

بررسی اثر پیش استخراج بر روی عملکرد تولید اتانول و کاغذ از کاه گندم در یک پالایشگاه زیستی

لیلا سید موسوی^{۱*}، معراج شرری^۲، محمد احمدی^۳، بیتا معزی

پور^۴، فرید حقیقت شعار^۵

*۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، صنایع چوب و فرآورده‌های سلولزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲- دانشیار، صنایع چوب و فرآورده‌های سلولزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۳- دانشیار، صنایع چوب و فرآورده‌های سلولزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۴- استادیار، صنایع چوب و فرآورده‌های سلولزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۵- دکتری، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، انرژی‌های تجدیدپذیر، دانشگاه محقق اردبیلی

ایمیل نویسنده مسئول: musavileylaa76@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۰

چکیده

بکارگیری راهکارهای نوین تبدیل ضایعات زیستی به محصولات با ارزش، می‌تواند ضمن مدیریت ضایعات، سبب جلوگیری از هدر رفت سرمایه نیز گردد. کاه گندم به عنوان یکی از این ضایعات زیستی است. در این تحقیق با این هدف، کاه گندم به عنوان ماده اولیه برای تولید همزمان کاغذ و بیواتانول به عنوان محصولات ارزشمند مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش ابتدا با اعمال پیش‌استخراج‌های آب داغ در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد طی زمان ۴۵ دقیقه با نسبت مایع پخت به کاه گندم $\frac{1}{1}$ ، $\frac{1}{2}$ و $\frac{1}{3}$ و پیش‌استخراج قلبایی نیز در در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد طی زمان‌های ۳۰ و ۴۵ دقیقه با قلبی‌بیت ۸ و ۱۲ انجام گرفت، این شرایط از میان آزمایشات مختلف تجربی که بررسی شد، انتخاب گردید. تولید بیواتانول با استفاده از روش تخمیر بی-هوازی انجام گرفت، به طوری که داخل راکتور ۲ لیتری، لیکور حاصل از ۵۰ گرم کاه گندم اضافه شد و سپس به جهت انجام مناسب فرآیند تخمیر، مقدار ترکیب قند داخل راکتور به $\frac{Vsuger}{Vtotal}$ ۱۵/۶۲ درصد رسانده شد، $\frac{Vp}{Vsuger}$ ۲/۳۳ درصد مقدار قند مذکور پیتون، $\frac{Vm}{Vsuger}$ ۱/۵ درصد مقدار قند مخمر ساکارومایسس سرویسیا اضافه شد. در مرحله بعد آزمون HPLC، تست شعله و ارزش حرارتی برای شرایط مختلف بررسی شد تا شرایط مناسب تولید بیواتانول گزارش گردد. طبق نتایج آزمایش روش پیش‌استخراج با آب داغ در مقایسه با قلبا در شرایط یکسان آزمایش، به دلیل حفظ شرایط مناسب برای انجام فعالیت میکروارگانیسم‌ها نتایج مطلوبتری را به لحاظ تولید اتانول دارا می‌باشد. طبق نتایج برای تمام نمونه‌ها، کیفیت کاغذ تولیدی در شرایط مطلوبی بود. از طرفی پیش‌استخراج با آب داغ $\frac{1}{1}$ در مقایسه با دو نمونه پیش‌استخراج با آب داغ $\frac{1}{2}$ و $\frac{1}{3}$ به جهت دارا بودن ارتفاع شعله بالا، ارزش حرارتی بالا و اتانول با کیفیت بیشتر مطلوب‌تر است؛ که این نمونه می‌تواند گویای شرایط مناسب برای استفاده باشد.

کلمات کلیدی

کاه گندم، پالایشگاه زیستی، بیواتانول و کاغذ.

۱- مقدمه

زیستی " جهت تولید انرژی زیستی، زیست سوخت‌ها و مواد زیست‌شیمیایی از منابع تجدیدپذیر هستند (کاروالبرو ۲۰۰۸).

امروزه، به جای استفاده از منابع انرژی‌های فسیلی به استفاده از مواد لیگنوسلولزی بعنوان مهمترین منابع زیست توده در جهان، که پتانسیل عظیمی برای تولید محصولات با ارزش افزوده مانند سوخت‌های زیستی، توجه می‌شود. با استقرار زیستی واحدهای پالایشگاه‌های زیستی در بخش-های مختلف صنعتی از جمله کارخانه‌های خمیر و کاغذسازی می‌توان به این مهم دست یافت. زیست توده عملکرد سنتزی طبیعت را شامل می‌شود و نسبت متفاوتی از کربن،

در جهان امروزی مسائل زیست‌محیطی و تغییرات آب و هوایی به دلیل مصرف سوخت‌های فسیلی و تمرکز گازهای گلخانه‌ای از یک سو و گرانی و محدود بودن این سوخت‌ها از سوی دیگر زمینه‌های تحول در استفاده وسیع از انرژی-های تجدیدپذیر را فراهم کرده است. یکی از این انرژی-های تجدیدپذیر که به تازگی توجه زیادی به آن شده است، انرژی زیست‌توده است، که در سطوح ملی، جهانی و منطقه‌ای، تغییر آب و هوا، امنیت انرژی و تولید مواد شیمیایی از منابع تجدیدپذیر، محرک‌های اصلی برای استفاده از زیست‌توده در مکانی تحت عنوان " پالایشگاه-

است که تولید محصولات شیمیایی و سوخت به موازات فرآیند اصلی می‌باشد و نیز تولید انرژی نیز دارد (برای مصرف داخلی یا برای فروش مثل الکتروسیته) در پالایشگاه زیستی اجزای سلولزی و نیمه سلولزی به مواد قندی تبدیل می‌شوند، (جهت انجام عملیات تخمیر) که مقدار زیادی زیست توده در فرآیند شرکت می‌کند. در این فرآیند به‌طور عمده آلاینده‌های زیادی تولید نمی‌شود و اتانول تولید می‌شود. همچنین باعث تولید گاز سنتز می‌شود. سوخت زیستی یا سوخت سبز عبارات جدیدی است که در دهه اخیر در قالب نگرانی جامعه جهانی نسبت به محدودیت منابع فسیلی و در عین حال افزایش آلودگی‌ها، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. این سوخت نوین تا آنجا اهمیت پیدا کرده است که به آن «سوخت آینده» گفته می‌شود (Yang و همکاران ۲۰۰۹). سوخت زیستی نسل جدید، تغییراتی در شرایط آب و هوایی ایجاد می‌کند. این عمل با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای صورت می‌گیرد. برای مثال بیواتانول تولید شده از کاه گندم تنها ۲۰ گرم بر کیلوگرم در طول چرخه حیاتش آزاد می‌کند در حالی که برای بنزین بطور متوسط ۱۶۳ گرم بر کیلوگرم آزاد می‌شود. کاهش فشار بر محصولات غذایی که اینکار با توسعه سوخت‌های دیگر از مواد اولیه غیر غذایی و باقیمانده محصولات کشاورزی صورت می‌گیرد بعلاوه آن‌ها می‌توانند از محصولات ضایعاتی بعنوان مواد اولیه استفاده کنند. بنابراین باعث کاهش ضایعات کشاورزی که در زمین دفن شده و یا در معرض مکانیزم‌های دیگر قرار گرفته شده، می‌شود. سوخت‌های زیستی بر خلاف سوخت‌های فسیلی از منابع تجدید پذیر تولید می‌شوند. انتشار آلاینده‌های کمتری نسبت به سوخت فسیلی دارند چون اتانول به‌طور کامل می‌سوزد، انتشار منوکسید کربن را کاهش می‌دهد. به دلیل آزاد شدن دی‌اکسید کربن و جذب مواد اولیه به‌گرم‌تر شدن کره زمین کمک نمی‌کند و در مقایسه با سوخت‌های فسیلی مقرون به صرفه‌تر هستند.

یکی از مهمترین سوخت‌هایی که به روش زیستی تولید می‌شوند بیواتانول است. پلی ساکاریدها طی ۴ مرحله به اتانول زیستی تبدیل می‌شوند:

۱- پیش تیمار: ساختار منظم دیواره سلولی به هم می‌ریزد و ساختار مولکولی می‌شکند، به طوری که قندها می‌توانند آزاد شوند.

۲- تیمار: عملیات قندسازی اتفاق می‌افتد، یعنی زنجیره‌های همی سلولزی می‌شکنند.

۳- تخمیر: قندها به اتانول تبدیل می‌شوند.

۴- تقطیر: اتانول از محلول جدا می‌شود.

هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن را در مقایسه با نفت دارد. تبدیل زیست توده توسط روش‌های علم زیست فناوری همراه با تبدیل شیمیایی نقش بزرگی در آینده ایفا خواهد کرد. زیست توده گیاهی همواره شامل فرآورده‌های کربوهیدراتی پایه، لیگنین، پروتیین چربی و انواعی از مواد مانند ویتامین، رنگ، مزه، اسانس‌های آروماتیکی با ساختار شیمیایی بسیار متفاوت است. پالایشگاه زیستی مکانیست که طی فرآیندی با استفاده از روش‌های مکانیکی، حرارتی، شیمیایی و زیست شیمیایی، زیست توده‌ها را به محصولاتی با ارزش افزوده بالا یا محصولات واسطه‌ای کلیدی برای تولید مواد شیمیایی و مواد دیگر تبدیل می‌کند. امروزه بسیاری از کارخانه‌های خمیر کاغذ در سطح جهان به دلیل عواملی همچون افزایش رقابت، هزینه بالای تامین مواد اولیه و انرژی مصرفی کارخانه دچار کاهش سوددهی شده‌اند. یکی از راه‌حل‌های غلبه بر این مشکل ایجاد تنوع در محصولات کارخانه می‌باشد که در این راستا همی سلولزها و لیگنین حل شده می‌توانند نقش مهمی را ایفا کرده و کارخانه خمیر کاغذ را به سمت تولید سوخت‌های سبز و مواد زیستی هدایت نمایند (هلمیروس و همکاران ۲۰۱۰). محصولات رایج سوخت‌های زیستی عمدتاً شامل اتانول از نشاسته یا قند و بیودیزل از روغن‌های گیاهی یا چربی‌های حیوانی می‌باشد (الن ۲۰۱۰). از سوی دیگر، کل پروژه سرمایه‌گذاری برای تاسیس پالایشگاه زیستی پیشرفته و مستقل برای تولید اتانول سلولزی، بسیار بالا می‌باشد و با توجه به برآورد هزینه انجام شده در آمریکا در سال ۲۰۰۹، کل هزینه سرمایه‌گذاری ساخت زیست پالایشگاه اتانول سلولزی با ظرفیت ۲۰۰ میلی گرم زیست توده خشک پیش از ۲۰۰ میلیون دلار آمریکا در روز می‌باشد (هانگ و همکاران ۲۰۰۹). اما کارخانه خمیر و کاغذ بستری برای استفاده موثر از منابع زیستی، تجدید پذیر و فراوان لیگنوسلولزی به‌خصوص ضایعات لیگنوسلولزی غیر چوبی می‌باشد. امروزه کارخانه‌های مدرن خمیر کاغذ و زیر ساخت‌های موجود در آن افزایش هزینه‌های اضافی برای تحقق تجاری پالایشگاه زیستی را به حداقل می‌رساند و فرصت خوبی برای تولید الیاف سلولزی محصولاتی همانند اتانول می‌باشد که به پالایشگاه زیستی تلفیقی نیز تعریف می‌شود. این امر نه تنها موجب افزایش درآمد و سودآوری بیشتر می‌شود، بلکه بطور بالقوه انتشار گازهای گلخانه‌ای را نیز کاهش می‌دهد. ارزش گرمایی همی سلولزها بطور قابل توجهی پایین‌تر از لیگنین می‌باشد، بنابراین استخراج همی سلولزها قبل از فرآیند خمیر کاغذ سازی پتانسیل تولید فرآورده‌هایی با ارزش اقتصادی زیادتر را فراهم می‌کند (هوانگ و همکاران ۲۰۱۰). مزیت پالایشگاه زیستی آن

نیتریک بود. Nguyen و همکاران (۲۰۱۰) زنجیره کامل ارزیابی انرژی سوخت اتانول از مالاس نیشکر در تایلند را بررسی کردند. بر این اساس هرچند که آنالیز مقدار انرژی خالص (NEV) منفی است اما اتانول بر پایه مالاس اگر به جای استفاده از انرژی فسیلی، محصولات جانبی همانند پسماند تقطیر برای اتانول انرژی وارد خط تولید انرژی شود، ظرفیت بالایی برای شرح و بسط دارد. هدف از این پژوهش، معرفی زنجیره کامل تحلیل انرژی سوخت اتانول تولیدی از مالاس نیشکر در ایران است.

Mohammadi و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر پیش استخراج قلیایی کاه جو بر ویژگی‌های خمیر کاغذهای سودا و موناتانول آمین پرداختند. بنابر گزارش آنان، نتایج خمیر کاغذسازی نشان داد که مرحله پیش استخراج، سبب افت بازده در هر دو فرآیند خمیر کاغذسازی شده است در حالیکه کاهش عدد کاپا فقط در فرآیند پخت سودا تحت تأثیر مرحله پیش استخراج قرار گرفته است، البته در فرآیند موناتانول آمین عدد کاپا یا تغییری نکرده است و یا اینکه افزایش یافته است. در گزارش آنان، به علت پیش استخراج قلیایی، شاخص‌های مقاومت به کشش و مقاومت به ترکیدن خمیر کاغذها افت پیدا کرده و در مقابل شاخص و مقاومت به پارگی افزایش یافت.

۲- روش انجام تحقیق

• مواد و نمونه‌های آزمایش

نمونه‌های مورد آزمایش کاه گندم از مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی تهیه گردید به منظور انجام آزمایش‌های پیش‌استخراج و عملیات پخت کاه گندم، توسط دستگاه برش به اندازه‌هایی به طول پنج تا هفت سانتی متر برش داده شدند و جهت رسیدن به رطوبت تعادل در محیط آزمایشگاه قرار داده شدند. نمونه‌ها بعد از رسیدن به رطوبت تعادل به دلیل جلوگیری از تبادل رطوبتی و تغییر میزان رطوبت، در کیسه‌های پلی اتیلن بسته‌بندی شدند. سپس میزان رطوبت نمونه‌های تمامی کیسه‌ها اندازه‌گیری شد و در طول آزمایش‌ها، بعد از هر بار برداشت نمونه به منظور ثابت ماندن شرایط رطوبتی، درب کیسه بسته می‌شد. جهت اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی کاه گندم، ابتدا طبق استاندارد ۲۰۲ - T^{۲۰۷}cm و توسط دستگاه آسیاب آزمایشگاهی از نمونه‌های برش داده شده به میزان مناسب آرد تهیه گردید. تعیین مواد استخراجی محلول در حلال آلی طبق استاندارد ۹۹ - T^{۲۸۰}pm آیین نامه TAPPI، اندازه‌گیری سلولز مطابق با استاندارد T^{۲۶۴} - om آیین نامه TAPPI، اندازه‌گیری لیگنین مطابق با

تولید اتانول به روش زیستی به واسطه تخمیر بسیاری از قندهای ساده امکان پذیر است به این ترتیب هر ماده قندی یا هر ماده‌ای که از هیدرولیز آن بتوان قند تولید کرد می‌تواند ماده خام یا همان سوپسترای تولید اتانول باشد. یکی از مشکلات تولید اتانول در دسترس بودن سوپسترای تولید است (Balat, M., ۲۰۱۱). قیمت این سوپسترها، تجدیدپذیر بودن آن‌ها و مشکلات محیطی نیز نقش مهمی در انتخاب نوع سوپسترای تولید دارد (Drapcho, CM., ۲۰۰۸). Nhuan, NP., Walker

تولید اتانول از زیست‌توده لیگنوسلولزی به نام نسل دوم تولید شناخته می‌شود و نسبت به تولید آن از قندها و نشاسته (نسل اول تولید) دارای مزایای انرژی، اقتصادی، محیطی و حتی سیاسی اجتماعی بیشتری است و با توجه به مزایای قابل توجه مواد لیگنوسلولزی، تمرکز محققان و شرکت‌ها به سمت استفاده از زیست‌توده لیگنوسلولزی معطوف شده است (Balat, M., ۲۰۰۹). در ایران پسماندهای زیست-توده‌ی کشاورزی و صنعتی فراوانی وجود دارد مانند کاه برنج، کاه گندم، باگاس نیشکر، مالاس نیشکر، پسماند صنایع تولید کاغذ، کاه حبوبات و غیره. اما باگاس نیشکر و کاه گندم از جمله مواد لیگنوسلولزی پسماندی، تجدید شونده و فراوان در دنیا و از مهمترین پسماندهای کشاورزی ایران هستند که بیشتر مقادیر آن‌ها بدون استفاده سوزانده می‌شود. این مواد دارای مقدار بالایی سلولز و همی سلولزند که می‌توانند به آسانی به قند تخمیر شونده، تجزیه شوند. اولین مرحله در تبدیل لیگنوسلولز به بیواتانول کاهش اندازه آن توسط پیش تیمار است. پیش تیمار بخش عمده‌ای از هزینه تولید را شامل می‌شود بنابراین قبل از تجاری سازی باید بهینه شود. هدف از مرحله پیش تیمار افزایش سطح و تخلخل، حذف لیگنین، شکستن پلیمری‌اسیون همی سلولز، حذف همی سلولز و تخریب ساختار لیگنوسلولز است. ترکیبات سلولزی در این مرحله در دسترس مواد هیدرولیز کننده قرار گرفته و کریستالی شدن سلولز را کاهش می‌دهد تا هیدرولیز آسانتر شود. محمدی و بنکدارپور (۲۰۰۵) به بررسی تولید بیواتانول از همی سلولزهای باگاس نیشکر با استفاده از مخمر (Pichiastipites) پرداختند. اثر نوع ماده اولیه و نوع اسید مرحله هیدرولیز بر غلظت اتانول از تخمیر هیدرولیزات همی سلولزی باگاس ایران با اسید سولفوریک ۲ درصد به مدت ۲۴ دقیقه و با اسید نیتریک ۶ درصد به مدت ۳/۹ دقیقه در دمای ۱۲۲ درجه سانتیگراد هیدرولیز شدند. بیشترین غلظت اتانول از هیدرولیزات اسید سولفوریکی باگاسیلو بدست آمد در تخمیر اتانول کمی از هیدرولیزات اسید نیتریکی تولید شد. غلظت اتانول تولید شده و بازدهی تخمیر در اثر هیدرولیز با اسید سولفوریک بیشتر از هیدرولیز با اسید

به اهمیت ایجاد شرایط مناسب برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها پس از انجام چندین آزمایش تجربی مناسب‌ترین شرایط مناسب برای فعالیت آنان انتخاب گردید؛ در طول این فرآیند مقدار و شرایط مختلف استفاده از ترکیبات مورد نیاز برای استفاده در فرآیند هضم بررسی گردید و شرایط مطلوب برای تمام تیمارها اعمال گردید؛ به طوری که داخل راکتور، لیکور حاصل از ۵۰ گرم کاه گندم برای هر تیمار که با استفاده از فرآیند آب‌شویی به ۵۰۰ میلی‌لیتر رسیده بود، اضافه شد و سپس به جهت انجام مناسب فرآیند تخمیر، مقدار ترکیب قند داخل راکتور به V_{suger}/V_{total} ۱۵/۶۲ درصد رسانده شد، V_p/V_{suger} ۲/۳۳ درصد مقدار قند مذکور پیتون، V_m/V_{suger} ۱/۵ درصد مقدار قند مخمر ساکارومایسس سرویسیا فعال با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب ترکیب و سپس اضافه شد تا با ایجاد شرایط مطلوب برای فعالیت میکروارگانیسم‌ها تولید مناسب صورت گیرد و در ادامه با استفاده از آب حجم این راکتور به ۱/۶ لیتر رسیده شد محلول به دست آمده به مدت ۱۰ روز در یک مخزن ۲ لیتر (راکتور) که به جای درپوش آن از بادکنک سوراخ استفاده شده بود نگهداری شد؛ این درپوش در جهت ایجاد شرایط بی‌هوازی استفاده گردید و طی این راهکار فرآیند تخمیر آغاز گردید در ادامه محلول بدست آمده به دایجستر که یک لوله مسی ۴ متری به قطر ۱ سانتی‌متر به درب آن وصل شده و یک طرف لوله در یک سطل پر از یخ بود اضافه شد پس از بستن دایجستر دما روی ۶۵ درجه سانتیگراد تنظیم شد و دستگاه روشن شد. بعد از گذشت ۶۰ دقیقه سوپاپ موجود در درب دایجستر به مدت چند لحظه باز شد و قطره‌های اتانول درون یک ظرف مخصوص درپوش‌دار ریخته شد (شکل ۱ تا ۴).



شکل ۱- دستگاه دایجستر به همراه لوله مسی

استاندارد ۹۸-T۲۲۲om آیین نامه TAPPI و اندازه‌گیری خاکستر مطابق با استاندارد ۹۳-T۲۱۱om آیین نامه TAPPI انجام گرفت. طبق جدول ۱ پیش استخراج قلیایی در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد طی زمان‌های ۳۰ و ۴۵ دقیقه با قلیابیت ۸ و ۱۲ و با وزن اولیه ۵۰ گرم ماده خشک و با در نظر گرفتن نسبت مایع پخت به کاه گندم ۸ L/W به ۱ به عنوان عامل ثابت در دیگر پخت انجام شد؛ این مقادیر بر طبق آزمایشات تجربی متعدد انتخاب گردید. طبق جدول ۱ پیش استخراج با آب داغ در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد طی زمان ۴۵ دقیقه و با وزن اولیه ۵۰ گرم ماده خشک با نسبت مایع پخت به کاه گندم $\frac{8}{1}$ و $\frac{12}{1}$ و $\frac{10}{1}$ به عنوان عوامل متغیر در دیگر پخت انجام شد؛ این مقادیر نیز برطبق شرایط متعدد آزمایش تجربی بعنوان شرایط بهینه انتخاب گردید؛ به طوری که برای مثال در دماهای بالاتر برای این نسبت‌های آب به کاه گندم سوختن کامل نمونه کاه در آزمایش ملاحظه گردید که این عمل با توجه به از دست دادن و حذف سلولز و همی‌سلولز شرایط مطلوبی انتخاب نگردید و از طرفی دماهای پایین‌تر از این دمای منتخب نیز تاثیر چندانی بر عملکرد نداشتند؛ از این جهت این شرایط مناسب از بین شرایط متعدد آزمایش تجربی انتخاب شدند.

جدول ۱- شرایط پیش تیمار

| کد تیمار | نوع پیش استخراج | قلیابیت (%) | دما (°C) | زمان (min) | $\frac{L}{W}$ |
|----------|-----------------|-------------|----------|------------|----------------|
| ۱ | اتوهیدرولیز | - | ۷۰ | ۴۵ | $\frac{8}{1}$ |
| ۲ | | | | | $\frac{10}{1}$ |
| ۳ | | | | | $\frac{12}{1}$ |
| ۴ | هیدرولیز قلیایی | ۸ | ۷۰ | ۴۵ | $\frac{8}{1}$ |
| ۵ | | ۱۲ | | | |
| ۶ | | ۸ | | | |
| ۷ | | ۱۲ | | | |
| | | | | ۳۰ | |

در پایان هر آزمایش به منظور خارج شدن کامل همی-سلولزها و مواد استخراجی خارج شده از کاه گندم پیش-هیدرولیز شده، با میزان کافی آب به خوبی شستشو شده و به منظور خشک شدن در محیط آزمایشگاه، پهن شدند. بازده پیش استخراج بعد از تعیین درصد رطوبت نمونه کاه گندم پیش استخراج شده و توزین آن محاسبه گردید.

• فرآیند تولید اتانول

در ابتدا تمام تجهیزات مورد استفاده در آزمایشگاه با محلول ضد عفونی کننده، ضد عفونی شد. سپس لیکور به دست آمده از پیش استخراج قلیایی و پیش استخراج با آب داغ در درون ظرفی که از قبل تهیه شده بود ریخته شد؛ با توجه

آب می‌گردد برای اندازه‌گیری ارزش حرارتی از استاندارد ASTM D ۸۶ استفاده شده است. با محاسبه مقدار گرمای داده شده به آب و دستگاه، ارزش حرارتی سوخت به دست می‌آید.



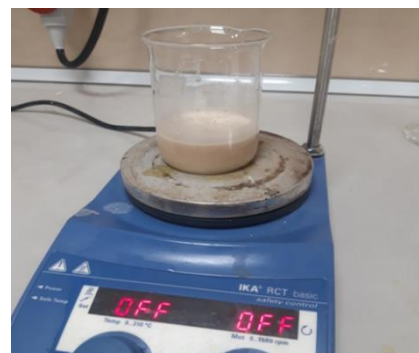
شکل ۵- دستگاه بمب کالری متر برای تعیین انرژی خام

تجزیه و تحلیل ترکیبات قندهای ساده کاه گندم همانند گلوکز، زایلوز، مانوز، گالاکتوز، آرابینوز، رامنوز و سلوبیوز با روش Hplc انجام شد. هر یک از آزمایش‌های فوق با ۳ بار تکرار انجام شد. برای تجزیه تحلیل ترکیبات قندی از روش هیدرولیز دو مرحله‌ای استفاده شده است. در مرحله اول ۲ میلی لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد به ۲۰۰ میلی گرم نمونه خشک اضافه می‌شود و نمونه به مدت ۸ ساعت در درجه حرارت ۳۰ درجه سانتیگراد در داخل حمام آبی هیدرولیز می‌شود. بعد از یک ساعت واکنش با افزودن ۶ میلی لیتر آب متوقف می‌شود.



شکل ۶- دستگاه HPLC

در مرحله دوم نمونه‌ها تحت فشار ۰/۵ بار در اتوکلاو به مدت ۴۰ دقیقه در درجه حرارت ۱۲۰ درجه سانتیگراد هیدرولیز می‌شوند (شکل ۶). نمونه‌ها تا درجه حرارت اتاق خنک و ۱ میلی لیتر از مایع هیدرولیزی جهت تجزیه و تحلیل با سیستم بورات به ویال نمونه منتقل می‌شود. در این



شکل ۲- مخمر مورد استفاده در تولید اتانول



شکل ۳- لیکور تولید شده بعد از گذشت ۱۰ روز



شکل ۴- نمونه‌های اتانول تولید شده

در این تحقیق برای به دست آوردن ارزش حرارتی سوخت و تست شعله از دو آزمایش بمب کالری متر و Hplc استفاده شد (شکل ۵). دستگاه بمب کالری متر برای اندازه‌گیری مقدار گرمای ایجاد شده یک ماده مایع یا جامد در اثر سوختن کامل به کار می‌رود. ارزش حرارتی سوخت عبارت است از مقدار گرمایی که در موقع سوختن کامل واحد جرم سوخت آزاد می‌شود. پایه این دستگاه، واحد کوچکی را تشکیل می‌دهد که کاملاً از نظر تعادل پایدار بوده و میله‌های احتراق و نگهدارنده بوتله را حمل می‌کند. برای باز و بسته کردن درب پیچی بمب هم با توجه به عایق بندی مناسب، نیروی زیادی لازم نمی‌باشد و با آچار همراه دستگاه به راحتی محکم می‌شود. بمب پس از آماده شدن داخل محفظه آب قرار می‌گیرد. با عمل کردن سیستم جرقه و داغ شدن وایر احتراق، سوخت منفجر می‌شود و موجب بالارفتن دمای

| ردیف | تیمار | بازده (%) | لیگنین (%) | هولوسولوز (%) |
|------|--------------------|-----------|------------|---------------|
| ۱ | ($\frac{1}{1}$) | ۹۱/۸ | ۱۹ | ۷۱/۲ |
| ۲ | ($\frac{1}{1}$) | ۹۵/۲ | ۱۹ | ۶۸/۸ |
| ۳ | ($\frac{12}{1}$) | ۹۰/۸ | ۱۸/۸ | ۶۶/۲ |

با توجه به جدول ۴ ملاحظه می‌شود که کمترین بازده مربوط به تیمار ۳ می‌باشد؛ این موضوع می‌تواند بیانگر این باشد که این پیش استخراج بهترین شرایط برای در دسترس قرار دادن ترکیبات شیمیایی در فرآیندهای مختلف تولیدی مانند تولید بیواتانول و کاغذ را می‌تواند در صورت مطلوب بودن بقیه شرایط فراهم سازد و این می‌تواند عملکرد بالایی را در تولید اتانول زیستی نشان دهد؛ در تحقیق خان و همکاران (۲۰۱۸) نیز این مهم گزارش شده است و آورده شده است که در دسترس قرار گرفتن بهتر ترکیبات شیمیایی می‌تواند در بازده تولید اتانول تاثیر به سزایی داشته باشد. از این جهت از میان پیش استخراج‌های جدول فوق، مقدار L/W $\frac{12}{1}$ انتخاب مناسبی می‌تواند باشد. است. طبق تحقیقات سارا گومز (۲۰۰۶) تقریباً ۲۵ تا ۳۳ درصد باگاس را همی سلولزها تشکیل می‌دهند. پلیمرهای همی سلولزی اصلی در باگاس شامل آرابینوزایلان‌ها با مقدار زیادی زایلوز و مقدار کمی آرابینوز گزارش شده است. ترکیبات اصلی همی سلولزهای باگاس شامل methyl-garabino-glucurono-xylan است (Li. et al. ۲۰۱۰). اساس پژوهش‌های صورت گرفته تا حدود ۳۰ درصد از همی سلولزهای باگاس با روش اتوهیدرولیز قابل استخراج می‌باشند چنان که، ویچائو لی (۲۰۱۰) ۱۰ تا ۲۰ درصد، سارا گومز (۲۰۰۶) بیش از ۵۵ درصد همی سلولزهای چوب تبریزی را توانستند در تحقیق خود با این روش خارج نماید. لذا با توجه به نتایج محققینی همچون راسل و همکاران (۲۰۰۶)، یون وی هان و همکاران (۱۹۸۳) و والفورد (۲۰۰۸) ترکیب شیمیایی باگاس شامل حدود ۵۰ درصد سلولوز، ۲۵ درصد همی سلولوز و ۲۵ درصد لیگنین می‌باشد و با توجه به نتایج بدست آمده از بخش آنالیز و اندازه‌گیری مقدار هولوسولوز بدست آمده در مرحله اندازه‌گیری مقدار هولوسولوز با توجه به اینکه درصد هولوسولوز در این بخش حدود ۶۷ درصد می‌باشد لذا با کم کردن مقدار سلولوز از آن حدود ۱۷ درصد همی سلولوز باقی می‌ماند که با توجه به درصد همی سلولوز در باگاس می‌توان نتیجه گرفت که حدود ۳۰ درصد از همی سلولزهای در اثر فرآیند هیدرولیز استخراج

تحقیق به بررسی اتانول زیستی تولید شده از کاه گندم در یک پالایشگاه زیستی پرداخته شده است.

۳- نتایج

نتایج اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی کاه گندم در جدول ۲ بیان شده است. طبق نتایج جدول ۲ ملاحظه می‌شود که سلولوز، همی سلولوز و هولوسولوز درصد مطلوبی دارند و برای تولید کاغذ و آن مهم‌تر تولید اتانول زیستی مناسب خواهند بود.

جدول ۲- نتایج ترکیبات شیمیایی موجود در کاه گندم

| ماده | مقدار (%) |
|---------------------------------|-----------|
| سلولوز | ۴۸/۷۸ |
| لیگنین | ۱۸/۸۶ |
| هولو سلولوز | ۶۱/۳ |
| مواد استخراجی محلول در حلال آلی | ۳/۹۹ |
| خاکستر | ۶/۱ |
| همی سلولوز | ۲۰/۳۷ |

طبق نتایج جدول ۲ مقدار مناسب هولوسولوز موجود در کاه گندم می‌تواند در طول فرآیند تخمیر و تولید اتانول بعنوان ماده ارزشمند استفاده شود و از این جهت می‌تواند پتانسیل بالایی از تولید اتانول را نوید دهد (خان و همکاران، ۲۰۱۸)؛ از این جهت این موضوع در بازده خروجی که دارای اهمیت است، نقش اساسی دارد. نتایج اندازه‌گیری میزان ترکیبات شیمیایی محققان دیگر نیز در جدول ۳ آمده است. جهت خارج نمودن همی سلولزهای کاه گندم عملیات پیش استخراج با آب داغ صورت گرفت؛ که نتایج آن در جدول ۴ آورده شده است. پیش استخراج با آب داغ قبل از فرآیند خمیر کاغذسازی، یک فرآیند دوستدار محیط زیست است زیرا از هیچگونه حلالی جز آب استفاده نمی‌شود همچنین در مقایسه با دیگر فرآیندهای پیش استخراج مثل پیش هیدرولیز کاتالیز شده با (اسید یا قلیا)، پیش استخراج با آب هزینه کمتری دارد و مواد بازدارنده تولید نمی‌شود. طبق جدول زیر در مقدار دما و زمان ثابت برای سه شرایط مختلفی از نسبت وزنی مقایسه نتایج صورت گرفته است.

جدول ۳- نتایج ترکیبات شیمیایی موجود در کاه گندم توسط محققین

| ماده | حسینی | ثمریها | سفیدگران |
|---------------------------------|-------|--------|----------|
| سلولوز | ۴۲/۵ | ۳۷/۹۳ | ۴۱/۱ |
| لیگنین | ۱۹ | ۲۲/۲۴ | ۱۷/۶ |
| مواد استخراجی محلول در حلال آلی | ۴/۳۷ | ۴/۹۲ | ۸/۱۲ |
| خاکستر | ۶/۹۶ | ۱۲/۹۴ | ۶/۲۱ |

جدول ۴- نمونه‌های پیش استخراج شده با آب داغ

گردیده است.

جدول ۵- شرایط و نتایج حاصل از پیش استخراج همی سلولزها با روش

تیمار آب داغ (ابیض و همکاران، ۱۳۹۲)

| بازده استخراج (%) | زمان پیش استخراج (min) | دما (°C) |
|-------------------|------------------------|-----------|
| ۱۰۰ | - | باگاس خام |
| ۹۶/۸۵ | ۱۰ | |
| ۹۰/۸۴ | ۲۰ | ۱۳۵-۱۴۰ |
| ۸۶/۶۹ | ۳۰ | |
| ۹۴/۵۵ | ۱۰ | |
| ۸۳/۰۶ | ۲۰ | ۱۷۰-۱۷۵ |
| ۷۹/۲۴ | ۳۰ | |

با توجه با جدول مشاهده می شود که با افزایش بیش از حد دما، میزان بازده پیش استخراج کاهش یافته است، لذا می توان نتیجه گیری کرد که بالا بردن بیشتر دما تاثیر مثبتی در افزایش بازده ندارد و می توان در دماهای پایین تر نتایج مطلوبی را نیز گرفت و از این جهت در این تحقیق نیز این موارد ملاحظه می گردد که و با نتایج تحقیق مان مطابقت دارد.

جهت خارج نمودن همی سلولزهای کاه گندم در ادامه پیش استخراج با مواد قلیایی نیز بررسی گردید؛ پیش استخراج قلیایی نیز از جمله راهکارهای رایج در این امر می باشد که می تواند بر روی ترکیبات شیمیایی خروجی از بافت کاه گندم تاثیر گذار باشد از این جهت با بررسی نتایج این بخش نیز، می توان از میان روش های مختلف پیش استخراج روش مناسب را انتخاب نمود. نتایج عملیات پیش استخراج با قلیا در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۶- نمونه های پیش استخراج شده با قلیا

| شمار تیمار | زمان (min) | دما (°C) | قلیاییت (%) | بازده (%) | لیگنین (%) | هولوسولوز (%) |
|------------|------------|----------|-------------|-----------|------------|---------------|
| ۴ | ۳۰ | ۷۰ | ۸ | ۷/۲ | ۱/۲ | ۶۹/۳ |
| ۵ | | | ۱۲ | ۷/۲ | ۱/۶ | ۶۹ |
| ۶ | | | ۸ | ۷/۸ | ۱/۳ | ۶۷/۹ |
| ۷ | | | ۱۲ | ۷/۲ | ۱/۲ | ۶۷/۱ |
| | | | | | | |

نتایج مربوط به بازده تیمارهای مختلف بعد از پیش استخراج همی سلولزها در جدول ۶ نشان می دهد که تغییر در مقدار مواد قلیایی بر روی مقادیر بازده خروجی تاثیر گذار است. همانطور که از نتایج مشخص است، تیمار ۴ (قلیاییت ۸ زمان ۳۰ دقیقه) در مقایسه با موارد دیگر پیش استخراج قلیایی دارای بیشترین میزان بازده است؛ مقدار بازده در روش پیش

در تحقیق محمدی و همکاران (۲۰۱۶) نیز گزارش شده است که خمیر کاغذ حاصل از کاه جو پیش استخراج شده با آب داغ در مقایسه با کاه جو شاهد (بدون پیش استخراج)، تحت شرایط مشابه پخت با فرآیند خمیر کاغذسازی سودا، بیشتر کاهش می یابد و تخریب ساختار شیمیایی مواد بهتر اتفاق می افتد؛ اصولاً این سهولت در فرآیند لیگنین زدایی بخشی مربوط به خروج لیگنین در مرحله پیش استخراج است. بخش دیگر هم مربوط به همی سلولزهای متصل به لیگنین در ماده لیگنوسولوزی است که بر اثر خروج همی سلولزها، بخشی از لیگنین خارج می شود و با شکست اتصال همی سلولز- لیگنین، در مرحله پخت لیگنین بهتر توسط عوامل شیمیایی پخت تخریب می گردد. لو و همکاران (۲۰۱۲) نیز در تحقیقی دیگر، استخراج با آب داغ و آثار آن را بر روی خمیر کاغذسازی سودای خرده چوب های صنوبر گزارش کرده بودند که در تحقیق آن ها نیز خرده چوب های پیش استخراج شده در معرض خمیر کاغذسازی سودا در دمای ۱۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت با قلیاییت موثر ۲۰ درصد و نسبت مایع پخت به چوب ۴/۵ به ۱ قرار گرفته بود؛ و گزارش کرده بودند که پیش استخراج نقش مهمی در تخریب ترکیبات شیمیایی و جدا شدن بافت لیگنین و سلولوزی از هم دارد. ژانگ و همکاران (۲۰۱۱)، نیز در تحقیق دیگری ویژگی های خمیر کاغذسازی قلیایی کاه گندم، که همی سلولزهای پیش استخراج شده با آب داغ داشت، گزارش کرده اند؛ در مطالعه آنان، فرآیند استخراج با آب داغ در دماها، زمان واکنش و دیگر شرایط مختلف بر روی کاه های پیش استخراج شده یا نشده با هیدروکسید سدیم - آنتراکینون در شرایط مختلف بررسی شده بود، طبق نتایج آنان نیز بازده، عدد کاپا و ویسکوزیته خمیر به طور معنی داری تحت تاثیر فرآیند پیش استخراج همی سلولزها قرار گرفته بودند و میزان مصرف مواد شیمیایی کاه استخراج شده در فرآیند خمیر کاغذسازی پایین تر و زمان پخت کوتاهتری را نیاز داشتند. این اثرات نشان می دهند که رفتار پیش استخراج آب داغ قبل از خمیر کاغذسازی قادر به کاهش تخلیه پساب و تقاضای مواد شیمیایی برای خمیر کاغذ است و این امر می تواند در انرژی صرفه جویی کند. در تحقیق دیگری ابیض و همکاران (۱۳۹۲) آثار پیش استخراج بر ویژگی های خمیر و کاغذ حاصله از باگاس در یک فرآیند زیستی مورد بررسی قرار گرفته بود که نتایج آن ها نیز در کنار تحقیقات فوق با نتایج آزمایش حاضر همخوانی دارد؛ در تحقیق آنان، پیش فرآوری جهت استخراج همی سلولزها با استفاده از آب داغ صورت گرفته بود؛ نتایج حاصل از بازده استخراج تحقیق آنان مطابق جدول ۵ می باشد.

جدول ۷- مقدار بیواتانول تولید شده با آب داغ

| شماره تیمار | آب داغ | زمان (min) | بازده تولید بیواتانول (%) |
|-------------|----------------|------------|---------------------------|
| ۱ | $\frac{8}{1}$ | ۴۵ | $\frac{7}{6}$ |
| ۲ | $\frac{10}{1}$ | | $\frac{17}{8}$ |
| ۳ | $\frac{12}{1}$ | | $\frac{29}{4}$ |

با توجه به جدول ۷ مقدار بازده تولید اتانول در آب داغ با نسبت ۱۲/۱ بیشتر از آب داغ با نسبت ۱۰/۱ و ۸/۱ است؛ دلیل این موضوع به تخریب بیشتر ساختار سلولزی و بافت مواد با روش پیش استخراج حرارتی برمی گردد که در بخش های اولیه این نیز فصل توضیح داده شد؛ به این علت که این عمل باعث در دسترس قرار گرفتن مواد اولیه در فرآیند تخمیر و تولید بیشتر محلول بیواتانول می گردد خان و همکاران، (۲۰۱۸)؛ لیو و همکاران (۲۰۱۲)؛ از این جهت مقدار بازده تولید بیواتانول بالاتر را نیز منجر می گردد. اما نکته مهم دیگری که وجود دارد این است که صرف مقدار بیواتانول بالا نمی تواند بیانگر شرایط مناسب تولید باشد و لذا باید در ادامه و در مرحله بعدی نتایج تست شعله و ارزش حرارتی آن نیز بررسی شود تا به لحاظ کیفیت بیواتانول تولیدی نیز تحلیل نهایی صورت گیرد از این جهت در بخش- های بعدی این مهم بررسی و گزارش می گردد. با توجه به جدول ۸ مقدار بازده تولید اتانول در تیمار قلبی ۸ و زمان ۴۵ دقیقه در مقایسه با قلبی ۱۲ بیشتر است؛ دلیل این موضوع بالا رفتن PH مواد در داخل ترکیب می باشد. به طوری که این عمل با توجه به برهم زدن شرایط فعالیت میکروارگانیسم ها در داخل راکتور سبب کاهش فعالیت موثر آنها در جهت تولید بیواتانول بالا شده است؛ چراکه تغییر این پارامتر مهم تاثیر مهمی بر روی فعالیت و تولید محصول نهایی می گذارد حقیقت شعار و همکاران (۲۰۱۹). البته لازم به ذکر است که تخریب اغلب ساختار سلولزی ماده با اعمال پیش تیمار قلبی بهبود می یابد که این مهم در نتایج جدول ۸ مشهود است ولی لازم است که شرایط و بستر فعالیت میکروارگانیسم ها نیز فراهم گردد تا این مواد تخریب شده مصرف گردند و تولید با بازده بالا صورت گیرد. زمان بیشتر در پیش استخراج قلبی در افزایش تخریب ترکیبات شیمیایی تاثیر گذار است و این سبب در دسترس قرار دادن مواد بیشتر در طول فرایندهای تخمیر نیز می گردد؛ به طوری که طبق جدول ۸ زمان پیش استخراج قلبی بر روی تخریب فرآیند تاثیر مثبت گذاشته است و این سبب تولید مقدار بیشتر بیواتانول در مقایسه با زمان پایین تر شده است گوپتا و ورما، (۲۰۱۵)؛ حقیقت شعار و همکاران، (۲۰۱۹)؛ هر چند

استخراج با آب داغ در مقایسه با شرایطی که از پیش استخراج قلبی نیز استفاده شده است بالاتر است. پیش استخراج قلبی سبب تخریب بیشتر ترکیبات به ویژه همی سلولزها و هیدرولیز اغلب گروه های استیل همی سلولزها می گردد و از این جهت استفاده از این روش پیش استخراج می تواند موثر باشد در تحقیق حجازی در سال (۱۳۸۹) و حقیقت شعار و همکاران (۲۰۱۹)؛ نیز این مهم بیان شده است. اما مطلبی که وجود دارد این است که طبق نتایج جدول ۶ ملاحظه می شود که افزایش مقدار مواد قلبی بیش از مقدار مورد نیاز تاثیر مثبتی بر روند استخراج و مقدار بازده ندارد و لذا انتخاب شرایط مناسب برای استفاده از مواد قلبی در پیش استخراج دارای اهمیت است. در تحقیق محمدی و همکاران (۲۰۱۹) نیز این شرایط گزارش شده است که در پیش استخراج قلبی با افزایش میزان قلبی و زمان، مقادیر بازده کاهش یافته است و لذا با نتایج آنان همخوانی دارد. در تحقیقی دیگر نیز لویز و همکاران (۱۹۹۶)، همی سلولزهای کاه جو را با روش قلبی استخراج کرده بودند که این آزمایش تحت شرایط بهینه ۱۳ درصد قلبی، زمان ۲ ساعت و درجه حرارت ۶۰ درجه سلسیوس ۵۷ درصد از همی سلولزهای کاه جو را استخراج کرده بود و در مقایسه با شرایط بدون قلبی مناسب تر بود. از این جهت استفاده از پیش استخراج قلبی در شرایط بهینه و مطلوب در روی تخریب بافت ترکیبات شیمیایی موثر است و باید با بررسی شرایط مختلف اعمالی بر روی مواد مختلف نتیجه مناسب به لحاظ مقدار بازده استخراجی گزارش گردد؛ در این تحقیق اینگونه ملاحظه گردید که پیش استخراج با آب داغ در مقایسه با قلبی بر روی کاه گندم تاثیر بهتری دارد و استفاده از پیش استخراج قلبی در مقادیر پایین مطلوب است. در ادامه طبق فرآیند جداسازی و خالص سازی برای هر کدام از ترکیبات حاصل از روش های مختلف پیش استخراج، بازده بیواتانول تولیدی از کاه گندم محاسبه شده است، در این محاسبه مقدار بیواتانول تولیدی از کاه گندم پیش تیمار نشده محاسبه شده است و تحت عنوان تیمار شاهد برای هریک از شرایط آزمایش تحلیل شده است تا با حفظ شرایط مطلوب انجام آزمایش، مقدار بازده تولید اتانول از خود کاه گندم تعیین گردد؛ طبیعی است که فراهم آوردن شرایط مطلوب ذکر شده برای فعالیت میکروارگانیسم ها در بهبود بازده تولیدی نقش بسزایی دارند؛ این مقدار بازده بیواتانول در جدول ۷ در شرایط بکارگیری پیش استخراج با آب داغ آورده شده است و به تحلیل آن در ادامه پرداخته می شود.

دستگاه بمب کالری متر اندازه گرفته شده و به شرح جدول ۹ است.

جدول ۹- نتایج ارزش حرارتی

| نمونه | دمای اولیه | دمای نهایی | سیم سوخته | کربنات سدیم مصرفی | ارزش حرارتی (کالری بر گرم) |
|-------|------------|------------|-----------|-------------------|----------------------------|
| ۱ | ۲۴/۲ | ۲۴/۸ | ۵/۸ | ۱/۱ | ۲۶۵۴/۱ |
| ۲ | ۲۴/۸ | ۲۶ | ۵/۵ | ۱/۲ | ۲۹۴۶/۵۴ |
| ۳ | ۲۶/۱ | ۲۷ | ۴ | ۱/۲ | ۲۵۹۶/۱۸ |
| ۴ | ۲۶/۷ | ۲۷/۱ | ۲/۲ | ۱/۷ | ۱۶۵۰/۰۷ |
| ۵ | ۲۶ | ۲۶/۱ | ۳/۱ | ۰/۶ | ۱۰۹۲/۴۲ |
| ۶ | ۲۵/۶ | ۲۶/۳ | ۳/۲ | ۱/۵ | ۲۳۱۴/۱۶ |
| ۷ | ۲۶ | ۲۶/۲ | ۳/۶ | ۰/۷ | ۱۴۱۳/۱۱ |

طبق نتایج جدول ۷ ملاحظه می‌شود که مقدار ارزش حرارتی نمونه ۲ (آب داغ $\frac{1}{1}$)، بعد از بررسی بین دماهای مختلف و شرایط مختلف بالاتر از مقدار دیگر نمونه هاست پس شرایط مناسب برای ایجاد حرارت را دارد و ارزش حرارتی بالایی دارد؛ ارزش حرارتی بالا می‌تواند معیار مناسبی برای کیفیت بیواتانول تولیدی باشد و لذا فقط مقدار بازده تولید بالای بیواتانول نمی‌تواند دلیل مناسبی باشد و باید ارزش حرارتی مقدار بیواتانول تولیدی نیز لحاظ گردد؛ از این جهت با توجه به نتایج جدول ۹ فوق ملاحظه می‌شود که به طور کلی ارزش حرارتی نیز در شرایط اعمالی از تیمار آب داغ در مقایسه با تیمار قلبیایی بالاتر است و این نشان می‌دهد که نتایج بازده پیش استخراج در تحلیل‌های این بخش نیز صادق است. البته از میان تیمارهای فوق که با تیمار آب داغ پیش استخراج انجام گرفته است، می‌توان ملاحظه کرد که در شرایط تیمار با آب داغ $\frac{1}{1}$ و شرایط $\frac{12}{1}$ مقدار ارزش حرارتی بیشتر است و این برای بیواتانول تولیدی معیار مناسبی می‌باشد؛ دلیل این موضوع می‌تواند به در دسترس قرار گرفتن مواد بیشتر در فرآیند تخمیر باشد که طی آن با دسترسی بیشتر مواد، تولید بیواتانول با ارزش حرارتی بالا نیز اتفاق می‌افتد و لذا تخریب ساختار مواد و عدم اعمال ترکیب شیمیایی جنبی به فرایند می‌تواند دلیل اصلی برای شکل‌گیری مناسب فرآیند تخمیر و تولید محصول نهایی با کیفیت و ارزش حرارتی بالا گردد کومار و همکاران (۲۰۰۹).

پس طبق بررسی نتایج فوق ملاحظه می‌گردد که از میان تیمارها نمونه با آب داغ بهترین نتیجه را دارد و بیواتانول تولیدی با استفاده از این روش می‌تواند قابلیت اشتعال بالاتری را داشته باشد.

این مقادیر با توجه به برهم خوردگی شرایط تخمیر (بیشتر مقدار pH)، دچار تغییر شده است و فرصت فعالیت بهتر را برای میکروارگانیسم‌ها در مقایسه با شرایط پیش استخراج با آب داغ فراهم نکرده است. از طرفی طبق نتایج زیر شرایط پیش استخراج با آب داغ در تمام شرایط در مقایسه با پیش استخراج قلبیایی نتایج بهتری به لحاظ مقدار بالای بازده بیواتانول در برداشته است و این نشان می‌دهد که تیمار با آب داغ در مقایسه با تیمار قلبیایی روش مناسب‌تری است؛ در این نوع پیش استخراج هیچ ماده شیمیایی اضافه نمی‌شود و تغییر pH که تاثیرگذار بر فعالیت میکروارگانیسم‌ها هست، اتفاق نمی‌افتد و لذا میکروارگانیسم در شرایط مطلوب به انجام فعالیت و تولید محصول نهایی بیواتانول می‌پردازند؛ بنابراین با استفاده از روش آب داغ این عامل نمی‌تواند در به هم زدن دیگر شرایط عملکردی فرآیند تخمیر تاثیر گذارد و این نتیجه حتی به لحاظ اقتصادی نیز مطلوب‌تر و دوستانه محیط زیست نیز است؛ زیرا هزینه ماده قلبیایی در مقایسه با تیمار آب داغ بیشتر است و اینکه در شرایط آب داغ بازده تولید بیواتانول بیشتر است می‌تواند استفاده از راهکار تیمار با آب داغ را برای استفاده در مقیاس‌های بالا تقویت کند و قابلیت عملی کردن آن در مقیاس وسیع را دارد؛ اما باز باید این مهم نیز در نظر گرفته شود که در کنار موارد فوق باید مطلوب بودن مقدار ارزش حرارتی نیز در کنار مقدار بازده تولید بیواتانول بالا باید لحاظ گردد و کیفیت اتانول تولیدی تحلیل شود که از این جهت در ادامه تحلیل خواهد شد.

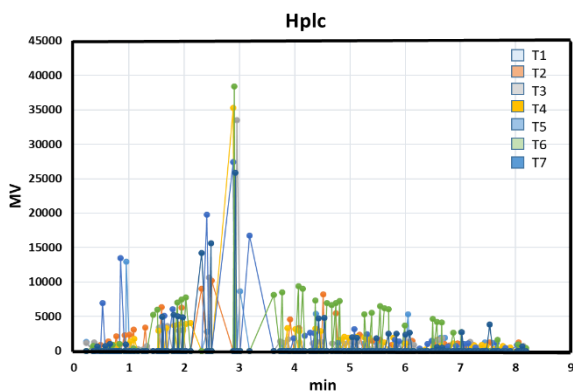
جدول ۸- مقادیر تولید شده اتانول به وسیله پیش استخراج با قلبیا

| شماره تیمار | قلیا | زمان (min) | بازده بیواتانول تولید شده (%) |
|-------------|------|------------|-------------------------------|
| ۴ | ۸ | ۳۰ | ۳/۹ |
| ۵ | ۱۲ | | ۰/۸ |
| ۶ | ۸ | | ۵/۸ |
| ۷ | ۱۲ | ۴۵ | ۲/۶ |

همانطور که در بخش‌های فوق اشاره شد، در کنار مقدار بازده بیواتانول تولیدی مقدار ارزش حرارتی بیواتانول تولیدی نیز دارای اهمیت است و باید سوخت زیستی تولیدی به لحاظ ارزش حرارتی نیز تحلیل گردد. از این جهت در کنار نتایج تحلیل‌های فوق، نتایج ارزش حرارتی نیز آورده شده است تا با اعمال این نتایج در تحلیل‌ها نتیجه مطلوب‌تر گزارش شود. مقادیر ارزش حرارتی طبق فرمول فصل سوم و به وسیله

نتایج آنالیز Hplc هم در راستای تکمیل تحلیل‌های فوق آورده شده است در این بخش از روی نتایج خام گزارش شده از آزمایش که با آب بعنوان ماده جانبی استفاده شده بود مقدار زمان و ارتفاع پیک در طول فرایند تحلیل شده است، این نتایج برای هریک از تیمارهای آزمایش آورده شده است این نمودارها تمایل نسبی هر جز به فاز ساکن به هنگام عبور فاز متحرک بر روی فاز ساکن را نشان می‌دهند؛ در طول این آزمایش برای تمام تیمارها در یک شرایط استاندارد و ثابت ارزیابی صورت گرفت؛ فاز متحرک این تحقیق آب بود. این نتایج در بخش‌های زیر آورده شده است. طبق شکل ۱۰ بیشترین مقدار اتانول برای نمونه تیمارها در محدوده زمانی ۲ الی ۳ دقیقه اتفاق افتاده است که کاملاً مطابق با شرایط استاندارد می‌باشد و ارتفاع پیک برای نمونه تیمارهای آب داغ مقدار بیشتری در مقایسه با نمونه تیمارهای قلیایی دارد و این نشان می‌دهد که اتانول در شرایط اعمال آب داغ نتایج بهتری داشته است و از کیفیت بالاتری برخوردار است؛ از طرفی طبق نمودار مذکور، ارتفاع پیک در همان بازه زمانی قید شده برای نمونه تیمار آب داغ $\frac{1}{1}$ بیشترین مقدار را دارد و سپس برای نمونه $\frac{12}{1}$ که بالاترین مقدار را نشان می‌دهد؛ این موضوع بیان‌گر این است که اتانول مطلوب در این شرایط پیش استخراج می‌تواند حاصل گردد.

در این بخش در کنار نتایج پیش استخراج‌های مختلفی که بحث گردید و مقادیر ارزش حرارتی که تحلیل شد، به بررسی نتایج تست شعله نیز پرداخته خواهد شد تا کیفیت اشتعال بیواتانول‌های تولیدی نیز نشان داده شود؛ از این جهت براساس ارتفاع شعله کیفیت اتانول بررسی گردید؛ چراکه این مهم نیز در انتخاب بهترین نوع تیمار نقش دارد. این آزمایش در یک محیط تاریک انجام گرفت. در تصاویر زیر (شکل‌های ۷، ۸ و ۹) برای هر تیمار ارتفاع شعله و رنگ آن آورده شده است. با توجه به تصاویر ملاحظه می‌شود که رنگ شعله نمونه آب داغ $\frac{1}{1}$ آبی‌تر است پس ارزش حرارتی آن بیشتر است و اتانول با کیفیت بالاتری دارد؛ همچنین ارتفاع شعله نمونه آب داغ $\frac{1}{1}$ بیشتر است پس ارزش حرارتی بالاتری نیز دارد و خلوص و کیفیت آن نیز بیشتر است. از نتایج بخش‌های فوق اینگونه استنباط می‌گردد که ارزش حرارتی بالا که در جدول ۹ آورده شده است مستقیماً در کیفیت احتراق و میزان شعله تاثیرگذار است و این موضوع در نتایج تست شعله نیز مشهود است و می‌توان ملاحظه کرد که هرچه کیفیت بیواتانول تولیدی بهتر باشد یعنی فرآیند تخمیر به شکل مناسبی منجر به تولید بیواتانول با کیفیت بالاتر شود، می‌تواند شعله مناسبی را نیز داشته باشد.



| اختصار | T۱ | T۲ | T۳ | T۴ | T۵ | T۶ | T۷ |
|--------|------|------|---------------|----------------|------|----------------|------|
| تیمار | قلیا | قلیا | آب | آب | قلیا | آب | قلیا |
| | ۱۲ | ۸ | داغ | داغ | ۱۲ | داغ | ۸ |
| | زمان | زمان | $\frac{۸}{۱}$ | $\frac{۱۲}{۱}$ | زمان | $\frac{۱۰}{۱}$ | زمان |
| | ۳۰ | ۴۵ | | | ۴۵ | | ۳۰ |

شکل ۱۰- نتایج آنالیز HPLC

در ادامه در شکل ۱۱ نمودار کیفی- کمی برای نتایج حاصل از تست Hplc برای نمونه‌های با کیفیت بالای اتانول که مربوط به تیمارهای آب داغ است رسم و تحلیل می‌گردد تا



شکل ۷- تست شعله نمونه آب داغ $\frac{1}{1}$ ، $\frac{10}{1}$ و $\frac{8}{1}$



شکل ۸- تست شعله نمونه قلیایی ۱۲ زمان ۳۰ دقیقه و قلیایی ۸ زمان ۳۰ دقیقه



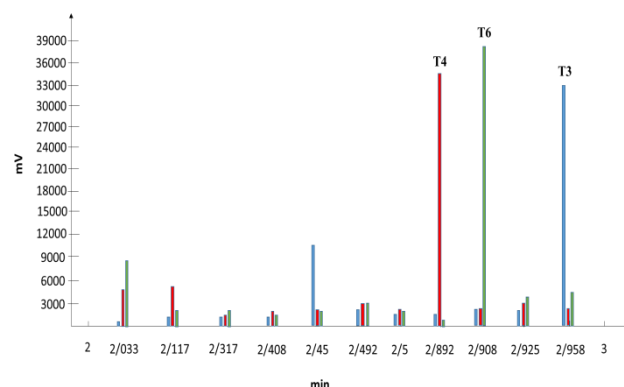
شکل ۹- تست شعله نمونه قلیایی ۸ زمان ۴۵ دقیقه و قلیایی ۱۲ زمان ۴۵ دقیقه

از این جهت براساس نتایج تست ارزش حرارتی، تست شعله و می توان به این نتیجه دست یافت که استفاده از تست HPLC روش پیش استخراج با آب داغ در مقایسه با پیش استخراج با قلیا در شرایط یکسان آزمایش، نتایج مطلوبتری را به لحاظ تولید اتانول دارا می باشد و از طرفی با بیان تکمیلی تر می توان به این نتیجه رسید که با لحاظ نتایج این سه تست و ارزیابی آنها، پیش استخراج با آب داغ ۱۰/۱ در مقایسه با دو نمونه پیش استخراج با آب داغ ۸/۱ و ۱۲/۱ به جهت دارا بودن ارتفاع شعله بالا، ارزش حرارتی بالا و اتانول با کیفیت بیشتر مطلوب تر است؛ که این نتایج می تواند گویای نمونه و شرایط مناسب برای ارائه باشد.

۴- نتیجه گیری

در این تحقیق در راستای استفاده از کاه گندم، امکان تولید همزمان اتانول و کاغذ از آن در شرایط مختلف تیماری با آب داغ و قلیا بررسی گردید و طبق نتایج آزمایش ملاحظه شد که می توان در کنار تولید کاغذ به تولید اتانول از کاه نیز دست یافت و این بررسی نشان داد که تولید اتانول با آب داغ با توجه به حفظ شرایط فعالیت میکروارگانیسم ها می تواند صرفاً با تخریب بافت های کاه به تولید مطلوب اتانول کمک نماید و این روش در مقایسه با روش پیش استخراج با قلیا بهتر است. در میان روش های مختلف پیش استخراج با آب داغ نیز تیمارهای ۱۰/۱ و ۱۲/۱ نتایج مناسب تری داشتند که استفاده از این روش ها توصیه می گردد؛ هرچند به طور سخت گیرانه تر اگر بین دو این تیمار مقایسه صورت گیرد با توجه به نتایج تست ارزش حرارتی و تست شعله می توان مشاهده کرد که با توجه به بالا بودن نسبی ارزش حرارتی و ارتفاع شعله در نمونه تیمار آب داغ ۱۰/۱ استفاده از این ترکیب در مواردی که بیشتر برای احتراق در ترکیبات سوختی (اعم از موتور و ...) باشد با کیفیت تر و مناسب تر است؛ اما با دید کمی و استفاده از اتانول برای مصارف مختلف (مانند: رنگرزی و صنایع شیمیایی و...) که مقدار بازده بالای تولید اتانول مطلوب تر است استفاده از راهکار تیمار با آب داغ ۱۲/۱ نیز توصیه می گردد.

زمان و ارتفاع پیک برای نمونه تیمارها اختصاصی تر بررسی شود.



شکل ۱۱- نمودار کیفی- کمی نتایج تست بر اساس زمان و ارتفاع پیک برای T^۳، T^۴ و T^۶

طبق شکل ۱۱ ملاحظه می گردد که بعد از زمان ۲/۵ دقیقه برای سه نمونه تیمار آب داغ $\frac{1}{1}$ ، $\frac{10}{1}$ و $\frac{12}{1}$ افزایش پیک اتفاق افتاده است؛ طبق این شکل نمونه T^۴ که همان اتانول حاصل از روش پیش استخراج با آب داغ $\frac{12}{1}$ است در دقیقه ۲/۸۹۲ با مقدار پیک نزدیک ۳۳۰۰۰ بیشترین مقدار ارتفاع خود را از اولین دقیقه شروع ثبت کرده است و این در صورتی است که نمونه T^۶ که همان اتانول حاصل با روش پیش استخراج $\frac{10}{1}$ است در زمان ۲/۹۰۸ دقیقه (در همان شرایط آزمایش) به مقدار پیک بیشتری نسبت به T^۴ که در حدود ۳۶۰۰۰ می باشد رسیده است و نمونه T^۳ که همان اتانول حاصل با روش پیش استخراج آب داغ $\frac{1}{1}$ است به بیشترین مقدار پیک خود (در همان شرایط آزمایش) در دقیقه ۲/۹۵۸ رسیده است؛ البته مقدار پیک برای این نمونه در مقایسه با دو نمونه تیمار قبلی کمترین مقدار را نشان می دهد؛ این نتایج نشان می دهد که کیفیت اتانول در ترکیب نمونه T^۶ در مقایسه با دو نمونه T^۳ و T^۴ بیشتر بوده است و این شرایط برای تولید اتانول با کیفیت بیشتر مطلوب تر است.

منابع

- ابیض، ع.، همزه، ی.، عبدالخانی، ع.، و حجازی، س. ۱۳۹۲. بررسی آثار پیش استخراج بر خواص خمیر کاغذسازی و کاغذسازی باگاس در یک سیستم پالایشگاه زیستی. نشریه جنگل و فرآورده های چوب (۲): ۲۲۵-۲۳۲
- Allen RG, Pereira LS, Smith M, Raes D, and Wright JL (۲۰۱۰) FAO-۵۶ dual crop coefficient method for estimating evaporation from soil and application extensions.
- Balat. M. (۲۰۰۹), Use of biomass sources for energy in Turkey and a view to biomass potential", Biomass and Bioenergy, , ۲۹(۱), ۳۲

- Carvalho, F., Duarte, L. C., & Gírio, F. M. (۲۰۰۸). Hemicellulose biorefineries: a review on biomass pretreatments. *Journal of Scientific & Industrial Research*, ۸(۴۹-۸۶۴)
- Drapcho, CM., Nhuan, NP., Walker, TH., ۲۰۰۸. *Biofuels. Engineering Process Technology*. ۱ ed. McGraw-Hill, United States. pp. ۵۰-۱۶۹
- Helmerius, J., Vinblad, J., Rova, U., Berglund, K.A., and Hodge, D. B. (۲۰۱۰). Impact of extraction for bioconversion on birch Kraft pulp properties, *Bioresource technology*, ۱۰۱: ۵۹۹۶-۶۰۰۵
- Hedjazi, S., Kordsachia, O., Patt, R., & Kreipl, A. (۲۰۰۹). MEA/water/AQ-pulping of wheat straw. *Holzforchung*, ۶۳(۵), ۵۰۵-۵۱۲
- Haghghat shoar, f. Abdi, r. Najafi, b. ۲۰۱۹. Effect of thermochemical pretreatment on methane production from waste. *Renaweble energy*. ۲۸: ۱۴۰-۱۵۲
- Huang, H.J., Ramaswamy, S., Al-Dajani, W.W., and Tschirner, U. (۲۰۱۰). Process modeling and hemicellulose pre- extraction for ethanol production: a comparative study. *Bioresources Technology*, ۱۰۱: ۶۲۴-۶۳۱
- Kumar, P. Barrett, d. Dulwich, m. ۲۰۰۹. Methods for pretreatment of lignocellulic biomass for efficient hydrolysis and biofuel production. *Chem res*. ۴۸: ۳۷۱۳-۲۹
- Khan. M. I, shin. J. H, Kim. J.d. of micro algal current status challenge and optimizations of a sustainable and renewable industry. *Microb cel fact*. ۱۷-۳۶
- Lei, Y., Liu, S., Li, J., & Sun, R. (۲۰۱۰). Effect of hot-water extraction on alkaline pulping of bagasse. *Biotechnology Advances*, ۲۸(۵), ۶۰۹-۶۱۲
- Lu, H., Hu, R., Ward, A., Amidon, T. E., Liang, B., & Liu, S. (۲۰۱۲). Hot-water extraction and its effect on soda pulping of aspen woodchips. *Biomass and Bioenergy*, ۳۹, ۵-۱۳
- Lopez, K. N., Kokta, B. V., & Mao, C. B. (۲۰۰۱). Fibre morphology and soda-sulphite pulping of switchgrass. *Bioresource technology*, ۷۷(۱), ۱-۷
- Mohammadi, N. (۲۰۱۹). Investigation on the potential of barley straw in an integrated biorefinery system, MSc. Thesis, University of Tehran.
- Nguyen, R., Kordsachia, O., & Fehr, J. (۲۰۱۰). European hardwoods versus Eucalyptus globulus as a raw material for pulping. *Wood Science and Technology*, ۴۰(۱), ۳۹-۴۸
- Sara Ga´mez, Juan Jose Gonza´lez-Cabriales, Jose´ Alberto Ramı´rez , Gil
- Yoon, S. H. Macewan , K. and van Heiningen, A. ۲۰۰۹. Hot water preextraction from loblolly pine in an integrated forest products biorefinery. *TAPPY JOURNAL*, ۷(۶): ۲۷-۳۲
- Zhuang, J., Lin, L., Liu, J., Luo, X., Pang, C., & Ouyang, P. (۲۰۰۹). Preparation of xylose and kraft pulp from poplar based on formic/acetic acid/water system hydrolysis. *BioResources*, ۴(۳), ۱۱۴۷-۱۱۵۷

Investigating the effect of pre-production on ethanol and paper production performance from wheat straw in a biorefinery

Leyla seyed mousavi^۱; Meraj sharari^۲; Mohammad ahmadi^۳; Bita moezipour^۴; Farid haghghat shoar^۵

^۱ Master's student, wood industry and cellulose products, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University

^۲ Associate Professor, Wood Industries and Cellulose Products, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University

^۳ Associate Professor, Wood Industries and Cellulose Products, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University

^۴ Assistant Professor, Wood Industry and Cellulose Products, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University

^۵ Phd, Department of Mechanical Biosystem Engineering, Renewable Energy, Mohaghegh Ardabili University

Abstract

Using new solutions to convert biological waste into valuable products can prevent wastage of capital while managing waste. Wheat straw is one of these biological wastes. In this research, with this aim, wheat straw was investigated as a raw material for the simultaneous production of paper and bioethanol as valuable products. First, the test was performed by applying hot water pre-extractions at ۷۰ degrees Celsius for ۴۵ minutes with the ratio of cooking liquid to wheat straw, and alkaline pre-extractions at ۷۰ degrees Celsius for ۳۰ and ۴۵ minutes with Alkalinity of ۸ and ۱۲ took place, these conditions were selected from among the various experimental tests that were investigated. Bioethanol production was done using anaerobic fermentation method, so that inside the ۲ liter reactor, liquor obtained from ۵۰ grams of wheat straw was added, and then in order to carry out the fermentation process properly, the amount of sugar inside the reactor was added to $V_{\text{sugar}}/V_{\text{total}}$ ۶۲.۱۵,۰٪, V_p/V_{sugar} ۲,۳۳٪ of the amount of peptone sugar, V_m/V_{sugar} ۱,۵٪ of the sugar amount of *Saccharomyces cerevisiae* yeast was added. In the next step, HPLC test, flame test and calorific value were checked for different conditions in order to report the suitable conditions for bioethanol production. According to the results of the pre-extraction method with hot water compared to alkali under the same test conditions, it has more favorable results in terms of ethanol production due to the maintenance of suitable conditions for the activity of microorganisms. According to the results for all samples, the quality of produced paper was in favorable conditions. On the other hand, pre-extraction with hot water is more favorable compared to the two samples of pre-extraction with hot water and because it has a high flame height, high calorific value and high quality ethanol; that this sample can be indicative of suitable conditions for use. In this research, the objectives of the experiment were investigated based on experimental tests, and then the results were analyzed based on different methods. Findings: In this research, in order to maximize the use of wheat straw, the possibility of simultaneous production of ethanol and paper from it was investigated in different conditions of treatment with hot water and alkali, and according to the results of the experiment presented in chapter four, it was observed that using hot water In addition to paper production, it is possible to produce ethanol from straw, and this study showed that ethanol production with hot water can only be produced by destroying the tissues of straw, considering the preservation of the activity conditions of microorganisms, especially the pH. It is desirable that ethanol helps and this method is better in comparison with the pre-extraction method with alkali. Among the different methods of pre-extraction with hot water, ۱,۱۰ and ۱,۱۲ treatments had more suitable results, and the use of these methods is recommended. However, more strictly if a comparison is made between these two treatments. Conclusion: According to the results of Hplc, calorific value test and flame test, it can be seen that due to the relatively high calorific value and flame height in the hot water treatment sample of ۱,۱۰, the use of this compound in cases that are more for combustion in Fuel compounds (both engine and...) are of higher quality and more suitable; But with a quantitative perspective and the use of ethanol for various uses (such as: dyeing and chemical industries, etc.) where the high yield of ethanol

production is more desirable, the use of hot water treatment solution (۱/۱۲) is also recommended. Today, instead of using fossil energy sources, attention is paid to the use of lignocellulosic materials as the most important sources of biomass in the world, which have a huge potential to produce value-added products such as biofuels. This can be achieved with the biological establishment of bio-refinery units in various industrial sectors, including pulp and paper factories. Biomass includes the synthetic function of nature and has a different proportion of carbon, hydrogen, oxygen and nitrogen compared to oil. Biomass conversion by biotechnological methods along with chemical conversion will play a big role in the future. Plant biomass always includes basic carbohydrate products, lignin, fat protein and a variety of substances such as vitamins, color, taste, aromatic essences with very different chemical structures. A bio-refinery is a place that, through a process using mechanical, thermal, chemical and biochemical methods, converts biomass into products with high added value or key intermediate products for the production of chemicals and other materials. Today, many pulp and paper factories in the world have suffered a decrease in profitability due to factors such as increased competition, the high cost of supplying raw materials and the energy consumption of the factory. One of the solutions to overcome this problem is to diversify the products of the factory, in this direction, hemicelluloses and dissolved lignin can play an important role and move the pulp and paper factory towards the production of green fuels and Conduct biological materials. Biofuel of the new generation creates changes in weather conditions. This action is done by reducing the emission of greenhouse gases. For example, bioethanol produced from wheat straw releases only ۲۰ grams per kilogram during its life cycle, while ۱۶۳ grams per kilogram is released for gasoline on average. Reducing the pressure on food products, which is done by developing other fuels from non-food raw materials and the rest of agricultural products, in addition, they can use waste products as raw materials. Therefore, it causes the reduction of agricultural waste buried in the ground or exposed to other mechanisms. Unlike fossil fuels, biofuels are produced from renewable sources. They emit less pollutants than fossil fuels because ethanol burns completely, reducing carbon monoxide emissions. Due to the release of carbon dioxide and the absorption of raw materials, they do not contribute to the warming of the earth, and they are more economical compared to fossil fuels. One of the most important fuels produced by biological methods is bioethanol. The production of ethanol from lignocellulosic biomass is known as the second generation of production, and compared to its production from sugars and starch (the first generation of production), it has more energy, economic, environmental, and even social political benefits, and considering the significant benefits Lignocellulosic materials, the focus of researchers and companies is directed towards the use of lignocellulosic biomass.

Introduction

In today's world, environmental issues and climate changes due to the consumption of fossil fuels and the concentration of greenhouse gases on the one hand, and the expensiveness and limited nature of these fuels on the other hand, are the fields of evolution in the wide use of energy. has provided renewable energy. One of these renewable energies that has received a lot of attention recently is biomass energy, which is the driving force at the national, global and regional levels, climate change, energy security and the production of chemicals from renewable sources. The main ways to use biomass in a place called "bio-refinery" to produce bio-energy, bio-fuels and bio-chemicals are renewable resources (Carvaleiro ۲۰۰۸). Today, instead of using fossil energy sources, attention is paid to the use of lignocellulosic materials as the most important sources of biomass in the world, which have a huge potential to produce value-added products such as biofuels. This can be achieved with the biological establishment of bio-refinery units in various industrial sectors, including pulp and paper factories. Biomass includes the synthetic function of nature and has a different proportion of carbon, hydrogen, oxygen and nitrogen compared to oil. Biomass conversion by biotechnological methods along with chemical conversion will play a big role in the future. Plant biomass always includes basic carbohydrate products, lignin, fat protein and a variety of substances such as vitamins, color, taste, aromatic essences with very different chemical structures. A bio-refinery is a place that, through a process using mechanical, thermal, chemical and biochemical methods, converts biomass into products with high added value or key intermediate products for the production of chemicals and other materials. Today, many pulp and paper factories in the world have suffered a decrease in profitability due to factors such as increased competition, the high cost of supplying raw materials and the energy consumption of the factory. One of the solutions to overcome this problem is to diversify the products of the factory, in this direction, hemicelluloses and dissolved lignin can play an important role and move the pulp and paper

factory towards the production of green fuels and lead biological materials (Helmiros et al. ۲۰۱۰). Common biofuel products mainly include ethanol from starch or sugar and biodiesel from vegetable oils or animal fats (Alan ۲۰۱۰). On the other hand, the total investment project for the establishment of an advanced and independent biorefinery for the production of cellulosic ethanol is very high, and according to the cost estimate made in America in ۲۰۰۹, the total investment cost for the construction of a cellulosic ethanol biorefinery with The capacity of ۲۰۰ mg of dry biomass is more than ۲۰۰ million US dollars per day (Hong et al. ۲۰۰۹). But the pulp and paper factory is a bed for effective use of biological, renewable and abundant lignocellulosic resources, especially non-wood lignocellulosic waste. Today, the modern pulp and paper factories and the existing infrastructures in them minimize the increase of additional costs for the commercial realization of the biorefinery, and it is a good opportunity for the production of cellulosic fibers and products such as ethanol, which is also defined as a combined biorefinery. It will be This not only increases income and profitability, but also potentially reduces greenhouse gas emissions. The calorific value of hemicelluloses is significantly lower than lignin, so the extraction of hemicelluloses before the pulping process provides the potential to produce products with greater economic value (Huang et al. ۲۰۱۰). The advantage of the biorefinery is that the production of chemical products and fuel is parallel to the main process, and it also produces energy (for internal consumption or for sale, such as electricity). In the biorefinery, cellulose and semi-cellulosic components are converted into sugars. (to carry out fermentation operations) that a large amount of biomass participates in the process. In this process, mainly, many pollutants are not produced and ethanol is produced. It also produces synthesis gas. Biofuel or green fuel are new terms that have received a lot of attention in the last decade in the form of concern of the world community regarding the limitation of fossil resources and at the same time the increase of pollution. This new fuel has become so important that it is called "future fuel" (Yang et al. ۲۰۰۹). Biofuel of the new generation creates changes in weather conditions. This action is done by reducing the emission of greenhouse gases. For example, bioethanol produced from wheat straw releases only ۲۰ grams per kilogram during its life cycle, while ۱۶۳ grams per kilogram is released for gasoline on average. Reducing the pressure on food products, which is done by developing other fuels from non-food raw materials and the rest of agricultural products, in addition, they can use waste products as raw materials. Therefore, it causes the reduction of agricultural waste buried in the ground or exposed to other mechanisms. Unlike fossil fuels, biofuels are produced from renewable sources. They emit less pollutants than fossil fuels because ethanol burns completely, reducing carbon monoxide emissions. Due to the release of carbon dioxide and the absorption of raw materials, they do not contribute to the warming of the earth, and they are more economical compared to fossil fuels.

Methodology

he tested samples of wheat straw were obtained from the teaching and research farm of Mohagheh Ardabili University. In order to perform pre-extraction tests and wheat straw cooking operations, they were cut into sizes of five to seven centimeters by a cutting machine. and they were placed in the laboratory environment to reach the equilibrium humidity. After reaching the equilibrium moisture, the samples were packed in polyethylene bags to prevent moisture exchange and change in moisture content. Then, the moisture content of the samples of all the bags was measured, and during the experiments, after each sampling, the bag lid was closed in order to keep the humidity conditions constant. In order to measure the chemical composition of wheat straw, flour was first prepared according to the T۲۰۷-۰۲ standard and by a laboratory grinding machine from the cut samples. Determination of extractable substances soluble in organic solvent according to standard T۲۸۰pm-۹۹ of TAPPI regulations, measurement of cellulose according to standard T۲۶۴-om ۸۸ of TAPPY regulations, measurement of lignin according to standard T۲۲۲om-۹۸ of TAPPI regulations and ash measurement It was done in accordance with the T۲۱۱om-۹۳ standard of TAPPI regulations. alkaline pre-extraction at ۷۰ degrees Celsius during ۳۰ and ۴۰ minutes with alkalinity of ۸ and ۱۲ and with the initial weight of ۰۰ grams of dry matter and considering the ratio of baking liquid to wheat straw L/W ۸ to ۱ as a constant factor in The cooking pot was done; These values were selected according to numerous experimental tests. According to Table ۱, pre-extraction was done with hot water at ۷۰ degrees Celsius for ۴۰ minutes and with an initial weight of ۰۰ grams of dry matter with the ratio of cooking liquid to wheat straw, and as variable factors in the cooking pot; These values were also

selected as optimal conditions according to the many conditions of the experimental test; So, for example, at higher temperatures for these ratios of water to wheat straw, the complete burning of the straw sample was observed in the experiment, and this process was not selected due to the loss and removal of cellulose and hemi-cellulose, and on the other hand, low temperatures Higher than this selected temperature did not have much effect on the performance; For this reason, these suitable conditions were selected from among the many conditions of the experimental test.

It first, all the equipment used in the laboratory was disinfected with disinfectant solution. Then the liquor obtained from alkaline pre-extraction and pre-extraction with hot water was poured into the container that was prepared in advance; Considering the importance of creating suitable conditions for the activity of microorganisms, after several experimental tests, the most suitable conditions for their activity were selected; During this process, the amount and different conditions of use of compounds required for use in the digestion process were checked and the optimal conditions were applied for all treatments; So that inside the reactor, the liquor obtained from ۰۰ grams of wheat straw for each treatment, which had reached ۰۰ ml using the water washing process, was added, and then in order to carry out the fermentation process properly, the amount of sugar inside the reactor was added to V_{suger} . V_{total} was ۱۰,۶۲%, $V_{\text{p}}/V_{\text{suger}}$ was ۲,۳۳% of the amount of peptone sugar, $V_{\text{m}}/V_{\text{suger}}$ was ۱,۰% of the sugar amount of active yeast *Saccharomyces cerevisiae*, mixed with ۱۰۰ ml of water and then added to create favorable conditions for activity. Microorganisms should be properly produced and then by using water, the volume of this reactor reached ۱,۶ liters. The obtained solution was kept for ۱۰ days in a ۲ liter tank (reactor) which was replaced with a hole balloon. was kept; This cover was used to create anaerobic conditions, and the fermentation process was started during this solution. Next, the obtained solution was sent to the digester, where a ۴-meter copper tube with a diameter of ۱ cm was connected to its lid, and one side of the tube was placed in a bucket. It was full of ice, added after closing the digester, the temperature was set to ۶۰ degrees Celsius and the device was turned on. After ۶۰ minutes, the valve in the digester door was opened for a few moments and ethanol drops were poured into a special container with a lid. In this research, calorimeter bomb and Hplc tests were used to obtain the calorific value of fuel and flame test. The bomb calorimeter device is used to measure the amount of heat created by a liquid or solid substance due to complete burning. Calorific value of fuel is the amount of heat that is released when a unit mass of fuel is completely burned. The base of this device is a small unit that is completely stable in terms of balance and carries the ignition rods and the plant holder. To open and close the screw door of the bomb, due to the proper insulation, not much force is needed and it is easily secured with the wrench that comes with the device. After being prepared, the bomb is placed inside the water container. When the ignition system operates and the ignition wire heats up, the fuel explodes and causes the temperature of the water to rise. ASTM D ۸۶ standard is used to measure the calorific value. By calculating the amount of heat given to water and the device, the calorific value of the fuel is obtained. Analysis of simple sugar compounds of wheat straw such as glucose, xylose, mannose, galactose, arabinose, rhamnose and cellobiose was done by Hplc method. Each of the above experiments was repeated ۳ times. A two-step hydrolysis method has been used for the analysis of sugar compounds. In the first step, ۲ ml of ۷۲% sulfuric acid is added to ۲۰۰ mg of dry sample and the sample is hydrolyzed for ۸ hours at a temperature of ۳۰ degrees Celsius in a water bath. After one hour, the reaction is stopped by adding ۶ milliliters of water. **Conclusion** In this research, in line with the use of wheat straw, the possibility of simultaneous production of ethanol and paper from it was investigated in different conditions of treatment with hot water and alkali, and according to the results of the experiment, it was observed that it is possible to produce ethanol from straw in addition to paper production. found and this study showed that the production of ethanol with hot water, considering the maintenance of the activity conditions of microorganisms, can contribute to the optimal production of ethanol only by destroying the straw tissues, and this method is better in comparison with the pre-extraction method with alkali.. Among the different pre-extraction methods with hot water, the ۱۰,۱ and ۱۲,۱ treatments had more suitable results, and the use of these methods is recommended; However, more strictly, if a comparison is made between these two treatments, according to the results of the calorific value test and the flame test, it can be seen that due to the relatively high calorific value and flame height in the hot water treatment sample, ۱,۱۰. The use of this compound in cases where it is more suitable for combustion in fuel compounds (including engines, etc.) is more quality and suitable; But with a quantitative view and the use of ethanol for various uses (such as: dyeing and chemical industries, etc.) where the high yield of ethanol production is more desirable, the use of hot water treatment solution ۱/۱۲ is also recommended.

Keywords Wheat Straw, Biorefinery, Bioethanol and Paper.