



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تكمیلی
گروه مهندسی شیمی گراییش طراحی فرآیندهای صنایع نفت
پروژه کارشناسی ارشد

عنوان:

شبیه سازی خشک کن بستر عمیق و تاثیر پارامترهای مختلف
بر روی زمان خشک شدن

استاد راهنما:

نگارش:

فهرست

عنوان	صفحه
چکیده	
فصل اول: مقدمه و مروایی بر مبانی خشک کردن جامدات	
مقدمه	۱
۱-۱- اصول و تعاریف فرایند خشک کردن جامدات	۷
۱-۱-۱- هوای مرطوب	۷
۱-۱-۱-۲- مواد تر	۱۱
۱-۱-۱-۳- تعادل در خشک کردن	۱۳
۱-۱-۴- سینیتیک خشک کردن	۱۴
۱-۱-۵- شرایط داخلی و خارجی خشک کردن	۲۱
۱-۱-۶- تشریح روند خشک کردن	۲۳
۱-۱-۷- منحنی های عمومی خشک شدن	۲۶
علائم اختصاری فصل اول	۲۸
فصل دوم : مدل سازی سیتم بستر عمیق	
۲-۱- فرایند خشک کردن	۲۹
۲-۲- موازنۀ حرارت در خشک کردن	۳۱
۲-۳- پارامترهای مربوط به معادله موازنۀ حرارت (۲-۱)	۳۱
۲-۳-۱- شدت جریان هوا	۳۱
۲-۳-۲- دماهای مربوط به هوا و حجم ویژه	۳۲
۲-۳-۳- نقشه های دمای حباب مرطوب	۳۲
۲-۳-۴- وضعیت هوای خروجی	۳۴
۲-۳-۵- گرمای تبخیر	۳۴
۲-۳-۶- ماده خشک	۳۵
۲-۳-۷- رطوبت دانه ها	۳۶
۲-۴- سینیتیک خشک شدن یک دانه	۳۷

فهرست

۳۷	۱-۴-۲- دوره زمانی که در آن سرعت خشک شدن ثابت است
۳۸	۲-۴-۲- دوره زمانی کاهش سرعت خشک شدن
۳۹	۲-۵- معادلات تئوری عمل خشک سازی
۴۳	۲-۶- معادلات نیمه تئوری مربوط به خشک سازی
۴۵	۲-۷- معادلات تجربی فرایند خشک سازی
۴۵	۲-۸- تجزیه و تحلیل معادلات مطرح شده
۴۸	۲-۹- خشک کردن به روش بستر عمیق
۴۹	۲-۱۰-۱- مدل سازی سیستم بستر عمیق یا بستر ثابت
۵۰	۲-۱۰-۱- بیلان آنتالپی هوا
۵۲	۲-۱۰-۲- بیلان آنتالپی دانه
۵۳	۲-۱۰-۳- بیلان جرم رطوبت هوا
۵۴	۲-۱۰-۴- بیلان جرم رطوبت دانه ها
۵۵	۲-۱۱- روش حل مدل بستر عمیق
۵۶	فصل سوم: روش حل معادلات دبفرانسیل مدل بستر عمیق
۷۴	۱-۳- روش اختلاف محدود
۷۷	فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری
۷۷	۱-۴- بررسی تغییرات دمای هوا بر روی میزان رطوبت نهایی و سرعت خشک شدن
۸۱	۲-۴- بررسی تغییرات دبی هوای خشک کننده بر روی میزان رطوبت دانه ها و سرعت خشک شدن
۸۴	۳-۴- بررسی تغییرات رطوبت اولیه دانه ها بر روی میزان رطوبت نهایی
۸۶	۴-۴- تاثیر ارتفاع خشک کن بر روی رطوبت نهایی دانه ها در یک بازه زمانی مشخص
	نتیجه نهایی

فهرست

۸۹	پیشنهادات
۹۰	علام اختصاری فصول ۲ و ۳ و ۴
۹۱	پیوست (برنامه کامپیوتری)
۹۹	منابع و مأخذ
۱۰۰	فهرست نام ها
۱۰۲	چکیده انگلیسی

فهرست

فهرست جداول

جدول ۱-۳- پارامترهای ورودی برای شبیه سازی خشک کن بستر عمیق مورد استفاده برای ذرت.....	۶۲
جدول ۱-۴- مقادیر رطوبت دانه ها مقادیر رطوبت دانه ها در ارتفاع و زمان های مختلف فرایند خشک شدن.....	۶۵
جدول ۲-۴- مقادیر رطوبت هوا در ارتفاع و زمان های مختلف فرایند خشک کردن.....	۶۵
جدول ۳-۴- مقادیر دمای هوا در زمان ها و ارتفاع های مختلف فرایند خشک کردن.....	۶۶
جدول ۴-۴ - مقادیر دمای دانه ها در ارتفاع و زمان های مختلف فرایند خشک کردن.....	۶۶
جدول ۵-۴- مقادیر رطوبت دانه ها در سه دمای $T=140^0F$, $T=120^0F$, $T=100^0F$ و در زمانهای مختلف در مرکز خشک کن	۷۴
جدول ۶-۴- مقادیر رطوبت دانه ها در سه دمای ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ درجه فارنهایت در زمانهای مختلف در انتهای خشک کن.	۷۵
جدول ۷-۴- مقادیر رطوبت دانه ها در سه دبی ۸، ۱۰ و ۱۲ ($G_a \frac{cfm}{bu}$) و در زمانهای مختلف در مرکز خشک کن.	۷۸
جدول ۸-۴- مقادیر رطوبت دانه ها در سه دمای ۸، ۱۰ و ۱۲ ($G_a \frac{cfm}{bu}$) و در زمانهای مختلف در انتهای خشک کن.	۷۹

فهرست

جدول ۹-۴- مقادیر رطوبت نهایی دانه ها برای سه رطوبت اولیه ۳۳/۳٪، ۲۵٪ و ۴۰/۸٪ در زمانهای مختلف در مرکز خشک کن.	۸۱
جدول ۱۰- مقادیر رطوبت نهایی دانه ها برای سه رطوبت اولیه ۳۳/۳٪، ۲۵٪ و ۴۰٪ در زمانهای مختلف در انتهای خشک کن.	۸۲
جدول ۱۱-۴- مقادیر رطوبت نهایی دانه ها برای سه خشک کن با ارتفاع های ۱ و ۲ و ۳ فوت در لایه های انتهایی .	۸۶

فهرست

فهرست نمودارها

نمودار ۱-۱ - نمودار سایکرومتریک در درجه حرارت‌های متوسط و در فشار ۱۲.....	۲۹,۹۲In.Hg
نمودار ۱-۲ - همدمای جذب و دفع رطوبت.....	۱۴.....
نمودار ۱-۳ منحنی خشک شدن.....	۱۸.....
نمودار ۱-۴ منحنی شدت خشک شدن.....	۱۹.....
نمودار ۱-۵ منحنی شدت خشک شدن.....	۲۰.....
نمودار ۱-۶ منحنی درجه حرارت سطح و مرکز ماده تر.....	۲۱.....
نمودار ۱-۷ مناطق در ماده ای که خشک می شود.....	۲۵.....
نمودار ۱-۸ منحنی خشک شدن در مدل استرومیلو.....	۲۶.....
نمودار ۲-۱ - دمای هواهای خشک کننده در سیستم بستر عمیق با هوای حرارت دیده و حرارت ندیده.....	۳۳.....
نمودار ۲-۲ - منحنی های نسبت رطوبت تعادلی هم دما برای ذرت روی منحنی سایکرومتریک.....	۳۴.....
نمودار ۲-۳ - منحنی های تغییرات رطوبت دانه ها(M) بر حسب ارتفاع خشک کن(x) در زمانهای مختلف.....	۶۸.....
نمودار ۲-۴ - منحنی های تغییرات نسبت رطوبت هوا(W) بر حسب ارتفاع خشک کن(X) در زمانهای مختلف.....	۶۹.....

فهرست

نمودار ۳-۴- منحنی های تغییرات دمای دانه ها ($\theta(^{\circ}F)$) بر حسب ارتفاع خشک کن (X) در زمانهای مختلف.....	۷۱
نمودار ۴-۴- منحنی های تغییرات دمای هوای ورودی (T) بر حسب طول خشک کن (X) در زمانهای مختلف.....	۷۳
نمودار ۴-۵- تغییرات رطوبت دانه ها (M) بر حسب دمای هوای وروردی (T) در زمان های مختلف مرکز خشک کن . ..	۷۴
نمودار ۶-۴- تغییرات رطوبت دانه ها (M) بر حسب دمای هوای (T) در زمانهای مختلف در انتهای خشک کن	۷۵
نمودار ۷-۴- تغییرات رطوبت دانه ها (M) بر حسب دبی هوای وروردی (G_a) در زمانهای مختلف در مرکز خشک کن.....	۷۸
نمودار ۸-۴- تغییرات رطوبت دانه ها (M) بر حسب دبی هوای خشک کننده (G_a) در زمانهای مختلف در انتهای خشک کن.....	۷۹
نمودار ۹-۴- تغییرات رطوبت نهایی دانه ها (M) بر حسب مقادیر رطوبت اولیه دانه ها (M_0) در زمان های مختلف در مرکز خشک کن.	۸۲
نمودار ۱۰-۴- تغییرات رطوبت نهایی دانه ها (M) بر حسب مقادیر رطوبت اولیه دانه ها (M_0) در زمانهای مختلف در انتهای خشک کن . ..	۸۳
نمودار ۱۱-۴- تغییرات رطوبت دانه ها (M) بر حسب ارتفاع خشک کن (X) در زمانهای مختلف در لایه های انتهایی.	۸۶

چکیده

در این پژوهه بحث پیرامون خشک کن بستر عمیق^۱ یا بستر ثابت^۲ بوده که این خشک کن برای خشک کردن دانه های غلات مانند ذرت ، برنج ، گندم و جو استفاده میشود که در ایران از این خشک کن برای خشک کردن برنج استفاده میشود. در این پژوهه ضمن بررسی ساختمان این خشک کن ، شبیه سازی ریاضی این خشک کن بطور کامل مورد بررسی قرار می گیرد ، با استفاده از روش المان گیری معادلات دیفرانسیل موازنۀ های جرم و حرارت بدست می آید و از حل همزمان این معادلات با استفاده از روش‌های ریاضی عددی میتوان رطوبت و دمای توده دانه های غلات و هوای عبوری از ارتفاع خشک کن را در هر مقطع از ارتفاع خشک کن و زمان های مختلف بدست آورد ، برای حل دستگاه معادلات حاکم از نرم افزار MATLAB استفاده شد و منحنی های رطوبت و دمای دانه ها و همین طور رطوبت و دمای هوا عبوری از خشک کن در زمان های مختلف حاصل میشود که مورد تحلیل و بررسی قرار می گیرند . این نتایج میتواند در طراحی خشک کن بستر عمیق مورد استفاده قرار گیرند که با وارد کردن یکسری اطلاعات ورودی مختلف و منطقی به برنامه کامپیوتری خروجی های سیستم قابل پیش بینی میباشد و براساس آن ها میتوان طراحی این نوع خشک کن ها را با دقت خوبی انجام داد . نتایج بررسی در این پژوهه نشان میدهد :

چون سیستم Batch میباشد زمان خشک کن واقعی برای این سیستم تعریف نمیشود ، چون دانه ای وارد و یا خارج در طول زمان خشک شدن نمیشود ممکن است افزایش یا کاهش زمان باعث افزایش ضایعات حاصل از فرایند خشک سازی شود.

¹ Deep Bed Dryer

² Fixed Bed Dryer

- همین طور ملاحظه شد که کاهش یا افزایش در درصد رطوبت دانه ها خیلی زیاد به عمق بستر وابسته نیست .

- چنین بنظر میرسد تأثیر افزایش دبی هوای ورودی بیشتر از تأثیر افزایش دمای هوای ورودی در کاهش رطوبت نهایی توده دانه ها باشد .