلتکی تازه، کارآیی با سرعت کمتری کاهش میابد. همانطور که قبلا ذکر شد زمان وی بی بتن غلتکی روسازی باید بین ۳۰ تا ۴۰ ثانیه باشد تا کارآیی مطلوب را داشته باشد. با توجه به نمودار مشاهده می شود که مخلوط با عیار ۲۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب مدت زمان بیشتری بعد از ساخت (حدود ۲۵ دقیقه) دارای زمان وی بی ۳۰ تا ۴۰ است. هرچه عیار افزایش می یابد، مخلوط

مدت زمان کمتری در بازه ۳۰ تا ۴۰ ثانیه می ماند. طبق توصیه استاندارد ASTM C1170 [۲۱]، چنانچه مدت زمان شکل گیری شیره بتن به بیشتر از ۹۰ ثانیه برسد، باید آزمایش را متوقف کرد. با افزایش عیار مخلوط بتن غلظتی تازه مدت زمان کمتری بعد از ساخت به وی بی بالاتر از ۹۰ می رسد. برای عیار ۲۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب این مدت زمان حدود ۷۰ دقیقه است. در حالی که برای عیار ۳۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب، حدود ۲۷ دقیقه می باشد.

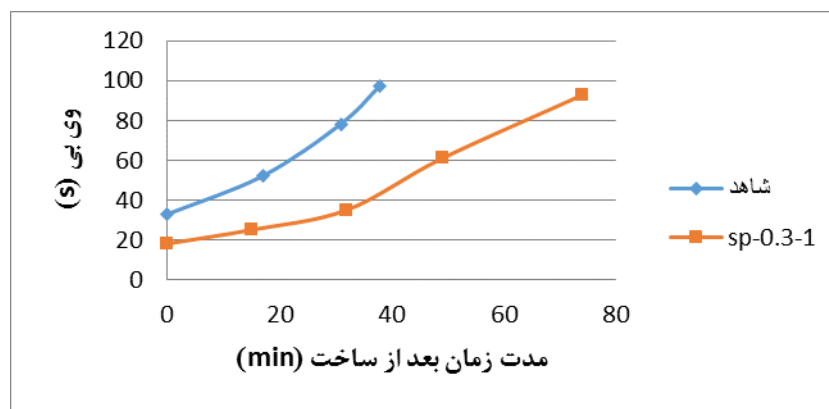
با توجه به نتایج آزمایش های وی بی، برای بررسی تاثیر افزودنی های شیمیایی برای تعیین کارایی بتن غلظتی روسازی عیار ۲۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب کارپذیری بهتری نسبت به مخلوط با عیار ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب داشت. اما با افزایش عیار به ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب مقاومت فشاری بتن در سنین مختلف افزایش میابد و هدف عمده در این قسمت استفاده از افزودنی های شیمیایی با درصد مناسب برای حفظ هر چه بیشتر زمان وی بی در بازه ۳۰ تا ۴۰ ثانیه می باشد. به طوری که نمودار وی بی-زمان برای عیار ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب اصلاح شود.

جدول شماره ۴-مقادیر اجزای مخلوط های بتن غلظتی روسازی مورد مطالعه

کد طرح	عیار سیمان (kg/m ^۳)	شن بادامی (kg/m ^۳)	شن نخودی (kg/m ^۳)	ماسه (kg/m ^۳)	w/c	آب (kg/m ^۳)	افزودنی شیمیایی (kg/m ^۳)
SP-03-1	۳۰۰	۵۰۲	۳۰۱	۱۱۹۶	۰.۳	۱۲۷	۰.۹
SP-03-2	۳۰۰	۵۰۶	۳۰۴	۱۲۰۵	۰.۲۸	۱۲۱	۰.۹
SP-06	۳۰۰	۵۰۸	۳۰۵	۱۲۱۱	۰.۲۶۶۷	۱۱۷	۱.۸
LIGNO-07	۳۰۰	۵۰۲	۳۰۱	۱۱۹۶	۰.۳	۱۲۶	۲.۱
NAFTA-1	۳۰۰	۵۰۵	۳۰۳	۱۲۰۳	۰.۲۳۳	۱۲۱	۳

۳-۳- بررسی تاثیر فوق روان کننده با پایه پلی کربوکسیلات (SP)

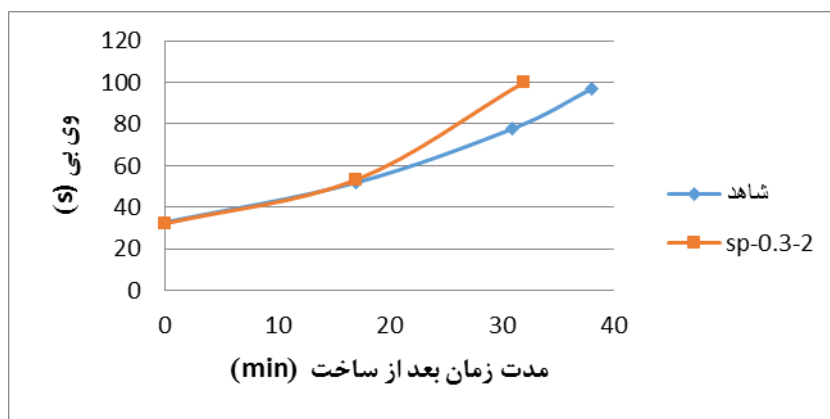
درصد استفاده از این ماده ۰/۳ و ۰/۶ درصد وزن سیمان است. برای عیار سیمان ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب، نسبت آب به سیمان برای مخلوطی که زمان وی بی اولیه آن ۳۰ ثانیه باشد، ۰/۳ به دست آمد که این طرح اختلاط به عنوان طرح شاهد انتخاب شد و ۰/۹ کیلوگرم بر متر مکعب فوق روان کننده به طرح اختلاط افزوده شد که در جدول شماره ۴ به جزئیات آمده است. سپس روند افزایش زمان وی بی در طول زمان تا رسیدن به ۹۰ ثانیه مورد بررسی قرار گرفت که تغییرات آن نسبت به طرح شاهد را در شکل شماره ۳ مشاهده می کنیم.



شکل شماره ۳ = تغییرات زمان وی بی طرح sp-0.3-1 نسبت به طرح شاهد

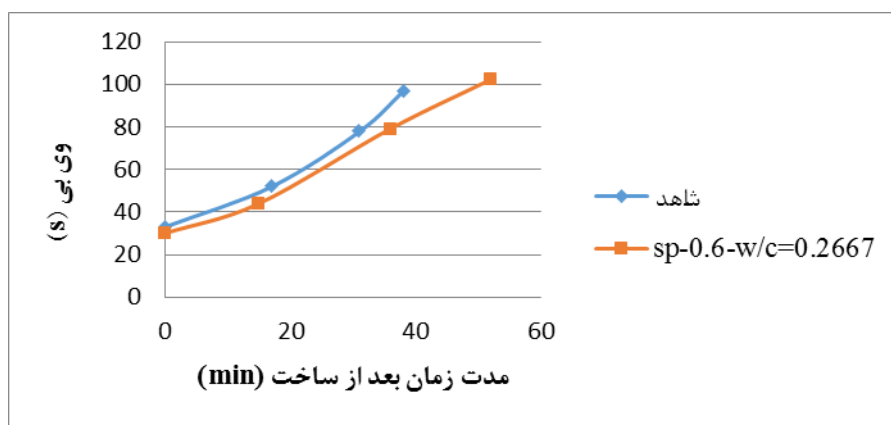
شکل فوق بیانگر آن است که زمان وی بی اولیه مخلوط حاوی فوق روان کننده ، ۱۸ ثانیه است که ۱۵ ثانیه نسبت به نمونه شاهد کاهش یافته است و بر خلاف طرح شاهد خود که مدت زمان ۷ دقیقه بعد از ساخت در بازه وی بی ۳۰ تا ۴۰ ثانیه قرار داشت، حدود ۱۸ دقیقه در این بازه قرار دارد. مخلوط مذکور در طی ۷۶ دقیقه به وی بی ۹۰ ثانیه می رسد. در حالیکه طرح شاهد تنها ۳۸ دقیقه در این بازه قرار گرفت. به طور کلی می توان بهبودی چشمگیر کارپذیری را با افزودن ۰/۳ فوق روان کننده به مخلوط شاهد نتیجه گرفت.

سپس طرح مخلوط دیگری مورد آزمایش قرار گرفته شد. بدین طریق که با عیار ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و ۰/۳ درصد فوق روان کننده ، آب را تا جایی کاهش دادیم که زمان مشاهده اولین شیره بتن حدود ۳۰ ثانیه باشد. با روند سعی و خطا مشاهده شد که با کاهش نسبت آب به سیمان از ۰/۳ به ۰/۲۸ ، زمان اولیه وی بی به حدود ۳۰ ثانیه افزایش می یابد. طرح اختلاط این مخلوط در جدول شماره ۴ آمده است. (SP-0.3-2)



شکل شماره ۴- تغییرات زمان وی بی طرح sp-0.3-2 نسبت به طرح شاهد

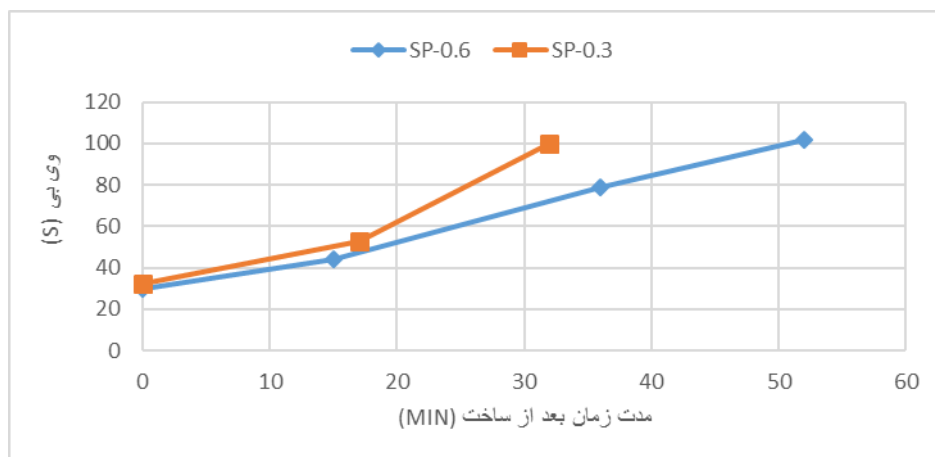
مشاهده می شود که این طرح نسبت به طرح شاهد خود مدت زمان برابری در بازه زمان وی بی ۳۰ تا ۴۰ ثانیه مانده است. اما میزان آب تا ۷ کیلوگرم بر مترمکعب نسبت به طرح شاهد کاهش یافته است. البته باید افزود که این طرح نسبت به طرح شاهد، بعد از مدت زمان کمتری (۳۰ دقیقه) به وی بی ۱۰۰ ثانیه رسیده است. همین کار در مورد عیار ۳۰۰ با درصد ۰/۶ فوق روان کننده انجام گرفت و با روند سعی و خطا، نسبت آب به سیمان ۰/۲۶۶۷ بدست آمد. طرح اختلاط این مخلوط به شرح جدول ۴ است.



شکل شماره ۵- تغییرات زمان وی بی طرح sp-0.6 نسبت به طرح شاهد

با توجه به شکل شماره ۵ مدت زمانی که این طرح مخلوط در بازه زمانی وی بی ۳۰ تا ۴۰ می ماند. حدوداً ۲ برابر شده است. (حدود ۱۲ دقیقه). هم چنین این مخلوط حدود ۱۲ دقیقه دیرتر از طرح شاهد خود به وی بی ۹۰ ثانیه می رسد. با توجه به شکل مقایسه این

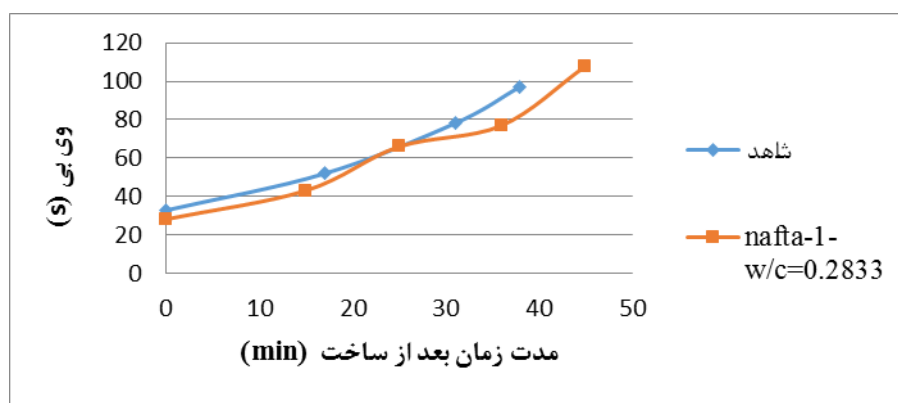
دو درصد استفاده، مشاهده می شود که ۲ برابر کردن درصد فوق روان کننده تاثیر قابل توجهی بر حفظ زمان وی بی در بازه ۳۰ تا ۴۰ ثانیه ندارد، اما می تواند میزان آب مصرفی را تا ۴ کیلوگرم بر متر مکعب نسبت به طرح SP-0.3-2 و تا ۱۰ کیلوگرم بر متر مکعب نسبت به طرح شاهد کاهش دهد. به علاوه زمان رسیدن به وی بی بیش از ۹۰ ثانیه را نیز تا حدود ۲۰ دقیقه نسبت به طرح SP-0.3-2 افزایش داده است. (شکل شماره ۶)



شکل شماره ۶- مقایسه تغییرات زمان وی بی دو درصد استفاده از فوق روان کننده

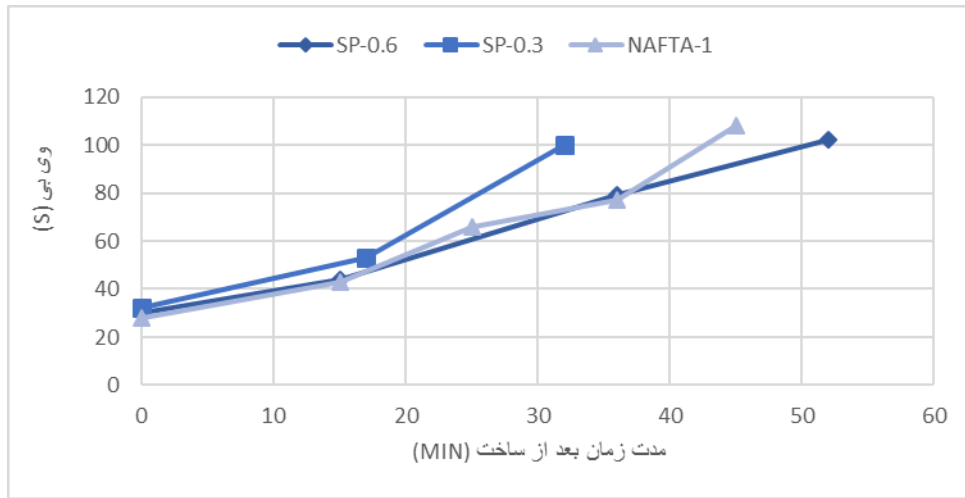
۴-۳- بررسی تاثیر روان کننده با پایه نفتالین:

درصد استفاده از نفتالین ۱ درصد وزن سیمان می باشد. در این مخلوط با عیار ۳۰۰ و ۳ کیلوگرم بر متر مکعب روان کننده نفتالینی، آب را تا جایی کاهش دادیم که زمان مشاهده اولین شیره بتن حدود ۳۰ ثانیه باشد که طرح اختلاط آن در جدول شماره ۴ به جزییات آمده است. با روند سعی و خطا مشاهده شد که با کاهش نسبت آب به سیمان به ۰/۲۸۳۳، زمان وی بی اولیه به ۲۸ ثانیه می رسد.



شکل شماره ۷- تغییرات زمان وی بی طرح nafta-1 نسبت به طرح شاهد

شکل فوق بیانگر آن است که طرح مخلوط مذکور مدت زمان ۱۵ دقیقه بعد از ساخت، در بازه وی بی ۳۰ تا ۴۰ ثانیه قرار گرفته است. این طرح طی مدت ۴۲ دقیقه به وی بی ۹۰ ثانیه می رسد که نسبت به طرح شاهد تغییر قابل ملاحظه ای نداشته است. کارپذیری مخلوط تا حدودی نسبت به طرح شاهد بهبود یافته است، در حالیکه ۷ کیلوگرم بر مترمکعب از میزان آب مصرفی در طرح اختلاط خود کاسته شده است.

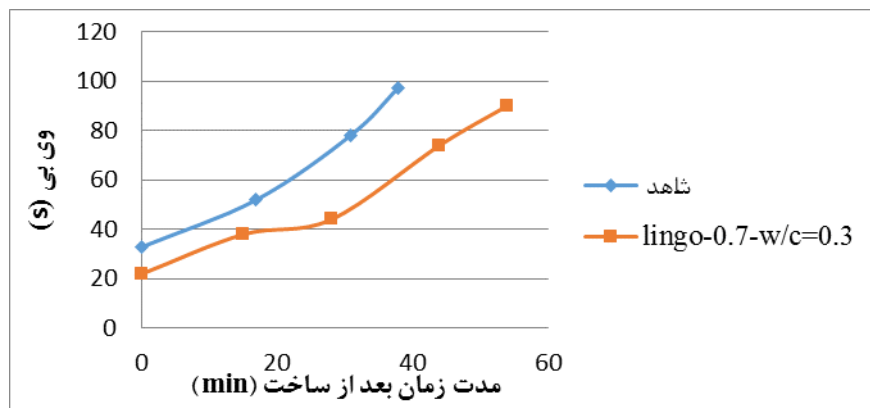


شکل شماره ۸- مقایسه تغییرات زمان وی بی دو درصد استفاده از فوق روان کننده و روان کننده نفتالینی

مشاهده می شود که شکل روند وی بی در زمان مخلوط حاوی نفتالین هم پوشانی نسبتاً خوبی با شکل مخلوط حاوی ۰/۶ درصد فوق روان کننده دارد. هر دو مخلوط طی مدت زمان تقریباً برابر به وی بی بالای ۹۰ ثانیه می رسند و برای مدت زمان برابری در بازه وی بی ۳۰ تا ۴۰ ثانیه باقی می مانند.

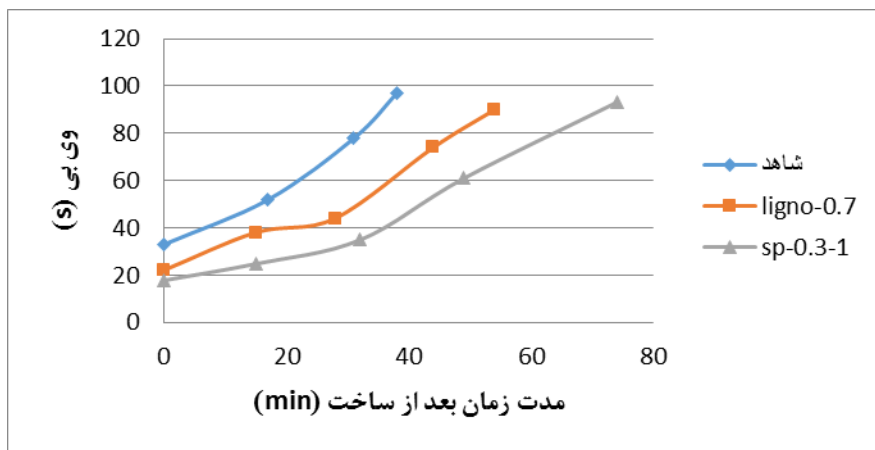
۵-۳- بررسی تاثیر روان کننده با پایه لیگنوسولفونات:

درصد استفاده از لیگنوسولفات ۰/۷ درصد وزن سیمان میباشد. طرح اختلاط با عیار سیمان ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب و نسبت آب به سیمان ۰/۳ به عنوان طرح شاهد انتخاب گردید و مقدار ۰/۷ درصد وزن سیمان یعنی ۱/۲ کیلوگرم بر متر مکعب به آن لیگنوسولفونات افزوده شد. هدف از این کار مقایسه روند افزایش زمان وی بی در بازه زمانی ۹۰ ثانیه بین دو طرح لیگنوسولفونات ۰/۷ و فوق روان کننده ۰/۳ (w/c=۰/۳) می باشد. جزییات طرح اختلاط در جدول شماره ۴ آمده است.



شکل شماره ۹- تغییرات زمان وی بی طرح lingo-0.7 نسبت به طرح شاهد

نشانگر فوق بیانگر آن است که زمان وی بی اولیه مخلوط حاوی لیگنوسولفونات، ۲۲ ثانیه است که نسبت به نمونه شاهد ۱۱ ثانیه کاهش یافته است. این طرح حدود ۱۰ دقیقه بعد از ساخت در بازه وی بی ۳۰ تا ۴۰ ثانیه قرار گرفت. مخلوط مذکور در طی ۵۸ دقیقه به وی بی بالاتر از ۹۰ ثانیه رسیده است. در مقایسه با طرح شاهد، کارپذیری با افزودن ۰/۷ درصد لیگنوسولفونات تا حدودی بهبود یافته است.



شکل شماره ۱۰- مقایسه تغییرات زمان وی بی سه طرح شاهد، ligno-0.7 و sp-0.3-1

با وجود اینکه درصد استفاده از لیگنو سولفونات ۲/۳ برابر فوق روان کننده می باشد. اما تاثیر فوق روان کننده، در بهبود حفظ کارایی در بازه ۳۰ تا ۴۰ ثانیه و هم چنین افزایش زمان رسیدن به وی بی ۹۰ ثانیه بیشتر است.

۴- نتیجه گیری:

با توجه به خشک بودن مخلوط بتن غلتکی روسازی، مسئله کارپذیری در عین تامین مقاومت کافی فشاری و کششی امری مهم است. در این پژوهش تاثیر افزودنی های شیمیایی بر روی کارایی بتن غلتکی روسازی مورد بررسی قرار گرفت. هم چنین افت کارایی در طول زمان با تغییر عیار بررسی شد که نتایج حاصل از آزمایشها به شرح زیر است:

- ۱- با گذشت زمان در عیار های بالا مخلوط بتن غلتکی تازه با سرعت بیشتری کارایی خود را از دست می دهد. به گونه ای که با افزایش عیار از ۲۷۵ به ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب زمان وی بی افزایش چشمگیری داشته است. اما از عیار ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب به بالا، افزایش کمتر می شود. علاوه بر این با افزایش عیار، مخلوط بتن غلتکی تازه با طی کردن مدت زمان کمتری به وی بی بالاتر از ۹۰ می رسد.
- ۲- هر چقدر عیار افزایش پیدا می کند، زمان وی بی مخلوط برای مدت کمتری در بازه ۳۰ تا ۴۰ ثانیه است. به عبارتی فرصت کاری بتن کاهش می یابد.
- ۳- افزودن ۰/۳ درصد فوق روان کنند، موجب ۲/۵ برابر شدن مدت زمان قرارگیری مخلوط در بازه وی بی ۳۰ تا ۴۰ ثانیه قرار، شد. این در حالی است که با افزودن ۰/۳ درصد فوق روان کننده و کاهش ۷ کیلوگرم بر متر مکعب آب، کارپذیری برابر با طرح شاهد به دست می آید.
- ۴- با ۲ برابر کردن درصد فوق روان کننده (۰/۶ درصد) می توان میزان آب مصرفی را تا ۴ کیلوگرم بر متر مکعب کاهش داد. همچنین میزان آب تا ۱۰ کیلوگرم بر متر مکعب به نسبت به طرح شاهد کاهش می یابد. البته تاثیری چندانی بر حفظ زمان وی بی در بازه ۳۰ تا ۴۰ نخواهد داشت. در عین حال تا ۲۰ دقیقه بیشتر از طرح SP-0.3-2 دارای زمان وی بی کمتر از ۹۰ ثانیه است.
- ۵- با افزودن ۱ درصد وزن سیمان روان کننده نفتالینی، علاوه بر حفظ زمان وی بی اولیه می توان نسبت به طرح شاهد تا ۷ کیلوگرم بر متر مکعب از میزان آب مصرفی کاست و تا ۱۰۰ درصد مدت زمان قرارگیری در بازه وی بی ۳۰ تا ۴۰ ثانیه افزایش داد. به علاوه با کاهش نسبت آب به سیمان و حفظ زمان وی بی اولیه، وضعیت کارپذیری مخلوط حاوی ۱ درصد روان کننده نفتالینی مشابه مخلوط حاوی ۰/۶ درصد روان کننده می باشد. همچنین استفاده از روان کننده با پایه لیگنوسولفونات تا حدودی موجب بهبود کارپذیری و تاخیر ۲۰ دقیقه ای در رسیدن به وی بی ۹۰ ثانیه می شود.

۵-مراجع:

- ۱-باقری،ع. ، محمودیان،م. ، فخری،م. ، "تاثیر عمل آوری بر خواص بتن های غلتکی روسازی راه با و بدون دوده سیلیس"، پژوهشنامه حمل و نقل ، سال سوم، شماره سوم، پاییز ۱۳۸۵
- 2-ACI 207.5R-99, "Roller compacted mass concrete", ACI manual of concrete practice, author,USA,2P.2004
- 3-ACI 309.5R-99, "compaction of Roller compacted concrete pavements", ACI manual of concrete practice, Author, USA, 15P. 2004
- ۴- راهنمای طراحی و اجرای بتن غلتکی در روسازی راه های کشور، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، نشریه شماره ۳۵۴
- 5-Ville de Montreal" Beton compacte au Rouleau(BCR)" service de 1
"Environnement; DE LA division des laboratoires. June 2002.pp 5-10.
- 6-USACE " Roller compacted concrete" technical engineering and design guides as adapted from the US Army corps of Engineers,Np 5, 1994. Pp.3-17.
- 7-Wayne s.Adaska,"Roller compacted concrete pavements". P.E, Portland cement association
- 8-Vahedifard,F., Nili,M. , L.Meehan,C. , "Assessing the effects of supplementary cementitious materials on the performance of low-cement roller compacted concrete pavement", construction and Building Materials, 24(2010) 2258-2535
- 9-" Use of chemical Admixtures in Roller compacted concrete for pavements", National Concrete Pavement , Technology Center , IOWA state University , Institute for Transportation , final Report May 2013.
- 10-ACI 325.10R-95, "Report on Roller compacted concrete pavements", American concrete institute (ACI), Reapproved 2001
- 11-Hansen, K.D, and Reinhard, W.G , "Roller compacted concrete Dams", McGrawhill, 198 p. , 1991.
- ۱۲-شکرچی زاده،م. ، چینی،م. -اصلاتیان،ز. ، " مروری بر مباحث طراحی و ویژگی های روسازی بتن غلتکی و بررسی اثر پودر سنگ آهک و سرباره بر زمان و به بتن غلتکی روسازی " ، فصلنامه انجمن بتن ایران، سال چهاردهم، شماره ۵۱، پاییز ۹۲
- 13-ASTM C33-03 "Standard specification for concrete aggregates", Standard Designation C33-03, July 2003
- 14- U.S Army Corps of Engineers, " Roller-compacted concrete", American society of civil engineers, 100p. , 1994
- 15-Qasrawi, H.Y, Asi , I.M , Al-Abdol Wahhab, H.I , "Proportioning RCCP mixes under hot-weather condition for a specified tensile strength" , Cement and Concrete research, Vol.35 , Issue 2 , pp.267-276 , 2005
- 16- Gregory E. Halsted, P.E. , "Roller compacted concrete pavements for highways and streets", Portland cement association
- 17- "Guide for Roller compacted concrete pavements" , Portland Cement Association (PCA),August 2010.
- 18-Principal Investigator: Halil Ceylon , PCA , "Effect off Admixtures on Roller-compacted concrete mixes"
- 19-Tanun R.Naik, Yoom-Moon Chun, Rudolph N. Kraus, Shiw S.Singh, Lori-Lynn C.pennock, Bruce W.Ramme, "Strength and durability of roller compacted HVFA concrete pavements" Report No. CBU-2001-08 , REP-434 , March 2001.
- 20-Atis Cengiz Duran, "Strength properties of high-volume fly ash roller compacted and workable concrete and influence of curing condition".
- 21-Standard test method for determining consistency and density of roller compacted concrete using a vibrating table. ASTM C1170; 1990.