نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ – کرج

تعیین و مقایسه ضریب انتشار حرارت گندم و ذرت با استفاده از روش دیکر سون

بهزاد صادقی[۱*] سید جعفر هاشمی[۲] شیرین قطره سامانی[۳] و حسن یوسف نیا پاشا[٤]

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی و مدرس پیام نور
۲- استادیار مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- دانشجوی دکتری مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شهرکرد
٤- کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی
ایمیل مکاتبه کننده: sadeghibehzad@rocketmail.com

چکیده

در طی فرآیند گرم کردن یا سرد کردن محصولات کشاورزی معمولا شرایط انتقال هدایت گرما پیش می‌آید که نفوذ گرما به لایه های متخلخل محصولات کشاورزی بستگی به ضریب انتشار حرارتی (at) آن ماده دارد. در این تحقیق از محصولات ذرت (رقم ۷۰۴ و به وزن (gr) ۳۶۲.۱ با رطوبت ۸/۰۷ درصد) و گندم (رقم سبلان و به وزن (gr) ۴۲۷.۷ با رطوبت ۹ درصد) استفاده گردید که برای بدست آوردن ضریب انتشار حرارت (at) و تغییرات دمایی نمونه در طی مدت زمان آزمایش و برای چهار دمای متفاوت از دستگاه at استفاده گردید. در هر دو محصول ضریب انتشار حرارت با افزایش دمای محیط (جداره بیرونی استوانه) افزایش یافت. بیشترین و کمترین ضریب انتشار حرارتی گندم ۰۰۱۲۶۸ .0و $۱۰^{-۵}$× ۹۲۴ .۲ و ذرت ۰.۰۰۰۸۶۲و $۱۰^{-۵}$× ۱۳۵ .۳ می‌باشد که با تغییر دمای سطح بیرونی استوانه، تغییرات ضریب انتشار حرارتی دانه‌های گندم خیلی بیشتر از دانه های ذرت می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: انتشار حرارت، روش دیکرسون، at، ذرت، گندم

مقدمه

گندم مهمترین محصول از خانواده غلات می‌باشد. گندم گیاهی یکساله است که بصورت پاییزه کشت می‌شود. این گیاه منبع اصلی تامین هیدرات کربن مورد نیاز انسان می‌باشد و نقش عمده ای در تغذ یه انسان دارد. در ایران نیز مانند بسیاری از کشورهای جهان نان حاصل از گندم مهمترین ماده غذایی روزانه مردم را تشکیل می‌دهد(افیونی و صادقی. ۱۳۸۰). طبق آمار های موجود در سالهای اخیر به طور متوسط ۴۶ درصد از کالری مصرف روزانه یک فرد شهری و ۵۹ درصد از کالری روزانه یک فرد روستایی از نان تامین می‌شود(دانایی و همکاران. ۱۳۷۹) ذرت با نام علمی (Zea mays L.) نیز یکی از مهمترین گیاهان زراعی دنیا است که از نظر تولید و ارزش اقتصادی سومین مقام رادر بین محصولات کشاورزی دارد و

بطور گسترده در سرتاسر جهان برای تغذیه دام ، طیور و تغذیه انسان کشت می‌گردد. بعلاوه استحصال اتانول از ذرت به عنوان مناسب‌ترین گیاه برای تولید سوخت زیستی در سالهای اخیر باعث گردیده که توجه بیشتری به آن معطوف گردد و چون با رطوبت بالا برداشت می‌شوند برای نگهداری قبل و بعد از فرآوری آن باید رطوبت آن را توسط حرارت دادن پایین آورد(خراسانی. ۱۳۸۷) محصولات کشاورزی (مانند بیشتر محصولات زراعی باغی) طی فرآوری و حین انجام عملیاتی جون نگه داری قبل از فرآوری، خشک کردن، نگهداری پس از فرآوری مورد فعالیت هایی که متضمن کاهش یا افزایش دما باشد قرار می‌گیرد. شناخت خواص حرارتی محصول می‌تواند در طراحی سیستم ها و تجهیزات مناسب برای فرایند های فوق الذکر نقش اساسی داشته باشد. همچنین تجزیه و تحلیل اینگونه فرآیندها مستلزم دانش کافی از خواص حرارتی می‌باشد(توکلی هشجین. ۱۳۸۲). 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 فرآیند های 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).

فرایند های انتقال جرم و حرارت از مهمترین پدیده های فیزیکی هستند که در طول تولید و فرآوری مواد غذایی روی می‌دهند. در نتیجه این فرایند ها، چندین متغییر مهم مانند دما و میزان رطوبت موجود در مواد غذایی به زمان و همینطور به جایگاه درونی سیستم ماده غذایی وابسته هستند. از انجا که بسیاری از ویژگی های فراورده های غذایی و خواص کیفی آنها نظیر بار میکروبی، ارزش غذایی،بافت و کیفیت حسی به شدت تحت تاثیر متغییرها قرار می‌گیرند(مقصودلو و همکاران. ۱۳۹۰).رسانایی گرمایی، هدایت حرارتی و ضریب انتشار حرارت دو خواص فیزیکی و مهم و ضروری برای فرآیندهای مهندسی محصولات کشاورزی است(Huang & Shu Liu. 2009).

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.
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).

اندازه گیری توزیع دما حول یک جسم داغ متقارن محوری و یافتن ضریب انتقال حرارت ار آن در کارهای مختلفی چون توزیع دما حول یک شعله ، ضریب انتقال حرارت از آن در کارهای مختلفی چون توزیع دما حول یک شعله ، ضریب انتقال حرارت ازیک مخزن استوانه ای و مطالعه خنک کنندگی الکتریکی یک خازن کاربرد دارد(میدانشاهی و همکاران. ۱۳۸۸) برای شبیه سازی ریاضی فرآیندهای غذایی نیاز به مطالعه و آگاهی از ضریب انتشار حرارت و ضریب انتقال حرارتی در مواد داریم. که روش‌های تجربی و آزمایشگاهی مختلفی برای تعیین آن در رفرنس‌های مختلف آمده است. روش‌های مختلفی برای تعیین ضریب انتقال حرارت همرفت وجود دارد . که به طور کلی برای تعیین مقدار ضریب انتشار حرارت استفاده می‌شود(Marschoun et all. 2001).

شرایط ناپدار و یا شرایط انتقالی هدایت گرما عموما" در طی فرآیند گرم کردن یا سرد کردن محصولات کشاورزی پیش می‌آید. این عمل مستلزم تجمع و یا کاهش گرما درون یک جسم شده که نهایتا باعث تغییرات توزیع دما در جسم همراه با گذشت زمان می‌شود.گرما با نرخ معینی به درون یک جسم و یا لایه های متخلخل محصولات کشاورزی نفوذ می‌کند و منتشر می‌شود که بستگی به ضریب انتشار حرارتی (at) آن ماده دارد(کریمی. ۱۳۸۸). 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 حجمی‌ماده از رابطه (۱)می‌توان ضریب انتشار حرارتی را محاسبه کرد(Erdogdu. 2008).

$$\alpha = \frac{k}{\rho c_p} \qquad (۱)$$

روش‌های مختلفی نیز برای تعیین مستقیم ضریب انتشار حرارتی مواد وجود دارد. جسم استوانه ای و داده های زمان-دما[1](روش دیکرسون[2]) 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 et all. 2002).

1. Cylindrical object and time-temperature data.
2. Dickerson

$$\alpha = \frac{AR^2}{4(T_s - T_c)} \qquad (۲)$$

بهومیک و همکاران ضریب انتشار حرارتی و جرم حجمی‌گوجه فرنگی را در دمای ۲۶ درجه سانتیگراد تعیین نمودن (howmilk Et all. 1979) در یک مطالعه که سینگ و همکاران انجام دادن و بر روی دانه های ریز دانه انجام دادن و خواص حرارتی که شامل گرمای ویژه ، انتشار حرارتی و هدایت گرمایی را ترای آن بدست آوردند. که هدایت حرارتی دانه ریزرا با استفاده از خط تشعشع گرمایی که در حالت ناپایدارانتقال حرارت از منبع گرما پخش می‌شود بدست می‌آید(singh & Goswami. 2000).

برای انتشار حرارتی اکثر مواد کشاورزی یک دستگاه استوانی شکل یک بعدی برای پایدار ماندن انتقال حرارت در تمام ابعاد آن استفاده کردند(Ojha Et all. 1967) همچنین از یک دستگاه استوانی که در مرکز آن یک منبع حرارتی قرار داشت برای انتشار حرارتی مواد مختلف کشاورزی و همچنین تجزیه و تحلیل رسانش حرارتی مواد از آن استفاده کردند(Chandra & Muir. 1971). تغییرات گرمای ویژه و انتشار حرارتی و هدایت گرمایی با توجه به رطوبت ذرت و گندم گزارش شده است(Muir & Viravanichai. 1972) ضریب انتشار حرارت نوعی پنیر را به روش دیکرسون تعیین کردند (Marschoun et all. 2001). از دمای مر کز داده ها برای اندازه گیری ضریب انتشار حرارتی مواد غذایی حیوانات خانگی استفاده کرد(Huang & Shu Liu. 2009). ماکوسکی و همکاران در سال (۲۰۰۴) با استفاده از دمای سطح ماده و راه حل های تحلیلی به ضریب انتشار حرارتی در نوعی از سوسیس (Lyoner) استفاده کردند(Markowski Et all. 2004). به کمک روش توابع انتقال حرارت برای تعیین ضریب انتشار حرارت غذاها از زمان–دما و همچنین درجه حرارت در مرکز هندسی آنها (مواد) استفاده کردند(Fricke & Becker. 2002).

مواد و روش‌ها

در این آزمایش برای به دست آوردن ضریب انتشار حرارتی (αt) و تغییرات دمایی نمونه در طی مدت زمان آزمایش از دستگاه الفاتی[3] استفاده گردید.(شکل ۲،۱). این دستگاه مجهز به دو ترمومتر، که یکی دستی[4] برای سنجش دمای آب موجود در دستگاه و دیگری ۵دیجیتال برای سنجش دمای محصول است و از یک استوانه به ارتفاع ۱۱۰ میلی متر و شعاع داخلی ۸۶.۳۲ میلی متر استفاده شدکه ارتفاع نمونه در داخل استوانه (میلی متر)۸۸/۷ بود و استوانه به اندازه (میلی متر)۸۲,۲۸ در داخل آب فرو می‌رفت.

تجهیزات این دستگاه شامل،شکل (۲):

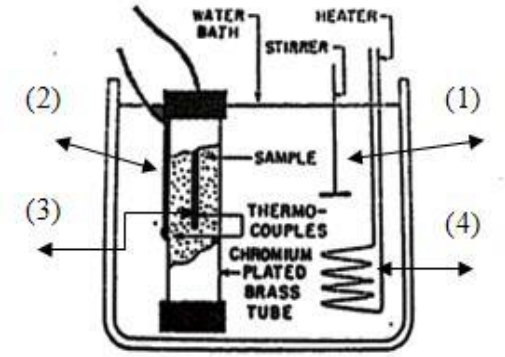
۱–یک همزن برای حمام آب

۲– ترموکوپل متصل به سطح خارجی استوانه

۳– ترموکوپل در مرکز نمونه

۴– هیتر

3. at
4. TES – 1304
5. hand held digital thermometer-French Co.



شکل1: شکل شماتیک دستگاه اندازه گیری تغییرات دما (αt)

شکل 2: دستگاه اندازه گیری تغییرات دما (αt)

آزمایشات توسط دستگاه سنجش(αt) و در چهار دمای (T_1=65، T_2=70، T_3=75 ، T =80) مختلف انجام شد. ابتدا دستگاه روی دمای مورد نظر تنظیم شد و هنگامی‌که 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 استوانه 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 دمای در دماهای مختلف سطح خارجی استوانه، مراحل کاری بالا برای هر دو محصول تکرار گردید

در این تحقیق از یک استوانه برای اینکه محصول در داخل آب معلق بماند به ارتفاع (mm)۱۱۰ و شعاع داخلی (mm)۸۶,۳۲ و ارتفاع نمونه در داخل استوانه (mm)۸۸,۷ که استوانه به اندازه (mm)۸۲,۲۸ در داخل آب فرو می‌رفت .

نتایج و بحث

بعد از آزمایش در محیط آزمایشگاه داده های تغییرات دما در دمای 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 و ذرت پس از رسم تغییرات دما - زمان برای محصول در چهار دمای متفاوت بدنه استوانه و پس از محاسبه شیب نمودارها، از رابطه (۲) محاسبه گردید.

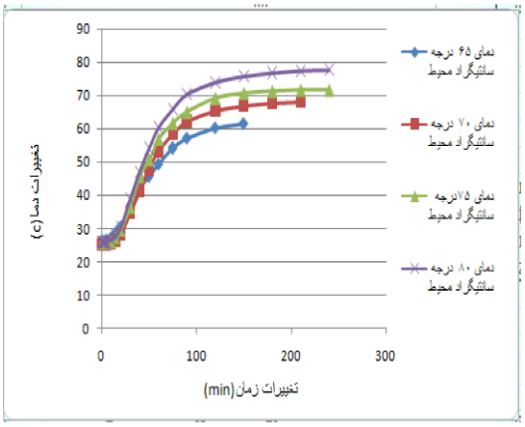
(۴)

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

- ✓ T_s دمای سطح خارجی استوانه
- ✓ T_s دمای مرکز نمونه
- ✓ R شعاع استوانه بر حسب متر
- ✓ S نرخ افزایش دما در همه نقاط استوانه

جدول۱: داده های تغییر دمای (Tc) ذرت در زمان های مختلف در چهار دمای ثابت محیط

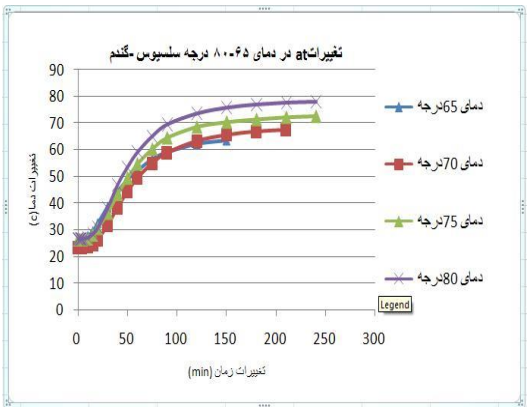
دمای محیط/ تغییرات زمان	T_1	T_2	T_3	T_4
0	25.9	25.1	25.7	26.1
1	26	25.1	25.7	26.1
2	26.1	25.1	25.7	26.1
3	26.2	25.1	25.7	26.1
4	26	25.1	25.7	26.2
5	26.4	25.2	25.7	26.2
10	27.2	25.4	26	26.7
15	28.8	26.2	27.4	27.8
20	30.6	28.2	29.6	30.5
30	36.1	34.6	36.5	38.9
40	42.2	41.2	45.8	47.2
50	45.8	48.1	50.7	54.2
60	49.5	53.3	56.8	60.3
75	54.3	58.4	61.6	65.9
90	57.1	62.1	65	70.3
120	60.2	65.3	69.1	73.9
150	61.5	66.8	70.6	75.7
180		67.6	71.2	76.7
210		68	71.6	77.4
240			71.6	77.6



شکل۳: نمودار تغییرات دمای ذرت (Tc) در چهار دمای ثابت محیط بر حسب تغییرات زمان

جدول۲: داده های تغییر دمای (Tc) گندم در زمان‌های مختلف در چهار دمای ثابت محیط

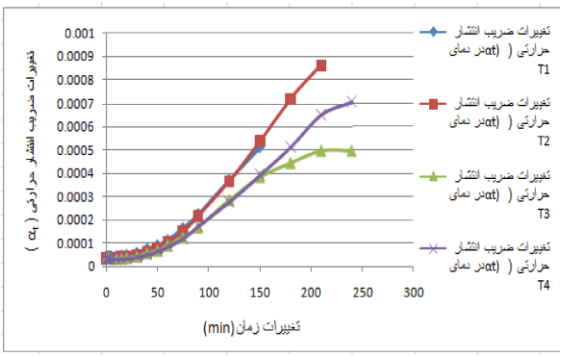
دمای محیط/ تغییرات زمان	T_1	T_2	T_3	T_4
0	25.4	23.6	26.2	26.7
1	25.4	23.6	26.2	26.7
2	25.5	23.6	26.2	26.7
3	25.6	23.7	26.2	26.7
4	25.8	23.7	26.2	26.8
5	26	23.8	26.3	26.8
10	27.9	24	26.6	27.2
15	29.7	24.8	28.1	28.5
20	32.7	26.6	30.5	30.9
30	38.9	32	36.2	38.3
40	44.5	38.6	43.3	47
50	49	44.5	49.4	53.6
60	52.3	49.6	54.7	59.2
75	56.6	55.2	60.3	65.2
90	59.2	59.1	64.5	69.6
120	62.3	63.5	68.6	73.7
150	63.6	65.8	70.4	75.9
180		67.1	71.4	77.1
210		67.7	72.2	77.8
240			72.6	78.1



شکل ۴: نمودار تغییرات دمای گندم(Tc) در چهار دمای ثابت محیط بر حسب تغییرات زمان

جدول۳: تغییرات ضریب انتشار حرارتی ذرت (αt) در چهار دمای ثابت محیط

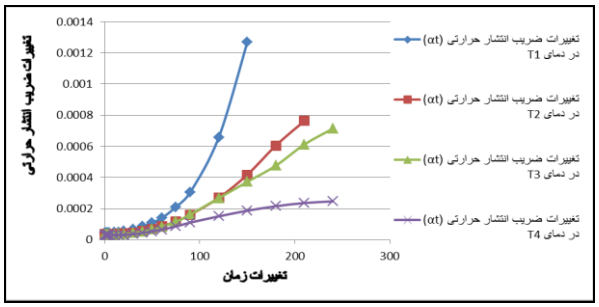
انتشار حرارتی/ زمان	T_1	T_2	T_3	T_4
0	4.584E-05	3.838E-05	3.42E-05	3.135E-05
1	4.596E-05	3.838E-05	3.42E-05	3.135E-05
2	4.608E-05	3.838E-05	3.42E-05	3.135E-05
3	4.62E-05	3.838E-05	3.42E-05	3.135E-05
4	4.596E-05	3.838E-05	3.42E-05	3.141E-05
5	4.644E-05	3.846E-05	3.42E-05	3.141E-05
10	4.742E-05	3.863E-05	3.44E-05	3.171E-05
15	4.952E-05	3.934E-05	3.54E-05	3.237E-05
20	5.211E-05	4.122E-05	3.71E-05	3.414E-05
30	6.202E-05	4.867E-05	4.38E-05	4.112E-05
40	7.862E-05	5.983E-05	5.77E-05	5.152E-05
50	9.336E-05	7.868E-05	6.94E-05	6.55E-05
60	0.0001156	0.0001032	9.26E-05	8.578E-05
75	0.0001675	0.0001485	0.000126	0.0001199
90	0.0002269	0.0002181	0.000169	0.0001742
120	0.0003734	0.0003666	0.000286	0.000277
150	0.0005121	0.0005385	0.000383	0.000393
180		0.0007179	0.000444	0.0005121
210			0.000496	0.00065
240			0.000496	0.0007041



شکل۵: نمودار تغییرات ضریب انتشار حرارت دانه ذرت بر حسب زمان در چهار دمای ثابت محیط

جدول۴: تغییرات ضریب انتشار حرارتی گندم (αt) در چهار دمای ثابت محیط

انتشار حرارتی/ زمان	T_1	T_2	T_3	T_4
0	4.485E-05	3.782E-05	3.512E-05	2.924E-05
1	4.485E-05	3.782E-05	3.512E-05	2.924E-05
2	4.496E-05	3.782E-05	3.512E-05	2.924E-05
3	4.507E-05	3.790E-05	3.512E-05	2.924E-05
4	4.530E-05	3.790E-05	3.512E-05	2.929E-05
5	4.554E-05	3.799E-05	3.519E-05	2.929E-05
10	4.787E-05	3.815E-05	3.541E-05	2.949E-05
15	5.031E-05	3.883E-05	3.654E-05	3.017E-05
20	5.498E-05	4.044E-05	3.851E-05	3.151E-05
30	6.805E-05	4.618E-05	4.417E-05	3.650E-05
40	8.663E-05	5.589E-05	5.406E-05	4.486E-05
50	0.0001110	6.883E-05	6.695E-05	5.429E-05
60	0.0001398	8.603E-05	8.443E-05	6.607E-05
75	0.0002114	0.0001187	0.0001167	8.610E-05
90	0.0003062	0.0001610	0.0001632	0.0001107
120	0.0006578	0.0002700	0.0002678	0.0001508
150	0.001268	0.0004179	0.0003726	0.0001873
180		0.0006052	0.0004761	0.00021
210		0.0007631	0.0006121	0.0002367
240			0.0007141	0.0002470



شکل۶: نمودار تغییرات ضریب انتشار حرارت دانه گندم بر حسب زمان د چهار دمای ثابت محیط

نمودار تغییرات دما-زمان هر دو محصول (گندم و ذرت) صعودی بوده به طوری که بیشترین تغییرات نمودار دما-زمان مربوط به دمای ۸۰ درجه و کمترین مقدار مربوط به دمای ۶۵ درجه سانتیگراد می‌باشد. روند تغییرات دما-زمان هر دو محصول (گندم و ذرت) مشابه هم می‌باشد جز در دمای T_1 در محصول ذرت نسبت به روند تغییرات دما-زمان گندم کمتر می‌باشد. این بدین معنی می‌باشد که محصول گندم زودتر گرم می‌شود.

با قرار دادن شیب نمودار و داده های تغییرات دمای در رابطه (۲)، ضریب انتشار حرارتی هر دو محصول به دست آمد نمودار ضریب انتشار حرارتی هر دو محصول در چهار دمای ثابت محیط در نمودار های (۳و ۴) رسم شده است.

به طوری که از نمودار ها استباط می‌شود در هر دو محصول در دمای ثابت محیط (جداره بیرونی استوانه) با افزایش زمان همواره ضریب انتشار حرارتی افزایش یافته همچنین با افزایش دمای محیط (جداره بیرونی استوانه) ضریب انتشار حرارتی هر دو محصول کاهش یافته به طوری که در محصول گندم، نمودار ضریب انتشار حرارتی در دمای T_1 با افزایش زمان بصورت تابع درجه دوم افزایش یافته اما در دماهای T_2وT_3وT_4 از دمای اولیه ضریب انتشار حرارتی کاهش پیدا کرد است و با گذشت زمان به صورت خط راست با ضریب (شیب) متفاوت افزایش پیدا می‌کند. همانطور که از نمودار ضریب انتشار حرارتی-زمان گندم استنباط می‌شود بیشترین تغییرات در یک دما، مربوط به دمای ۶۵ درجه(T_1) و کمترین مقدار مربوط به دمای ۸۰ درجه سانتیگراد(T_4) می‌باشد. بیشترین و کمترین ضریب انتشار حرارتی گندم ۰.۰۰۱۲۶۸مربوط به دمای اول (T_1) و ۲.۹۲۴×۱۰^{-۵} مربوط به دمای چهارم (T_4) می‌باشد.

اما در محصول ذرت، نمودار ضریب انتشار حرارتی در هر چهار دمای T_1 و T_2و T_3و T_4 با افزایش زمان بصورت تابع درجه یک افزایش یافته بطوری که تغییرات ضریب انتشار حرارتی در دو دمای T_1و T_2 با هم برابر و نمودار آنها بر هم منطبق می‌باشد اما با افزایش دمای ثابت محیط به T_3 وT_4 تغییرات ضریب انتشار حرارتی نیز کاهش می‌یابد و شیب نمودار آنها نیز نسبت به دو دمای اول کاهش می‌یابد همانطور که از نمودار ضریب انتشار حرارتی-زمان ذرت استنباط می‌شود بیشترین تغییرات در یک دما، مربوط به دمای ۶۵ درجه(T_2) و کمترین مقدار مربوط به دمای ۸۰ درجه سانتیگراد(T_4) می‌باشد. بیشترین و کمترین ضریب انتشار حرارتی ذرت ۰.۰۰۰۸۶۲مربوط به دمای اول (T_2) و ۳.۱۳۵×۱۰^{-۵} مربوط به دمای چهارم (T_4) می‌باشد.

نتیجه‌گیری

از مقایسه تغییرات ضریب انتشار حرارتی هر دو محصول معلوم می‌شود که :

- در دمای اول(T_1)، ضریب انتشار حرارت در دانه های گندم با گذشت زمان به صورت تابع درجه دوم افزایش می‌یابد که ضریب انتشار حرارتی در این دما نسبت به دماهای دیگه خیلی بیشتر است.
- در دماهای اول(T_1) و دوم (T_2)، ضریب انتشار حرارت در دانه های ذرت با گذشت زمان تقریبا مشابه هم به صورت تابع درجه اول افزایش می‌یابد که با افزایش دمای ثابت محیط ضریب انتشار حرارت دانه های ذرت کاهش می‌یابد
- در هر دمای ثابت محیط ضریب انتشار حرارتی گندم بیشتر از ذرت می‌باشد بجز در دمای چهارم (T_4) که ضریب انتشار حرارتی ذرت بیشتر از گندم می‌باشد
- در هر دو محصول با افزایش دمای ثابت محیط، با گذشت زمان ضریب انتشار حرارتی کاهش می‌یابد. با این تفاوت که روندکاهشی ضریب انتشار حرارتی با افزایش دمای سطح بیرونی در دانه های گندم خیلی بیشتر از دانه های ذرت می‌باشد.

دانه‌های گندم خیلی بیشتر از دانه های ذرت نسبت به تغییرات دمای سطح بیرونی استوانه واکنش نشان می‌دهند.

منابع و مآخذ

۱. افیونی، د. و 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 19.

۲. امیری، ج. ۱۳۷۳. گزارش پژوهشی سال ۱۳۷۲ مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان. سازمان کشاورزی استان کرمان صفحه 4 .۹

۳. توکلی هشجین، ت. ۱۳۸۲. مکانیک محصولات کشاورزی. انتشارات سالکان.

۴. خراسانی، خ. س. ۱۳۸۷. راهنمای علمی‌و کاربردی ذرت (کاشت،داشت و برداشت). انتشارات سروا.

۵. دانایی، ا. خ. و همکاران. 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 کمگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. بابلسر.

۶. روستاپور، ا. ر. و قبادیان، ب. ۱۳۸۳. تعیین خواص حرارتی فیزیکی آب لیمو ترش.

۷. کریمی، ن. ۱۳۸۸. تعیین خواص فیزیکی و حرارتی کشمش طلایی (صادراتی)ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد.گروه ماشین های کشاورزی. دانشگاه تهران.

۸. مقصودلو، ع. و همکاران. ۱۳۹۰. انتقال حرارت در مواد غذایی. اولین سمینار ملی امنیت غذایی دانشگاه آزاد اسلامی. سواد کو.

۹. میدانشاهی، ف. س. و همکاران. ۱۳۸۸. استفاده از تکنیک انحراف سنجی ماره در اندازه گیری ضریب انتقال حرارت و توزیع دما اطراف شیء با تقارن محوری. شانزدهمین کنفرانس اپتیک و فتونیک ایران.

10. Chandra, S. & Muir, W. E. 1971. Thermal conductivity of springwheat at low temperatures. Transactions of the ASAE. 14 (4),644±646.

11. Erdogdu, f. 2008. A review on simultaneous determination of thermal diffusivity and heat transfer coefficient. Journal of Food Engineering 86 (2008) 453–459.

12. Fricke, B.A. & Becker, B.R. 2002. Calculation of heat transfer coefficientfor foods. International Communications in Heat and Mass Transfer29. 731–740.

13. Howmilk, B. Et all. 1979. A new method for determining the apparent thermaldiffusivity of thermal conductive food. J. Food Sci. 44(2): 469-474.

14. Huang, l. & 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 95 .179–185.

15. Kazarian, E. A. & Hall, C. W. 1965. Thermal properties of grains. Transactions of the ASAE. 8 (1), 33±48.

16. Kee, W.L. et all. 2002. Thermal diffusivity measurementsof pet food. International Journal of Food Properties 5.145–151.

17. Ojha, T. P. Et all. 1967. Determination of heat transfer through powdered food products. Transactions of the ASAE, 10 (4). 543±544.

18. Marschoun, L.T. et all. 2001. Thermalproperties of cheddar cheese: Experimental and modelling. ,International Journal of Food Properties 4. 383–403.

19. Markowski, M. Et all. 2004. Determinationof thermal diffusivity of Lyoner type sausages during waterbath cooking and cooling. Journal of Food Engineering 65. 591–598.

20. Muir, W. E. & Viravanichai, S. 1972. Speci®c heat of wheat. Journalof Agricultural Engineering Research. 17 (4), 338±342.

21. Riedel, L. 1949. Thermal conductivity measurement on sugar solutions. fruit juices and milk. ChemieIngenieurTechnik. 21(17&18): 340-341.

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

Measurement of thermal diffusivity of Wheat and Maize and comparison by Dickerson method

Abstract

During the warm-up or cool down the transfer of heat conduction crops usually comes the heat penetration into the porous layer on the thermal diffusivity of agricultural products (at) which is the substance

In present study, thermal diffusivity of Wheat (variety: Sabalan, weight: 427.7 gr, MC: 9%db) and Maize (variety: Crossing 704, weight: 362.1 gr, MC: 8.07%db) were measured at four different levels of temperature by (at) instrument and those values were compared. For both products, thermal diffusivity increased with enhancing temperature of outer surface of cylinder. Minimum and maximum thermal diffusivity for Wheat and Maize obtained $1.268*10^{-3}$, $2.924*10^{-5}$, $0.862*10^{-3}$ and $3.135*10^{-5}$, respectively. Comparison the results showed thatvariation of thermal diffusivity for Wheat was much more than Maize due to alteration of the temperature of outer surface.

Keywords: Diffusion, Temperature-Time, Mixed method, Thermal conductivity.