Archive of SID

مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۳۶ شماره ۳، صفحه ۱۸۱-۱۷۱ (۱۴۰۰)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJWPR.2021.353353.1657
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350913.1400.36.3.1.3

بررسی امکان استخراج سلولز از برخی اکوتیپ‌های استبرق (*Calotropis procera* Willd.) در جنوب ایران

میترا باباخانی[۱]، علیرضا یاوری [۲*] و راضیه عظیمی[۳]

۱- کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران،

پست الکترونیک: yavari@hormozgan.ac.ir ; yavari313@gmail.com

۳- استادیار، بخش تحقیقات گیاهان دارویی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۴۰۰

چکیده

در این پژوهش کیفیت سلولز گیاه استبرق (*Calotropis procera*) در ۱۴ اکوتیپ (استان هرمزگان، استان فارس و استان بوشهر) برای بررسی قابلیت‌های گیاه در رویشگاه طبیعی و بهره‌مندی از آن در برنامه‌های به‌نژادی ارزیابی شد. نمونه‌ها در مرحله گلدهی در خرداد و تیرماه سال ۱۳۹۸ انتخاب و جمع‌آوری شدند. در این پژوهش، استخراج و جداسازی هولوسلولز و آلفاسلولز و نیز اندازه الیاف از لحاظ طول و قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی بررسی گردید. از نظر کیفیت سلولز از بین ۱۴ اکوتیپ مورد مطالعه بیشترین میزان هولوسلولز و آلفاسلولز به‌ترتیب در اکوتیپ هرمزگان- آبماه ۵۴/۵۹ و اکوتیپ بوشهر-حیدریه ۶۱/۱ درصد بود. با بررسی مقایسه میانگین ابعاد الیاف نشان داده شد که بیشترین طول الیاف در اکوتیپ میناب (۰/۸۱ میلی‌متر) و تازیان (۰/۷۸ میلی‌متر) بود. همچنین بیشترین قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی به‌ترتیب ۳۴/۸۷، ۲۳/۵۸ و ۵/۶۴ میکرون در اکوتیپ ایسین بود. به‌طورکلی نتایج نشان داد با توجه به مناسب بودن الیاف و درصد سلولز زیاد آن، این گونه می‌تواند برای استفاده در صنایع، مورد بررسی جامع قرار گیرد. با توجه به اینکه کشور ما از منابع چوبی کمی برخوردار می‌باشد و از سوی دیگر این گونه خودرو در مناطق جنوبی خشک و با منابع آبی کم کشورمان از رشد مناسبی برخوردار است، می‌تواند به‌عنوان یک منبع چوبی در صنایع سلولزی مورد بررسی کلی قرار گیرد و در صورت مناسب بودن به صورت گسترده کشت شود.

واژه‌های کلیدی: استبرق، اکوتیپ، هولوسلولز، آلفاسلولز

مقدمه

استبرق (*Calotropis procera*) از خانواده Asclepiadaceae، یک گیاه همیشه سبز، بوته‌ای و گاهی درخت مانند است که توانایی میزان بالای فتوسنتز خالص، حتی در فصل خشک را نیز دارد (Rivas *et al*., 2017). این توانایی به‌عنوان یک ویژگی اصلی به موفقیت رقابتی استبرق در شرایط متنوع محیطی کمک می‌کند. علاوه‌براین، هدایت روزنه‌ای پایین در هنگام کمبود آب به‌عنوان سازوکار مهم برای حفظ مقدار نسبتاً زیاد آب و قابلیت آب در این گیاه، کمک به بقای آن در شرایط سخت می‌کند[۱] (WEU)

1-Water use efficiency

www.SID.ir

Archive of SID

(Rivas *et al*., 2017). موقعیت رویشگاه گونه‌های *Calotropis* در هند، نپال، پاکستان، ایران، عراق، عمان، یمن، ویتنام و افغانستان می‌باشد (Sharma *et al*., 2011; Parihar *et al*., 2011). استبرق یک گیاه دارویی است که در جنوب ایران پراکنش دارد. طبق بررسی‌های انجام شده جز در موارد محدودی مطالعات گسترده دیگری برای بررسی این گیاه دارویی در ایران انجام نشده است. به دلیل آب و هوای گرم و مرطوب و ترکیب خاک، سواحل جنوبی کشور به‌ویژه استان‌های بوشهر و هرمزگان سرشار از این گیاه دارویی است. از این‌رو بررسی مواد بیولوژیکی و ترکیبات ثانویه در این گیاه و همچنین فراوانی این گیاه در جنوب ایران حائز اهمیت است، به‌طوری‌که در تمام طول سال در دسترس می‌باشد. مهمترین کاربرد استبرق استفاده از الیاف این گیاه در نساجی (Kamrani *et al*., 2010) و کاربردهای آن در صنایع لاستیک‌سازی (Bode *et al*., 2000) و دارویی (Hassan *et al*., 2015) است. نیازهای اکولوژیک پایین این گیاه، امکان استقرار آن را در اراضی شنی و ماسه‌بادی و شرایط اقلیمی گرم و خشک جنوب ایران فراهم کرده است. علاوه‌براین، به دلیل ساختار سلولز منحصربه‌فرد، این گیاه را می‌توان در صنایع نظامی مورد استفاده قرار داد. همچنین، استبرق می‌تواند برای تهیه ابریشم خام دو بار در سال برداشت شود (Jan *et al*., 2008). الیاف پوست ساقه استبرق دارای مقادیر بالای بافت سلولزی (۷۵٪)، بادوام، مدول الاستیسیته و طول الیاف زیاد نسبت به الیاف پنبه هستند و نسبت به بسیاری از الیاف دیگر مانند کتان و کنف شاهدانه[1] از نرمی بیشتری برخوردار می‌باشند (Reddy & Yang, 2007).

روش‌های متفاوتی برای استحصال الیاف موجود در ساقه‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. حفظ کیفیت الیاف جدا شده و بازده جداسازی فیبر در استخراج الیاف از اهمیت بالایی برخوردار است. روش‌های مکانیکی به دلیل حفظ کیفیت فیبر، ارزان بودن و عدم آلودگی شیمیایی و همچنین استفاده ساده و آسان از آنها در بین روش‌های استخراج فیبر بیشتر از سایر روش‌ها رایج است (Amel *et al*., 2013; Liu, 2005). به دلیل در دسترس بودن و فراوانی زیاد، قیمت پایین، سبکی، سازگاری با محیط و غیره امروزه مطالعات بسیاری در مورد کاربرد سلولز انجام شده است. از ذرات سلولز در ساخت کامپوزیت‌هایی با خواص بهبود یافته در رابطه با پلیمرهای طبیعی یا مصنوعی، استفاده از روکش کاغذ و تولید مواد با کیفیت بالا، مواد غذایی و آرایشی، لوازم پزشکی و دارویی استفاده می‌شود (Cheng *et al*., 2010). اخیراً استفاده از سلولز برای تولید محصولات بیولوژیکی و مواد شیمیاییِ مفید مورد مطالعه قرار گرفته است. در بسیاری از بخش‌ها مانند داروسازی، نساجی، صنایع نظامی، صنایع غذایی، شوینده‌ها، فیلم‌های عکاسی و غیره سلولز و مشتقات آن استفاده می‌شود (Cheng *et al*., 2010). چوب استبرق با داشتن وزن مخصوص ویژه $0/34\ g/cm^3$، در دسته چوب‌های سبک قرار می‌گیرد. مقدار سلولز و همی‌سلولز آن نیز در محدوده چوب سوزنی‌برگان می‌باشد (Knudsen & Zeller, 1993). تنه این گونه برای استفاده در صنایع لیگنین سلولزی، ازجمله ساخت کاغذ استفاده می‌شود. ماده اصلی تأمین‌کننده مواد اولیه صنایع کاغذسازی در سطح جهان، چوب منابع جنگلی است که هرساله جنگل‌های زیادی برای تأمین آن در سطح جهان تخریب می‌شود. این کاهش منابع چوبی موجب شده است تا بهره‌گیری از منابع جایگزین به‌ویژه الیاف غیرچوبی و یا گونه‌های سریع‌الرشد، مورد بررسی قرار گیرد.

باوجوداین، به دلیل عدم کشت و برداشت و تأمین نیاز بخش‌های مختلف دارویی و صنعتی استبرق، برداشت مستقیم از اکوسیستم‌های اصلی انجام می‌شود که این امر به از بین رفتن منابع ژنتیکی ارزشمند کمک می‌کند. بنابراین با مطالعه زیستگاه‌های این گیاه، الگو و ایده‌ای برای تولید انبوه و اهلی‌سازی آن ایجاد می‌شود. در این تحقیق بررسی کیفیت ترکیبات سلولز اکوتیپ‌های مختلف گیاه استبرق مورد توجه و بررسی قرار گرفت.

1- Hemp

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

محل نمونه‌برداری و اجرای پروژه

به‌منظور تعیین نقاط پراکنش، ابتدا محدوده رویشگاه‌های گیاه استبرق با استفاده از منابع اولیه موجود از فلور رنگی ایران، گزارش‌های کارشناسی و پیمایش صحرایی مشخص شد. آنگاه برداشت نمونه گیاهان در مرحله گلدهی در قالب طرح آشیانه‌ای از استان‌های هرمزگان، فارس و بوشهر انجام شد. تعداد ۱۰ ژنوتیپ از هر رویشگاه برای نمونه‌برداری انتخاب گردید. از هر ژنوتیپ ۳ شاخه گل‌دار به صورت تصادفی برای بررسی صفات مورد بررسی انتخاب گردید.

تهیه و استخراج سلولز

تهیه نمونه

ابتدا پوست خارجی را از ساقه‌های استبرق جدا نموده و ساقه‌ها به صورت قطعات کوچک خرد و بعد با آب‌مقطر شسته شدند. پس از خشک شدن ساقه‌های استبرق در آون، در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌وسیله آسیاب پودر شدند. سپس پودر چوب از الک عبور داده شد. جدول ۱ نام اختصاری اکوتیپ‌های استخراج سلولز می‌باشد.

تهیه هولوسلولز

مقدار ۱/۲۵ گرم پودر چوب از نمونه‌های مختلف استبرق به‌وسیله ترازوی دقیق توزین و هر نمونه به یک ارلن مایر جداگانه منتقل شد. سپس ۴۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر داغ، ۰/۲۵ میلی‌لیتر استیک اسید گلاسیال و ۰/۵۰ گرم سدیم کلریت به آنها اضافه شد. دهانه ارلن‌ها با درپوش پوشانده شد و داخل حمام آبگرم در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از یک ساعت دوباره ۰/۲۵ میلی‌لیتر استیک اسید گلاسیال و ۰/۵۰ گرم سدیم کلریت به مخلوط هر یک از ارلن‌ها اضافه شد. عمل افزودن استیک اسید گلاسیال و سدیم کلریت به مخلوط واکنش در شش مرتبه و با فاصله زمانی یک ساعت انجام گردید. پس از گذشت ۶ ساعت از زمان انجام واکنش و بعد از اضافه کردن ۰/۲۵ میلی‌لیتر استیک اسید گلاسیال و ۰/۵۰ گرم سدیم کلریت به مخلوط برای مرتبه ششم، واکنش به مدت ۲۴ ساعت در حمام آبگرم در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. در هنگام انجام واکنش، رنگ مخلوط واکنش از زرد به سفید تغییر یافت. پس از پایان زمان واکنش، مخلوط در دمای اتاق سرد شد و هولوسلولز به‌وسیله قیف بوخنر (Buchner flask) روی کاغذ صافی فیلتر شد. هولوسلولز با آب‌مقطر و درنهایت با استون شست‌وشو داده شد و بعد در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک شد. پس از خشک شدن، میزان هولوسلولز استبرق با توزین دقیق به‌دست آمد (شکل ۱ و ۲).

جدول ۱- نام اکوتیپ‌های مختلف استخراج سلولز و نام اختصاری آنها

شماره جمعیت	نام مناطق	اختصار	شماره جمعیت	نام مناطق	اختصار
۱	هرمزگان- آبماه	HA	۸	هرمزگان- تازیان	Ht
۲	هرمزگان- ایسین	He	۹	هرمزگان- تنگ‌زاغ	Hz
۳	هرمزگان- فرودگاه	Hf	۱۰	فارس- قلاتویه	Hgh
۴	هرمزگان- میناب	Hm	۱۱	بوشهر- گناوه	Bg
۵	هرمزگان- نخل ناخدا	Hn	۱۲	بوشهر- حیدریه	Bh
۶	هرمزگان- حاجی‌آباد	Hh	۱۳	بوشهر- کنگان	Bk
۷	هرمزگان- سورو	Hs	۱۴	هرمزگان- پارسیان	PH

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱- نمایی از واکنش تهیه هولوسلولز

شکل ۲- نمونه‌های هولوسلولز از اکوتیپ‌های مختلف استبرق

جدول ۲- میزان هولوسلولز در نمونه‌های مختلف ساقه استبرق

شماره جمعیت	نام مناطق	اختصار	هولوسلولز (گرم)	شماره جمعیت	نام مناطق	اختصار	هولوسلولز (گرم)
۱	هرمزگان- آبماه	HA	۰/۶۸	۸	هرمزگان- تازیان	Ht	۰/۶۲
۲	هرمزگان- ایسین	He	۰/۶۵	۹	هرمزگان- تنگ‌زاغ	Hz	۰/۶۶
۳	هرمزگان- فرودگاه	Hf	۰/۶۱	۱۰	هرمزگان- قلاتویه	Hgh	۰/۶۴
۴	هرمزگان- میناب	Hm	۰/۶۲	۱۱	بوشهر- گناوه	Bg	۰/۶۳
۵	هرمزگان- نخل ناخدا	Hn	۰/۶۵	۱۲	بوشهر- حیدریه	Bh	۰/۶۴
۶	هرمزگان- حاجی آباد	Hh	۰/۶۳	۱۳	بوشهر- کنگان	Bk	۰/۵۷
۷	هرمزگان- سورو	Hs	۰/۵۹	۱۴	هرمزگان- پارسیان	PH	۰/۶۳

www.SID.ir

Archive of SID

تهیه آلفا- سلولز

مقدار ۰/۳ گرم هولوسلولز از نمونه‌های مختلف استبرق به‌وسیله ترازوی دقیق توزین شد و هر نمونه به یک بشر جداگانه منتقل شد. ۱/۵ میلی‌لیتر سود (NaOH) ۱۷/۵ درصد به هر نمونه اضافه شد و ظرف واکنش داخل حمام آب با دمای۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. مخلوط را با یک همزن شیشه‌ای همزده و بعد روی بشر با شیشه ساعت پوشانده شد. بعد از ۵ دقیقه ۰/۷۵ میلی‌لیتر سود ۱۷/۵ درصد به مخلوط اضافه و مخلوط با همزن همزده شد و دوباره طی فاصله زمانی پنج دقیقه دو مرتبه این عمل انجام گردید. سپس به مدت ۳۰ دقیقه مخلوط در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد باقی‌ماند. در مرحله بعد ۵ میلی‌لیتر آب‌مقطر به مخلوط اضافه شد و مخلوط به مدت ۱ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد باقی‌ماند. مخلوط روی قیف بوخنر فیلتر شد و با ۲/۵ میلی‌لیتر سود ۸/۳ درصد شست‌وشو داده شد. سپس آلفا-سلولز با مقدار زیادی آب‌مقطر شستشو داده شد و در مرحله بعدی با ۲/۲۵ میلی‌لیتر استیک اسید ۱۰ درصد شستشو گردید. در نهایت آلفا-سلولز با مقدار زیادی آب‌مقطر شست‌وشو داده شد تا pH محلول عبور داده شده از قیف خنثی شود. آلفا-سلولز به‌دست‌آمده به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک شد. پس از خشک شدن، میزان آلفا-سلولز استبرق با توزین دقیق به‌دست آمد و درصد آلفا-سلولز از رابطه زیر محاسبه شد.

۱۰۰× وزن اولیه هولوسلولز /وزن اولیه هولوسلولز = آلفا- درصد سلولز

بررسی ابعاد الیاف

ابعاد الیاف شامل طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی با ۳۰ تکرار بررسی شد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

تجزیه‌وتحلیل داده‌های سلولز با نرم‌افزار SAS (V 9.4) و مقایسه میانگین‌ها به روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج

هولوسلولز

نتایج آنالیز تجزیه واریانس داده‌های هولوسلولز گیاه استبرق در اکوتیپ‌های مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین هولوسلولز نشان داد که از بین ۱۴ اکوتیپ مورد مطالعه گیاه استبرق بیشترین مقدار هولوسلولز مربوط به اکوتیپ هرمزگان- آبماه (۵۴/۹۵٪) و کمترین میزان هولوسلولز مربوط به اکوتیپ بوشهر-کنگان (۴۵/۲۷٪) و هرمزگان- سورو (۴۷/۱۱٪) می‌باشد (شکل ۳).

آلفا سلولز

نتایج آنالیز تجزیه واریانس داده‌های آلفاسلولز گیاه استبرق در اکوتیپ‌های مورد مطالعه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین آلفاسلولز نشان داد که از بین ۱۴ اکوتیپ مورد مطالعه رویشگاه گیاه استبرق بیشترین مقدار آلفاسلولز مربوط به اکوتیپ بوشهر- حیدریه (۶۱/۱٪) و کمترین میزان آلفاسلولز مربوط به اکوتیپ بوشهر- کنگان (۵۱/۲٪) و بوشهر- گناوه (۵۱/۴٪) می‌باشد (شکل ۴).

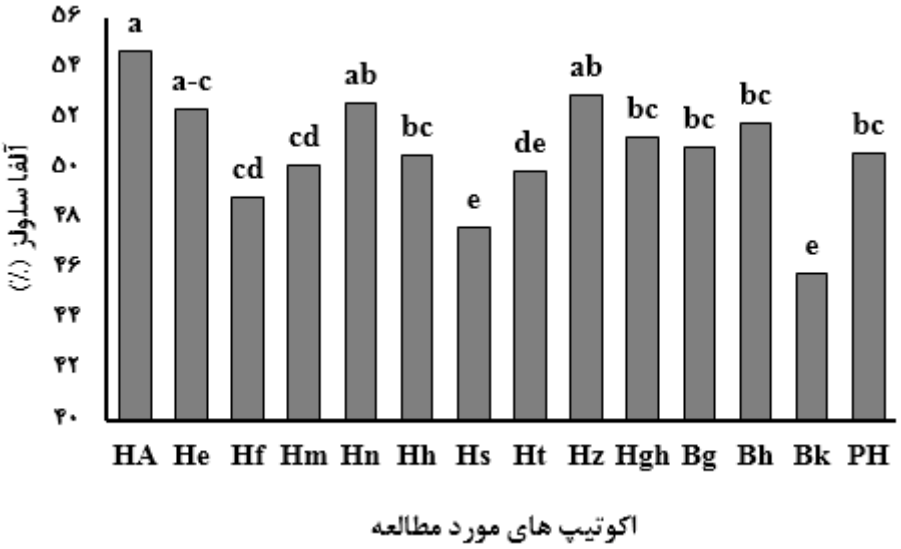
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس هولوسلولز اکوتیپ‌های گیاه استبرق (*Calotropis procera* Willd.)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
هولوسلولز	۱۳	۲۳/۶۹**
خطای آزمایش	۲۸	۲/۲۹
ضریب تغییرات		۲/۹۸

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

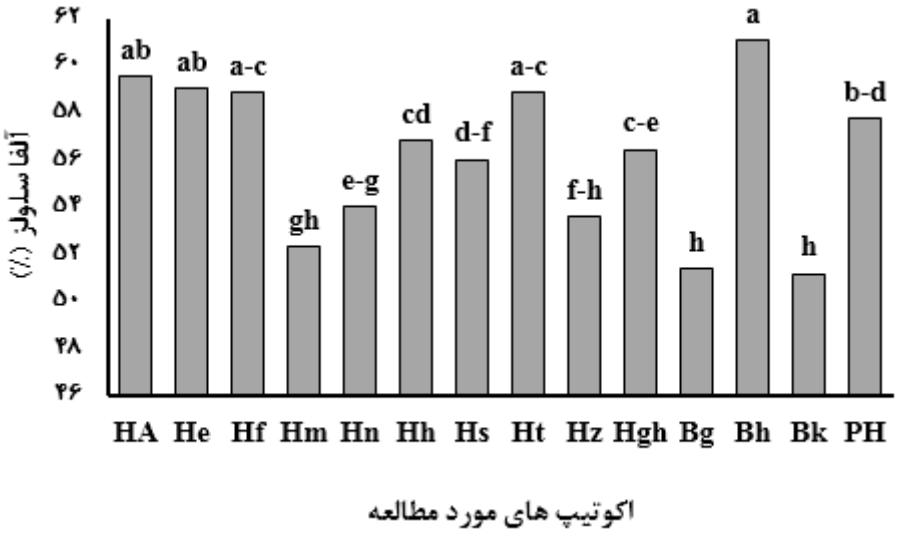


شکل ۳- درصد هولوسلولز اکوتیپ‌های گیاه استبرق (*Calotropis procera* Willd.)

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس آلفاسلولز اکوتیپ‌های گیاه استبرق (*Calotropis procera* Willd.)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
هولوسلولز	۱۳	۳۱/۲۴**
خطای آزمایش	۲۸	۲/۰۶
ضریب تغییرات		۲/۵۵

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد



شکل ۴- درصد آلفاسلولز اکوتیپ‌های گیاه استبرق (*Calotropis procera* Willd.)

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی ابعاد الیاف

نتایج آنالیز تجزیه واریانس داده‌های طول الیاف، قطر الیاف و ضخامت دیواره سلولی الیاف گیاه استبرق در اکوتیپ‌های مختلف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). البته نتایج آنالیز تجزیه واریانس داده قطر حفره سلولی معنی‌دار نبود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین طول الیاف مربوط به اکوتیپ میناب و تازیان (۰/۸۱ و ۰/۷۸ میلی‌متر) و کمترین میزان مربوط به اکوتیپ حاجی‌آباد (۰/۵۷ میلی‌متر) می‌باشد (جدول ۷).

بیشترین قطر الیاف مربوط به اکوتیپ ایسین (۳۴/۸۷ میکرون) و کمترین مربوط به اکوتیپ آبماه (۲۹/۳۰ میکرون) است. بیشترین قطره حفره سلولی الیاف در اکوتیپ ایسین (۲۳/۵۸ میکرون) و کمترین مربوط به اکوتیپ حیدریه و آبماه به‌ترتیب (۲۰/۱۷ و ۱۹/۹۱ میکرون) بود. اکوتیپ ایسین (۵/۶۴ میکرون) بیشترین ضخامت دیواره سلولی و کمترین در اکوتیپ حاجی‌آباد (۳/۹۷ میکرون) مشاهده شد (جدول ۶).

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس ابعاد الیاف اکوتیپ‌های گیاه استبرق (*Calotropis procera* Willd.)

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول الیاف	قطر الیاف	قطر حفره سلولی	ضخامت دیواره سلولی
ابعاد الیاف اکوتیپ‌ها	۱۰	۰/۱۹**	۷۵/۸۳**	۳۹/۴۰^{ns}	۹/۶۹**
خطای آزمایش	۴۰۹	۰/۰۱۶	۲۵/۸۹	۲۲/۴۹	۱/۸۹
ضریب تغییرات		۱۹/۵۷	۱۶/۲۹	۲۱/۹۹	۲۸/۴۹

ns، *و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

جدول ۶- میزان ابعاد الیاف در نمونه‌های مختلف ساقه استبرق (*Calotropis procera* Willd.)

اکوتیپ	طول الیاف	قطر الیاف	قطر حفره سلولی الیاف	ضخامت دیواره سلولی
HA	۰/۶۳^{de}	۲۹/۳۱^{b}	۲۰/۱۷^{c}	۴/۵۷$^{c-f}$
He	۰/۷۱^{b}	۳۴/۸۷^{a}	۲۳/۵۸^{a}	۵/۶۴^{a}
Hf	۰/۶۴^{cde}	۳۱/۴۵^{b}	۲۲/۹۰^{ab}	۴/۲۷^{ef}
Hm	۰/۸۱^{a}	۳۲/۱۳^{b}	۲۱/۵۳^{bc}	۵/۲۹^{abc}
Hn	۰/۶۳^{de}	۳۱/۱۹^{b}	۲۱/۹۶^{abc}	۴/۶۱^{be}
Hh	۰/۵۷^{e}	۲۹/۶۵^{b}	۲۱/۷۰^{abc}	۳/۹۷^{f}
Hs	۰/۶۱^{de}	۳۲/۱۳^{b}	۲۲/۲۲^{abc}	۴/۹۵$^{a-e}$
Ht	۰/۷۸^{a}	۳۱/۶۲^{b}	۲۰/۷۶^{abc}	۵/۴۲^{ab}
Hz	۰/۶۶^{bcd}	۳۱/۳۶^{b}	۲۰/۵۱^{abc}	۵/۴۲^{ab}
Hgh	۰/۶۰^{de}	۳۰/۲۵^{b}	۲۰/۷۶^{bc}	۴/۷۴$^{b-e}$
Bg	۰/۶۰^{de}	۳۱/۳۶^{b}	۲۲/۳۹^{abc}	۴/۴۸$^{d-f}$
Bh	۰/۶۱^{de}	۲۹/۴۰^{b}	۱۹/۹۱^{c}	۴/۷۴$^{b-e}$
Bk	۰/۶۳^{de}	۳۰/۷۶^{b}	۲۲/۲۲^{abc}	۴/۲۷^{ef}
PH	۰/۶۹^{bc}	۳۱/۷۰^{b}	۲۱/۲۸^{abc}	۵/۲۱$^{a-d}$

- در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با یکدیگر ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

گیاه استبرق به دلیل داشتن مواد دارویی گوناگون و مقاومت به شرایط نامساعد محیطی به‌عنوان یکی از گیاهان دارویی با ارزش شناخته می‌شود، در این تحقیق سعی شده که اکوتیپ‌های مختلف استبرق مطالعه و کیفیت سلولز آنها مورد بررسی قرار گیرد. در این تحقیق بین اکوتیپ‌های مورد مطالعه میزان هولوسلوز و آلفاسلولز تفاوت معنی‌داری با یکدیگر مشاهده شد. نتایج نشان داد که بیشترین درصد هولوسلولز در اکوتیپ آبماه با ۵۴/۹۵٪ و آلفاسلولز اکوتیپ حیدریه با ۶۱/۱۰٪ بود که میزان هولوسلولز و آلفاسلولز بیشتری را نسبت به مطالعه استخراج شیمیایی از ساقه گل رز داشتند، به‌طوری‌که ۷۱/۰۸ درصد هولوسلولز، ۴۶/۹۶ درصد آلفاسلولز، ۱۶/۳۶ درصد لیگنین و ۱/۵۳ درصد خاکستر نشان داد. نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی چوب تنه استبرق نشان داد که هولوسلولز و آلفاسلولز با نتایج (Nasser *et al*., 2012) مطابقت دارد که این تغییرات را می‌توان به تنوع درون‌گونه‌ای اکوتیپ‌ها و اثر رویشگاهی مرتبط دانست. به‌طوری‌که کمترین میزان آلفاسلولز و هولوسلولز مربوط به رویشگاه بوشهر- کنگان و بیشترین میزان آلفاسلولز و هولوسلولز به‌ترتیب در رویشگاه‌های بوشهر- حیدریه و هرمزگان- آبماه بود. در بررسی مطالعه جداسازی و خصوصیات سلولز و آلفاسلولز از ضایعات بیومس نخل خرما از تیمار اسیدی با غلظت کم برای جداسازی سلولز و آلفاسلولز استفاده شد. بازده سلولز به‌دست‌آمده از قسمت‌های فیبر به‌ترتیب ۷۴/۷۰٪، ۷۳/۸۲٪ و ۷۱/۵۰٪ بود، درحالی‌که بازده آلفاسلولز مربوطه به‌ترتیب ۶۴/۷۵٪، ۶۳/۷۸٪ و ۴۰/۷۰٪ بود. نتایج این مطالعه نوید استفاده از ضایعات نخل خرما به‌عنوان ماده اولیه برای تولید سلولز و آلفاسلولز را نشان می‌دهد (Galiwango *et al*., 2019) که برای جداسازی آلفاسلولز در تحقیق ما از تیمار NaOH با غلظت ۱۷/۵ درصد برای استخراج استفاده شد و بازده آلفاسلولز مربوط به اکوتیپ حیدریه ۶۱/۱۰٪ بود. همچنین محتوای آلفاسلولز با برخی ضایعات کشاورزی مانند باگاس حاصل از Agave tequilana (۵/۴۵ درصد)، (Espino *et al*., 2014)، بقایای garlic straw ۴۱ درصد (Kallel *et al*., 2016) و الیاف پوسته arecant ۳۱/۱۸ درصد (Chandra *et al*., 2016)، کاه گندم ۳۹ درصد (Sun *et al*., 2005) و پوسته برنج ۳۵ درصد (Johar *et al*., 2012) استخراج گردید که نسبت به استبرق دارای آلفاسلولز کمتری بود. البته استفاده از تیمارهای شیمیایی برای استخراج آلفاسلولز توسط چندین مطالعه ثبت شده است (Iiyas *et al*., 2017; Kallel *et al*., 2016). در نتایج این تحقیقات استخراج هولوسلولز و آلفاسلولز از ساقه‌چوب استبرق و توسط تیمارهای شیمیایی (استیک اسید و سود (NaOH) ۱۷/۵ درصد) انجام گردید. میزان استخراج بقایای گیاهی به نوع منبع، تیمار مورد استفاده و شرایط فرایند بستگی دارد (Hernandez *et al*., 2018; Leite *et al*, 2017; Liu *et al*., 2016).

در سایر پژوهش‌ها نیز از تیمارهای شیمیایی NaOH و KOH برای استخراج همی‌سلولز استفاده شده (Iiyas *et al*, 2017; Jiang & Hsieh, 2015) که با نتایج مطالعات ما در استفاده از این محلول‌ها مطابقت داشت. بنابراین می‌توان بیان کرد که هیدرولیز اسیدی معمول‌تر با اسید سولفوریک در شرایط مختلف، اندازه ذرات را کاهش و تبلور را افزایش می‌دهد و نیز انعطاف‌پذیری ماده به‌دست‌آمده را بهبود می‌بخشد که با پژوهش‌های (Kallel *et al*., 2016; Saurabh *et al*., 2016) مطابقت داشت. از سوی دیگر، (Hernandez *et al*., 2018) نانو کریستال‌های سلولزی را از کاه ذرت، با استفاده از روش قلیایی، سفیدکننده و هیدرولیز اسید جداسازی کردند. نتایج نشان داد که میزان جذب باند با استفاده از هیدرولیز اسید افزایش می‌یابد، زیرا باعث افزایش از بین رفتن پیوند هیدروژن بین زنجیره‌های سلولز می‌شود. مشابه این نتایج در ساقه‌های گل رز، سلولز بلوری و نانوالیاف سلولزی جداسازی شد (Saurabh *et al*., 2016). در بررسی نتایج مطالعه ما نشان داده شد که استخراج سلولز گیاه استبرق از بین ۱۴ اکوتیپ، بیشترین مقدار طول الیاف مربوط به اکوتیپ میناب و تازیان (۰/۸۱ و ۰/۷۸ میلی‌متر)، بیشترین قطر الیاف در اکوتیپ ایسین (۳۴/۸۷ میکرون)، قطره حفره سلولی (۲۳/۵۸ میکرون) و ضخامت دیواره سلولی (۵/۶۴

www.SID.ir

Archive of SID

میکرون) بود. البته نسبت ابعاد الیاف گزارش شده در مقالات از ۱۰ به ۷۰ متغیر است (Kallel *et al*., 2016; Maji *et al*., 2013). در پژوهشی برای جداسازی الیاف ساقه استبرق از روش شیمیایی استفاده نمودند (پوست را به‌طور دستی از ساقه جدا کرده و در محلول سدیم هیدروکسید) و طول الیاف جدا شده از ساقه را بین ۱۱ تا ۱۵ سانتی‌متر گزارش کردند (Reddy & Yang, 2009)؛ به‌طوری‌که در نتایج مطالعات ما مشخص شد که طول الیاف از ۰/۵۷ تا ۰/۸۱ میلی‌متر در بین ۱۴ اکوتیپ متغیر بود و برای جداسازی آن از روش شیمیایی استفاده شد.

نتیجه‌گیری

درختچه استبرق به‌طور گسترده در مناطق گرمسیر ایران یافت می‌شود و ساقه الیافی آن دارای مزایایی مانند مقاومت بالا، داشتن لطافت و درصد بالای سلولز است. شناسایی اکوتیپ‌های برتر در رویشگاه‌های مختلف از لحاظ درصد سلولز از مزایای این تحقیق می‌باشد. نتایج کلی نشان داد که تنوع زیادی در بین اکوتیپ‌های استبرق بر اساس ترکیبات سلولزی وجود دارد که نشان‌دهنده قابلیت ژنتیکی بالا می‌باشد. در نتایج استخراج سلولز نشان داده شد که بیشترین درصد هولوسلولز و آلفاسلولز به‌ترتیب در اکوتیپ هرمزگان- آبماه با ۵۴/۹۵٪ و بوشهر- حیدریه ۶۱/۱۰٪ مشاهده شد. به‌نحوی‌که بیشترین مقدار طول الیاف مربوط به اکوتیپ میناب و تازیان (۰/۸۱ و ۰/۷۸ میلی‌متر)، بیشترین قطر الیاف در اکوتیپ ایسین (۳۴/۸۷ میکرون)، قطره حفره سلولی (۲۳/۵۸ میکرون) و ضخامت دیواره سلولی (۵/۶۴ میکرون) بود. با توجه به اینکه کشور ما از منابع چوبی کمی برخوردار می‌باشد و از سوی دیگر این گونه خودرو در مناطق جنوبی خشک و با منابع آبی کم کشـورمان از رشد مناسبی برخوردار می‌باشد، می‌تواند به‌عنوان یک منبع چوبی در صنایع سلولزی مـورد بررسـی کلی قرار گیرد و در صورت مناسب بودن، به صورت گسترده کشت شود. ازاین‌رو به‌نژادگران با در دست داشتن اطلاعات صحیح و دقیق از تنوع ژنتیکی، به‌طور مستقیم به جمع‌آوری ذخایر توارثی مورد نیاز مبادرت می‌ورزند و می‌توانند از اکوتیپ‌های برتر استبرق شامل آبماه، حیدریه، ایسین، میناب و تازیان در پروژه‌های اصلاحی و اهلی‌سازی مطلوب متناسب با نیاز صنایع مختلف استفاده نمایند.

منابع مورد استفاده

-Amel, A. B., Tahir Paridah, M., Sudin, R., Anwar, U. M. K., and Hussein, A. S., 2013. Effect of fiber extraction methods on some properties of kenaf bast fiber. Industrial Crops and Products, 46: 117- 123.
-Bode, H.B., Zeeck, A., Plückhahn, K. and Jendrossek, D., 2000. Physiological and chemical investigations into microbial degradation of synthetic poly (cis-1, 4-isoprene). Applied and Environmental Microbiology, 66(9): 3680-3685.
-Chandra, J., George, N. and Narayanankutty, S. K., 2016. Isolation and characterization of cellulose nanofibrils from arecanut husk fibre. Carbohydrate polymers, 142: 158-166.
-Cheng, H. N., Dowd, M. K., Selling, G. W. and Biswas, A., 2010. Synthesis of cellulose acetate from cotton byproducts. Carbohydrate polymers, *80*(2): 449-452.
-Espino, E., Cakir, M., Domenek, S., Román-Gutiérrez, A. D., Belgacem, N. and Bras, J., 2014. Isolation and characterization of cellulose nanocrystals from industrial by-products of Agave tequilana and barley. Industrial Crops and Products, 62: 552-559.
-Galiwango, E., Rahman, N. S. A., Al-Marzouqi, A. H., Abu-Omar, M. M. and Khaleel, A. A., 2019. Isolation and characterization of cellulose and α-cellulose from date palm biomass waste. Heliyon, 5(12): p.e02937.
-Hassan, L. M., Galal, T. M., Farahat, E. A. and El-Midany, M. M., 2015. The biology of *Calotropis procera* (Aiton) WT. Trees, 29(2): 311-320.
-Hernandez, C. C., Ferreira, F. F. and Rosa, D. S., 2018. X-ray powder diffraction and other analyses of cellulose nanocrystals obtained from corn straw by chemical treatments. Carbohydrate polymers, 193: 39-44.
-Ilyas, R. A., Sapuan, S. M., Ishak, M. R. and Zainudin, E. S., 2017. Effect of delignification on the physical, thermal, chemical, and structural properties of sugar palm fibre. BioResources, 12(4): 8734-8754.
-Jiang, F. and Hsieh, Y. L., 2015. Cellulose nanocrystal isolation from tomato peels and assembled nanofibers. Carbohydrate Polymers, 122: 60-68.
-Johar, N., Ahmad, I. and Dufresne, A., 2012. Extraction, preparation and characterization of cellulose fibres and nanocrystals from rice husk. Industrial Crops and Products, 37(1): 93-99.
-Kallel, F., Bettaieb, F., Khiari, R., García, A., Bras, J.

www.SID.ir

Archive of SID

Calotropis procera (AIT) wood and its relation to utilizations. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 12(1): 5-16.

-Parihar, G., Sharma A., Ghule S., Sharma P., Deshmukh P. and Srivastava D. N., 2011. Anti-inflammatory effect of *Calotropis procera* root bark extract. Asian Journal of Pharmacy and Life Science,1(1): 29–44.

-Reddy, N. and Yang, Y., 2007. Structure and properties of natural cellulose fibers obtained from sorghum leaves and stems. Journal of agricultural and food chemistry, 55(14): 5569-5574.

-Rivas, R., Frosi, G., Ramos, D. G., Pereira, S., Benko-Iseppon, A. M. and Santos, M. G., 2017. Photosynthetic limitation and mechanisms of photoprotection under drought and recovery of *Calotropis procera*, an evergreen C3 from arid regions. Plant physiology and biochemistry, 118: 589-599.

-Saurabh, C. K., Mustapha, A., Masri, M. M., Owolabi, A. F., Syakir, M. I., Dungani, R., Paridah, M. T., Jawaid, M. and Abdul Khalil, H. P. S., 2016. Isolation and characterization of cellulose nanofibers from Gigantochloa scortechinii as a reinforcement material. Journal of Nanomaterials, pp 8.

-Sharma, A. K., Kharb, R, and Kaur R., 2011. Pharmacognostical aspects of *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. International Journal of Pharma and Bio Sciences, 2(3): 480–8.

-Sun, X. F., Xu, F., Sun, R. C., Fowler, P. and Baird, M. S., 2005. Characteristics of degraded cellulose obtained from steam-exploded wheat straw. Carbohydrate research, 340(1): 97-106.

and Chaabouni, S. E., 2016. Isolation and structural characterization of cellulose nanocrystals extracted from garlic straw residues. Industrial Crops and Products, 87: 287-296.

-Kamrani, S., Sarayan, A. R. and Akbarpour, I., 2010. Studying from the Properties of Chemi-Mechanical Pulping and Alkaline Peroxide Mechanical Pulping of Wheat Straw Golestan province. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 25:1 (In Persian).

-Knudsen, H. D. and Zeller, R. D., 1993. The Milkweed Business in New Crops, Wiley, New York, 422 pp.

-Leite, A. L. M. P., Zanon, C. D. and Menegalli, F. C., 2017. Isolation and characterization of cellulose nanofibers from cassava root bagasse and peelings. Carbohydrate polymers, 157: 962-970.

-Liu, C., Li, B., Du, H., Lv, D., Zhang, Y., Yu, G., Mu, X. and Peng, H., 2016. Properties of nanocellulose isolated from corncob residue using sulfuric acid, formic acid, oxidative and mechanical methods. Carbohydrate polymers, 151: 716-724.

-Liu, Y., 2005. Diallel and Stability Analysis of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) in South Africa. Master of Science in Agriculture Faculty of Natural and Agricultural Sciences Department of Plant Sciences: Plant Breeding University of the Free State Bloemfontein, South Africa.

-Maji, S., Mehrotra, R. and Mehrotra, S., 2013. Extraction of high quality cellulose from the stem of *Calotropis procera*. South Asian J Exp Biol, 3(3), pp.113-118.

-Nasser, R. A., Al-Mefarrej, H. A., Khan, P. R. and Alhafta, K. H., 2012. Technological properties of

www.SID.ir

Archive of SID

Investigation on the possibility of extracting cellulose *Calotropis procera* Willd. Growing in southern Iran

M. Babakhani[1], A.R. Yavari[2*] and R. Azimi[3]

1-M.Sc. of Department of Horticulture Science and Engineering, College of Agriculture & Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.
2*-Corresponding author, Assistant Professor, Department of Horticulture Science and Engineering, College of Agriculture & Natural Resources, University of Hormozagan, Bandar Abbas, Iran,
Email: yavari@hormozgan.ac.ir – yavari313@gmail.com
3-Assistant Professor, Department of Medicinal plants, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Received: Jan., 2021 Accepted: April, 2021

Abstract

In the present study, the quality of cellulose extracted from 14 ecotypes (*Calotropis procera*) growing in Hormozgan, Fars and Bushehr provinces was evaluated to discover its potentials and use in breeding programs. Samples were selected and collected at the flowering stage in June and July 2017. In this study, the extraction and separation of holocellulose and alpha cellulose and fiber dimensions in terms of fiber length and diameter, lumen diameter and cell wall thickness were investigated. Concerning the cellulose quality, among the 14 ecotypes, the highest amount of holocellulose and alpha cellulose was in Hormozgan-Abmah ecotype (54.59%) Bushehr-Heydariyeh ecotype (61.1%), respectively. Comparison of mean fiber dimensions showed that the highest-fiber length was in Minab (0.81) and Tazian (0.78) ecotypes. The highest-fiber diameter, lumen diameter and cell wall thickness were 34.87, 23.58 and 5.64 microns respectively in the Isin ecotype. In general, the results showed that due to fibers' suitability and its high percentage of cellulose, this species could be comprehensively studied for industrial utilization. Considering the shortage of wood resources and the profitable growth of this specie in the arid southern regions with low water resources, it can be considered as a wood source in the cellulose industry to be widely cultivated.

Keywords: *Calotropis procera*, ecotype, holocellulose, alphacellulose.

www.SID.ir