

ارزیابی ترکیبات شیمیایی کاه گندم (خراسان) و مقایسه این ترکیبات در اجزای اصلی ساقه^۱

احمد جهان لتیباری^۵علی نقی کریمی^۴احمد رضا سرائیان^۳

چکیده

شناخت ویژگی‌های شیمیایی مواد اولیه نقش مهمی را در فناوری و شیوه‌های فرآوری این مواد ایفا می‌کند. از کاه گندم به‌عنوان یک پسماند زراعی قابل دسترس و فراوان در برخی از کشورهای در حال توسعه برای تهیه خمیر کاغذ استفاده می‌شود. کاه گندم این بررسی از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد برداشت شد. مشخصه‌های اندازه‌گیری شده در این پژوهش شامل مقادیر خاکستر، مواد قابل حل در آب سرد، قابل حل در آب گرم و قابل حل در سود سوزآور یک درصد، مواد استخراجی (استن حل)، سلولز و لیگنین بود که براساس استانداردهای آئین‌نامه TAPPI انجام گرفت. اجزای ساقه مورد بررسی عبارت از: مخلوط کاه گندم، میان‌بند اول، میان‌بند دوم و میان‌بند سوم ساقه (به ترتیب از بالا به پایین و به‌طور مجزا) گره‌ها و برگ‌ها بودند. داده‌ها نشان می‌دهد که مقدار خاکستر، مواد قابل حل در آب سرد، مواد قابل حل در آب گرم، مواد قابل حل در سود یک درصد و مواد استخراجی (استن حل) برگ در مقایسه با دیگر اجزا مورد بررسی بیشتر بود. درصد ترکیبات یادشده در ساقه گندم از بالا به پایین کاهش می‌یابد. مقادیر خاکستر، مواد قابل حل در آب سرد، آب گرم و سود سوزآور یک درصد در گره بیشتر از میان‌بندهاست. مقدار سلولز و لیگنین نیز در طول ساقه از بالا به پایین افزایش دارد^۱.

واژه‌های کلیدی: ساقه گندم، میان‌بند، گره، برگ، خاکستر، مواد قابل حل در آب، مواد قابل حل در سود سوزآور یک درصد، مواد استخراجی، سلولز، لیگنین.

^۱ - تاریخ دریافت: ۸۱/۷/۸، تاریخ پذیرش نهایی: ۸۲/۲/۲۲

^۲ - این بررسی با استفاده از اعتبارات مالی معاونت پژوهشی دانشگاه تهران انجام گرفت.

^۳ - دانشجوی دکتری علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

^۴ - دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

^۵ - استادیار دانشگاه آزاد اسلامی کرج

^۶ - این مقایسه بر مبنای درصد ارقام اندازه‌گیری شده براساس وزن ماده عاری از مواد استخراجی می‌باشد که در صورت مقایسه با وزن اولیه آن تفاوت آشکارتر خواهد بود.

مقدمه

محدودبودن منابع جنگلی در کشور و اهمیت زیست‌محیطی در حفظ و نگهداری این منابع کارشناسان این مرز و بوم را ملزم می‌سازد تا بررسی‌ها و تحقیقات گسترده‌ای را بر روی منابع غیرچوبی به‌عنوان جایگزینی برای چوب به‌ویژه در راستای تامین مواد اولیه کاغذسازی، به‌عنوان پرمصرف‌ترین منابع چوبی، معطوف نمایند.

کاه از قدیمی‌ترین مواد اولیه مورد استفاده در صنایع خمیر و کاغذ بوده است و تا قبل از اینکه در اواخر قرن نوزدهم صنعت خمیرکاغذ از چوب در اروپا و آمریکای شمالی گسترش یابد، منبع الیاف عمده در این نواحی به‌حساب می‌آمد و در حال حاضر نیز از مهم‌ترین منابع غیرچوبی دنیا محسوب می‌شود.

در بین منابع غیر چوبی، از کاه گندم به‌طور گسترده‌تر استفاده می‌شود. علت استفاده زیادتر از آن در مقایسه با دیگر گیاهان غیر چوبی برای تولید خمیر کاغذ در این حقیقت نهفته است که گندم از مهم‌ترین گیاهان زراعی و غیرچوبی است که به مقدار زیاد و در سطوح وسیعی از زمین‌های کشاورزی دنیا و حتی در نواحی خشک کشت می‌شود. طبق آمار سال‌های ۷۱ تا ۷۶ سطح زیرکشت آن در ایران در مجموع نزدیک به ۶/۵ میلیون هکتار (حدود ۲/۳ دیم و بقیه آبی) و مقدار تولید آن قریب به ۱۰/۴۴ میلیون تن (به جز چند سال اخیر به‌دلیل مشکل خشکسالی) تخمین زده شده است. طبق نظر کارشناسان ۱/۳ برابر این مقدار یعنی بالغ بر ۱۳ میلیون تن کاه گندم هر ساله در دسترس است که معادل چندبرابر چوب تولید شده در کشور است. در صورت استفاده از بخشی از این مقدار کمک قابل توجهی به کم‌کردن فشار بر منابع چوبی به‌عمل می‌آید.

از جمله اقدامات لازم برای قضاوت در مورد نحوه به‌کارگیری مواد لیگنوسلولوزی، انتخاب فناوری و روش‌های مناسب فراوری این مواد و نیز پیش‌بینی کیفیت محصول نهایی به شناخت ساختار شیمیایی این مواد نیاز می‌باشد. ساختار شیمیایی مواد لیگنوسلولوزی غیرچوبی نظیر مواد چوبی دارای تغییراتی در بین گونه‌ها و نیز در قسمت‌های

مختلف یک گونه می‌باشد. همانگونه که در بین چوب‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ درصد لیگنین متفاوت است بین کاه گندم و کلش برنج نیز این تفاوت وجود دارد و یا همانگونه که در چوب ساقه (تنه اصلی درخت) و چوب شاخه (چوب واکنشی) تفاوت در مقدار سلولز مشاهده می‌شود. این تفاوت در ساقه و برگ کاه گندم نیز مشهود است. به‌هرحال ویژگی‌های الیاف کاغذسازی چوب و غلات یکساله می‌تواند تحت تاثیر شرایط رشد و عوامل ژنتیکی قرار گیرد.

آرونوسکی^۱ و همکاران (۱۹۴۸) مقادیر خاکستر، مواد قابل حل در الکل - بنزن، لیگنین، همی سلولز و آلفا سلولز کاه گندم ایلینویز^۲ را به ترتیب ۸/۱، ۴/۵، ۲۰/۱، ۲۷/۶، ۳۴/۸ درصد مشخص کرد.

یعقوب‌زاده (۱۳۵۴) مقادیر خاکستر، مواد استخراجی، پنتوزان‌ها، لیگنین و سلولز کاه گندم (کرج) را به ترتیب ۵/۰۶، ۶/۰۱، ۲۹/۵ و ۲۹/۲۱ و ۴۴/۰۴ درصد تعیین نمود.

د.ک. میسرا^۳ (۱۹۸۳) مقادیر خاکستر، مواد قابل حل در آب گرم، لیگنین، پنتوزان‌ها و آلفا سلولز را به ترتیب برای کاه‌های آمریکا ۶/۶، ۷/۴، ۱۶/۷، ۲۸/۲ و ۳۹/۹ - اروپا ۹/۱، ۱۲/۶، ۱۶/۳، ۲۶/۸ و ۳۴/۷ - دانمارک ۳/۷، ۷/۹، ۲۰/۵، ۳۱/۳ و ۴۱/۶ - و هلند ۱۲/۵، ۱۵/۶، ۲۴/۶ و ۳۳/۳ درصد، همچنین مقادیر مواد قابل حل در الکل - بنزن کاه‌های آمریکا و دانمارک را ۳/۷ و ۲/۹ درصد و از سوی دیگر هولوسلولزها کاه‌های اروپا و دانمارک را ۷۳/۷ و ۷۲/۹ درصد گزارش کرد.

نامبرده در مورد کاه هلند مواد قابل حل در آب گرم میان‌بندهای ساقه، گره‌ها، برگ‌ها و خوشه‌ها را به ترتیب ۱۲، ۱۶/۱، ۱۳/۶ و ۱۲/۵، مواد قابل حل در اتر را نیز ۰/۸، ۰/۸ و ۳/۱، ۰/۹ - مقدار پنتوزان‌ها را ۲۴/۶، ۲۶/۴، ۳۳/۵ و ۲۹/۴ - لیگنین را ۱۸/۹، ۱۸/۲، ۱۳/۱ و ۱۵/۱ - آلفا سلولز آنها را ۳۹/۵، ۳۰/۶، ۳۳/۵ و ۲۹/۸ درصد گزارش کرد.

^۱ - Aronovsky

^۲ - Illinois

^۳ - D.K.Misra

اس.ک.گویال^{۱۱} و ا.ک.ری^{۱۲} (۱۹۹۱) از هند مقادیر خاکستر، سیلیس و مواد قابل حل در آب سرد، آب گرم، سود ۱ درصد و الکل-بنزن همچنین لیگنین^{۱۳} و پنتوزان‌های کاه‌گندم را به ترتیب ۱۰، ۶/۳، ۲۰/۲، ۲۱/۳، ۱۸/۲۸، ۴/۷ و ۲۳ درصد گزارش کرده‌اند.

ا.ام.هارتر^{۱۴} (۱۹۹۱) از کانادا مقادیر خاکستر، سیلیس، پنتوزان‌ها، لیگنین، آلفاسلولز و سلولز کراس و بوان کاه‌گندم را به ترتیب ۹-۴، ۷-۳، ۳۲-۲۶، ۳۵-۲۹ و ۵۴-۴۹ درصد ذکر کرده است.

عبدالکریم لیث^{۱۵}، آتیلا رب، اوپولیانزکی و ایستوان روزناک^{۱۵}، ۱۹۹۴ مقادیر خاکستر، مواد قابل حل در الکل بنزن، لیگنین، هولوسلولز، پنتوزان و آلفا سلولز کاه‌گندم مجارستان را به ترتیب ۵/۶، ۲/۸، ۲۰/۷۷، ۷۸/۳۵، ۲۱/۴۵، ۴۶/۴۱ درصد گزارش کردند.

مهدوی (۱۳۷۳) درصد ترکیبات شیمیایی کاه‌گندم (کرج) را در مورد خاکستر، مواد استخراجی قابل حل در الکل-بنزن، سلولز و لیگنین را به ترتیب ۵/۵، ۳/۶، ۵۳/۰۶ و ۱۸/۲۹ اندازه‌گیری کرد.

بیل و مونتیز^{۱۶} (۱۹۹۵) مقدار لیگنین کلاسون میان‌بندها را ۱۸/۹ درصد گره‌ها را ۱۴/۵۸ درصد و برگ‌ها را ۱۳/۵ درصد گزارش کرد.

کاشانی (۱۳۷۶) مقادیر خاکستر، مواد استخراجی، سلولز و لیگنین کاه‌گندم (گرگان) را به ترتیب ۷/۸۱، ۵/۶۷، ۴۶/۳۳ و ۲۱/۶۶ درصد تعیین کرد.

در این بررسی اندازه‌گیری مقادیر خاکستر، ترکیبات قابل حل در آب سرد، آب گرم، سود یک درصد و استون همچنین سلولز و لیگنین برای کاه و اجزای اصلی تشکیل‌دهنده آن از جمله میان‌بندهای اول، دوم و سوم ساقه (به ترتیب از بالا به پایین) به‌طور مجزا، گره‌ها و برگ‌ها

زیانگجوژانگ^۱ (۱۹۸۳) ترکیبات شیمیایی کاه‌گندم سه منطقه هبی^۲، شانکسی^۳ و جیانکسی^۴ چین را به ترتیب برای خاکستر ۶/۰۴، ۸/۲۲، ۷/۹۷-، مواد قابل حل در آب سرد آنها را ۵/۳۶، ۷/۱۴ و ۱۱/۳۰- آب گرم را ۲۳/۱۵ و ۱۳/۰۲-، سود ۱ درصد را ۴۴/۵۶، ۴۶/۸۲ و ۴۶/۷۰-، اتر را ۰/۱۵، و الکل-بنزن را ۵/۱۱ و ۵/۴۷- مقدار نیتوزان‌ها را ۲۵/۵۶، ۲۲/۸۰ و ۲۵/۰۵- لیگنین را ۲۲/۳۴، ۱۷/۰۵ و ۲۶/۳۶- و سلولزشان را ۴۰/۴، ۴۴/۳۳ و ۴۲/۰۹ درصد گزارش کرده است.

روهیت جی. پاتل^۵ و سی. اس. انگادیوار^۶ و ای. سرینیواسارآو^۷ از هند (۱۹۸۴) مقادیر خاکستر، مواد قابل حل در آب سرد، آب گرم، سود یک درصد، الکل-بنزن، همچنین هولوسلولزها، نیتوزان‌ها و لیگنین را به ترتیب ۱۰/۵، ۱۸/۸، ۲۱/۷، ۵۲/۵، ۴/۸، ۶۳/۸، ۱۹/۸ و ۱۴/۷ درصد ارائه کرده‌اند.

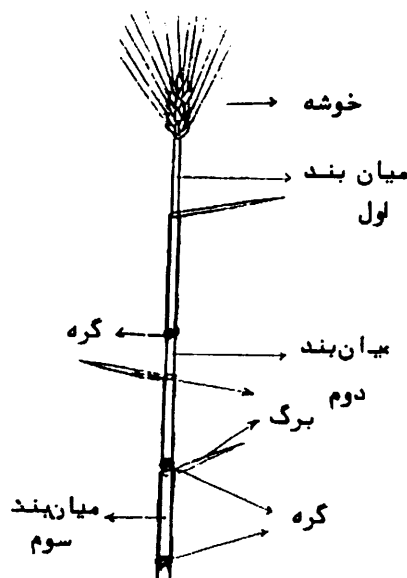
اسی.جی.منصور^۸ (۱۹۸۵) مقادیر خاکستر، رزین و موم، لیگنین، هولوسلولز، پنتوزان‌ها و نسبت سیلیس به خاکستر کاه‌یونان را به ترتیب ۶/۱۹، ۲/۵، ۱۹/۳، ۶۸/۷، ۲۷/۶ و ۴۴ درصد بیان کرده است.

موهان^۹ و همکاران (۱۹۸۸) مقادیر خاکستر، سیلیس و سیلیکات‌ها، مواد قابل حل در الکل-بنزن، لیگنین و همی سلولز کاه‌گندم هند را به ترتیب ۹/۹۹، ۶/۳، ۴/۷، ۲۳، ۲۸/۹ درصد تعیین نمود.

ژنگ^{۱۰} و همکاران (۱۹۹۰) مقادیر خاکستر میان‌بندها و برگ‌ها را ۵/۹۳ و ۱۳/۵ درصد ذکر کرده است.

^۱ -Xiangjuzhong^۲ -Hebei^۳ - Shanxi^۴ -Jiangxi^۵ - Rohit J. Patel^۶ -C.S.Angadiyavar^۷ -Y.Srinivasa Rao^۸ -A.C.G.Mansour^۹ -Mohan^{۱۰} - Zhang^{۱۱} - S.K.Goyal^{۱۲} -A.K.Ray^{۱۳} -Ash-Corrected^{۱۴} -A.M.Hurter^{۱۵} -Abdul Karim L.A., Attila R., Eva Polyanszky, Istvan R.^{۱۶} - Billa and Monties

برگ و خوشه مربوط به هر پلات که به وسیله داس و از نزدیکی سطح زمین قطع گردید توسط نخ پلاستیکی به دسته‌های مجزا تبدیل می‌شد. ۲۴ دسته برداشت شده به کارگاه گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی کرج (دانشگاه تهران) منتقل گردید (خرداد ۸۰). همچنین سه‌بسته (عدل) کاه ۱۰ کیلوگرمی، از بسته‌هایی که توسط دستگاه بسته‌بندی پس از برداشت گندم تهیه شده و در سطح مزرعه پراکنده بود، به‌طور تصادفی انتخاب و به کارگاه مذکور آورده شد (تیر ۸۰). برای تهیه نمونه‌های آزمایشی شامل مخلوط کاه، میان‌بندهای اول، دوم و سوم ساقه، گره‌ها و برگ‌ها (شکل ۱) به‌نحو زیر اقدام شد:



شکل ۱- اجزای ساقه گندم

بخش‌های زیرسنبله‌ها تا بالای اولین گره‌ها به‌عنوان میان‌بندهای اول، بخش‌های زیر اولین گره‌های ساقه و بالای دومین گره‌ها به‌عنوان میان‌بند دوم و بخش‌های زیر دومین گره‌ها و بالای سومین گره‌ها به‌عنوان میان‌بند سوم به‌کمک قیچی باغبانی از گره‌ها^۱ جدا شدند. میان‌بندهای

صورت گرفت. هدف از این بررسی شناخت دقیق‌تر و راهیابی برای توصیه در به‌کارگیری بخش‌های مناسب‌تر و در صورت امکان حذف قسمت‌های نامناسب این ماده لیگنوسلولزی، ضمن فرآوری از آن بود.

مواد و روش‌ها

کاه گندم مورد بررسی از قطعه زمینی با وسعت ۲۱ هکتار گندم‌زار متعلق به مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد، تهیه گردید. به این منظور نمونه‌ها از ۲۴ پلات ۲×۲ متری، با فاصله مرکزی هر پلات ۱۰۰ متر از طرفین، به‌صورت شبکه‌ای از برخورد سطرها و ستون‌های فرضی در طول و عرض گندم‌زار برداشته شد. ساقه گندم به‌همراه

برای تهیه نمونه کاه مخلوط از هر سه بسته مقدار ۱۰۰ تا ۲۰۰ گرم کاه برداشته شد و در کیسه نایلونی مشخص ریخته شد. در مورد تهیه دیگر نمونه‌ها ابتدا حدود ۱۰۰ ساقه گندم از هر بسته (۲۴ تایی) برداشته شد. سنبله‌های آنها حذف، برگ‌ها نیز از ساقه‌ها جدا گردید و در کیسه نایلونی مشخص جمع‌آوری گردید.

^۱ - درواقع محدوده گره‌ها، شامل گره و بخش‌های بالا و پایین آن که

کمتر از یک سانتی‌متر بودند

نسبت وزنی برگ، ساقه، گره، خوشه (به همراه دانه‌های آن) و نسبت وزنی میان‌بندها نیز مشخص شد.

در این بررسی آزمایشات مربوط به تعیین درصد خاکستر هر کدام در پنج تکرار و در مورد سایر موارد هر کدام در سه تکرار انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آنالیز واریانس در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد و گروه‌بندی میانگین‌ها با روش دانکن (DMRT) صورت گرفت.

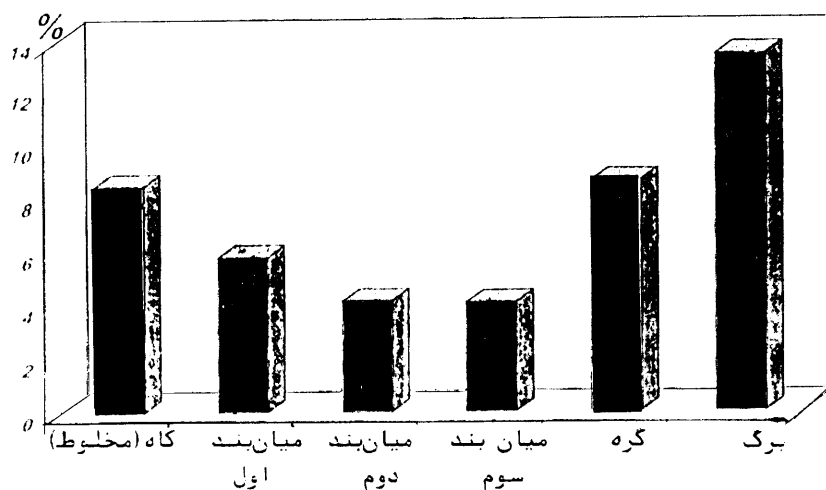
نتایج

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که:

کاه (مخلوط) حاوی ۸/۴۸ درصد خاکستر است. ساقه که مهم‌ترین جزو تشکیل‌دهنده کاه محسوب می‌گردد کمترین مقدار خاکستر (۵/۸-۴/۱ درصد) را دارد. مقدار این ترکیب در قسمت بالایی ساقه یا میان‌بند اول به‌طور معنی‌دار بیشتر (۵/۸۲ درصد) از قسمت‌های پایین‌تر ساقه است. به عبارتی میان‌بندهای ساقه، کمترین مقدار خاکستر را دارند و در ساختار ساقه گره‌ها که بخش ناچیزی از آن را تشکیل می‌دهند بیشترین درصد خاکستر (۸/۶۵ درصد) و حتی کمی بیش از مخلوط کاه را دارند. بخش اصلی خاکستر موجود در مخلوط کاه مربوط به برگ‌ها (۱۳/۵ درصد) است (شکل ۲).

اول، دوم، سوم و سپس گره‌ها هر کدام به‌عنوان نمونه آزمایشی مجزا در کیسه نایلونی جدا جمع‌آوری گردید. ابتدا محتویات هر کیسه (به جز گره‌ها) توسط قیچی باغبانی به ابعاد کوچکتری به اندازه ۳ تا ۵ سانتی‌متر تقسیم گردید و سپس هر نمونه به‌طور مجزا و مطابق با استاندارد CMA۸۵ T ۲۵۷ دستورالعمل TAPPI توسط آسیاب پودر شده و به کمک الک‌های ۴۰، ۶۰ و ۸۰ مش آرد موردنیاز آزمون‌های شیمیایی آنها تهیه گردید. پودرهای تهیه شده از نمونه‌ها در کیسه‌های مشخص (کدگذاری شده) ریخته شد و سپس درصد رطوبت آنها مطابق استاندارد ۸۸-T۲۶۴Om تعیین گردید. کیسه‌ها مسدود بوده و فقط موقع نمونه‌برداری باز می‌شدند تا رطوبت محتویات آنها تغییر نکند و از دقت آزمایشات کم نشود.

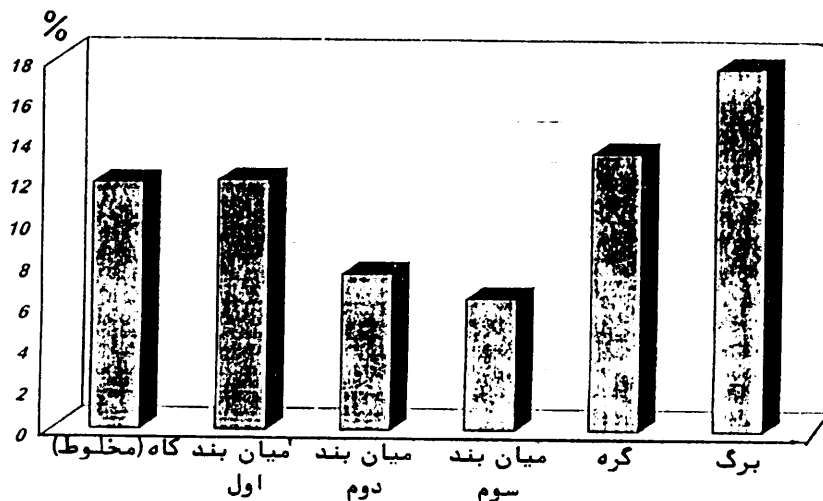
در این بررسی مقدار خاکستر نمونه‌ها طبق استاندارد شماره ۸۵-T۲۱۱Om، مقادیر مواد قابل حل در آب سرد و مواد قابل حل در آب گرم براساس استاندارد شماره ۸۸-T۲۰۷Om، مواد محلول در سود یک درصد مطابق استاندارد شماره ۸۸-T۲۱۲Om، مواد استخراج شده توسط استون^۲ (به جای الکل- بنزن) طبق استاندارد شماره ۸۸-T۲۰۴Om، مقدار لیگنین (روش کلاسون) نیز به اقتباس از استاندارد شماره ۸۸-T۲۲۲Om و سلولز هم به روش اتانل - اسیدنیتریک از پودر تهیه شده براساس این استانداردها از آیین‌نامه TAPPI تعیین شدند. همچنین



شکل ۲- مقایسه درصد خاکستر کاه (مخلوط) و اجزای ساقه

بیشترین این مواد در ساقه، مربوط به بخش گره‌هاست که معادل ۱۳/۴ درصد است. برگ‌ها، به‌عنوان دومین جزء تشکیل‌دهنده کاه مخلوط، بیشترین مقدار این ترکیبات (۱۷/۶۴ درصد) را به خود اختصاص می‌دهند (شکل ۳).

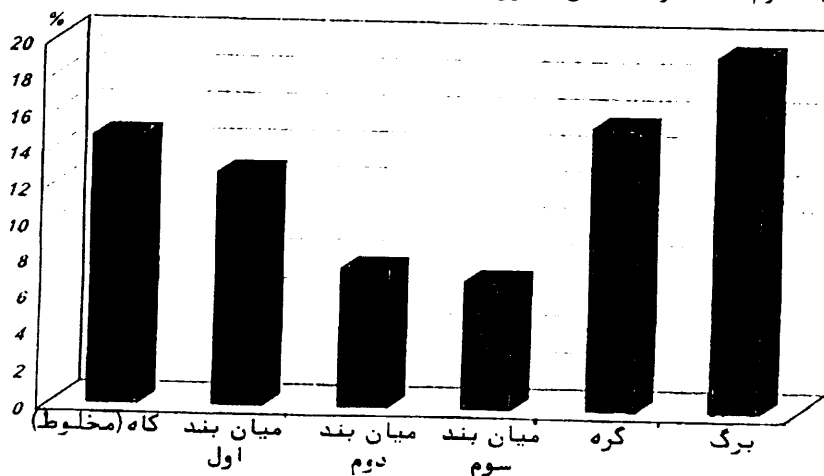
در مورد مواد قابل حل در آب سرد نتایج نشان می‌دهد که مقدار آن برای مخلوط کاه ۱۱/۸۷ درصد است. کمترین مقدار این مواد (به‌طور معنی‌دار) در قسمت پایین ساقه یا میان‌بند سوم (۶/۴۱ درصد) است در صورتی‌که در میان‌بند دوم ۷/۵۸ درصد و در میان‌بند اول ۱۲/۰۴ درصد است.



شکل ۳- مقایسه درصد مواد قابل حل در آب سرد کاه (مخلوط) و اجزای ساقه

۱۲/۷۳ درصد و بیشترین آن به‌طور معنی‌دار در گره‌ها ۱۵/۵ درصد است. مقدار مربوط به برگ‌ها (۱۹/۸ درصد) از تمام مواد یادشده به‌طور معنی‌دار بیشتر است (شکل ۴).

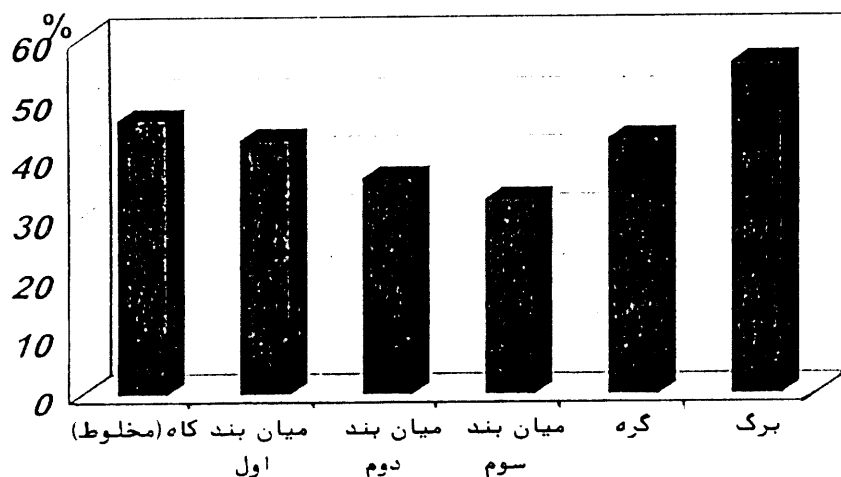
مقدار مواد قابل حل در آب گرم کاه مخلوط ۱۴/۷ درصد است. مقادیر مربوط به ساقه، شامل کمترین مقدار (به‌طور معنی‌دار) مربوط به پایین آن یا میان‌بند سوم معادل ۶/۹۳ درصد، میان‌بند دوم ۷/۸۷ درصد، میان‌بند اول



شکل ۴- مقایسه درصد مواد قابل حل در آب گرم کاه (مخلوط) و اجزای ساقه

طول ساقه از بالا به پایین به‌طور معنی‌دار کم می‌گردد و بیشترین مقدار در ساقه متعلق به گره‌هاست. به‌طور کلی بیشترین مقدار این مواد، ۵۵/۷۷ درصد، مربوط به برگ می‌باشد (شکل ۵).

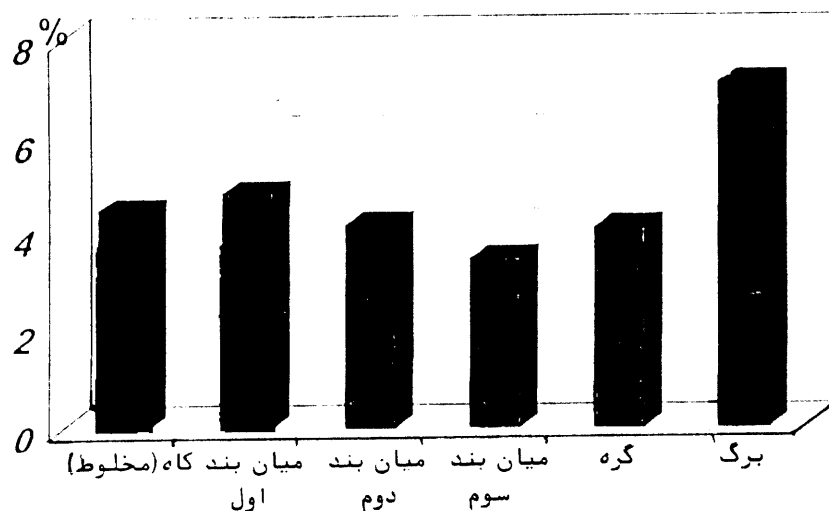
درصد مواد قابل حل در سودسوزآور یک درصد مخلوط کاه ۴۶/۳۳ می‌باشد و در مورد ساقه برای میان‌بندهای اول، دوم و سوم به‌ترتیب ۴۲/۷۶، ۳۶/۲۱ و ۳۲/۵۵ و برای گره‌ها ۴۲/۸۸ می‌باشد. به این معنی که درصد این ترکیبات در



شکل ۵- مقایسه درصد مواد قابل حل در سود ۱ درصد کاه (مخلوط) و اجزاء ساقه

آن حاوی ۴/۰۶ درصد است به عبارتی این مقدار از بالا به پایین ساقه کاهش به‌طور معنی‌دار داشته است (برگ‌ها بیشترین مقدار این مواد را (۸ درصد) دارند (شکل ۶).

مواد استخراجی قابل حل در استون در مورد مخلوط کاه ۴/۴۴ درصد است. میان‌بندهای اول، دوم و سوم ساقه به‌ترتیب حاوی ۴/۸۵، ۴/۱۳ و ۳/۴۴ درصد و بخش گره‌ای



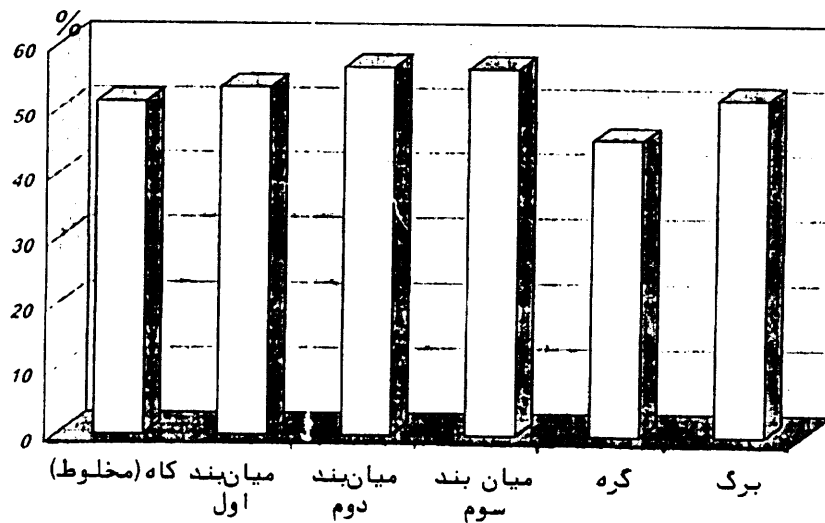
شکل ۶- مقایسه درصد مواد استخراجی کاه (مخلوط) و اجزای ساقه

بیشترین مقدار سلولز (به‌طور معنی‌دار) مربوط به میان‌بندهای ساقه است.

مقدار سلولز مخلوط کاه عاری از مواد استخراجی ۵۱/۲۴ درصد است. در بین اجزای تشکیل‌دهنده کاه

معنی دار حاوی کمترین مقدار سلولز یعنی، ۴۵/۴۶ درصد می باشد. برگ ها ۵۱/۸۹ درصد سلولز دارند (شکل ۷).

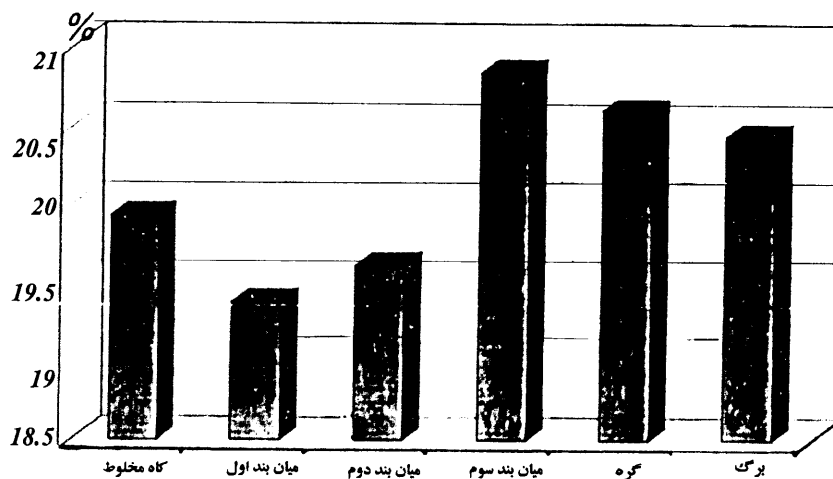
این مقادیر در میان بند اول، دوم و سوم به ترتیب ۵۳/۵۷، ۵۶/۴۲ و ۵۶/۴۳ تعیین شدند. بخش گره ای ساقه به طور



شکل ۷- مقایسه درصد سلولز کاه (مخلوط) و اجزاء ساقه

کاه عاری از مواد استخراجی ۱۹/۸۷ درصد لیگنین دارد. مقدار لیگنین در ساقه از بالا به پایین آن به طور معنی دار بیشتر می شود به نحوی که مقادیر این ترکیب برای میان بند اول، دوم و سوم به ترتیب ۱۹/۳۷، ۱۹/۶۱ و ۲۰/۸۵ درصد است. لیگنین گره ها ۲۰/۶۱ درصد و برگ ها ۲۰/۴۴ درصد می باشد (شکل ۸).

در صورتی که مقادیر فوق براساس وزن اولیه پودر (پودر دارای مواد استخراجی) محاسبه گردد، سلولز کاه مخلوط ۴۳/۳۴ درصد و از میان بندهای اول، دوم و سوم ساقه به ترتیب ۴۴/۶۹، ۴۹/۱۹ و ۵۰/۱۶ درصد می باشد. گره ها کمترین مقدار سلولز را دارند (۳۷/۴۷ درصد) و برگ ها حاوی ۳۸/۷۷ درصد سلولزند.



شکل ۸- مقایسه درصد لیگنین کاه (مخلوط) و اجزای ساقه

ترکیبات استخراجی نظیر ترکیبات معدنی، تانن‌ها، صمغ‌ها، قندها و مواد رنگی موجود در مواد لیگنوسلولزی را حذف می‌کند و آب گرم علاوه بر این نشاسته را نیز حذف می‌کند. مقدار مواد قابل حل در آب سرد و همچنین آب گرم چندین نمونه چوب به ترتیب ۶/۳-۱/۱ درصد و ۹-۱/۶ درصد گزارش شده است.^۳ در حالی که در این بررسی مقادیر آن ۱۱/۸۷ و ۱۴/۷ درصد به دست آمده که در رابطه با چوب به مراتب بیشتر است. بنابراین می‌توان پیش‌بینی کرد که در فرآیندهای خمیرکاغذسازی، بازده خمیرکاغذ به دست آمده از کاه، در مقایسه با خمیرکاغذ چوب، کمتر باشد.

با توجه به اینکه مواد قابل حل در سودسوزآور یک درصد برای چندین نمونه چوبی بین ۱۷-۱۱/۲ درصد گزارش شده ولی برای کاه گندم بررسی شده ۴۳/۳۳ درصد تعیین گردید و از آنجا که همی‌سلولزها و سلولز تخریب شده (کربوهیدرات با DP کم) در سود سوزآور یک درصد حل می‌شود تفاوت زیاد بین این دو مقدار نشان می‌دهد^۴ که این نوع ترکیبات در کاه نسبت به چوب بیشترند.

نظر به اینکه بیشتر خمیرکاغذهای تهیه شده از کاه کم و بیش با استفاده از قلیا تهیه می‌گردد می‌توان نتیجه گرفت که بازده خمیرکاغذ به دست آمده از کاه، در مقایسه با چوب، کمتر باشد.

زیادبودن نسبت این مقادیر در کاه نیز می‌تواند منجر به آبدوستی زیادتر، نفوذپذیری راحت‌تر، پالایش‌پذیری زیادتر و زهکش‌کنندتر خمیرکاغذ کاه در مقایسه با چوب گردد.

مواد استخراجی گیاهان چوبی و غیرچوبی شامل ترکیباتی نظیر موم‌ها، رزین، اسیدهای رزینی، تانن، چربی، الکل‌ها و یا اسیدهای چرب و غیره هستند که توسط حلال‌های آلی خنثی مثل الکل (اتانول)، استون، تولوئن و... قابل استخراج هستند. این ترکیبات از نظر خمیر کاغذ-

در صورتی که اعداد فوق بر مبنای وزن اولیه پودر (حاوی مواد استخراجی) محاسبه شود لیگنین کاه ۱۶/۸۱ درصد و لیگنین ساقه از بالا به پایین شامل میان‌بندهای اول، دوم و سوم به ترتیب ۱۶/۱۶، ۱۷/۰۴ و ۱۸/۵۴ درصد است. این ترکیب ۱۶/۹۹ درصد گره‌ها و ۱۵/۲۷ درصد برگ‌ها را به خود اختصاص می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

کاه گندم به عنوان ماده‌ای غیرچوبی در مقایسه با چوب (که معمولاً کمتر از یک درصد خاکستر دارد) به مراتب خاکستر بیشتری دارد. این ویژگی یکی از معایب مهم در مصرف کاه به حساب می‌آید، به دلیل اینکه مقدار خاکستر گویای ترکیبات سیلیسی و معدنی دیگری است که باعث مشکلاتی از جمله فرسودگی دستگاه‌ها، رسوب‌گذاری بر روی آنها، کاهش کارایی یا بازیابی مواد شیمیایی در فرآیندهای شیمیایی و کاستن مقاومت محصول نهایی یعنی کاغذ می‌شد. به همین دلیل انتخاب کاه از ارقام گندم با درصد خاکستر کمتر، که تابعی از عوامل ژنتیکی و محیطی می‌باشد، اهمیت دارد.

مقدار خاکستر کاه مورد بررسی در مقایسه با دیگر انواع کاه گندم^۱ زیاد است. نتایج به دست آمده از مقایسه مقادیر خاکستر اجزای این کاه مشخص می‌سازد که استفاده از کاه با نسبت برگ و گره کمتر اولویت دارد. به عبارتی دستیابی به فناوری یا روش‌هایی که قادر به حذف این قسمت از کاه باشد نقش موثری در کاهش مشکلات ناشی از خاکستر دارد. لازم به ذکر است که تحقیقات گسترده‌ای برای کاستن مقدار و اثر نامطلوب خاکستر کاه برای استفاده از این مواد برای تولید خمیرکاغذ به عمل آمده است که تا اندازه‌ای نیز موفق و مفید بوده‌اند^۲. آب سرد بخشی از

^۱ - با توجه به مطالعات متعدد انواع کاه گندم حدود ۱۰-۴ درصد

خاکستر دارند.

^۲ - در آماده‌سازی کاه، تمیزکردن و غربال کردن باعث کاهش گرد و غبار، سنگ‌ها، دانه‌ها، گره‌ها و مواد خارجی می‌گردد. ضمن شستن در خمیرساز نه تنها گرد و غبار بلکه مواد پوسیده و بخشی از برگ‌ها حذف می‌شوند.

^۳ - منبع خود استاندارد

^۴ - احتمالاً حدود ۱۵-۱۰ درصد این مقادیر مربوط به مواد قابل حل در آب می‌باشد ولی با توجه به بالا بودن اختلاف مشخص می‌گردد که همی‌سلولزهای کاه نیز بیشتر است (بخشی از این اختلاف مربوط به همی سلولزهاست).

مقادیر مربوط به سلولز، براساس پودر عاری از مواد استخراجی، برای اکثر اجزای کاه بیش از ۵۰ درصد تعیین شد. باتوجه به کاهش قابل ملاحظه اجزای کاه به ویژه در مورد برگ و گره در اثر عاری سازی و در نظر گرفتن مقدار سلولز اجزای کاه براساس وزن اولیه پودر، نتایج نشان می‌دهد (جدول ۱) که درصد سلولز کاه در مقایسه با چوب‌های سوزنی برگ بیشتر و در حد پهن‌برگان می‌باشد که نکته قابل توجهی محسوب می‌گردد. در صورت حذف برگ‌ها و گره‌ها از مخلوط کاه، باتوجه به زیادبودن درصد سلولز در میان بندهای ساقه گندم که بخش عمده‌ای از اجزای کاه را به خود اختصاص می‌دهد اهمیت این موضوع بیشتر خواهد شد.

سازی نامطلوبند (گرچه در بعضی فرآیندها به صورت محصولات فرعی فرآوری می‌شوند). مقدار این ترکیبات در چوب معمولاً کمتر از ۵ درصد است ولی در درون چوب بعضی از چوب‌های مسن مقدار آن به حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد می‌رسد. استون از جمله حلال‌هایی است که بخش عمده مواد استخراجی را در خود حل می‌کند ولی درصد این ترکیبات با توجه به نوع حلال متفاوتند. مقدار مواد قابل حل در استون کاه مورد بررسی ۴/۴۴ درصد تعیین گردید که چندان زیاد نیست و نزدیک به مقادیر مربوط به ساقه و گره است. درصد این ترکیبات در برگ‌ها حدود دو برابر ساقه و گره است که دلیل دیگری بر نامناسب بودن برگ در فرآوری خمیرکاغذ از کاه است.

جدول ۱- درصد کاهش وزن کاه (مخلوط) و اجزای اصلی ساقه در اثر عمل عاری سازی از مواد استخراجی جهت تعیین سلولز و لیگنین

کاه مخلوط	میان‌بند اول	میان‌بند دوم	میان‌بند سوم	گره	برگ
۱۵/۴۱	۱۶/۵۸	۱۳/۱۳	۱۱/۱	۱۷/۵۷	۲۵/۲۸

خاکستر صورت گرفته و هنوز ادامه دارد که نویدبخش هستند.

از آنجا که ویژگی‌های ژنتیکی و شرایط محیطی نقش موثری در مقدار ترکیبات شیمیایی کاه دارند، پیشنهاد می‌گردد تا بررسی‌های لازم در مورد آنالیز شیمیایی کاه ارقام مختلف گندم به عمل آید و ارقام مناسب‌تر معرفی شوند. به‌علاوه معرفی ارقام با برگ و گره کمتر و به‌عبارتی آنالیز مقداری برای اجزای تشکیل‌دهنده کاه نیز توصیه می‌شود. گذشته از این دستیابی به روش‌های برداشت کاه گندم که بتواند بخش‌های نامناسب کاه مثل برگ و گره را (نظیر عمل تمیزکردن و غربال نمودن در مرحله آماده‌سازی آن) حذف کند و یا فناوری‌های تولیدخمیرکاغذ که طی آن ترکیبات معدنی کاه قبل از تبدیل به خمیر کاغذ حل و استخراج می‌گردد. (به عنوان مثال پیش تیمار کاه با اسیدنیتریک و استخراج با کربنات سدیم قبل از تهیه خمیرکاغذ با روش‌های کلیایی از آن)، توصیه می‌شود.

از نقطه‌نظر بنیادی و مقایسه‌ای نیز نتایج این بررسی قابل توجه است چنانچه برگ‌ها به‌عنوان اندام‌های سازنده و

پایین‌بودن درصد لیگنین کاه در مقایسه با چوب از امتیازات مهم این ماده برای تبدیل آن به خمیرکاغذ به حساب می‌آید. به ویژه برای فرآیندهای شیمیایی خمیرکاغذسازی و رنگبری که هدف اصلی آنها حذف لیگنین ماده اولیه است. این موضوع از نظر هزینه‌ها و انرژی شیمیایی و گرمایی همچنین زمان مربوط به لیگنین‌زدایی قابل توجه است.

نیاز مبرم به استفاده از منابع غیرچوبی به‌جای چوب خصوصاً در فرآیندهای خمیرکاغذ که برای تولید آن بیشترین فشار به جنگل‌های جهان وارد می‌شود امری اجتناب‌ناپذیر است. در بین منابع غیرچوبی کاه گندم، کلش برنج، باگاس نیشکر و نی‌ها بخش اصلی را تشکیل می‌دهند ولی کاه گندم به دلیل قابلیت دسترسی در اکثر نقاط کشور در مقایسه با موارد دیگر که تنها در بخش‌هایی از این مرز و بوم وجود دارند خود امتیاز جداگانه ایست. از طرفی در مقایسه با کلش برنج، کاه گندم مقدار خاکستری کمتری دارد. به‌علاوه اقداماتی برای کاهش مشکلات ناشی از

تمامین مواد مصرفی نهایی گیاه و بند اول به عنوان جوانترین بخش ساقه حاوی خاکستر (یا ترکیبات معدنی که نقش مهمی در سوخت و ساز مواد غذایی دارند) بیشتر و سایر ترکیبات قندی (با درجه پلی‌مریزاسیون یا DP کمتر) فراوانتری می‌باشند.

منابع

- ۱- خدابنده، ناصر، ۱۳۷۷. غلات، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۰۳۵، ص ۵۳۷.
- ۲- کاشانی، پیمان، ۱۳۷۶. بررسی مقاومت کاغذساخته شده از کاه گندم و کلش برنج به روش سودای سرد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- ۳- مهدوی، سعید، ۱۳۷۳. بررسی امکان تولید خمیر کاغذ از کاه گندم به روش حلال آلی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- ۴- وزارت کشاورزی، معاونت برنامه و بودجه، اداره کل آمار و اطلاعات.
- ۵- یعقوب‌زاده، ناصر، ۱۳۵۵. بررسی مهم‌ترین منابع لیگنوسولزی ایران و ارزش‌یابی فنی آنها جهت تولید خمیر و کاغذ و مقوا، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۳۳، ۱۳۸-۱۲۷.
- 8- Abdul-Karim Laith A., Attila Rab, Eva Polyanszky and Istvan Rusznak, 1994. Optimization or process variables for production of dissolving pulps from wheat straw and hemp, Tappi Journal, VOL.77. No.6:141-150.
- 9- Ali Syed Hyder, Syed Mughis Asghar & Ahmad Umar Shabbir, 1991; Neutral sulphite pulping of wheat straw, in Non wood plant fiber pulping, No. 20:51-59.
- 10- Goyal, S. K. & A. K. Ray, 1991. Economic comparison of soda and soda-AQ Pulping processes for cereal straw, in Nonwood plant fiber pulping. No.19:247-252.
- 11- Hurter, A. M. 1991. Utilization of annual plants and agricultural residues for the production of pulp and paper, in Nonwood plants fiber pulping, No.19:49-71.
- 12- Jeyasingam Jay T., 1991. Mill experience in the application of nowood fiber for paper making, in Nonwood plant fiber pulping, No.20:39-44.
- 13- Mansour, A. C. G., 1986. Rice straw and wheat straw for fine papers, in Nonwood plant fiber pulping, No. 16:47-53.
- 14- Mckean, Dr. W.T. & R.S. Jacobs, 1997. Wheat straw as a paper fiber source.
- 15- Mckean, Dr. W. T. & R. S. Jacobs, 1997. Wheat straw as a paper fiber source.
- 16- Misra, D. K. 1983. Cereal straw, in Pulp and paper Manufacture, Vol.3 Technical Editors: F. Hamilton and B. Leopold., Joint Textbook committee of paper Industry (TAPPI). 266pp.
- 17- Parham, R. A. 1983. Wood variability, in pulp and paper Manufacture, VOL. 1 Edited by M.J.Kocurek and C. F. B Stevens., Published by the joint Textbook Committee of the paper Industry (TAPPI)., 182pp.
- 18- Patel Rohit J., C. S. Angadiyavar & Y. Srinivasa Rao, 1985. Nonwood fiber plants for paper making, A Review, in Nonwood plant fiber pulping, NO. 15:77-90.
- 19- Rowell, Roger M., Raymond A. Young & Judith K. Rowell, 1996. Paper and Composites from Agro-Based Resources., LEWIS PUBLISHERS., Boca Raton, New York, London and Tokyo., 446pp.
- 20- TAPPI TEST METHOD. 1988.
- 21- Zhong, X. 1983. Straw Pulping as practised in the people s republic of china, in Nonwood plant fiber pulping, No. 14:95-98.

Evaluation of Chemical Composition of Various Parts of Wheat Stalk

A. R. Saraeian¹

A. N. Karimi²

A. Jahan Latibari³

Abstract

Chemical characteristics of raw material influence the development of technologies and methods of pulping. Wheat straw as an available and abundant agricultural residue has been used in some developing countries as an alternative material in papermaking, and this indicates its importance as fibrous raw material.

Wheat straw which was used in this study was obtained from the Research Farm of Faculty of Agriculture at Mashhad University. In this study, materials soluble in cold water, in hot water, in 1% NaOH, in acetone, as well as lignin, cellulose, and ash contents were determined according to TAPPI Standard Methods. Various parts of wheat stalk investigated in this study included whole straw, first inter-node (from top), second inter-node and third inter-node (bottom) of stalk, nodes and leaves separately.

The results of this study indicated that ash content, cold water solubility, hot water solubility, 1% NaOH solubility and extractive content from leaves were the highest. The amount of these materials decreased from top to the bottom of stalk. Ash content and materials soluble in cold water, hot water and 1% NaOH were higher in nodes than inter-node. Cellulose and lignin contents of stalks increased from top to the bottom.

Keywords: Wheat stalk, Inter-node, Node, Leaf, Ash, Hot water soluble, Cold water soluble, 1% NaOH soluble, Extractives, Cellulose, Lignin.

¹ -Ph. D. Student, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

² -Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

³ -Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran