مدل سازی فرایند بلانچینگ قارچ دکمه ای به وسیله نرم افزار آباکوس

جلال برادران مطیع[۱]، باقر عمادی[۲]، دانیال گندم زاده [۳]، الهام بصیری[۴]

۱– دانشجوی دکتری مکانیک ماشین های کشاورزی، گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲– دانشیار گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳– دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بیوسیستم ، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون، گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی، پردیس بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

فرایند سفید کردن (بلانچینگ) شامل دو مرحله می باشد، ابتدا محصول قارچ به مدت زمان مشخصی درون آب داغ (دما با توجه به هدف فرایند متفاوت است) قرار داده می شود. این زمان از ۳ دقیقه تا ۱۰ دقیقه می تواند با توجه به دمای آب متغیر باشد. سپس محصول فوراً وارد آب سرد می گردد. در پایان وجود یک مرحله خشک کردن با هوای خنک جهت حذف رطوبت سطحی می تواند وجود داشته باشد. اگر هدف از بلانچینگ، تنها سفید کردن باشد، محدوده های دمایی ۶۰ تا ۸۰ درجه را می توان به مدت ۳ تا ۵ دقیقه بکار برد. پس از این مرحله یک پروسه سایشی خفیف برای جدا کردن لکه های تیره از لایه پوست سطحی بکار می رود. اما در صورتی که افزایش ماندگاری نیز مد نظر باشد می توان قارچهای سالم را به مدت ۳/۵ دقیقه در آب با دمای ۹۰–۱۰۰ درجه سانتیگراد نگهداری کرد. پس از فرایند بلانچینگ محصول به صورت نیم پز درآمده و می تواند به مدت زمان طولانی تری در یخچال و یا فریزر نگهداری شود. در این مقاله یک نمونه قارچ دکمه ای به کمک نرم افزار آباکوس ورژن۶/۱۱ مدل سازی المان حرارتی شد. با توجه به اینکه محصول قارچ دارای تقارن محوری می باشد در نتیجه از مدل دو بعدی دارای تقارن (Axisymmetric 2D model) استفاده گردید. سپس نتایج بدست آمده با نتایج تحقیق مشابهی که لسپینارد و همکاران انجام دادند مقایسه شد. نتایج مطابقت بالایی با مدل لسپینارد نشان داد. همچنین پیشنهاداتی در خصوص بهینه کردن زمان فرایند با توجه به نتایج ارائه شد.

کلمات کلیدی: سفید کردن، بلانچینگ، قارچ، مدلسازی

مقدمه

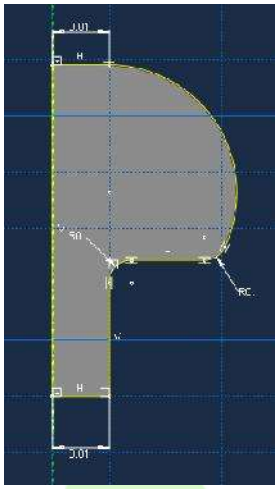
قارچها دسته‌ای جداگانه از یوکاریوت‌ها را تشکیل می‌دهند و نه گیاه هستند و نه جانور. این دسته همگی دگرپرورده (هتروتروف یا دگرخوار) بوده و برای رشد و تکثیر ترکیبات آلی برای دریافت انرژی وکربن نیاز دارند. قارچها هوازی یا بی هوازی اختیاری هستند. اکثرقارچها گندروی (ساپروتروف) بوده، درخاک و آب به سر می‌برند و در این نواحی، بقایای گیاهی و جانوری را تجزیه می‌کنند.

[۱] Jalal_jbm@yahoo.com

قارچها مانند باکتری‌ها درتجزیه مواد و گردش عناصر درطبیعت دخالت داشته، حائز اهمیتند. علم مطالعه قارچها را قارچ شناسی نامیده و علم مطالعه قارچهای انگل برای انسان را قارچ شناسی پزشکی گویند (این انگل‌ها بیماری‌های زیادی به وجود می‌آورند). قارچها تأثیرهای زیاد و متفاوتی درطبیعت دارند. گونه‌ای از قارچها با تخمیر انگور آن را تبدیل به شراب می‌کند. گونه‌ای دیگر انگورها را بر روی تاک می‌کُشد. گونه‌ای دیگر باعث سیاه شدن رنگ کاشی‌های حمام می‌شود وگونه ای دیگر قارچ، باعث ایجاد یا درمان بیماری می‌شوند یا باعث پوسیدگی چوب یا رویش دوباره ریشه گیاه می‌شوند. قارچها برخلاف گیاهان نمی‌توانند خوراک خود را تولید کنند؛ بنابراین برای ادامه زندگی ناچارند مصرف کننده باشند (هتروتروف). امروزه قارچهای صدفی و دکمه ای به عنوان یک ماده غذایی بخشی از سبد مصرف روزانه انسان را تشکیل می دهند. بدلیل آنکه ماندگاری قارچ در خارج از شرایط محیط کشت بسیار مشکل و کوتاه مدت است، روشهایی به منظور افزایش ماندگاری آن استفاده می شود. همچنین قارچ دکمه ای در اغلب موارد دارای لکه های تیره ای روی سطح خود می باشد، که این لکه ها و تیرگی سطحی آن موجب کاهش بازار پسندی محصول می شود. فرایند بلانچینگ به منظور افزایش ماندگاری و همچنین سفید کردن قارچ دکمه ای استفاده می شود. در این زمینه تحقیقاتی جهت افزایش زمان ماندگاری قارچ های خوراکی به روش هوای داغ با استفاده از بلاجینگ صورت گرفته و محصول نهایی از نظر رنگ، درصد و نسبت جذب مجدد آب و میزان آلودگی میکروبی مورد ارزیابی قرار گرفته است (عبادی و همکاران، ۱۳۸۲) همچنین به منظور بررسی تاثیر دماهای خشک کردن طالبی به روش بلانچینگ در آب جوش، محلول آب نمک، محلول شکر و سایر محلول ها، تحقیقاتی صورت گرفته است (شهرکی و شفاهی، ۱۳۹۱) و نیز تحقیقاتی در زمینه تاثیر بلاچینگ آنزیم بری بر خصوصیات آنتی اکسیدانی آب هویج در طی دوره نگهداری، مورد بررسی قرار گرفته است (جعفرسواره و همکاران، ۱۳۹۰).

مواد و روشها

در این مقاله یک نمونه قارچ دکمه ای درون نرم افزار آباکوس ورژن۶/۱۱ به کمک المان های حرارتی مدل سازی شد. با توجه به اینکه محصول قارچ دکمه ای دارای تقارن محوری می باشد در نتیجه از مدل دو بعدی دارای تقارن (Axisymmetric 2D model) استفاده گردید. سپس قصد داریم نتایج بدست آمده را با نتایج تحقیق مشابهی که لسپینارد و همکاران انجام دادند مقایسه کنیم. در مرحله پایانی دقت محاسبات را با مدل سه بعدی 3D که ابعاد آن دقیقا مشابه مدل دو بعدی است نیز مقایسه خواهیم کرد.



شکل ۱: پروفیل دو بعدی مدل در محیط پارت نرم افزار ABAQUS

جهت تعیین مشخصات حرارتی محصول به مقالات منتشر شده در زمینه تعیین خواص حرارتی قارچ دکمه ای مراجعه گردید. در این بین مقاله ی لسپینارد و همکاران (۲۰۰۹) به طور جامع به مدلسازی و شبیه سازی فرایند بلانچینگ قارچ دکمه ای پرداخته است. لذا در مدلسازی حاضر مقدار ضریب هدایت حرارتی، گرمای ویژه (در فشار ثابت) و چگالی به ترتیب برابر $W.m^{-1}.K^{-1}$ ،۰/۴۳۲۴ $J\ kg^{-1}\ K^{-1}$ ۳۸۸۳ و $kg.m^{-3}$ ۶۸۹/۶ انتخاب شد. مشخصات حرارتی مدل به عنوان material در بخش property نرم افزار وارد گردید.

در این قسمت نیاز است تا مراحل مختلف فرایند (رساندن به دمای محیط، حمام آب داغ، حمام آب سرد) را در نرم افزار آباکوس بخش steps تعریف کنیم. به دلیل آنکه در پایان قصد داریم نتایج را با مقاله لسپینارد و همکاران مقایسه کنیم، لذا مراحل را مشابه آزمایشات آنان تعریف می نماییم. در این بخش

۱- محصول ۱۵ ثانیه در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد به عنوان دمای محیط نگهداری می شود. (یک اینکرمنت[۲])

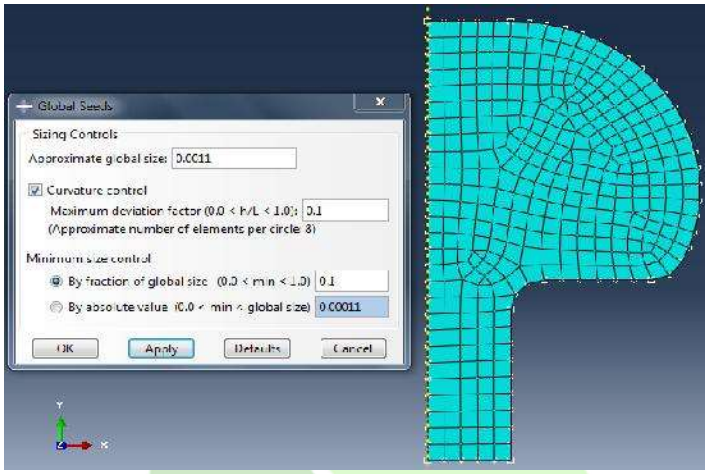
۲- محصول به مدت ۷ دقیقه در محیط با دمای ۹۰ درجه سانتیگراد نگهداری می شود. (۱۴ اینکرمنت ۳۰ ثانیه ای) ، در این مرحله دمای محیط به صورت شرایط مرزی با دمای سطحی ۹۰ درجه سانتیگراد برای مدل تعریف شد.

۳- محصول به مدت ۳ دقیقه در دمای ۵ درجه سانتیگراد نگهداری می شود (۶ اینتکرمنت ۳۰ ثانیه ای) در این مرحله دمای محیط به صورت شرایط مرزی با سطح ۵ درجه سانتیگراد برای مدل تعریف شده و شرایط مرزی مرحله قبل حذف گردید.

[2]Increment, بازه های زمانی که قرار است تحلیل های نرم افزار در آنها اجرا و محاسبات انجام شود.

بارگذاری: در این بخش لازم است مطابق با مراحل فرایند که در قسمت قبل تعیین گردید، دما برای مدل تعریف شود. لذا باگذاری ها همانطور که اشاره شد به صورت شرایط مرزی روی پوسته خارجی مدل تعریف شد.

مش بندی: در این بخش مدل به وسیله المانهای چهار ضلعی با گلوبال سایز[3] ۰/۰۰۱۱ مش بندی شد.



شکل ۲: مدل مش بندی شده

در مرحله پایانی لازم است تا دستور اجرای محاسبات را به نرم افزار بدهیم. نرم افزار آباکوس پس از بررسی مدل و ورودی های تعریف شده برای آن اقدام به انجام محاسبات بروی مدل با توجه به شرایط تعیین شده می نماید.

نتایج و بحث

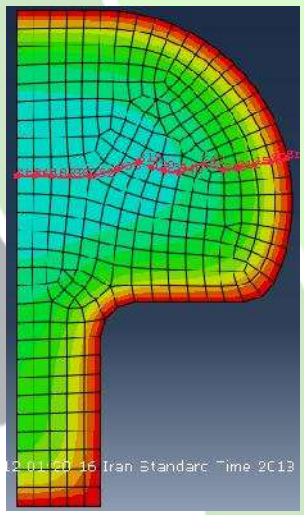
پس از پایان محاسبات توسط نرم افزار می توان با ورود به بخش Visualization نتایج را مشاهده و خروجی های دلخواه را بدست آورد. ابتدا برای نرم افزار سطحی (در حالت دو بعدی معادل مسیر) تعریف کردیم که دقیقا از مرکز قسمت کلاهک محصول بگذرد (شکل ۳). سپس تغییرات دما در المانهای قرار گرفته روی این سطح در طی فرایند های حمام داغ و حمام سرد به طور جداگانه در شکلهای۷ و ۸ رسم گردید. شکل ۵ تغییرات دما در المانهای روی سطح مشابهی را در مدل تهیه شده بوسیله ی لسپینارد در فرایند حمام داغ ۹۰ درجه سانتیگراد نشان می دهد. مقایسه نتایج در دو نمودار نشان می دهد، مدل حاضر از نظر دقت بسیار شبیه مدل لسپینارد است. اما در برخی نقاط اختلافات دمایی جزئی مشاهده می شود که احتمالاً در اثر تفاوت ابعاد مدل با مدل ارائه شده توسط لسپینارد می باشد. زیرا اختلاف ابعاد موجب اختلاف در مدت زمان دستیابی یک نقطه به دمای مورد نظر می شود.

[3]Global size

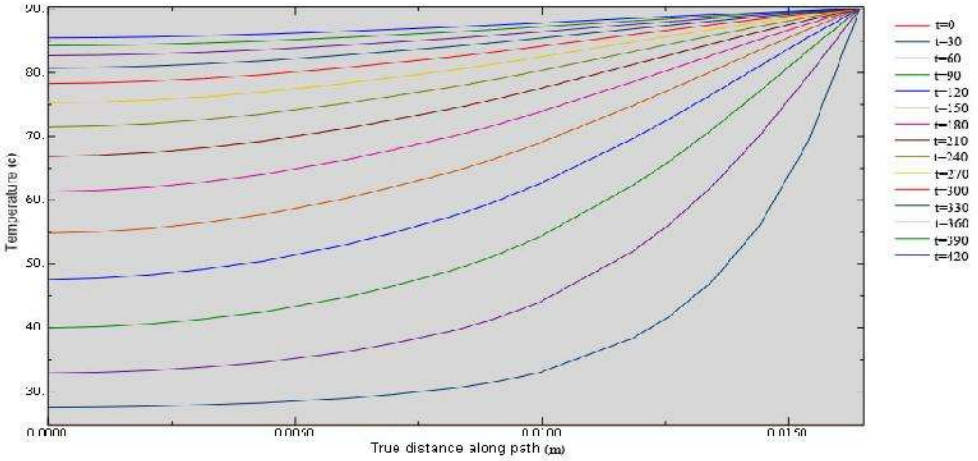
از نتایج بدست آمده مشاهده شد که در طی فرایند حمام آب داغ، کمترین دما در مرکز کلاهک و بیشترین دما در زیر کلاهک رخ می دهد. پس از ۶ دقیقه دمای کل محصول به بالاتر از ۸۲ درجه سانتیگراد می رسد که این مطلب نشانگر آن است که می توان فرایند را بجای ۷ دقیقه در ۶ دقیقه به پایان رسانید. تغییرات دمای سطحی نشان می دهد، در صورتیکه هدف ما سفید کردن قارچ باشد، پس از ۱۲۰ ثانیه، لایه سطحی مدت زمان لازم برای گرما دیدن را گذرانده و فرایند در ۲ دقیقه می تواند تکمیل شود.

نتایج نمودار های سرد کردن در حمام آب سرد نشان می دهندکه پس از ۱۸۰ ثانیه، هنوز دمای مرکز کلاهک بالاتر از ۴۰ درجه است که عدم توجه به آن می تواند موجب کاهش ماندگاری و فساد پذیری شود، لذا توصیه می شود مدت زمان سرد کردن به مدت ۹۰ ثانیه دیگر ادامه یابد تا محصول کاملا خنک گردد.

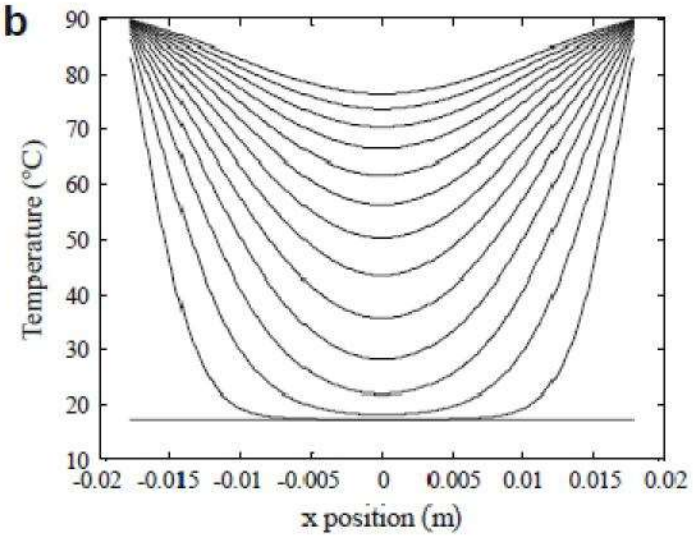
نتایج مدل سه بعدی کاملا با نتایج مدل دوبعدی مطابق بود و لذا از تکرار آن ها پرهیز شد. تصویر شکل ۹ شروع مرحله گرم کردن را نشان می دهد.



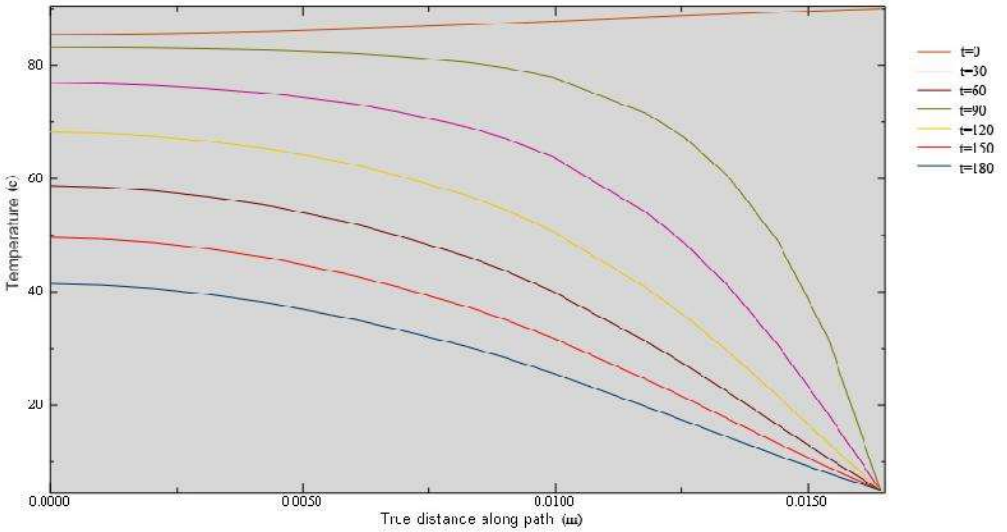
شکل۳: میسر مشخص شده از گره ها، برای رسم دمای نقاط روی آن در طی مراحل مختلف فرایند گرم و سرد کردن محصول



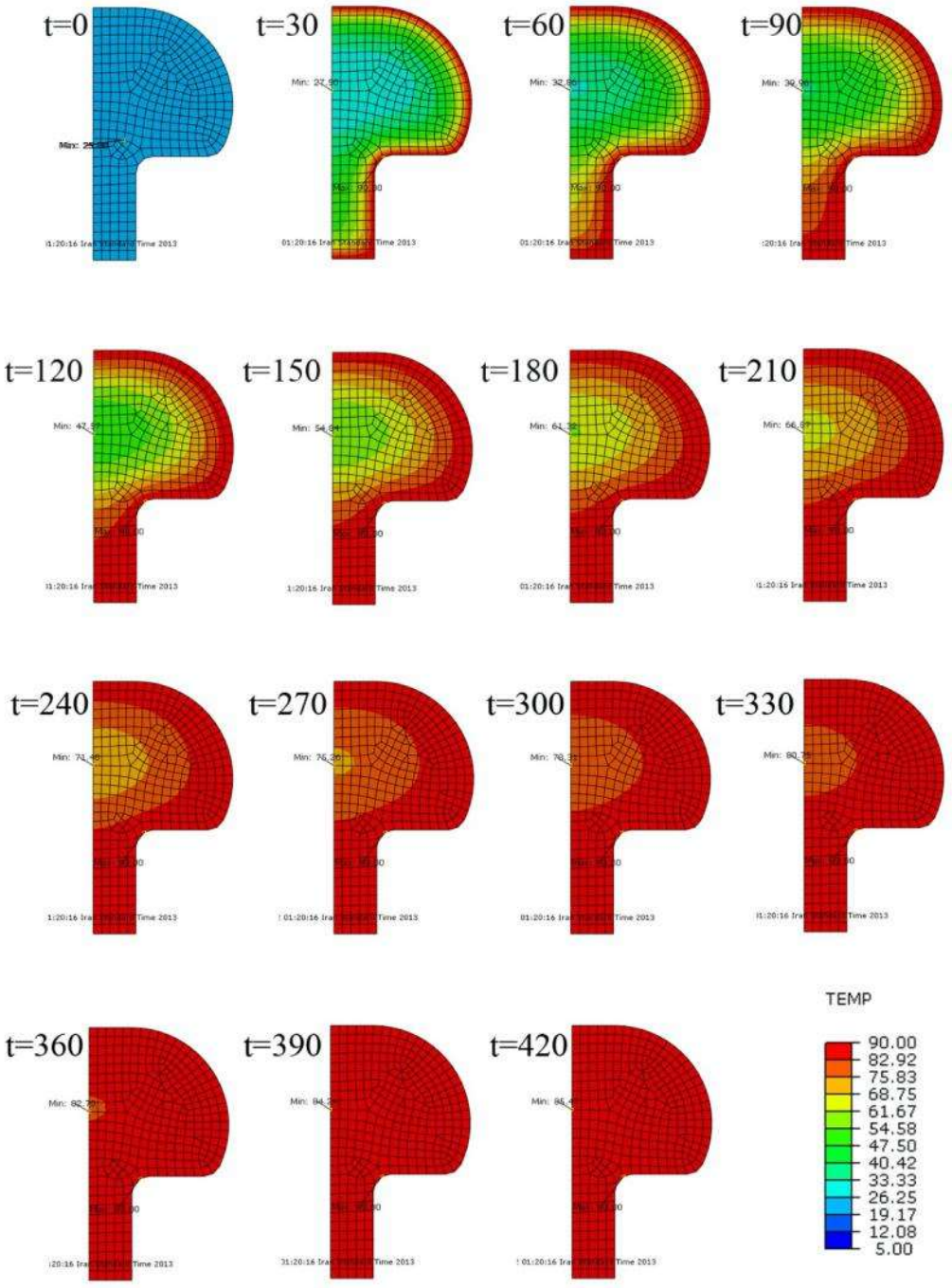
شکل ۴: تغییرات دمایی نقاط قرار گرفته بروی مسیر (شکل) در طی بازه های زمانی ۳۰ ثانیه ای در فرایند حمام داغ ۹۰ درجه. محور افقی فاصله المان ها از مرکز محصول قارچ را نشان می دهد.



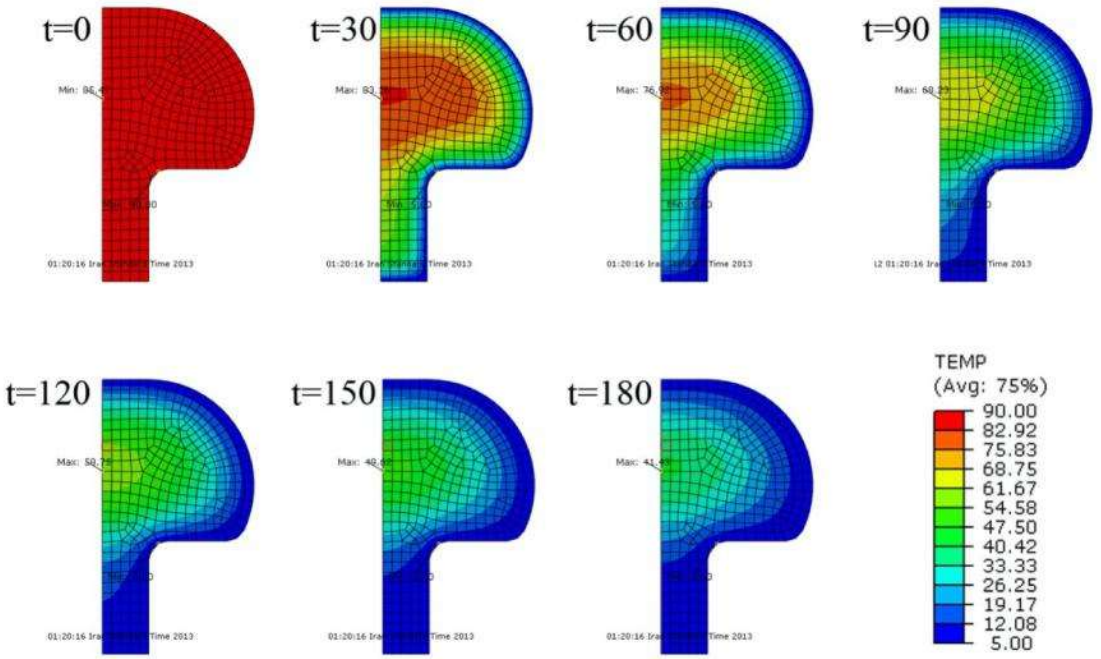
شکل ۵: تغییرات دمای المانهای قرار گرفته روی مسیر در طول فرایند حمام آب داغ ۹۰ درجه در بازه های ۳۰ ثانیه ای (لسپینارد و همکاران، ۲۰۰۹)



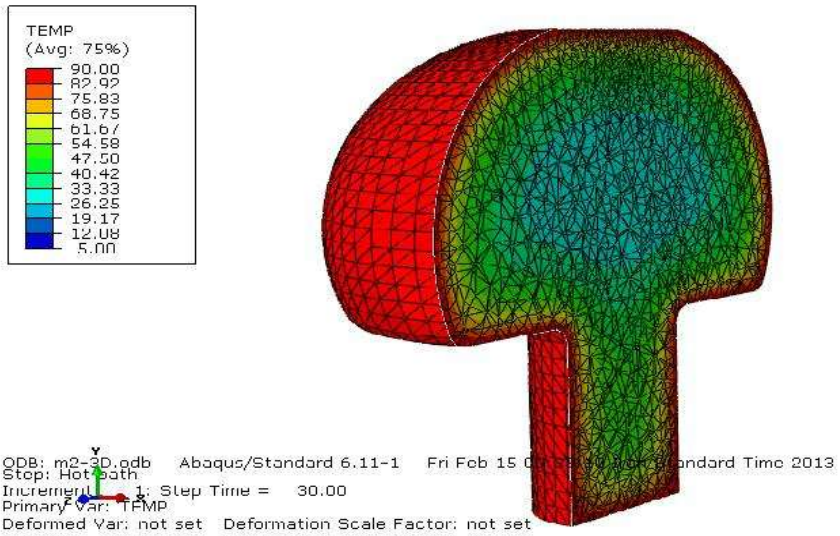
شکل ۶: تغییرات دمایی نقاط قرار گرفته بروی مسیر (شکل) در طی بازه های زمانی ۳۰ ثانیه ای در فرایند حمام آب سرد ۵ درجه. محور افقی فاصله المان ها از مرکز محصول قارچ را نشان می دهد.



شکل ۷: تغییرات دمای داخلی محصول شبیه سازی شده در طی بازه های زمانی ۳۰ ثانیه ای، در فرایند حمام آب داغ ۹۰ درجه سانتیگراد.



شکل ۸: تغییرات دمای داخلی محصول شبیه سازی شده در طی بازه های زمانی ۳۰ ثانیه ای، در فرایند حمام آب داغ ۹۰ درجه سانتیگراد.



شکل ۹: کانتور گرمایی المانها در مدل سه بعدی از محصول در t=30s در حمام آب داغ.

نتیجه گیری

۱- مدلی که در این تحقیق برای بررسی فرایند بلانچینگ محصول قارچ بکار گرفته شد توانایی آن را داشت که در مقایسه مدل ارائه شده توسط لسپینارد نتایج قابل قبولی را ارائه دهد. همچنین با توجه به آنکه لسپینارد مدل خود را با نمونه های واقعی قارچ اعتبار سنجی کرده بود و نتایج مناسبی بدست آورده بود، لذا می توان مدل حاضر را نیز دارای اعتبار از نظر مقایسه با نمونه های واقعی قارچ دانست.

۲- مدت زمان قرار گیری محصول در حمام آب داغ در دمای ۹۰ درجه می تواند به جای ۷ دقیقه انتخاب شده بود، که می توان این زمان را به شش دقیقه کاهش داد. مدت زمان ۶ دقیقه یا ۳۶۰ ثانیه می تواند اهداف گرمایش محصول را تامین کند.

۳- با بررسی نمودار ها و پالتهای رنگی مدل محصول در شرایط حمام آب سرد در دمای ۵ درجه مشخص شد، مدت زمان ۳ دقیقه برای خنک شدن کامل محصول کافی نیست و بهتر است این مدت زمان به ۴ دقیقه یا ۲۴۰ ثانیه افزایش یابد. این افزایش زمان موجب خنک شدن مرکز کلاهک شده که می تواند موجب کاهش احتمال فساد پذیری شود.

منابع

۱. جعفرسواره، ش. همکاران. ۱۳۹۰. ارزیابی تاثیر دو روش بلانچینگ بر فعالیت آنتی اکسیدانی آب هویج طی دوره نگهداری در یخچال. همایش ملی صنایع غذایی.
۲. شهرکی، ف. شفاهی، م. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر فرایند ترکیبی بلانچینگ-خشک کردن با جریان هوای داغ بر خواص فیزیک و شیمیایی برش های طالبی. دومین سمینار ملی امنیت غذایی.
۳. عبادی، ز. همکاران. ۱۳۸۲. عوامل موثر بر کیفیت نهایی قارچ دکمه ای خشک شده در ایران. فصلنامه پژوهشی و سازندگی، ۶۳، ۱۲.

4. Lespinard, A., R.,Goñi, S.,M., Salgado, P.,R., Mascheroni, R.H., 2009, Experimental determination and modelling of size variation, heat transferand quality indexes during mushroom blanching, Journal of Food Engineering 92 (2009) 8–17.
5. Kantrong, H., Tansakul, A., Mittal, G., 2009, Determination of thermal conductivity of shiitake mushroom, As. J. Food Ag-Ind. 2009, 2(01), 17-23.

Modeling blanching process of button mushroom with Abaqus

Jalal Baradaran Motie[1] Bagher Emadi[2] Danial Gandomzadeh[3] Elham Basiri[4]

1-PhD Student of Mechanic of agricultural machinery, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad

2-Associate Professor, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad

3-MSc Student, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad

4-MSc Student, Department of Biosystems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad International Campus

Abstract

Blanching process consists of two stages, the first crop of mushrooms is placed in hot water for a certain time (the process is different depending on the temperature). The time can be varied from 3 minutes to 10 minutes according to water temperature . then the product is immediately cooled by cold water. At the end, a drying stage with cool air can be present to remove surface moisture. If only whitening proposed , the temperature ranges from 60 to 80 degrees can be used for 3 to 5 minutes . In this paper, a typical button mushroom modeled by Abaqus software package (version 6.11) by thermal elements. The product that is the result of axial symmetry in two -dimensional models of symmetry (Axisymmetric 2D model) was used . The results obtained were compared with results of similar studies conducted Lespinard et al . The results showed highly consistent with Lespinard model. At the end, Also suggestions on optimizing the time of process were presented based by our results.

Keywords: Button mushroom, Blanching, Whitening, Modeling