اصلاح خواص فیزیکی و مکانیکی سیستم های بر پایه گل رس با استفاده از پلیمر طبیعی (Asphodel)

نهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران

دانشگاه علم و صنعت ایران
۳-۵ آذر ماه ۱۳۸۳

علیرضا مجرد[×]، حمید رحیمی[×]، سید محمد باقر علوی

تهران، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، گروه کامپوزیت و چسب

صندوق پستی ۱۴۹۶۵/۱۵۵

H.Rahimi@ippi.ac.ir

Alirezamojarrad@yahoo.ca

چکیده

در این پژوهش، تاثیر مواد پلیمری طبیعی برای اصلاح خواص گل رس مورد بحث قرار می‌گیرد. سازگاری بین گل و ماده اصلاح کننده (پلیمر طبیعی) طی آزمایش های مختلف بررسی شد. پخت آمیزه های تهیه شده با درصدهای مختلفی از سیستم خاک رس – آب – پلیمر طبیعی در داخل مایکروویو انجام شد. جهت بررسی خواص نمونه ها، آزمون های مختلف برروی آنها انجام شد. میزان جمع شوندگی، دانسیته، میزان جذب آب و استحکام مکانیکی(خمشی) نمونه‌ها مورد آزمون قرار گرفت. از تست های انجام شده مشخص شد که با افزایش در صد وزنی معینی از پلیمر طبیعی، خواص فیزیکی و مکانیکی سیستم گل رس بطور چشمگیری افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: خاک رس، سریش، دانسیته، جمع شوندگی، استحکام خمشی و رزول

مقدمه

علم استفاده از مواد پلیمری برای تقویت خاک هنوز در اصطلاح مهندسی سازه، جدید است[۳]. ساختارهایی که با استفاده از مواد پلیمری ساخته شده‌اند، عمر طراحی شده دارند که از عمر موقت (یک تا پنج سال) تا دایمی (۱۲۰ سال بیشتر) تغییر می‌یابد. تمام مواد پلیمری که برای تقویت در مهندسی ژئوتکنیک بکار می‌روند، درحین فرآورش، در دمایی پایین‌تر از نقطه ذوب کشیده می‌شوند. این عمل مولکول های با زنجیره بلند ماده را، به سوی کشیده شده جهت می‌دهد و خواص فیزیکی را در آن سو بسیار تشدید می‌کند. وقتی پلیمری در درون خاک قرار می‌گیرد اثر چندین عامل که به عملکرد کانی‌ها و مواد معدنی موجود در خاک مرتبطاند باید مورد توجه قرار گیرد. این عوامل عبارتند از : اسید یا قلیا، نمک های محلول نظیر نمک‌های آهن و منیزیم و مواد آلی همانند اسیدهایی که از تخریب و تجزیه مواد آلی دیگر توسط باکتریها حاصل می‌شوند. بطور کلی، عوامل بیولوژیک می‌توانند هم از طریق باکتریها و هم از طریق قارچ ها بر روی پلیمرها تاثیر گذارند. چرا که در این موارد این فرآیند بواسطه فعالیت های بیولوژیکی ناشی از وجود هیدروکسید آهن، سولفید آهن و پلی ساکارید های باکتریایی، انجام می‌پذیرد. بطور کلی تحت تنش قرار دادن پلیمرها به مدت زیاد ممکن است منجر به پدید آمدن یک سری ریز ترک‌های سطحی شود، که این ترک‌های ریز فرآیند تهاجمی شیمیایی یا بیو شیمیایی را به میزان قابل توجهی تشدید می‌نماید[۳]. اهمیت توسعه این ترک‌های ریز برای تنش‌های کششی بسیار بیشتر از تنش‌های فشاری است. بهترین راه در این مسائل انجام آزمایش‌های کامل و در مقیاس حقیقی است. به عنوان مثال، می‌توان عملکرد حقیقی و رفتار پلیمر ها را پس از مدتی طولانی، در شرایط استفاده حقیقی آنها در کار، مورد مشاهده قرار داد[۳]. جنبه مهم دیگر سازگاری برهمکنش بین ماتریس خاک رس، و اصلاح‌کننده است[۷]. هدف از انجام این کار پژوهشی تهیه، سازه های مهندسی سبک با خواص فیزیکی و مکانیکی بالا جهت کارهای زیربنائی، همچنین موادی زیست تخریب پذیر بعد از عمر طراحی‌شده، و در نهایت استفاده از مواد ارزان قیمت به لحاظ اقتصادی، می‌باشد. نکته مهمی که در این کار پژوهشی مدنظر قرار گرفته است استفاده از مواد زیست تخریب پذیر با دانسیته پایین و خواص عالی در ساخت سازهای متناسب با شرایط زیربنائی کشور، بویژه مناطقی که روی گسل زلزله قرارگرفته‌اند، و همچنین قابل دسترس بودن می‌باشد[۱]. به همین علت لازم می‌نماید بکارگیری موادی مثل پلیمرهای طبیعی (سریش) که در کشور بوفور یافت می شود استفاده شود. در این قسمت توضیح مختصری درمورد سریش داده می شود تا زمینه استفاده از این مواد فراهم گردد. سریش داراي مواد لعابي و چسب داري مي‌باشد که از آن در صحافي، کفاشي و نقاشي منازل استفاده مي‌شود. در این پژوهش با افزایش پلیمر طبیعی به ماتریس گل رس خواص فیزیکی و مکانیکی متحول می‌شود. کمبود سیمان در اکثر مناطق ایران و ناآشنائی کارگران محلی در کاربرد بتن ایجاب ضرورت ماده دیگری مانند ساروج که بتواند استحکام و اقتصاد کارهای سیمانی در مناطقی که ازوجود سیمان برخوردار نیستند، می‌نماید. مصالحی که برای ساخت سازه‌ای همانند ساروج لازم است عبارتنداز: آهک، خاک رس، سریش، الیاف طبیعی (موی بز)، رزول، ماسه بادی، خاکستر و لوئی که به ارزانی در تمام نقاط ایران یافت می شود، قابل ذکراست. طبق روش‌های باستانی هفت روز برای ساخت و عمل‌آوردن ساروج لازم است و درضمن گفته می‌شود که لااقل مدت بیست سال لازم است

که مقاومت ساروج بتواند از مقاومت بتن بیشتر شود. هدف پروژه فوق، رسیدن به خواص ساختمانی ساروج و کوتاه کردن مدت ساخت و عمل آوردن آن و بالاخره تسریع مدت رسیدن به مقاومت نهائی آن است[۲].

تجربی

مواد

در این پژوهش خاک رس تهیه شده از جنوب تهران با ترکیبات (Sio_2، $CaSo_4.2H_2o$ ، $CaCo_3$ ، $CaHPo_4.2H_2o$)[۱]. سریش از محصولات موجود در بازار. رزول پایه الکلی از شرکت رزیتان، استفاده شده‌است.

دستگاه ها

آون معمولی مدل JP20 ساخت شرکت ژاپنی برای پخت نمونه ها، از میکسر مدل RZR 2102 ساخت هیدولف آلمان با ۲۰۰۰ دور در ثانیه برای مخلوط کردن نمونه‌ها، دستگاه مایکرویو مدل NN - C2002 ساخت شرکت پاناسونیک ژاپن، مخلوط‌کن دو غلتکی ساخت آلمان با نام Polymix مدل 200L برای مخلوط کردن اجزای آمیزه، دستگاه اینسترون مدل ۶۰۲۵ برای آزمون خمش نمونه ها، استفاده شده‌است.

روشها

قالبگیری

قالبگیری این ترکیبات در فشار ۲ بار، دمای ۱۰۰ تا ۲۰۰°C و زمان های متفاوت برحسب نمونه با فرمول بندی خاص، در قالب تفلونی به ابعاد ۱×۲×۱۶۰mm انجام شد.

روش تهیه نمونه ها

در این مرحله با توجه به حجم نمونه و چگالی مواد اولیه مقدار هر ماده با توجه به فرمولبندی ارائه شده در جدول ۱ و ۲ توزین شد. نمونه های مختلف با درصد های متفاوت سریش مطابق جدول ۱ تهیه شد. برای اختلاط مواد هر فرمولبندی، سرعت مخلوط کن روی ۴۰۰rpm و دمای بدنه مخلوط کن در ۲۵ درجه سانتیگراد تنظیم می‌شود.

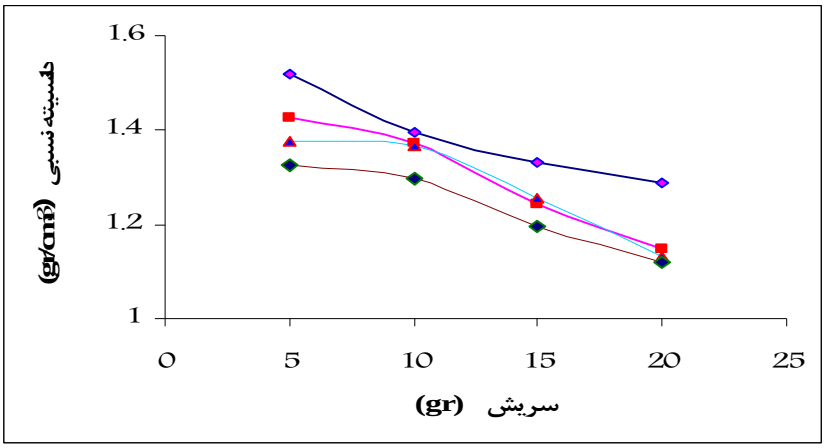
نتایج و بحث

بررسی خواص فیزیکی

بررسی دانسیته

یکی از ویژگیهای مهم سازه های مهندسی دانسیته آنهاست، نتایج حاصل از بررسی های انجام شده به صورت نمودار در شکل ۱ آمده‌است. از منحنی شکل ۱ معلوم می‌شود که با افزایش در صد وزنی پلیمر طبیعی (سریش) دانسیته، افت پیدا کرده است. لازم به توضیح است که افزایش پلیمر طبیعی همانند پلی ساکاریدها

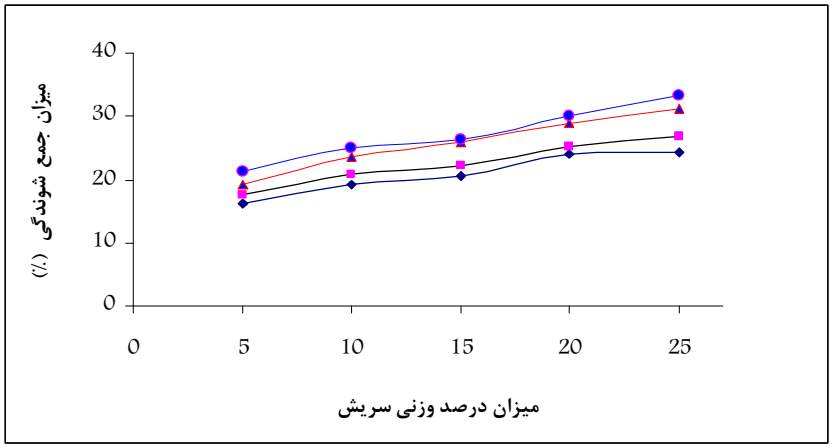
با زنجیر های آلی بیشتر به ماتریس گل رس با دانسیته بالا، باعث کاهش دانسیته نمونه بدست آمده، و یا به عبارتی باعث افزایش چقرمگی شکست (مقاومت ضربه ای) سازه مهندسی می‌گردد[۶و۴].



شکل ۱- منحنی دانسیته نسبی با تغییر درصد وزنی سریش، برای نمونه های مختلف بر پایه گل رس.

بررسی میزان جمع شوندگی

نتایج حاصل این پژوهش نشان می‌دهد که میزان جمع شوندگی نمونه های بر پایه ماتریس گل رس با افزایش درصد وزنی پلیمر طبیعی (سریش) و مقدار آب، بعد از پخت درداخل مایکروویو افزایش می یابد. شایان ذکر است که با افزایش پلیمر طبیعی در فرمول بندی‌های A10W(60,70,08,90) و A15W(70,80,09,100) سیستم متورم می گردد و با افزایش آب، جمع‌شوندگی سیستم افزایش می یابد. در یک ترکیب درصد وزنی خاص این دو اثر همدیگر را خنثی می‌کنند[۶و۴].



شکل ۲ – نمودار جمع شوندگی (٪) با تغییرات میزان درصد وزنی سریش.

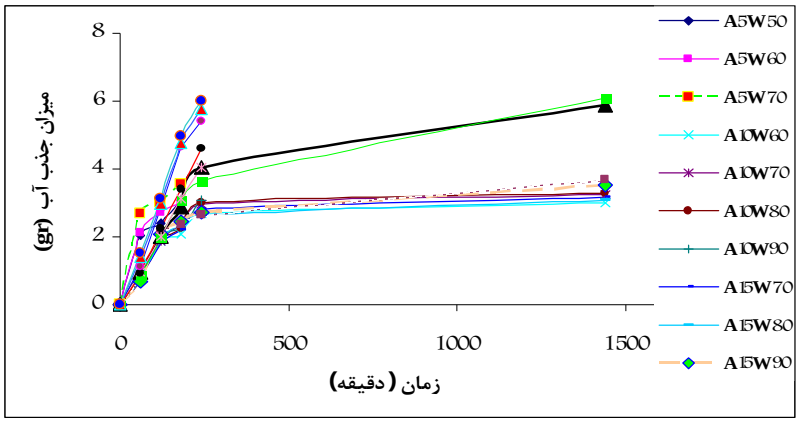
بررسی میزان جذب آب

جذب آب سازه تهیه شده از ماتریس گل رس، یکی از مهمترین ویژگی‌های آن است، بویژه سازه‌هایی که مدام در معرض رطوبت قرار می‌گیرند باید کمترین میزان جذب آب را داشته باشند. همانگونه که از جدول ۲ مشاهده می‌شود میزان جذب آب برای نمونه های مختلف بر پایه ماتریس گل رس – پلیمر طبیعی در زمان های مختلف مورد آزمون قرار گرفته‌است و از روی داده های بدست آمده مشخص می‌شود که سازه های با فرمول بندی A10W(60,70,80,90) و A15W(70,80,90,100) بعد از سپری شدن ۲۴ ساعت ساختار خود را حفظ نموده، و بقیه نمونه ها بتدریج تخریب می‌شوند. برای رسیدن به خواص بهینه، آن فرمول‌بندی به عنوان مرجع انتخاب می‌شود که از نظر خواص فیزیکی و مکانیکی و میزان مصرف پلیمر طبیعی محدوده وسیعی را پوشش دهد تا در صورت تضعیف خواص بتوان دلیل هایی را برای آن پیشنهاد کرد. در اینجا فرمول بندی ایده‌آل از نظر جذب آب و مقدار پلیمر بکار رفته، ترکیب درصد C100A10،که از نظر توجیه اقتصادی و انرژی لازم برای فرآورش آن قابل توجیه می‌باشد. همان طور که از جدول ۲ پیداست میزان جذب آب برای نمونه های مختلف بر پایه گل رس، با افزایش درصد وزنی سریش، افزایش چشمگیری داشته‌است. زیرا پلی ساکارید ها به علت داشتن تعداد زیاد باند های OH در ساختار خود با مولکول های آب، پیوندهای هیدروژنی زیادی برقرار کرده، و در نتیجه آب بیشتری را از محیط جذب می‌نمایند[۶و۵].

جدول ۲ – میزان جذب آب نمونه های مختلف بر پایه گل رس با افزایش در صد وزنی سریش. C: خاک رس، A: سریش، W: آب

کد نمونه	میزان جذب آب(گرم) بعد از ۱ ساعت	میزان جذب آب(گرم) بعد از ۲ ساعت	میزان جذب آب(گرم) بعد از ۳ ساعت	میزان جذب آب(گرم) بعد از ۴ ساعت	میزان جذب آب(گرم) بعد از ۲۴ ساعت	ملاحظات
C100A5W50	۲،۰۳	۲،۴۰	۳،۰۷	–	–	نمونه های A10W(60,70,80,90) و A15W(70,80,90,100) بعد از ۲۴ ساعت ساختار شان را حفظ نموده، بقیه نمونه ها تخریب می‌شوند.
C100A5W60	۲،۱۲	۲،۷۱	۳،۴۹	–	–	
C100A5W70	۲،۷۰	۳،۰۱	–	–	–	
C100A5W80	–	–	–	–	–	
C100A10W60	۰،۹۱	۱،۸۹	۲،۰۹	۲،۷۰	۳،۰۲	
C100A10W70	۰،۷۴	۱،۸۷	۲،۴۱	۲،۹۶	۳،۲۶	
C100A10W80	۰،۸۵	۱،۹۴	۲،۲۳	۳،۰۲	۳،۲۹	
C100A10W90	۰،۸۱	۲،۰۲	۲،۳۰	۳،۰۷	–	
C100A15W70	۰،۷۹	۱،۷۹	۲،۲۱	۲،۸۰	۳،۱۸	
C100A15W80	۰،۷۷	۱،۹۴	۲،۳۸	۲،۶۵	۳،۱۰	
C100A15W90	۰،۷۰	۲،۱۰	۲،۴۴	۲،۷۱	۳،۵۱	
C100A15W100	۰،۸۴	۲،۰۸	۲،۳۶	۲،۶۶	۳،۷۰	
C100A20W80	۰،۹۶	۲،۰۲	۲،۸۹	۴،۰۳	۵،۸۹	
C100A20W90	۰،۸۷	۱،۹۷	۳،۱۰	۳،۶۵	۶،۰۷	
C100A20W100	۰،۹۵	۱،۹۹	۳،۱۲	۴،۰۴	–	
C100A20W110	۰،۹۳	۲،۲۴	۳،۴۱	۴،۶۰	–	
C100A30W100	۱،۱۳	۲،۸۹	۴،۶۵	۵،۴۱	–	
C100A40W120	۱،۴۲	۲،۹۷	۴،۷۷	۵،۷۸	–	
C100A50W140	۱،۵۱	۳،۱۲	۴،۹۶	۶،۰۱	–	

چنانچه در شکل ۶ دیده می‌شود با افزایش ترکیب در صد وزنی سریش در ماتریس گل رس، میزان جذب آب تا زمان سپری شدن ۴ ساعت افزایش بیشتر، بعد از آن تقریباً ثابت یا افزایش ملایمی را طی می‌کند.

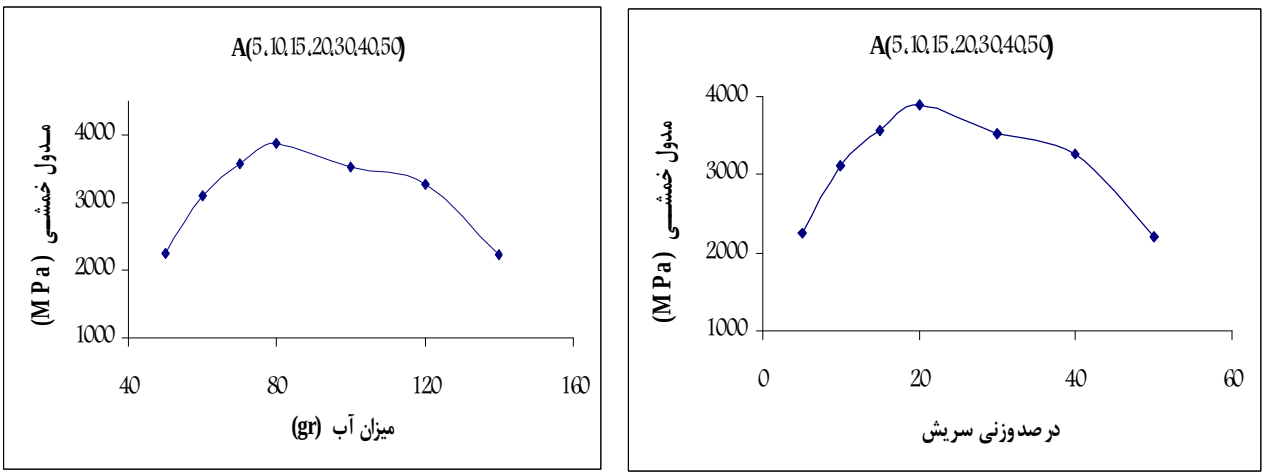


شکل ۳ – نمودار تغییرات جذب آب (گرم) برحسب زمان برای نمونه های مختلف بر پایه گل رس تهیه شده بوسیله مخلوط کننده دو غلتکی.

بررسی خواص مکانیکی

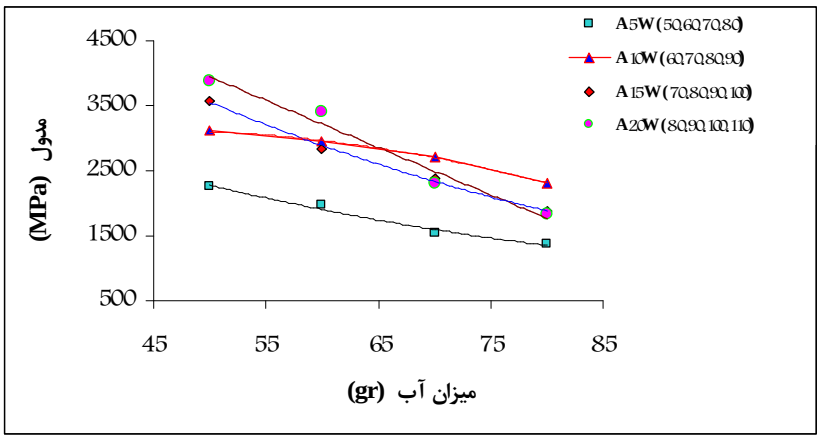
خواص خمشی

با استفاده از این آزمون، مدول خمشی و میزان خمش آمیزه های تقویت شده با پلیمر طبیعی و Load بر حسب Deflection تمام نمونه ها بررسی شد. در کلیه فرمول‌بندی‌ها نتایج استحکام خمشی نشان می‌دهد که با افزایش پلیمر طبیعی، این خاصیت تا درصد وزنی مشخص سریش (۵ تا ۲۰درصد) روند افزایشی، بعد از آن طبق نمودار شکل ۴ سیر نزولی خواهد داشت که دلیل این پدیده افزایش شدید نیروهای بین مولکولی ناشی از وجود پلی ساکارید است. در فرمول بندی های C100A(5,10,15,20) تغییرات مدول خمشی با افزایش میزان درصد وزنی سریش روند افزایشی دارد[۷].



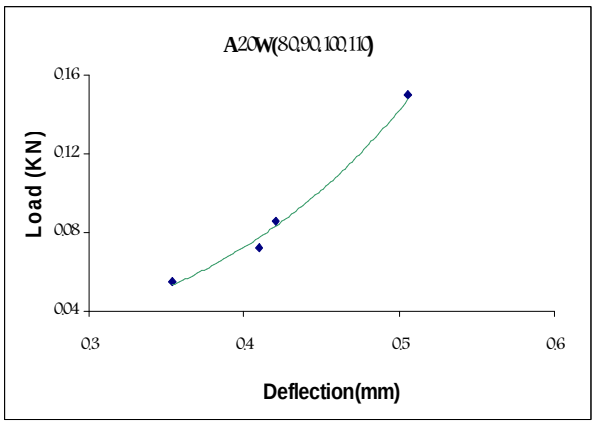
شکل ۴ و ۵ – نمودار تغییرات مدول خمشی با افزایش درصد وزنی پلی ساکارید و آب.

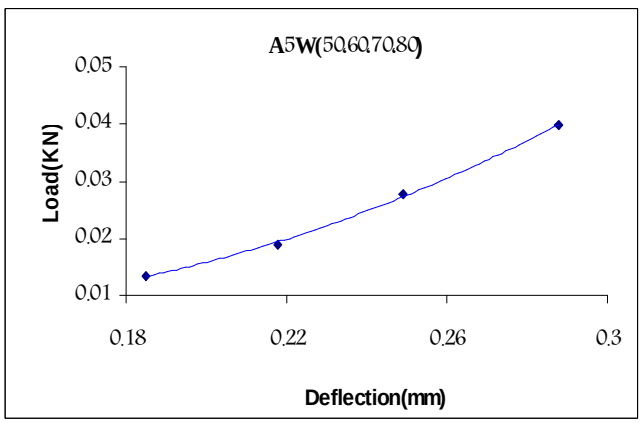
از نتایج بدست آمده در شکل ۶ می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که یک مقدار آب بهینه برای تمامی فرمولاسیون ها وجود دارد که این مقدار آب بهینه، همان کمترین مقدار آب برای خیس کردن آمیزه می‌باشد که مدول در آن ترکیب درصد وزنی بیشترین می‌باشد. همچنین از منحنی های بدست آمده معین می‌شود که آمیزه با فرمول بندی C100A20W80 دارای بیشترین مدول است.



شکل ۶ – منحنی مقدار آب بهینه برای تمامی فرمولاسیون های بر پایه گل رس.

همانطور که مشاهده می‌شود بر طبق منحنی شکل ۶ با افزایش میزان آب در تمام فرمول بندی‌ها مدول خمشی کاهش می‌یابد که علت این امر این است که با افزایش میزان درصد آب، حفرات ریزی در سیستم گل رس – پلیمر طبیعی بوجود می‌آیند که این حفرات به نوبه خود باعث افت خواص مکانیکی و فیزیکی می‌گردند.





شکل ۷ و ۸ – نمودار های میزان نیروی اعمال شده (KN) برحسب خمش (mm).

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون تست خمش در شکل۶ و۷ می‌توان پیش بینی کرد که با افزایش میزان درصد وزنی پلی ساکارید (از ۵ تا۲۰ درصد) مقدار نیروی لازم برای خمش قطعه، افزایش می‌یابد. و در یک ترکیب درصد ثابت نیروی اعمالی برحسب خمش با افزایش آب، کاهش پیدا می‌کند.

نتیجه گیری

با توجه به نتایجی که در قسمت های قبل ارائه شد نتیجه گیری کلی زیر را می‌توان استنتاج کرد :

- با افزایش در صد وزنی پلیمر طبیعی (پلی ساکارید) دانسیته، بطور چشمگیری افت پیدا کرده‌است.
- میزان جمع شوندگی نمونه های بر پایه ماتریس گل رس با افزایش درصد وزنی پلیمر طبیعی (سریش) و مقدار آب، بعد از پخت درداخل مایکروویو افزایش نشان می‌دهد.
- با افزایش پلیمر طبیعی در فرمول بندی‌های A10W(60,70,08,90) و A15W(70,80,09,100) سیستم متورم می‌گردد و با افزایش آب، جمع‌شوندگی سیستم افزایش می‌یابد. در یک ترکیب درصد وزنی خاص این دو اثر همدیگر را خنثی می‌کنند.
- میزان جذب آب برای نمونه های مختلف بر پایه خاک رس، با افزایش درصد وزنی پلیمر طبیعی، افزایش نشان می‌دهد.
- با افزایش ترکیب در صد وزنی سریش در ماتریس گل رس، میزان جذب آب تا زمان سپری شدن ۴ ساعت افزایش بیشتر، بعد از آن تقریباً ثابت یا افزایش ملایمی را طی می‌کند.
- در فرمول بندی های C100A(5,10,15,20) تغییرات مدول خمشی با افزایش میزان درصد وزنی پلی ساکارید روند افزایشی دارد.
- با افزایش درصد وزنی پلی ساکارید (از ۵ تا ۲۰ درصد) مقدار نیروی لازم برای خمش قطعه، افزایش می‌یابد.
- در یک ترکیب درصد ثابت نیروی اعمالی برحسب خمش با افزایش آب، کاهش پیدا می‌کند.

منابع و مراجع

۱. علیرضا مجرد، حمید رحیمی، سید محمد باقر علوی، بررسی خواص فیزیکی گل رس اصلاح شده با روغن بزرک (Linseed oil)، نهمین کنگره مهندسی شیمی ایران، سال نهم، تیر(۱۳۸۳).

۲. مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران،" استفاده از ساروج به جای بتن"، دانشگاه شریف – دانشکده مهندسی سازه، طرح پژوهشی، www.database.irandoc.ac.ir.

3. Jewell, R.A, Soil reinforcement with geotextile, London CIRIA, xxiv, 332p.:ill, (1996)

4. K. S. Subba Rao, S. Gangadhara, "Swelling Behavior of Desiccated Clay", American Society for Testing and Materials Journal, x: 193-200, (2000).

5. P.M.S. Reid, "Kaolin: Processing Properties and Application", Applied Polymer Science, 47: 839-846, (1993).

6. Worral, W.E, Clay and Ceramic raw materials, London Elsevier, xvi,468 P. illus. diagrs.tables.25 cm, (1987).

7. Polymer – modified hydraulic – cement mixture, American Society for Testing and Materials (ASTM) Philadelphia, 154 p.: ill, (1993).