Archive of SID

گیاه پزشکی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۷ شماره ۴، زمستان ۹۳

ارزیابی مقاومت مواد ساختمانی سلولزی و غیرسلولزی به موریانه زیرزمینی *Microcerotermes diversus* Silvestri (Isoptera: Termitidae) در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی

معصومه افشار[۱]، بهزاد حبیب پور[۲]*و پرویز شیشه بر[۳]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲*- **نویسنده مسوول:** دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز (habibpour_b@scu.ac.ir)

۳- استاد گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۳۱

چکیده

در سال‌های اخیر مواد ساختمانی سلولزی و غیرسلولزی از جمله کامپوزیت چوب-پلاستیک، ام‌دی‌اف ، نئوپان و یونولیت در سطح وسیعی در صنعت ساختمان‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرند. مقاومت این مواد ساختمانی در مقابل حمله موریانه یکی از پارامترهای مهم برای ارزیابی کیفیت آنها می‌باشد. در این تحقیق مقاومت مواد ساختمانی به حمله موریانه زیرزمینی *Microcerotermes diversus* (Iso. : Termitidae) در شرایط آزمایشگاهی (آزمون انتخابی و غیرانتخابی) و صحرایی ارزیابی شد. نتایج به دست آمده در آزمون غیرانتخابی نشان داد که یونولیت، نئوپان و ام‌دی‌اف توسط این موریانه مورد حمله قرار گرفته و خسارت قابل توجهی به آنها وارد شده است. اما کامپوزیت چوب-پلاستیک مقاومت زیادی را در مقابل این آفت نشان داد. همچنین در شرایط انتخابی آزمایشگاهی و صحرایی موریانه‌ها بیشترین خسارت را به نئوپان و ام‌دی‌اف وارد کردند. یونولیت به دلیل فقدان ارزش غذایی، جلب‌کننده نبوده و خسارت کمی به آن وارد شد. کامپوزیت چوب-پلاستیک نیز به دلیل داشتن مقاومت بالا به میزان کمی مورد حمله موریانه‌ها قرار گرفت. با توجه به این نتایج ارتباط معنی‌داری بین چگالی ماده مورد آزمایش و کاهش وزن ناشی از تغذیه‌ی موریانه، وجود دارد. بنابراین با افزایش چگالی، میزان خسارت وارد شده توسط این موریانه کاهش می‌یابد.

کلید واژه‌ها: کامپوزیت چوب-پلاستیک، ام‌دی‌اف، نئوپان، یونولیت، موریانه زیرزمینی Microcerotermes diversus

مقدمه

امروزه چوب و فرآورده‌های آن به میزان زیادی به عنوان مصالح ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند (زولمردی و همکاران[1]، ۲۰۱۰) و این به دلیل مزایایی مانند تجدیدپذیری، کاربرد آسان، داشتن اشکال و اندازه‌های مختلف و غیره نسبت به دیگر مواد طبیعی و مصنوعی می‌باشد (یوسف و همکاران[2]، ۲۰۱۰). در سال‌های اخیر، به دلیل صنعتی شدن بسیاری از کشورهای در حال توسعه، تقاضا برای مواد اولیه و نهاده‌های تولید، افزایش یافته است. بنابراین در کشورهایی مانند ایران که از نظر منابع چوبی و جنگلی کشوری فقیر محسوب می‌گردد ضروری است که برای فراهم کردن ماده اولیه چوبی توجه خاصی به باقیمانده‌های کشاورزی شود (سلیمانی آشتیانی و همکاران، ۱۳۸۸). به منظور افزایش بهره‌وری در استفاده از منابع طبیعی و پوشش دادن نقاط ضعف در چوب، تخته‌های کامپوزیتی مشتق شده از چوب خام توسعه داده شده‌اند. ویژگی‌های برتر این تخته‌ها در مقایسه با چوب خام شامل انعطاف پذیری

1- Zulmardi *et al*.
2- Yusuf *et al*.

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتر در اندازه، ساخت پانل‌ها بر طبق تراکم مورد نظر، ایجاد مقاومت یکپارچه در پانل تولید شده می‌باشد (آرینانا و همکاران[1]، ۲۰۱۰).

تخته‌های کامپوزیتی از جمله تخته‌خرده‌چوب[2]، تخته فیبر با چگالی متوسط[3]، کامپوزیت چوب-پلاستیک[4] و غیره سازه‌های مرکبی هستند که جای چوب خام[5] را برای مقاصد صنعتی خواهند گرفت. نئوپان یا تخته‌خرده‌چوب به ورقه‌های فشرده چوبی گفته می‌شود که از اتصال ذرات کوچک چوب یا مواد لیگنوسلولزی[6] با چسب‌های مصنوعی تحت فشار و حرارت به وجود می‌آیند (استارک و همکاران[7]، ۲۰۱۰). از دهه شصت میلادی با ابداعات جدید در این صنعت زمینه تحول در سایر بخش‌ها از جمله صنایع ساختمان، اتومبیل‌سازی، مبلمان و غیره ایجاد گردیده است (افشان و همکاران، ۱۳۹۰).

ورقه‌های فیبری با چگالی متوسط که به اختصار MDF نامیده می‌شوند، یک نوع پانل مبتنی بر چوب است که از الیاف چوب با رزین، تحت فشار و حرارت پیوند داده می‌شود و به طور گسترده‌ای در ساخت لوازم و دکوراسیون اداری و مسکونی کاربرد دارد (کارتال و گرین[8]، ۲۰۰۳). اگرچه ام‌دی‌اف یک ماده ایده‌آل جهت کاربرد در پروژه‌های ساختمانی است اما همانند چوب و دیگر پانل‌های مبتنی بر چوب مستعد ابتلا به تخریب توسط عوامل بیولوژیکی می‌باشد (آستا و همکاران[9]، ۲۰۰۹). کامپوزیت چوب-پلاستیک (WPC) نیز از ترکیب ذرات یا الیاف چوب با زمینه پلیمری همچون پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن تولید می‌گردد(طبخ پز سرابی و همکاران، ۱۳۹۰). امروزه از کامپوزیت چوب-پلاستیک در صنایع خودرو و ساختمان‌سازی مانند: کف پوش‌ها، چهارچوب‌های پنجره، مبلمان و غیره به میزان زیادی استفاده می‌شود (قاسمی و همکاران، ۱۳۸۷).

علاوه بر محصولات چوبی ذکر شده، تخته‌های عایق مقاوم مانند پلی‌استایرن[10] (یونولیت) نیز به عنوان مصالح ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند (زانگولی[11]، ۱۹۹۹). پلی استایرن منبسط شده (EPS) مواد سبک وزنی هستند که از دهه ۱۹۵۰ در کاربردهای مهندسی استفاده می‌شوند. چگالی آن در حدود ۰/۰۱ خاک و دارای خصوصیاتی از جمله عایق حرارتی مناسب، سختی و مقاومت فشاری قابل مقایسه با خاک رس می‌باشد (ایلارجی[12]، ۲۰۰۶). محصولات پلی‌استایرن درسال‌های اخیر موارد استفاده فراوانی را در بخش‌های مختلف صنعت ساختمان‌سازی نظیر قالب‌بندی سازه‌های بتنی، بلوک‌های سقفی و عایق حرارتی پیدا کرده‌اند (بختیاری و همکاران، ۱۳۹۱).

حشرات یکی از عوامل مهم تخریب چوب در ساختمان می‌باشند که در این گروه موریانه‌ها متداول‌ترین و مهم‌ترین حشراتی هستند که از چوب به عنوان منبع غذایی استفاده می‌کنند (کاسنز و دی گروت[13]، ۱۳۸۴). به طور کلی فعالیت موریانه‌ها تا زمانی که خسارت وارد شده گسترش پیدا نکرده باشد، قابل دیدن نیست که این خود تأثیر اقتصادی قابل توجهی را به همراه خواهد داشت (زلفیانا و همکاران[14]، ۲۰۱۰). موریانه‌های زیرزمینی می‌توانند در میان پلی‌استایرن برای رسیدن به قسمت‌های چوبی ساختمان تونل ایجاد کنند، در حالی که نفوذ و خسارت آنها قابل مشاهده نمی‌باشد (زانگولی، ۱۹۹۹). بررسی‌ها نشان داده‌اند، مهمترین موریانه‌ای که به لوازم چوبی در استان خوزستان حمله می‌کند گونه‌ی *Microcerotermes diversus*

1- Arinana *et al.*
2- Particleboard
3- Medium density fiberboard
4- Wood-plastic composite
5- Solid wood
6- Lignocellulosic
7- Stark *et al*.
8- Kartal & Green
9- Usta *et al.*
10- Polystyrene
11- Zungoli
12- Elargi
13- Cassens & De groot
14- Zulfiana *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

Silvestri می‌باشد. این موریانه در کشورهای ایران، عراق، امارات، کویت، عمان و عربستان انتشار دارد که در ایران هم از استان های خوزستان، بوشهر، سیستان و بلوچستان گزارش شده است (حبیب پور، ۱۳۷۳).

اوویمی و همکاران[1] (۲۰۱۳) تأثیر چگالی ۲۰ گونه چوب نیجریه‌ای انتخاب شده را روی مقاومت طبیعی به موریانه‌های زیرزمینی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد، گونه‌ی چوب‌هایی که دارای چگالی بالاتری هستند مقاومت بیشتری در برابر حمله موریانه دارند. کوز و همکاران[2] (۲۰۱۰) مقاومت نئوپان و امدی‌اف ساخته شده از میوه کاج را در مقابل موریانه‌ی *C. formosanus* در شرایط آزمایشگاهی بررسی کردند و مقاومت پایین نئوپان و امدی‌اف را در مقابل حمله‌ی این موریانه ثابت کردند. کارتال و گرین (۲۰۰۳) مقاومت امدی‌اف ساخته شده از چوب‌های کاج، راش و بلوط آمریکایی را نسبت موریانه‌ی زیرزمینی *Reticulitermes flavipes* (Kollar) مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آنها مقاومت پایین امدی‌اف را نسبت به این موریانه گزارش کرد.

کارتال و همکاران[3] (۲۰۱۳) مقاومت بیولوژیکی کامپوزیت‌های تولید شده از پلی‌پروپیلن در مخلوط با چوب و یا بامبو[4] را در مقادیر و اندازه‌های متفاوت ذرات، نسبت به موریانه‌ی *C. formosanus* Shiraki مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که با کوچک‌تر شدن اندازه‌ی ذرات چوب، خسارت وارد شده به کامپوزیت چوب- پلاستیک کمتر و مقاومت آنها افزایش یافت. گریس و مانکوزکی[5] (۲۰۰۲) در یک آزمون غیرانتخابی مقاومت پلی‌استایرن را به موریانه زیرزمینی *C. formosanus* مورد بررسی قرار دادند. بررسی آنها ثابت کرد که موریانه‌ها پلی‌استایرن را برای رسیدن به منبع غذایی سوراخ می‌کنند.

با در نظر داشتن مصرف روزافزون مواد سلولزی و غیرسلولزی در ساخت و سازها به خصوص ساختمان‌سازی و همچنین با توجه به اینکه موریانه‌های زیرزمینی به این مواد در اماکن مختلف از جمله ساختمان‌های مسکونی، اداری، آموزشی و کارخانجات خسارت وارد می‌کنند، هدف از این مطالعه مقایسه‌ی میزان مقاومت کامپوزیت چوب-پلاستیک، امدی‌اف ، نئوپان و یونولیت در برابر خسارت موریانه زیرزمینی *M. diversus* بود.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری موریانه:

منطقه‌ای واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران جهت جمع‌آوری موریانه‌های برای انجام آزمایش‌های مورد نظر انتخاب گردید. با توجه به تحقیقات صورت گرفته موریانه‌ی زیرزمینی *M. diversus* بیشترین میزان تغذیه را از چوب راش دارد. بنابراین از این نوع چوب به عنوان تله برای جمع‌آوری موریانه‌ها استفاده شد. بلوک‌های چوبی تهیه و در خاک قرار داده شدند. پس از ۱ ماه از زمین بیرون و درون پلاستیک‌هایی به آزمایشگاه انتقال داده شدند. سپس موریانه‌ها از چوب جداسازی و به پتری‌دیش‌هایی حاوی کاغذ صافی مرطوب انتقال داده شدند. برای رفع استرس آنها، پتری‌دیش‌ها به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور تاریک در دمای ۲ ± ۲۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵ ± ۹۰٪ نگهداری شدند. برای انجام آزمایشات از موریانه‌های فعال و سالم استفاده شد (حبیب‌پور و همکاران، ۲۰۱۱).

1- Owoyemi *et al*.
2- Kose *et al.*
3- Kartal *et al*.
4- Bamboo
5- Grace & Mankowski

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه‌ی مقاومت از طریق بررسی میزان مصرف مواد ساختمانی:

آزمون غیرانتخابی[1]:

قبل از انجام آزمون، طبق استاندارد (AWPA E1-06 2008) قطعاتی در ابعاد ۶×۲۵×۲۵ میلی‌متر از مواد ساختمانی (شامل کامپوزیت چوب-پلاستیک، ام‌دی‌اف، نئوپان و یونولیت) برش داده و برای به دست آوردن وزن خشک مواد ساختمانی سلولزی، آنها را به مدت ۲۴ ساعت درون آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد گذاشته (بی نام[2]، ۲۰۰۸) و سپس به همراه یونولیت وزن شدند. درون ظروفی به قطر ۸ و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر یک لایه شن و خاک ورمیکولیت به نسبت ۲ به ۱ و به میزان ۱۵۰ گرم به عنوان بستر قرار داده و با ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر مرطوب شد. مواد ساختمانی در مرکز بستر روی تکه‌هایی از توری پلاستیکی در ابعاد مشابه قرار داده شدند. در مرحله بعد تعداد ۴۰۰ موریانه به هر واحد آزمایشی اضافه شد (شکل ۱). آزمون در ۴ تکرار انجام گردید. پس از اضافه کردن موریانه‌ها واحدهای آزمایشی در یک انکوباتور تاریک در دمای ۱± ۲۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۰-۷۰٪ به مدت ۴ هفته نگهداری شدند (گریس[3]، ۲۰۰۵). رطوبت ظروف به صورت روزانه مورد بررسی قرار گرفت. در پایان آزمایش، با استفاده از یک قلم مو ذرات خاک از نمونه‌ها حذف شد. پس از آن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد درون آون برای به دست آوردن وزن خشک قرار داده شدند و وزن آنها بر حسب میلی‌گرم تعیین شد. درصد کاهش وزن نمونه با استفاده از محاسبه تفاوت وزن در قبل و بعد از آزمون طبق معادله زیر تعیین گردید (هادی و همکاران[4]، ۱۹۹۸):

معادله ۱

$$WL = (wp-wa)/wp \times 100$$

WL: درصد کاهش وزن

wp: وزن نمونه ها پس از خشک شدن در آون قبل از آزمون

wa: وزن نمونه ها پس از خشک شدن در آون بعد از آزمون

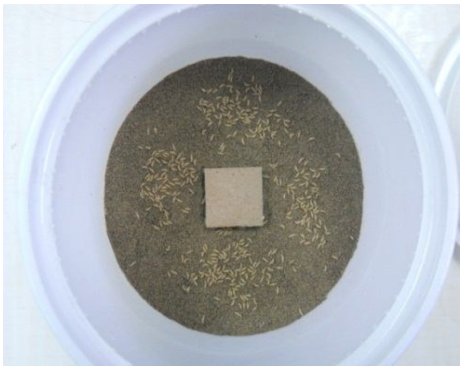
همچنین درصد مرگ و میر طبق معادله زیر تعیین گردید (لی و همکاران[5]، ۲۰۱۳):

$$M\ (\%) = (n_0/n_1) \times 100$$

M: درصد مرگ و میر

n_0: تعداد موریانه‌های مرده

n_1: تعداد موریانه‌های قبل از آزمون



شکل ۱- مقایسه‌ی مقاومت مواد ساختمانی نسبت به موریانه *M. diversus* در آزمون غیرانتخابی

آزمون انتخابی:

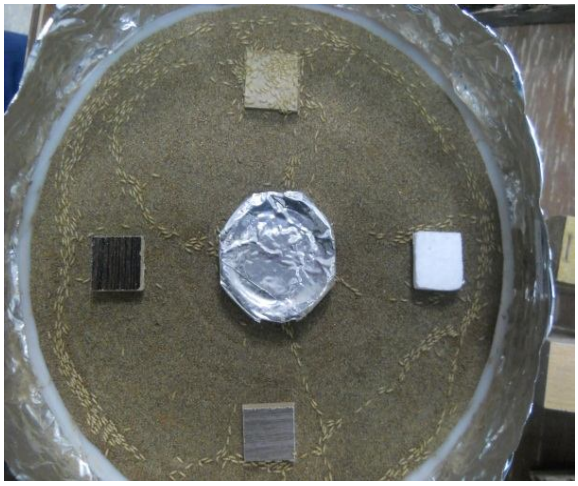
برای انجام این آزمون از یک ظرف شامل لوله استوانه‌ای توخالی (به قطر ۵ و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر) در مرکز یک سینی (به قطر ۲۰ و ارتفاع لبه ۵ سانتی‌متر) استفاده شد. یک لایه شن و خاک ورمیکولیت به نسبت ۲ به ۱ و به میزان ۱۵۰ گرم به عنوان بستر روی سینی قرار داده شد. لایه مذکور با ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر مرطوب شد. مواد ساختمانی مورد نظر در ابعاد مشابه برش و وزن خشک آنها به روش مشابه ذکر شده در آزمون قبلی محاسبه شد. قطعات مذکور در فواصل مساوی و اطراف سوراخ مرکزی روی بستر قرار داده شدند. تعداد ۱۲۰۰ عدد موریانه درون لوله استوانه‌ای رهاسازی شد (شکل

1- non-choice
2- Anonymous
3- Grace
4- Hadi *et al*.
5- Lee *et al*.

www.SID.ir

Archive of SID

۲). آزمون در ۴ تکرار انجام گردید. پس از اضافه کردن موریانه‌ها، واحدهای آزمایشی در یک انکوباتور تاریک در دمای ۱± ۲۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۰-۷۰٪ به مدت ۴ هفته نگهداری شدند (گریس، ۲۰۰۵). رطوبت ظروف به صورت روزانه مورد بررسی قرار گرفت. در پایان آزمایش، بعد از حذف ذرات خاک با استفاده از قلم مو، وزن خشک هریک از مواد به همان روش شرح داده شده در آزمون غیر انتخابی توزین گردید و محاسبه تفاوت وزن در قبل و بعد از آزمون با استفاده از معادله ۱ انجام شد.



شکل ۲- مقایسه‌ی مقاومت مواد ساختمانی نسبت به موریانه *M. diversus* در آزمون انتخابی

آزمون صحرایی:

برای انجام این آزمون یک قطعه زمین آلوده به موریانه در محوطه دانشگاه شهید چمران اهواز انتخاب شد. نمونه‌های کامپوزیت چوب-پلاستیک، ام‌دی‌اف، نئوپان و یونولیت به ابعاد ۲۰ × ۳/۵×۲/۵ سانتی‌متر تهیه شدند (هادی و همکاران، ۱۹۹۸). وزن خشک نمونه‌ها به همان روش ذکر شده در بررسی‌های آزمایشگاهی محاسبه شد. مواد آزمایشی در ۴ تکرار درون کیسه‌های پلاستیکی به منطقه مورد آزمایش انتقال داده شدند. سپس به فواصل ۱ متری از یکدیگر به صورت عمودی و تا عمق ۱۵ سانتی‌متر با طرح کامل تصادفی درون خاک کاشته شدند. مواد ساختمانی به مدت ۳ ماه در دسترس موریانه‌های مخرب قرار داده شدند. در پایان مدت آزمون مواد آزمایشی از زمین بیرون آورده شدند و درون کیسه‌های پلاستیکی جداگانه به آزمایشگاه انتقال داده شدند. در آزمایشگاه با یک قلم مو ذرات خاک از آنها جدا شد و محاسبه وزن خشک مانند روش شرح داده شده در آزمون‌های آزمایشگاهی صورت گرفت. درصد کاهش وزن نمونه‌ها با استفاده از محاسبه‌ی تفاوت وزن در قبل و بعد از آزمون طبق معادله ۱ تعیین گردید.

آنالیز داده‌ها:

مقایسه‌ی آماری تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) توسط نرم افزار SAS نسخه‌ی 9.2 انجام شد.

نتایج

آزمون غیرانتخابی:

میانگین کاهش وزن مواد و درصد مرگ و میر موریانه‌ها تا پایان دوره آزمایش غیرانتخابی در جدول ۱ نشان داده شده است. آزمون تحلیل واریانس تفاوت معنی‌داری را در میانگین کاهش وزن رخ داده توسط موریانه بین یونولیت، نئوپان، ام‌دی‌اف و کامپوزیت چوب-پلاستیک نشان داد ($p < ۰/۰۰۰۱$، $df= ۳$ و $F= ۴۳/۲۳$) (شکل ۳). همین آزمون نشان داد اختلاف معنی‌داری در درصد مرگ و میر موریانه‌های تغذیه کرده از مواد مختلف آزمایشی وجود دارد ($p < ۰/۰۰۰۲$، $df= ۳$ و $F= ۱۷/۵۶$). همچنین در نمودار ۱ کاهش وزن مواد ساختمانی در اثر حمله‌ی موریانه‌ی *M. diversus* با توجه چگالی آنها نشان داده شده است که با افزایش چگالی ماده ساختمانی میزان خسارت کاهش می‌یابد.

آزمون انتخابی:

نمودار ۲ میانگین کاهش وزن نمونه‌ها تا پایان دوره آزمایش انتخابی را نشان می‌دهد. بیشترین کاهش وزن مربوط به نئوپان و کمترین آن در کامپوزیت چوب-پلاستیک بدست آمد. مقایسه میانگین کاهش وزن، تفاوت معنی‌داری را بین نمونه‌ها نشان داد ($p < ۰/۰۰۰۱$، $df= ۳$ و $F= ۶۸/۶۱$)

www.SID.ir

Archive of SID

آزمون صحرایی:

در نمودار ۳ متوسط کاهش وزن نمونه‌ها در شرایط صحرایی تا پایان دوره‌ی آزمایش نشان داده شده است. بیشترین کاهش وزن به ترتیب در نمونه‌های نئوپان و ام‌دی‌اف مشاهده شد و کمترین میزان تغذیه در نمونه‌های کامپوزیت چوب-پلاستیک و یونولیت محاسبه گردید. مقایسه‌ی میانگین کاهش وزن در شرایط صحرایی تفاوت معنی‌داری را بین نمونه‌ها نسبت به هم نشان داد ($F= ۶۴/۴۰$ و $df= ۳$ ،$p < ۰/۰۰۰۱$) (شکل ۴).

بحث

نتایج آزمون ارزیابی مقاومت مواد ساختمانی نشان داد که مواد ساختمانی سلولزی (ام‌دی‌اف و نئوپان) و غیرسلولزی (یونولیت) مقاومت پایینی را در مقابل حمله‌ی موریانه‌ی *M. diversus* از خود نشان دادند. اما کامپوزیت چوب- پلاستیک در مقابل حمله این موریانه از مقاومت بالایی برخوردار بود. متوسط کاهش وزن در آزمون غیرانتخابی برای نمونه‌های یونولیت، نئوپان و ام‌دی‌اف به ترتیب ۵/۹۸، ۵/۲۲ و ۴/۸۸ درصد و در کامپوزیت چوب- پلاستیک به میزان ۰/۱ درصد محاسبه گردید. از آن جایی که در ترکیب کامپوزیت چوب- پلاستیک، ام‌دی‌اف و نئوپان از الیاف سلولزی و لیگنوسلولزی استفاده می‌شود و این الیاف یک منبع غذایی مناسب برای موریانه‌ها است بنابراین اختلاف در مقاومت این مواد بستگی به چگالی، میزان الیاف سلولزی و لیگنوسلولزی، اندازه‌ی ذرات و منافذ موجود بین ذرات

شکل ۳- خسارت و تغذیه موریانه *M. diversus* از مواد ساختمانی در آزمون غیرانتخابی

شکل ٤- خسارت و تغذیه موریانه *M. diversus* از مواد ساختمانی در آزمون صحرایی

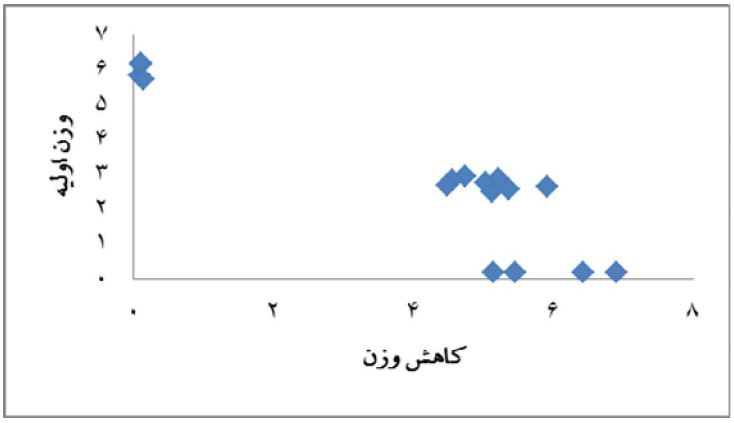
جدول ۱- میانگین کاهش وزن و مرگ و میر موریانه‌ها در شرایط آزمایش غیرانتخابی ارزیابی مقاومت نسبت به موریانه *M. diversus*

	خطای استاندارد ± میانگین تغذیه (٪)	خطای استاندارد ± مرگ و میر (٪)
یونولیت	۵/۹۸ ± ۰/۷۴[a]	۴۶/۹۳ ± ۶/۳۳[a]
نئوپان	۵/۲۲ ± ۰/۲۹[a]	۱۲/۴۳ ± /۷۳[b]
ام‌دی‌اف	۴/۸۸ ± ۰/۱۴[a]	۲۰/۸۷ ± ۵/۴۸[b]
کامپوزیت چوب-پلاستیک	۰/۱ ± ۰/۰۱[b]	۴۰/۳۱ ± ۳/۷۲[a]

- حروف مشابه ستون‌ها نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار است (آزمون LSD، ۱٪ =α).

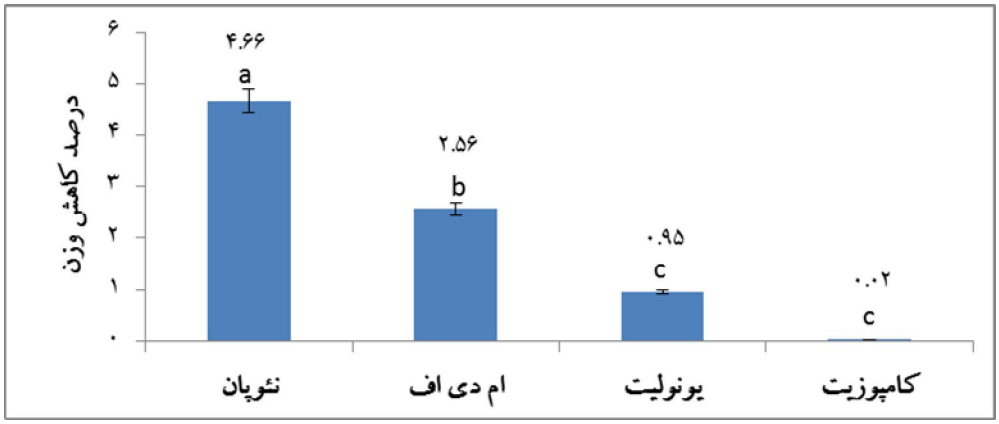
www.SID.ir

Archive of SID



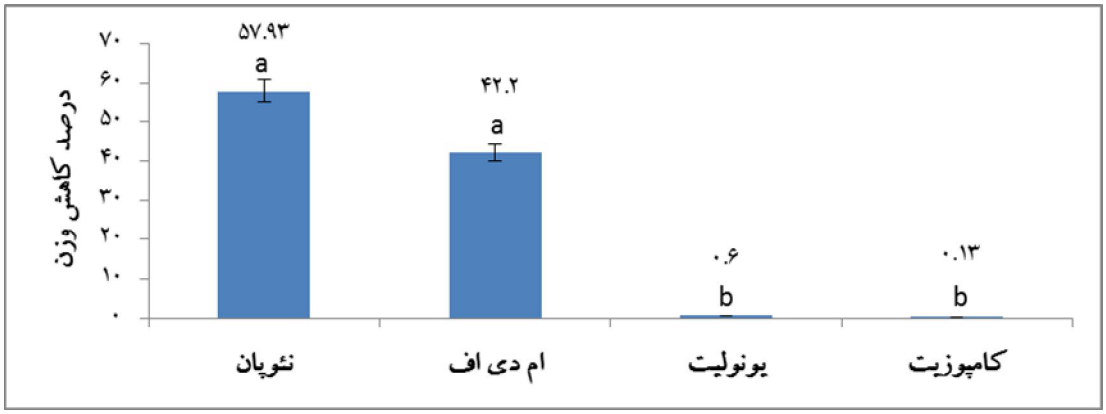
$y = -0.8002x + 6.1559$
$R^2 = 0.8386$

نمودار ۱- ارتباط کاهش وزن مواد ساختمانی با چگالی آنها بر اثر حملهی موریانهی *M. diversus* در آزمایش غیرانتخابی ارزیابی مقاومت در شرایط آزمایشگاهی



نمودار ۲- مقایسهی درصد کاهش وزن مواد ساختمانی (با استفاده از آزمون LSD)در آزمایش انتخابی ارزیابی مقاومت نسبت به موریانه *M. diversus*

حروف مشابه عدم اختلاف معنیدار را بین تیمارها نشان میدهد.



نمودار ۳- مقایسهی درصد کاهش وزن مواد ساختمانی (با استفاده از آزمون LSD)در آزمایش صحرایی ارزیابی مقاومت نسبت به *M. diversus*

حروف مشابه عدم اختلاف معنیدار را بین تیمارها نشان میدهد.

www.SID.ir

Archive of SID

آنها دارد. میزان خسارت وارده شده با افزایش چگالی، کاهش میزان الیاف سلولزی و لیگنوسلولزی، کاهش اندازه‌ی ذرات و کاهش منافذ موجود بین ذرات، کمتر و مقاومت در برابر موریانه‌ی زیرزمینی *M. diversus* افزایش یافته و بالعکس. بنابراین نئوپان و امدی‌اف به دلیل پایین بودن چگالی، بالا بودن میزان الیاف سلولزی و لیگنوسلولزی، درشت بودن اندازه‌ی ذرات و وجود منافذ بین ذرات آنها و یونولیت به دلیل چگالی بسیار پایین آن در مقایسه با کامپوزیت چوب- پلاستیک در برابر موریانه‌ی زیرزمینی *M. diversus* مقاومت چندانی نداشته و به راحتی مورد حمله و آسیب قرار گرفتند. میزان الیاف به کار رفته در ساخت نئوپان و امدی‌اف یکسان حدود ۸۰ درصد) است اما با توجه به اندازه بزرگتر ذرات چوب و وجود منافذ درشت‌تر در بین ذرات نئوپان، میزان خسارت وارد شده به آن نسبت به امدی‌اف بیشتر بود. با این حال امدی‌اف نیز نسبت به حمله‌ی این موریانه مقاوم نبوده و مورد تغذیه و آسیب قرار گرفت. نتایج بدست آمده با تحقیقات مانکوزکی و گریس (۲۰۰۴) که نشان دادند موریانه‌ها جهت دستیابی به منبع غذایی (چوب) تونل‌هایی را در میان یونولیت ایجاد می‌کنند، مطابقت دارد. همین طور تحقیقات کارتال و گرین (۲۰۰۳) نشان داد که امدی‌اف ساخته شده از چوب راش نسبت به کاج و بلوط آمریکایی در اثر خسارت موریانه کاهش وزن کمتری داشته اما هیچ یک از نمونه‌های امدی‌اف در برابر حمله‌ی موریانه مقاوم نبودند و به منظور افزایش مقاومت امدی‌اف در برابر حمله شدید موریانه‌ها نیاز به اختلاط ترکیبات حفاظت‌کننده چوب قبل از ساخت است. کوز و همکاران (۲۰۱۰) نیز به این نتیجه رسیدند که نئوپان و امدی‌اف‌های ساخته شده از الیاف کاج هیچ مقاومتی در برابر حمله‌ی موریانه ندارند. نتایج این تحقیق نشان داد که کامپوزیت چوب- پلاستیک مقاومت زیادی در مقابل حمله‌ی موریانه‌ی *M. diversus* داشته و خسارت خیلی کمی به آن وارد شد. از آن جایی که در ترکیب کامپوزیت چوب- پلاستیک از پلیمرهای مختلف استفاده می‌شود و میزان الیاف سلولزی و لیگنوسلولزی مورد استفاده حدود ۴۰-۳۰ درصد است احتمالاً این امر سبب شده که موریانه‌ها تمایلی به تغذیه روی آن نداشته باشند. بنابراین میزان الیاف سلولزی و لیگنوسلولزی مورد استفاده در ساخت کامپوزیت‌های مشتق شده از چوب نقش مهمی در مقاومت آنها نسبت به حمله موریانه‌ها دارد. با توجه به اینکه میزان این الیاف در ساخت نئوپان و امدی‌اف نسبت به کامپوزیت چوب- پلاستیک بیشتر است بنابراین مقاومت آنها نسبت به حمله موریانه پایین‌تر و به میزان بیشتری مورد تغذیه قرار می‌گیرند. به طور کلی کامپوزیت‌های با ترکیب چوب و چسب (مانند امدی‌اف و نئوپان) نسبت به کامپوزیت‌های با ترکیب چوب و پلیمر (مانند کامپوزیت چوب- پلاستیک) به میزان بیشتری مورد توجه موریانه‌ها قرار می‌گیرند. در نتیجه وجود پلیمر در ترکیب کامپوزیت چوب- پلاستیک می‌تواند یکی از عوامل ایجاد مقاومت آن در برابر موریانه‌ی زیرزمینی *M. diversus* گردد. از سوی دیگر اندازه‌ی بسیار ریز ذرات چوب به کار رفته در ساخت کامپوزیت چوب- پلاستیک و عدم وجود منفذ در بین ذرات از دیگر دلایل مقاومت آن نسبت به حمله‌ی موریانه‌ی *M. diversus* است. به طور کلی فشردگی ایجاد شده در بین چوب و پلاستیک نسبت به ترکیب چوب و چسب بیشتر بوده و موریانه‌ها قادر نخواهند بود که به راحتی درون آن نفوذ و ایجاد خسارت کنند. نتایج تحقیق حاضر با نتایج وو و همکاران (۲۰۰۹) که نشان دادند کامپوزیت چوب- پلاستیک مقاومت بیشتری در مقایسه با چوب کاج نسبت به حمله‌ی موریانه‌ی *C. formosanus* دارند، مطابقت دارد. با توجه به نمودار ۱ رابطه بین چگالی مواد ساختمانی و کاهش وزن آنها در اثر حمله‌ی موریانه، معکوس و معنی‌دار بود. بدین معنی که با افزایش وزن، خسارت وارد شده توسط موریانه کاهش یافته و بالعکس.

www.SID.ir

Archive of SID

در رابطه با اندازه‌ی ذرات چوب کارتال و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کرده‌اند که در ساخت کامپوزیت چوب- پلاستیک با کوچک‌تر شدن اندازه‌ی ذرات چوب، خسارت وارد شده کمتر و مقاومت کامپوزیت افزایش یافته است. در این تحقیق نیز با توجه به اندازه ذرات چوب مورد استفاده در ساخت مواد ساختمانی سلولزی، میزان خسارت وارد شده به این مواد نیز متفاوت بود. با کوچکتر شدن اندازه ذرات میزان خسارت کاهش یافت و بالعکس. بنابراین با توجه به اندازه بزرگتر ذرات در نئوپان، میزان خسارت وارد شده بیشتر و در کامپوزیت چوب- پلاستیک به دلیل کوچکتر بودن اندازه ذرات میزان خسارت بسیار جزئی بود.

بر اساس نتایج این تحقیق نرخ بقاء موریانه‌ها نیز بستگی به کاهش وزن دارد. پایین بودن درصد مرگ و میر در ظروف حاوی نئوپان و امدی‌اف به دلیل وجود مواد غذایی مورد علاقه موریانه‌ها است و بالا بودن مرگ و میر در ظروف حاوی یونولیت احتمالاً به دلیل فقدان ارزش غذایی یونولیت می‌باشد. بنابراین یونولیت به عنوان یک منبع تغذیه قابل استفاده نبوده و موریانه‌ها در اثر گرسنگی از بین رفتند. مانکوزکی و گریس (۲۰۰۴) نیز به این نتیجه رسیدند که در صورت نبود مواد غذایی در کنار یونولیت، موریانه‌ها از بین خواهند رفت. همچنین بالا بودن میزان مرگ و میر روی کامپوزیت چوب- پلاستیک به دلیل فشردگی بالای آن و در نتیجه تغذیه بسیار جزئی موریانه‌ها از آن بوده است. بنابراین موریانه‌ها در اثر گرسنگی از بین رفتند. بیشترین میزان مرگ و میر در ظروف حاوی یونولیت و کامپوزیت چوب- پلاستیک به ترتیب ۴۶/۹۳، ۴۰/۳۱ درصد و کمترین میزان مرگ و میر در ظروف حاوی نئوپان و امدی‌اف به ترتیب ۱۲/۴۳ و ۲۰/۸۷ درصد محاسبه گردید. وو و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان دادند که مرگ و میر ایجاد شده در جمعیت موریانه‌ی *C. formosanus* روی کامپوزیت چوب- پلاستیک در مقایسه با چوب کاج بالاتر بوده است.

متوسط کاهش وزن در آزمون انتخابی برای نئوپان، امدی‌اف، یونولیت و کامپوزیت چوب- پلاستیک به ترتیب ۴/۶۶، ۲/۵۶، ۰/۹۵ و ۰/۰۲ درصد محاسبه گردید. در این آزمایش نیز چگالی بیشترین تاثیر را روی میزان تخریب داشته است. به دلیل چگالی کمتر نئوپان نسبت به امدی‌اف، به میزان بیشتری توسط موریانه‌ها مورد توجه قرار گرفته و خسارت بیشتری به آن وارد شد. کاهش وزن کمتر در یونولیت به دلیل عدم وجود مواد مغذی است، بنابراین توسط موریانه‌ها به عنوان یک منبع تغذیه ترجیح داده نمی‌شود. موریانه‌ها، یونولیت را فقط جهت دسترسی به منبع غذایی حفر می‌کنند. کامپوزیت چوب- پلاستیک نیز به دلیل چگالی بالای آن نسبت به سایر مواد ساختمانی توسط موریانه‌ها ترجیح داده نشد. نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر با تحقیقات اوویمی و همکاران (۲۰۱۳) مبنی بر اینکه چوب‌هایی که دارای چگالی بالاتری هستند مقاومت بیشتری در برابر حمله‌ی موریانه دارند، مطابقت دارد.

میانگین کاهش وزن برای نئوپان، امدی‌اف، یونولیت و کامپوزیت چوب- پلاستیک در ۳ ماهه‌ی اول ارزیابی مقاومت در شرایط صحرایی به ترتیب ۵۷/۹۳، ۴۲/۲۰، ۰/۶۰ و ۰/۱۳ درصد و در ۳ ماهه‌ی دوم به ترتیب ۶۵/۴۳، ۵۲/۲۴، ۰/۸۱ و ۰/۱۹ درصد محاسبه گردید. در شرایط صحرایی نیز نئوپان و امدی‌اف به راحتی توسط موریانه‌ها مورد حمله و آسیب قرار گرفتند. وجود الیاف سلولزی و لیگنوسلولزی در ترکیب نئوپان و امدی‌اف برای موریانه‌ها یک منبع غذایی مناسب بوده و همین عامل سبب تحریک موریانه‌ها به رفتن سوی این مواد ساختمانی و تغذیه از آنها شده است. پایین بودن کاهش وزن یونولیت در شرایط صحرایی نیز همان طور که گفته شد به دلیل عدم داشتن ارزش غذایی و جلب کنندگی بوده و در نتیجه موریانه‌ها تمایلی به سمت آن نداشتند. در مورد کامپوزیت چوب- پلاستیک نیز به دلیل چگالی (فشردگی) بالا، وجود مواد پلیمری و کاهش میزان چوب در ترکیب آن، موریانه‌ها قادر به تغذیه و یا ایجاد

www.SID.ir

Archive of SID

خسارت روی آن نبودند. میزان خسارت در ۳ ماهه‌ی دوم افزایش یافت که این به علت افزایش فعالیت موریانه‌ها در ۳ ماهه‌ی دوم و وجود منبع غذایی در آن مناطق بوده است. بر اساس نتایج شانهاگ و ساندارارج[1] (۲۰۱۳) نیز یک همبستگی میان میزان تراکم، سلولز و لیگنین موجود در چوب با تخریب توسط موریانه وجود داشته، به طوری که کمترین تخریب روی چوب‌های با تراکم بالا صورت گرفته است.

نتیجه‌گیری

همان طور که گفته شد با افزایش وزن مواد ساختمانی مقاومت آنها در برابر موریانه‌های زیرزمینی نیز بیشتر خواهد شد. در نتیجه نئوپان و ام‌دی‌اف به دلیل وزن کمتر نسبت به کامپوزیت چوب- پلاستیک به عنوان منبع غذایی توسط موریانه‌های زیرزمینی ترجیح و خسارت زیادی به آنها وارد شد. یونولیت نیز به میزان زیادی مورد حمله قرار گرفت اما نه به عنوان یک منبع غذایی بلکه موریانه‌ها، برای رسیدن به منابع چوبی آن را سوراخ و خسارت زیادی به آن وارد می‌کنند. بنابراین یونولیت، نئوپان و ام‌دی‌اف مقاومت چندانی نسبت به این آفت نداشته و برای افزایش دوام آنها، ضروری است که از مواد حفاظت‌کننده سازگار با محیط زیست استفاده شود.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز و واحد پژوهش شرکت پایانه های نفتی ایران به خاطر فراهم آوردن بخشی از امکانات مالی و اجرائی این طرح صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. افشان، ز.، طبرسا، ت. و دریجانی، ع. ۱۳۹۰. ضرورت پایداری عرصه های جنگلی: با تأکید بر جایگزینی تخته خرده چوب روکش ملامینه به جای روکش چوبی در صنایع مبلمان. اولین کنگره ملی علوم و فناوری های نوین کشاورزی. دانشگاه زنجان، ۴ ص.

۲. بختیاری، س.، خلیلی جهرمی، ک.، محمدکاری، و ب. هدایتی، م. ۱۳۹۱. بررسی خواص فیزیکی، مکانیکی و ایمنی در برابر آتش برای بلوک های سقفی پلی استایرن منبسط شده در سیستم سقف تیرچه -بلوک. مجله علمی – پژوهشی عمران مدرس، (۲)۱۲: ۹۹-۸۵.

۳. حبیب‌پور، ب. ۱۳۷۳. بررسی فون، زیست‌شناسی و اهمیت اقتصادی موریانه‌های خوزستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۲۰ ص.

۴. سلیمانی آشتیانی، ه.، کارگر فرد، ا. و نوربخش، ا. ۱۳۸۸. بررسی استفاده از سرشاخه‌های انار در ساخت تخته‌خرده‌چوب. دو فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۴ (۱): ۱۵۸-۱۶۶.

۵. طبخ پز سرابی، م.، بهروش، ا.ح.، شاهی، پ و دریاباری، س.ی. ۱۳۹۰. بررسی اثر بازیافت بر خواص فیزیکی و مکانیکی کامپوزیت‌های چوب-پلاستیک. نوزدهمین همایش سالانه مهندسی مکانیک ایران. دانشگاه بیرجند، ۴ ص.

۶. قاسمی، ا. عزیزی، ح. و احسانی نمین، پ. ۱۳۸۷. بررسی اثر اندازه ذره چوب بر خواص فیزیکی-مکانیکی و رفتار رئولوژیکی کامپوزیت پلی پروپیلن-چوب. مجله علوم و تکنولوژی پلیمر، ۱: ۴۵-۵۲.

1- Sundararaj&Shanbhag

www.SID.ir

Archive of SID

۷. کاسنز، د. و دی گروت، ر. ۱۳۸۴. انتخاب و کاربرد چوب های تیمار شده. (ترجمه کریمی، ع. فتح الله زاده، ع. و کاملی، ا). تهران: آییژ. ۱۵۴ص. (تاریخ انتشار اثر به زبان اصلی ۱۹۹۰).

8. Anonymous. 2008. Standard method for laboratory evaluation to determine resistance to subterranean termites. American Wood Protection Association E1-06: 337-340.

9. Arinana, A., Ria, D.S., and Massijaya, M.Y. 2010. Composite board of wood waste and betung bamboo woven (*Dendrocalamus asper*) resistance from subterranean termite attack (*Coptotermes curvignathus*). The Seventh Conference of the Pacific Rim Termite Research Group, Singapore, 127-131.

10. Elragi, A.F. 2006. Selected

11. engineering properties and applications of eps geofoam. Ph.D. Thesis, State University of New York College of Environmental Science and Forestry, 1-39, Abstract.

12. Grace, J.K. 2005. Termite response to agricultural fiber composites: hemp. the international research group on wood protection, IGR/WP/Doc 05-10548, 1-8.

13. Grace, J.K., and Mankowski, M.E. 2002. Termite resistance of TAP insulation in a no-choice test. Unpublished report to Cellulose Technologies Group, Inc. 1-7.

14. Habibpour, B., Cheraghi, A., and Mossadegh, M.S. 2011. Evaluation of cellulose substrates treated with *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) sorokin as a biological control agent against the termite *Microcerotermes diversus* silvestri (Isoptera: Termitidae). Journal of Entomological and Acarological Research, 43(2): 269-275.

15. Hadi, Y.S., Nawawi, D.S., Herliyana, E.N., and Lawniczak, M. 1998. Termite attack resistance of four polystyrene-impregnated wood from poland. Forest Products Journal, 48(9): 60-62.

16. Kartal, S.N., and Green, F. 2003. Decay and termite resistance of medium density fiberboard (MDF) made from different wood species. International Biodeterioration & Biodegradation, 51: 29-3.

17. Kartal, S.N., Aysal, S., Terzi, E., Yilgor, N., Yoshimur, T., and Tsunoda, K. 2013. Wood and bamboo-pp composites: fungal and termite resistance, water absorption, and FT-IR Analyses. BioResources, 8(1): 1222-1244.

18. Kose, C., Terzi, E., Buyuksarı, U., Avcı, E., Ayrılmış, N., Kartal, S.N., and Imamura, Y. 2010. Decay and termite resistance of particleboard and MDF panels made from pinecones. The International Research Group on Wood Protection, IGR/WP/Doc 10-40493, 1-10.

19. Lee, S.H. Hng, P.S. Peng, T.L., and Lum, W.C. 2013. Response of *Coptotermes curvignathus* (Isoptera: Rhinotermitidae) to formaldehyde catcher-treated particleboard. Pakistan Journal of Biological Sciences, 16(21): 1415-1418.

www.SID.ir

Archive of SID

20. Mankowski, M.E., and Grace, J.K. 2004. Response of the formosan subterranean termite (*Coptotermes formosanus*) to cellulose insulation treated with boric acid in choice and no-choice tests. Paper Prepared for the 35th Annual Meeting, Ljubljana, Slovenia, IRG/WP/Doc 04-10532, 1-9.

21. Owoyemi, J.M., Olaniran, S.O., and Aliyu, D.I. 2013. Effect of density on the natural resistance of ten selected nigerian wood species to subterranean termites. Prolignio, 9(1): 32-40.

22. Shanbhag, R.R., and Sundararaj, R. 2013. Physical and chemical properties of some imported woods and their degradation by termites. Journal of Insect Science, 13(63): 1-8.

23. Stark, N.M., Cai, Z., and Carll, CH. 2010. Wood-based composite materials panel products, glued-laminated timber, Structural Composite Lumber, and Wood–Nonwood Composite Materials, In: Ross, R.J, Wooh (ed.) Handbook-Wood as an engineering material, United States Department of Agriculture, pp: 1-10.

24. Usta, M., Ustaomer, D., Kartal, S.N., and Ondaral, S. 2009. Termite resistance of mdf panels treated with various boron compounds. International Journal of Molecular Sciences, 10: 2789-2797.

25. Wu, Q. Shupe, T., Curole, J., Ragon, k., Voitier, M., Freeman, M., and Ring, D. 2009. Termite resistant properties of wood and natural fiber plastic composites - awpa e1 test data. Paper prepared for the 40th annual meeting beijing, China, IRG/WP Doc09-40466, 1-7.

26. Yusuf, S., Lee, CH. Y., and Vongkaluang, CH. 2010. The natural durability of several wood species against subterranean termite in indonesia and malaysia. The Seventh Conference of the Pacific Rim Termite Research Group, Singapore, 107-110.

27. Zulfiana, D., Tarmadi, D., Ismayati, M., and Yusuf, S. 2010. Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* to Subterranean Termites *Coptotermes* spp. The Seventh Conference of the Pacific Rim Termite Research Group, Singapore, 7-11.

28. Zulmardi, D., and Bahtiar, G. 2010. Dry wood termite and subterranean termite test for natural durability of six species of indonesia wood in laboratory and graveyard tests. The Seventh Conference of the Pacific Rim Termite Research Group, Singapore, 103-106.

29. Zungoli, P.A. 1999. Termite infestations in rigid board insulation: Problems and Solutions. Proceeding of the 3rd International conference on Urban Pests, 373-377.

www.SID.ir