

تولید لوبیای قرمز پیش‌پز و خشک شده به منظور کاهش زمان پخت آن

مهسا مجذوبی^{۱*}، مریم علیپور^۲ و عسگر فرحناکی^۱

تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۱

^۱ دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

^۲ دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

*مسئول مکاتبه: E-mail: majzoobi@shirazu.ac.ir

چکیده

در این تحقیق شرایط بهینه تولید لوبیا قرمز پیش‌پز و خشک شده که دارای زمان فرایند کوتاهتر نسبت به لوبیا قرمز معمولی می‌باشد مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور لوبیا قرمز در دماهای مختلف (۲۵، ۴۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد) در آب خیسانده شد و سپس در دمای ۹۳ درجه سانتی‌گراد در آب تا رسیدن به بافت نسبتاً نرم پیش‌پز گردید. بعد از آن به کمک هوای داغ در دماهای مختلف (۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد) خشک شد. نتایج نشان داد که با افزایش دمای خیساندن، سرعت جذب آب، زمان لازم برای خشک شدن و پخت کامل آن افزایش یافت. با افزایش دمای خشک‌کن ضایعات تولید افزایش و زمان خشک شدن کاهش یافت. نمونه‌های پیش‌پز شده و خشک شده دارای رنگ روشن‌تری نسبت به لوبیای معمولی بودند. از مزایای نمونه تولیدی عدم نیاز به، خیساندن و داشتن زمان پختی حدود ۵۰٪ کمتر از زمان پخت لوبیای معمولی بود. با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق پیشنهاد می‌شود برای تولید لوبیای پیش‌پز از آب ۵۰ درجه سانتی‌گراد برای خیساندن و هوای ۴۰ درجه سانتی‌گراد برای خشک کردن استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: لوبیا قرمز، لوبیا پیش‌پز شده و خشک شده، خیساندن، زمان پخت

Production of pre-cooked and dried red kidney bean in order to reduce its cooking time

M Majzoobi^{1*}, M Alipour² and A Farahnaky¹

Revised: September 19, 2011

Accepted: January 21, 2012

¹Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Shiraz, Shiraz, Iran

²MSc Graduated, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Shiraz, Shiraz, Iran

*Corresponding author: E-mail: majzoobi@shirazu.ac.ir

Abstract

In this study, the optimum condition for producing pre-cooked and dried red kidney bean with shorter cooking time than the ordinary red kidney bean was determined. Therefore, red kidney bean was soaked in water at different temperatures (25, 40 and 60 °C) and then was pre-cooked at 93 °C until it became soft. Then it was dried using hot air at different temperatures (50, 60 and 70 °C). The results showed that with increasing the soaking temperature, the speed of water absorption, the time required for drying and cooking time of the beans increased. The pre-cooked and dried samples had lighter color than the ordinary beans. No need for soaking and almost 50% shorter cooking time than the ordinary beans were the advantages of this product. Based on the results of this study to produce pre-cooked red kidney bean, using 50 °C water for soaking and 40 °C air for drying are suggested.

Keywords: Cooking time, Pre-cooked and dried bean, Red kidney bean, Soaking

مقدمه

لوبیا قرمز از نظر ویتامین‌های گروه ب و مواد معدنی خصوصاً کلسیم (۱۰۰ میلی گرم در هر ۱۰۰ گرم لوبیای قرمز) و سلنیوم (به عنوان آنتی‌اکسیدان) غنی می‌باشد. در لوبیا مقدار املاح، کلسترول و اسیدهای چرب اشباع در حد کم تا متوسط و از نظر مقدار اسیدهای چرب غیراشباع مانند لینولئیک اسید در حد بالا قرار دارد. این دانه‌ها منابع مناسبی از فیبرهای محلول و نامحلول می‌باشند که ثابت شده است این ترکیبات موجب کاهش بیماری‌های قابی و سرطان روده بزرگ می‌شوند (زیاور و همکاران ۲۰۰۱؛ کوستا و همکاران ۲۰۰۶). لوبیا قرمز حاوی سدیم کم و پتاسیم زیاد است که می‌تواند برای افراد مبتلا به فشار خون مفید باشد (تاراتهاپان ۱۹۹۶). با این وجود برخی ترکیبات غیرقابل هضم،

لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris*) از جمله دانه‌هایی است که به طور کامل و بیش از سایر انواع لوبیا در دنیا مصرف می‌شود (کارپنتر ۱۹۸۱). استان‌های آذربایجان، مرکزی، لرستان، زنجان و فارس مهمترین مناطقی هستند که در آنها این محصول هر سال در سطحی گسترده کشت می‌شود. لوبیا قرمز یکی از مواد غذایی نسبتاً ارزان قیمت و فراوان است که دارای حدود ۲۲ درصد پروتئین، ۶۲ درصد مواد نشاسته‌ای، ۲ درصد چربی است و یکی از مقوی‌ترین حبوبات به شمار می‌رود. خصوصاً از این نظر که منبع ارزان قیمتی از پروتئین می‌باشد در رژیم غذایی کشورهای در حال توسعه دارای اهمیت بسیاری است (فریدمان ۱۹۹۶).

زمان و انرژی لازم برای پخت محصول گردید. پس از آن نمونه‌ها خشک گردید و توسط پرتو گاما اشعه‌دهی شد که این امر باعث کاهش ۵۰٪ زمان پخت لوبیا شد. ابوقنم و مک کنا در سال ۱۹۹۸ سینتیک جذب آب لوبیا قرمز را در حین خیساندن در دماهای ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۶۰ درجه سانتی گراد مورد بررسی قرار دادند و یک ارتباط لگاریتمی بین سفتی بافت و جذب آب لوبیا در دماهای مذکور بدست آمد. نگی و همکاران در سال ۲۰۰۱ از ترکیبی از هوای داغ و مایکروویو برای کاهش زمان پخت نخود استفاده کردند و شرایط بهینه برای دستیابی به مناسبترین محصول را توان ۲۱۰ وات و دمای خشک کن ۱۶۰ درجه سانتی گراد گزارش نمودند. تاثیر زمان خیساندن بر مدت پخت و خواص تغذیه‌ای لوبیا سفید توسط الماکی و همکاران در سال ۲۰۰۷ بررسی شد. نتایج نشان داد که خیساندن به مدت ۳ روز در کاهش زمان پخت و بهبود خواص تغذیه‌ای تاثیر بسزایی دارد. این تحقیق با هدف تعیین شرایط بهینه از نظر زمان و دما در مراحل مختلف تولید شامل خیساندن، پیش پز کردن و خشک کردن لوبیا به منظور دستیابی به لوبیای قرمز خشک با زمان پخت کوتاه انجام گردید.

مواد و روش‌ها

لوبیای قرمز مورد استفاده لوبیای قرمز دانه‌ریز تجاری با رقم قالب ناز بود که به دلیل دارا بودن بافت مناسب در طی مراحل تولید انتخاب شد و از بازار عمده فروشان شیراز تهیه شد.

خیساندن

لوبیا پس از بوجاری با دست و جدا نمودن اجزاء خارجی در سه دمای ۲۵، ۴۰ و ۶۰ درجه سانتی گراد در آب آشامیدنی به مدت ۸/۵ ساعت خیسانده شد. از زمان شروع خیساندن در طی زمان‌های معین (شکل ۱) عمل توزین نمونه‌ها انجام شد و نمودارهای جذب آب

الیگوساکاریدهای رافینوز، استاچیوز^۱ و ورباسکوز^۲ در لوبیا قرمز باعث بروز نفخ شکم می‌شود و هضم کامل پروتئین‌های آن را با مشکل روبرو می‌سازد (بارادپاما و سیمارد ۱۹۹۴). گذشته از عوامل مذکور دیرپز بودن بسیاری از انواع لوبیا قرمز باعث محدود شدن مصرف آن شده است. این مشکل علاوه بر مصرف کنندگان خانگی، برای تولید کنندگان لوبیا قرمز کنسروی نیز وجود دارد. دیرپز بودن این لوبیا باعث افزایش زمان پخت (تا حدود ۲ ساعت) و مصرف انرژی بیشتر در حین پخت آن می‌گردد. علاوه بر رقم و شرایط محیطی رشد گیاه لوبیا، شرایط نامطلوب انبارداری (استفاده از دما و رطوبت بالا) هم باعث دیرپز شدن لوبیا می‌گردد. به منظور کاهش زمان پخت معمولاً لوبیا را به مدت ۸-۱۲ ساعت در آب و در دمای محیط می‌خیسانند که این مرحله نیز بر زمان فرایند محصول می‌افزاید (ریز-موریتو و همکاران ۱۹۹۳). لذا یافتن راهکاری به منظور کاهش زمان پخت لوبیا از اهمیت خاصی برخوردار است. به این منظور تولید لوبیای پیش پز شده و لوبیای با پخت سریع معرفی شده‌اند. به عنوان مثال راکلند و همکاران (۱۹۷۹) لوبیا را به مدت ۱۰٪ زمان پخت آن در آب خیساندند و پس از خشک کردن آن، محصول بدون نیاز به خیساندن، تنها در مدت ۴۵ دقیقه پخته شد و محصول بدست آمده از لحاظ بافت و خصوصیات حسی مطلوب ارزیابی شد. لیبر و همکاران (۱۹۸۰) سه نوع واریته لوبیا را در آب حاوی ۲/۵٪ نمک، ۱/۵٪ بی کربنات سدیم، ۱٪ تری پلی فسفات خیساندند و این کار باعث کاهش ۸۰-۸۵٪ زمان پخت محصول گردید. در تحقیق دیگری که توسط سیلوا و همکاران (۱۹۸۱) انجام شد تاثیر خیساندن دانه لوبیا را در آب مقطر و آب معمولی بر سفتی بافت و زمان پخت مطالعه شد و نتایج نشان داد که استفاده از آب نمک به طور معنی‌داری باعث کاهش

1. Starchyose
2. Verbaose

وزن کل لوبیای پخته شده) = (% بازده مرحله پخت
 ۱۰۰ × وزن کل لوبیای پخته شده / (وزن لوبیای لهیده -

بررسی رنگ

رنگ لوبیایها در مراحل مختلف شامل پس از خیساندن، خشک کردن و پخت کامل باتعیین فاکتورهای رنگ - سنجی شامل روشنایی (L)، سبزی-قرمزی (a) و زردی-آبی (b) نمونه‌ها با استفاده از روش رنگ سنجی دیجیتال طبق روش افشاری-جویباری و فرحناکی (۲۰۱۱) مشخص گردید. در این روش از دوربین دیجیتال (Fuji film, A202) ۲ مگاپیکسل و برنامه فتوشاپ ۸ CS ME استفاده شد. نمونه‌ها به منظور عکس برداری، در داخل یک جعبه به ابعاد ۵۰×۵۰×۵۰ با زمینه‌ای به رنگ سفید قرار گرفتند. جهت نور پردازی فضا از لامپ فلورسنت استفاده گردید. زاویه بین عدسی دوربین و محور منبع نوری ۴۵ درجه بود تا نور منعکس شده به دوربین از منبع نوری نبوده و از نمونه‌ها باشد. همچنین فاصله نمونه‌ها از دوربین ۳۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. پس از عکس برداری توسط دوربین دیجیتال، عکس‌ها توسط نرم افزار فتوشاپ مورد بررسی قرار گرفت و از مرکز هر نمونه یک مساحت ثابت انتخاب گردید و پارامترهای L، a و b اندازه گیری شدند.

آنالیز آماری

به منظور آنالیز آماری داده‌ها و بررسی اطلاعات به دست آمده از آزمون‌های مختلف از طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید. آزمون‌ها حداقل در سه تکرار انجام شده و سپس میانگین و انحراف معیار بدست آمد. به منظور تعیین اختلاف بین میانگین اعداد (سه تکرار هر آزمایش)، پس از آنالیز واریانس از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰۵ استفاده شد. در تمام مراحل، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 16 صورت پذیرفت.

(تغییرات وزن- زمان) برای آنها رسم شد. زمان مناسب برای خیساندن هر نمونه برابر با زمان لازم برای ثابت شدن تغییرات وزن لوبیایها در حین خیساندن آنها در نظر گرفته شد.

پیش‌پز کردن

لوبیایها بعد از مرحله خیساندن، در آب در حال جوش با دمای ۹۳ درجه سانتی گراد پیش‌پز شدند و طبق زمان‌بندی مشخص، وزن و نمودارهای جذب آب (تغییرات وزن-زمان) برای آنها رسم شد. زمان لازم برای پیش‌پز شدن هر نمونه بر اساس ثابت شدن تغییرات وزن دانه‌ها در حین پیش‌پز شدن تعیین شد.

خشک کردن

بعد از مرحله پیش‌پز کردن، نمونه‌ها در سه دمای ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی گراد بوسیله هوای گرم در آون آزمایشگاهی (Isuzu Seisakusho Ltd, KM23S, Japan)، تا رسیدن به رطوبت $1/0 \pm 4/5$ / خشک شدند. در طی مرحله خشک کردن ممکن است تعدادی از لوبیایها دچار شکستگی و پروانه‌ای شدن (باز شدن دو لپه لوبیا از یکدیگر) گردند. لذا بازده تولید بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

(وزن لوبیای آسیب دیده - وزن کل لوبیای خشک شده) = (% بازده مرحله خشک کردن
 ۱۰۰ × وزن کل لوبیای خشک شده /

پخت کامل

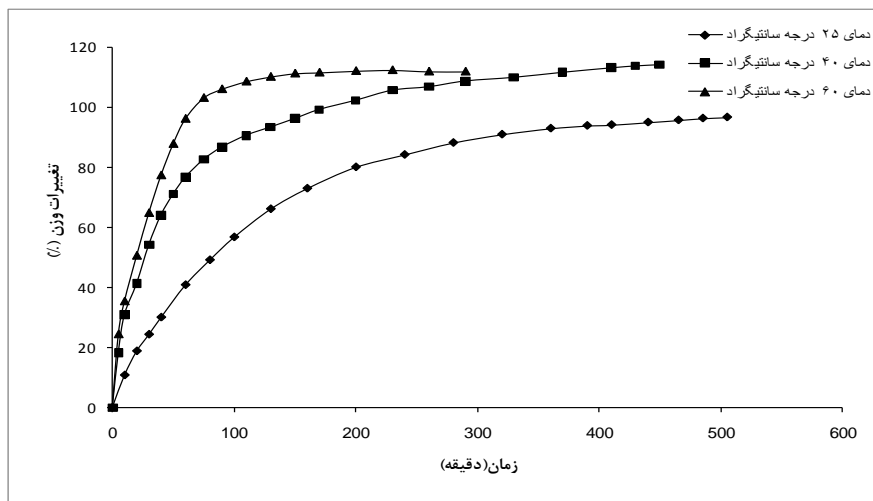
پیش از پخت کامل ابتدا لوبیایهای شکسته و پروانه‌ای شده ناشی از مرحله خشک کردن از لوبیایهای سالم جدا شدند. سپس برای بدست آوردن زمان مناسب برای پخت کامل لوبیا، بعد از مرحله خشک کردن، لوبیایها در آب در حال جوش (۹۳ درجه سانتی گراد) پخته شدند تا تغییرات وزن آنها در حین پخت ثابت گردد. زمان پخت بهینه زمان لازم برای رسیدن به وزن ثابت لوبیا در نظر گرفته شد.

در طی فرایند پخت تعدادی از دانه‌ها دچار لهیدگی می-شوند. به منظور تعیین بازده مرحله پخت از فرمول زیر استفاده شد:

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که با افزایش دمای آب لازم برای خیساندن، به علت افزایش تحرک مولکولی سرعت جذب آب نیز افزایش یافت و در نتیجه تغییرات وزن با سرعت بیشتری افزایش یافته و به مرحله ثابت رسید (شکل ۱) که نشان دهنده نفوذ بیشتر آب به درون دانه‌ها است. به عبارت دیگر زمان لازم برای نرم شدن بافت برای دانه‌هایی که در دمای بالاتر خیسانده شدند کوتاه‌تر بود. با توجه به شکل ۱، زمان مناسب برای خیساندن نمونه‌ای که در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد خیسانده شده بود برابر با ۳۲۰ دقیقه، برای نمونه خیسانده شده در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد برابر ۲۱۰ دقیقه و برای نمونه

خیسانده شده در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد برابر با ۱۰۰ دقیقه بود. تحقیقات نشان داده‌اند که عملیات خیساندن باعث کاهش مقدار اسید فیتیک و الیگوساکاریدهای رافینوزی به عنوان عوامل نفخ‌زا دانه لوبیا نیز می‌گردد و از این رو نیز حائز اهمیت می‌باشد (جانگچود و بوناگ ۲۰۰۱؛ ونگ و همکاران ۲۰۱۰؛ الماکی و همکاران ۲۰۰۷). از طرفی مقداری از املاح مانند سدیم، کلسیم، منیزیم و فسفر نیز در حین خیساندن از دانه خارج می‌شوند (آلونسو و همکاران ۲۰۰۱). با این وجود به دلیل کاهش فیتیک اسید در اثر خیساندن باقی مانده املاح موجود در دانه دارای قابلیت جذب بیشتری در بدن هستند (الماکی و همکاران ۲۰۰۷).



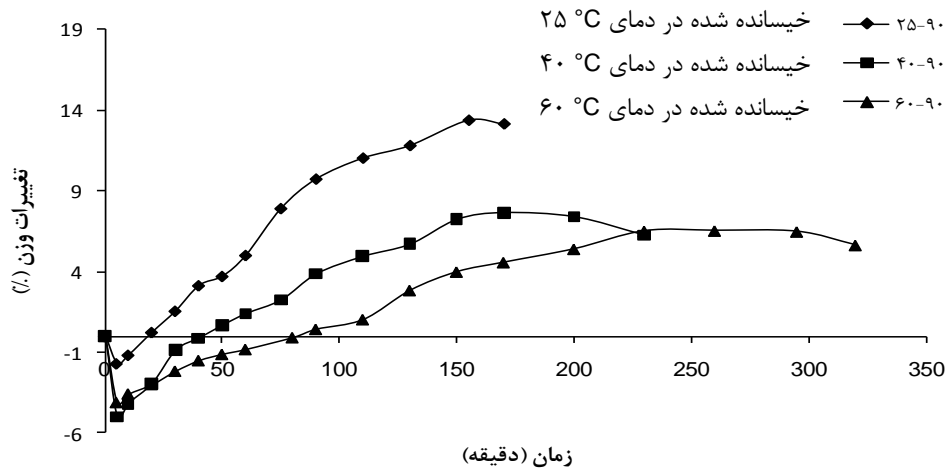
شکل ۱- نمودار تغییرات وزن لوبیا در مرحله خیساندن در سه دمای ۲۵، ۴۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد

نتایج بدست آمده از مرحله پیش‌پز کردن (شکل ۲) نشان داد که در ابتدای این مرحله تا حدودی افت وزن اتفاق افتاد که مربوط به خروج مواد محلول مانند املاح، ترکیبات قندی و پروتئینی از دانه‌ها می‌باشد. سپس دانه‌ها شروع به جذب آب نمودند و وزن افزایش پیدا کرد. نمونه‌هایی که دمای خیساندن آنها بیشتر بود، دارای سرعت جذب آب کمتری بودند و در نتیجه تغییرات وزن

آنها کمتر بود که می‌تواند به دلیل جذب آب بیشتر آنها در مرحله خیساندن باشد. به عبارتی این دانه‌ها نرم‌تر از سایرین بودند. بر اساس شکل ۲ زمان لازم برای پیش‌پز شدن نمونه‌ها (زمانی که تغییرات وزن ثابت می‌شود) برای نمونه‌های خیسانده شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برابر با $150 \pm 3/5$ دقیقه، برای نمونه‌های خیسانده شده در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد برابر با

باشند بیشترین مقدار آب را در مرحله خیساندن جذب نموده‌اند و لذا در مراحل پیش‌پز شدن قادر به جذب آب کمتر و در مدت زمان طولانی‌تری نسبت به نمونه‌هایی هستند که در دمای پائینتر خیسانده شده بودند.

162 ± 5 دقیقه و برای نمونه‌های خیسانده شده در دمای 60°C درجه سانتی‌گراد برابر با 225 ± 5 دقیقه بود. بنابراین با افزایش دمای خیساندن زمان بیشتری برای ثابت شدن تغییرات وزن در مرحله پیش‌پز کردن لازم بود. به نظر می‌رسد نمونه‌هایی که در دمای بالاتر خیسانده شده



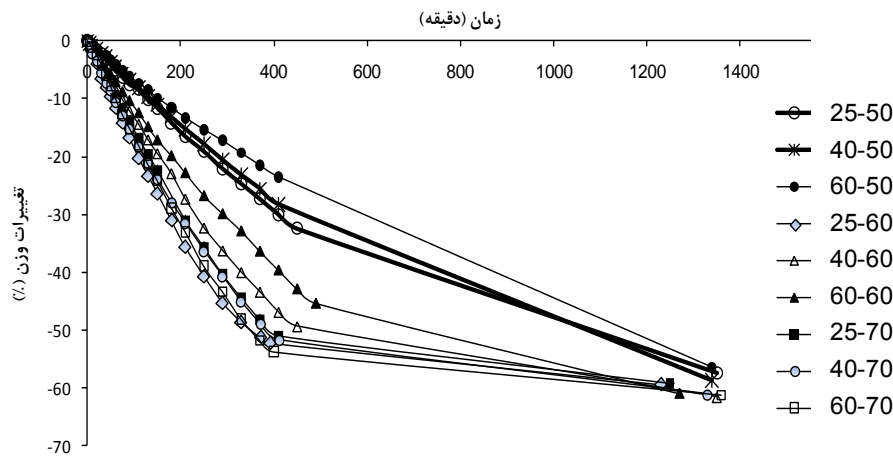
شکل ۲- نمودار تغییرات وزن لوبیاهای خیسانده شده در دماهای مختلف (۲۵، ۴۰ و ۶۵ درجه سانتی‌گراد) در طی مرحله پیش‌پز کردن در دمای ۹۳ درجه سانتی‌گراد.

می‌تواند به دلیل جذب آب بیشتر نمونه‌ها در مرحله خیساندن با دمای بالاتر باشد (شکل ۳). نتایج بدست آمده از مرحله پخت کامل (شکل ۴) نشان داد که در صورت ثابت بودن دمای مرحله خیساندن، با افزایش دمای مرحله خشک کردن، زمان لازم برای ثابت شدن تغییرات وزن در حین پخت کامل دانه‌های پیش‌پز شده افزایش یافت. همچنین در صورت ثابت بودن دمای مرحله خشک کردن، با افزایش دمای مرحله خیساندن زمان لازم برای ثابت شدن تغییرات وزن در مرحله پخت نهایی افزایش یافت. چنانکه ذکر شد نمونه‌های خیسانده شده در دمای بالاتر، آب بیشتری در این مرحله جذب نمودند و زمان طولانی‌تری برای خشک شدن آنها لازم بود. بنابراین احتمال دارد که در طی زمان طولانی‌تر خشک شدن، لایه سختی در سطح آنها پدید آید که از نفوذ آسان آب به داخل نمونه‌ها جلوگیری

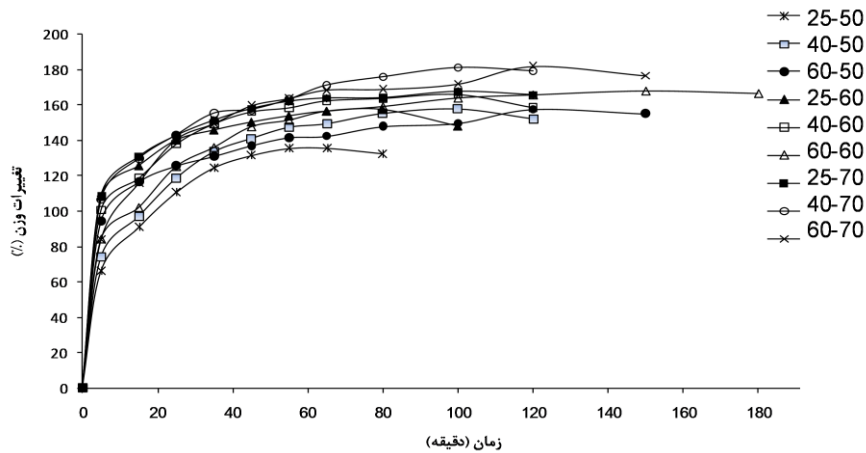
چنانکه نتایج (شکل ۳) نشان می‌دهد به دلیل خروج آب از نمونه‌ها در حین خشک شدن وزن دانه‌ها طی دو مرحله کاهش یافت که در مرحله اول کاهش وزن سریع‌تر بود. کاهش سریع وزن در مرحله اول مربوط به خروج سریع آب‌های آزاد و سطحی در اثر خشک کردن بود، در حالی که در مرحله بعد آب‌هایی که اتصالات بیشتری با ترکیبات تشکیل دهنده دانه لوبیا داشتند از آن خارج شدند. رطوبت دانه‌های لوبیا پس از اتمام مرحله خشک کردن در محدوده $1/5 \pm 0/5\%$ بود.

در صورت ثابت بودن دمای مرحله خیساندن، با افزایش دمای خشک کن، سرعت کاهش وزن دانه‌ها افزایش یافت و در صورت ثابت بودن دمای مرحله خشک کردن، با افزایش دمای مرحله خیساندن سرعت کاهش وزن در طی خشک کردن کاهش یافت که این امر

کند و لذا زمان طولانی‌تری برای ثابت شدن وزن آنها لازم شود.



شکل ۳- نمودار دفع آب لوبیای پیش‌پز شده در مرحله خشک کردن. اعداد روی شکل از چپ به راست به ترتیب نشان دهنده دمای خیساندن و دمای خشک کردن نمونه‌ها بر حسب درجه سانتی‌گراد است.



شکل ۴- نمودار تغییرات وزن لوبیا در مرحله پخت کامل. اعداد روی شکل از چپ به راست به ترتیب نشان دهنده دمای خیساندن و خشک کردن نمونه‌ها بر حسب درجه سانتی‌گراد است.

نظر گرفتن دمای خشک کردن، بازده تولید در مرحله خشک کردن افزایش یافت. افزایش دمای خشک کردن تاثیر مشخصی بر بازده مرحله پخت کامل نداشت. به علاوه بازده مرحله پخت کامل همه نمونه‌ها از ۹۱٪ بیشتر و از نمونه کنترل به طور معنی‌داری بیشتر بود.

جدول ۱ بازده تولید در مرحله خشک کردن و پخت کامل و نیز زمان لازم برای پخت کامل نمونه‌ها را نشان می‌دهند. با توجه به نتایج مشخص گردید افزایش دمای خشک کن باعث کاهش بازده تولید در این مرحله و به عبارتی افزایش شکستگی و پروانه‌ای شدن نمونه‌ها می‌گردد. در حالی که با افزایش دمای خیساندن و ثابت در

زمان لازم برای پخت کلیه نمونه‌های پیش‌پز شده کوتاه-تر از نمونه کنترل (۹۰ دقیقه) بود. در بین نمونه‌های پیش‌پز و خشک شده، لوبیاهای خیس‌انده شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و خشک شده در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد کمترین زمان برای پخت کامل (۴۵ دقیقه) و نمونه خیس‌انده شده در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و خشک شده در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین زمان پخت کامل (۷۰ دقیقه) را داشت.

جدول ۱- بازده تولید در مرحله خشک کردن و پخت کامل و زمان لازم برای پخت کامل لوبیا*

زمان لازم برای پخت کامل (دقیقه)	بازده مرحله پخت کامل (%)	بازده مرحله خشک کردن (%)	دمای خشک کردن (درجه سانتی‌گراد)	پیش‌پز کردن در دمای ۹۳ درجه سانتی‌گراد	دمای خیس‌اندن (درجه سانتی‌گراد)
۹۰/۰±۲/۵ ^a	۹۱/۸۱±۰/۱۰ ^g	-	-	-	-**
۵۰/۱±۲/۵ ^f	۹۲/۶۷±۰/۲۰ ^f	۹۸/۱۹±۰/۰۲ ^c	۵۰	+	۲۵
۶۲/۰±۱/۵ ^{cd}	۹۸/۰۹±۰/۶۰ ^a	۹۹/۳۴±۰/۰۲ ^a	۵۰	+	۴۰
۷۰/۰±۲/۵ ^b	۹۶/۷۲±۰/۴۰ ^b	۹۹/۶۹±۰/۴۰ ^a	۵۰	+	۶۰
۴۵/۰±۱/۵ ^g	۹۳/۰۵±۰/۳۰ ^e	۹۵/۴۰±۰/۱۰ ^f	۶۰	+	۲۵
۵۶/۰±۳/۵ ^e	۹۴/۹۵±۰/۲۰ ^d	۹۶/۳۵±۰/۵۰ ^e	۶۰	+	۴۰
۶۵/۰±۲/۵ ^c	۹۲/۱۳±۰/۳۰ ^a	۹۸/۵۱±۰/۲۰ ^b	۶۰	+	۶۰
۵۵/۰±۱/۲ ^e	۹۶/۴۹±۰/۳۰ ^b	۹۶/۶۰±۰/۲۰ ^e	۷۰	+	۲۵
۵۰/۰±۲/۰ ^a	۹۵/۲۶±۰/۳۰ ^c	۹۶/۲۶±۰/۲۰ ^e	۷۰	+	۴۰
۶۰/۰±۲/۰ ^d	۹۳/۱۲±۰/۲۰ ^e	۹۷/۰۶±۰/۱۰ ^d	۷۰	+	۶۰

* اعداد موجود در جدول میانگین سه تکرار ± انحراف معیار است. حروف نامشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است.

خشک کردن تاثیر معنی‌داری بر مقدار a نداشت. به عبارت دیگر قرمزی نمونه‌ها تحت تاثیر فرایندهای اعمال شده قرار نگرفته بود. تعیین مقدار b نشان داد که کلیه نمونه‌ها بعد از خیس‌اندن و خشک کردن دارای مقدار بیشتر b نسبت به نمونه کنترل بودند. تغییرات دمای خیس‌اندن و خشک کردن تاثیر معنی‌داری بر مقدار b نداشت. نکته قابل توجه این است که پس از پخت مقدار a و b نمونه کنترل افزایش یافت و از نظر مقدار با سایر نمونه‌ها یکسان شد و هیچ تفاوت آماری معنی‌داری از

بررسی تغییرات رنگ نمونه‌ها پیش از پخت نشان داد که روشنایی تمام نمونه‌ها پس از خیس‌اندن و خشک کردن از نمونه کنترل بیشتر بود. افزایش دمای خیس‌اندن تاثیر معنی‌داری بر روشنایی نمونه‌ها نداشت، درحالی که با افزایش دمای خشک‌کن، روشنایی نمونه‌ها به طور معنی‌داری بیشتر گردید. ممکن است ترکیبات رنگی موجود در لوبیا در اثر خیس‌اندن از نمونه خارج شده باشد و یا در حین خشک کردن تخریب شود که منجر به روشن‌تر شدن رنگ نمونه گردد. بعلاوه خیس‌اندن و

نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت که نمونه کنترل پس از پخت رنگ قرمزتری نسبت به سایر نمونه‌ها داشت. روشن‌تر شدن رنگ نمونه‌ها می‌تواند به دلیل تخریب رنگدانه‌های موجود در دانه‌ها در اثر حرارت خصوصا در اثر دمای خشک کن باشد.

این لحاظ مشاهده نشد. این در حالی است که مقدار a در نمونه کنترل بعد از پخت بیش از سایر نمونه‌ها بود. تغییرات دمای خیساندن و خشک کن به جز در مورد نمونه‌ای که در بالاترین دما خیسانده و سپس خشک شده بود تاثیری بر رنگ نمونه‌ها نداشت. با توجه به

جدول ۲- پارامترهای رنگ سنجی انواع لوبیاهای پیش‌پز شده و خشک شده و بعد از پخت کامل*

بعد از پخت کامل				لوبیای خشک پیش‌پز شده و خشک شده			
b	a	L	تیمارها	b	a	L	تیمارها
۲۴/۳±۲/۳ ^{ab}	۲۴/۷±۱/۵ ^a	۳۵/۳±۰/۶ ^b	کنترل	۱۳/۰±۱/۷ ^c	۱۶/۰±۲/۰ ^a	۲۷/۳±۰/۶ ^e	کنترل
۲۳/۷±۲/۹ ^{ab}	۱۹/۰±۲/۷ ^b	۳۶/۳±۰/۶ ^{ab}	۲۵-۵۰	۱۷/۰±۳/۶ ^{ab}	۱۷/۰±۲/۷ ^a	۳۵/۳±۰/۶ ^d	۲۵-۵۰
۲۴/۳±۱/۲ ^{ab}	۲۱/۳±۲/۳ ^b	۳۶/۷±۰/۶ ^{ab}	۲۵-۶۰	۱۶/۰±۲/۷ ^b	۱۶/۷±۰/۶ ^a	۳۶/۰±۱/۰ ^c	۲۵-۶۰
۲۵/۰±۳/۵ ^{ab}	۲۰/۷±۲/۱ ^b	۳۷/۷±۰/۶ ^a	۲۵-۷۰	۱۷/۳±۲/۳ ^{ab}	۱۵/۰±۱/۰ ^a	۳۹/۰±۲/۰ ^a	۲۵-۷۰
۲۵/۳±۲/۹ ^{ab}	۲۰/۰±۲/۰ ^b	۳۷/۳±۰/۶ ^a	۴۰-۵۰	۲۲/۰±۲/۰ ^a	۱۸/۷±۱/۲ ^a	۳۵/۳±۰/۶ ^d	۴۰-۵۰
۲۹/۷±۳/۱ ^a	۲۲/۳±۱/۲ ^b	۳۸/۷±۰/۶ ^a	۴۰-۶۰	۱۷/۰±۲/۷ ^{ab}	۱۶/۷±۱/۵ ^a	۳۵/۳±۱/۲ ^d	۴۰-۶۰
۲۳/۳±۲/۳ ^b	۲۰/۰±۱/۷ ^b	۳۸/۷±۱/۲ ^a	۴۰-۷۰	۱۷/۳±۲/۹ ^{ab}	۱۶/۳±۰/۶ ^a	۳۷/۳±۱/۵ ^b	۴۰-۷۰
۲۷/۰±۲/۰ ^a	۲۰/۰±۲/۰ ^b	۳۶/۳±۰/۶ ^{ab}	۶۰-۵۰	۲۰/۰±۱/۷ ^a	۱۷/۷±۱/۵ ^a	۳۴/۳±۰/۶ ^d	۶۰-۵۰
۲۴/۳±۳/۲ ^a	۱۸/۷±۱/۲ ^b	۳۷/۳±۰/۶ ^a	۶۰-۶۰	۲۱/۳±۱/۵ ^a	۱۶/۰±۱/۷ ^a	۳۴/۰±۱/۰ ^{cd}	۶۰-۶۰
۲۲/۰±۱/۰ ^b	۱۵/۰±۱/۰ ^c	۳۵/۳±۰/۶ ^b	۶۰-۷۰	۱۹/۳±۱/۵ ^a	۱۵/۰±۲/۰ ^a	۳۵/۰±۱/۰ ^d	۶۰-۷۰

* اعداد موجود در ستون تیمارها از چپ به راست مربوط به دمای خیساندن و دمای خشک کردن بر اساس درجه سانتی گراد می‌باشد. اعداد موجود در جدول میانگین سه تکرار ± انحراف معیار می‌باشد. حروف نامشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف آماری معنی دار در سطح ۰/۰۵ است.

است مقرون به صرفه نباشد. همچنین افزایش دمای خیساندن باعث افزایش زمان پیش‌پز شدن و پخت کامل شد. افزایش دمای خشک کن اگرچه باعث کاهش زمان خشک کردن می‌شود ولی باعث افزایش ضایعات لوبیا می‌گردد. تهیه لوبیا پیش‌پز و خشک شده تا حدودی باعث کم رنگ شدن و کاهش قرمزی رنگ محصول گردید. این محصول پس از تهیه نیازی به خیساندن پیش از پخت ندارد و زمان پخت آن به طور معنی‌داری کمتر از لوبیای معمولی است. از آنجا که این لوبیا زمان کافی برای خیساندن را طی می‌کند احتمال دارد از نظر تغذیه-ای و کاهش مواد نفخ‌زا مناسب‌تر از لوبیای معمولی

نتیجه‌گیری

فرایند پخت لوبیا قرمز در شرایط معمولی شامل تمیز کردن، خیساندن و در نهایتا پخت زمانی حدود ۸ تا ۱۰ ساعت به طول می‌انجامد. نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که با تنظیم دمای خیساندن و سپس خشک کردن لوبیا قرمز می‌توان زمان پخت آن را به طور معنی‌داری کاهش داد. افزایش دمای خیساندن از ۲۵ تا ۶۰ درجه سانتی گراد باعث افزایش سرعت نرم شدن دانه‌ها و جذب بیشتر آب آنها در این مرحله گردید و در نتیجه زمان خیساندن کاهش یافت. اما باید در نظر گرفت که استفاده از دمای بالاتر در مرحله خیساندن ممکن

باشد. به علاوه از نظر صرفه‌جویی در زمان پخت و کاهش انرژی مصرفی لازم برای پخت نسبت به لوبیا قرمز معمولی مطلوب‌تر می‌باشد. این مزایا می‌تواند کاربرد لوبیای قرمز پیش‌پز شده و خشک را در مصارف خانگی و تولید محصولات غذایی صنعتی افزایش دهد.

منابع مورد استفاده

- Abu-Ghannam N and McKenna B, 1997. Hydration kinetics of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food Science* 62: 520-523.
- Afshari-Jouybari H and Farahnaky A, 2011. Evaluation of photoshop software potential for food colorimetry. *Journal of Food Engineering* 106: 170-175.
- Alonso R, Rubio LA, Muzquiz M and Marzo F, 2001. The effect of extrusion cooking on mineral bioavailability in pea and kidney bean seed meals. *Animal Feed Science and Technology* 94: 1-13.
- Barapama Z and Simard RE, 1994. Oligosaccharide, antinutritional factors, and protein digestibility of dry beans as affected by processing. *Journal of Food Science* 59: 833-838.
- Carpenter KJ, 1981. The nutritional contribution of dry beans (*Phaseolus vulgaris*) in perspective. *Food Technology* 35: 77-80.
- Costa GE, Queiroz-Monici K, Reis S and Oliveira AC, 2006. Chemical composition, dietary fiber and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. *Food Chemistry* 94: 327-330.
- ElMaki HB, AbdelRahaman SM, Idris WH, Hassan AB, Babiker EE and El Tinay AH, 2007. Content of antinutritional factors and HCl-extractability of minerals from white bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars: Influence of soaking and/or cooking. *Food Chemistry* 100: 362-368.
- Friedman M, 1996. Nutritional value of protein from different food sources. A review. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 44: 6-29.
- Jangchud K and Bunnag N, 2001. Effect of soaking time and cooking time on qualities of red kidney bean flour. *The Kasetsart Journal Natural Sciences* 35: 409-415.
- Lyer V, Salunkhe DK, Sathé SK and Rockland LB, 1980. Quick cooking beans (*Phaseolus vulgaris* L.). I. Investigation on quality. *Plant Foods for Human Nutrition* 30: 27-43.
- Negi A, Boora P and Khetarpaul N, 2001. Effect of microwave cooking on the starch and protein digestibility of some released moth bean (*Phaseolus aconitifolius* Jacq.) cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis* 14: 541-546.
- Reyes-Moreno C, Paredes-Lopez O and Gonzalez E, 1993. Hard-to-cook phenomenon in common beans-A review. *Critical Review in Food Science and Nutrition* 33: 227-286.
- Rockland LB, Zaragosa EM and Oracca-Tetteh R, 1979. Quick-cooking winged beans (*Psophocarpus tetragonolobus*). *Journal of Food Science* 44: 1004-1007.
- Silva CAB, Bates RP and Deng JC, 1981. Influence of soaking and cooking upon the softening and eating quality of black beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Food Science* 46: 1716-1720.
- Tharatthapan C, 1996. Development of planting and red kidney bean production. Ph.D. Thesis. Department of Agriculture, Bangkok.
- Wang N, Hatcher DW, Tyler RT, Toews R and Gawalko EJ, 2010. Effect of cooking on the composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpeas (*Cicer arietinum* L.). *Food Research International* 43: 589-594.
- Ziaur R, Salariya, AM and Zafar SI, 2001. Effect of processing on available carbohydrate content and starch digestibility of kidney beans. *Food Chemistry* 73: 351-355.