بسم الله الرحمن الرحیم
الحمد لله رب العالمین الرحمن الرحیم مالک یوم الدین
اهدنا الصراط المستقیم صراط الذین
انعمت علیهم غیر المغضوب علیهم
ولا الضالین

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دانشکده جنگلداری و فناوری چوب

پایان‌نامه برای اخذ درجه کارشناسی ارشد (M.Sc.)
در رشته حفاظت و اصلاح چوب

عنوان:

بررسی تاثیر نوع گونه و اندازه ذرات بر خواص مکانیکی و جذب آب فراورده چندسازه خاک اره و پلی اتیلن سنگین

پژوهش و نگارش:
علیرضا درستکار

اساتید راهنما:
دکتر علی رفیقی
دکتر اصغر امیدوار

استاد مشاور:
دکتر محراب مدهوشی

تابستان ۱۳۸۸

تقدیم به

آستان مقدس امام رضا(ع) که در همه حال لطف ایشان شامل حالم گردیده و در تمامی مراحل زندگی یاریگرم بوده است و به پدر و مادر عزیزم که با حمایت‌ها و تشویق‌هایشان مرا در این راه سخت انگیزه داده و مشکل گشا بودند و به همسر عزیزم که در طی این مرحله همراه و همگام من بوده است.

تشکر و قدردانی

اکنون که به لطف و مدد الهی به پایان راهی دیگر رسیده‌ام و مرحله دیگری از زندگی و تحصیل را به پایان رسانیده‌ام، در کمال خشوع و افتادگی بر خود واجب می‌دانم که مراتب قدردانی و سپاس خود را به همه کسانی که در این مدت مرا یاری نموده‌اند نثار کنم.

از اساتید راهنمای بسیار بزرگوارم جناب آقای دکتر اصغر امیدوار و دکتر علی رفیقی که افتخار تلمّذ در محضرشان را دارم به واسطه تمام مساعدت‌ها و راهنمایی‌های بی‌دریغ‌شان در تمامی مراحل انجام و تدوین این پایان‌نامه، نهایت تشکر و امتنان را دارم.

از استاد مشاور ارجمند جناب آقای دکتر محراب مدهوشی که در طول این پژوهش از هم‌فکری ایشان بهره بردم و راهنمایی‌های ارزنده ایشان مرا در جهت تدوین این تحقیق یاری نمود، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم.

از هیئت محترم داوران جناب آقای دکتر محمدرضا ماستری فراهانی و دکتر تقی طبرسا که علاوه بر زحمت داوری پایان‌نامه افتخار شاگردی ایشان را نیز دارم، تشکر می‌کنم. از نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر محمد هادی معیری که زحمت مطالعه این پایان‌نامه را متقبل شدند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از کلیه کارکنان پژوهشکده زراعت و منابع طبیعی دانشگاه گرگان، و ریاست محترم این واحد جناب آقای دکتر ناصر لطیفی و نیز زحمات دلسوزانه خانم مهندس دایی قدردانی و تشکر می‌کنم.

از زحمات جناب آقای مهندس غلامی معاونت محترم مرکز فنی و حرفه‌ای شهرستان شیروان که در تهیه نمونه‌ها مساعدت زیادی داشتند سپاس‌گزاری می‌نمایم.

در پایان از کلیه دانشجویان، کارکنان محترم دانشکده و آزمایشگاه صنایع چوب (آقایان رضانژاد، زاهدی، ملک، مقدسی و مقدم و سرکارخانم مهندس نیک اختر)، همکلاسی‌های عزیزم (آقای حسین محمدی و خانم‌ها الهام شریفی، زهره گل‌میمی، اسرا حیدری و سیده طیبه اندرواژ)، دوستان گرانقدرم آقایان دکتر فرزاد قنبری، دکتر محمد اکبری قرائی، دکتر فرید مسلمی‌پور، دکتر احمد تاتار، مهندس حسین نادعلیزاده، مهندس سید محمد میرمهدی، مهندس مراد محمودکیا، مهندس محمد تسوجی، مهندس محمد گری، مهندس علیرضا محمدی، مهندس جلال شاخص، مهندس فرهاد زینعلی، مهندس ایمان اکبرپور، مهندس حسین شوب‌چاری، مهندس ابراهیم پوریزدیان، مهندس مهدی ذوالفقاری و تمامی کسانی که به نحوی در تکمیل و ارائه این پایان‌نامه در طول این مدت با اینجانب همکاری نمودند، صمیمانه قدردانی و تشکر می‌کنم.

چکیده

در این تحقیق اثر نوع گونه چوبی و اندازه ذرات چوب بر روی خواص مکانیکی و جذب آب فرآورده چندسازه خاک اره و پلی اتیلن سنگین بررسی شد. پرکننده شامل خاک اره سه گونه نراد، راش و سپیدار و مخلوط این گونه‌ها بود. چندسازه‌ها با ۷۰٪ پرکننده به همراه پلی اتیلن سنگین ساخته شدند. اندازه ذرات ۴۰ مش و ۸۰ مش بود و به میزان ۲٪ ماده جفت کننده محاسبه و اضافه شد.
ساخت تخته‌ها به روش ناپیوسته و توسط پرس گرم انجام گرفت. پس از تهیه و برش نمونه‌های آزمونی، خواص مکانیکی (کشش مطابق آیین نامه D-4761 استاندارد ASTM و خمش مطابق با آیین نامه D-6109 استاندارد ASTM) توسط دستگاه Schenck Trebel بر اساس استاندارد اندازه‌گیری شد. آزمون ضربه بدون فاق توسط دستگاه ضربه پاندولی مطابق آیین نامه D-256 استاندارد ASTM مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. آزمون جذب آب در چند سازه خاک اره–پلی اتیلن مطابق آیین نامه D-570 استاندارد ASTM صورت گرفت.
نتایج حاصل از اندازه‌گیری و مقایسه میانگین‌ها حاکی است که با افزایش اندازه ذرات مدول الاستیسیته و گسیختگی و مقاومت کششی و درصد جذب آب افزایش معنی‌داری از حدود ٪۴۵ به ٪۵۵ داشت. همچنین با افزایش اندازه ذرات، انرژی ضربه بدون فاق کاهش یافت. این اختلافات معنی-دار بود. تاثیر نوع گونه بر روی این خواص در تخته‌های حاصله اندک بود. اما در بین گونه‌ها، خواص راش بهبود اندکی را به خود دیده است.

کلمات کلیدی: چندسازه چوب‌پلاستیک، پلی اتیلن سنگین، اندازه ذرات، گونه چوبی، خواص مکانیکی، جذب آب.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱ مقدمه و کلیات ۱
۱-۱ مقدمه ۱
۱-۱-۱ چند سازه‌ها (یا کامپوزیت‌ها) ۲
۱-۱-۲ مزایای مهم چندسازه‌ها ۳
۱-۱-۳ موارد کلی کاربرد چند سازه‌ها ۴
۱-۱-۳-۱ صنایع ساختمان‌سازی ۴
۱-۱-۳-۲ صنایع حمل و نقل و صنایع مربوطه ۴
۱-۱-۳-۳ صنایع شیمیایی ۴
۱-۱-۳-۴ صنایع هوافضایی ۴
۱-۱-۳-۵ صنایع الکتریکی و الکترونیکی ۵
۱-۱-۳-۶ وسایل ورزشی و خانگی ۵
۱-۱-۳-۷ سایر صنایع ۵
۱-۲ کلیات ۵
۱-۲-۱ پلیمر ۵
۱-۲-۱-۱ پلی اتیلن ۶
۱-۲-۱-۲ انواع پلی اتیلن ۷
۱-۲-۱-۳ موارد مصرف پلی اتیلن ۹
۱-۲-۲ شاخص جریان مذاب ۱۰
۱-۲-۳ مزیت‌ها و محدودیت‌های استفاده از پرکننده‌های طبیعی ۱۰
۱-۲-۴ انواع الیاف سلولزی ۱۱
۱-۲-۴-۱ ترکیب شیمیایی تعدادی از الیاف غیر چوبی ۱۱
۱-۲-۵ چندسازه چوب-پلاستیک ۱۳
۱-۲-۵-۱ مزایای مهم چندسازه‌های چوب-پلاستیک ۱۴
۱-۲-۵-۲ موارد مصرف چوب-پلاستیک در ساختمان ۱۵
۱-۲-۵-۳ عوامل مخرب چوب-پلاستیک ۱۷
۱-۲-۵-۴ مواد زمینه ۱۷
۱-۲-۶ تقویت کننده‌ها و سازگار کننده‌ها ۱۸
۱-۲-۶-۱ انواع تقویت کننده‌ها ۱۸
۱-۲-۶-۲ عوامل جفت کننده ۱۹

۱-۲-۷ روش‌های ساخت چندسازه چوب-پلاستیک ۲۲
۱-۲-۷-۱ قالب‌گیری انتقالی ۲۲
۱-۲-۷-۲ قالب‌گیری اکستروژن ۲۲
۱-۲-۷-۳ قالب‌گیری تزریقی ۲۲
۱-۲-۷-۴ شکل‌دهی حرارتی ۲۳
۱-۲-۸ فرآیند ساخت ۲۳
۱-۲-۸-۱ مسائل مربوط به ترکیب کردن، اختلاط و شکل‌دهی مواد ۲۳
۱-۲-۹ خواص چوب‌شناسی، کاربرد و رویشگاه گونه‌های مورد استفاده ۲۴
۱-۲-۹-۱ نراد ۲۴
۱-۲-۹-۲ راش ۲۵
۱-۲-۹-۳ سپیدار ۲۵
۱-۲-۱۰ اهداف ۲۶
۱-۲-۱۱ فرضیه‌ها ۲۶

فصل دوم: سابقه تحقیق

۲- سابقه تحقیق ۲۷
۲-۱ ساخت و بررسی‌های کلی چندسازه چوب-پلاستیک ۲۷
۲- ۲ بررسی تاثیرات نوع گونه و اندازه ذرات بر خواص مکانیکی و جذب آب چندسازه‌های چوب-پلاستیک ۲۹

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳ مواد و روش‌ها ۳۴
۳-۱ تهیه مواد اولیه ۳۵
۳-۲ آماده‌سازی مواد اولیه ۳۶
۳-۲-۱ اندازه‌بندی ۳۶
۳-۲-۲ خشک کردن خاک اره‌ها ۳۷
۳-۲-۳ تهیه ترکیب مناسب نمونه‌ها ۳۷
۳-۳ تهیه کیک چندسازه چوب-پلاستیک ۳۸
۳-۴ پرس کردن کیک ۳۹
۳-۵ برش تخته‌ها و تهیه نمونه‌های آزمونی ۴۱
۳-۶ آزمون اندازه‌گیری مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته خمشی ۴۲
۳-۷ آزمون اندازه‌گیری مقاومت کششی ۴۴

۳-۸ آزمون اندازه‌گیری مقاومت به ضربه بدون فاق ۴۵
۳-۹ آزمون اندازه‌گیری جذب آب ۴۶
۳-۱۰ روش تجزیه و تحلیل آماری ۴۷

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴ نتایج و بحث ۴۸
۴-۱ نتایج آزمون مقاومت خمشی ۴۹
۴-۱-۱ مدول الاستیسیته ۴۹
۴-۱-۱-۱ تاثیر نوع گونه بر مدول الاستیسیته ۴۹
۴-۱-۱-۲ تاثیر اندازه ذرات بر مدول الاستیسیته ۵۰
۴-۱-۲ مدول گسیختگی ۵۱
۴-۱-۲-۱ تاثیر نوع گونه بر مدول گسیختگی خمشی ۵۲
۴-۱-۲-۲ تاثیر اندازه ذرات بر مدول گسیختگی خمشی ۵۳
۴-۲ نتایج آزمون مقاومت کششی ۵۴
۴-۲-۱ تاثیر نوع گونه بر تنش کششی نهایی ۵۵
۴-۲-۲ تاثیر اندازه ذرات بر تنش کششی نهایی ۵۶
۴-۳ نتایج آزمون مقاومت به ضربه بدون فاق ۵۸
۴-۳-۱ تاثیر نوع گونه بر مقاومت به ضربه بدون فاق ۵۸
۴-۳-۲ تاثیر اندازه ذرات بر مقاومت به ضربه بدون فاق ۵۹
۴-۴ نتایج آزمون جذب آب ۶۰
۴-۴-۱ جذب آب پس از ۲ ساعت ۶۱
۴-۴-۱-۱ تاثیر نوع گونه بر جذب آب پس از ۲ ساعت ۶۱
۴-۴-۱-۲ تاثیر اندازه ذرات بر جذب آب پس از ۲ ساعت ۶۲
۴-۴-۲ جذب آب پس از ۲۴ ساعت ۶۳
۴-۴-۲-۱ تاثیر نوع گونه بر جذب آب پس از ۲۴ ساعت ۶۴
۴-۴-۲-۲ تاثیر اندازه ذرات بر جذب آب پس از ۲۴ ساعت ۶۵
۴-۵ نتیجه‌گیری ۶۷

فصل پنجم: پیشنهادات

۵-۱ پیشنهادات ۶۹
منابع ۷۰

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱ مشخصات پلی اتیلن ۷
جدول ۱-۲ انواع تقویت کننده‌های پلی اتیلن ۱۱
جدول ۱-۳ ترکیب شیمیایی تعدادی از الیاف غیر چوبی ۱۲
جدول ۳-۱ میزان و درصد مواد مورد استفاده در تیمارها ۳۴
جدول ۳-۲ شرایط پرس ۴۰
جدول ۴-۱ نتایج کلی خواص مکانیکی و جذب آب اندازه گرفته شده ۴۸
جدول ۴-۲ تجزیه واریانس مقادیر MOE مقاومت خمشی ۴۹
جدول ۴-۳ تجزیه واریانس مقادیر MOR مقاومت خمشی ۵۲
جدول ۴-۴ تجزیه واریانس مقادیر تنش کششی نهایی ۵۵
جدول ۴-۵ نتیجه آزمون دانکن در تقسیم گونه‌ها به زیر مجموعه‌های متشابه ۵۵
جدول ۴-۶ تجزیه واریانس مقاومت به ضربه بدون فاق ۵۸
جدول ۴-۷ تجزیه واریانس مقادیر جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه‌وری ۶۱
جدول ۴-۸ تجزیه واریانس مقادیر جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری ۶۴

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱ پلیمریزاسیون اتیلن و تشکیل ملکول پلی اتیلن ۶
شکل ۱-۲ مدل گلوله و میله و فرمول ساختاری پلی اتیلن ۷
شکل ۱-۳ کف پوش بالکن ۱۵
شکل ۱-۴ نرده ۱۵
شکل ۱-۵ حصار ۱۶
شکل ۱-۶ نیمکت پارک ۱۶
شکل ۱-۷ روکش ۱۶
شکل ۱-۸ تخته‌های ساحلی ۱۶
شکل ۱-۹ قالب یا پروفیل ۱۶
شکل ۱-۱۰ قاب ۱۶
شکل ۱-۱۱ چارچوب درب ۱۶
شکل ۱-۱۲ چارچوب پنجره ۱۶
شکل ۱-۱۳ مبلمان خانگی ۱۷
شکل ۱-۱۴ مالئیک انیدرید ۲۰
شکل ۱-۱۵ دی کومیل پراکسید ۲۰
شکل ۱-۱۶ واکنش بین گروه‌های هیدروکسیلی موجود در دیواره‌ی سلولی مواد لیگنوسلولزی با گروه‌های انتهایی MAPE ۲۱
شکل ۱-۱۷ درگیرشدن PE با MAPE در داخل شبکه‌ی PE ۲۱
شکل ۳-۱ خاک اره الک نشده نراد ۳۵
شکل ۳-۲ خاک اره الک نشده راش ۳۵
شکل ۳-۳ خاک اره الک نشده سپیدار ۳۶
شکل ۳-۴ پلی اتیلن و مالئیک انیدرید پلی پروپیلنی ۳۶
شکل ۳-۵ شابلون روی ورقه آلومینیومی ۳۹
شکل ۳-۶ قرار دادن چارچوب بر روی شابلون ۳۹
شکل ۳-۷ توزیع یکنواخت مخلوط درون شابلون و چارچوب ۳۹
شکل ۳-۸ مرحله پیش پرس ۳۹
شکل ۳-۹ برداشتن چارچوب و قطعه پیش پرس ۳۹
شکل ۳-۱۰ دستگاه پرس آزمایشگاهی ۴۰
شکل ۳-۱۱ دستگاه پرس سرد ۴۰
شکل ۳-۱۲ تخته‌های حاصل از خاک اره نراد و پلی اتیلن ۴۱

شکل ۳-۱۳ تخته‌های حاصل از خاک اره راش و پلی اتیلن ۴۱
شکل ۳-۱۴ تخته‌های حاصل از خاک اره سپیدار و پلی اتیلن ۴۱
شکل ۳-۱۵ تخته‌های حاصل از مخلوط خاک اره‌ها و پلی اتیلن ۴۱
شکل ۳-۱۶ برش نمونه‌های خمشی ۴۲
شکل ۳-۱۷ نمونه کششی ۴۲
شکل ۳-۱۸ ابعاد نمونه کششی ۴۲
شکل ۳-۱۹ آزمون خمش با استفاده از نمونه‌ی مستطیلی ۴۳
شکل ۳-۲۰ آزمون کشش با استفاده از نمونه‌ی دمبلی ۴۴
شکل ۳-۲۱ دستگاه اندازه‌گیری مقاومت به ضربه پاندولی و انجام آزمون ضربه ۴۶
شکل ۴-۱ تاثیر نوع گونه بر MOE مقاومت خمشی ۵۰
شکل ۴-۲ تاثیر اندازه ذرات بر MOE مقاومت خمشی ۵۱
شکل ۴-۳ تاثیر نوع گونه بر MOR مقاومت خمشی ۵۳
شکل ۴-۴ تاثیر اندازه ذرات بر MOR مقاومت خمشی ۵۴
شکل ۴-۵ تاثیر نوع گونه بر تنش کششی نهایی ۵۶
شکل ۴-۶ تاثیر اندازه ذرات بر تنش کششی نهایی ۵۷
شکل ۴-۷ تاثیر نوع گونه بر مقاومت به ضربه بدون فاق ۵۹
شکل ۴-۸ تاثیر اندازه ذرات بر مقاومت به ضربه بدون فاق ۶۰
شکل ۴-۹ تاثیر نوع گونه بر مقدار جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه‌وری ۶۲
شکل ۴-۱۰ تاثیر اندازه ذرات بر مقدار جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه‌وری ۶۳
شکل ۴-۱۱ تاثیر نوع گونه بر مقدار جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری ۶۵
شکل ۴-۱۲ تاثیر اندازه ذرات بر مقدار جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری ۶۶

فهرست رابطه‌ها

رابطه (۳-۱) ۳۷
رابطه (۳-۲) ۴۳
رابطه (۳-۳) ۴۳
رابطه (۳-۴) ۴۵
رابطه (۳-۵) ۴۶

فصل اول

مقدمه و کلیات

فصل دوم

سابقه تحقیق

فصل سوم

مواد و روش‌ها

فصل چهارم

نتایج و بحث

پیشنهادات

منابع و مآخذ

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

در عصر حاضر پیشرفت‌های زیادی در زمینه‌ی مواد حاصل شده و توسعه‌ی آتی آن نیز در گرو یافتن مواد جدید و قابل استفاده می‌باشد. در این میان، چندسازه‌ها بیانگر قدم‌های بزرگی هستند که در راه تکامل مواد مهندسی، برداشته می‌شوند. با ترکیب فیزیکی- شیمیایی دو یا چند ماده، علاوه بر اینکه موادی سبک‌تر و محکم‌تر از مصالح سنتی، از قبیل فلزات، سرامیک‌ها، چوب و پلاستیک‌های معمولی به‌دست می‌آید، بلکه می‌توان برای هر کاربرد مشخص، خواص مورد نظر را ایجاد یا تقویت کرد. انجام این کار حتی با طراحی دقیق مواد سنتی امکان‌پذیر نیست[۲].

مواد مرکب در طبیعت نیز به وفور یافت می‌شوند. چوب ماده‌ای است طبیعی و متشکل از الیاف سلولزی که بخش ضعیف لیگنین را تقویت می‌کند. فوم‌ها یا اسفنج‌های طبیعی دریایی، ساقه‌ی آفتاب‌گردان و استخوان‌های تشکیل‌دهنده‌ی اسکلت جانداران، مثال‌های دیگری از چند-سازه‌های طبیعی هستند[۳].

۱-۱-۱ چند سازه ها (یا کامپوزیت‌ها[1])

واژه‌ی چندسازه (یا کامپوزیت) از کلمه‌ی انگلیسی "*to compose*" به معنی ترکیب کردن، ساختن و مخلوط کردن، مشتق شده است [۱۵]. این اصطلاح معمولا به موادی گفته می‌شود که از یک فاز زمینه (ماتریکس)[2] و یک فاز تقویت‌کننده[3] (پرکننده) تشکیل شده باشد.

مواد چندسازه‌ای، مواد مهندسی شده‌ای هستند که از دو یا چند جزء تشکیل شده‌اند، به گونه‌ای که این مواد از هم مجزا و در مقیاس ماکروسکوپی قابل تشخیص هستند. کامپوزیت از دو قسمت اصلی ماده زمینه و تقویت‌کننده تشکیل شده است. فاز زمینه با احاطه‌کردن تقویت‌کننده آن را در محل نسبی خودش نگاه داشته و تقویت‌کننده نیز موجب بهبود خواص مکانیکی ساختار چندسازه می‌گردد. به طور کلی تقویت‌کننده می‌تواند به صورت الیاف کوتاه یا بلند و پیوسته باشد. گاهی فاز زمینه را فاز پیوسته[4] و فاز تقویت‌کننده را فاز غیرپیوسته[5] نیز می‌خوانند[۱۱].

فاز تقویت‌کننده معمولا سفت‌تر و محکم‌تر از فاز ماتریکس است. این دو فاز از طریق اتصال منطقه‌ی حدفاصل به یکدیگر متصل می‌شوند که خواص این منطقه، تاثیر مستقیم بر کارایی چندسازه دارد. نقش اصلی فاز زمینه، نگهداری الیاف و انتقال نیرو است[۱۵]. چندسازه‌هایی که در آنها فاز ضعیف یا زمینه توسط الیاف گوناگون تقویت شده باشند، به چندسازه‌های لیفی[6] معروفند. چنانچه به جای الیاف از پودر استفاده شود، این مواد را چندسازه‌های ذره‌ای[7] یا پودری می‌نامند[۱۱].

---

[1] Composites
[2] Matrix
[3] Reinforcer
[4] Continuous Phase
[5] Discontinuous Phase
[6] Fibrous Composites
[7] Particulate Composites