قدرت نگهداري اتصال دهنده‌ها در چندسازه آرد كاه برنج-پلي اتيلن سنگين در مراحل رطوبت‌دهي متناوب

محراب مدهوشي*[1]، حسين نادعليزاده[2] و ابوالقاسم خزاعيان[1]
[1] دانشيار دانشگاه علوم كشاورزي و منابع طبيعي گرگان، ايران
[2] دانش‌آموخته كارشناسي‌ارشد، دانشگاه علوم كشاورزي و منابع طبيعي گرگان، ايران
(تاريخ دريافت: ٨٩/٤/١٣، تاريخ تصويب: ٩١/٢/٣٠)

چكيده

دانستن مقاومت و رفتار اتصال‌دهنده‌ها در چندسازه‌هاي الياف ليگنوسلولزي- ترموپلاستيك‌ها در شرايط مختلف سرويس از جمله شرايط خشك و مرطوب از اهميت خاصي برخوردار است. در اين پژوهش قدرت نگهداري اتصال‌دهنده‌ها شامل ميخ و پيچ عمود بر سطح چندسازه آرد ساقه برنج- پلي‌اتيلن سنگين (HDPE) در مرحله خشك و ۴ مرحله رطوبت‌دهي متناوب مورد بررسي قرار گرفت. تخته‌هاي چندسازه با چگالي اسمي ۱g/cm^3 و با نسبت‌هاي وزني ۴۵، ۶۰ و ۷۵ درصد آرد ساخته شدند كه در برخي از آنها از پلي‌پروپيلن اصلاح شده با مالئيك انيدريد (MAPP) به نسبت وزني ۲% به‌عنوان سازگاركننده استفاده گرديد. اندازه‌گيري‌ها با استفاده از دستگاه مكانيكي و به صورت آزمون انفصالي (كششي) انجام شد. نتايج نشان دادند كه به‌طور كلي، افزايش درصد وزني آرد ساقه برنج سبب كاهش قدرت نگهداري ميخ و پيچ مي‌شود. همچنين مشخص شد، طي مراحل رطوبت‌دهي، قدرت نگهداري ميخ در سطح ۴۵% آرد كاهش و در سطوح ۶۰ و ۷۵ % به جهت افزايش احتمالي درگير شدن بدنه ميخ در داخل چندسازه مرطوب، تا حدودي افزايش مي‌يابد. در ارتباط با پيچ، قدرت نگهداري در سطح ٤٥% و ٦٠% آرد، پس از كاهش در مرحله اول رطوبت‌دهي، طي مراحل بعدي تقريباً ثابت مي‌ماند، اما در سطح ۷۵% تقريباً روند نزولي دارد. نتايج همچنين نشان دادند كه مشابه ساير خواص مقاومتي اين نوع چندسازه‌ها، سازگاركننده اثر تقريباً مثبتي بر قدرت نگهداري اتصال دهنده‌ها دارد.

واژه‌هاي كليدي: ساقه برنج، پلي اتيلن سنگين، ميخ، پيچ، رطوبت دهي، چندسازه

* نويسنده مسئول: تلفن: ٠٩١١-١٧٥٧٩٦٤ فاكس: ٠١٧١-٢٢٤٥٩٦٤ E-mail: mmadhoushi@hotmail.com

مقدمه

چندسازه‌هاي چوب- پلاستيک (WPC)[1] از ترکيب آرد يا الياف چوب با پليمرهاي ترموپلاستيک نظير پلي‌اتيلن، پلي‌پروپيلن، پلي‌لاکتيک اسيد، پلي وينيل کلرايد و غيره به‌دست مي‌آيند (Rowel, 2008) که در آنها ساختار فيزيکي مواد تشکيل‌دهنده تقريباً ثابت مانده و خواص فرآورده نهايي متفاوت از خواص مواد تشکيل دهنده آن است. اين فرآورده‌ها با استفاده از الياف چوب و مواد ليگنوسلولزي داراي دو فاز زمينه[2] و فاز تقويت کننده [3] هستند که در صورت استفاده از آرد چوب و مواد ليگنوسلولزي فاز تقويت‌کننده به فاز پرکننده[4] تبديل مي‌شود. وظيفه اصلي فاز تقويت‌کننده تحمل تنش‌هاي مکانيکي وارده است و فاز زمينه تنش‌هاي وارده را از يک جزء تقويت‌کننده به جزء ديگر منتقل کرده، در تمام چندسازه توزيع مي‌نمايد (Adhikary et al., 2008؛ Kljosov, 2007) توزيع ذرات آرد چوب در لابلاي شبکه‌ي پلاستيکي به گونه‌اي است که هر ذره توسط بخش کوچکي از اين شبکه که در اطراف آن قرار گرفته است پوشانده يا به عبارت ديگر کپسوله[5] مي‌شود (Caulfield et al., 2005).

رفتار و قدرت نگهداري اتصال‌دهنده‌ها در اين چندسازه‌ها موضوعي است که اخيراً به دليل اهميت آن و به صورت محدود مورد توجه واقع شده است. به همين دليل در سطح جهاني، نتايج منتشرشده اندکي در اين‌باره در دسترس است. از طرف ديگر، رفتار مواد چوبي شامل اتصال دهنده‌هاي آن در مقابل رطوبت نيز از مباحثي است که در کاربردهاي عملي نظير شرايط گرم و مرطوب اسکله‌ها و سازه‌هاي دريايي، غرشه کشتي‌ها و نيز فضاي داخلي منازل و غيره همواره بايد مورد توجه باشد و تحقيقات متعددي در اين خصوص صورت گرفته است. مثلاً، دوره‌هاي رطوبتي تاثير منفي روي اتصالات دوبل در سازه‌هاي چوبي دارد (Sjodin et al., 2004) و بر روي عملکرد اتصالات ميخ و ديواره‌هاي برشي اثر مي‌گذارد، به نحوي که بررسي رفتار آنها مطابق شرايط سرويس مورد تاکيد است (Nakajima & Head, 2004). اخيراً نيز، اهميت بررسي رفتار چندسازه‌هاي چوب –پلاستيك در مراحل رطوبت‌دهي متناوب در استاندارد انگلستان مطرح شده است. از اينرو، اين تحقيق به بررسي رفتار اتصال دهنده‌ها شامل ميخ و پيچ در اين چندسازه‌ها و در مراحل رطوبت‌دهي متناوب مي‌پردازد. علت استفاده از ضايعات برنج در اين تحقيق، به ميزان قابل توجه اين ماده در سطح کشور و به طور ويژه مناطق زير کشت شمال کشور و پتانسيل بالاي آن به عنوان يك ماده خام انتخابي در توليد چندسازه‌هاي چوب-پلاستيك برمي‌گردد (Madhoushi et al., 2009b؛ Madhoushi et al., 2008).

نتايج مطالعات قبلي نشان مي‌دهند که در چندسازه ساخته شده با ۲۰ تا ۶۰% آرد چوب با اندازه مش ۴۰ و با استفاده از پلي‌اتيلن سبک، ميزان آرد چوب در درصدهاي پايين‌تر از ۵۰% بر قدرت نگهداري ميخ و پيچ در جهت عمود بر سطح نسبتاً بي‌اثر است (Falk et al., 2001). در حالي‌که در درصدهاي بالاتر (۴۵ تا ۷۵%) با افزايش ميزان درصد آرد، قدرت نگهداري ميخ و پيچ کاهش مي‌يابد (Chaharmahali et al., 2007؛ Madhoushi et al. 2009a؛ Madhoushi, et al. 2011). در اين خصوص مشخص شده است که روش ساخت خشك نيز مي‌تواند تا حدودي نتايج بهتري در مقايسه با روش مذاب اختلاط داشته باشد (Chaharmahali et al., 2007).

قدرت نگهداري اتصال دهنده‌ها در چندسازه‌ها در برخي از موارد مي‌تواند متاثر از نوع پليمر مورد استفاده باشد. مثلاً درصدهاي پايين (۱۰ تا ۲۰%) آرد کاه ذرت در اختلاط با پلي‌پروپيلن قدرت نگهداري ميخ بالاتري در مقايسه با پلي‌اتيلن سنگين نشان داده‌اند (Chow et al., 2002). اما، در درصدهاي بالاتر اختلاط (۴۵ تا ۷۵%) آرد کاه برنج با پلي‌پروپيلن و پلي‌اتيلن سنگين، نوع ماده پليمري تاثير معني‌داري روي قدرت نگهداري ميخ ندارد،

[1] Wood Plastic Composites
[2] Matrix
[3] Reinforcer
[4] Filler
[5] Encapsulation

در حالي‌كه قدرت نگهداري پيچ وابسته به نوع ماده زمينه مي‌باشد (Madhoushi et al. 2009a).

افزودن سازگاركننده‌ها در چندسازه‌هاي چوب-پلاستيك به جهت بهبود چسبندگي بين پليمر و ذرات آرد چوب و مواد ليگنوسلولزي، سبب بهبود خواص مقاومتي متعارف آنها مي‌شود (Karimi et al., 2004؛ Noorbakhsh et al., 2005؛ Shakeri & Omidvar, 2006؛ Adhikary et al., 2008). اين مسئله در خصوص قدرت نگهداري ميخ و پيچ نيز صادق بوده و حضور سازگاركننده سبب افزايش مقادير آنها مي‌گردد (Madhoushi et al. 2009a).

رطوبت تاثير خاصي بر روي رفتار چوب و فراورده‌هاي آن دارد. مطالعات نشان مي‌دهد با افزايش ميزان رطوبت مقاومت به خستگي تخته‌هاي چوب-پلاستيك كاهش مي‌يابد و جذب رطوبت باعث تسريع خستگي آنها مي‌گردد (Romer & Winistorfer, 1999؛ Rangaraj, 1999) متاسفانه، در خصوص تاثير دوره‌هاي رطوبت دهي متناوب بر قدرت نگهداري اتصال دهنده‌ها در چندسازه‌ها اطلاعات زيادي در دسترس نيست.

مواد و روش‌ها

در اين پژوهش پلي‌اتيلن سنگين (HDPE) به عنوان ماده زمينه و آرد ساقه برنج به عنوان پركننده به كار برده شد. جهت بهبود اتصال بين دو فاز از سازگاركننده پلي‌پروپيلن مالئيک‌دار شده (MAPP) استفاده گرديد. پلي‌اتيلن سنگين از مجتمع پتروشيمي اراک با وزن مخصوص ٩٦٠kg/m^3 و شاخص جريان مذاب (MFI) min ١٨g/١٠ در دماي ١٩٠°C و سازگاركننده (MAPP) با ٦ درصد وزني مالئيك انيدريد به صورت گرانول از شركت مواد پلاستيک ملل تهيه گرديد كه سپس آسياب شد. ساقه‌هاي برنج رقم طارم نيز از مزارع اطراف شهر ساري تهيه گرديدند.

دستگاه آسياب ازمايشگاهي براي آسياب‌كردن ساقه‌هاي برنج و گرانول‌هاي مالئيك انيدريد، دستگاه پرس آزمايشگاهي براي ساخت تخته‌ها، ترازوي آزمايشگاهي براي توزين مواد، گرم‌خانه آزمايشگاهي براي خشك‌كردن الياف، همزن دستي آزمايشگاهي براي اختلاط مواد و همچنين ماشين آزمايش مكانيكي يونيورسال مدل (Schenk 40 kN) براي انجام آزمون قدرت نگهداري اتصال دهنده‌ها استفاده شد.

آماده‌سازي مواد اوليه

ساقه‌هاي برنج پس از قطع از مزارع مستقيماً به آزمايشگاه منتقل و پس از جداسازي مواد زائد، خرد كردن و آسياب، با استفاده از الك به ذرات ۴۰ مش جدا شدند (Falk et al., 2001). سپس، آرد تهيه شده با استفاده از گرم‌خانه آزمايشگاهي در دماي ١٠٣±٢ °C به مدت ٢٤ h ساعت تا رطوبت ٣ درصد خشک و در درون كيسه‌هاي پلاستيكي نگه‌داري شد تا از تبادل رطوبتي آن با محيط جلوگيري شود. پودر پلي‌اتيلن تهيه شده با اندازه مش ۶۰ تهيه و به همراه سازگاركننده در كيسه‌هاي پلاستيكي كوچك قرار گرفتند تا به هنگام اختلاط استفاده شوند.

ساخت تخته‌هاي چوب-پلاستيك

پس از بررسي منابع (Adhikary et al., 2008؛ Falk et al., 2001) دانسيته اسمي ١ g/cm^3 جهت ساخت نمونه‌ها در نظر گرفته شد. نمونه‌هاي آزموني در ۶ تيمار مطابق جدول ١ دسته‌بندي و مواد مورد استفاده از هر تيمار با دقت ٠/٠١ گرم توزين و سپس با همزن دستي آزمايشگاهي به مدت ۵ دقيقه مخلوط گرديدند تا فاز زمينه و فاز پركننده به صورت بهينه با يكديگر آميخته شوند. مواد مخلوط شده درون يك قاب فلزي به ابعاد cm ١×١۵×٢۵ كه بر روي يك ورق آلومينيومي قرار داشت ريخته شدند و مراحل پيش‌پرس با استفاده از يك قاب چوبي ديگر انجام پذيرفت. سطح بالايي نيز با يك ورق آلومينيومي ديگر پوشانده شد تا مانع سوختن سطوح فراورده به هنگام پرس گرم گردد. سپس، كيك آماده شده به پرس گرم منتقل و ابتدا به مدت ٧ دقيقه با فشار bar ٣٠- ٣۵ بار در دماي ١٩٠ °C پرس گرديد. سپس دهانه پرس به مدت ١ دقيقه باز گرديد تا هوا و بخار

محبوس شده از درون چندسازه خارج شود. مجدداً دهانه پرس به مدت ۷ دقيقه با فشار bar ۳۰ -۳۵ بسته شد. پس از مرحله پرس گرم و اتمام مرحله پليمريزاسيون، تخته‌هاي تهيه شده به مدت ۵ دقيقه با فشار bar ۴۰ تحت پرس سرد قرار گرفتند تا سخت شوند. در انتها، تخته‌هاي ساخته شده به منظور متعادل‌سازي رطوبت و حرارت به مدت ۱۵ روز در دماي محيط قرار گرفتند. به منظور تجزيه و تحليل‌هاي آماري براي هر مرحله (خشك و ۴ مرحله رطوبت‌دهي) از هر تيمار ۳ تخته (تكرار) مطابق جدول ۲ ساخته شدند.

جدول ۱- ميزان استفاده از مواد جهت ساخت تخته‌هاي چندسازه آرد ساقه برنج-پلي‌اتيلن سنگين

تيمار	آرد ساقه برنج (%)	پلي اتيلن سنگين (%)	مالئيک انيدريدپلي پروپيلن (%)
۱	٤٥	٥٥	۰
۲	٦۰	٤۰	۰
۳	۷٥	۲٥	۰
٤	٤٥	٥۳	۲
٥	٦۰	۳۸	۲
٦	۷٥	۲۳	۲

آزمون قدرت نگهداري اتصال دهنده‌ها

پس از سپري شدن مدت متعادل‌سازي، نمونه‌هاي آزموني به تعداد ۱۸ عدد براي هر آزمون ميخ و پيچ و در هر دوره خشك و نيز ۴ چهار دوره رطوبت دهي (مجموعاً ۱۸۰ عدد) تهيه شدند. نمونه‌ها طبق استاندارد BS شماره (CEN/TS 15534-1:2007) به ابعاد ۱×۴×۴ cm برش داده شدند. جهت آزمون قدرت نگهداري ميخ از ميخ cm ۵ و جهت آزمون قدرت نگهداري پيچ از پيچ شماره ۵ نوع belak استفاده گرديد. آزمون‌ها در شرايط خشک و ۴ مرحله رطوبت دهي انجام گرفت که هر مرحله رطوبت‌دهي شامل ۲ بخش، خشك كردن نمونه‌ها در دماي °C ۲±۱۰۳ به مدت ۲۴ ساعت در كوره آزمايشگاهي و غوطه‌وري نمونه‌ها در آب به مدت ۲۴ ساعت بود. آزمون‌هاي مراحل رطوبت دهي بر روي نمونه‌هاي مرطوب انجام شدند.

تحليل آماري

تمام‌آزمون‌ها با سه مرتبه تكرار انجام شدند. ارزيابي داده‌ها با استفاده از آناليز واريانس (ANOVA) و نرم‌افزار SPSS در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و آزمون دانكن براي تاييد وجود اختلاف بين ميانگين‌ها انجام شد.

نتايج

مرحله خشک

نتايج نشان دادند (جدول ۲) كه با افزايش ميزان مصرف پليمر، دانسيته چندسازه حاصله از آرد كاه برنج افزايش مي‌يابد، به‌طوري كه بالاترين دانسيته (kg/m^3 ۹۰۴/۳۳) مربوط به تيمار شماره ۴ و پايين‌ترين مقدار آن ($۷۹۱kg/m^3$) مربوط به تيمار شماره ۳ مي‌باشد. اين موضوع كه بر خلاف روند معمول موجود در چندسازه‌هاي حاصله از الياف چوب مي‌باشد، با مطالعه (Madhoushi at al., 2011, Madhoushi et al., 2009a) نيز مطابقت مي‌كند. علت اين پديده به سه موضوع مي‌تواند مربوط شود: ۱) كم بودن دانسيته كاه برنج نسبت به پليمر كه با افزايش آن در يك حجم مشخص، سبب كاهش دانسيته كلي چندسازه مي‌گردد، ۲) عدم امكان فشردگي كامل كاه برنج در پرس گرم با توجه به حجيم بودن آن، كه افزايش درصد آن منجر به افزايش نسبي حجم چندسازه و در نتيجه كاهش دانسيته مي‌گردد، ۳) به علت افزايش درصد الياف، اختلاط الياف و پليمر به خوبي صورت نگرفته و الياف در فاز پليمري به طور متناسب پخش نشده، اختلاط به طور كامل صورت نمي‌پذيرد.

همچنين مشاهده شد كه با افزايش مقدار الياف ليگنوسلولزي قدرت نگهداري ميخ و پيچ به طور معني‌دار در سطح ١% (جدول ٣) كاهش مي‌يابد. مطالعه Falk et al., 2001؛ Chow et al., 2002) نشان داد كه قدرت نگهداري اتصال‌دهنده‌ها تقريباً روند ثابتي را در تغييرات درصد الياف در كمتر از ٥٠% نشان مي‌دهد، موضوعي كه در مطالعه حاضر و درصد الياف بالاتر از ٥٠% روند معكوسي نشان داد. تاثير منفي درصد بالاي الياف بر قدرت نگهداري اتصال دهنده‌ها در مطالعات قبلي نيز گزارش شده است (Chaharmahali et al., 2007، Madhoushi et al., 2009a).

همچنين مطابق با مطالعات قبلي Karimi et al., 2004؛ Noorbakhsh et al., 2005؛ Shakeri & Omidvar, 2006؛ Adhikary et al., 2008)، در خصوص تاثير حضور سازگاركننده بر خواص مكانيكي چندسازه‌ها، نتايج اين تحقيق نيز نشان داد كه حضور MAPP تا حدودي سبب افزايش دانسيته و بهبود قدرت نگهداري ميخ و پيچ مي‌شود، هر چند اين تاثير در سطح ١ درصد معني‌دار نمي‌باشد (جدول ٣). اين موضوع به‌ويژه در مطالعه قبلي (Madhoushi et al., 2009a) نيز گزارش شده است.

جدول ٢- دانسيته و قدرت نگهداري ميخ و پيچ در شرايط خشک و مرطوب

تيمار	دانسيته (kg/m^3)	قدرت نگهداري ميخ (N/mm)					قدرت نگهداري پيچ (N/mm)				
		شرايط خشک	۴ مرحله رطوبت دهي				شرايط خشک	۴ مرحله رطوبت دهي			
			١	٢	٣	۴		١	٢	٣	۴
١	٨٩۴	۴٢/۶۶	١١/٠۶	٩/١٢	٩/۶١	٩/۴٢	١١١/٠٠	٨۶/٠٠	٩٠/۶٠	٩٨/۶٠	٨۴/٧۶
٢	٨۶٧	٢٨/٠٠	٨/٨٠	٩/۴۶	١۶/٠٠	١٩/٩٠	٩٩/٨٣	٧٠/۵٠	۶۶/۶۶	٨٠/١۶	٧۴/٩٠
٣	٧٩١	٢٠/۶۶	۵/١٣	١٢/۵٣	١۶/٠٠	٢۶/٣٣	٧٩/۵۶	۵٨/٩۶	۵٨/٠٣	۴٢/٩٣	۴٩/۴٠
۴	٩٠۴	۴٩/٣٣	١٢/٠٠	٧/۶۶	٨/٨۶	٨/٩۶	١١۵/٧۶	٩٨/٠۶	٩٢/۶٣	٩٩/٠٠	٨۶/٨٠
۵	٨٨۵	٣١/٠٠	١٠/٠٠	٩/١٠	١١/١٠	٨/٧۶	١٠٨/۴٠	٨٠/٠٠	٨۴/۵٠	٩۵/٧۶	٧٨/٣٠
۶	٨٠٣	٢١/۶۶	٨/۵	١٢/۵	١۴/٧٠	٢١/٢٣	٩٧/٨۶	۶٩/٩٠	۶٠/۶۶	۵٢/٧٠	۵٠/١٠

جدول ٣- جدول تجزيه واريانس قدرت نگهداري ميخ و پيچ

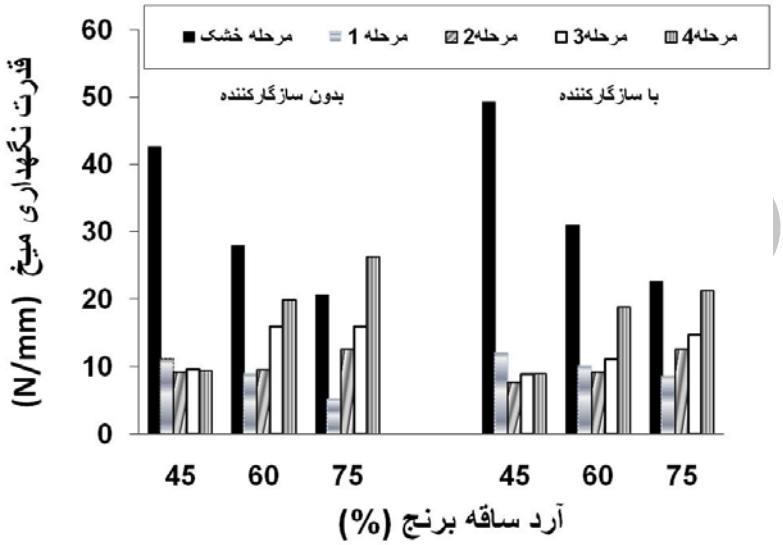
منبع متغيير	درجه آزادي	مجموع مربعات		ميانگين مربعات		F	
		پيچ	ميخ	پيچ	ميخ	پيچ	ميخ
آرد ساقه برنج	٢	١٨۶٢٩/۵١١	١٨۵١/۴۴	٩٣١۴/٧۵۵	٩٢۵/٧٢	١٢/۶٩ **	١۴/٨٨ **
مالئيک انيدريد	١	۵٠٠٣/٣٣٨	۶٨/٠۵	۵٠٠٣/٣٣٨	۶٨/٠۵	۶/٨٢ *	١/٠٩
مراحل رطوبت دهي	٣	١٠٨٢٩٩/٣٢٨	٢١٨۶۴/٠۵١	٢٧٧۴/٨٣٢	۵۴۶۶/٠١٢	١٨/٧١ **	۶٢/١٩ **

* معني‌داري در سطح ١% ، **معني‌داري در سطح ۵%.

مراحل رطوبت دهي

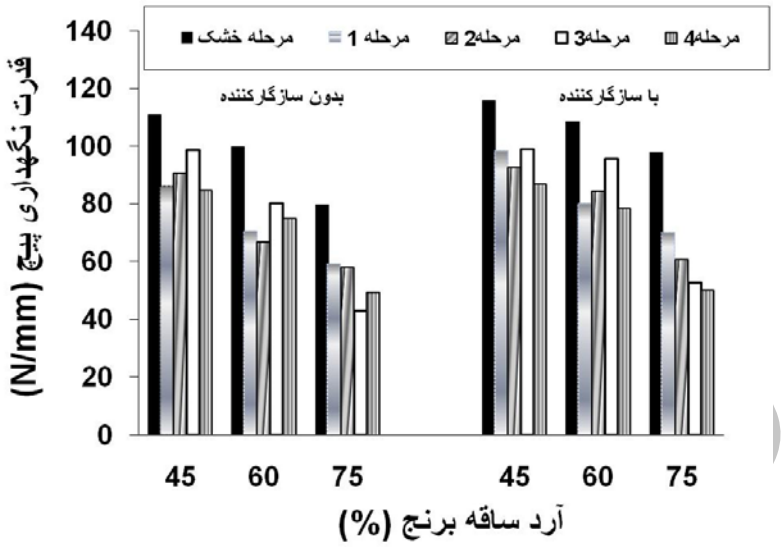
قدرت نگهداري ميخ در سطح ۴۵ درصد آرد ساقه برنج با افزايش مراحل رطوبت‌دهي هم در حضور سازگاركننده و هم بدون حضور آن كاهش مي‌يابد (شكل ١). در حالي‌كه مقدار آن در سطح ٦٠ و ٧۵ درصد آرد ساقه برنج هم در حضور سازگاركننده و هم بدون حضور آن، با افزايش مراحل رطوبت‌دهي افزايش مي‌يابد. هر چند تفسير اين پديده دشوار است و نياز به بررسي‌هاي بيشتر

دارد، شايد علت آن به ميزان واكشيدگي بيشتر قسمت الياف چندسازه چوب-پلاستيک (ساخته شده در طي فرايند خشك)، در درصدهاي بالاي الياف و درگيرشدن بيشتر و محكم‌تر ميخ توسط الياف مرطوب برگردد كه در نهايت قدرت نگهداري ميخ را افزايش مي‌دهد. در اين صورت، اين مسئله خود عدم اتصال مناسب الياف و پليمر در درصدهاي بالاي آرد ساقه برنج (٦٠ و ٧٥ درصد) را نشان مي‌دهد.



شكل ١- مقايسه قدرت نگهداري ميخ دوره خشک و ۴ مرحله رطوبت دهي با و بدون استفاده از سازگارکننده

در ارتباط با پيچ، به طور كلي قدرت نگهداري آن در چندسازه طي مراحل رطوبت دهي نسبت به دوره خشک مطابق انتظار كاهش مي‌يابد (شكل ٢) و در سطح ٤٥ درصد الياف با افزايش مراحل رطوبت‌دهي در حضور سازگاركننده تقريباً روند كاهش جزئي را نشان مي‌دهد. اما بدون حضور سازگاركننده مقاومت پس از يک افزايش جزئي كاهش يافته تقريباً به مقدار خود در مرحله اول رطوبت‌دهي مي‌رسد. در يک بيان كلي مي‌توان اين‌گونه اظهار كرد كه قدرت نگهداري پيچ در سطح ٤٥ درصد الياف پس از كاهش در مرحله اول رطوبت‌دهي طي مراحل بعدي رطوبت‌دهي تقريباً ثابت مي‌ماند و اين مسئله در حضور سازگاركننده بيشتر مشهود است. قدرت نگهداري پيچ در سطح ٦٠ درصد آرد ساقه برنج با حضور سازگاركننده اندكي بيشتر از مقدار آن در نمونه‌هاي فاقد سازگاركننده مي‌باشد. همچنين مشاهده مي‌شود كه جداي از مرحله چهارم، روند تغييرات با حضور و بدون حضور سازگاركننده تقريباً مشابه مي‌باشد. اما در سطح ٧٥ درصد آرد ساقه برنج، قدرت نگهداري پيچ با افزايش مراحل رطوبت‌دهي هم در حضور سازگاركننده و هم بدون حضور آن كاهش مي‌يابد. بايد يادآور شد كه در سطح ٧٥ درصد به جهت افزايش درصد آرد ساقه برنج، اتصالات شيميايي بين سازگاركننده و آرد ساقه برنج ممكن است به دليل بالا رفتن سطح ويژه آرد ساقه برنج به‌خوبي برقرار نشده باشد (Rowell, 2008) كه منجر به توليد فراورده‌اي با قدرت كم نگهداري اتصال‌دهنده گردد.



شكل ٢- مقايسه قدرت نگهداري پيچ دوره خشک و ۴ مرحله رطوبت دهي با و بدون حضور سازگارکننده

به‌طور كلي، مي‌توان اينگونه بيان كرد كه مشابه اثر رطوبت بر رفتار اتصالات در مواد چوبي (Romer & 1999 Winistorfer, 1999؛ Sjodin et al., 2004) كه منجر به كاهش مقاومت آنها مي‌شود، قدرت نگهداري اتصال دهنده در چندسازه نيز در اثر رطوبت نسبت به مرحله خشک به‌طور عام كاهش مي‌يابد و اين كاهش در مرحله اول رطوبت دهي بسيار مشهودتر است. در اين ارتباط افزايش دوره‌هاي رطوبت دهي و نيز افزايش درصد الياف اثر فزاينده در كاهش قدرت نگهداري اتصال دهنده‌ها از نوع پيچ دارد (شكل ٢). اين يافته اهميت بررسي و كنترل اتصالات ايجاد شده به وسيله پيچ در شرايط واقعي به خصوص در شرايطي كه اين مواد در معرض رطوبت مداوم قرار دارند، نظير اسكله‌ها و عرشه كشتي‌ها را نشان مي‌دهد. همچنين مشاهده مي‌شود كه مقدار قدرت نگهداري پيچ در تمام سطوح تقريباً ٣ برابر مقدار قدرت نگهداري ميخ مي‌باشد و مراحل رطوبت‌دهي خود تاثير معني‌داري در سطح ١ درصد بر قدرت نگهداري اتصال دهنده در چندسازه دارند (جدول ٣).

بحث و نتيجه‌گيري

در اين پژوهش، قدرت نگهداري ميخ و پيچ عمود بر سطح فرآورده چندسازه حاصل از آرد ساقه برنج- پلي اتيلن سنگين در مرحله خشك و ۴ مرحله رطوبت‌دهي متناوب مورد بررسي قرار گرفت. نتايج اين بررسي نشان دادند كه در مقايسه با آرد چوب و بر خلاف انتظار، با افزايش ميزان استفاده از آرد ساقه برنج در چندسازه، دانسيته نهايي چندسازه حاصله كاهش مي‌يابد و افزودن سازگارکننده سبب افزايش دانسيته و قدرت نگهداري پيچ و ميخ چندسازه مي‌گردد. نتايج همچنين نشان دادند كه افزايش ميزان آرد ساقه برنج به بالاتر از ٥٠% قدرت نگهداري ميخ و پيچ در مرحله خشک را كاهش مي‌دهد.

رطوبت‌دهي قدرت نگهداري اتصال‌دهنده را در مقايسه با مرحله خشک كاهش مي‌دهد و اين كاهش در مرحله اول رطوبت دهي مشهودتر است. مراحل متناوب رطوبت‌دهي بسته به درصد الياف، نوع اتصال دهنده (ميخ يا پيچ) و مرحله رطوبت‌دهي تاثير تقريباً متفاوتي بر قدرت نگهداري آنها خواهند داشت. عليرغم كاهش قدرت نگهداري ميخ در درصد پايين‌تر از ٥٠% الياف در مراحل

رطوبت دهـي، مقـدار آن در درصـدهاي بـالاي اليـاف بـا افزايش مراحل رطوبت‌دهي تا حدودي افزايش مي‌يابد كه شـايد مربـوط بـه اتـصال ضـعيف بـين اليـاف و پليمـر و واكشيدگي زيـاد و در نتيجـه درگيـر شـدن بيـشتر مـيخ توسط الياف باشد. هرچند تاييد بيشتر اين يافته نيـاز بـه بررسي آزمايشگاهي و تحليل بيشتر دارد. در مورد قـدرت نگهداري پيچ نيز، مقدار آن با افزايش مراحل رطوبت‌دهي در درصدهاي كمتر الياف كم و بيش ثابت و در درصدهاي بيشتر كاهش مي‌يابد.

به طور كلي، مي‌توان گفت كه قـدرت نگهـداري اتـصال دهنده در اثر رطوبت نسبت به مقدار آن در حالت خشك كاهش مي يابد و اين كاهش در مورد ميخ بيشتر مـشهود است (جدول ۲).

References

- Adhikary, K., Pang, S. and Staiger, M., 2008. Dimensional stability and mechanical behaviour of wood–plastic composites based on recycled and virgin high-density polyethylene (HDPE). Composites: Part B 39: 807–815.
- Caulfield, D., Clemons, C., Jacobson, R., and Rowell, R. 2005. Wood Thermoplastic Composite. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. CRC Press, New York, pp. 365-378.
- Chaharmahali, M., Kazemi Najafi, S., and Tajvidi, M. 2007. Effect of blending method on the mechanical properties of wood- plastic composites. Iranian Journal of Polymer. Sci. & Technology, 20(4): 361-367.
- Chow, P., Bowers, C., Youngquist, J., Muehl, J., and Krzysik, A. 2002. Fasteners resistance of non-woven and melt-blended composite panels made from cornstalk fibers and recycled plastics. 4th International Wood and Natural Fibre Composites Symposium., Kassel, Germany.
- Falk, R., Vos, D., Cramer, S. and English, B. 2001. Performance of fasteners in wood flour-thermoplastic composite panels., composites and manufactured products. Forest Prod J. 51 (1): 55-61.
- Karimi, A.N., Roohani, M., Parsapjouh, D. and Ebrahimi, GH. 2004. A study of the feasibility of the use of lignocelluosic, bagasse and kenaf fibers in the manufacture of fiber- polypropylene composites. Iranian, journal of Natural Resources, 57(3):491-506.
- Klyosov, A, A., 2007, Wood Plastic Composites, John Wiley, Manhattan, 726 pp.
- Madhoushi, M., Hashemi Khebreh, M. and Kamkar, B. 2008. Estimation on quantity of obtainable agricultural wastes of Golestan in order to use in wood-plastic composites industry. The 1st FICAWPI, Gorgan, 5 pp.
- Madhoushi, M., Hashemi Khebreh, M. and Nazerian, M. 2009. Estimation on quantity of obtainable agricultural wastes of country in order to use in wood and pulp industry. The 4th SOLAP, Tehran, 6 pp.
- Madhoushi, M., Nadalizadeh, H. and Ansell, M. 2009. Withdrawal strength of fasteners in rice straw fibre-thermoplastic composites under dry and wet conditions. Polymer Testing. 28: 301-306.
- Madhoushi, M., Ghanbari, A., Zabihzadeh, M. 2011. Effect of size, type and percentage of fibers on density and withdrawal strength of fasteners in natural fiber-plastic composites made through dry process. Journal of Forest and Wood Products (in press).
- Nakajima, S. and Head, M., 2004, Effect of dry and humid cyclic climate on the performance of nail joint and shear walls. The 8th World Conf. Timber Eng., 2004.
- Noorbakhsh, A., Hosseinzadeh, A., Jahan Latibary, A., Kokta, V. and Kargarfard, A. 2005. Effect compared in treatments, maleated polypropylene, lignocelluosic material in the fiber and flour/ polypropylene composites. Iranian Journal of Polymer Sci. & Technology. 19(2):49-68.

- Rangaraj, S. 1999. Durability assessment and modeling of wood thermoplastic composites, Washington State University. Master's Thesis. 88.
- Romer, D. and Winistorfer, S., 2001. Effect of moisture content on dowel-bearing strength. Wood and Fiber Science, 33(1): 126-139.
- Rowell, R., 2008. Advance and challenges of wood polymer composites. The 8th pacific rim bio-based composites symposium. Kuala Lumpur, Malaysia. pp. 11.
- Shakeri, A. R, and Omidvar, A. 2006. Investigation on the effect of type, quantity and size of straw particles on the mechanical properties of crops straw- high density polyethylene composites. Iranian Journal of Polymer Sci. & Technology, 19(4): 301-308.
- Sjodin, J., Johansson, C. and Petersson, H. 2004. Influence of moisture induced stresses in steel to-timber joints. The 8th World Conf. Timber Eng., 2004.

Withdrawal strength of fasteners in rice straw-HDPE composites under alternating wetting stages

M. Madhoushi[*1], H. Nadalizadeh[2], A. Khazaeian[1]
[1] Associate Prof., Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, I.R. Iran
[2] Former MSc Student, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, I.R. Iran
(Received: 04 July 2010, Accepted: 19 May 2012)

Abstract

The withdrawal strength of nail and screw fasteners was studied in rice straw fiber-thermoplastic composites. Virgin high-density polyethylene (HDPE) was selected as the composite matrix. Three levels of dry rice straw fiber, 45%, 60% and 75%, based on weight and passed through a 40-mesh size screen were mixed with the polymeric matrix without or with 2% (based on weight) maleic anhydride grafted polypropylene (MAPP) as coupling agent. A dry-blending method was used for compounding the materials. The 12 formulations for the polymer composites were used to prepare samples with dimensions of 25 cm by 15 cm by 1 cm. The final composites were made by pressing the prepared mats between the hot plates of a compression press by employing combinations of temperature and pressure in three stages. After keeping the composites at room temperature for 15 days, the withdrawal strengths of nails and screws were measured according to BS Standard for dry composites. Withdrawal strengths were also measured after immersion of the composites for 24 hours in distilled water (wet condition) (cycle 1). Wetting for 24 hours followed by drying for 24 hours was then repeated for the other 3 cycles. The results showed that the withdrawal strength of screws is more than that of nails. Also, rice straw fiber content may significantly influence the withdrawal strength of fasteners, especially at higher fiber to polymer ratios. Furthermore, it was found that the coupling agent slightly affected the withdrawal strengths of the fasteners. The results also showed that withdrawal strength of fasteners are significantly reduced at more wetting cycles.

Keywords: *Rice straw, High density polyethylene, Composite, Nail, Screw, Wetting*

*Corresponding author: Fax: +98 171 2245964 Tel: +98 911 1757964 E-mail: mmadhoushi@hotmail.com