بسم الله الرحمن الرحيم

باسمه تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

تعهد نامه اصالت اثر

اینجانب طاهره قلی‌پور متعهد می شوم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آنها استفاده شده است ، مطابق مقررات ارجاع و در فهرست منابع و ماخذ ذکر گردیده است. این پایان نامه قبلا برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارایه نشده است. در صورت اثبات تخلف (در هر زمان) مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از اعتبار ساقط خواهد شد.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی می باشد.

طاهره قلی‌پور

امضاء

آدرس پستی :تهران- کد پستی 16788-صندوق پستی 163-16788-تلفن 9-22970060(داخلی2347)-نمابر33970011-پست الکترونیکی sru@sru.ac.ir

دانشکده عمران

امکان استفاده از ساقه کلزا در ساخت کامپوزیت چوب - پلاستیک

نگارش :

طاهره قلی‌پور

استاد راهنما : دکتر حسین رنگ آور

استاد مشاور : دکتر ابوالفضل کارگرفرد

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی منابع طبیعی- صنایع چوب

دی ماه 1391

تقدیم به :

پدر و مادر عزیزم

تشکر و قدردانی

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی؛
به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است؛
به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید؛
و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

و

با تقدیر از سه وجود مقدس:
آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم...
موهایشان سپید شد تا ماروسفید شویم...

عاشقانه سوختند تا گرمابخش وجود ما و روشنگر راهمان باشند...

پدرانمان
مادرانمان
استادانمان

چکیده :

در این پژوهش خواص فیزیکی و مکانیکی چندسازه چوب – پلاستیک ساخته شده از پودر ساقه کلزا و پودر چوب با دو نوع پلیمر(پلی اتیلن و پلی پروپیلن) مورد بررسی قرار گرفت. پودر ساقه کلزای مورد استفاده به دو صورت با مغز و مغز زدایی شده و مقدار آن نسبت به جرم خشک پودرچوب در چهار سطح 25، 50، 75 و 100 درصد، عوامل متغیر این تحقیق در نظر گرفته شدند. نمونه‌ی شاهد نیز از آرد چوب و پلیمر تهیه شد. خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها شامل مقاومت به پیچ عمود بر سطح، مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، جذب آب و واکشیدگی ضخامت پس از 2 و 24 ساعت غوطه‌وری در آب مطابق با استاندارد EN اندازه گیری گردید. نتایج نشان داد که استفاده از پلی‌پروپیلن در ترکیبات و افزایش نسبت اختلاط پودر ساقه کلزا به پودر چوب تا سطح 25 درصد سبب افزایش مقاومت به پیچ عمود بر سطح شد. همچنین افزایش همین عامل تا سطح 50 درصد باعث افزایش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته نمونه ها شد. اما میزان بیشتر درصد های بیان شده سبب کاهش مقاومت‌های مکانیکی گردید. افزایش نسبت اختلاط پودر کلزا به پودرچوب و همچنین استفاده از پلی-اتیلن سنگین، افزایش میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت 2 و 24 ساعت را در پی داشت. همچنین نمونه های بدون مغز(بافت اسفنجی ساقه کلزا) در تمامی تیمارها نسبت به چندسازه‌های حاوی مغز دارای کمترین میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت و بالاترین ویژگی‌های مکانیکی ذکر شده(مقاومت به پیچ عمود بر سطح، مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته) بودند.

واژه‌های کلیدی: ساقه کلزا، چندسازه، پلیمر، مقاومت به پیچ، جذب آب و واکشیدگی ضخامت

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و کلیات

1-1 مقدمه..... 2
1-1-1 اهمیت و ضرورت انجام تحقیق..... 3
1-1-2 اهداف تحقیق 4
1-1-3 فرضیه و پرسش ها..... 4
2-1 کلیات..... 5
1-2-1 تاریخچه و بازار مصرف کامپوزیتها..... 5
2-2-1 تعریف کامپوزیت 8
1-2-2-1 تقسیم بندی از نظر شکل ساختمان ذرات تقویت کننده..... 9
2-2-2-1 دسته بندی کامپوزیت ها از نظر نوع فاز پیوسته یا ماتریس 9
3-2-1 تعریف چوب-پلاستیک..... 11
1-3-2-1 خواص و ویژگیهای چوب- پلاستیک 12
4-2-1 مشخصات پلی اتیلن 13
1-4-2-1 پلی‌اتیلن با دانسیته بالا..... 14
2-4-2-1 پلی‌اتیلن با دانسیته پایین..... 14
3-4-2-1 پلی اتیلن خطی با دانسیته پایین..... 14
4-4-2-1 پلی اتیلن با دانسیته متوسط 15
5-4-2-1 کاربرد پلی اتیلن 15
5-2-1 مشخصات پلی پروپیلن..... 15
1-5-2-1 مزایای پلی پروپیلن 15
2-5-2-1 کاربرد پلی پروپیلن..... 16
6-2-1 کلزا..... 17
1-6-2-1 مشخصات کلزا..... 17
2-6-2-1 اهمیت و جایگاه کلزا در ایران 18
3-6-2-1 ترکیب شیمیایی ساقه کلزا..... 19
4-6-2-1 پراکندگی کاشت کلزا 19

1-2-6-5 عوامل محدود کننده 20

فصل دوم: سابقه تحقیق

2-1- مقدمه 22

فصل سوم: مواد و روشها

3-1 مقدمه..... 28
3-2 عوامل متغیر 28
3-2-1 نوع پلیمر..... 29
3-2-2 میزان درصد اختلاط ساقه کلزا 29
3-2-3 وجود مغز در ساقه کلزا..... 29
3-3 عوامل ثابت..... 29
3-3-1 نوع ساقه کلزا..... 29
3-3-2 نوع پودر چوب صنعتی 29
3-3-3 نسبت اختلاط ماتریس 30
3-3-4 میزان سازگار دهنده 30
3-3-5 شرایط پرس گرم 30
3-3-6 ضخامت و وزن مخصوص نمونه ها..... 30
3-4 طرح آماری 30
3-5 تهیه مواد اولیه..... 32
3-5-1 تهیه ساقه کلزا 32
3-5-2 تهیه پودر چوب صنعتی 32
3-5-3 تهیه جفت کننده(اتصال دهنده)..... 32
3-5-4 تهیه پودر پلیمر..... 32
3-6 آماده سازی مواد اولیه 33
3-6-1 فرایند مغز زدایی ساقه کلزا..... 33
3-6-2 الک کردن..... 33
3-6-3 خشک کردن 33
3-6-4 فرایند اختلاط 34
3-6-5 پرس کردن 35
3-7 تهیه نمونه های آزمونی 35

3-8 اندازه گیری خواص مکانیکی و مکانیکی..... 36
3-8-1 آزمون مقاومت به خمش استاتیک و مدول الاستیسیته..... 36
3-8-2 آزمون قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح 37
3-8-3 آزمون جذب آب و واکشیدگی ضخامت نمونه ها پس از 2 و 24 ساعت غوطه وری در آب 38
3-9 پردازش آماری دادهها..... 38

فصل چهارم: نتایج

4- 1 مقدمه..... 40
4-2 تجزیه و تحلیل آماری 40
4-2-1 مقاومت خمشی..... 40
4-2-2 اثر مستقل نوع پلیمر بر مقاومت خمشی..... 41
4-2-3 اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر مقاومت خمشی 42
4-2-4 اثر مستقل وجود مغز بر مقاومت خمشی..... 43
4-2-5 اثر متقابل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر مقاومت خمشی 44
4-2-6 اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر مقاومت خمشی 45
4-2-7 اثر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر مقاومت خمشی..... 46
4-2-8 اثر متقابل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر مقاومت خمشی 48
4-3 مدول الاستیسیته..... 51
4-3-1 اثر مستقل نوع پلیمر بر مدول الاستیسیته 51
4-3-2 اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر مدول الاستیسیته..... 52
4-3-3 اثر مستقل وجود مغز بر مدول الاستیسیته 54
4-3-4 اثر متقابل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر مدول الاستیسیته 55
4-3-5 اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر مدول الاستیسیته..... 56
4-3-6 اثر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر مدول الاستیسیته 57
4-3-7 اثر متقابل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر مدول الاستیسیته
..... 59
4-4 جذب آب بعد از 2 ساعت غوطه وری..... 62
4-4-1 اثر مستقل نوع پلیمر بر جذب آب پس از 2 ساعت غوطه وری 62
4-4-2 اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر جذب آب بعد از 2 ساعت غوطه وری .. 63
4-4-3 اثر مستقل وجود مغز بر جذب آب بعد از 2 ساعت..... 65

4-4-4 اثر متقابل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر جذب آب پس از 2 ساعت غوطه وری..... 66
4-4-5 اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر جذب آب پس از 2 ساعت غوطه وری 67
4-4-6 اثر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر جذب آب پس از 2 ساعت غوطه وری..... 68
4-4-7 اثر متقابل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر جذب آب پس از 2 ساعت غوطه وری 70
4-5 جذب آب پس از 24 ساعت غوطه وری..... 73
4-5-1 اثر مستقل نوع پلیمر بر جذب آب پس از 24 ساعت غوطه وری 73
4-5-2 اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر جذب آب بعد از 24 ساعت غوطه‌وری 74
4-5-3 اثر مستقل وجود مغز بر جذب آب بعد از 24 ساعت..... 76
4-5-4 اثر متقابل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر جذب آب پس از 24 ساعت غوطهوری 77
4-5-5 اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر جذب آب پس از 24 ساعت غوطهوری 78
4-5-6 اثر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر جذب آب پس از 24 ساعت غوطه وری..... 79
4-5-7 اثر متقابل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر جذب آب پس از 24 ساعت غوطه وری 81
4-6 واکشیدگی ضخامت بعد از 2 ساعت غوطهوری..... 84
4-6-1 اثر مستقل نوع پلیمر بر واکشیدگی ضخامت پس از 2 ساعت غوطه وری..... 84
4-6-2 اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر واکشیدگی ضخامت بعد از 2 ساعت غوطهوری 85
4-6-3 اثر مستقل وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت بعد از 2 ساعت غوطهوری 87
4-6-4 اثر متقابل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 2 ساعت غوطه وری 88
4-6-5 اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 2 ساعت غوطهوری 89
4-6-6 اثر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر واکشیدگی ضخامت پس از 2 ساعت غوطهوری..... 90
4-6-7 اثر متقابل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 2 ساعت غوطه وری 92
4-7 واکشیدگی ضخامت پس از 24 ساعت غوطهوری 95

4-7-1 اثر مستقل نوع پلیمر بر واکشیدگی ضخامت پس از 24 ساعت غوطه وری..... 95
4-7-2 اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر واکشیدگی ضخامت بعد از 24 ساعت غوطه وری..... 96
4-7-3 اثر مستقل وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت بعد از 24 ساعت 98
4-7-4 اثر متقابل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 24 ساعت غوطه وری 99
4-7-5 اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 24 ساعت غوطه وری 100
4-7-6 اثر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر واکشیدگی ضخامت پس از 24 ساعت غوطه وری 101
4-7-7 اثر متقابل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 24 ساعت غوطه وری 103
4-8 قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح..... 106
4-8-1 اثر مستقل نوع پلیمر بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح..... 106
4-8-2 اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح... 107
4-8-3 اثر مستقل وجود مغز بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح 109
4-8-4 اثر متقابل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح 110
4-8-5 اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح 111
4-8-6 اثر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح 112
4-8-7 اثر متقابل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح..... 114

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

5-1- مقدمه 118
5-2- بحث و نتیجه گیری..... 118
5-2- 1- مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته 118
5-2-2- قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح 119
5-2-3- جذب آب و واکشیدگی ضخامت پس از 2 و 24 ساعت غوطه وری 120
5-3- پیشنهادات 122
منابع و مراجع..... 123

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول 1-1- ترکیب شیمیایی ساقه کلزا 19
جدول 3-1- عوامل متغیر و علائم مربوط به آنها 28
جدول3-2- علامت اختصاری و ترکیب عوامل متغیر مورد بررسی 31
جدول 3-3- نسبت اختلاط و درصد وزنی اجزای تشکیل دهنده ترکیبات مختلف چوب - پلاستیک 34
جدول3-4- ابعاد و تعداد نمونه های آزمونی 36
جدول4-1- تجزیه واریانس آزمون مقاومت خمشی نمونه های آزمونی..... 40
جدول 4-2- اثر مستقل نوع پلیمر بر مقاومت خمشی و گروه بندی آن به روش دانکن..... 41
جدول 4-3- اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر مقاومت خمشی نمونه های آزمونی و گروه بندی آن به روش دانکن 42
جدول 4-4- اثر مستقل وجود مغز بر مقاومت خمشی و گروه بندی آن به روش دانکن 43
جدول 4-5- اثر متقابل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر مقاومت خمشی 44
جدول 4-6- اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر مقاومت خمشی تخته های آزمونی 45
جدول 4-7- اثر متقابل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر مقاومت خمشی 47
جدول 4-8- اثر متقابل سه عامل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر مقاومت خمشی 49
جدول4-9 تجزیه واریانس مدول الاستیسیته نمونههای آزمونی..... 51
جدول4-10- اثر مستقل نوع پلیمر بر مدول الاستیسیته و گروه بندی آن به روش دانکن 52
جدول 4-11- اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر مدول الاستیسیته و گروهبندی آن به روش دانکن..... 53
جدول 4-12 اثر مستقل وجود مغز بر مدول الاستیسیته و گروه بندی آن به روش دانکن..... 54
جدول 4-13-اثر متقابل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر مدول الاستیسیته 55
جدول 4-14 -اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر مدول الاستیسیته..... 56
جدول 4-15- اثر متقابل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر مدول الاستیسیته 58
جدول4-16- اثر متقابل سه عامل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر مدول الاستیسیته 60
جدول4-17- تجزیه واریانس آزمون جذب آب پس از 2 ساعت غوطهوری 62

جدول 4-18- اثر مستقل نوع پلیمر بر جذب آب پس از 2 ساعت غوطه وری و گروه بندی آن به روش دانکن 63
جدول4- 19- اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر جذب آب بعد از 2 ساعت غوطهوری و گروه بندی آن به روش دانکن 64
جدول4- 20- اثر مستقل وجود مغز بر جذب آب بعد از 2 ساعت غوطهوری و گروه بندی آن به روش دانکن 65
جدول 4-21- اثر متقابل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر جذب آب پس از 2 ساعت غوطه وری 66
جدول 4-22-اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر جذب آب پس از 2 ساعت غوطهوری تختههایآزمونی ... 67
جدول 4-23-اثر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر جذب آب پس از 2 ساعت غوطه وری تختهای آزمونی 69
جدول 4-24-اثر متقابل سه عامل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر جذب آب پس از 2 ساعت غوطهوری 70
جدول4-25- تجزیه واریانس آزمون جذب آب پس از 24 ساعت غوطهوری 73
جدول 4-26- اثر مستقل نوع پلیمر بر جذب آب پس از 24 ساعت غوطهوری و گروه بندی آن به روش دانکن 74
جدول4- 27 اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر جذب آب بعد از 24 ساعت غوطهوری و گروه بندی آن به روش دانکن 75
جدول4- 28- اثر مستقل وجود مغز بر جذب آب بعد از 24 ساعت غوطهوری و گروه بندی آن به روش دانکن 76
جدول 4-29-اثر متقابل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر جذب آب پس از 24 ساعت غوطهوری 77
جدول 4-30- اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر جذب آب پس از 24 ساعت غوطهوری 78
جدول 4-31-اثر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر جذب آب پس از 24 ساعت غوطهوری تختهای آزمونی 80
جدول4-32- اثر متقابل سه عامل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر جذب آب پس از 24 ساعت غوطهوری 82
جدول4-33- تجزیه واریانس آزمون واکشیدگی ضخامت پس از 2 ساعت غوطهوری نمونههای آزمونی ... 84
جدول 4-34- اثر مستقل نوع پلیمر بر واکشیدگی ضخامت پس از 2 ساعت غوطه وری و گروه بندی آن به روش دانکن..... 85

جدول4- 35- اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر واکشیدگی ضخامت بعد از 2 ساعت غوطه وری و گروه بندی آن به روش دانکن 86
جدول4- 36- اثر مستقل وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت بعد از 2 ساعت غوطهوری و گروه بندی آن به روش دانکن..... 87
جدول 4-37- اثر متقابل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 2 ساعت غوطه وری تخته های آزمونی..... 88
جدول 4-38- اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 2 ساعت غوطهوری..... 89
جدول 4-39-اثر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر واکشیدگی ضخامت پس از 2 ساعت غوطه وری تختههای آزمونی 91
جدول4-40- اثر متقابل سه عامل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 2 ساعت غوطه وری 93
جدول4-41- تجزیه واریانس آزمون واکشیدگی ضخامت پس از 24 ساعت غوطه وری..... 95
جدول 4-42- اثر مستقل نوع پلیمر بر واکشیدگی ضخامت پس از 24 ساعت غوطه وری و گروه بندی آن به روش دانکن..... 96
جدول4- 43- اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر واکشیدگی ضخامت بعد از 24 ساعت غوطه وری و گروه بندی آن به روش دانکن 97
جدول4- 44- اثر مستقل وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت بعد از 24 ساعت غوطه وری و گروه بندی آن به روش دانکن..... 98
جدول 4-45-اثر متقابل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 24 ساعت غوطه وری 99
جدول 4-46- اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 24 ساعت غوطه وری تخته های آزمونی 100
جدول 4-47- اثر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر واکشیدگی ضخامت پس از 24 ساعت غوطه وری تخته های آزمونی..... 102
جدول4-48- اثر متقابل سه عامل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 24 ساعت غوطه وری 104
جدول4-49- تجزیه واریانس آزمون مقاومت خمشی نمونههای آزمونی..... 106
جدول 4-50- اثر مستقل نوع پلیمر بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح و گروه بندی آن به روش دانکن 107
جدول 4-51- اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر مقاومت خمشی نمونههای آزمونی و گروهبندی آن به روش دانکن..... 108

جدول 4-52- اثر مستقل وجود مغز بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح و گروه بندی آن به روش دانکن 109
جدول 4-53- اثر متقابل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح..... 110
جدول 4-54- اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح 111
جدول 4-55 اثر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح..... 113
جدول 4-56- اثر متقابل سه عامل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح..... 115

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل 1-1- منحنی رشد سالیانه کامپوزیتهای پلیمری چوب در آمریکای شمالی و اروپا..... 5
شکل 1-2- بازارچوب-پلاستیک درآمریکای شمالی برای پلاستیک های مختلف 6
شکل 1-3- بازار مصرف چوب-پلاستیک در امریکای شمالی 7
شکل 1-4- برخی از کاربردهای محصولات چوب-پلاستیک 8
شکل 1-5- نمای شماتیک قالبگیری تزریقی 13
شکل 1-6- واکنش تهیه پلی اتیلن 15
شکل 1-7- گرانول های پلی اتیلن با دانسیته بالا..... 15
شکل 1-8- ساختار پلی پروپیلن 17
شکل 1-9-نمونه ی گیاه کلزا از جنس براسیکا ناپوس..... 18
شکل3-1- نمونه هایی از تخته های آزمونی 35
شکل 4-1- اثر مستقل نوع پلیمر بر مقاومت خمشی..... 41
شکل 4-2- اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر مقاومت خمشی..... 43
شکل4-3- اثر مستقل وجود مغز بر مقاومت خمشی 44
شکل 4-4 اثر متقابل اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر مقاومت خمشی 45
شکل 4-5 اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر مقاومت خمشی..... 46
شکل 4- 6- تاثیر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر مقاومت خمشی 48
شکل 4-7 اثر متقابل سه عامل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر مقاومت خمشی 50
شکل 4-8- اثر مستقل نوع پلیمر بر مدول الاستیسیته 52
شکل 4-9- اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر مدول الاستیسیته 53
شکل4-10- اثر مستقل وجود مغز بر مدول الاستیسیته نمونه های آزمونی..... 54
شکل 4-11- اثر متقابل اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر مدول الاستیسیته 56
شکل 4-12 اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر مدول الاستیسیته 57
شکل 4- 13- تاثیر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر مدول الاستیسیته..... 59
شکل 4-14- اثر متقابل سه عامل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر مدول الاستیسیته 61
شکل4-15- اثر مستقل نوع پلیمر را بر جذب آب پس از 2 ساعت غوطه وری..... 63

شکل4-16- اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر جذب آب بعد از 2 ساعت غوطه وری 64
شکل 4-17- اثر مستقل وجود مغز بر جذب آب بعد از 2 ساعت غوطه وری 65
شکل 4-18- اثر متقابل اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر جذب آب پس از 2 ساعت غوطه وری 67
شکل 4-19-اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر جذب آب پس از 2 ساعت غوطه وری 68
شکل 4- 20- تاثیر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر جذب آب پس از 2 ساعت غوطه وری 70
شکل 4-21- اثر متقابل سه عامل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر جذب آب پس از 2 ساعت غوطه وری..... 72
شکل 4-22- اثر مستقل نوع پلیمر را بر جذب آب پس از 24 ساعت غوطه وری..... 74
شکل4-23-اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر جذب آب بعد از 24 ساعت غوطه وری..... 75
شکل 4-24 -اثر مستقل وجود مغز بر جذب آب بعد از 24 ساعت غوطه وری 76
شکل 4-25- اثر متقابل اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر جذب آب پس از 24 ساعت غوطه وری..... 78
شکل 4-26- اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر جذب آب پس از 24 ساعت غوطه وری..... 79
شکل 4- 27- تاثیر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر جذب آب پس از 24 ساعت غوطه وری 81
شکل 4-28-اثر متقابل سه عامل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر جذب آب پس از 24 ساعت غوطه وری..... 83
شکل4-29- اثر مستقل نوع پلیمر بر واکشیدگی ضخامت بعد از 2 ساعت غوطه وری..... 85
شکل4-30- اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر واکشیدگی ضخامت بعد از 2 ساعت غوطه وری..... 86
شکل 4-31- اثر مستقل وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت بعد از 2 ساعت غوطه وری..... 87
شکل 4-32- اثر متقابل اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 2 ساعت غوطه وری 89
شکل 4-33- اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 2 ساعت غوطه وری..... 90
شکل 4- 34- تاثیر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر واکشیدگی ضخامت پس از 2 ساعت غوطه وری 92
شکل 4-35- اثر متقابل سه عامل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 2 ساعت غوطه وری..... 94
شکل 4-36- اثر مستقل نوع پلیمر را بر واکشیدگی ضخامت پس از 24 ساعت غوطه وری..... 96

شکل4-37- اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر واکشیدگی ضخامت بعد از 24 ساعت غوطه وری..... 97
شکل 4-38- اثر مستقل وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت بعد از 24 ساعت غوطه وری..... 98
شکل 4-39- اثر متقابل اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 24 ساعت غوطه وری..... 100
شکل 4-40- اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 24 ساعت غوطه وری..... 101
شکل 4- 41- تاثیر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر واکشیدگی ضخامت پس از 24 ساعت غوطه وری 103
شکل 4-42- اثر متقابل سه عامل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر واکشیدگی ضخامت پس از 24 ساعت غوطه وری..... 105
شکل 4-43- اثر مستقل نوع پلیمر بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح 107
شکل 4-44- اثر مستقل نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح..... 108
شکل4-45- اثر مستقل وجود مغز بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح..... 109
شکل 4-46- اثر متقابل اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح 111
شکل 4-47- اثر متقابل نوع پلیمر و وجود مغز بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح..... 112
شکل 4- 48- تاثیر متقابل نوع پلیمر و نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح..... 114
شکل 4-49- اثر متقابل سه عامل نوع پلیمر، نسبت اختلاط ساقه کلزا به پودر چوب و وجود مغز بر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح..... 116

فصل اول:

مقدمه و کلیات

1-1 مقدمه

پیشرفت‌های تکنولوژیک عصر حاضر در واقع بستگی به پیشرفت‌هایی دارد که در زمینه مواد، حاصل شده است و توسعه آتی نیز در گرو مواد موجود در دسترس خواهد بود. با صنعتی شدن کشورها نیز نیاز به مواد اولیه تولید رو به افزایش است. در این میان مواد کامپوزیتی(چند سازه‌ها) معرف قدم های بزرگی است که در راه تکامل مواد مهندسی و نیز مهندسی مواد برداشته شده است. چندسازه چوب-پلیمر یا مواد مرکب چوب پلاستیک از جمله مواد مهندسی و ساختمانی جدیدی هستند که در توسعه و کاربرد آنها متخصصین فراوانی از رشته های مختلف از جمله پلیمر، علوم و مهندسی مواد، شیمی و مهندسی شیمی، مکانیک جامدات، مکانیک شکست مواد، مهندسی صنایع چوب، ریاضی و کامپیوتر سهم به سزایی داشته و دارند. لذا به دلیل گسترده بودن موضوع، بحث در مورد آن درکلیه جوانب علوم فوق الذکر غیر ممکن به نظر می رسد. ولی می‌توان بیان کرد که این علم در وهله نخست حاصل همکاری و تداخل دو صنعت پلیمر و صنعت چوب با یکدیگر است که صنعت پلیمر واجد دانش فراورش و ساخت بوده و صنعت چوب نیز صاحب دانش مواد اولیه و بازار مصرف می‌باشد. امروزه رشد مصرف کامپوزیت های چوب – پلاستیک[1] با توسعه ماشین آلات و تولید دانش فنی در این زمینه بسیار رو به گسترش است. اگرچه تولید این محصولات به بیش از 25 سال قبل برمی گردد ولی بیشترین رشد این محصول مربوط به دهه اخیر می باشد. در این دهه با توسعه ماشین آلات و تولید افزودنی های خاص این کامپوزیت ها مشکلات فرایندی تولید این محصول، به‌خصوص در درصدهای بالای پودرچوب رفع گردید. امروزه الیاف لیگنوسلولزی جایگاه ویژه ای در صنایع مختلف کامپوزیتی پیدا کرده و هر روز بر کاربرد صنعتی آنها افزوده می شود.

استفاده از الیاف گیاهی در ساخت کامپوزیت ها نویدبخش افقی روشن برای صنعت کامپوزیت است. این الیاف به راحتی به چرخه طبیعت بازگشته و از قیمت پایین تری برخوردار است. بیشتر تحقیقات دانشگاهی و پیشرفت های صنعتی معطوف به یافتن راه حل های جدید خلق مواد شیمیایی سبز و دوست‌دار محیط زیست برای طیف وسیعی از کاربرد ها شده است. به دنبال افزایش نسبی قیمت پلاستیک ها در چند سال گذشته، افزودن الیاف و پرکننده های طبیعی به منظور کاهش هزینه ها در صنعت پلاستیک و در برخی موارد افزایش تولید، مورد توجه قرار گرفته است(سندی و همکاران، 2001) عدم امکان بازیافت و قیمت بالا همواره دو معضل عمده گسترش کامپوزیت های پلیمری در دنیا بودند.

[1] -Wood plastic composite