



دانشگاه گوارزی و منابع طبیعی گران

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد هجدهم، شماره سوم، 1390

www.gau.ac.ir/journals

## بررسی میکروسکوپی تأثیر درصد اختلاط و توزیع ذرات بر روی مقاومت به پوسیدگی

### چندسازه خاک اره- پلی پروپیلن

\*الهام شریفی<sup>1</sup>، اصغر امیدوار<sup>2</sup> و محمدرضا ماستری فراهانی<sup>3</sup>

<sup>1</sup>دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

<sup>2</sup>استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>3</sup>استادیار گروه علوم و صنایع

چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: 88/4/2؛ تاریخ پذیرش: 89/3/26

#### چکیده

در این پژوهش مقاومت به پوسیدگی چندسازه خاک اره- پلی پروپیلن مورد بررسی میکروسکوپی قرار گرفت. ارزیابی تأثیر درصدهای وزنی متفاوت خاک اره (45، 60 و 75 درصد)، بر روی میزان پوسیدگی در این پژوهش مورد نظر بوده است. برای انجام آزمون پوسیدگی از استاندارد ASTM-99 D1413 و قارچ رنگین کمان (*Trametes versicolor*) استفاده شد. پس از 12 هفته مجاورت نمونه ها و قارچ، طبق آزمون بلوک خاکی میزان کاهش جرم آنها تعیین گردید. داده‌های به دست آمده با استفاده از تجزیه واریانس مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزایش درصد خاک اره با افزایش میزان کاهش وزن و پوسیدگی در چند سازه همراه بوده است. بررسی میکروسکوپی توسط میکروسکوپ نوری انجام شد. نتایج به دست آمده از بررسی میکروسکوپی نشان داد که افزایش درصد خاک اره، منجر به روی هم افتادگی بیش تر ذرات، تجمع غیریکنواخت آن‌ها، کاهش میزان کپسوله شدن ذرات توسط پلیمر و نیز افزایش حفرات مابین خاک اره و پلی پروپیلن شده و چند سازه را جهت حمله قارچی مستعدتر نمود.

**واژه‌های کلیدی:** چند سازه خاک اره- پلی پروپیلن، مقاومت به پوسیدگی، آزمون Soil Block، قارچ رنگین کمان، بررسی میکروسکوپی

\*مسئول مکاتبه: elham\_sharifi86@yahoo.com

## مقدمه

در سال‌های اخیر ساخت چندسازه‌هایی با استفاده از پلیمرهای مصنوعی (به‌عنوان ماده چسبنده و پیوند دهنده) و نیز الیاف طبیعی شامل چوب به‌صورت خاک اره، پودر و آرد (به‌عنوان پرکننده) مورد توجه محققان و تولیدکنندگان قرار گرفته است (ویکسن و همکاران، 2003). با توجه به مستعد بودن الیاف لیگنوسلولزی مورد استفاده در چندسازه‌ها به تخریب توسط عواملی مانند قارچ‌ها و تاثیر زیاد پوسیدگی بر خواص فیزیکی و مکانیکی آن‌ها، بررسی دوام این محصولات در برابر عوامل مخرب بیولوژیکی اهمیت ویژه‌ای دارد. از سوی دیگر نسبت اختلاط خاک اره و پلاستیک و نیز چگونگی توزیع و پراکنش این مواد از چالش‌های مهم و قابل تعمق در این فرآورده می‌باشد، چرا که به نظر می‌رسد فضاهای خالی مابین ذرات خاک اره و پلاستیک می‌تواند ظرفیت جذب آب این چندسازه را بالا برده و منجر به افزایش نفوذ میسلیم‌های قارچ در این بخش‌ها گردد. جهت بررسی دقیق‌تر این موارد، انجام مطالعات میکروسکوپی بر روی این فرآورده سودمند خواهد بود. در آزمایش‌های زیادی خواص مکانیکی چند سازه‌های چوب پلاستیک مورد بررسی قرار گرفته، اما اطلاعات کمی در زمینه دوام و ماندگاری آن‌ها وجود دارد (لوپز و همکاران، 2005). با انجام آزمایش پوسیدگی (سفید و قهوه‌ای) بر روی چندسازه چوب- پلی اتیلن سنگین و مقایسه آن با نمونه‌های چوب ماسیو، مشاهده شد که در نمونه‌های چوب ماسیو، پوسیدگی سفید منجر به کاهش جرم کم‌تری در مقایسه با پوسیدگی قهوه‌ای گردیده، در حالی که کاهش جرم حاصل برای نمونه‌های چندسازه کم‌تر از چوب ماسیو بوده است (کلمنس و ایباچ، 2002). در ارزیابی مقاومت به پوسیدگی چندسازه‌های الیاف طبیعی- پلاستیک در برابر قارچ‌های مولد پوسیدگی سفید و قهوه‌ای، ملاحظه شد که پوسیدگی در پهن‌برگان باعث کاهش وزنی بیش از 10 درصد گردید (لوپز و همکاران، 2005). نتایج آزمون دیگری که در بررسی تخته‌های ساخته شده از پلی اتیلن بازیافتی و کاج پاندروزا با نسبت 30 به 70، انجام گرفت، نشان داد که ذرات چوب در نزدیکی سطح چندسازه‌ها به اندازه کافی به رطوبت مطلوب دست می‌یابند که پوسیدگی آغاز شود. به این منظور پوسیدگی سفید و قهوه‌ای هر دو، آزمایش شدند. قبل از این آزمایش‌ها نمونه‌ها با دو هفته غوطه‌وری در آب پیش تیمار شدند. بیش‌ترین پوسیدگی محدود به سطح تخته‌ها و کمتر از 10 درصد بود. هم‌چنین چندسازه با اندازه کوچک‌تر و سطح بیشتر، آب بیشتری جذب کرده بود (مانکوسکی و همکاران، 2005). هم‌چنین در پژوهشی مقاومت چندسازه‌های چوب-پلی اتیلن سنگین در برابر پوسیدگی قارچی (سفید و قهوه‌ای) و نیز آبشویی طبیعی مورد بررسی قرار گرفت و

مشاهده شد که بیشترین تأثیر تخریبی در نمونه‌های با درصد چوب بیش‌تر دیده می‌شود (پندلتون و همکاران، 2002). در مطالعه‌ای که بر روی مورفولوژی و خواص مکانیکی چندسازه آرد چوب-پلی اتیلن، با میزان آرد چوب 30 درصد، صورت گرفت، تصاویر به‌دست آمده از میکروسکوپ الکترونی نشان داد که سطح شکستگی و ترک در چندسازه‌هایی که آرد چوب اصلاح نشده در آن‌ها به‌کار رفته بود، دارای حفراتی است و این به آن معنی می‌باشد که بیشتر فیبرها در اثر شکستگی و ترک چندسازه تیمار نشده به عقب رانده شده‌اند. این مسأله احتمالاً به این معنی است که چسبندگی مابین ماده زمینه و الیاف ضعیف بوده است (کوآن و همکاران، 2003). بررسی تأثیر خواص الیاف چوبی بر روی ویژگی‌های ایجاد ترک و شکستن در چندسازه‌های چوب-پلی پروپیلن نشان داد که ویژگی نسبت و درصد الیاف بسیار بیش‌تر از ویژگی اندازه ذرات بر روی مقاومت و سختی چندسازه‌ها تأثیر می‌گذارد (استارک و رولندز، 2003). در سطح چندسازه چوب-پلاستیک حاوی 50 درصد آرد چوب و پلی اتیلن سنگین ساخته شده به روش اکستروژن، زمانی که پلی اتیلن سبک، ذرات چوب را کپسوله نکرده بود، حفرات بیش‌تری دیده شدند (استارک و ماتوآنا، 2007). طی تحقیقاتی بر روی چندسازه آرد چوب - پلی پروپیلن، مشخص شد زمانی که چوب و پلیمر به‌خوبی با هم ترکیب شده باشند و رابطه تنگاتنگی بین آن‌ها وجود داشته باشد، معمولاً جداسازی ذرات چوب از پلی پروپیلن بسیار دشوار خواهد بود. هم‌چنین فیبرها یا الیاف در این چندسازه متراکم شده و به‌صورت دسته‌هایی در آمده و توزیع غیریکنواختی را در ماده زمینه ایجاد می‌کنند (اکسمن و کلمنس، 1998). برای ارزیابی مورفولوژیکی توزیع پرکننده چوبی و برهم‌کنش میان چوب و ماده زمینه‌ای پلی پروپیلن، در چندسازه ساخته شده به روش تزریقی، از میکروسکوپ نوری و الکترونی استفاده گردید و مشاهده شد که پلی پروپیلن می‌تواند از طریق ترک‌هایی که در داخل و نیز مابین دیواره سلولی وجود دارد، به داخل حفرات سلولی چوبی نفوذ کند و شبکه‌ای سه بعدی را تشکیل دهد که شامل ذرات چوبی و ماده زمینه‌ای پلیمری در خارج آن می‌باشد. مشاهدات به‌دست آمده از میکروسکوپ نوری بر روی چند سازه‌های آرد چوب - پلی پروپیلن نیز نشان داد که پرکننده‌های چوبی در لایه نازک گسترده شده، به هیچ عنوان رنگی نشده‌اند. در تصاویر میکروسکوپی معمولی، تنها ذرات بزرگ‌تر به‌صورت واضح و مشخص دیده می‌شد، که به شکل توده‌ای رنگی بودند، اما ذرات کوچک‌تر مانند اجزای فیبرهای دیواره های سلولی، به‌صورت مبهم و نامشخص بودند (تومویوکی و ت-فو، 2002). نشان دادن قابلیت عملی استفاده از خاک اره دورریز کارگاه‌ها و کارخانجات صنایع چوب در ساخت فرآورده‌ای مناسب و با

صرفه اقتصادی که دارای موارد کاربردی فراوانی می‌باشد، هم‌چنین ارزیابی میزان تخریب نمونه‌های چندسازه خاک اره - پلی پروپیلن توسط قارچ مولد پوسیدگی سفید به نام قارچ رنگین کمان از طریق محاسبه میزان کاهش وزن نمونه‌ها و نیز بررسی تأثیر درصدهای متفاوت خاک اره (75،60،45)، به-عنوان ماده پرکننده بر روی مقاومت به پوسیدگی نمونه‌های چندسازه خاک اره پلی پروپیلن و مطالعه میکروسکوپی نمونه‌های پوسیده شده چندسازه خاک اره - پلی پروپیلن با توجه به میزان درصد اختلاط و توزیع ذرات خاک اره، از اهداف این پژوهش بوده است. تفاوت مورد توجه این بررسی با مطالعات گذشته، تهیه تصاویر میکروسکوپی از نمونه‌های چندسازه چوب-پلاستیک پوسیده شده با قارچ می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

**مواد مورد نیاز:** جهت ساخت چندسازه، از خاک اره، پلی پروپیلن<sup>1</sup> و مالئیک انیدرید گرافت شده با پلی پروپیلن استفاده گردید. پلی پروپیلن به‌عنوان ماده زمینه، خاک اره به‌عنوان پرکننده و مالئیک انیدرید پلی پروپیلن<sup>2</sup> به‌منظور بهبود اتصال بین این دو فاز (سازگار کننده)، به‌کار رفتند. خاک اره از گونه سپیدار بوده و از کارگاه‌های چوب بری تهیه گردید. اندازه مش بندی خاک اره، 30 و رطوبت آن کم‌تر از 1/5 درصد بود. پلی پروپیلن به‌صورت پودری با شاخص جریان ذوب<sup>3</sup> (MFI) 8 گرم بر 10 دقیقه و از کارخانه پتروشیمی بندرامام خمینی تهیه گردید. مالئیک انیدرید پلی پروپیلن با نسبت ثابت 2 درصد به تمامی تیمارها افزوده شد.

**ساخت چندسازه خاک اره - پلی پروپیلن:** چندسازه شامل 3 تیمار مختلف و هر تیمار شامل 4 تکرار بود. تفاوت نمونه‌های چندسازه در درصدهای مختلف خاک اره (45، 60 و 75 درصد) بود. با توجه به نسبت‌های مختلف خاک اره و پلی پروپیلن، اختلاط مواد در 3 تیمار صورت گرفت و جهت ساخت، آماده گردید. برای ساخت چندسازه از روش اکستروژن و دستگاه اکسترودر پژوهشکده دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، استفاده شد. اکسترودر به‌صورت دو واردون بود که در

---

1- Poly Propylene  
2- MAPP  
3- Melt Flow Index

آن جهت چرخش ماردون‌ها به موازات هم و به صورت غیر هم‌گرد صورت می‌گرفت. در نهایت طی سه مرحله جداگانه، 3 نوع چندسازه ساخته شد.

**تهیه نمونه‌های آزمونی از چندسازه:** به منظور انجام آزمون پوسیدگی، نمونه‌ها به ابعاد  $10 \times 10 \times 10$  میلی‌متر برش داده شدند.

**انجام چرخه‌های جوشاندن/خشک کردن نمونه‌های خاک اره - پلی پروپیلن:** هدف از این مرحله که به عنوان پیش تیمار آزمون پوسیدگی محسوب می‌شود، افزایش شدت جذب رطوبت نمونه‌های خاک اره - پلی پروپیلن و آماده‌سازی آن‌ها جهت استفاده در آزمون است که طی 5 چرخه انجام شد. به این ترتیب که نمونه‌ها به مدت 2 ساعت در آب جوشانده شده و سپس به مدت 24 ساعت در آون خشک شدند.

**تهیه تصاویر میکروسکوپی از نمونه‌ها:** پیش از تهیه تصاویر میکروسکوپی، نمونه‌های در نظر گرفته شده برای مقطع‌گیری، با استفاده از مخلوط آب و گلیسرین (به نسبت 50:50) و قرار گرفتن به مدت 24 ساعت داخل آون با دمای 100 درجه سانتی‌گراد و سپس یک هفته با دمای 75 درجه سانتی‌گراد نرم شدند (امیدوار، 1996). سپس توسط دستگاه میکروتوم، مقاطعی با ضخامت 15 میکرون از آن‌ها تهیه گردید. در نهایت مقاطع آماده شده با استفاده از زافرانین<sup>1</sup> رنگ آمیزی شدند. جهت تهیه عکس از مقاطع آماده شده، از میکروسکوپ نوری (-OLYMPUS) BX51 استفاده گردید. این تصاویر قبل و بعد از انجام آزمون مقاومت به پوسیدگی قارچی انجام شد.

**تهیه و تکثیر قارچ رنگین کمان:** جهت انجام آزمون مقاومت به پوسیدگی، از استاندارد ASTM-D1413 اصلاح شده و قارچ *Trametes versicolor* استفاده شد که از آزمایشگاه گیاه پزشکی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان تهیه گردید. تکثیر قارچ در محیط کشت مالت اکستراکت آگار انجام گرفت.

**آزمون مقاومت به پوسیدگی نمونه‌ها:** این آزمون با استفاده از آزمون بلوک خاکی صورت گرفت. پس از انجام مراحل آزمون، طبق استاندارد ASTM D-1413، شیشه‌های کشت قارچ و نمونه‌ها به مدت 12 هفته در داخل انکوباتوری با دمای 25 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 75 درصد قرار گرفتند. پس از گذشت 12 هفته، شیشه‌های حاوی قارچ و نمونه‌های آزمونی از انکوباتور خارج شده و نمونه

ها از داخل بطری‌ها بیرون آورده شدند. ابتدا میسلیم‌های موجود در سطح نمونه‌ها، زدوده شده، سپس وزن‌شان تعیین شد. آن‌گاه وزن خشک نمونه‌ها پس از قرار گرفتن در داخل آون با درجه حرارت  $103 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد و به مدت 24 ساعت، با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت 0/0001 اندازه‌گیری شد. در نهایت میزان کاهش وزن و نیز میزان رطوبت قبل و بعد از پوسیدگی نمونه‌ها اندازه‌گیری گردید.

محاسبات آماری: داده‌های به دست آمده در این پژوهش، در قالب طرح کاملاً تصادفی و تجزیه واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و میانگین و ویژگی‌های تعیین شده با استفاده از آزمون توکی<sup>1</sup> مورد مقایسه قرار گرفت.

### نتایج و بحث

نتایج آزمون مقاومت به پوسیدگی: اختلاف میانگین مقاومت به پوسیدگی تیمارها در سطح خطای آماری 5 درصد معنی دار بود (جدول 1). با افزایش میزان خاک اره در چند سازه‌ها، میزان مقاومت به پوسیدگی در آن‌ها به طور معنی دار کاهش یافته بود. چند سازه‌های حاوی 45 درصد خاک اره، بیشترین و چند سازه‌های دارای 75 درصد خاک اره، کم‌ترین میزان مقاومت به پوسیدگی را از خود نشان دادند.

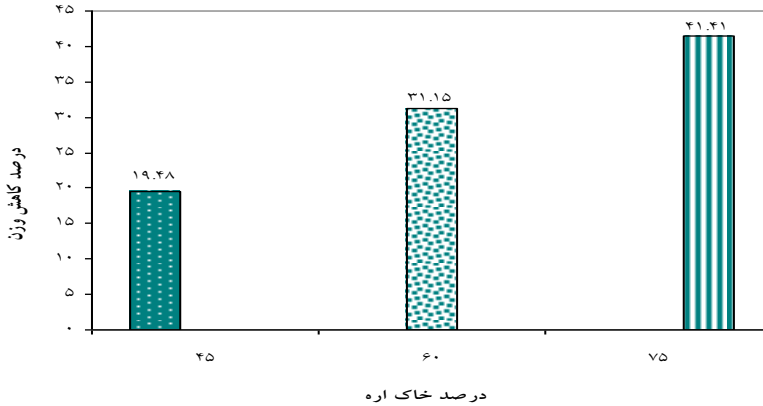
جدول 1- تجزیه واریانس مقادیر کاهش وزن نمونه‌های چند سازه در برابر قارچ رنگین کمان- سطح خطای آماری 5 درصد.

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی داری
درصد خاک اره	963/398	2	481/699	695/680**	0/000
خطا	6/232	9	0/692		
مجموع	969/ 630	11			

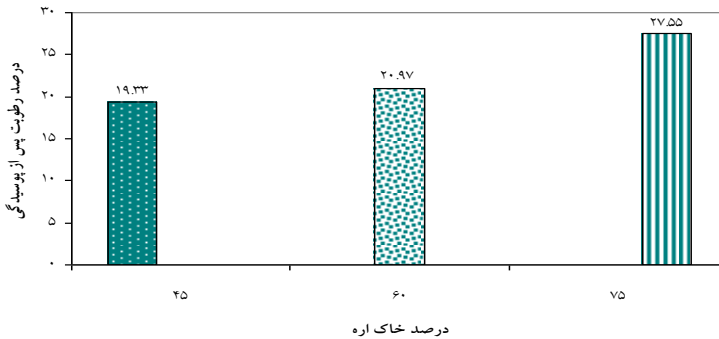
با توجه به شکل 1، تیمار C با 45 درصد خاک اره، بالاترین تاثیر افزایشنده را بر روی میزان پوسیدگی نمونه‌ها داشت. شکل 2، درصد رطوبت بعد از پوسیدگی نمونه را بر حسب درصد خاک اره نشان می‌دهد. بالاترین درصد رطوبت پس از پوسیدگی، مربوط به نمونه حاوی 75 درصد خاک اره

1- Tukey

بوده و به همین ترتیب، نمونه حاوی 45 درصد خاک اره، حداقل درصد رطوبت پس از پوسیدگی را دارد. به این ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که میزان خاک اره با درصد رطوبت پس از پوسیدگی رابطه مستقیم دارد. شاید بتوان گفت در پی تخریب نمونه توسط قارچ مولد پوسیدگی سفید، میزان جذب رطوبت در نمونه افزایش می‌یابد.



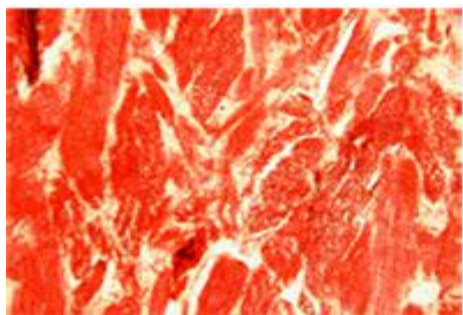
شکل 1- تغییرات کاهش وزن بر حسب درصد خاک اره در چند سازه‌های خاک اره- پلی پروپیلن در اثر پوسیدگی



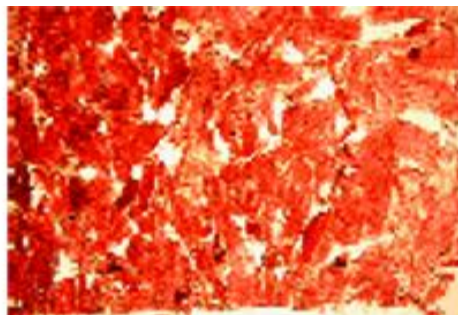
شکل 2- تغییرات درصد رطوبت پس از پوسیدگی توسط قارچ رنگین کمان بر حسب درصد خاک اره در چند سازه‌های خاک اره- پلی پروپیلن

تصاویر میکروسکوپی از چند سازه‌ها پیش از مرحله پوسیدگی قارچی: شکل 3 نشان‌دهنده چند سازه با 45 درصد خاک اره می‌باشد، ذرات چوبی به‌خوبی در ماده زمینه پلی پروپیلن پراکنده شده‌اند، به‌طوری‌که در چند سازه حفرات زیادی دیده نمی‌شود. بنابراین توزیع یکنواخت ذرات خاک اره، احتمالاً منجر به کپسوله شدن بهتر ذرات خاک اره توسط پلی پروپیلن شده است، یعنی طبق نظر اکسمن و لیندبرگ (1995)، به‌رغم فقدان ماده چسبنده مابین چوب و پلیمر، ارتباط بسیار مشخص و محکمی بین آنها ایجاد شده و زمانی که برهم‌کنش و ارتباط محکم و تنگاتنگی بین ذرات چوبی و ماده زمینه‌ای وجود داشته باشد، تشخیص و تفکیک آنها از یکدیگر بسیار دشوار است (طبق نتایج اکسمن و کلمنس، 1998). شکل‌های 4 و 5، به ترتیب چند سازه با 60 درصد و 75 درصد خاک اره را نشان می‌دهند. در برخی تصاویر (شکل 4-الف)، تنها ذرات بزرگ‌تر به‌صورت واضح و مشخص دیده می‌شوند که به شکل توده‌ای رنگی هستند، در صورتی‌که ذرات کوچک‌تر، به حالت مبهم و نامشخص می‌باشند. تصاویر نشان می‌دهند که در این چند سازه‌ها، به ویژه در چند سازه با 75 درصد خاک اره (بیش از 50 درصد ماده لیگنو سلولزی) ذرات خاک اره متراکم شده، تقریباً به‌صورت دسته‌ای درآمده و توزیع غیریکنواختی را در ماده زمینه به وجود آورده‌اند (استارک و ماتوانا، 2007). در واقع در این چند سازه توزیع ذرات خاک اره به‌صورت توده‌ای و غیریکنواخت می‌باشد که در نتیجه آن، میزان کپسوله شدن ذرات خاک اره توسط پلی پروپیلن، کاهش می‌یابد. به‌عبارت دیگر این چند سازه شامل قسمت‌هایی است که خاک اره و پلی پروپیلن به‌خوبی با هم ترکیب نشده و توده‌ای انباشته از خاک اره را به‌وجود می‌آورد. زمانی که پلی پروپیلن، ذرات خاک اره را کپسوله نکرده باشد، حفرات بیش‌تری دیده می‌شوند (شکل 5-ب). شاید طبق تحقیقات استارک و ماتوانا (2007)، یکی از دلایل این امر این است که طی روش اکستروژن، فشار و حرارت اعمال شده در طول فرآیند ساخت چند سازه، ناکافی بوده و به پلی پروپیلن اجازه جریان یافتن و روان شدن را نمی‌دهد.



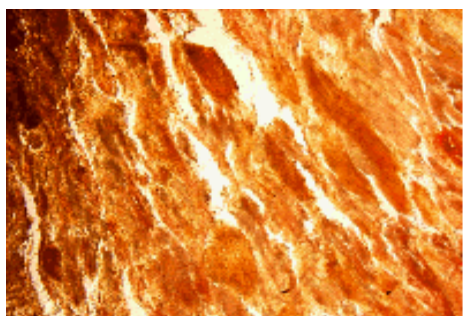


(ب)

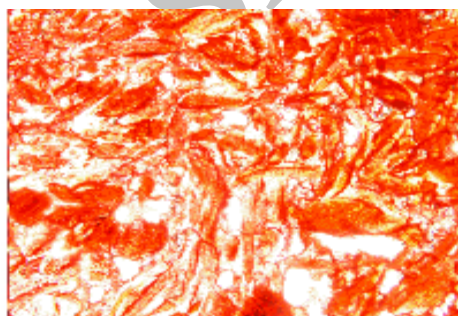


(الف)

شکل 3- چند سازه خاک اره - پلی پروپیلن حاوی 45 درصد خاک اره قبل از پوسیدگی، بزرگ‌نمایی X20

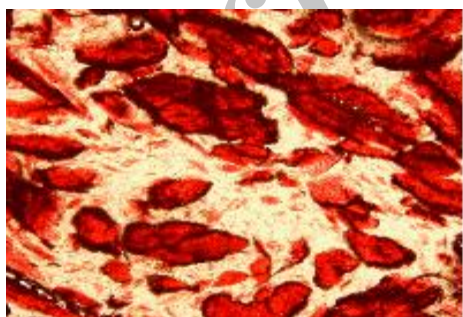


(ب)

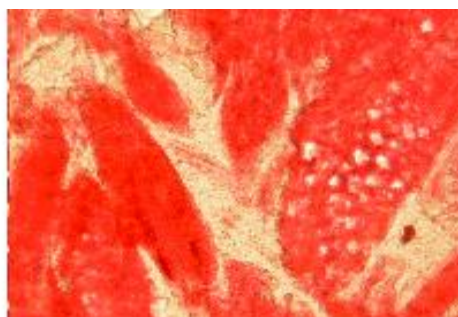


(الف)

شکل 4- چند سازه خاک اره - پلی پروپیلن حاوی 60 درصد خاک اره قبل از پوسیدگی، بزرگ‌نمایی X20



(ب)



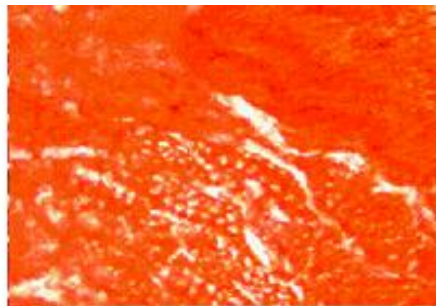
(الف)

شکل 5- چند سازه خاک اره - پلی پروپیلن حاوی 75 درصد خاک اره قبل از پوسیدگی - بزرگ‌نمایی X20

تصاویر میکروسکوپی از چند سازه‌ها پس از مرحله پوسیدگی قارچی: در چند سازه‌هایی با توزیع و پراکندگی مناسب خاک اره، ترموپلاستیک به‌عنوان یک سد و مانع عمل نموده و از گسترش مسیر نفوذ میسلیم‌های قارچ به داخل فرآورده جلوگیری می‌نماید. این امر را می‌توان در چند سازه با 45 درصد خاک اره مشاهده نمود (شکل 6-الف). همان‌طور که در تصویر مشاهده می‌شود، پوسیدگی منجر به نابودی چند سازه و ایجاد شکاف‌ها و حفرات در چند سازه شده است، ولی این پوسیدگی در مقایسه با چند سازه حاوی 60 درصد و یا 75 درصد خاک اره، بسیار کمتر است. در چند سازه با 60 درصد خاک اره نیز، تأثیرات حمله قارچی بر روی چند سازه چوب - پلاستیک، نمود خارجی کمتری دارد. شکل‌های 6-ب و 7، به ترتیب تصاویر میکروسکوپ نوری از چند سازه با 60 درصد و 75 درصد خاک اره را پس از پوسیدگی توسط قارچ رنگین کمان نشان می‌دهند. احتمال می‌رود در نتیجه حمله قارچی، برهم‌کنش ضعیف و سست مابین ذرات خاک اره با ماده زمینه‌ای وجود دارد. در چند سازه با 75 درصد خاک اره، این مسأله به روشنی نمایان است. در این چند سازه که حاوی بیش‌ترین میزان خاک اره است، اثر حمله قارچی مشهودتر بوده و حضور میسلیم‌های قارچ در شکاف‌ها و فواصل ما بین خاک اره و پلی پروپیلن، قابل رویت است. در کل، تصاویر میکروسکوپ نوری تهیه شده از مقاطع چند سازه خاک اره - پلی پروپیلن با درصدهای متفاوت خاک اره (45، 60 و 75 درصد)، نشان می‌دهند که میزان پوسیدگی در چند سازه با نسبت 75 درصد خاک اره، بیش‌تر از دو نوع دیگر بوده است. از آنجایی که این چند سازه‌ها، پیش از انجام آزمون مقاومت به پوسیدگی، تحت پیش تیمار جوشاندن/خشک شدن، قرار گرفته بودند، احتمال می‌رود شکاف‌هایی در اثر هم‌کشیدگی و واکنشیدگی ذرات خاک اره در چند سازه ایجاد شده و به نظر می‌رسد این حفرات زمینه ورود ریشه‌های قارچ را از این طریق به بخش‌های داخلی چند سازه فراهم ساخته‌اند.

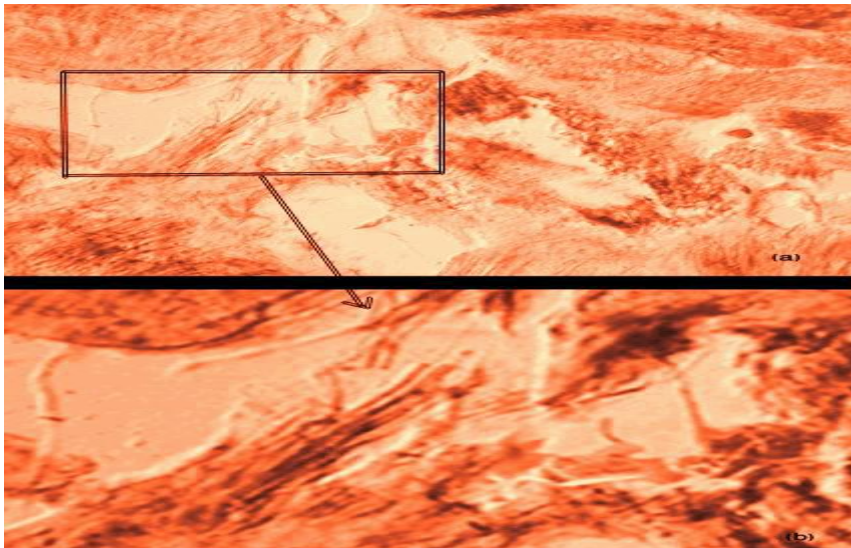


(ب)



(الف)

شکل 6- تصویر میکروسکوپ نوری از چند سازه خاک اره - پلی پروپیلن پس از پوسیدگی با قارچ رنگین کمان، بزرگ‌نمایی X20. (الف): حاوی 45 درصد خاک اره، (ب): حاوی 60 درصد خاک اره.



شکل 7- تصویر میکروسکوپ نوری از چند سازه، حاوی 75 درصد خاک اره، پس از پوسیدگی توسط قارچ رنگین کمان. (پایین): تصویر بزرگ شده بخشی از چند سازه که حضور میسلیم‌های قارچ را نشان می‌دهد. پیکان‌ها نشان دهنده میسلیم قارچ می‌باشند

### نتیجه‌گیری

نتایج آزمون مقاومت به پوسیدگی: نتایج آزمون مقاومت به پوسیدگی نشان داد که افزایش میزان خاک اره در چند سازه‌های خاک اره- پلی‌پروپیلن، منجر به کاهش میزان مقاومت به پوسیدگی شده و بیش‌ترین میزان کاهش وزن در چند سازه‌ها را به همراه داشت.

نتایج حاصل از تصاویر میکروسکوپی: تصاویر تهیه شده با میکروسکوپ نوری، نشان‌دهنده تاثیر نسبت خاک اره به‌کار رفته در چند سازه‌ها و نیز نحوه توزیع آنها در ماده زمینه‌ای پلیمری (پلی‌پروپیلن)، بر روی میزان پوسیدگی چندسازه با قارچ رنگین کمان بود، به‌طوری‌که افزایش درصد خاک اره، منجر به روی هم افتادگی بیش‌تر ذرات، تجمع غیریکنواخت آنها، کاهش میزان کپسوله شدن ذرات توسط پلیمر و نیز افزایش حفرات و شکاف‌ها مابین خاک اره و پلی‌پروپیلن شده و چند سازه را جهت حمله قارچی مستعدتر نمود. همین‌طور با کاهش میزان خاک اره، پراکنش ذرات در ماده زمینه

ای پلیمری بهتر شده و هم‌زمان با افزایش کپسوله شدن ذرات خاک اره توسط پلی پروپیلن، میزان حمله قارچی و در نتیجه پوسیدگی چند سازه، کاهش یافت.

#### منابع

1. American Society for Testing and Materials (ASTM). 1990. Standard method for wood preservatives by laboratory soil- block cultures D 1413. Annual Book of ASTM Standards. 4. ASTM, West Conshohockon, PA, 215-221.
2. Clemons, C.M., and Ibach, R.E. 2002. Laboratory Test on Fungal Resistance of Wood Filled Polypropylene composites. Annual Technical Conference, 2: 2219-2221.
3. Kuan, H.Ch., Hung, J.M., M.Ma, Ch.Ch., and Wang, F.Y. 2003. Processability, Morphology and Mechanical Properties of Wood Flour Reinforced High Density Polyethylene Composites. *Plastics, Rubber and Composites*. 32, 3: 122-125.
4. Lopez, J.L., Cooper, P.A., and Sain, M. 2005. Evaluation of Proposed Test Methods to Determine Decay Resistance of Natural Fiber Plastic Composites. *Forest Products Journal*. 55, 12: 95-98.
5. Mankowski, M., & et al. 2005. Durability of Wood-Plastic Composite Relative to Natural Weathering and Preservative with Zinc Borate. 36<sup>th</sup> IRG Conference Bangalore, India 24-28 April.: 12pp.
6. Oksman, K. and Clemons, C. 1998. Mechanical Properties and Morphology of Impact Modified Polypropylene-Wood Flour Composites, *J. Appl. Poly. Sci.*, 67: 1503-1513.
7. Oksman, K., and Lindberg, H. 1995. Interaction between wood and synthetic polymers, *Holzforchung*, 49, 249-254.
8. Omidvar, A. 1996. The Influence of Moisture Content on Treatability of Red Maple Wood. Ph.D thesis. The University of New Brunswick, 28-109.
9. Pendleton, D.E., Hoffard, Th. A., Adcock, T., Woodward, B., and Wolcott, M.P. 2002. Durability of an Extruded HDPE/WOOD Composite. *Forest Products Journal*. 52, 6.
10. Stark, N.M., and Rowlands, R.E. 2003. Effects of Wood Fiber Characteristics on Mechanical Properties of Wood/Polypropylene Composites. *Wood and Fiber Science*. 35, 2, 167-174.
11. Stark, N.M., and Matuana, L.M. 2007. Characterization of Weathered Wood-Plastic Composite Surface Using FTIR Spectroscopy, Contact Angle and XPS. *Polymer Degradation and Stability*. 92, 1883-1890.
12. Tomoyuki, F., and Te-Fu, Q. 2002. Microscopic Study on the Composites of Wood and Polypropylene. *Bulletin of FFPRT*. 1:1, 115-122.
13. Viksne, A., Rence, L., and Berzina, R. 2003. Influence of Modifiers on the Physicomechanical Properties of Sawdust-Polyethylene Composites. *Mechanics of Composite Materials*. 40:2, 169-177.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology*, Vol. 18(3), 2012  
[www.gau.ac.ir/journals](http://www.gau.ac.ir/journals)

## **Microscopic Study on the Effect of Particle Content and Its Distribution on Decay of Sawdust-Polypropylene Composite**

**\*E. Sharifi<sup>1</sup>, A. Omidvar<sup>2</sup> and M.R. Mastari farahani<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Graduated M.Sc. student, Dept. of Wood and paper Science Industry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>2</sup>Professor, Dept. of Wood and paper Science Industry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

<sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Wood and paper Science Industry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 2009-6-23; Accepted: 2010-6-16

### **Abstract**

In this research, the decay resistance of sawdust–polypropylene composite has been evaluated by microscope. The scope of research was to assess the effect of different weight percentages of sawdust (45%, 60% and 75%) sawdust distribution on the fungal decay. ASTM D1413-99 test method was used to carry out decay test and *Trametes versicolor* was chosen as a white rot fungus. After 12 weeks exposure of the composites samples to the fungi, the weight losses were determined using Soil Block test. Analyzing the data using ANOVA one way statistical method, it has been shown that the weight losses of the composite due to decay were proportional to the sawdust weight percentages. Also, it was found that weight losses were higher in those treatments with upper sawdust percentages. In order to microscopic study, a light microscope was used. The results showed that increasing in the weight percentage of sawdust, led to particles aggregation, their nonuniform dispersion, decreasing in particles encapsulating by polymer and increasing in hollows and voids between sawdust and polypropylene which made the composite susceptible for fungi attack.

**Keywords:** Sawdust-polypropylene composite; Decay resistance; Soil Block test; *Trametes versicolor*; Microscopic study