بررسی آزمایشگاهی تاثیر فوق روان کننده برپایه پلی کربوکسیلات و الیاف شیشه بر مشخصات مکانیکی بتن سبک سازه ای با سنگدانه لیکا

علی نعمتی[۱]، داوود قائدیان رونیزی[۲]، ندامحمدی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، موسسه آموزش عالی آپادانا، I.amn۲۲@yahoo.com

۲- مربی بخش مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اقلید، ghaedian@ut.ac.ir

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، موسسه آموزش عالی آپادانا، ne.mohammadi۹۳@gmail.com

چکیده

کاهش وزن ساختمان ها ضمن کوچک کردن ابعاد اعضای سازه ای موجب کاهش نیروی ناشی از زلزله و کاهش هزینه ی تمام شده ی ساخت می شود. برای کاهش وزن سازه می توان از بتن سبک استفاده کرد. دانه های لیکا در مقابل فشار مکانیکی دایمی و یا بار گزاری مکرر، فشرده نمی شوند و نسبت درصد هوای موجود، ثابت می ماند. وجود منافذ درونی بسته، ساختمان سلولی بخصوص و وجود لایه روکش باعث کاهش چشم گیر میزان جذب آب دانه های لیکا نسبت به سایر سبک دانه ها می شود. در این پژوهش تاثیر فوق روان کننده برپایه پلی کربوکسیلات و الیاف شیشه بر مشخصات مکانیکی بتن سبک سازه ای با سنگدانه لیکا بررسی شده است. بدین منظور از ۲۰ طرح اختلاط که ۲ طرح آن به عنوان طرح شاهد و ۱۸ طرح با افزودنی های فوق روان کننده پلی کربوکسیلاتی و الیاف شیشه اجرا شده است، نتایج نشان می دهد که در طرح اختلاط اول با نسبت آب به سیمان ۰/۵۵بیش ترین اسلامپ مربوط به نمونه (AN)5 ودر طرح اختلاط دوم با نسبت آب به سیمان ۰/۵ است که دارای ۰/۷درصد الیاف و۱/۴درصد فوق روان کننده است. مقاومت فشاری ۷ و ۲۸ روزه طرح اختلاط اول با نسبت آب به سیمان ۰/۵۵ مربوط به نمونه (AN)4 و در طرح اختلاط دوم با نسبت آب به سیمان ۰/۵ مربوط به نمونه (AN۱۴) است که دارای ۲درصد الیاف و ۰/۸درصد فوق روان کننده است. فوق روان کننده بر پایه پلی کربوکسیلات باعث تراکم هر چه بیشتر بتن میگردد و بطور محسوسی باعث افزایش مقاومت می گردد. نتایج نشان داده است که افزودن الیاف شیشه و فوق روان کننده به میزان نرمال باعث مقاومت بتن می گردد.

کلمات کلیدی: بتن سبک، الیاف شیشه، فوق روان کننده،لیکا،اسلامپ

۱–مقدمه

بتن سبک سازه ای، بتنی که دارای مقاومت و وزن مخصوص کافی می باشد به گونه ای که کاربرد آن در اعضای سازه ای مجاز شمرده می شود. این بتن دارای وزن مخصوصی بین ۱۴۰۰ تا ۱۹۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب بوده و حداقل مقاومت فشاری مورد نیاز برای آن ۱۷ مگاپاسکال است. بتن سبک اغلب به عنوان جایگزین مناسب و یا مکمل بتن معمولی و به منظور کاهش وزن ساختمان به کار می رود، هرچند مقاومت فشاری آن در مقایسه با بتن معمولی مقداری کمتر است. سبکی این بتن بخاطر استفاده از سبکدانه هایی نظیر روباره های منبسط شده کوره های آهنگدازی، پوکه های معدنی نظیر اسکریا، پومیس و پوکه های صنعتی مانند لیکا می باشد. برای جبران اثرکاهش مقاومت ناشی از به کار بردن سبکدانه از مواد تقویت کننده بتن استفاده می کنند. از جمله این مواد تقویت کننده می توان به فوق روان کننده و الیاف مصنوعی اشاره کرد[۱].

مصالح سبک وزنی که از آن ها به عنوان سنگدانه در ساخت بتن استفاده می شود، محدوده وسیعی دارند و با به کار بردن مصالح و روش های مناسب، وزن مخصوص بتن می تواند از ۳۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب تغییر نمایـد و مقاومت های متناظر آنها در حدود ۳ مگاپاسکال و در بعضی موارد بیش از ۶۰ مگاپاسکال مـی باشـد . بـا اسـتفاده ازمقادیر زیاد سیمان و کاهش نسبت آب به سیمان می توان مقاومت های بیشتری را نیز نتیجه گرفت.

تغییرات زیاد وزن مخصوص و مقاومت بتن های سبک باعث تفاوت زیادی در مشخصات مکانیکی انواع مختلف بتن سبک می شود. تفاوت موجود در مشخصات مکانیکی بتن سبک ذکر شده توسط محققین مختلـف در ادبیـات فنـی نیز عمدتا ناشی از این دلیل می باشد. بنابراین در هنگام مقایسه مشخصات یک بتن سبک خاص با نتایج ذکـر شـده توسط محققین مختلف توجه به نوع مصالح به کار رفته در ساخت بتن سبک و سایر عوامل تاثیر گذار بر مشخصـات بتن ضروری است.

مقاومت بتن معمولا با افزایش عیار سیمان زیاد می شود. مقدار سیمان مورد نیاز برای ساخت بـتن سـبک معمـولا برابر یا بیش از مقدار سیمان مورد نیاز برای ساخت بتن با وزن معمولی هم مقاومت آن است[۲].

۲–تاریخچه الیاف در عصر جدید

استفاده از الیاف در بتن از چهل سال قبل آغاز شد و طی این سال ها استفاده و موارد کاربرد آن افزایش زیادی یافته است. الیاف در بتن سبب می شود تا شکنندگی به نحو قابل توجهی کاهش یافته و بتن الیافی رفتار شکل پذیری تحت بار های مختلف از جمله فشار، کشش و ضربه از خود نشان دهد. الیاف از جنس مختلف شامل گیاهی، مصنوعی و فلزی در بتن مورد استفاده قرار می گیرند. الیاف خواص مکانیکی بتن را تحت بار های فشاری، کششی، خمشی، برشی، دینامیکی و ضربه ای، آبگرفتگی و خزش، مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن، سایش، کاویتاسیون و فرسایش بهبود بخشیده و ماده ای یکپارچه فراهم می آورد. الیاف با زدن پل بین ترک ها یکپارچگی بتن را تا تغییر شکل های زیاد حفظ می کند.

هم اکنون از بتن الیافی در کاربرد های مختلف از قبیل روسازی های جاده ها، پیاده رو ها و پلها، کف سالن های صنعتی، پی ماشین الات معمولی و ارتعاشی، روسازی های مورد نیاز برای بار های بسیار سنگین و وزنه های افتان، تقویت روکش کف های موجود، صنایع نظامی، سر ریز سد ها، حوضچه های آرامش و همچنین بتن الیافی پاشیدنی در محافظت از پایداری شیب های صخره ها و سنگ ها، لاینینگ تونل ها، شافت معادن، سازه های پوسته ای، تعمیرات و مواد دیگر استفاده وسیع به عمل می آید. برای مقایسه هزینه ساخت بتن الیافی با بتن غیر مسلح یا بتن مسلح به میل گرد در اعضای سازه ای مختلف، می باید مزایای بتن الیافی از جمله مقاومت ضربه ای بسیار بالاتر، جمع شدگی و عرض ترک کمتر، دوام بیشتر و کاهش هزینه های مربوط به تعمیر، حفظ و نگهداری، کنترل شکست های موضعی، ایجاد ترک و گسترش ترک، عمر مفید بیشتر، کنترل نفوذ پذیری، شکل پذیری بیشتر و به ویژه زمان اجرای بسار کمتر را (در مقایسه با بتن مسلح با میلگرد) در نظر داشت[۳].

در پژوهش "بررسی آزمایشگاهی تاثیر الیاف پلی پروپیلن در بتن سبک سازه ای حاوی میکروسیلیس و نانو سیلیس " با مروری بر سوابق و مزیت های استفاده از الیاف پلی پروپیلن (pp) در بتن سبکدانه، چندین طرح اختلاط با درصد های مختلف الیاف پلی پروپیلن، تولید و مورد آزمایش قرار گرفته و درنهایت نتایج آنها مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای هر یک از عیارهای سیمان ۳۵۰ و ۴۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب درصدهای مختلف حجمی الیاف پلی پروپیلن (۰/۱۵، ۰/۲۵، ۰/۳۵، ۰/۴۵) اضافه نمود که حاوی درصدهای مختلفی از میکروسیلیس و نانو سیلیس نیز می باشد تا بتوان به بهینه ترین درصد برای الیاف بطول ۱۲ میلیمتر در آزمایش های مقاومت فشاری و جذب آب دست یافت. نتایج حاصل از آزمایش ها نشان داد که ساخت نمونه های بتن سبکدانه با اسکریا، و با عیار ۴۵۰ کیلو گرم بر مترمکعب که حاوی ۳ درصد وزنی سیمان نانوسیلیس، به همراه الیاف پلی پروپیلن بطول ۱۲ میلیمتر با درصد بهینه ۰/۳۵ درصد حجمی الیاف به حجم کل بتن، باعث افزایش حدود ۳۳/۸ مقاومت فشاری ۲۸ روزه نسبت به بتن شاهد شده است.

در پژوهش " بررسی ساختار بتن های سبک مقاوم لیکا" عنوان شده است: نظر به اینکه یکی از روش های مقابله با نیروی زلزله کاهش وزن سازه می باشد و با توجه به اینکه در سازه های بتنی وزن خود بتن قسمت عمده ای از بارهای مرده را تشکیل می هد بنابراین می توان با به کاربردن بتن سبک وزن تمام شده سازه و به تبع آن نیروی زلزله وارد بر سازه را که متناسب با آن می باشد کاهش داد. در این مقاله روی بتن سبکی موسوم به بتن سبک لیکا مطالعاتی صورت گرفته است که در طی آن با آزمایش هایی که صورت گرفته سعی بر آن شده است طرح اختلاط بهینه ای از سبکدانه لیکا، شن، ماسه، ماده پوزولانی دوده سیلیس و ماده افزودنی فوق روان کننده به دست آمده است. در این مقاله ۲۵۲ نمونه آزمایشی مکعبی با ابعاد ۱۵ سانتی متر آزمایش شده و نتایج آن باهم مقایسه گردیده است. عمل آوری نمونه ها تحت بخار با فشار اتمسفر صورت گرفته است. نتایج بدست آمده نشان دهنده آن است که با استفاده از شن به

جای ماسه می توان وزن مخصوص را کاهش و با استفاده از دوده سیلیس افت مقاومت فشاری را کنترل نمود. نظر به اینکه استفاده از دوده سیلیس وزن مخصوص را افزایش می دهد طرح اختلاط بهینه ای از از این ماده پوزولانی و مقدار شن بدست آمده است[۴].

۳–افزودنی

افزودنی ماده ای به غیر از سیمان پرتلند، سنگدانه و آب است که به صورت پودر یا مایع، به عنوان یکی از مواد تشکیل دهنده بتن و برای اصلاح خواص بتن،کمی قبل از اختلاط، در حین اختلاط و یا قبل از ریختن به آن افزوده می شود. به عبارتی دیگر، افزودنی ها اجزایی از بتن به غیر از سیمان هیدرولیکی، آب، سنگدانه ها و الیاف هستند که برای اصلاح و بهبود خواص بتن و ملات تازه و سخت شده، به بتن افزوده می شوند. افزودنی های بتن به دو گروه(الف): مواد شیمیایی و (ب): معدنی تقسیم می شون[۵].

الف) افزودنی های شیمیایی

افزودنی های شیمیایی از فرآوری، ترکیب یا آمیزه کاری مواد آلی و معدنی در یک فرآیند شیمیایی به دست می آیند و در حالت های پودر یا مایع و در مقادیر کم معمولا تا حداکثر ۵ درصد وزن مواد سیمانی در زمان ساخت و اختلاط و یا درست پیش از ریختن بتن، به مخلوط اضافه می شوند[۵].

ب) افزودنی معدنی

افزودنی های معدنی که یا به طور طبیعی یافت می شوند و یا از محصولات جانبی صنعتی هستند به سه دسته مواد خنثی، پوزولان ها، و مواد شبه سیمانی تقسیم می شوند و برای بهبود و اصلاح خواص مخلوط های سیمانی در مقادیر مصرف عموما بیشتر از ۵ درصد وزن سیمان و در زمان اختلاط به بتن افزوده می شوند[۵].

۴–مواد و روش ها

۴–۱– دانه های سبک سازه ای

در این پژوهش از لیکا به عنوان سبک دانه برای تولید بتن سبک سازه ای استفاده شده است. واژه لیکا از عبارت Light Expanded Clay Aggregate به معنی دانه رس سبک منبسط شده گرفته شده است. در روش تولید این دانه ها ابتدا خاک رس به عنوان ماده اولیه سبکدانه از معادن خاک رس به واحد فرآوری کارخانه حمل شده، پس از نمونه گیری و کنترل دقیق مواد شیمیایی و حصول اطمینان از نداشتن مواد شیمیایی و آهکی پس از آب دهی به صورت گل رس وارد کوره گردان می شوند. وقتی گل رس در درجه حرارتی حدود ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد قرار می گیرد، گازهای ایجاد شده دانه ها را منبسط می کند و هزاران سلول هوای ریز درون آنها تشکیل می شوند. با سرد شدن مصالح، حباب های هوا به صورت فضا های منفک باقی مانده و سطح آنها سخت می شود[۶].

۴-۲- الیاف شیشه

الیاف شیشه محصول شرکت ایران کامپوزیت، به طول ۵۰ میلیمتر و سطح مقطع ۱×۰/۱ میلیمتر در بتن شکل پذیر اضافه می شود.

الیاف شیشه ای به طول ۵ سانتی متر و مقطع۱*۰/۱ میلی متر در جسم بتن در همه جا پراکنده شده و درصورت تشکیل یک ترک در جهات مختلف الیاف پلیمری با پل زدن بین ترک ها بار و کرنش را حمل می کند، اتصالاتی را بوجود آورده و از گسترش ترک جلوگیری می نماید و باعث جلوگیری از ترک و افزایش مقاومت کششی و فشاری می گردد[۷].

۴-۳- فوق روان کننده

فوق روان کننده پلی کربوکسیلاتی برای مصرف در بتن آماده ، کارخانه های بتن پیش ساخته و تولید بتن های توانمند که انتظار کسب مقاومت های زیاد و عملکرد خوب می رود طراحی شده است.این فوق روان کننده پلی کربوکسیلاتی فاقد کلر می باشد[۷].

۴-۴-سیمان

برای ساخت نمونه ها در این پژوهش، از سیمان پرتلند تیپ II فارس در طرح اختلاط بتن استفاده شده است. این سیمان از نظر خواص متوسط است، بدین معنی که تا حدی کندگیر و نیز تا حدی در مقابل حمله ی سولفات ها مقاوم است.

۴-۵-ماسه

ماسه استفاده شده در این پژوهش از معدن خرم دره کوار، با وزن مخصوص ۲۷۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب و جذب آب ۲/۹ درصد است.

۴-۶-آب

PH آب مصرفی نباید کمتر از ۵ یا بیشتر از ۸/۵ باشد.آب مصرفی در بتن باید آب قابل شرب باشد. مطابق مبحث نهم مقررات ملی ساختمان آبی را که قابل شرب باشد بو و طعم خاصی ندارد زلال و شفاف باشد می توان در بتن به کار برد[۱].

۵-برنامه آزمایشگاهی

پس از انتخاب نوع مصالح، نسبت بهینه ی آنها را برای طرح اختلاط مشخص شد. این پژوهش با دو نسبت متفاوت آب به سیمان ۰/۵ و ۰/۵۵ و سه درصد متفاوت الیاف (۰/۷، ۱/۴، ۲)کیلوگرم برمتر مکعب و سه درصد متفاوت فوق روان کننده به مقدار(۰/۸٪، ۱/۴٪، ۱/۸٪) وزنی سیمان انجام شد.جزییات طرح اختلاط ها درجداول ۱ و ۲ قابل مشاهده است.

جدول ۱-طرح اختلاط اول با نسبت آب به سیمان ۰/۵۵

شماره	نام طرح	پوکه Kg/m^3	ماسه Kg/m^3	آب Kg/m^3	سیمان Kg/m^3	آب به سیمان w/c	االیاف شیشه Kg/m^3	فوق روان کننده ٪سیمان
۱	شاهد	۰	۷۱۳	۱۶۳	۲۹۶	۰/۵۵	۰	۰
۲	$(AN)^2$	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۳	۲۹۶	۰/۵۵	۰/۷	۰/۸
۳	$(AN)^3$	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۳	۲۹۶	۰/۵۵	۱/۴	۰/۸
۴	$(AN)^4$	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۳	۲۹۶	۰/۵۵	۲	۰/۸
۵	$(AN)^5$	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۳	۲۹۶	۰/۵۵	۰/۷	۱/۴
۶	$(AN)^6$	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۳	۲۹۶	۰/۵۵	۱/۴	۱/۴
۷	$(AN)^7$	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۳	۲۹۶	۰/۵۵	۲	۱/۴
۸	$(AN)^8$	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۳	۲۹۶	۰/۵۵	۰/۷	۱/۸
۹	$(AN)^9$	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۳	۲۹۶	۰/۵۵	۱/۴	۱/۸
۱۰	$(AN)^{10}$	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۳	۲۹۶	۰/۵۵	۲	۱/۸

جدول ۲-طرح اختلاط دوم با نسبت آب به سیمان ۰/۵

شماره	نام طرح	پوکه kg/m^3	ماسه kg/m^3	آب kg/m^3	سیمان Kg/m^3	آب به سیمان w/c	االیاف شیشه Kg/m^3	فوق روان کننده ٪سیمان
۱	**شاهد**	۰	۷۱۳	۱۶۱	۳۲۷	۰/۵	۰	۰
۲	**(AN)۱۲**	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۱	۳۲۷	۰/۵	۰/۷	۰/۸
۳	**(AN)۱۳**	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۱	۳۲۷	۰/۵	۱/۴	۰/۸
۴	**(AN)۱۴**	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۱	۳۲۷	۰/۵	۲	۰/۸
۵	**(AN)۱۵**	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۱	۳۲۷	۰/۵	۰/۷	۱/۴
۶	**(AN)۱۶**	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۱	۳۲۷	۰/۵	۱/۴	۱/۴
۷	**(AN)۱۷**	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۱	۳۲۷	۰/۵	۲	۱/۴
۸	**(AN)۱۸**	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۱	۳۲۷	۰/۵	۰/۷	۱/۸
۹	**(AN)۱۹**	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۱	۳۲۷	۰/۵	۱/۴	۱/۸
۱۰	**(AN)۲۰**	۳۵۶	۷۱۳	۱۶۱	۳۲۷	۰/۵	۲	۱/۸

۶-آزمایش ها

۶-۱- آزمایش اسلامپ بتن

روانی بتن یعنی قابلیت بتن یا ملات تازه مخلوط شده برای جریان یافتن است. کلمه کارایی به سهولت در ریختن، قابلیت تراکم، سهولت در پرداخت بتن و مقاومت در برابر جدا شدگی اطلاق می شود. متاسفانه تا کنون هیچ آزمایشی که بتواند مستقیما کارایی را به صورت کامل بیان نماید وجود ندارد ولی کوشش شده کارایی را با بعضی از خصوصیات فیزیکی آسان تر سنجش نمود ولی متاسفانه هیچ کدام از آن ها کامل نبوده، یکی از این آزمایش هاآزمایش اسلامپ است[۸].

مخروط به وسیله برس و گاهی کمی آب تمیز می شود. این مخروط نباید خیس یا کاملاً خشک باشد چرا که در غیر این صورت بر مقدار آب درون مخلوط بتن اثر می گذارد. مخروط روی یک سطح صاف و سفت قرار می گیرد. اپراتور باید هنگام انجام عملیات این مخروط را ثابت نگه دارد.مخلوط بتن در سه مرحله و سه لایه با ارتفاع های تقریباً برابر درون مخروط ریخته می شود. هر لایه را باید با ۲۵ ضربه میله متراکم کننده، متراکم کرد. زمانی که قیف پر شد، سطح آن به وسیله کاردک صاف می شود. قیف به آرامی با حرکت دادن به سمت بالا، برداشته شد.[۹].

نتایج آزمایش اسلامپ در جداول ۳ و۴ و نمودارهای ۱ تا۶ آمده است.

۶-۲-آزمایش مقاومت فشاری بتن

نمونه بتن را در ۳ لایه درون قالب ریخته و توسط میله تراکم به هر لایه ۲۵ ضربه واردگر دید. پس از پر شدن لایه سوم، با کاردک سطح بتن را صاف کرده، نمونه های مکعبی را به مدت ۲۰ الی ۴۸ ساعت در هوای آزاد قرار داده و سپس آنها را درون حوضچه آب اشباع شده با آهک وارد کرده، پس از مدت ۱ هفته نمونه ها را از آب بیرون آورده، آن ها را مدتی در هوای آزاد گذاشته تا آب اضافی از سطح آنها خارج شود در پایان هر نمونه را داخل دستگاه پرس هیدرولیکی قرارداده، دستگاه را تحت بارگذاری یکنواخت قرارداده، بطوریکه آهنگ ازدیاد تنش در ثانیه باشد به محض شکستن قسمتی از نمونه،

بارگذاری دستگاه متوقف شده وحداکثر نیروی وارده بر سطح تماس نمونه با صفحات فلزی بر روی نمایشگر دستگاه بر حسب تن نشان داده می شود، با داشتن حداکثر نیروی وارده و سطح بارگذاری شده می توان مقاومت فشاری آزمونه ها را تعیین کرد[۱۰].

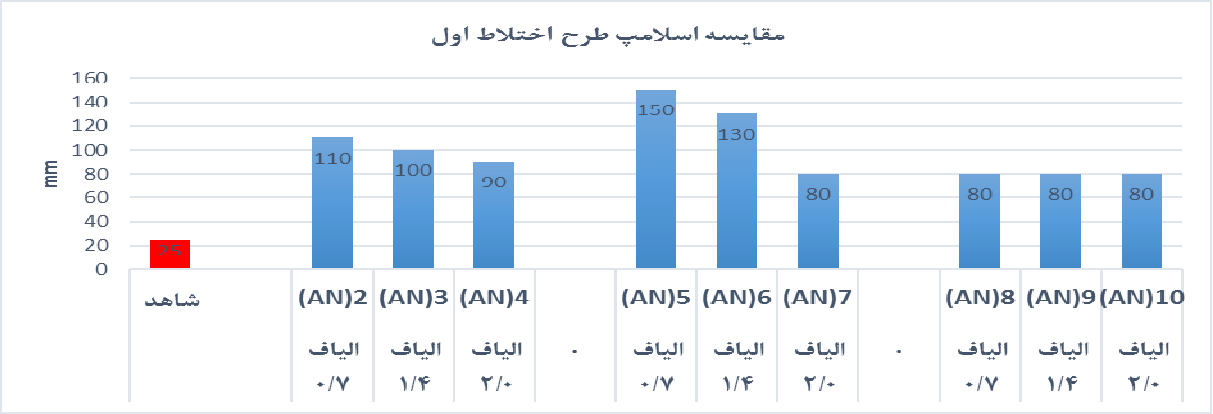
نتایج آزمایش اسلامپ در جدول۳ و ۴ و نمودار۱ تا ۶ آمده است.

جدول۳- نتایج آزمایش های طرح اختلاط اول با نسبت آب به سیمان ۰/۵۵

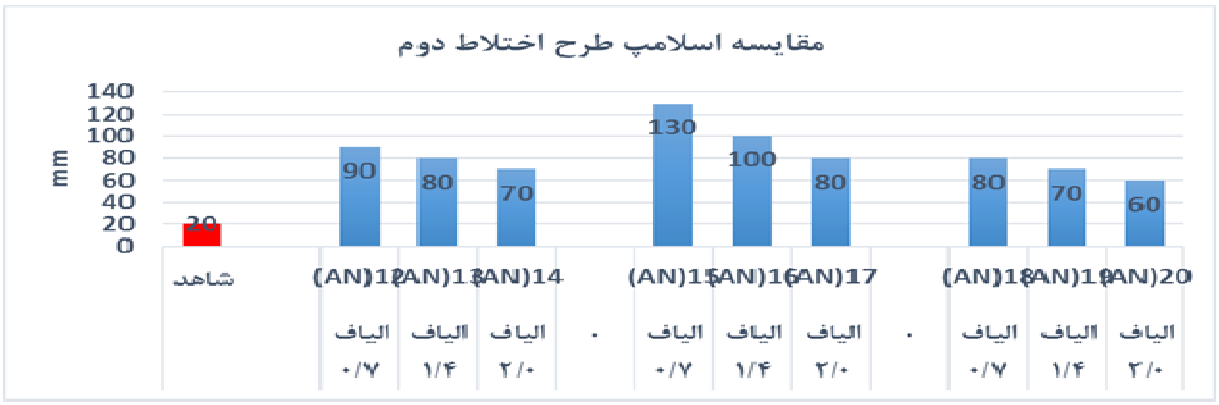
شماره	نام طرح	اسلامپ	مقاومت ۷ روزه	مقاومت ۲۸ روزه
۱	شاهد	۲۵	۱۲/۰۵	۱۲/۵۸
۲	(AN)2	۱۱۰	۱۶/۲۳	۱۸/۷۲
۳	(AN)3	۱۰۰	۱۶/۵۶	۱۹/۲۵
۴	(AN)4	۹۰	۲۰/۲۴	۲۱/۲۵
۵	(AN)5	۱۵۰	۱۳/۰۱	۱۴/۴۳
۶	(AN)6	۱۳۰	۹/۹۱	۱۳/۴۷
۷	(AN)7	۸۰	۹/۶۱	۱۱/۱۹
۸	(AN)8	۸۰	۱۲/۳۶	۱۳/۹۱
۹	(AN)9	۸۰	۱۱/۷۴	۱۳/۳۲
۱۰	(AN)10	۸۰	۱۰/۰۸	۱۲/۲۴

جدول ۴- نتایج آزمایش های طرح اختلاط دوم با نسبت آب به سیمان۰/۵

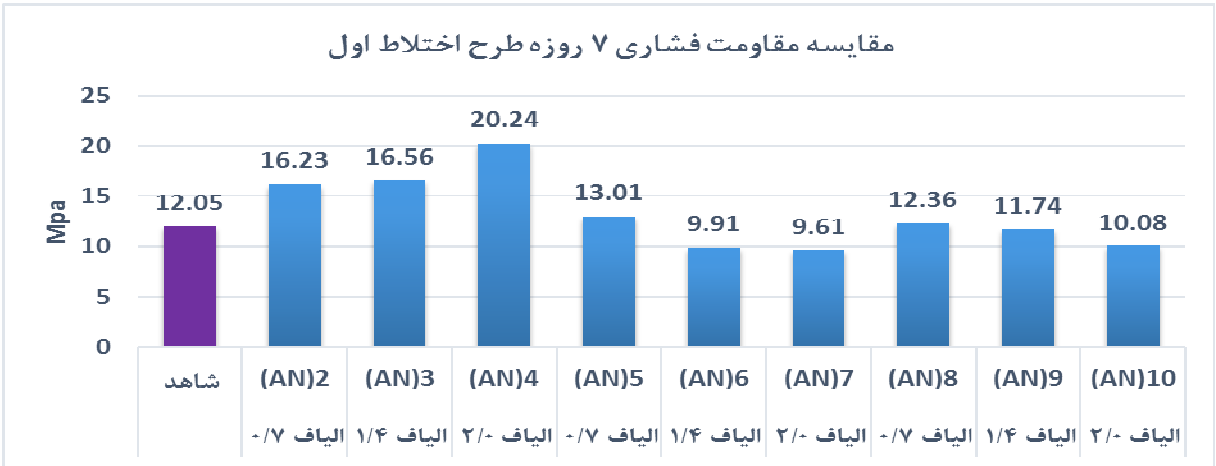
شماره	نام طرح	اسلامپ	مقاومت ۷ روزه	مقاومت ۲۸ روزه
۱	شاهد	۲۰	۱۳/۹۳	۱۴/۲۳
۲	(AN)12	۹۰	۱۹/۲۱	۲۰/۹۵
۳	(AN)13	۸۰	۲۰/۶۳	۲۲/۳۸
۴	(AN)14	۷۰	۲۷/۷۱	۲۴/۶۵
۵	(AN)15	۱۳۰	۱۹/۱۰	۱۹/۸۰
۶	(AN)16	۱۰۰	۱۷/۵۲	۱۹/۰۲
۷	(AN)17	۸۰	۱۵/۷۲	۱۶/۵۲
۸	(AN)18	۸۰	۱۹/۶۶	۲۲/۳۶
۹	(AN)19	۷۰	۱۷/۸۵	۲۱/۲۷
۱۰	(AN)20	۶۰	۱۵/۶۵	۱۸/۹۶



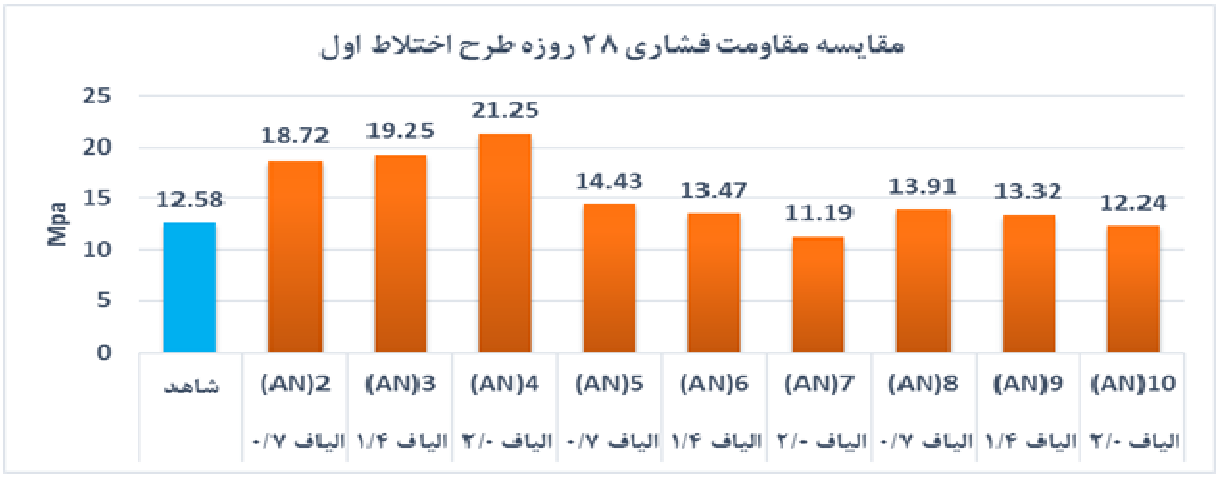
نمودار ۱-نمودار اسلامپ طرح اختلاط اول با نسبت آب به سیمان ۰/۵۵



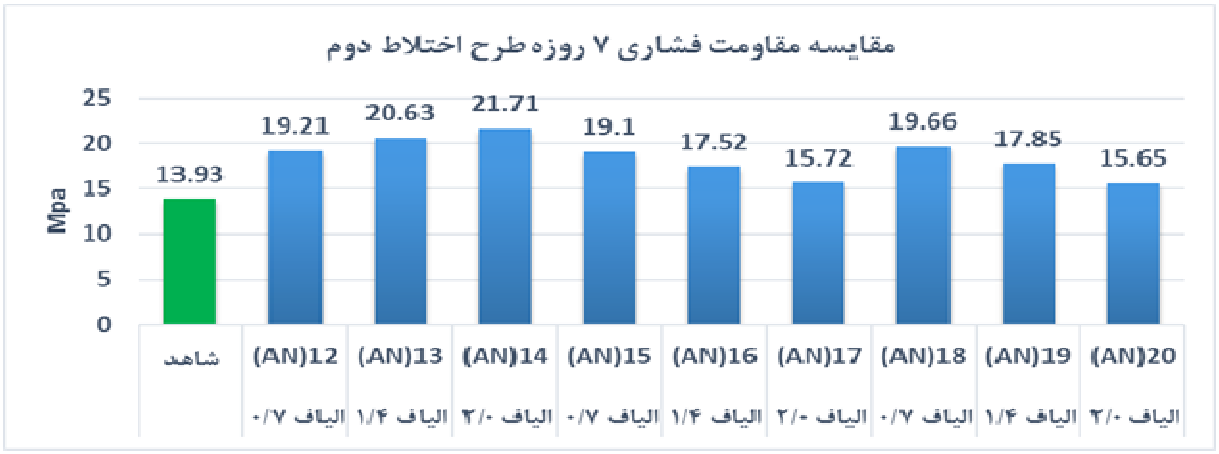
نمودار ۲- نمودار اسلامپ طرح اختلاط اول با نسبت آب به سیمان ۰/۵



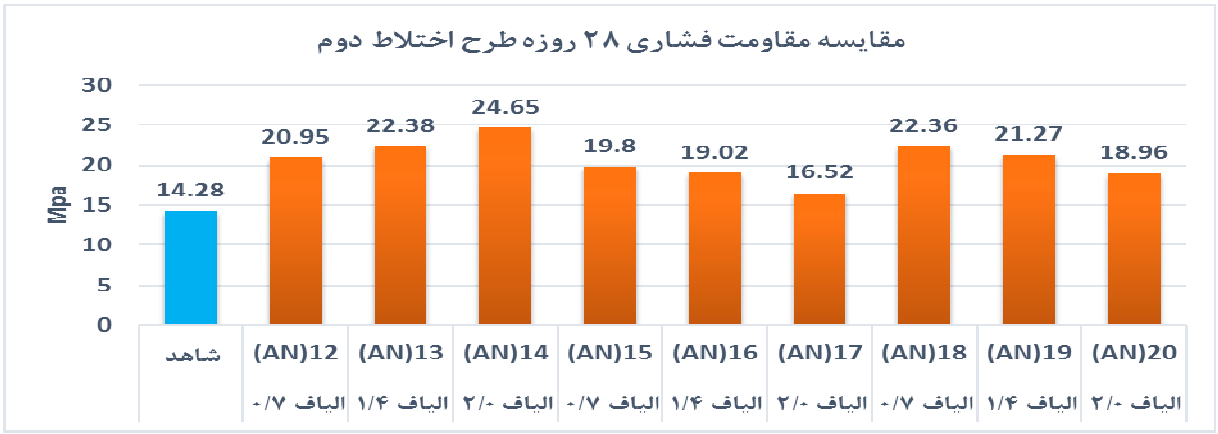
نمودار ۳-نمودارمقاومت فشاری ۷ روزه طرح اختلاط اول با نسبت آب به سیمان ۰/۵۵



نمودار۴-نمودار مقاومت فشاری ۲۸ روزه طرح اختلاط اول با نسبت آب به سیمان ۰/۵۵



نمودار۵-نمودار مقاومت فشاری ۷ روزه طرح اختلاط دوم با نسبت آب به سیمان ۰/۵



نمودار۶-نمودار مقاومت فشاری ۲۸ روزه طرح اختلاط دوم با نسبت آب به سیمان ۰/۵

7–نتیجه

نتایج حاصل از آزمایش های اسلامپ و مقاومت فشاری نمونه های بتنی به صورت زیر است:

- بیشترین مقاومت ۷ روز طرح اختلاط اول نمونه (AN)4 با۲۴/۲۰ MPa دارا می باشد.
- بیشترین مقاومت ۲۸ روز طرح اختلاط اول نمونه (AN)4 با ۲۵/۲۱ MPa دارا می باشد.
- بیشترین مقاومت ۷ روزه طرح اختلاط دوم نمونه (AN)14 با ۲۱/۷۱ MPa دارا می باشد.
- بیش ترین مقاومت ۲۸ روزه طرح اختلاط دوم نمونه (AN)14 با ۲۴/۶۵ MPa دارا می باشد.
- بیش ترین رشد مقاومت فشاری نمونه های ۷ روز طرح اختلاط اول نمونه (AN)4 با ۶۸ درصد درصد نسبت به نمونه شاهد بیش ترین رشد ۷ روز را در طرح اختلاط اول داشته است.
- بیش ترین رشد مقاومت فشاری نمونه های ۲۸ روز طرح اختلاط اول نمونه (AN)4 با ۶۹ درصد درصد نسبت به نمونه شاهد بیش ترین رشد ۲۸ روز را در طرح اختلاط اول داشته است.
- بیش ترین رشد مقاومت فشاری نمونه های ۷ روز طرح اختلاط دوم نمونه (AN)14 با ۵۵ درصد درصد نسبت به نمونه شاهد بیش ترین رشد ۷ روز را در طرح اختلاط دوم داشته است.
- بیش ترین رشد مقاومت فشاری نمونه های ۲۸ روز طرح اختلاط دوم نمونه (AN)14 با ۷۳ درصد درصد نسبت به نمونه شاهد بیش ترین رشد ۲۸ روز را در طرح اختلاط دوم داشته است.
- در کلیه ی طرح ها با افزایش سن بتن از ۷ روزه به ۲۸ روزه، مقاومت فشاری بتن افزایش می یابد.
- کاهش نسبت آب به سیمان (W/C) سبب افزایش مقاومت فشاری بتن و کاهش ابعاد سازه های بتنی می گردد.
- بیشترین رشد اسلامپ نمونه های طرح اختلاط اول (AN)5 با ۵۰۰ درصد نسبت به شاهد داشته است.
- بیشترین رشد اسلامپ نمونه های طرح اختلاط دوم (AN)15 با ۵۵۰ درصد نسبت به شاهد داشته است.
- فوق روان کننده ها علاوه بر افزایش اسلامپ و کارایی مخلوط بتن تازه، از طریق کاهش نسبت آب به سیمان موجب افزایش مقاومت فشاری و مدول الاستیسیته و کاهش ضریب پواسون و در نتیجه افزایش مدول برشی بتن سخت شده می شوند.
- بیش ترین مقاومت بتن در سنین ۷ روز مربوط به طرح اختلاط دوم با نسبت آب به سیمان ۰/۵می باشد.
- بیشترین مقاومت بتن در سنین ۲۸ روز مربوط به طرح اختلاط دوم با نسبت آب به سیمان ۰/۵می باشد.
- از مقایسه مقاومت فشاری بتن در سنین ۷ و ۲۸ روزه چنین می توان نتیجه گرفت که طرح های حاوی فوق روان کننده کربوکسیلاتی دارای اثر بلند مدت بیشتری نسبت به اثر کوتاه مدت می باشند.

۸–قدردانی

از شرکت ساوانا بتن شیراز که همکاری لازم جهت انجام آزمایش ها را مبذول فرمودند، کمال تشکرو قدر دانی را دارم

۹–مراجع

[۱] اسلامی، وحید، (۱۳۹۱)، " نانوسیلیس"، شرکت تولیدی صنایع ایساتیس یزد، (آنلاین) < http.www.isatissilica.com > (خرداد ۱۳۹۶).

[۲] دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، (۱۳۹۵) ،"مبحث نهم مقررات ملی ساختمان–طرح و اجرای ساختمان های بتن آرمه"، چاپ دهم

[۳] ایراجیان، محمود، (۱۳۸۰) ،"کاربرد مواد افزودنی در پروژههای سدسازی"، چهارمین کنفرانس بین المللی سدسازی، ایران، تهران.

[۴] مرعشی، آرش، (۱۳۹۵)، "آزمایش تعیین مقاومت فشاری بتن"، وبسایت شخصی،< < http://arashmarashi.blogfa.com، (خرداد ۱۳۹۶).

[۵] خالو، علیرضا، (۱۳۸۷)، "رفتار و کاربرد بتن الیافی"، مجموعه مقالات اولین کنفرانس تکنولوژی بتن الیافی دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران.

[۶] امیری، راهب، (۱۳۸۷)،" بررسی ساختار بتن های سبک مقاوم لیکا"، کارشناسی ارشد دانشکده فنی - دانشگاه محقق اردبیلی.

[7] ASTM C۱۴۳, (۲۰۰۳),"Slump of hydraulic-cement concrete" ۰۴،۰۲, American Society for Testing and Materials, USA.

[۸] بیات کشکولی، سمیرا، (۱۳۹۳)، "ویژگی های مهندسی نانو –بتن سبک و اثر آن در رفتار لرزه ای سازه ه ساختمانی"، دانشکده فنی عمران و محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس

[9] ASTM C۱۳۸, (۲۰۰۳), "Density (Unit Weight),Yield, and Air Content(Gravimetric) Of Concrete, American Society for Testing and Materials, USA.

[10] Rixom, R. and Mailvaganam, N. (۱۹۹۹), "CHEMICAL ADMIXTUIRES FOR CONCRETE",۳rd Ed., E & EN SPON.

In vitro study of the effect of super-lubricant based on polycarboxylate and glass fibers on mechanical properties of lightweight structural concrete with Lika aggregate

Alinemati[۱]، Davoodghaedianroonizi[۲]، Nedamohammadi[۳]

1- Graduate student، Apadana Institute of Higher Education

2- Instructor of Civil Engineering، Islamic Azad University، Eghlid Branch

3- Graduate student،Apadana Instiute of Higher Eduation

Abstract

Reducing the weight of buildings while reducing the size of structural members reduces the force of earthquakes and reduces the cost of construction.Lightweight concrete can be used to reduce structural weight. Leica grains do not compress against constant mechanical pressure or repeated loading, and the percentage of air present remains constant.The presence of closed inner pores, especially cellular structure, and the presence of a coating layer significantly reduce the amount of water absorbed by Leica grains compared to other light grains. In this study, the effect of super-lubricant based on polycarboxylate and glass fibers on mechanical properties of lightweight structural concrete with Lika aggregate was investigated. For this purpose, ۲۰ mixing schemes have been implemented, ۲ of which are as control and ۱۸ as polycarboxylate and glass fiber additives, The results show that in the first mixing scheme with water / cement ratio of ۰,۵۵ the highest slump is related to sample (AN۵) and in the second mixing scheme with water to cement ratio of ۰,۵ having ۰,۷٪ fibers and ۱,۴٪ Super lubricant. The ۷ and ۲۸ day compressive strength of the first mixing design with water / cement ratio is ۰,۵۵ for sample (AN۴) and for the second mixing design with water to cement ratio ۰,۵ for sample (AN۱۴) which contains ۲٪ fibers and ۰,۸٪ Super lubricant.Polycarboxylate-based super-lubricant increases concrete density and significantly increases resistance. The results show that the addition of glass and super-lubricating fibers increases the strength of concrete.

Keyword: Lightweight concrete, glass fiber, super-lubricant,leica,slump