



تعیین ضریب انتشار حرارتی دانه گندم با استفاده از روش دیکرسون (αt)

بهزاد صادقی^۱، رضا مهدوی^۲، شیرین قطره سامانی^۳ و بهزاد شفیعی^۴

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی و مدرس پیام نور

۲- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی مازندران

۳- دانشجوی دکتری مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه شهرکرد

۴- کارشناسی ارشد

ایمیل مکاتبه کننده: sadeghibehzad@rocketmail.com

چکیده

در این تحقیق برای تعیین ضریب انتشار حرارت (αt) گندم (رقم سبلان، میانگین وزنی ۴۲۷.۷ گرم، رطوبت ۹ درصد) از روش دیکرسون استفاده گردید. که در آن تغییرات دمای محصول که در داخل یک استوانه قرار داده شده استوانه در چهار دمای ($T_1=65$ ، $T_2=70$ ، $T_3=75$ ، $T_4=80$) را نسبت به زمان در طی یک انتقال حرارت گذرا ثبت گردید نتایج نشان داد که بیشترین مقدار، 0.001268 مربوط به دمای اول (T_1) و کمترین، مقدار 2.924×10^{-5} مربوط به دمای چهارم (T_4) می باشد. در دمای اول با گذشت زمان، ضریب انتشار حرارتی به صورت تابع درجه دوم افزایش پیدا کرد. با توجه به نتایج به دست آمده می توان بیان کرد که در دمای ثابت مرکز استوانه (T_c)، با تغییر دمای بدنه استوانه (T_s) از ۶۵ به ۸۰ درجه، ضریب انتشار حرارتی کاهش پیدا خواهد کرد به طوری که روند افزایشی ضریب انتشار حرارتی برای دمای اول بیشتر از سه دمای دیگر خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: گندم، انتقال حرارت، خواص حرارتی، ضریب انتشار حرارتی αt

مقدمه

گندم گیاهی یکساله و مهمترین محصول از خانواده غلات است که بصورت پاییزه کشت می شود. این گیاه منبع اصلی تأمین کربوهیدرات مورد نیاز انسان می باشد و نقش عمده‌ای در تغذیه انسان دارد که در ایران نیز مانند بسیاری از کشورهای جهان نان حاصل از گندم مهمترین ماده غذایی روزانه مردم را تشکیل می‌دهد (افیونی و صادقی، ۱۳۸۰). محصول گندم (مانند بیشتر محصولات زراعی و باغی) طی فرآوری و حین انجام عملیاتی چون نگهداری قبل از فرآوری، خشک کردن، نگهداری پس از فرآوری مورد فعالیت‌هایی که متضمن کاهش یا افزایش دما باشد قرار می‌گیرد. شناخت خواص حرارتی



محصول می‌تواند در طراحی سیستم‌ها و تجهیزات مناسب برای فرایندهای فوق‌الذکر نقش اساسی داشته باشد. همچنین تجزیه و تحلیل این‌گونه فرایندها مستلزم دانش کافی از خواص حرارتی می‌باشد (صادقی و همکاران. ۱۳۹۱ الف). انتقال حرارت، عملیات واحد در فرآوری بسیاری از محصولات است. برای مثال می‌توان به پاستوریزه کردن شیر و آب میوه‌ها، انجماد مواد غذایی، خنک کردن میوه‌ها و سبزیجات برای انتقال و انبارداری آن‌ها و استریلیزه کردن مواد غذایی کنسرو شده اشاره کرد. انتقال حرارت همچنین یک عملیات اساسی در تأمین انرژی برای تبخیرسازی مواد غذایی در خشک کردن می‌باشد.

روش‌های انتقال حرارت: ۱- هدایت ۲- جابجایی ۳- تشعشع

شباهت این روش‌ها با هم:

۱- اختلاف دما باید وجود داشته باشد

۲- گرما همیشه در جهت کاهش دما انتقال می‌یابد.

تفاوت‌ها: ۱- مکانیزم‌های فیزیکی ۲- قوانین حاکم

دانستن خواص حرارتی - فیزیکی مواد غذایی از قبیل گرمای ویژه، ضریب انتشار حرارتی و هدایت حرارتی جهت بررسی و کنترل فرآیندهای جابجایی از قبیل عملیات حرارتی و خشک کردن، به ویژه در فرآیندهای انتقال حرارت و جابجایی مواد بسیار مهم است. به علاوه خواص حرارتی و فیزیکی بعضی مواد غذایی با تغییر دما و درصد رطوبت آن تغییر می‌کند (روستاپور و قبادیان. ۱۳۸۳).

در فرآیندهای حرارت دادن و خشک کردن محصولات کشاورزی دانستن این که محصولات با چه دمایی و در چه مدتی عمل شود تا خسارتی به محصول وارد نشود ضروری می‌باشد. تغییرات دما در داخل لایه‌های مواد هنگام گرم و سرد کردن بستگی زیادی به ضریب حرارتی جسم دارد و دانستن آن برای انجام محاسبات بطور واقعی لازم است. اندازه گیری توزیع دما حول یک جسم داغ متقارن محوری و یافتن ضریب انتقال حرارت از آن در کارهای مختلفی چون توزیع دما حول یک شعله، ضریب انتقال حرارت از یک مخزن استوانه‌ای و مطالعه خنک‌کنندگی الکتریکی یک خازن کاربرد دارد (مقصودلو و همکاران. ۱۳۹۰).

فرایندهای انتقال جرم و حرارت از مهمترین پدیده‌های فیزیکی هستند که در طول تولید و فرآوری مواد غذایی روی می‌دهند. در نتیجه این فرایندها، چندین متغیر مهم مانند دما و میزان رطوبت موجود در مواد غذایی به زمان و همین‌طور به جایگاه درونی سیستم ماده غذایی وابسته هستند. بسیاری از ویژگی‌های فراورده‌های غذایی و خواص کیفی آن‌ها نظیر بار میکروبی، ارزش غذایی، بافت و کیفیت حسی به شدت تحت تأثیر متغیرها قرار می‌گیرند (توکلی هاشجین. ۱۳۸۲).

رسانایی گرمایی، هدایت حرارتی و ضریب انتشار حرارتی سه خاصیت فیزیکی مهم و ضروری برای فرآیندهای مهندسی محصولات کشاورزی است. ضریب انتشار حرارتی از نسبت هدایت حرارتی به ظرفیت گرمایی یک ماده به دست می‌آید (Chandra & Muir, 1971). برای شبیه‌سازی ریاضی فرآیندهای غذایی به مطالعه و آگاهی از ضریب انتشار حرارتی و



ضریب انتقال حرارتی در مواد نیاز است. روش‌های تجربی و آزمایشگاهی مختلفی برای تعیین این ضرایب در مختلف آمده است (Marschoun Et all. 2001).

روش‌های گوناگونی برای اندازه‌گیری ضریب انتشار حرارتی مواد وجود دارد. روش‌های تعیین ضریب انتشار حرارتی به دو دسته کلی روش‌های مستقیم و روش‌های غیرمستقیم تقسیم بندی می‌شوند. در روش غیر مستقیم با داشتن ضریب هدایت حرارتی (k)، گرمای ویژه (cp) و جرم حجمی ماده (P) از رابطه (۱) می‌توان ضریب انتشار حرارتی را محاسبه کرد (Erdogdu. 2008).

$$\alpha = \frac{k}{\rho c_p} \quad (1)$$

روش‌های مختلفی نیز برای تعیین ضریب انتشار حرارتی مواد وجود دارد. جسم استوانه‌ای و داده‌های زمان-دما (روش دیکرسون) یکی از روش‌های مستقیم تعیین ضریب انتشار حرارتی مواد می‌باشد. در این روش تغییرات دمای ماده مورد نظر که در داخل یک استوانه قرار داده شده است، نسبت به زمان در طی یک انتقال حرارت گذرا ثبت می‌شود. سپس با تعیین پارامترهای شیب منحنی دما در مقابل زمان (A)، قطر استوانه (R)، دمای مرکز استوانه حاوی ماده مورد آزمایش (Tc) و دمای بدنه استوانه (Ts) با استفاده از رابطه (۲) می‌توان ضریب انتشار حرارتی را محاسبه کرد (Kee, and Wilson. 2002).

$$\alpha = \frac{AR^2}{4(T_s - T_c)} \quad (2)$$

بهومیک و همکاران ضریب انتشار حرارتی و جرم حجمی گوجه فرنگی را در دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد تعیین نمودند (Bhowmilk & Hayakawa. 1979).

سینگ و همکاران مطالعه‌ای بر روی دانه‌های ریز دانه انجام دادند و خواص حرارتی شامل گرمای ویژه، انتشار حرارتی و هدایت گرمایی را برای آن دانه‌ها بدست آوردند. هدایت حرارتی دانه‌های ریز با استفاده از خط تشعشع گرمایی که در حالت ناپایدار انتقال حرارت از منبع گرما پخش می‌شود به دست آمد (Singh & Goswami. 2000).

برای انتشار حرارتی اکثر مواد کشاورزی از یک دستگاه استوانه‌ای شکل یک بعدی برای پایدار ماندن انتقال حرارت در تمام ابعاد آن استفاده کردند (صادقی و همکاران. ۱۳۹۱). از یک دستگاه استوانه‌ای که در مرکز آن یک منبع حرارتی قرار داشت برای انتشار حرارتی مواد مختلف کشاورزی و همچنین تجزیه و تحلیل رسانش حرارتی مواد استفاده کردند (Singh & Goswami. 2000).

ویراوانی چای و مویر (۱۹۷۲) و هال و کازاریانو (۱۹۶۵) تغییرات گرمای ویژه، انتشار حرارتی و هدایت گرمایی را با توجه به رطوبت ذرت و گندم گزارش کردند (Huang & Shu Liu. 2009). مارکوسک و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده از دمای سطح ماده و راه حل‌های تحلیلی برای محاسبه ضریب انتشار حرارتی در نوعی سوسیس (Lyoner) استفاده کردند (Markowski Et all. 2004).

۱- Cylindrical object and time-temperature data.

۲- Dickerson



مواد و روش‌ها

مواد آزمایش

در این تحقیق از محصول گندم (رقم سیلان ۷۰۴ و با میانگین وزنی ۴۲۷.۷ گرم با میانگین رطوبت ۹ درصد) که از سطح مزرعه‌ای در شهرستان کامیاران به طور تصادفی جمع‌آوری شد، استفاده گردید. آزمایشات در آزمایشگاه پس از برداشت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. برای تعیین مقدار رطوبت موجود در گندم از رطوبت سنج دیجیتال (مدل jmk-303/303rs ساخت کشور کره) استفاده گردید. برای اندازه‌گیری وزن دانه‌های گندم نیز از ترازوی دیجیتال jadever با دقت اندازه‌گیری ۰.۰۱ (گرم) استفاده گردید (صادقی و همکاران، ۱۳۹۱ ب).

روش‌های آزمایش:

در این آزمایش برای به دست آوردن ضریب انتشار حرارتی (α) و تغییرات دمایی نمونه در طی مدت زمان آزمایش از دستگاه الفاتی^۳ استفاده گردید (شکل ۲، ۲۰۱). این دستگاه مجهز به دو ترمومتر، که یکی دستی برای سنجش دمای آب موجود در دستگاه و دیگری دیجیتال^۵ برای سنجش دمای محصول است و از یک استوانه به ارتفاع ۱۱۰ میلی‌متر و شعاع داخلی ۸۶.۳۲ میلی‌متر استفاده شد که ارتفاع نمونه در داخل استوانه ۸۸.۷ میلی‌متر بود و استوانه به اندازه ۸۲.۲۸ میلی‌متر در داخل آب فرو می‌رفت.

شکل (۲) شماتیک دستگاه اندازه‌گیری تغییرات دما (α) را نشان می‌دهد. تجهیزات این دستگاه شامل:

- ۱- یک همزن برای حمام آب
- ۲- ترموکوپل متصل به سطح خارجی استوانه
- ۳- ترموکوپل در مرکز نمونه
- ۴- هیتر

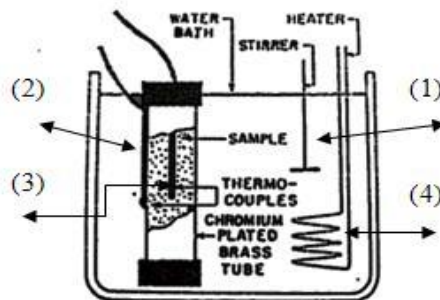


شکل ۱: دستگاه اندازه‌گیری تغییرات دما (α)

۳- at

4- hand held digital thermometer

5- hand held digital thermometer-French Co



شکل ۲: شکل شماتیک دستگاه اندازه‌گیری تغییرات دما (αt)

آزمایشات توسط دستگاه سنجش (αt) و در چهار دمای ($T_1=65$, $T_2=70$, $T_3=75$, $T_4=80$) مختلف انجام شد. ابتدا دستگاه روی دمای مورد نظر تنظیم شد و هنگامی که دمای آب به دمای مورد نظر رسید و ثابت ماند، محصول در داخل استوانه مدرج قرار داده می‌شد. مطابق شکل (۲)، ترموکوپل (بند ۳) را در مرکز استوانه‌ی حاوی محصول قرار داده به طوری که ته و بالای استوانه از مواد عایق پوشیده و دمای نمونه در لحظه قرار گرفتن در داخل دستگاه ثبت شد. آزمایش در ۵ مرحله زمانی صورت گرفت: گام اول: در بازه زمانی صفر تا ۵ دقیقه، گام دوم: ۵ تا ۲۰ دقیقه، گام سوم ۲۰ تا ۶۰ دقیقه، گام چهارم ۶۰ تا ۹۰ دقیقه و گام پنجم از ۹۰ دقیقه به بعد انجام شد. در گام اول، هر یک دقیقه دمای داخل محصول را ثبت نموده و (۵) داده ثبت گردید. در گام دوم هر ۵ دقیقه دما را قرائت نموده و ثبت گردید. در گام سوم در هر ۱۰ دقیقه دما را ثبت نموده و چهار دما بدست آمد. در گام چهارم، هر ۱۵ دقیقه دما توسط ترموکوپل ثبت گردید و در نهایت، در هر ۳۰ دقیقه دمای محصول یادداشت گردید. مراحل فوق برای تیمارهای زمانی مختلف در دمای مورد نظر انجام شد که در کل تغییرات دما برای یک محصول و در دمای مشخص بدست آمد. برای بدست آوردن تغییرات دمایی در دماهای مختلف، مراحل کاری بالا تکرار گردید.

نتایج و بحث

بعد از آزمایش در محیط آزمایشگاه داده‌های تغییرات دمایی در دماهای بدنه استوانه (دمای محیط) طبق جدول (۱) بدست آمد و نمودار تغییرات دما-زمان به صورت نشان داده شده در نمودار (۱) بدست آمد. تغییرات ضریب انتشار حرارتی برای دانه گندم پس از رسم تغییرات دما-زمان برای محصول در چهار دمای متفاوت بدنه استوانه و محاسبه شیب این نمودارها، از رابطه (۲) محاسبه گردید.

$$a_t = \frac{sR^2}{4(T_s - T_c)} \quad (3)$$

✓ T_s دمای سطح خارجی استوانه،

✓ T_c دمای مرکز نمونه

✓ R شعاع استوانه بر حسب m

✓ s نرخ افزایش دما در همه نقاط استوانه



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

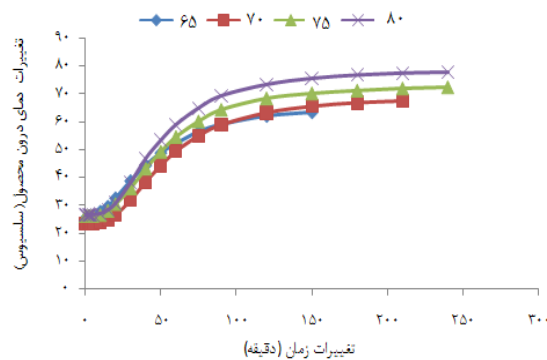
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



جدول ۱: داده‌های تغییر دما (Tc) در زمان‌های مختلف در چهار دمای بدنه استوانه

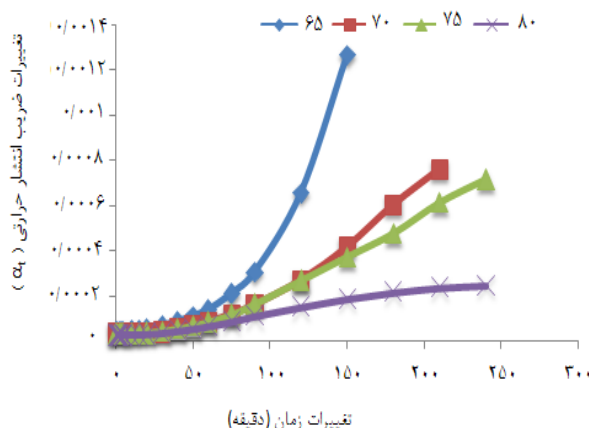
تغییرات زمان (min)	دمای اول (T _۱)	دمای دوم (T _۲)	دمای سوم (T _۳)	دمای چهار (T _۴)
۰	۲۵/۴	۲۳/۶	۲۶/۲	۲۶/۷
۱	۲۵/۴	۲۳/۶	۲۶/۲	۲۶/۷
۲	۲۵/۵	۲۳/۶	۲۶/۲	۲۶/۷
۳	۲۵/۶	۲۳/۷	۲۶/۲	۲۶/۷
۴	۲۵/۸	۲۳/۷	۲۶/۲	۲۶/۸
۵	۲۶/۰	۲۳/۸	۲۶/۳	۲۶/۸
۱۰	۲۷/۹	۲۴/۰	۲۶/۶	۲۷/۲
۱۵	۲۹/۷	۲۴/۸	۲۸/۱	۲۸/۵
۲۰	۳۲/۷	۲۶/۶	۳۰/۵	۳۰/۹
۳۰	۳۸/۹	۳۲/۰	۳۶/۲	۳۸/۳
۴۰	۴۴/۵	۳۸/۶	۴۳/۳	۴۷/۰
۵۰	۴۹/۰	۴۴/۵	۴۹/۴	۵۳/۶
۶۰	۵۲/۳	۴۹/۶	۵۴/۷	۵۹/۲
۷۵	۵۶/۶	۵۵/۲	۶۰/۳	۶۵/۲
۹۰	۵۹/۳	۵۹/۱	۶۴/۵	۶۹/۶
۱۲۰	۶۲/۳	۶۳/۵	۶۸/۶	۷۳/۷
۱۵۰	۶۳/۶	۶۵/۸	۷۰/۴	۷۵/۹
۱۸۰		۶۷/۱	۷۱/۴	۷۷/۱
۲۱۰		۶۷/۷	۷۲/۲	۷۷/۸
۲۴۰			۷۲/۶	۷۸/۱



شکل ۳: نمودار تغییرات دمای گندم (Tc) در چهار دمای بدنه استوانه بر حسب تغییرات زمان

جدول ۲: تغییرات ضریب انتشار حرارتی گندم (αt) در چهار دمای بدنه استوانه

تغییرات زمان (min)	دمای اول (T _۱)	دمای دوم (T _۲)	دمای سوم (T _۳)	دمای چهار (T _۴)
۰	۴/۴۸۵ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۷۸۳ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۵۱۲ × ۱۰ ^{-۳}	۲/۹۲۴ × ۱۰ ^{-۳}
۱	۴/۴۸۵ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۷۸۳ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۵۱۲ × ۱۰ ^{-۳}	۲/۹۲۴ × ۱۰ ^{-۳}
۲	۴/۴۶۶ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۷۸۳ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۵۱۲ × ۱۰ ^{-۳}	۲/۹۲۴ × ۱۰ ^{-۳}
۳	۴/۵۰۸ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۷۹۱ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۵۱۲ × ۱۰ ^{-۳}	۲/۹۲۴ × ۱۰ ^{-۳}
۴	۴/۵۲۱ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۷۹۱ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۵۱۲ × ۱۰ ^{-۳}	۲/۹۲۹ × ۱۰ ^{-۳}
۵	۴/۵۵۴ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۷۹۹ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۵۱۹ × ۱۰ ^{-۳}	۲/۹۲۹ × ۱۰ ^{-۳}
۱۰	۴/۷۸۷ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۸۱۶ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۵۴۱ × ۱۰ ^{-۳}	۲/۹۵۰ × ۱۰ ^{-۳}
۱۵	۵/۰۲۱ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۸۸۳ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۶۵۵ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۰۱۷ × ۱۰ ^{-۳}
۲۰	۵/۴۹۹ × ۱۰ ^{-۳}	۴/۰۴۴ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۸۵۲ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۱۵۱ × ۱۰ ^{-۳}
۳۰	۶/۸۰۵ × ۱۰ ^{-۳}	۴/۶۱۹ × ۱۰ ^{-۳}	۴/۴۱۷ × ۱۰ ^{-۳}	۳/۶۵۱ × ۱۰ ^{-۳}
۴۰	۸/۶۶۴ × ۱۰ ^{-۳}	۵/۵۲۰ × ۱۰ ^{-۳}	۵/۴۰۷ × ۱۰ ^{-۳}	۴/۴۸۶ × ۱۰ ^{-۳}
۵۰	۰/۰۰۰۱۱۱	۶/۸۸۳ × ۱۰ ^{-۳}	۶/۶۹۵ × ۱۰ ^{-۳}	۵/۴۲۹ × ۱۰ ^{-۳}
۶۰	۰/۰۰۰۱۳۹	۸/۶۰۴ × ۱۰ ^{-۳}	۸/۴۴۳ × ۱۰ ^{-۳}	۶/۶۰۸ × ۱۰ ^{-۳}
۷۵	۰/۰۰۰۲۱۱	۰/۰۰۰۱۱۸	۰/۰۰۰۱۱۶	۸/۶۱۰ × ۱۰ ^{-۳}
۹۰	۰/۰۰۰۳۰۶	۰/۰۰۰۱۶۱	۰/۰۰۰۱۶۳	۰/۰۰۰۱۱۰
۱۲۰	۰/۰۰۰۶۵۷	۰/۰۰۰۲۷۰	۰/۰۰۰۲۶۷	۰/۰۰۰۱۵۰
۱۵۰	۰/۰۰۱۲۶۸	۰/۰۰۰۴۱۷	۰/۰۰۰۳۷۲	۰/۰۰۰۱۸۷
۱۸۰		۰/۰۰۰۶۰۵	۰/۰۰۰۴۷۶	۰/۰۰۰۲۱۵
۲۱۰		۰/۰۰۰۷۶۳	۰/۰۰۰۶۱۲	۰/۰۰۰۲۴۶
۲۴۰			۰/۰۰۰۷۱۴	۰/۰۰۰۲۴۷



شکل ۴: نمودار تغییرات ضریب انتشار حرارت دانه گندم بر حسب زمان در چهار دمای بدنه استوانه

تغییرات دمای دانه‌های گندم با افزایش زمان در دمای جداره بیرونی استوانه (ثابت محیط) در هر چهار دما، همواره روند افزایشی داشته به طوری که با افزایش دمای محیط همچنین با افزایش زمان، روند تغییرات دمای گندم (شیب نمودار) صعودی بوده به طوری که بیشترین شیب نمودار تغییرات دما-زمان مربوط به دمای ۸۰ درجه و کمترین مقدار مربوط به دمای ۶۵ درجه سانتیگراد می باشد.

با قرار دادن داده‌های تغییرات دمای در فرمول مربوطه، ضریب انتشار حرارتی دانه‌های گندم به دست آمد به طوری که در هر دما با افزایش زمان در دمای ثابت محیط (جداره بیرونی استوانه) همواره این ضریب روند افزایشی داشته و همچنین با افزایش دمای محیط (جداره بیرونی استوانه) و افزایش زمان، روند افزایشی ضریب انتشار حرارتی گندم کاهش یافته به طوری که بیشترین مقدار نمودار ضریب انتشار حرارتی-زمان مربوط به دمای ۶۵ درجه و کمترین مقدار مربوط به دمای ۸۰ درجه سانتیگراد می باشد. بیشترین و کمترین ضریب انتشار حرارتی گندم 0.001268 مربوط به دمای اول (T_1) و 0.924×10^{-5} مربوط به دمای چهارم (T_4) می باشد.

نتیجه گیری

- با افزایش دمای ثابت محیط، تغییرات دمایی درون محصول در زمان ثابت، کاهش می یابد
- در دمای اول (T_1)، ضریب انتشار حرارت در دانه های گندم با گذشت زمان به صورت تابع درجه دوم افزایش می یابد که ضریب انتشار حرارتی در این دما نسبت به دماهای دیگر خیلی بیشتر است.
- در زمان ثابت با افزایش دمای ثابت محیط، ضریب انتشار حرارتی کاهش می یابد.
- دانه‌های گندم نسبت به تغییرات دمای سطح بیرونی استوانه واکنش نشان می دهند.
- بیشترین و کمترین ضریب انتشار حرارتی گندم به ترتیب 0.001268 و 0.924×10^{-5} می باشد.
- در هر دمای ثابت محیط با گذشت زمان، ضریب انتشار حرارتی همواره روند افزایشی دارد.



منابع و مآخذ

۱. افیونی، د. صادقی، ن. ۱۳۸۰. بررسی اثر تاریخ کاشت و میزان بذر بر عملکرد دانه و خصوصیات زراعی ارقام جدید گندم. طرح تحقیقاتی شماره ۷۹۰۸۴-۱۲-۱۰۳ ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوتر آباد اصفهان صفحه ۹.
۲. توکلی هاشجین، ت. ۱۳۸۲. مکانیک محصولات کشاورزی. انتشارات سالکان.
۳. صادقی، ب. و همکاران. ۱۳۹۱. بررسی برخی از خواص فیزیکی دانه ذرت. دومین سمینار امنیت غذایی سواد کوه، دانشگاه آزاد سواد کوه. سواد کوه. ایران.
۴. صادقی، ب. و همکاران. ۱۳۹۱. طراحی و ساخت دانه کن (دانه کن) ذرت برای برداشت بلال ذرت. مجموعه مقالات کنفرانس منطقه ای مهندسی مکانیک و جوش، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سروستان. سروستان، ایران.
۵. دانایی، ا. خ. سیادت، ع. رادمهر، م. ۱۳۷۹. بررسی عکس العمل ارقام دیرس، میان رس و زود رس گندم نسبت به تاریخ های کشت از نظر روند پر شدن دانه در بهبهان. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. بابلسر.
۶. روستاپور، ا. ر. قبادیان، ب. ۱۳۸۳. تعیین خواص حرارتی فیزیکی آب لیمو ترش.
۷. مقصدلو، ع. شهیدی یاساقی، ا. پورشه، ر. ۱۳۹۰. انتقال حرارت در مواد غذایی. اولین سمینار ملی امنیت غذایی دانشگاه آزاد اسلامی. سواد کوه.
8. Bhowmilk, S. R. & Hayakawa, K. I. 1979. A new method for determining the apparent thermal diffusivity of thermal conductive food. J. Food Sci. Vol. 44, No. 2, pp. 469-474.
9. Chandra, S. & Muir, W. E. 1971. Thermal conductivity of spring wheat at low temperatures. Transactions of the ASAE. Vol. 14. No. 4, pp. 644-646.
10. Erdogdu, F. 2008. A review on simultaneous determination of thermal diffusivity and heat transfer coefficient. Journal of Food Engineering. Vol. 86, pp. 453-459.
11. Huang, I. & Shu Liu, L. 2009. Simultaneous determination of thermal conductivity and thermal diffusivity of food and agricultural materials using a transient plane-source method. Journal of Food Engineering. Vol. 95. Pp. 179-185.
12. Kee, W. L. & D. I. Wilson. 2002. Thermal diffusivity measurements of pet food. International Journal of Food Properties. Vol. 5. pp. 145-151.
13. Markowski, M. Et all . 2004. Determination of thermal diffusivity of Lyoner type sausages during water bath cooking and cooling. Journal of Food Engineering. Vol. 65., pp. 591-598.
14. Marschoun, L. T. Et all. 2001. Thermal properties of cheddar cheese: Experimental and modelling. International Journal of Food Properties. Vol. 4, pp. 383-403.



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



15. Singh, k. k. & Goswami, T. K. 2000. Thermal properties of cumin seed. J. Food Engineering Vol. 45. pp. 181-187.



نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی

(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون

پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹۴ - کرج



Determine the thermal diffusivity grain wheat by Method Dykrsvn (αt)

Abstract

During this study to determine the thermal diffusivity (αt), wheat (Sabalan, weighted average 427.7(gr), moisture of 9%) of Dykrsvn method was used. Whereat the product temperature changes inside a cylinder placed over the time during a transient heat transfer is recorded in this study, the cylindrical body temperature changes in four temperature ($T_1=65$, $T_2=70$, $T_3=75$, $T_4=80$) was performed. The results showed that the highest amount, 0/001268 of the first temperature (T_1) and the lowest value of 2.924×10^{-5} corresponds to a temperature interval of a fourth (T_4) is. At the first time, the thermal diffusivity increased as a quadratic function. The results obtained can be expressed at a constant temperature cylinder center (T_c), with cylindrical body temperature change (TS) from 65 to 80 °C, the thermal diffusivity will drop so that the increase in thermal diffusivity For the first temperature range is more than three other temperatures.

keywords: wheat, heat transfer, thermal properties, thermal diffusivity αt .