

## بررسی چگونگی افزایش زمان ماندگاری عدس با استفاده از فرآیند آب داغ

حامد موسویان،<sup>۱</sup> محمدتقی و<sup>۲</sup> برزنونی، حسن

<sup>۱</sup>گروه مهندسی شیمی، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

<sup>۲</sup>گروه مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قوچان

<sup>۱</sup>mosavian@um.ac.ir

این مقاله ارائه گزارشی از تحقیقات بعمل آمده در خصوص چگونگی از بین بردن و نابود سازی تخم و لارو حشرات مزاحم در محصول عدس جهت بالا بردن زمان ماندگاری با استفاده از آب داغ و در زمانی کوتاه است. دماهای مورد بررسی ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰، ۱۰۰ درجه سانتی گراد می باشند. اثر دما همزمان برای آب مقطر خالص و همچنین مخلوط آب مقطر و نمک طعام (۱۰ گرم در لیتر) مورد بررسی قرار گرفته است. نمونه ها بعد از انجام فرآیند بمدت ۳ سال نگهداری شده اند و موجود می باشند. محتوای پروتئین نمونه ها قبل و بعد از فرآیند و در مورد نمونه هایی که مدت ۳ سال از زمان فرآیند آنها می گذرد به روش ماکروکجلدال مورد بررسی قرار گرفته است. روابط بین دما و غلظت کلرید سدیم و زمان انجام فرآیند به وسیله یک نمودار ۲- بعدی نشان داده شده است. تغییرات شکل ظاهری نمونه ها بعد از انجام فرآیند، توسط نرم افزارهای پردازش تصویر مورد بررسی قرار گرفته است. بهر حال، در همه حالت‌های مورد بررسی در این پژوهش، نتایج مشابهی از لحاظ نابودسازی تخم و لارو حشرات و افزایش زمان ماندگاری محصول تا ۳ سال بعد از انجام فرآیند حاصل شده است. در نهایت دمای ۷۰ و محلول آب خالص را به عنوان بهترین حالت پیشنهاد می کنیم.

واژه‌های کلیدی: عدس، تخم و لارو حشرات، آب داغ، پردازش تصویر

## بررسی چگونگی افزایش زمان ماندگاری عدس با استفاده از فرآیند آب داغ

محمد تقی حامد موسویان<sup>۱\*</sup>، حسن برزونی<sup>۲</sup>

<sup>۱\*</sup> دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی، گروه مهندسی شیمی

mosavian@um.ac.ir

<sup>۲</sup> دانشگاه آزاد، واحد قوچان، گروه مهندسی شیمی

### چکیده

این مقاله ارائه گزارشی از تحقیقات بعمل آمده در خصوص چگونگی از بین بردن و نابود سازی تخم و لارو حشرات مزاحم در محصول عدس جهت بالا بردن زمان ماندگاری با استفاده از آب داغ و در زمانی کوتاه است. دماهای مورد بررسی ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰، ۱۰۰ درجه سانتی گراد می باشند. اثر دما همزمان برای آب مقطر خالص و همچنین مخلوط آب مقطر و نمک طعام (۱۰ گرم در لیتر) مورد بررسی قرار گرفته است. نمونه ها بعد از انجام فرآیند بمدت ۳ سال نگهداری شده اند و موجود می باشند. محتوای پروتئین نمونه ها قبل و بعد از فرآیند و در مورد نمونه هایی که مدت ۳ سال از زمان فرآیند آنها می گذرد به روش ماکروکجلدال مورد بررسی قرار گرفته است. روابط بین دما و غلظت کلرید سدیم و زمان انجام فرآیند به وسیله یک نمودار ۲- بعدی نشان داده شده است. تغییرات شکل ظاهری نمونه ها بعد از انجام فرآیند، توسط نرم افزارهای پردازش تصویر مورد بررسی قرار گرفته است. بهر حال، در همه حالت های مورد بررسی در این پژوهش، نتایج مشابهی از لحاظ نابودسازی تخم و لارو حشرات و افزایش زمان ماندگاری محصول تا ۳ سال بعد از انجام فرآیند حاصل شده است. در نهایت دمای  $70^{\circ}C$  و محلول آب خالص را به عنوان بهترین حالت پیشنهاد می کنیم.

واژه های کلیدی: عدس- تخم و لارو حشرات- آب داغ- پردازش تصویر.

### ۱- مقدمه

بطور متوسط سالانه ۲۰ میلیارد تن غلات و حبوبات و دانه های روغنی در جهان تولید می شود (۱). حفظ سلامت این غلات و حبوبات تا زمان مصرف امری ضروری می باشد. عدس یکی از اعضای خانواده حبوبات، با میزان پروتئین بین ۲۱-۱۹ درصد یکی از منابع سرشار پروتئین می باشد. عدس بعنوان محصولی خوش پخت و حاوی پروتئین در سبذ غذایی خانواده حائز اهمیت می باشد. حشرات مزاحم و مضر در مزارع بر روی غلاف و دانه های این گیاه تخم گذاری می نمایند (۲). تخم حشرات به همراه دانه های حبوبات به داخل انبارها حمل شده و در آنجا ذخیره می شوند. تخم و لارو حشرات قادرند در دمای بین  $8^{\circ}C$  الی  $41^{\circ}C$  و رطوبت بین ۱٪ الی ۹۹٪ در انبارها تکثیر یافته و زندگی کنند (۳). تخم و لارو حشرات

در انبارها رشد می کنند و اثرات نامطلوب کمی و کیفی بر محصول دارند. بعضی از این حشرات در انبارها فقط یک نسل دارند و برای تخم ریزی مجدد بایستی به مزرعه برگردند و بعضی دیگر از این حشرات دارای چندین نسل در انبارها می باشند و زیان اصلی ناشی از این گونه ها می باشند (۴). بهترین شرایط رشد و تکثیر برای حشرات در انبارها دمای  $30^{\circ}C$  و رطوبت بین ۷۰-۵۰ درصد می باشد (۳-۵).

اکثر این حشرات در دمای  $60^{\circ}C$  و بالاتر از آن نابود می شوند (۶). از طرفی کمترین تغییرات در خواص حسی و ارزش تغذیه ای اکثر مواد غذایی که طی یک فرآیند با دمای زیر  $100^{\circ}C$  و در زمانی کوتاه حرارت داده می شوند، ایجاد می شوند (۷). یک روش مطمئن، ساده و ارزان برای مقابله با این عوامل مزاحم، از بین بردن آنها در محصول کشاورزی، بعد از انجام عملیات برداشت محصول و قبل از ذخیره سازی آن در انبارها می باشد. در این روش پیشنهادی تخم و لارو حشرات با استفاده از تماس مستقیم بین دانه های عدس و آب داغ و در زمانی کوتاه از بین برده و نابود می شوند. محصولات سپس نیاز به خشک کردن دارند و برای عملیات خشک کردن می توان از روشهای متفاوتی استفاده نمود. با استفاده از هوا با دمای بالا و یا متوسط (با قرارداد غلات در مجاورت هوا با دمای بالا و یا دمای پایین) می توان غلات و حبوبات را خشک نمود (۸).

بطور خلاصه خشک کن های قابل استفاده در این مطالعه را می توان بصورت زیر طبقه بندی نمود:

- ۱- بر اساس نحوه ورود و خروج حبوبات (غیر مداوم، چرخشی برگشتی، مداوم).
  - ۲- بر اساس جهت حرکت جریان نسبی حبوبات و هوای خشک کن (جریان هم جهت، جریان خلاف جهت، جریان متقاطع و مخلوط).
  - ۳- بر اساس منابع گرمایی مورد نیاز (خورشیدی، فسیلی، برقی) (۹).
- وقتی که از هوای داغ برای خشک کردن غلات استفاده می شود، غلات نباید در دمایی بالاتر از ماکزیمم دمای مجاز برای آن غله خاص و بمدت طولانی گرم شوند.

حداکثر دمای قابل استفاده برای دانه هایی همچون عدس  $43^{\circ}C$  می باشد (۸). بعد از عملیات خشک کردن، محصولات توسط دستگاه های دمنده هوا سرد شده و در انبارهایی که به طور مناسب طراحی شده اند، ذخیره می شوند (۱۰). بنابراین در مرحله اول، فرآیند حرارتی را کامل کرده تا عوامل مضر و مزاحم و تخم و لارو حشرات در محصول غلات از بین بروند. سپس غلات را خشک و سرد نموده و در مکانهایی که در مقابل باد و باران و جوندگان مقاوم و عاری از عوامل مضر می باشند، ذخیره سازی می نمایند. این فراوری سبب می شود که غلات برای دوره های طولانی بدون آسیب دیدن و مصرف شدن توسط حشرات و جوندگان و همچنین جوانه زدن و افزایش اسیدهای چرب آزاد و دیگر تغییرات شیمیایی نگهداری شوند (۱۱).

#### ۱-۱- پردازش تصویر

شکل ظاهری محصول یک فرایند، عامل مهمی در بررسی آن فرایند می باشد. روش بصری یک راه موثر برای بررسی خصوصیات شکل ظاهری می باشد (۷، ۱۲). تحلیل مسائل بروش پردازش تصویر یک روش دقیق نیست، لیکن یک روش تقریبی مناسب است (۱۳). پردازش تصویر بطور موفقیت آمیزی در نظارت بر کیفیت مواد غذایی مورد استفاده قرار گرفته است (۱۴-۱۸). این یک روش سریع، غیر مخرب و ارزان برای تعیین کیفیت محصولات غذایی می باشد. همچنین بخوبی در خطوط تولید صنعتی قابل استفاده می باشد (۱۹). اگرچه شکل ظاهری و بررسی آن موضوع جدیدی نیست، لیکن بطور وسیعی در صنایع غذایی مورد استفاده قرار گرفته است (۲۰).

یکی از دلایل گسترش سریع آن سادگی بررسی شکل و ریخت ساختارهای پیچیده و بسیار ریز می باشد. بطور سنتی، تغییرات شکل ظاهری یک ساختار کوچک در مقایسه با یک ساختار مرجع مورد بررسی قرار می گیرد (۲۱). محاسبه دانسیته، محاسبات مقداری، فعالیت و خواص دیگری نیز در روش پردازش تصاویر قابل انجام است ولی نیاز به شرایط ویژه ای دارد (۱۳).

## ۲- مواد و روشها

### ۲-۱- تهیه نمونه ها

نمونه های اولیه مورد بررسی، بعد از برداشت محصول در سال ۱۳۸۱ از مزارع قوچان تهیه گردیده اند. این نمونه ها به تخم و لارو سوسکهای انباری متعلق به گونه های:

۱- سوسک بروخوس (*Bruchus spp*).

۲- سوسک چینی (*co chinensis*) و سوسک چهار نقطه (*co maculatus*)، آلوده بودند.

در نوع اول فقط یک نسل در انبار وجود دارد و برای تخم ریزی مجدد، نیاز به برگشت به مزرعه وجود دارد. در نوع دوم و سوم که از یک گونه اند، چندین نسل در انبارها وجود دارد و دوره هر نسل آنها حدود ۴-۵ هفته می باشد. بنابراین آسیب عمده از جانب این گونه می باشد (۲).

### ۲-۲- مراحل آزمایش

محلولهای زیر بعنوان محیط انجام فرآیند آماده شده اند:

۱- محلول آب مقطر خالص.

۲- محلول آب مقطر و کلرید سدیم (نمک طعام) با غلظت ۱۰ گرم در لیتر.

برای هر یک از این محلولها در پنج دمای ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰، ۱۰۰ درجه سانتیگراد مراحل آزمایش تکرار شده است. از محلول را تا دمای  $62^{\circ}C$  حرارت داده و در حین حرارت دادن، آن را همزده تا از یکنواخت بودن دما در همه نقاط محلول مطمئن شدیم. بعد از ثابت شدن دما در  $62^{\circ}C$ ، مقدار ۵۰ گرم نمونه آلوده به درون محلول ریخته شد. به محض انجام این عمل دما تا  $60^{\circ}C$  افت نمود و قبل از اینکه دما به کمتر از  $60^{\circ}C$  افت کند، با افزایش عمل حرارت دادن، دما را در  $60^{\circ}C$  ثابت نمودیم. بعد از چند لحظه، پوست دانه ها شروع به چروکیدگی شدن نمودند. پس از اینکه تقریباً پوست همه دانه ها به طور یکنواختی چروکیدگی شدند، آنها را از محلول خارج و زمان انجام فرآیند ثبت گردید. اکنون بایستی دانه ها خشک می شدند. جهت مهیا ساختن امکان مطالعه صرفاً فقط اثرات ناشی از حرارت دهی عدس در داخل محلول بصورت مجزا، از خشک کردن محصول توسط هوای گرم پرهیز نمودیم. لذا بدینوسیله تأثیرات حرارتی فرایند خشک کردن را در از بین بردن تخم و لارو حشرات به حداقل رساندیم.

از سوی دیگر بهترین میزان رطوبت برای ذخیره سازی محصول عدس برای بیش از یک سال رطوبت ۱۳،۵ درصد می باشد که برای شرایط آب و هوایی متفاوت قابل بررسی است (۸). بنابراین دانه ها را بعد از اتمام فرآیند در دمای آزمایشگاه و جریان هوای سرد تا رطوبت ۱۳،۵ درصد خشک نمودیم. سپس دانه های فرآیند شده را در ظروف استریل جداگانه ریخته و در شرایط معمولی نگهداری نمودیم. جدول شماره (۱) حاوی نتایج زمان مورد نیاز بر حسب ثانیه جهت فراوری در آب مقطر خالص و محلول ۱۰٪ نمک طعام در پنج دمای مختلف می باشد.

محتوای پروتئین نمونه ها قبل از انجام فرآیند و بعد از انجام فرآیند و در مورد نمونه هایی که مدت ۳ سال از زمان فرآیند و ذخیره سازی آنها می گذرد بروش ماکروکجدال تعیین گردیده و نتایج حاصل در جدول (۲) آمده است.

### ۲-۳- تهیه تصاویر

سیستم تهیه تصاویر شامل یک دوربین دیجیتال ( C-200 zoom, Olympus Optical Co., Ltd. Japan ) با رزولوشن ( 0.09 mm/pixel ) و یک دستگاه بزرگنمایی به نام استرئومیکروسکوپ ( Zoom master, scientific instruments Ltd. England. ) می باشد. روشنائی مورد نیاز برای تهیه تصاویر توسط دو عدد لامپ فلورسنت ( 11w, 5400k, 220v, 50hz, shining iran ) تامین می شود. برای ایجاد شرایط یکسان برای تهیه تصاویر، دوربین و لامپها بر روی یک پایه نگهدارنده نصب شده اند. همانند آنچه در شکل (۱) نشان داده شده است، نمونه ها در زیر دستگاه استرئومیکروسکوپ قرار داده شد و تصویر هر دو طرف نمونه ها تهیه شدند.

### ۳-۳- بررسی نتایج آزمایشگاهی

نمودار دو بعدی شکل (۲) بر اساس داده های آزمایشگاهی مربوط به محصول عدس فراوری شده بر اساس دما و زمان ارائه شده در جدول (۱) رسم شده است. بر اساس این نمودار یک رابطه مستقیم و غیر خطی بین کاهش زمان فرآیند و افزایش دما وجود دارد.

از سوی دیگر با افزایش غلظت نمک از صفر به ۱۰ گرم در لیتر، زمان انجام فرآیند در دماهای پایین تر ( ۶۰ و ۷۰ درجه سانتیگراد ) کاهش محسوس تری نسبت به زمان انجام فرآیند در دماهای بالاتر از خود نشان می دهد. دلیل این کاهش زمان فرآیند با افزایش غلظت نمک را به این صورت بیان می کنیم که هر دو محلول مقداری گرما دریافت می کنند تا به دمای مورد نظر در هر حالت برسند ولی در محلول حاوی کلرید سدیم بدلیل حضور کلرید سدیم مقدار انرژی حرارتی بیشتری برای رسیدن به دمای مورد بررسی دریافت می شود. بنابراین در دمایی ثابت و یکسان در محلول حاوی کلرید سدیم تعداد مولکولهای بیشتری در مقایسه با حالت محلول بدون کلرید سدیم وجود دارند که می توانند با سطح خارجی دانه ها برخورد کرده و تبادل حرارتی انجام دهند. بنابراین فرآیند در زمان کوتاه تری به حالت پایانی پیشنهادی ( یعنی ایجاد یک حالت چروکیدگی تقریباً یکنواخت در سطح پوست همه دانه ها ) خواهد رسید. لکن در دماهای بالاتر بعلاوه کوتاه بودن زمان فراوری، تعیین تفاوت زمان با توجه به استفاده از اب مقطر یا محلول کلرید سدیم کاری مشکل میباشد. البته باید توجه نمود که بدلیل وضعیت جغرافیایی محل انجام آزمایشات، آب مقطر در دمای  $95^{\circ}C$  بجوش آمد. بنابراین نمودار برای محلول اب مقطر در نقطه  $95^{\circ}C$  به پایان می رسد و در جدول (۱) برای دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد هیچ مقداری وجود ندارد. بر اساس داده های حاصل از محاسبه طول خطوط چروکیدگی در مقیاس یکسان از تصویر نمونه ها ، نمودار شکل (۳) رسم شده است.

بر اساس این نمودار با افزایش دما میزان چروکیدگی در هر دو حالت محلول مورد بررسی کاهش یافته است. این کاهش چروکیدگی بدلیل کاهش زمان تماس بین دانه ها و محلول برای رسیدن به یک حالت چروکیدگی یکنواخت در سطح همه دانه ها با افزایش دما می باشد. البته باید توجه کرد که در هر دو حالت محیط فراوری و در تمامی دماهای مورد بررسی و بخصوص در دماهای بالاتر، اگر زمان تماس بیش از حد افزایش یابد، امکان جدا شدن پوست از مغز دانه ها وجود دارد که امری نامطلوب می باشد. با افزایش غلظت نمک از صفر به ۱۰ گرم در لیتر میزان چروکیدگی در هر حالت دمایی افزایش می

یابد. در نهایت میزان چروکیدگی در دمای  $95^{\circ}C$  برای محلول اب مقطر با میزان چروکیدگی در دمای  $100^{\circ}C$  برای محلول حاوی کلرید سدیم تقریباً برابر خواهد شد. به دلیل افزایش میزان چروکیدگی در نمونه های حاصل از فرآیند با محلول حاوی نمک، فقط نمونه های حاصل از فرآیند با محلول بدون نمک را در ادامه بحث بررسی می کنیم. علت این افزایش چروکیدگی در فرآیندی با زمان کوتاهتر را نیز به کلرید سدیم در محلول به عنوان یک عامل انتقال حرارت اضافی مربوط می دانیم. با بررسی تصاویر حاصل از نمونه اولیه و نمونه های حاصل از فرآیند بکمک نرم افزارهای پردازش تصویر، چگونگی توزیع پیگمانهای رنگی مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور پیکسلهای تصویر به دو بخش سیاه و سفید تقسیم شده اند. شکل (۴) نشان دهنده عملیات بکار گرفته شده می باشد. در شکل (۴)، بخش (الف)، تصویر نمونه بعد از فرآیند، بخشهای (ب) و (ج) تصاویر فیلتر شده و بخش (د) threshold تصویر فیلتر شده (ج) می باشد. در بخش (د) نقاط سفید رنگ نشان دهنده مکان تجمع پیگمانهای رنگی در طول چروکیدگی های بخش (الف) می باشد و برعکس. از تقسیم تعداد پیکسلهای سیاه به کل پیکسلهای تصویر (تعداد کل پیکسلهای تصاویر در همه موارد مورد مقایسه، برابر می باشد) نمودار شکل (۸) بدست آمده است.

بر طبق این نمودار می توان نحوه توزیع پیکسلهای رنگی را به این صورت بیان نمود:

۱- در دمای  $60^{\circ}C$  بدلیل وجود میزان چروکیدگی بالا در سطح دانه ها، پیگمانهای رنگی به طرف این خطوط چروکیده کشیده شده و در انجا تجمع یافته اند. بنابراین مناطق زیادی از سطح پوست دانه رنگ خود را از دست داده و سفید رنگ شده اند. در این حالت این مناطق سفید رنگ به صورت جزایری در بین خطوط چروکیده پراکنده شده اند.

۲- با افزایش دمای فرآیند میزان چروکیدگی ها کاهش یافته است. بنابراین تجمع پیگمانهای رنگی در این چروکیدگی ها کاهش یافته و توزیع یکنواخت تری از پیگمانهای رنگی در زیر پوست دیده می شود.

۳- میزان چولگی نسبت به نمونه قبل از فرآیند در دمای  $70^{\circ}C$  به کمترین مقدار می رسد. علت این امر ایجاد بادکردگی نسبی و برخاستن پوست از سطح دانه در این دما می باشد. در این حالت پیگمانهای رنگی نیز به همراه پوست از سطح دانه بلند می شوند. در دیگر حالات پیگمانهای رنگی بین پوست و مغز دانه تحت فشار قرار گرفته و در نتیجه در طول چروکیدگی ها تجمع می کنند. بنابراین در  $70^{\circ}C$  توزیع یکنواخت تر پیگمانهای رنگی نسبت به دیگر دماها مشاهده می شود.

۴- از دمای  $70^{\circ}C$  تا  $80^{\circ}C$  نمودار سیر صعودی پیدا می کند. در طی این تغییر دما نسبتاً پوست به سطح دانه می چسبد. بنابراین بدلیل کاهش چروکیدگی، در  $80^{\circ}C$  نسبت به دمای  $60^{\circ}C$  توزیع بهتر پیگمانهای رنگی مشاهده می شود.

۵- در دماهای  $90^{\circ}$  و  $95^{\circ}$  درجه سانتی گراد پوست کاملاً به سطح دانه چسبیده است. در دمای  $90^{\circ}C$  بدلیل کاهش میزان چروکیدگی، نحوه توزیع پیگمانهای رنگی بهبود می یابد و این سیر در  $95^{\circ}C$  کاملتر می شود.

۶- از سوی دیگر در دماهای بالا با افزایش زمان تماس بین محلول و دانه ها، کنده و جدا شدن پوست از مغز دانه ها مشاهده می شود.

۷- به میزان کمی، روشنایی تصویر نمونه ها افزایش یافته است که علت این امر به دلیل زدودن غبار در طول فرآیند ریخته شدن دانه ها در محلول فرآیند می باشد.

#### ۴- نتیجه گیری

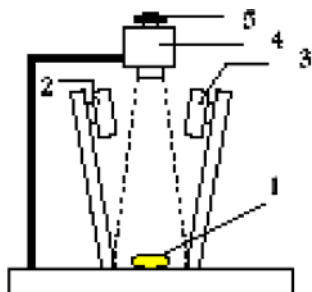
از نتایج حاصل از کار با اب مقطر و محلول (۱۰ گرم در لیتر) کلرید سدیم به این نتیجه رسیدیم که بدلیل افزایش میزان چروکیدگی استفاده از محلول (۱۰ گرم در لیتر) کلرید سدیم برای انجام این فرآیند مناسب نمی باشد. با افزایش دمای فرآیند زمان انجام فرآیند، میزان چروکیدگی و بدنبال آن تجمع پیگمانهای رنگی در زیر پوست و در نقاط چروکیدگی کاهش یافته است که امری مطلوب می باشد. البته در دمای  $70^{\circ}C$  به علت ایجاد بادکردگی نسبی و برخاستن پوست از سطح دانه در این حالت پیگمانهای رنگی نیز به همراه پوست از سطح دانه بلند می شوند. بنابراین در  $70^{\circ}C$  توضیح یکنواخت تر پیگمانهای رنگی نسبت به دیگر دماها مشاهده می شود. گرچه در دماهای پایین تر میزان چروکیدگی در مقایسه با دماهای بالاتر کمتر مطلوب است، ولی از لحاظ کنترل و جلوگیری از کنده و جدا شدن پوست از مغز دانه با فرآیند ساده تری مواجه هستیم. ما به دلایل فوق انجام فرآیند با اب مقطر  $70^{\circ}C$  را توصیه می کنیم و لیکن می توان با هر یک از حالات مورد بررسی در این پژوهش ( به دلیل اینکه نتایج یکسانی از لحاظ نابودسازی تخم و لارو حشرات و افزایش زمان ماندگاری محصول بمدت ۳ سال در همه حالات فرآیند حاصل شده است ) این فرآیند را به انجام رساند.

جدول(۱): زمان مورد نیاز (s) جهت آزمایش در دماهای مختلف.

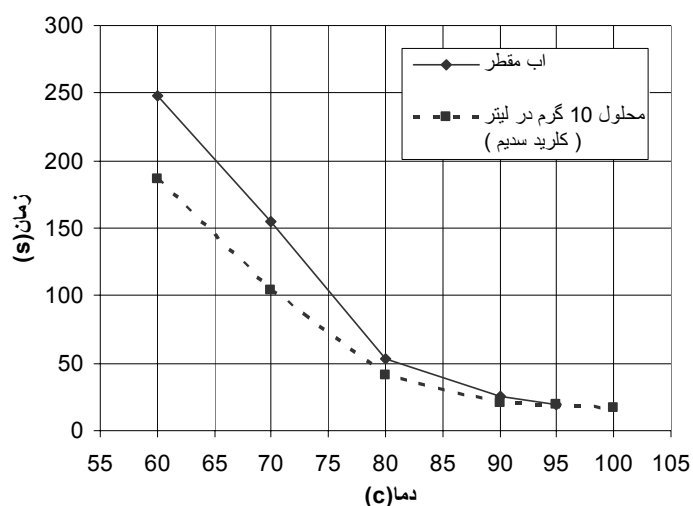
دما(درجه سانتیگراد)	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۹۵	۱۰۰
آب مقطر	248 s	155 s	53 s	25 s	19 s	
محلول ۱۰ گرم در لیتر (کلرید سدیم)	186 s	104 s	41 s	21 s		17 s

جدول(۲): داده های آزمایشگاهی مربوط به تعیین میزان پروتئین به روش ماکروکجالدال

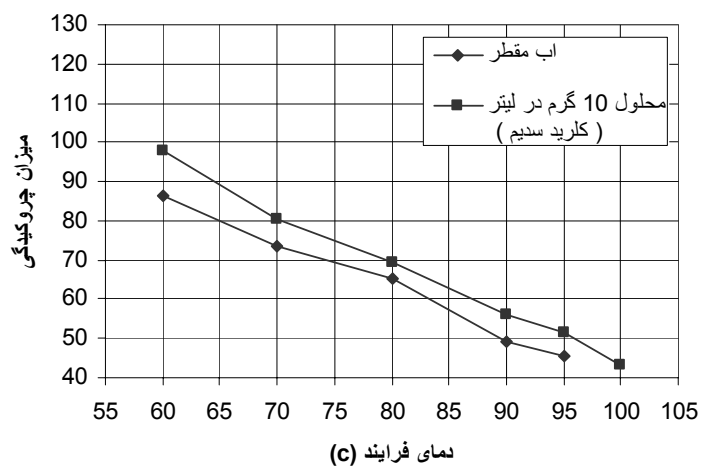
شرایط نمونه ها	قبل از فرآیند	بعد از فرآیند در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد در اب مقطر	بعد از فرآیند در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد و محلول (۱۰گرم در لیتر) نمک	نمونه که سه سال از زمان فرآیند آنها در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد و اب مقطر میگذرد
درصد محتوای پروتئین موجود در نمونه	19.35	19.34	19.32	19.33



شکل (۱): نمای سیستم استفاده شده برای تهیه تصاویر.  
 ۱-دانه عدس، ۲-لامپ اول، ۳-لامپ دوم، ۴-استرنومیکروسکوپ، ۵- دوربین دیجیتال.

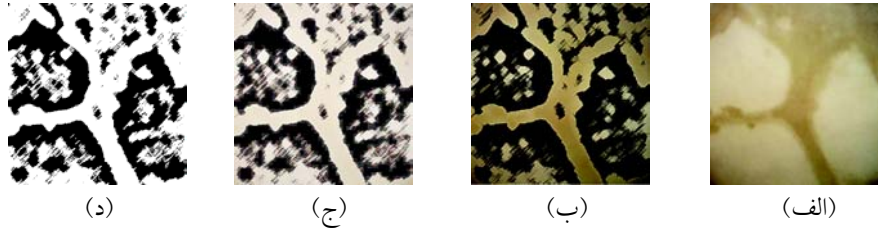


شکل (۲): نمودار رابطه بین زمان انجام فرایند، دمای فرایند و غلظت کلرید سدیم در محلول فرایند.

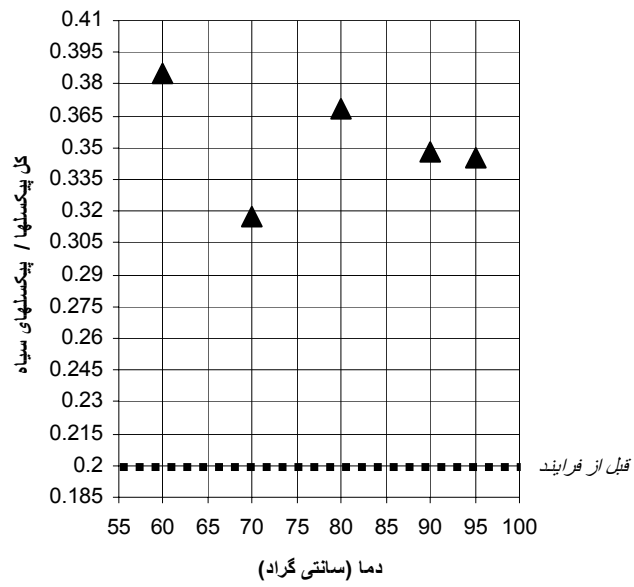


شکل (۳): رابطه بین دمای فرایند و میزان چروکیدگی در محصولات فرایند در حالات مختلف محلول فرایند.





شکل (۴): (الف) تصویر نمونه بعد از فرایند، (ب) و (ج) تصویر فیلتر شده، (ج) threshold تصویر فیلتر شده.



شکل (۸): رابطه بین نحوه توزیع پیکسلهای تصویر (توزیع پیگمانهای رنگی) با دمای فرایند برای اب مقطر.

1. Anonymous, 2000. statistical handbook, ed. Winnipeg. Canada: Council Grains.
2. Hosseini, M., 1994. Food legumes in iran. NASER.
3. Sinha, R.N. and F.L. Watters, 1985. insect peste of flour mills, grain elevators, and feed mills and their control. Agriculture Canada. Ottawa: Research Branch. 290.
4. Sinha, R.N., 1973. interrelations of physical, chemical, and biological variables in the deterioration of stored. R.N.: grains.
5. Howe, R.W., 1965. A Summary of estimates of optimal and minima conditions for population increase of some stored products insect.
6. Eckles, C.H., B.W. Combs, and H. Macy, 2002. Milk and Milk products: McGraw-Hill.
7. Fellows, P., 2000. Food processing technology ,principles and practice, ed. limited. Cambridge England: Woodhead.
8. Jayas, D.S. and N.D.G. White, *Storage and drying of grain* in *Department of Biosystems Engineering*. 2003, University of Monitaba: Canada.
9. Pabis, S., D.S. Jayas, and S. Cenkowski, 1998. grain drying: theory and practice. New york: John Wiley. 303.
10. Jayas, D.S., N.D.G. White, and W.E. Muir, 1995. Stored grain ecosystems. New york: Marcel Dekker. 757.
11. Tipples, K.H., 1995. Quality and nutritional changes in stored grain. New York: Marcel Dekker. 325-351.
12. Chen, J., T. Moschakis, and P. nelson, 2004. Application of surface friction Measurements for surface characterization of heat-set whey protein gels. *Journal of Texture studies*. p. 493-510: 35.
13. Russ, J.C., 2004. Image analysis of food microstructure.
14. Abdullah, M.Z., et al., 2004. The applications of computer vision system and tomographic radar imaging for assessing physical properties of food. *Journal of Food Engineering*. p. 125-135: 61(1).
15. Du, C.J. and D.W. Sun, 2004. Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. *Trends in Food Science and Technology*. p. 230-249: 15(5).
16. Du, C.J. and D.W. Sun, 2006. Learning techniques used in computer vision for food quality evaluation: a review. *Journal of Food Engineering*. p. 39-55: 27(1).
17. Qiao, J., et al., 2004. Mobile fruit grading robot (part 1)-Development of a robotic system for grading sweet peppers. *Journal of JSAM*. p. 113-122: 66(2).
18. Qiao, J., et al., 2005. Mapping yield and quality using the mobile fruit grading robot. *Biosystems Engineering*. p. 135-142: 90(2).
19. Qiao, J., et al., 2006. Predicting mechanical properties of fried chicken nuggets using image processing and neural network techniques. Elsevier, *Journal of Food Engineering*.
20. Flook, A.G., 1982. Fourier analysis of particle shape. *Particle size analysis*, ed. N.G.S.-. Wood and T. Allan: Wiley Heyden. 255-262.
21. Hawkins, A.E., 1993. The shape of powder-particle outlines. Research Studies Press Ltd. England: Taunton.