بسم الله الرحمن الرحیم

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱– حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲– انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجوی مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳– انتشار کتاب و یا نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام شود.

ماده ٤– ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵– این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/٤/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/٤/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب **محمد عباسیان طائب** دانشجوی رشته **مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی** ورودی سال تحصیلی **۱۳۸۷** مقطع **کارشناسی ارشد** دانشکده **کشاورزی** متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آیین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آیین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هرگونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله براساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هرگونه اعتراض را از خود سلب نمودم ».

محمد عباسیان طائب

۱۳۹۰/۰٤/۲۰

آئین‌نامه پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت‌های علمی پژوهشی دانشگاه است. بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱ : در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به‌طور کتبی به دفتر "دفتر نشر آثار علمی" دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲ : در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

" کتاب حاضر، حاصل **پایان نامه کارشناسی ارشد** نگارنده در رشته **مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی** است که در سال **۱۳۸۷** در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی **دکتر برات قبادیان** ، مشاوره **محسن نصرتی** از آن دفاع شده است.

ماده ۳ : به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به "دفتر نشر آثار علمی" دانشگاه اهداء کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ٤ : در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به‌عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تادیه کند.

ماده ۵ : دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت‌های بهای خسارت، دانشگاه مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند، به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ٤ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ٦ : اینجانب **محمد عباسیان طائب** دانشجوی رشته **مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

محمد عباسیان طائب

۱۳۹۰/۰٤/۲۰

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی

عنوان

طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه آزمایشگاهی تولید قند از ضایعات سیب‌زمینی به منظور تولید بیواتانول

نگارش

محمد عباسیان طائب

استاد راهنما

دکتر برات قبادیان

استاد مشاور

دکتر محسن نصرتی

تابستان ۱۳۹۰

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم که همواره شمع وجودشان روشنی بخش مسیر زندگی فرزندانشان بوده است به پاس

مهربانی ها و فداکاری ها و زحمات بی دریغ شان

همسر صبورم که همواره حامی و مشوق من در زندگی بوده است

استاد راهنمای عزیزم به مهر و صفای وجودشان

و

امید زندگی ام فاطمه

تشکر و قدردانی

حمد وسپاس فراوان خداوند مهربان را که هرچه دارم از الطاف بی‌دریغ او است.

با تشکر فراوان از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر برات قبادیان که از همکاری‌های ایشان در همه مراحل پایان نامه و تحصیل بهره بردم.

با سپاس بیکران از استاد بزرگوار جناب آقای محسن نصرتی که از ارشادات ایشان استفاده نمودم.

و همچنین تشکر و قدردانی از:

آقای دکتر سعید مینایی

آقای دکتر غلامحسن نجفی

و آقای مهندس علی رضایی کیا

چکیده

یکی از منابع تولید بیواتانول، مواد نشاسته‌ای هستند که در ایران سیب‌زمینی مهمترین محصول نشاسته‌ای می‌باشد که از لحاظ عملکرد و سطح زیر کشت، پتانسیل استفاده به عنوان ماده اولیه تولید بیواتانول را دارد. از طرفی سالانه هزاران تن ضایعات و زائدات این محصول به صورت دورریز دفع می‌شود که می‌توان از آن در تولید بیواتانول استفاده نمود. اولین مرحله تبدیل مواد نشاسته‌ای به بیواتانول، هیدرولیز می‌باشد که طی آن، ماکرو ملکول‌های نشاسته به قندهای گلوکز و فرکتوز تجزیه می‌شوند تا قند حاصل طی فرایند تخمیر به بیواتانول تبدیل شود. هیدرولیز اسیدی روش سنتی تولید گلوکز از نشاسته است در حالی‌که هیدرولیز آنزیمی به عنوان روشی نو، با مزایایی که نسبت به نوع اسیدی دارد به سرعت در حال جایگزین شدن روش هیدرولیز اسیدی است. بنابراین در این تحقیق این نوع هیدرولیز مورد توجه قرار گرفت و به دلیل صنعتی بودن استفاده از مخمر ساکارومایسس سریویزیه، از آن در تخمیر قند حاصل از نشاسته استفاده شد. دستگاه آزمایشگاهی تولید بیواتانول از ضایعات سیب‌زمینی متشکل از راکتور هیدرولیز و فرمانتور با ظرفیت ۳/۵ لیتر و از نوع غیر مداوم (Batch) طراحی و ساخته شد. هنگام ارزیابی دستگاه به جای استفاده از آنزیم‌های آلفا آمیلاز و بتا آمیلاز، از آنزیم آکوستون برای هیدرولیز نشاسته استفاده شد که در صنایع نساجی کاربرد دارد. نتایج اندازه گیری قند نشان داد که میزان فرکتوز تولیدی با این آنزیم بسیار کم می‌باشد. با استفاده از این آنزیم علاوه بر گلوکز قند ساکاروز نیز تولید شد. غلظت گلوکز تولیدی در بهترین حالت g/l ۱۷/۵۳ و ساکاروز تولیدی در بهترین حالت g/l ۲/۹۱ بودند. نتایج سایر آزمایش‌ها نشان دادند که مالت سیب‌زمینی رفتاری مشابه رفتار سیالات کاسون دارد و جرم مخصوص سیب‌زمینی رقم آگریا، kg/m^3 ۹۲۵/۶۵ می‌باشد.

لغات کلیدی: بیواتانول، سیب‌زمینی، هیدرولیز آنزیمی، تخمیر، راکتور هیدرولیز، فرمانتور

فهرست مطالب

موضوع **صفحه**

کلیات ۱
۱-۱ مقدمه ۲
۱-۲ تعریف مساله ۳
۱-۳ اهداف تحقیق ٤
پیشینه‌ی تحقیق ٥
۲-۱ محصول سیب‌زمینی ٦
۲-۱-۱ کلیات محصول سیب‌زمینی ٦
۲-۱-۲ ارقام سیب‌زمینی موجود در کشور ۸
۲-۱-۳ ارزش غذایی و ترکیبات کشاورزی ۸
۲-۱-٤ موارد استفاده سیب‌زمینی ۱۰
۲-۱-٥ اهمیت محصول و فراورده‌های آن ۱۰
۲-۱-٦ مناطق مهم کشت سیب‌زمینی در ایران ۱۱
۲-۱-۷ ضایعات و زائدات سیب‌زمینی ۱۲
۲-۱-۷-۱ ضایعات سیب‌زمینی ۱۲
۲-۱-۷-۲ زائدات سیب‌زمینی ۱۳
۲-۲ الکل‌ها ۱٤
۲-۲-۱ بیواتانول (اتیل‌الکل) C_2H_5OH ۱٤
۲-۲-۲ گلیسرول Glycerol ۱٥
۲-۲-۳ اسید استیک ۱٥
۲-۲-٤ سرکه ۱٦
۲-۳ روش‌های تولید بیواتانول ۱٦
۲-۳-۱ تولید بیواتانول از مواد نشاسته‌ای ۱۷
۲-۳-۱-۱ هیدرولیز ۱۸
۲-۳-۲ ژلاتینه شدن ۲٦
۲-۳-۳ تولید اتیل‌الکل از مواد نشاسته‌ای با استفاده از مالت جو ۲٦

۲-۳-٤ تخمیر ۲۸
۲-۳-٤-۱ مخمرها ۲۸
۲-۳-٤-۲ رشد ۳۲
۲-۳-٤-۳ متابولیسم در سلول‌های مخمری ۳۳
۲-۳-٤-٤ تنظیم متابولیسم قند ۳۳
۲-۳-٤-٥ تنظیم مصرف گلوکز در مخمر ساکارومایسس سریویزیه ۳٤
۲-۳-٤-٦ مخمرهای ساکارومایسس ۳٦
۲-۳-٥ اثر پارامترهای مختلف بر تولید بیواتانول ۳٦
۲-۳-٥-۱ متالولیسم اتانول در مخمر ۳٦
۲-۳-٥-۲ اثراتانول ۳۷
۲-۳-٥-۳ اثر اکسیژن ۳۷
۲-۳-٥-٤ اسیدیته ۳۸
۲-۳-٥-٥ اثر دما ۳۹
۲-۳-٥-٦ اثر غلظت قند ۳۹
۲-۳-٥-۷ اثر فشار اسمزی ۳۹
۲-۳-٥-۸ غلظت تلقیح ٤۰
۲-۳-٦ حالات تخمیر ٤۰
۲-۳-٦-۱ تخمیر حالت جامد ٤۰
۲-۳-٦-۲ تخمیر حالت غوطه‌ور ٤۱
۲-۳-٦-۳ تخمیر و هیدرولیز همزمان SSF ٤٦
۲-۳-٦-٤ تکنولوژیVHG ٤۷
۲-۳-٦-٥ تخمیر مستقیم نشاسته هیدرولیز نشده ٤۹
۲-۳-٦-٦ تولید اتانول از گندم ٤۹
۲-۳-٦-۷ تهیه‌ی اتانول از کاساوا ٥۰
۲-۳-٦-۸ تولید اتانول از سیب‌زمینی ٥۰
۲-۳-٦-۹ تاثیر رقم سیب زمینی بر تولید بیواتانول ٥۱
۲-٤ قندها ٥۲
۲-٤-۱ گلوکز ٥۳
۲-٤-۲ فروکتوز ٥۳

۲-۵ نشاسته ۵۳
۲-٦ بیوراکتور ۵۳
۲-٦-۱ بیوراکتورهای مخلوط شده با همزن ٥٤
۲-٦-۲ همزن ۵۵
۲-٦-۲-۱ عملکرد همزن ۵۵
۲-٦-۲-۲ شکل همزن و نحوه‌ی قرار گرفتن همزن در راکتور ۵۷
۲-٦-۳ مکانیک جریان سیال در مخزن‌های مخلوط شده با همزن ٦۰
۲-٦-۳-۱ مدل همزن ٦۰
۲-٦-۳-۲ جریان اولیه و ثانویه سیال ٦۱
۲-٦-٤ انتقال انرژی از همزن به سیال ٦۲
۲-٦-٤-۱ رابطه‌ی بین مصرف توان و متغیرهای توان و متغیرهای عملیات ٦۳
۲-٦-۵ بافل ٦٦
۲-٦-٦ توزیع گاز در مخازن مخلوط شده ٦۷
۲-٦-٦-۱ آنالیز فیزیکی فرایند پراکندگی ٦۷
۲-٦-٦-۲ تشکیل حباب با عوامل مختلف توزیع ٦۸
۲-٦-٦-۳ حرکت حباب در مخزن مخلوط شده ٦۹
۲-٦-۷ انتقال انرژی از همزن به سیال در شرایط هوادهی ۷۳
۲-۷ خواص رئولوژیکی سیالات ۷۵
۲-۷-۱ سیالات ویسکوالاستیک: ۷۵
۲-۷-۲ سیالات کاملا ویسکوز ۷۵
۲-۷-۲-۱ سیالات نیوتونی ۷٦
۲-۷-۲-۲ سیالات غیرنیوتیونی ۷٦
۲-۸ ضرورت انجام تحقیق حاضر ۸۰
مواد و روش‌ها ۸۱
۳-۱ روش تولید بیواتانول ۸۲
۳-۱-۱ ضایعات سیب‌زمینی ۸۳
۳-۱-۲ اندازه‌گیری وزن مخصوص غده‌ها ۸٤
۳-۱-۳ اندازه‌گیری ویسکوزیته‌ی مالت سیب‌زمینی ۸٦
۳-۲ روش طراحی دستگاه بیوراکتور ۸٦

۳-۲-۱ تحلیل تنش راکتور هیدرولیز ۸۸
۳-۲-۲ تحلیل تنش حرارتی راکتور هیدولیز ۸۸
۳-۲-۳ طراحی محور همزن ۸۹
۳-۲-۳-۱ قطر محور همزن ۸۹
۳-۲-۳-۲ تنش خمشی محض ۹۰
۳-۲-۳-۳ تنش برشی محض ۹۱
۳-۲-۳-٤ محاسبه‌ی تنش‌های بیشینه ۹۲
۳-۲-۳-۵ انحراف محور همزن ۹۲
۳-۳ محاسبات دستگاه بیوراکتور ۹۳
۳-۳-۱ راکتور هیدرولیز ۹۳
۳-۳-۱-۱ تعیین ابعاد راکتور هیدرولیز ۹٤
۳-۳-۱-۲ تعیین ضخامت جداره راکتور هیدرولیز ۹۵
۳-۳-۱-۳ بررسی تنش حرارتی جداره راکتور هیدرولیز ۹٦
۳-۳-۱-٤ همزن راکتور هیدرولیز ۹۷
۳-۳-۱-۵ تعیین ابعاد ۹۷
۳-۳-۱-٦ تعیین تعداد پره‌های همزن ۹۸
۳-۳-۱-۷ توان همزنی ۹۸
۳-۳-۱-۸ محور همزن ۱۰۰
۳-۳-۲ فرمانتور ۱۰۳
۳-۳-۲-۱ تعیین ابعاد فرمانتور ۱۰۳
۳-۳-۲-۲ همزن فرمانتور ۱۰٤
۳-۳-۲-۳ تعیین ابعاد ۱۰٤
۳-۳-۲-٤ توان همزنی ۱۰۵
۳-۳-۲-۵ محور همزن ۱۰٦
۳-۳-۳ بافل ۱۰۸
۳-۳-٤ انتخاب گرم‌کن ۱۰۸
۳-۳-۵ انتخاب پمپ ۱۰۹
۳-۳-٦سامانه کنترل دمای فرمانتور ۱۱۰
۳-٤ ساخت دستگاه ۱۱۲

۳-٤-۱ راکتور هیدرولیز و فرمانتور ۱۱۲
۳-۵ روش اجرای ارزیابی ۱۱۲
نتایج و بحث ۱۱٤
٤-۱ نتایج طراحی و ساخت دستگاه ۱۱۵
٤-۱ نتایج اندازه‌گیری وزن مخصوص غده‌های سیب‌زمینی ۱۱۸
٤-۲ تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری ویسکوزیته به کمک نرم‌افزار مطلب ۱۱۸
٤-۳-۱ تحلیل آماری داده‌های حاصل از اندازه‌گیری قندها با استفاده از دستگاه HPLC ۱۲۳
٤-۳-۱ جدول تجزیه واریانس داده‌های قندگلوکز ۱۲٦
٤-۳-۲ تجزیه واریانس داده‌های قند ساکاروز ۱۲۹
نتیجه گیری و پیشنهادها ۱۳۳
۵-۱ نتیجه گیری ۱۳٤
۵-۲ پیشنهادها ۱۳۵
فهرست منابع ۱۳٦
پیوست ۱٤۲

فهرست نمادها

نماد	شرح	واحد
a	شعاع بزرگ بیضی	m
a'	فاصله بین یاتاقان‌های تکیه‌گاهی موتور همزن	m
A_0	سطح خارجی راکتور	m^2
b	شعاع کوچک بیضی	m
C	عدد ثابت	بی بعد
c	تعداد تیغه‌های همزن	بی‌بعد
CF	فاکتور وضعیت	بی بعد
c_P	گرمای ویژه سیب‌زمینی	$kJ/kg.^\circ C$
c_w	گرمای ویژه آب	$kJ/kg.\circ C$
D	قطر راکتور	m
DE	دکستروز معادل	بی بعد
d_{gl}	قطر مدل	m
d_i	قطر محور پروانه همزن	m
d_k	قطر خط مرکزی صفحه همزن	m
d_l	قطر حفره صفحه همزن	m
E	مدول الاسیتیسیته	MPa
F_H	نیروی هیدرولیکی سیال	N
FH_n	نیروی هیدولیکی مربوط به هر پروانه	N
Fr	عدد فرود	بی‌بعد
g	شتاب گرانش	m/s^2
H	ارتفاع مایع در مخزن	m
h_o	ضریب انتقال گرما در خارج راکتور	$W/m^2.^oC$
k	شاخص استحکام سیال	$gcm^{-1}n'^{-2}$
k_c	ضریب هدایت حرارتی جداره راکتور	$W/m.^oC$
l	طول تیغه	m
L'	محیط استوانه راکتور	m

M ..... گشتاور خمشی ..... $N.m$

m_P ..... جرم سیب‌زمینی ..... kg

m_w ..... جرم آب ..... kg

n ..... تعداد دور همزن بر واحد زمان ..... s^{-1}

N ..... سرعت پروانه ..... بی بعد

N_P ..... عدد توان ..... بی بعد

n' ..... شاخص رفتار جریان ..... بی بعد

P ..... انرژی اتنقال یافته از همزن به سیال ..... $\frac{kg.m}{s}$

p ..... فشار پیمانه‌ای (نسبی) سیال ..... MPa

pH ..... اسیدیته ..... بی بعد

P_e ..... توان همزنی ..... W

P_g ..... مصرف توان در شرایط بدون هوادهی و هوادهی ..... W

Q_h ..... انرژی ..... kJ

r_i ..... شعاع داخلی رآکتور هیدرولیز ..... m

R_o ..... مقاومت همرفتی سطح خارجی مخزن ..... $W/^oC$

r_o ..... شعاع خارجی رآکتور هیدرولیز ..... m

R_s ..... مقاومت حرارتی جداره راکتور ..... $W/^oC$

S ..... طول شعاعی بافل ..... m

T_i ..... درجه حرارت داخلی راکتور هیدرولیز ..... ^oC

T_o ..... درجه حرارت خارجی راکتور هیدرولیز ..... ^oC

t_s ..... ضخامت جداره بخش استوانه‌ای راکتور هیدورلیز ..... mm

V_g ..... شدت جریان گاز ..... m^3/s

V_g ..... شدت جریان گاز ..... m^3/s

dv/dy ..... نرخ برش ..... بی بعد

V_s ..... حجم غده ..... m^3

v ..... ضریب پواسون ..... بدون بعد

W_{bw} ..... وزن ظرف و مایع ..... kg

W_{bws} ..... وزن ظرف، مایع و غده ..... kg.

X ..... فاصله از ابتدای محور ..... m

Y_p ..... عملکرد تولید بیواتانول ..... لیتر سوبسترا / لیتر اتانول

Z ..... مدول برشی قطبی ..... m^3

z ..... تعداد حفره در صفحه همزن ..... بی بعد

δ_D ..... تنش طولی مخزن ..... MPa

ε_D ..... کرنش قطری ..... بی بعد

ε_{Ds} ..... کرنش قطری قسمت استوانه‌ای مخزن ..... بی‌بعد

ε_{De} ..... کرنش قطری سرپوش بیضوی ..... بی‌بعد

σ_b ..... تنش خمشی ..... MPa

τ_y ..... تنش اولیه ..... MPa

ε_D ..... کرنش قطری ..... m

Δy ..... رابطه کلی انحراف از ابتدای محور ..... m

Δy_{max} ..... حداکثر انحراف ایجاد شده در انتهای محور همزن می‌باشد ..... m

ΔT ..... اختلاف درجه حرارت بین جداره داخلی و خارجی راکتور هیدرولیز ..... ^oC

ρ_t ..... وزن مخصوص تولئون ..... kg/m^3

μ ..... ویسکوزیته‌ی دینامیکی ..... $kg/m.s$ یا $N.s/m^2$

ρ ..... چگالی ..... kg/m^3

فهرست جدول‌ها

جدول صفحه

جدول ۲–۱ . میزان مواد غذایی موجود در صد گرم سیب‌زمینی خام ۹
جدول ۲–۲: مناطق عمده کشت سیب‌زمینی به تفکیک فصل تولید ۱۲
جدول ۲–۳: درصد الکل تولید شده در نتیجه افزودن منابع مختلف ازت برای مخمر ساکارومایسس سریویزیه. ۳۰
جدول ۲–٤: درصد الکل تولید شده در نتیجه افزودن منابع مختلف فسفر برای مخمر ساکارومایسس سریویزیه ۳۰
جدول ۳–۱: خصوصیات زراعی و مورفولوژیک یک رقم آگریا ۸٤
جدول۳–۲ نسبت هندسی در بیوراکتورهای کوچک. ۹۷
جدول ٤–۱: مشخصات دستگاه آزمایشگاهی تولید بیواتانول از ضایعات سیب‌زمینی ۱۱۵
جدول ٤–۲: جدول تجزیه‌ی واریانس وزن مخصوص غده‌های سیب‌زمینی رقم آگریا ۱۱۸
جدول ٤–۳: معادلات مورد استفاده برای بررسی خواص رئولوژیکی مالت سیب‌زمینی ۱۱۹
جدول ٤–٤: نتایج حاصل از تحلیل‌های آماری بر اساس توابع ذکر شده در جدول٤–۲.....۱۲۱
جدول ٤–۵ ضرایب مدل لگاریتمی در نرخ‌های مختلف رقیق سازی را نشان می‌دهد. ۱۲۱
جدول ٤–٦: جدول تجزیه‌ی واریانس قند گلوکز.....۱۲٦
جدول ٤–۷: حداکثرهای حاصل از مقایسه‌ی میانگین‌های اثر متقابل غلظت آنزیم در مرحله‌ی آب‌سازی × غلظت آنزیم در مرحله‌ی ساکاریفیکاسیون بر تولید قند گلوکز به روش دانکن ۱۲۷
جدول ٤–۸: جدول تجزیه‌ی واریانس قند ساکاروز ۱۲۹
جدول ٤–۹: حداکثرهای حاصل از مقایسه‌ی میانگین‌های اثر متقابل غلظت آنزیم در مرحله‌ی آب‌سازی × غلظت آنزیم در مرحله‌ی ساکاریفیکاسیون بر تولید قند ساکاروز به روش دانکن ۱۳۱

فهرست شکل‌ها

شکل **صفحه**

شکل ۲-۱ : نمای پیوندهای شیمیایی مولکول اتانول ۱۵
شکل ۲-۲: راکتور مخلوط شده با همزن ۵۵
شکل ۲-۳: همزن توربینی با صفحه ۵۸
شکل ۲-٤: همزن توربینی بدون صفحه ۵۸
شکل ۲-۵: همزن همزن پره‌ای ۵۹
شکل ۲-٦: همزن صفحه‌ای ۵۹
شکل ۲-۷: همزن پروانه‌ای ۵۹
شکل ۲-۸: همزن اینترمیگ ۵۹
شکل ۲-۹: مدل همزن برای همزن پره‌ای ٦۰
شکل ۲-۱۰ : خطوط جریان حرکت اولیه سیال در بیوراکتور ٦۱
شکل ۲-۱۱ : خطوط جریان حرکت ثانویه سیال ۵۸
شکل ۲-۱۲: منحنی عدد توان نسبت به عدد رینولدز ٦٤
شکل ۲-۱۳: تشکیل حباب در همزن توربینی ۷۰
شکل ۲-۱٤: تشکیل حباب در صفحات گردابه در آبشیار همزن توربینی ۷۰
شکل ۳-۱۵: تشکیل حباب در صفحات گردابه در آبشیار تیغه‌های همزن توربینی ۷۱
شکل ۲-۱٦: حرکت حباب‌های گاز در مخزن در شدت جریان پایین گاز ۷۱
شکل ۲-۱۷: عدد توان برای همزن توربینی با شش تیغه در مخزن مجهز به بافل نسبت به عدد شدت جریان گاز V^*_G ۷٤
شکل ۲-۱۸: تنش برشی نسبت به نرخ برش برای سیالات نیوتونی و غیرنیوتونی ۷۹
شکل ۳-۱ نمودار روندنمای تولید بیواتانول از ضایعات سیب‌زمینی به روش هیدرولیز آنزیمی..... ۸۳
شکل ۳-۲: نمونه‌های سیب‌زمینی مورد استفاده برای اندازه‌گیری چگالی ۸۵
شکل ۳-۳: شماتیک محل اثر نیروی هیدولیکی بر روی محور همزنی ۹۲
شکل ۳-٤: انتخاب همزن راکتور هیدرولیز بر اساس حجم آن و ویسکوزیته‌ی مالت سیب‌زمینی ..۹۷
شکل ۳-۵: منحنی انتقال انرژی برای همزن توربین در مخزن با بافل و بدون بافل..... ۹۹
شکل ۳-٦: انتخاب همزن فرمانتور بر اساس حجم آن و ویسکوزیته‌ی سوبسترا ۱۰٤
شکل ۳-۷: راکتور هیدرولیز دستگاه ۱۱۱

شکل ۳-۸: فرمانتور دستگاه ۱۱۱
شکل ۳-۹: تصویر راکتور هیدرولیز..... ۱۱۲
شکل ۳-۱۰: تصویر فرمانتور هیدرولیز ۱۱۲
شکل ٤-۱: تصویر دستگاه آزمایشگاهی تولید بیواتانول از ضایعات سیب‌زمینی ۱۱۷
شکل ٤-۲: برازش تابع لگاریتمی در نرخ رقت صفر مالت سیب‌زمینی رقم آگریا..... ۱۲۲
شکل ٤-۳: برازش تابع لگاریتمی در نرخ رقت یک به نیم مالت سیب‌زمینی رقم آگریا ۱۲۲
شکل ٤-٤: برازش تابع لگاریتمی در نرخ رقت یک به یک مالت سیب‌زمینی رقم آگریا ۱۲۳
شکل ٤-۵: منحنی استاندارد گلوکز ۱۲٤
شکل ٤-٦: منحنی استاندارد گلوکز ۱۲۵
شکل ٤-۷: منحنی استاندارد ساکاروز ۱۲۵
شکل ٤-۸ تاثیر غلظت آنزیم در مرحله‌ی ساکاریفیکاسیون بر گلوکز تولیدی در غلظت‌های مختلف آنزیم در مرحله‌ی آب‌سازی..... ۱۲۸
شکل ٤-۹ تاثیر غلظت آنزیم در مرحله‌ی ساکاریفیکاسیون بر ساکاروز تولیدی در غلظت‌های مختلف آنزیم در مرحله‌ی آب‌سازی..... ۱۳۲

فصل اول

کلیات

۱-۱. مقدمه

بیواتانول یکی از انواع الکل‌ها با فرمول C_2H_5OH است که بطورکامل در آب و حلال‌های آلی حل می‌شود. نقطه انجماد بیواتانول ºC ۱۱۵- ، نقطه جوش آن ºC ۷۸ و دارای چگالی g/ml ۰/۷۹ در ºC ۲۰ می‌باشد. اتانول یا بیواتانول بطورکلی از جمله ترکیباتی شناخته می‌شود که از پتانسیل بالایی برای جایگزینی بنزین مصرفی در سوخت خودروها برخوردار است. بیواتانول دارای عدد اکتان بالایی است و به همین دلیل از آن به عنوان یک افزاینده‌ی عدد اکتان در موتورهای اشتعال جرقه‌ای استفاده می‌شود [نجفی،۱۳۸۷].

سالانه در حدود ۳۰۰ میلیون تن سیب‌زمینی از حدود ۱۹ میلیون هکتار از اراضی جهان تولید می‌شود که نیمی از آن به صورت مستقیم مصرف می‌گردد. تولید سالانه این محصول در ایران در حدود ۵ میلیون تن می‌باشد [Anonymous, 2007] که براساس مطالعات انجام یافته فقط ضایعات ناشی از برداشت سیب‌زمینی۱۵ درصد، یعنی درحدود یک سوم کل ضایعات (٤٨ درصد) می‌باشد [شکرانی، ۱۳۸۸]. مواد اولیه مورد توجه برای تولید بیواتانول عبارتند از مواد قندی، مواد نشاسته‌ای و مواد لیگنوسلولزی[1] [Quintero *et al*., 2008 and Balat *et al*., 2008]. دو مرحله اساسی در تولید بیواتانول از سیب‌زمینی عبارتند از :

الف- هیدرولیز: یک واکنش شیمیایی است که پلی‌ساکاریدهای پیچیده در مواد اولیه ورودی خام را به قندهای ساده (گلوکز و فرکتوز) تبدیل می‌کند. در فرآیند تبدیل بیوماس به بیواتانول از اسیدها و آنزیم‌ها به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.

[1]- Lignocellulosic