تاثیر استفاده از پودر ماهی بر زیست تخریب پذیری چندسازه چوب پلاستیک

علی کاظمی‌تبریزی[1*]، فرهاد زینلی[2]

[1] دانش‌آموخته دکترای صنایع چوب و کاغذ، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

[2] دانش‌آموخته دکترای صنایع چوب و کاغذ، گروه صنایع خمیر و کاغذ، دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۵/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۷

چکیده

از آنجایی که مصرف چند سازه‌های چوب پلاستیک (WPC) در صنایع مختلف شتابی دوچندان یافته و با توجه به اهمیت بالای مسائل زیست‌محیطی در صنعت و تحقیقات و این واقعیت که محصولات ساخته شده از پلیمرهای نفتی زیست‌تخریب‌پذیری بسیار کمی دارند، انجام پژوهش‌هایی درجهت بهبود و رفع این مشکل زیست محیطی حائز اهمیت می‌باشد. آرد ماهی درجه کیفی پایین بدلیل میزان بالای ازت فرار، در صنعت کاربرد نداشته و درنتیجه امکان استفاده از آن به عنوان عامل پرکننده ارزان و زیست‌تخریب‌پذیر در چوب پلاستیک وجود دارد. در این پژوهش، اثر مقدار ماده افزودنی آرد ماهی، نوع ماده زمینه، و همچنین مقدار ماده جفت کننده بر ویژگی‌های فیزیکی چندسازه‌های چوب پلاستیک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش میزان پودر ماهی و کاهش میزان عامل جفت‌کننده، بیشترین مقدار تخریب پذیری حاصل می‌شود.

واژه‌های کلیدی: خواص فیزیکی، پودر ماهی، چندسازه چوب پلاستیک، عامل جفت‌کننده، پلی‌اتیلن سنگین.

مقدمه

در سال‌های اخیر تلاش روز افزونی برای تهیه چندسازه‌های چوب پلاستیک به دلیل هزینه پایین و مزایای زیست محیطی آنها از یک طرف و مشکلات زیست محیطی پلاستیک‌ها از طرف دیگر، آغاز شده است (Arvanitoyannis و همکاران، ۱۹۹۸). از میان انواع مواد پلاستیکی، پلی اتیلن پلیمری ارزان قیمت و بسیار رایج در بسته‌بندی است که تجزیه ناپذیر می‌باشد. شکل نهایی اصلی پلاستیک‌های پلی‌اتیلنی برای استفاده در صنایع بسته‌بندی عبارت است از انواع فیلم‌ها، بطری‌ها و ظروف یکبار مصرف تهیه شده از طریق سیستم گرمانرمی و قالب‌گیری دمشی. از آنجایی‌که صنایع بسته‌بندی مقادیر قابل توجهی پلاستیک مصرف می‌کنند، کاهش مقدار جزیی در استفاده از آن می‌تواند به مزایای اقتصادی و زیست محیطی زیادی منجر شود. بنابراین، استفاده از پلیمرهای نسبتا زیست‌تخریب‌پذیر راه حلی مناسبی برای مشکلات پلاستیک‌ها به نظر می‌رسد (عین‌الهی و همکاران، ۱۴۰۰).

علیرغم خواص زیست تخریب‌پذیری خیلی خوب برخی از پلیمرهای طبیعی مثل پلی‌لاکتیک اسید، پلی‌هیدروکسی بوتیریت و کوپولیمرهای آن، هزینه خیلی زیاد آنها مانع از استفاده تجاری وسیع‌شان می‌شود و فقط کاربردهای خاصی دارند (Ołdak و همکاران، ۲۰۰۵). بهترین منابع شناخته شده برای تهیه پلاستیک‌های طبیعی و زیست تخریب پذیر، نشاسته و سلولز می‌باشد (عین‌الهی و همکاران، ۲۰۲۱).

مطالعات زیادی درباره استفاده از نشاسته انجام شده است ولی علیرغم این که تحقیقات کمتری در

*نویسنده مسئول: eng_akt@yahoo.com

مورد سلولز وجود دارد اما مواد سلولزی اهمیت زیادی در فرمولاسیون چندسازه‌های طبیعی پیدا کرده‌اند (عشوری و همکاران، ۲۰۱۴) و به دلیل خواص مکانیکی و حرارتی قابل توجهی که دارند، بعنوان الیاف تقویتی در ساختار چندسازه‌ها بکار می‌روند (میرمهدی و همکاران، ۲۰۱۴). روش‌های مختلفی برای استفاده از الیاف طبیعی در تولید چندسازه‌های زیست‌تخریب‌پذیر بررسی شده و تعاریف گوناگونی برای آنها وجود دارد. یکی از متداول ترین تعاریف کامپوزیت‌های طبیعی عبارت است از مواد کامپوزیتی که از الیاف طبیعی و پلیمرهای زیست‌تخریب‌پذیر مشتق شده از نفت تشکیل شده باشند. بنابراین، در این مطالعه سلولز حاصل، از آرد چوب مخلوط پهن‌برگان در مقادیر مختلف وزنی با پودر ضایعات ماهی و پلی‌اتیلن مخلوط و تاثیرات ضایعات پودر ماهی در مقابل پلی‌اتیلن سنگین روی خواص زیست‌تخریب‌پذیری آن بررسی شد.

معمولا اضاقه کردن الیاف طبیعی به چندسازه‌ها، تخریب‌پذیری آنها را افزایش می‌دهد (نوربخش و همکاران، ۲۰۱۴). از طرف دیگر، افزودنی‌هایی مثل پلاستی‌سایزرها و همچنین نوع پلیمر اصلی با توجه به وزن مولکولی و ساختمان بلوری آن، در زیست‌تخریب‌پذیری موثر هستند. در واقع زیست‌تخریب‌پذیری در اثر فعالیت میکرو ارگانیسم‌های زنده رخ می‌دهد. تقریبا همه تخریب‌های زیستی توسط هم فارچ‌ها و هم باکتری‌ها انجام می‌شود. چهار محیط اصلی زیست‌تخریب‌پذیری برای فراورده‌های پلیمری وجود دارد که عبارتند از خاکی، آبی، دفن زباله‌ای و کود می‌باشد. هر یک از این محیط‌ها حاوی میکرو ارگانیسم‌های مختلفی هستند و شرایط خاص خود را برای تجزیه دارند. در خاک، عمدتا قارچ‌ها مسئول تجزیه مواد عالی می‌باشند (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۴).

نوربخش و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیق خود برروی زیست‌تخریب‌پذیری چوب پلاستیک‌ها، به این نتیجه رسیدند که با استفاده از ماده جدیدی بنام ضایعات پودر ماهی در ساخت چندسازه چوب پلاستیک می‌توان به مقدار قابل توجهی در زیست‌تخریب‌پذیری آن کمک کرد. در این مطالعه سعی گردیده است که با توجه به استفاده ماتریس پلیمری پلی‌اتیلن سنگین مقدار زیست‌تخریب‌پذیری به حداکثر میزان خود برسد.

مواد و روش‌ها

عوامل متغیر این تحقیق شامل سه سطح ضایعات پودر ماهی (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) و سه سطح عامل جفت‌کننده (۰، ۲ و ۴ درصد) بود. شرایط تیمارها در جدول ۱ نشان داده شده است.

مواد مصرفی

ماتریس پلیمری: در این مطالعه، پلی‌اتیلن سنگین (HDPE)، به‌عنوان ماده زمینه مورد استفاده قرار گرفت، که مشخصات آن، در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱- درصد اجزای کامپوزیت چوب پلاستیک در تیمارهای مختلف

شماره تیمار	کد تیمار	پلی اتیلن	پودر چوب	ضایعات پودر ماهی	جفت کننده
۱	شاهد ۱	۶۰	۴۰	۰	۰
۲	شاهد ۲	۵۸	۴۰	۰	۲
۳	A1B1	۶۰	۳۵	۵	۰
۴	A1B2	۵۸	۳۵	۵	۲
۵	A1B3	۵۶	۳۵	۵	۴
۶	A2B1	۶۰	۳۰	۱۰	۰
۷	A2B2	۵۸	۳۰	۱۰	۲
۸	A2B3	۵۶	۳۰	۱۰	۴
۹	A3B1	۶۰	۲۵	۱۵	۰
۱۰	A3B2	۵۸	۲۵	۱۵	۲
۱۱	A3B3	۵۶	۲۵	۱۵	۴

جدول ۲- مشخصات پلی‌اتیلن مورد استفاده

شاخص جریان مذاب (gr/10min)	۲۰
دانسیته (gr/cm^3)	۰,۹۵۶
مقاومت کششی (MPa)	۲۲
مدول کششی (MPa)	۹۰۰
ازدیاد طول در نقطه شکست (٪)	٪۷۰۰
مدول خمشی (MPa)	۱۰۰۰
سختی (shored)	۶۶
مقاومت به ضربه فاق دار (Kj/m^2)	۴
فیلر معدنی(٪)	-

تقویت کننده لیگنوسلولزی: آرد چوب از مخلوط پهن برگان ایران از کارخانه برنز اصفهان با حداکثر خشکی ۳ درصد تهیه گردید.

عامل جفت‌کننده: از پلی‌اتیلن گرافت شده با مالئیک انیدرید (MAPE) پودری شکل تولید شده توسط شرکت کیمیا جاوید سپاهان با نام تجاری PE-G 101 به‌عنوان عامل جفت کننده استفاده شد. ویژگی‌های این ماده در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- مشخصات عامل سازگارکننده MAPE مورد استفاده

نام تجاری	شکل ظاهری	ماده پایه	شاخص جریان مذاب gr/10min	میزان مالئیک انیدرید(٪)
PE-G 101	پودر	PE	۵۰-۸۰	۰,۸ -۱,۲

پرکننده: در این تحقیق، از ضایعات پودر ماهی تولید شده توسط شرکت گیل پودر شیلات بندرانزلی که از مش ۴۰-۶۰ عبور داده شده بود، استفاده گردید. مشخصات پودر ماهی مورد استفاده و ساختار شیمیایی آن، در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴- مشخصات و ساختار شیمیایی پودر ماهی مورد استفاده

پروتئین	چربی	رطوبت	ازت فرار کل	اوره
۷۰	٪۷/۸	> ۱۰	۶۲/۰۷	منفی

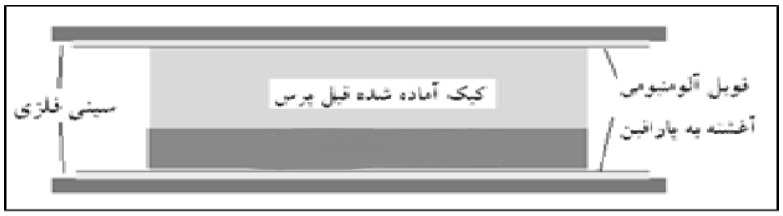
مراحل ساخت: به منظور فرایند اخطلاط از دستگاه مخلوط ساز کولین واقع در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران استفاده شد. این دستگاه یک اکسترودر دو مارپیچه می‌باشد. سرعت مارپیچ‌ها ۶۰ دور در دقیقه و دمای ساخت چندسازه نیز در اکسترودر فوق ۱۸۰ درجه سانتی گراد می‌باشد. مواد لیگنو سلولزی، مواد پلیمری و ماده جفت کننده به همراه پودر ماهی ابتدا به خوبی با هم مخلوط وبعد به قیف تغذیه دستگاه اکسترودر در دو مرحله ریخته شدند. مخلوط چندسازه به صورت مفتول خمیری شکل از روزنه اکسترودر خارج شد و درون یک حوضچه آب که جلوی آن تعبیه شده، سرد گردید.

آماده سازی مواد قبل از ساخت نمونه‌های آزمونی استاندارد: در پایان مواد داغ شکل پذیر بدست آمده از فرآیند اختلاط را بلافاصله پس از جدا کردن از پره‌ها و دیواره محفظه مخلوط کن، را در هوای آزاد قرار داده تا کاملاً سرد شوند.

به منظور خرد کردن مواد خنک خارج شده از دستگاه مخلوط کن و تبدیل آن به گرانول برای تغذیه به دستگاه تزریق، از خردکن نیمه صنعتی شرکت WIESER مدل WG-LS ۲۰۰/۲۰۰ ساخت کشور آلمان واقع در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران استفاده شد. به منظور حذف رطوبت از گرانول‌های حاصل و آماده‌سازی آن‌ها برای عملیات تزریق، گرانول‌ها به مدت ۲۴ ساعت در خشک کن با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند.

ساخت تخته‌های چندسازه چوب پلاستیک جهت آزمون تدفین در خاک: بعد از ساخت گرانول برای تشکیل نمونه‌های ازمونی جهت انجام ازمون تدفین در خاک مواد به دستگاه پرس گرم هیدرولیکی انتقال یافتند.

تشکیل کیک آمیزه: برای تشکیل کیک، از یک قالب فلزی با اندازه تخته‌های مورد نیاز (به ابعاد داخلی ۱۰۰×۱۵۰ و ضخامت ۱ میلیمتر) استفاده شد؛ به‌این‌ترتیب‌که، ابتدا قالب آهنی بر روی یک سینی فلزی که ورقه‌ای از فویل آلومنیومی آغشته به پارافین روی آن گذاشته شده بود، قرار گرفت (شکل ۱).



شکل ۱- نیم رخ کیک تخته قبل از ورود به پرس گرم

با گذاشتن یک قاب چوبی متناسب با قالب بر روی آن، آمیزه مخلوط شده به داخل قاب ریخته و با یک قطعه فلزی سطح مواد کاملا هموار و یکدست شد سپس به کمک یک تخته و با فشار دست آمیزه فشرده شد، در ادامه قاب چوبی برداشته شد،(تصویر ۲ج) در نهایت یک ورقه فویل آلومنیومی آغشته به پارافین بر روی کیک قرار گرفته و سینی دیگری روی فویل گذاشته شد (تصویر ۲ د).

شکل ۲- گزارش تصویری از مراحل ساخت تخته‌های آزمونی

شرایط پرس: جهت ساخت تخته‌ها به‌روش ناپیوسته، کیک تخته آماده شده تحت پرس با دما ۱۸۵ سانتی‌گراد قرار گرفت؛ (تصویر ۲ ز) این دما در تمام دوره پرس ثابت نگاه داشته شد. مدت زمان دوره پرس گرم مجموعا ۹ دقیقه بود که سه بازه زمانی ۴ دقیقه پرس جهت گرم شدن اولیه پلیمر، در ادامه ۱ دقیقه حذف فشار، برای خروج گازهای آلی‌فرار و مجددا ۴ دقیقه پرس جهت ذوب شدن کامل، جریان یافتن پلیمر و ایجاد اتصالات مکانیکی مورد نیاز برای تشکیل یک تخته چندسازه بود؛ میزان فشار در هر دو بازه زمانی ۴ دقیقه‌ای ۳۲ بار بود؛ به این ترتیب که نشانگر فشار دستگاه پرس بر روی فشار ۵۱ بار تنظیم شده بود که با توجه به نسبت مساحت پیستون هیدرولیک دستگاه و مساحت سطح تخته، (طبق معادله زیر) می‌توان گفت که به میزان فشار اعمال شده بر تخته‌ها ۳۲ بار بوده است. دستگاه پرس گرم مورد استفاده، پرس هیدرولیک آزمایشگاهی موجود

در آزمایشگاه موسسه پلیمر ایران که، مدل OTT ساخت کشور آلمان غربی بود.

$$P = \frac{F.S}{\pi . r^2}$$

در اینجا:

P = فشار در مخزن دستگاه

F = فشار اعمال شده به تخته بر هر سانتیمتر

S = مساحت تخته

r = 13 cm = شعاع پیستون

پس از اتمام زمان پرس گرم تخته و قالب از پرس خارج شده و با احتیاط بین دو قطعه تخته خرده چوب گذاشته شده و جهت تکمیل فرایند شکل‌گیری، به پرس سرد منتقل گردید.

آزمون زیست‌تخریب‌پذیری: آزمایش زیست‌تخریب‌پذیری مطابق با روش Wan و همکاران (۲۰۰۹) اجرا شد. بررسی خاصیت زیست تخریب‌پذیری نمونه‌ها، یکی از انواع آزمون‌ها بود که با استفاده از روش تدفین در خاک در مقیاس آزمایشگاهی انجام گرفت. برای اینکار، ابتدا ورقه‌های مستطیلی شکل نمونه‌ها به ابعاد ۱۰۰×۱۵۰×۱ mm با الگوی تصادفی در خاک قرار گرفتند و کاملا روی آنها با خاک پوشاند شد. همچنین برای جلوگیری از تبخیر سطحی آب، روی ظروف با فیلم پلاستیکی پوشانده می‌شود (شکل ۳).

شکل ۳- نمونه‌های آماده شده برای تدفین در خاک

سپس ظروف محتویات خاک و نمونه‌ها در دمای نسبتا ثابت ۲۶ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۲۰ روز قرار داده شد. رطوبت داخل خاک در حدود ۹۰٪ بود. زیست‌تخریب‌پذیری با نظارت منظم تغییرات وزنی بعنوان تابعی از زمان تدفین، تخمین زده شد. برای اینکار نمونه‌ها هر ۲۰ روز از خاک بیرون آورده میشدند، ذرات خاک روی آنها با آب شسته و سپس در آون با دمای ۱۰۰–۱۰۵ درجه به‌مدت ۲۴ ساعت قرار می‌گرفتند و سپس با استفاده از ترازوی الکترونیکی با دقت ۰/۱ میلی‌گرم توزین می‌گشتند. در نهایت مقدار زیست‌تخریب‌پذیری با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید:

$$BD(\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

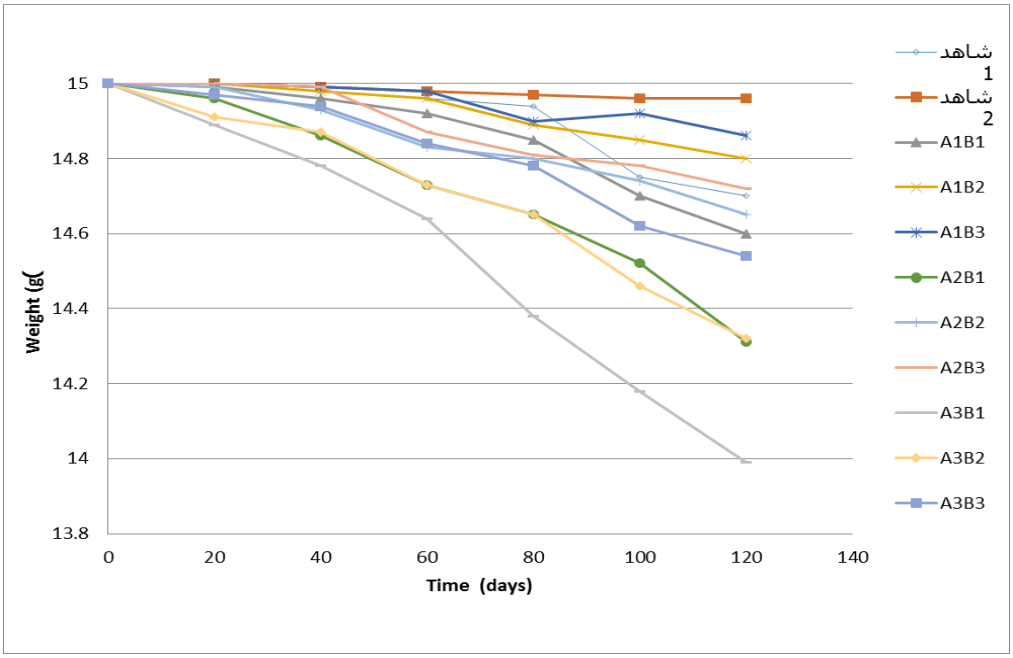
BD: درصد زیست تخریب‌پذیری

W_1: وزن اولیه نمونه

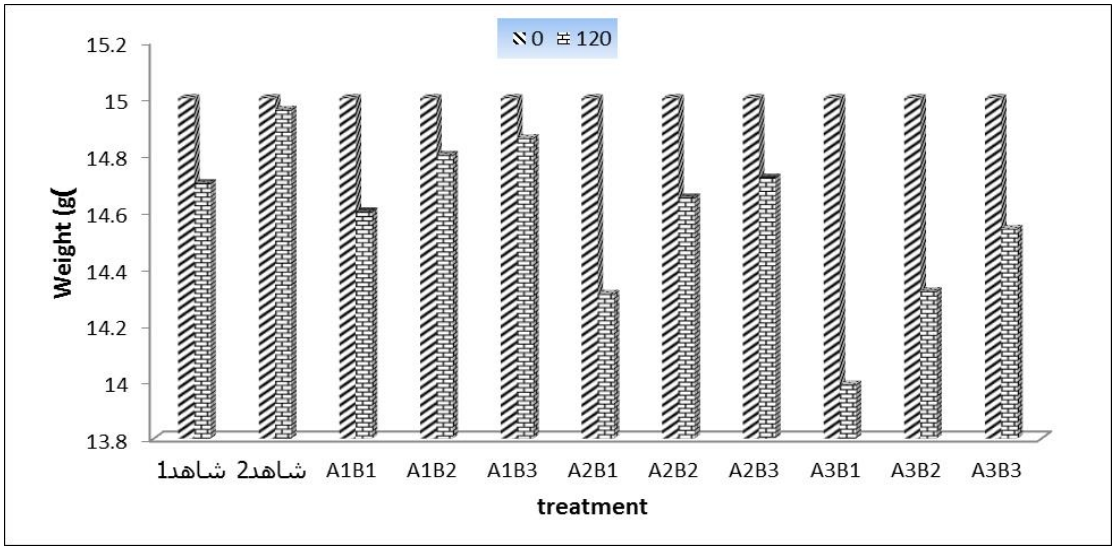
W_2: وزن ثانویه نمونه

نتایج

زیست‌تخریب‌پذیری: همانطور که انتظار می‌رفت، نمونه‌های حاوی ضایعات پودر ماهی تاثیر قابل توجهی در میزان تخریب بیولوژیکی چندسازه‌ها داشت. نتایج نشان داد در تیمار A3B1 بیشترین میزان تخریب پذیری حاصل گردیده، که علت آن استفاده از ضایعات پودر ماهی به مقدار ۱۵ درصد وهمچنین عدم استفاده از مادهء جفت کننده در نمونه‌های آزمایشی می‌باشد و نسبت به شاهد ۱ و شاهد ۲ افزایش تخریب‌پذیری مشاهده می‌شد (شکل ۴ و ۵).



شکل ۴- نمودار میزان تخریب‌پذیری برای کلیه نمونه‌ها از روز اول تا ۱۲۰ با وزن کردن در هر ۲۰ روز بر حسب گرم



شکل ۵- نمودار وزن اول و آخر نمونه‌ها در تیمارهای مختلف بر حسب گرم

همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، میزان ضایعات ماهی پس از حدود ۲۰ روز از زمان تدفین در خاک تاثیر خود را نشان می‌دهد و باعث از هم پاشیدگی و فروپاشی ساختار اولیه این چندسازه‌ها شده است. این را می‌توان اشاره کرد که مقدار بالای ضایعات ماهی به تخریب بیشتر منجر می‌شود. این مشاهدات با یافته‌های Kaczmarek و Ołdak (۲۰۰۶) و Ołdak و همکاران (۲۰۰۵) و نوربخش و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد.

با افزایش میزان پودر ماهی از ۵ تا ۱۵ درصد، میزان تخریب‌پذیری نیز افزایش یافته است. این در حالی است که در سه نمونه A1B1 ، A2B1 و A3B1 هیچ درصدی جفت‌کننده وجود ندارد. این نتایج حاکی از این است که میزان درصد ضایعات پودر ماهی تاثیر معنی‌داری در میزان تخریب‌پذیری نمونه‌ها داشته است. در شکل ۴ می‌توان اثر میزان ماده جفت کننده را نیز به خوبی مشاهده نمود. در این نمودار مشاهده می‌شود که با افزایش مقدار جفت کننده تا ۴ درصد وزنی تخریب‌پذیری چندسازه نیز کاهش می‌یابد. به طوری که در روزهای اول و تا روز ۴۰، تقریبا در نمونه‌هایی که حاوی درصدهای بالای جفت کننده می‌باشند، تغییری ایجاد نشده است. همانطور که در نمودار شکل ۵ مشاهده میشود دو نمونه شاهد ۱ و ۲ که بدون ضایعات پودر ماهی می‌باشند پس از گذشت ۱۲۰ روز نیز دچار تغییر خاصی نشده اند و فقط در نمونه شاهد ۱ که بدون مقدار جفت کننده می‌باشد، به مقدار جزیی تخریب صورت گرفته است. افزودن تقویت‌کننده‌ها به ماتریس پلیمری سبب کاهش جذب تخریب کامپوزیت‌ها می‌گردد. مواد پلیمری و به خصوص پلیمرهای گرمانرم به علت غیرقطبی بودن، موادی آب‌گریز هستند. این موضوع برعکس طبیعت قطبی و آب‌دوست الیاف سلولزی می‌باشد. وجود گروه‌های هیدروکسیل آب‌دوست قابل دسترس زنجیره‌های سلولزی سبب تشکیل پیوندهای هیدروژنی جدیدی با مولکول‌های آب می‌گردد که این عمل باعث جذب آب و تورم (واکشیدگی ابعاد) کامپوزیت‌ها می‌گردد (نعیمیان، ۱۳۸۶). به طور کلی پلیمرهای خطی نسبت به پلیمرهای شاخه‌ای زیست‌تخریب‌پذیری بیشتری دارند (نور بخش و همکاران، ۲۰۱۴). در این تحقیق با اینکه از پلیمری با دانسیته بالا استفاده شد، ولی استفاده از ضایعات پودر ماهی بعنوان پرکننده، به مقدار قابل‌توجهی باعث افزایش تخریب‌پذیری چندسازه‌ها شد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این مطالعه، موارد زیر را می‌توان از این تحقیق استخراج نمود:

۱- استفاده از ضایعات پودر ماهی در کامپوزیت چوب پلاستیک، کمک شایانی به زیست‌تخریب‌پذیری می‌کند.

۲- بیشترین میزان زیست‌تخریب‌پذیری در بالاترین درصد ضایعات ماهی و کمترین مقدار جفت کننده حاصل گردید.

۳- باتوجه به نتایج چشمگیر افزایش زیست‌تخریب‌پذیری چندسازه‌های حاوی پودر ضایعات ماهی با این ماتریس پلیمری، قطعا در مورد پلیمرهای غیرنفتی نتایج بهتری رقم خواهد خورد.

منابع

Ain Elahi, Y., Homsi, A.H., Khademi Islam, H., Ghasemi, A., Talaipour, M., 2022. Effect of retardant mineral fillers on physical and thermal properties of polylactic acid-rice husk composite. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research 36 (2), 105-118.

Arvanitoyannis, I., Biliaderis, C.G., Ogawa, H., Kawasaki, N., 1998. Biodegradable films made from low-density polyethylene (LDPE), rice starch and potato starch for food packaging applications:part 1. Carbohydrate Polymers 36 (2-3), 89-104.

Ashori, A., Nourbakhsh, A., Kazemi Tabrizi, A., 2014. Thermoplastic Hybrid Composites using Bagasse, Corn Stalk and E-glass Fibers: Fabrication and Characterization. Polymer-Plastics Technology and Engineering 53, 1–8.

Einollahi, Y., Hemmasi, A.H., Khademi Eslam, H., Ghasemi, E., Talaeipour, M., 2021. The Effect of Different Mineral Fillers on Starch/Rice Husk Composite Properties. BioResources 16 (1), 1772-1786.

Kaczmarek, H., Ołdak, D., 2006. The effect of UV-irradiation on composting of polyethylene modified by cellulose. Polymer Ddegradation and Stability 91(10), 2282-2291.

Kazemi Tabrizi, A. Noorbakhsh, A., Sapidedam, M.J., 2014. Investigating the mechanical properties of multi-structures made from waste fish powder and heavy polyethylene. Iranian Journal of Wood and Paper Science 30 (3), 375-362.

Mirmehdi, S.M., Zeinaly, F., Dabbagh, F., 2014. Date palm wood flour as filler of linear low-density polyethylene. Composites: Part B, 56, 137-141.

Naimian, N., 2016. Investigating the properties of hemp fiber-wood flour/polypropylene hybrid composites. Ph.D. Thesis. Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran.

Nourbakhsh, A., Ashori, A., Kazemi Tabrizi, A., 2014. Characterization and biodegradability of polypropylene composites using agricultural residues and waste fish. Composites: Part B, 56, 279-283.

Ołdak, D., Kaczmarek, H., Buffeteau, T., Sourisseau, C., 2005. "Photo-and bio-degradation processes in polyethylene, cellulose and their blends studied by ATR-FTIR and Raman spectroscopies." Journal of Materials Science 40 (16), 4189-4198.

Wan, Y.Z., Luo, H., He, F., Liang, H., Huang, Y., Li, X.L., 2009. "Mechanical, moisture absorption, and biodegradation behaviors of bacterial cellulose fibre-reinforced starch biocomposites."Composites Science and Technology 69 (7), 1212-1217.

Journal of New Technologies in Aquaculture Development, Azadshahr Branch, Islamic Azad University Vol. 17, No. 1, Spring 2023

The effect of fish powder using on wood plastic composite biodegradability

A. Kazemi Tabrizi[1*], F. Zeinaly[2]

[1] Ph.D. in Wood and Paper Industries, Department of Wood and Paper Industries, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[2] Ph.D. in Wood and Paper Industries, Department of Pulp & Paper Industries, Faculty of Wood & Paper Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Abstract

As the use of wood plastic composites (WPC) in various industries has increased significantly and due to the high importance of environmental issues in industry and research and the fact that products made of petroleum polymers have too little biodegradability, it is important to conduct research to improve and solve this environmental problem. Due to the high amount of volatile nitrogen, low quality fish powder is not used in the industry, and as a result, it can be use as cheap and biodegradable filler in wood plastic. In this research, the effect of fish powder amount, substrate type, and coupling agent (MAPE) amount on the physical characteristics of wood-plastic composite was investigated. The results showed that by increasing fish powder amount and decreasing coupling agent amount, the highest amount of degradability is obtained.

Keywords: Physical properties, Fish powder, Wood-plastic composite, Coupling agent, High density polyethylene.

*Corresponding author; eng_akt@yahoo.com