نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۳، شماره ۲، خرداد-تیر ۱۳۹۶ ص.۳۳۲-۳۲۲

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 2, June. July. 2017, p. 322- 332

# استخراج و ویژگی‌های ژلاتین پای مرغ و کاربرد آن در ژله طالبی

عاطفه رضایی‌زاده[۱]- زینب رفتنی امیری[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۲۵

## چکیده

در صنایع غذایی از ژلاتین به‌عنوان جایگزین چربی، به‌منظور بهبود الاستیسیته و قوام، شفاف‌سازی آب‌میوه، در تهیه ژله، شکلات، فیلم‌های خوراکی و غیره استفاده می‌شود. در این پژوهش، ژلاتین از پای مرغ به روش اسیدی استخراج شد و آزمون‌های pH، پروتئین، خاکستر، رطوبت، چربی، ویسکوزیته، قدرت ژل، رنگ و رئولوژی انجام شد و تأثیر ژلاتین استخراج شده در غلظت‌های ۰ تا ۱/۵ درصد بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی ژله طالبی مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که متوسط عملکرد ژلاتین بر اساس وزن تر ۸۰/ ۴ درصد، pH قبل از خشک کردن ۳/۷، میزان پروتئین کل ۸۳/۹۵ درصد، خاکستر کل ۰/۸۹ درصد، رطوبت ۹/۶۶ درصد، چربی صفر درصد، ویسکوزیته ۲۱۶ سانتی‌پواز و قدرت ژل ۴۸۷ گرم بود. ژلاتین پای مرغ در طیف وسیعی از فرکانس مدول ذخیره بالاتر از مدول ویسکوز در آزمون نوسانی داشته که نشان‌دهنده ثبات بالای شبکه ژل تشکیل شده می‌باشد. با افزایش میزان ژلاتین به آب طالبی، شفافیت و سفتی بافت ژله طالبی افزایش یافت. در آنالیز حسی نمونه‌های ژله از نظر شدت شیرینی تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. از نظر پذیرش کلی بیشترین امتیاز را نمونه‌های حاوی ۱/۲۵ و ۱/۵ درصد ژلاتین کسب نمودند.

**واژه‌های کلیدی:** استخراج، پای مرغ، ژلاتین، ژله طالبی، رفتار رئولوژیکی

## مقدمه

ژلاتین، پروتئین فیبری است که توسط هیدرولیز حرارتی از کلاژن بدست می‌آید (Shayni *et al*., 2014) و پروتئین اصلی استخوان، غضروف و پوست می‌باشد. منبع، سن حیوان و نوع کلاژن ازجمله فاکتورهای مؤثر بر خواص ژلاتین هستند. تا به امروز بیش از ۲۷ نوع ژلاتین شناسایی‌شده است. مولکول‌های کلاژن از سه زنجیره آلفا تشکیل شده و در هلیکس سه‌گانه درهم تنیده شده‌اند. این ساختار خاص که عمدتاً توسط پیوند هیدروژنی درون و بین زنجیره‌ای تثبیت می‌شود حاصل تکرار پیوسته اسیدهای آمینه گلایسین، پرولین و هیدروکسی پرولین است. چهار تا هشت مولکول کلاژن به گونه ای ویژه کنار یکدیگر آرایش می‌یابند و یک ریزرشته را می‌سازند. تعداد زیادی از این ریزرشته ها به دور یکدیگر می‌پیچند و توسط پیوند کووالانسی تقویت می‌شوند تا واحد اساسی و پایه میو فیبریل‌های کلاژن تشکیل شود؛ بنابراین ماهیت قوی و محکم تاندون‌ها، استخوان و پوست ناشی از ساختار پایه و اساسی است که توسط این میو فیبریل‌های کلاژن تشکیل می‌شود. درجه تبدیل کلاژن به ژلاتین تابعی از pH، دما و زمان استخراج است. دو نوع ژلاتین را بسته به روش پیش‌تصفیه می‌توان به‌دست آورد که به لحاظ تجاری آن را تحت عنوان ژلاتین نوع A و ژلاتین نوع B می‌شناسند که به ترتیب تحت شرایط تیمار اسیدی و قلیایی به‌دست‌آمده‌اند (Gomez *et al*., 2011). کیفیت ژلاتین وکاربرد آن در صنعت عمدتا به خواص رئولوژیکی آن بستگی دارد. انواع ژلاتین، خواص گرمایی و رئولوژیکی مختلفی از قبیل دمای تبدیل به ژل، دمای ذوب و قدرت بلوم[3] دارند. این خواص تحت کنترل فاکتورهایی از قبیل طول زنجیره یا توزیع وزن مولکولی، ترکیب آمینواسید و غیر قطبی بودن اسیدهای آمینه قرار می‌گیرند (Shayni *et al*., 2014). ویژگی قابل‌توجه ژلاتین، حلالیت آن در آب و برگشت‌پذیری ژل در مقابل حرارت[4] است و معمولاً دمای ذوب آن از دمای بدن انسان کمتر است این ویژگی ذوب ژلاتین یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این پروتئین است که به‌طور گسترده در صنایع غذایی و دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Karim *et al*., 2009). در صنایع غذایی از ژلاتین برای بهبود الاستیسیته و قوام، پایدارکننده، جایگزین چربی، در تهیه شکلات، ژله،

۱و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ساری.
(* - نویسنده مسئول: Email: zramiri@gmail.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v1395i0.48995

3 Bloom
4 Thermally reversible

فیلم‌های خوراکی، شفاف سازی آب میوه، فراوری شیر، سوپ و غیره استفاده می‌شود (Shakila *et al*., 2012). تقاضای جهانی برای ژلاتین طی چند سال اخیر به دلیل هزینه پایین آن و قابلیت انحلال در محیط بیولوژیک افزایش یافته است. متداول‌ترین فرم ژلاتین مورد استفاده در صنعت مواد غذایی، از منابع گاوی و خوکی استخراج می‌شود؛ اما در چند سال گذشته موضوع جایگزین کردن این ژلاتین به دلیل گیاه‌خواری و توسعه بازارهای حلال و همین‌طور بروز بیماری جنون گاوی یا گاو اسفنجی[1] در راستای قرن بیستم مطرح شد. بنابراین ژلاتین ماهی و مرغ به عنوان جایگزین مناسب برای ژلاتین پستانداران شناخته شده است (Hanani *et al*., 2012).

Sarbon و همکاران (۲۰۱۳)، برای اولین‌بار به تهیه و تعیین ویژگی ژلاتین پوست مرغ به‌عنوان جایگزینی برای ژلاتین پستانداران پرداختند و دریافتند که ژلاتین استخراج شده پوست مرغ نسبت به ژلاتین گاو، دارای مقدار بلوم، نقطه ذوب و وزن مولکولی بالاتری است. نتایج بررسی آن‌ها نشان می‌دهد که ژلاتین پوست مرغ می‌تواند به‌عنوان جایگزینی برای ژلاتین‌های تجاری باشد (Sarbon *et al*., 2013).

Almeida و همکاران (۲۰۱۲)، ساختار کلاژن پای مرغ و ژلاتین تجاری گاو را با استفاده از روش طیف‌سنجی FTIR[2] مقایسه کردند و مشاهده کردند که طیف FTIR ژلاتین پای مرغ نسبت به ژلاتین تجاری گاو، میزان اسیدآمینه بیشتری دارد لذا، تولید ژل با استفاده از پای مرغ را به صنعت طیور پیشنهاد دادند و اعلام کردند قدرت ژلی و کیفیت تغذیه‌ای ژلاتین پای مرغ بیشتر از ژلاتین تجاری گاو است.

امروزه تقاضا برای محصولات غذایی کم‌کالری مبتنی بر میوه‌ها با تولید آسان و حفظ ویژگی‌های اولیه مانند مزه، بافت و طعم در رژیم غذایی رو به افزایش است. ژله یکی از محصولات کم کالری تولید شده از میوه‌ها و دیگر مواد است که استفاده از آن افزایش یافته و برای حفظ سلامت انسان بکار می‌رود (Gaspar *et al*., 1998). Trachootam و همکاران (۲۰۱۵)، به بررسی تاثیر خواص ژله بر روی بیماران مبتلا به سرطان که توسط لوله از راه بینی- معده تغذیه و پرتو درمانی می‌شوند، پرداختند. پرتو درمانی باعث موکوزیت دهانی، درد دهان، خشکی دهان، تشخیص ندادن عطر و طعم، مشکل در باز شدن دهان و فیبروز عضلات حلق می‌شود. علاوه بر این در طول درمان دندان‌های بیماران آسیب دیده و در جویدن و بلع مشکل ایجاد می‌شود. هم‌چنین استفاده از لوله باعث بیماری پنومونی آسپیراسیون[3] و مرگ و میر می‌شود. در سال‌های اخیر مکمل‌های غذایی تولید شده‌اند که بسیاری از این مشکلات را بهبود می‌بخشند. در نتیجه ژله به دلیل شباهتش به غذا (جامد مانند)، جویدن راحت، رطوبت بالا و بلع آسان در این موارد بکار می‌رود (Trachootam *et al*., 2015). ترکیبات شیمیایی و خواص طبیعی میوه‌ها باعث کاهش بیماری سرطان می‌شود. علاوه بر ارزش تغذیه‌ای و درمانی خواص رئولوژی و بافتی نیز بر کیفیت کلی ژله میوه تاثیرگذار است. ژل از سوسپانسیون مواد اولیه طبیعی بدون هیچ گونه مواد شیمیایی فراوری شده تهیه می‌شود (Lee *et al*., 2010). هدف از اجرای این پژوهش استخراج ژلاتین از پای مرغ، تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی و رئولوژی آن و در نهایت استفاده از آن در تهیه ژله طالبی می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

در این پژوهش پای مرغ جوان از کارخانه طیور در مازندران و میوه طالبی از میوه فروشی و شکر پردیس از سوپر مارکت خریداری شد. تمام مواد شیمیایی و حلال های مورد استفاده با درجه خلوص تجزیه‌ای بوده و از شرکت مرک آلمان خریداری شدند.

### تهیه ژلاتین از پای مرغ

بعد از توزین پای مرغ و جداسازی ناخن و پوست آن بدون حرارت دادن، با آب سرد شسته شد و با چاقو به قطعات ۴-۳ سانتی‌متر بریده شد و توسط خردکن آزمایشگاهی (مدل Germany- Bosch) به مدت ۴دقیقه به خوبی خرد شد. در مرحله بعد پای خرد شده با آب به نسبت ۱: ۱۱/۲ ( وزنی/ حجمی) شسته شد تا خون و دیگر باقی‌مانده-ها حذف شوند. به پای مرغ خرد شده، اسید هیدروکلریدریک ۰/۵ نرمال به نسبت ۱: ۳/۲۲ ( وزنی/ حجمی) اضافه شد و به مدت ۲ ساعت در این حالت با مگنت مکانیکی هم زده و pH آن به حدود ۱ رسید. بعد از این مدت اوسئین[4] (تفاله) جدا شده و با آب مقطر به نسبت ۱: ۱۶/۱۲ ( وزنی/ حجمی) در دو مرحله ۱۰ دقیقه‌ای شستشو داده شد تا از اسیدی بودن اوسئین کاسته شود و pH به حدود ۳ برسد. آب مقطر به نسبت ۱:۱ ( وزنی/ حجمی) را به دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد رسانده شد و اوسئین به آن اضافه شد و به مدت ۱ ساعت در همین دما با همزن مکانیکی هم زده شد. ژلاتین به‌دست آمده توسط پارچه فیلتر شد و pH آن با سود نرمال تا ۷ تنظیم شد. سپس مایع شفاف رویی ظرف جدا و در یخچال نگهداری و به مدت ۴ روز pH آن اندازه‌گیری شد سپس در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد ذوب شد و در آون با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۸ ساعت خشک شد (Poliana *et al*., 2012).

### تهیه ژله میوه طالبی

ابتدا میوه طالبی توسط آب شسته شد و بعد از جدا کردن کامل تخم و پوست آن، به اندازه‌های کوچک برش داده شد و آب طالبی

1 Bovine spongiform encephalopathy
2 Fourier Transform Infrared
3 Pneumonia aspiration
4 Osein

توسط آبمیوه‌گیر ( پارس‌خزر، مدل 700p) تهیه و تا هنگام تهیه ژله در دمای ۲- ۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. آب‌میوه در حمام آب-گرم قرار داده شد و به آن ۶ درصد شکر اضافه و همزده شد. وقتی آب میوه به دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد رسید ژلاتین با درصدهای مختلف (۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱، ۱/۲۵، ۱/۵) به آن اضافه شد و تا دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد پاستوریزه شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای محیط هم زده و بعد درون ظروف شیشه‌ای ریخته و در یخچال با دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. ۴۸ ساعت پس از تولید، نمونه‌ها از یخچال خارج شده و بعد از قرار گرفتن در دمای محیط به مدت ۲ ساعت، مورد آزمون قرار گرفتند.

## آزمایش‌های مربوط به ژلاتین

### آنالیز تقریبی ژلاتین

عملکرد ژلاتین، بر اساس وزن تر از طریق میزان ژلاتین خشک شده به وزن پای مرغ مورد استفاده در هر استخراج به‌دست‌آمد. رطوبت، خاکستر و چربی ژلاتین خشک شده با روش ( AOAC, 2006)، تعیین شد. میزان پروتئین خام با برآورد میزان نیتروژن کل ژلاتین به روش (AOAC, 2006)، تعیین و از فاکتور ۵/۴۶ برای تبدیل نیتروژن به پروتئین استفاده شد (Sarbon *et al*., 2013).

(۱) عملکرد = (وزن تر پاهای مرغ/ وزن خشک ژلاتین) ×۱۰۰

### pH

برای اندازه‌گیری pH ۱ گرم ژلاتین در ۹۹ میلی‌لیتر آب‌مقطر حل و به مدت ۵ دقیقه در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد و بعد از حل شدن و رسیدن دمای محلول به دمای اتاق، pH توسط دستگاه pH متر ( مدل Jenway, UK) اندازه‌گیری شد ( Shayni *et al*., 2014).

### قدرت ژل

۶/۶۷ گرم نمونه ژلاتین با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه مخلوط شد. این مخلوط در درجه حرارت اتاق به مدت ۳ ساعت به حال خود گذاشته شد تا ژلاتین به‌طور کامل متورم گردد. سپس در حمام آب ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه حرارت داده شد تا ژلاتین حل شود. پس از خنک شدن تا دمای اتاق به مدت ۱۶ تا ۱۸ ساعت در حمام آب سرد با دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. در نهایت قدرت ژل ژلاتین با دستگاه Txture Pro CT3 (بروکفیلد آمریکا)، پروب ۱۲/۷ میلی‌متر با طول ۳۵ میلی‌متر اندازه‌گیری شد ( Sarbon *et al*., 2013).

### ویسکوزیته

محلول ۶/۶۷ درصد ژلاتین در حمام آب ۴۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا کاملا حل گردد سپس این مخلوط در داخل ظرف مخصوص ویسکومتر که به حمام آب ۶۰ درجه سانتی‌گراد متصل است ریخته شد. ویسکوزیته توسط دستگاه ویسکومتر ( Myr, $V_2L$, Viscotech, Spam) با اسپیندل شماره ۱ بر حسب سانتی‌پواز خوانده شد (Shayni *et al*., 2014).

### رنگ‌سنجی

رنگ محلول ۶/۶۷ درصد ژلاتین و رنگ پودر ژلاتین با تصویر برداری در شرایط استاندارد در دستگاه IMG Pardazesh, Cam-system XI اندازه‌گیری شد و فاکتورهای L* ، a* و b* مورد ارزیابی قرار گرفتند. فاکتور L*، طیف سیاه تا سفید (۱۰۰- ۰)، فاکتور a*، طیف رنگی سبز تا قرمز (۱۲۰- تا ۱۲۰+) و فاکتور b*، طیف رنگی آبی تا زرد (۱۲۰- ۱۲۰+) را نشان می‌دهند ( Lassoued *et al*., 2014).

### خصوصیات رئولوژیکی

آزمون دینامیک نوسانی برای کنترل فرایند تشکیل ژل و خصوصیات ویسکوالاستیک ژل مورد استفاده قرار می‌گیرد. آزمایشات بر اساس روش نورزیا و همکاران (Norziah *et al*., 2009)، با رئومتر (مدل MCR- 301) شرکت آنتون پار اتریش مجهز به سیرکولاتور حرارتی برای کنترل دما و استفاده از پروب مخروط و صفحه ( Cone and plate) با قطر ۵۰ mm، Gap (۲۰۸ µm) و زاویه۲ درجه انجام گرفت. محلول ۶/۶۷ درصد نمونه ژلاتین بر روی صفحه رئومتر ریخته شد و برای جلوگیری از تبخیر سطحی، با یک لایه روغن معدنی پوشیده شد.

آزمون روبش فرکانس: در محدوده فرکانس ۰/۱ تا ۱۰۰ هرتز و کرنش ثابت ۱٪ در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد.

آزمون روبش دما: با روبش گرمایی ( دمای ۶۰- ۵ درجه سانتی-گراد)، روبش سرمایی ( از ۵- ۶۰ درجه سانتی‌گراد و فرکانس ثابت ۱ هرتز و کرنش ثابت ۴٪ انجام شد.

آزمون رفتار جریانی (ویسکوزیته): سرعت برشی ۰/۱ -۳۰۰ 1/s و دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد.

## آزمایش‌های مربوط به ژله طالبی

### بریکس

برای اندازه‌گیری بریکس ۲۰ گرم از نمونه ژله طالبی و ۲۰ گرم نمونه شاهد با ۸۰ گرم آب ۵۰ درجه‌سانتی‌گراد مخلوط و تا حل شدن کامل در آب هم زده شد، سپس محلول تا دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد سرد و توسط رفراکتومتر، مقدار بریکس محلول خوانده شد (استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۸۲).

### رطوبت

درصد رطوبت نمونه‌های ژله آب طالبی و نمونه شاهد مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۸۲ محاسبه گردید.

### اسیدیته

مقدار اسیدیته در صد گرم نمونه، بر حسب اسید سیتریک محاسبه شد (استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۸۲).

### رنگ

رنگ نمونه‌های ژله و شاهد توسط دستگاه IMG Pardazesh, Cam- system XI اندازه‌گیری شد (Benali *et al*., 2014).

### بافت

سفتی بافت نمونه‌های با قطر ۲۰/۴ میلی‌متر و ارتفاع ۴۲/۸۳ میلی‌متر توسط دستگاه آنالیز بافت (سنتام، ایران) با پروب استوانه ای ۲۲ میلی‌متر، عمق نفوذ ۴ میلی‌متر و سرعت ۲ میلی‌متر بر ثانیه اندازه‌گیری شد (Sousa *et al*., 1997).

### ارزیابی حسی

ارزیابی ویژگی‌های حسی با استفاده از فرم‌های ارزیابی حسی و توسط ۱۰ نفر ارزیاب آموزش دیده انجام شد. ویژگی‌های مورد آزمون شامل شدت عطر، شیرینی، رنگ و ظاهر، حالت ژله‌ای، شفافیت، چسبندگی به ظرف و پذیرش کلی بودند. آزمون در مقیاس هدونیک پنج نقطه‌ای امتیازدهی شد. آنالیز داده‌ها برای امتیاز بسیار بد عدد ۱، بد عدد ۲، متوسط عدد ۳، خوب عدد ۴ و بسیار خوب عدد ۵ منظور گردید (Sousa *et al*., 1997).

### تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

ژلاتین از پای مرغ با سه تکرار استخراج شد و کلیه آزمایشات مربوطه با سه تکرار انجام شده و داده‌ها به‌صورت میانگین نشان داده شده‌اند. آزمایشات مربوط به ژله طالبی نیز در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شدند. میانگین‌ها جهت بررسی معنی‌دار بودن با نرم‌افزار SPSS 16.0 و بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند و به‌منظور ترسیم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

## نتایج و بحث

### ژلاتین

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و رئولوژیکی ژلاتین اسیدی پای مرغ در جدول ۱ نشان داده شد. عملکرد ژلاتین به نوع ماده اولیه و شرایط فرایند استخراج بستگی دارد (Karim *et al*., 2009). میزان عملکرد ژلاتین پای مرغ به روش اسیدی بر اساس وزن تر، ۰/۱۸ ± ۴/۸۰ درصد بود. Sarbon و همکاران (۲۰۱۳)، میزان عملکرد ژلاتین پوست مرغ بر اساس وزن تر را ۲/۱۶ درصد اعلام کردند. بنابراین میزان عملکرد ژلاتین پای مرغ نسبت به پوست مرغ بیشتر می‌باشد. ترکیب شیمیایی ژلاتین استخراج شده از پای مرغ در جدول ۱ نشان داده شده است. مقدار پروتئین ژلاتین پای مرغ ۲/۱۰± ۸۳/۹۵ درصد بود در حالی که میزان چربی صفر درصد، خاکستر ۰/۰۱± ۰/۸۹ درصد و رطوبت ۰/۵۸± ۹/۶۶ درصد به دست آمد. افزایش pH از ۱ به ۰/۱۱± ۳/۷ نیز نشان می‌دهد که مراحل شست و شو برای از بین بردن میزان باقی‌مانده اسید و دستیابی به محدوده pH مورد نظر کافی بود (Essays, UK., 2013). pH ژلاتین بعد از خشک کردن ۶ می‌باشد. قدرت ژل، میزان ثبات و تراکم ژل را در دمای خاص نشان می‌دهد که به غلظت و وزن مولکولی و دمای استخراج بستگی دارد. قدرت ژل ژلاتین پای مرغ در مطالعه حاضر ۳/۶۱± ۴۸۷ گرم می‌باشد و در مقایسه با دیگر منابع جایگزین مانند ژلاتین پوست مرغ ۱/۴۸ ± ۳۵۵ گرم، ژلاتین گاو ۱/۷۱ ± ۲۹۹ گرم (Sarbon *et al*., 2013) ، ژلاتین ماهی مانند ماهی تیلاپیا ۱۸۱ گرم (Grossman & Bergman., 1992) و ۲۶۳ گرم (Jamilah & Harvinder., 2002)، اسب ماهی ماکرل ۲۸۰ گرم (Badi & Howel., 2006)، Sin croaker و Shortfin scad به ترتیب ۱۲۵ گرم و ۱۷۷ گرم (Cheow *et al*., 2007)، می‌باشد. عمده‌ترین دلیل قدرت ژل پایین ژلاتین پوست ماهی، مقدار کم هیدروکسی پرولین است. بنابراین، می‌توان گفت قدرت ژل بالای ژلاتین پای مرغ به دلیل دمای استخراج کم، پیوند هیدروژنی قوی و احتمالامیزان زیاد هیدروکسی پرولین است.

**جدول۱- تجزیه فیزیکوشیمیایی ژلاتین استخراج شده از پای مرغ**

| | |
|---|---|
| رطوبت (٪) | ۹/۶۶ ± ۰/۵۸ |
| خاکستر (٪) | ۰/۸۹± ۰/۰۱ |
| چربی (٪) | ۰ |
| پروتئین (٪) | ۸۳/۹ ± ۲/۱۰ |
| pH، قبل از خشک کردن (٪) | ۳/۷ ± ۰±/۱۱ |
| pH، بعد از خشک کردن (٪) | ۶/۰± ۰/۱۲ |
| قدرت ژل (گرم) | ۴۸۷ ± ۳/۶۱ |
| ویسکوزیته (سانتی پوآز) | ۲۱۶ ± ۱/۷۳ |
| راندمان (٪) | ۴/۸۰ ± ۰/۱۸ |

### رنگ‌سنجی

رنگ ژلاتین با توجه به کاربرد آن در صنعت اهمیت زیادی دارد. نتایج این بررسی در جدول ۲ آمده است. رنگ این ماده پروتئینی به مواد خام مورد استفاده، روش استخراج و خشک کردن بستگی دارد.

به طور کلی رنگ خواص عملکردی را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد و تنها برای استفاده از ژلاتین در صنعت غذا رنگ آن دارای اهمیت است (*et al.*, 2014 Shayni). از نظر فاکتور $L^*$ که نماینده روشنی نمونه می‌باشد، بین پودر ژلاتین و ژل ژلاتین اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0/05$)، به این صورت که پودر ژلاتین نسبت به ژل ژلاتین رنگ روشن‌تری داشت. اما در مورد فاکتورهای $a^*$ (طیف رنگی سبز تا قرمز) و $b^*$ (طیف رنگی آبی تا زرد) نمونه‌های ژل و پودر ژلاتین اختلاف معنی‌داری ($P > 0/05$) نشان ندادند.

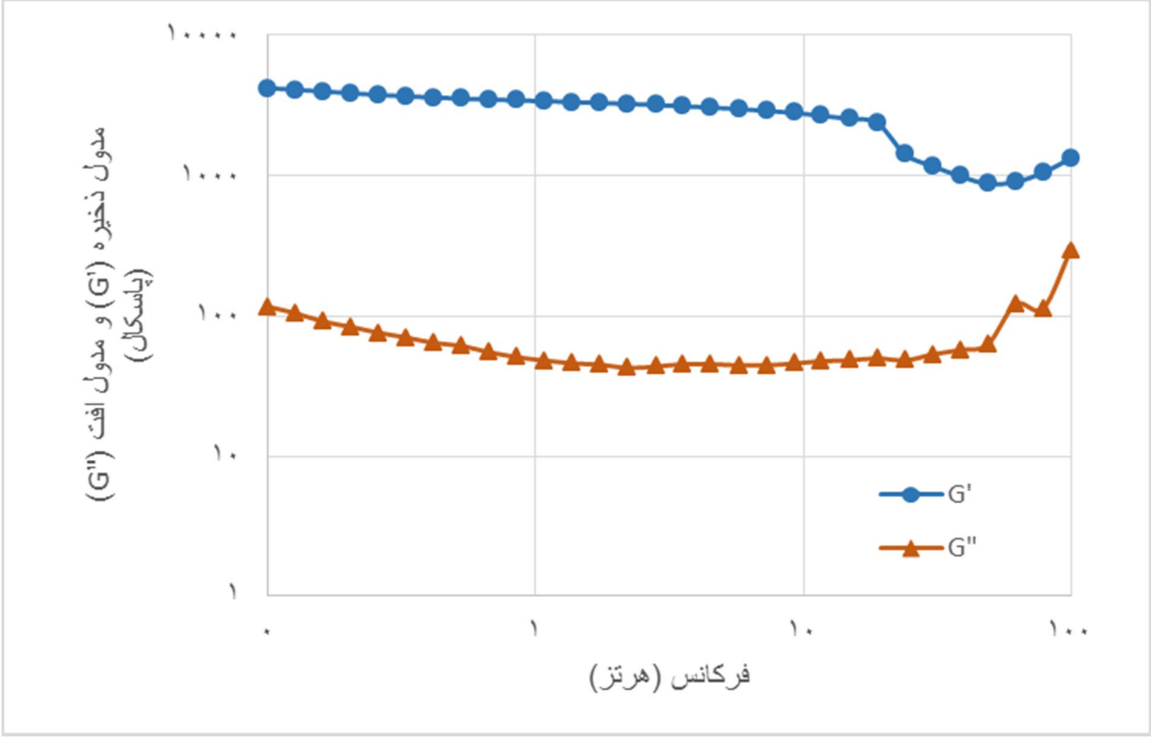
**جدول ۲- رنگ ژل و پودر ژلاتین استخراجی**

| نمونه | $L^*$ | $a^*$ | $b^*$ |
|---|---|---|---|
| ژل ژلاتین | ۵۵/۳۳ ±۰/۳۳$^{b*}$ | -۳/۳۳ ± ۰/۳۳$^{a}$ | ۷/۹۳ ± ۰/۶۹$^{a}$ |
| پودر ژلاتین | ۷۳/۰۰ ± ۰/۰۰$^{a}$ | -۲/۳۳ ± ۰/۳۳ $^{a}$ | ۸/۶۶ ±۰/۳۳ $^{a}$ |

*حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشاندهنده اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ است.

## روبش فرکانس

محلول‌های هیدروکلوئید معمولا ویسکوالاستیک بوده، میزان مدول‌های ذخیره ($G'$) و افت ($G''$) در آن‌ها قابل اندازه‌گیری است. محلول‌های رقیق با غلظت کم، $G''$ بزرگتری نسبت به $G'$ در اغلب فرکانس‌ها از خود نشان می‌دهند. $G''$ وابسته به فرکانس بوده در حالیکه $G'$ وابسته به مجذور فرکانس می‌باشد. در نتیجه در فرکانس‌های بالا $G' > G''$ است. برخی از پلی‌ساکاریدها در محلول‌های آبی تشکیل زنجیره‌های بین مولکولی می‌دهند که در نتیجه آن شبکه سه بعدی ایجاد می‌شود، در این زنجیره‌ها نواحی اتصال در سرعت‌های برشی بسیار کم به راحتی شکسته می‌شود، در حالی که برخی دیگر از پلی‌ساکاریدها مانند آمیلوز، آگاروز، کاراگینان و ژلان توانایی تشکیل نواحی پایدار دارند و به راحتی شکسته نمی‌شوند در نتیجه تشکیل ژل‌های فوری می‌دهند. در این سیستم‌ها $G' > G''$ بوده و وابستگی به فرکانس ندارند. در شکل ۱ نمودار روبش فرکانس ژلاتین پای مرغ نشان داده شده است.




**شکل ۱- مدول ذخیره ($G'$) و مدول افت ($G''$) ژل ژلاتین پای مرغ در دمای ثابت و محدوده‌ای از فرکانس**

## خواص رئولوژیکی

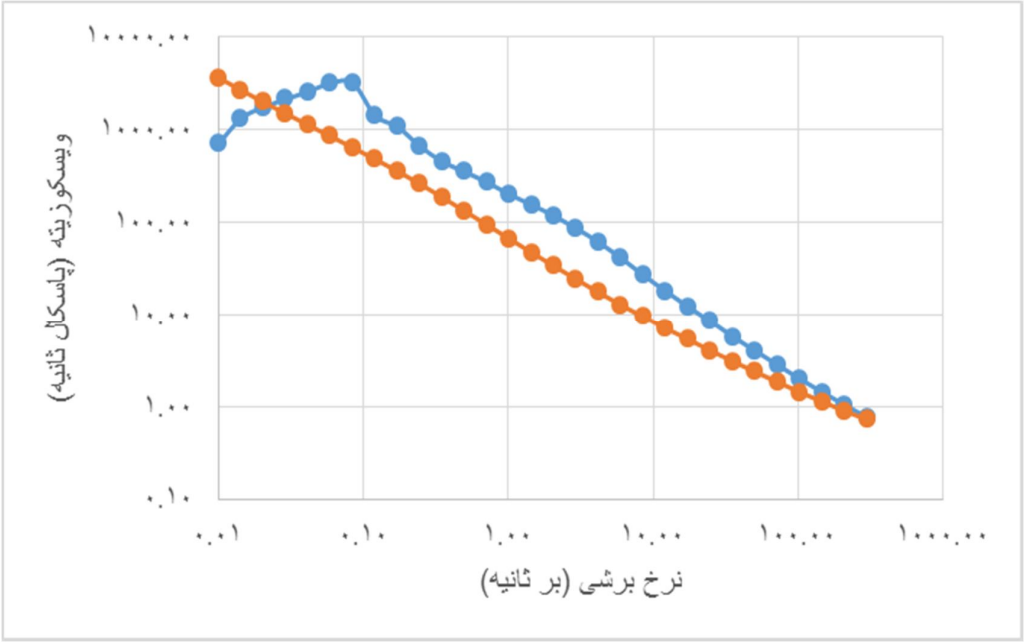
برای توصیف رفتار اتصالات عرضی مولکول ژلاتین، آزمون رئولوژیکی دینامیک در دمای ثابت مورد استفاده قرار گرفت. نمودار ۱ رفتار مدول‌های ویسکوالاستیک ژلاتین پای مرغ را در محدوده‌ای از فرکانس نشان می‌دهد. خطی بودن نمودار $G''$ و $G'$ نشان دهنده ثبات بالای شبکه ژل تشکیل شده در محدوده فرکانس مورد آزمایش می‌باشد (Sarbon *et al.*, 2013). در فرکانس‌های مختلف حتی در فرکانس ۱۰۰ هرتز مدول $G' > G''$ است. از فرکانس ۱۰۰ هرتز به بعد احتمالا $G''$ و $G'$ به یکدیگر نزدیک می‌شوند که نشان‌دهنده تضعیف شدن شبکه ژلی می‌باشد.

### رفتار جریانی (ویسکوزیته)

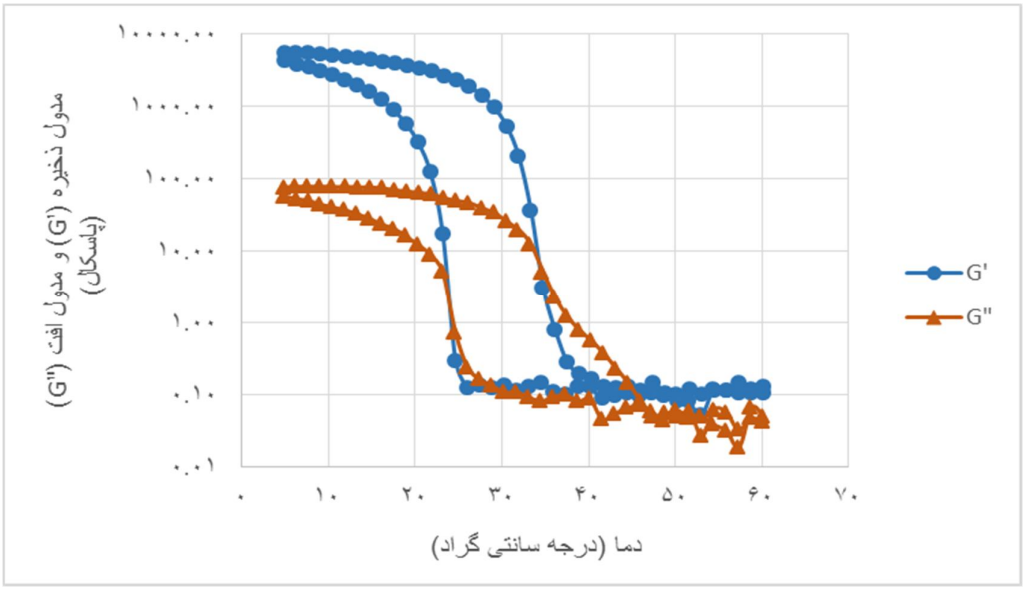
همانطور که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود ژلاتین پای مرغ در ابتدا رفتار غلیظ شونده با برش نشان می‌دهد اما از سرعت برشی ۰/۱ به بعد رفتار غیرنیوتنی از نوع رقیق‌شونده با برش نشان می‌دهد. هرچه نرخ برش افزایش می‌یابد ویسکوزیته نمونه نیز کمتر می‌شود. همچنین نمودار برگشت در سرعت برشی ۰/۰۱ نسبت به نمودار رفت میزان ویسکوزیته بیشتری را نشان داد. در مطالعه‌ای Sarbon و همکاران (۲۰۱۳)، ویسکوزیته ژلاتین پوست مرغ و ژلاتین گاو را با ویسکومتر اندازه‌گیری کرده و گزارش نمودند ویسکوزیته ژلاتین مرغ بیشتر از ژلاتین گاو می‌باشد که دلیل آن را پیوندهای هیدروژنی قوی‌تر، میزان تیروزین کمتر و وزن مولکولی بیشتر ژلاتین مرغ نسبت به ژلاتین گاو اعلام کردند (Sarbon *et al*., 2013).

### روبش دما

نمودار۳ قدرت ژلی ژلاتین پای مرغ را از طریق رفتار مدول‌های ویسکوالاستیک، نشان می‌دهد. در دمای کمتر از ۳۰ درجه‌سانتی‌گراد، $G'$ و "G با افزایش دما کاهش پیدا کرده‌اند و $G'' > G'$ می‌باشد. بالاتر بودن مدول ذخیره نسبت به مدول افت نشان‌دهنده این مسئله است که نمونه‌ها هنوز حالت ژله‌ای دارند. از دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به بعد با افزایش دما هر دو مدول $G''$ و $G'$ به‌طور قابل توجهی کاهش پیدا کردند. در بعضی نقاط از نمودار، $G''$ و $G'$ همدیگر را قطع کرده که می‌تواند به عنوان نقطه ذوب تعریف شود که در این دما، $G''$ و $G'$ با هم برابر شده‌اند. این نتایج در مقایسه با نتایج ساربون و همکاران که رفتارهای رئولوژیکی ژلاتین پوست مرغ و گاو را بررسی کرده‌اند، مطابقت داشته است. ولی آن‌ها مشاهده کرده‌اند که در بالاتر از نقطه ذوب، "G بیشتر از $G'$ شده است اما $G'$ ژلاتین پوست مرغ نسبت به $G''$ ژلاتین گاو محدوده کاهش کمتری را نشان داده است. به طور کلی دلیل کاهش $G'$ و افزایش "G از بین رفتن ساختار شبکه ژلی بود که تبدیل به محلول ژلاتین شده است. در حالی که در مطالعه ما در بالاتر از نقطه ذوب همچنان $G'$ بالاتر از "G است و می‌توان نتیجه گرفت که احتمالا ژل هنوز به‌طور کامل ذوب نشده و حالت ویسکوالاستیک خود را حفظ کرده است که علت آن پایدار بودن پیوند هیدروژنی، ایجاد شبکه سه‌بعدی قوی ژلاتین پای مرغ نسبت به ژلاتین گاو و حتی ژلاتین پوست مرغ می‌باشد. نقطه ذوب ژلاتین پای مرغ ۳۹/۶۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد در حالی که در مطالعه Sarbon و همکاران (۲۰۱۳)، نقطه ذوب ژلاتین پوست مرغ ۳۳/۵۷ درجه سانتی‌گراد و ژلاتین گاو ۳۱/۵۵ درجه سانتی‌گراد بود. در روبش سرمایی $G'$ و $G''$ افزایش یافته و این افزایش تا زمانی است که $G''$ و $G'$ در بعضی نقاط یکدیگر را قطع کرده و "G و$G'$ برابر می‌شوند. که این نقطه در روبش سرمایی به‌عنوان نقطه بستن ژل تعریف شده است، نقطه بستن ژلاتین پای مرغ ۳۰/۱۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد ولی در بررسی Sarbon و همکاران (۲۰۱۳)، نقطه بستن ژل پوست مرغ و گاو به ترتیب ۲۴/۸۸ و ۲۴/۴۳ درجه سانتی‌گراد بود (Sarbon *et al*., 2013). در جدول ۳ نقطه ذوب و بستن ژل ژلاتین پای مرغ با دیگر منابع مختلف مقایسه شده است




**شکل ۲- ویسکوزیته ژلاتین پای مرغ در غلظت ٦/٦٧ درصد**




**شکل۳- مدول ذخیره (G′) و مدول ویسکوز (G") در روبش گرمایشی و سرمایشی ژلاتین پای مرغ در غلظت ٦/٦٧ درصد**

**جدول ۳- نقطه ذوب و نقطه بستن ژل ژلاتین با منشاء مختلف**

| منشاء ژلاتین | نقطه ذوب (°C) | نقطه بستن (°C) | ΔT (°C) | منابع |
|---|---|---|---|---|
| پای مرغ | ۳۹/۶۴ | ۳۰/۱۹ | ۹/۴۵ | حاصل از این پژوهش |
| پوست مرغ | ۳۳/۵۷ | ۲۴/۸۸ | ۸/۶۹ | Sarbon *et al.*, 2013 |
| ژلاتین تجاری پوست گاو | ۳۱/۵۵ | ۲۴/۴۳ | ۷/۱۲ | Sarbon *et al.*, 2013 |
| ژلاتین تجاری پوست گاو | ۲۷ | ۱۸ | ۹ | Khiari *et al.*, 2015 |
| پوست ماهی کپور علفخوار | ۲۶/۸ | ۱۹/۵ | ۷/۳ | Ladislaus *et al.*, 2007 |
| استخوان ماهی سرخو | ۲۶ | ۱۶ | ۱۰ | Shakila *et al.*, 2012 |
| استخوان ماهی هامور | ۲۵ | ۱۶ | ۹ | Shakila *et al.*, 2012 |
| کیسه شنای ماهی کاتلا کاتلا | ۲۳/۳ | ۱۳/۷ | ۹/۶ | Chandra *et al.*, 2015 |
| پوست ماهی ماکرل | ۱۸/۴ -۲۰/۴ | ۱۱/۸ -۱۲/۹ | ۶/۶ -۷/۵ | Khiari *et al.*, 2015 |
| پوست ماهی بیگ آی | ۱۶/۸ | ۱۰ | ۶/۸ | Binsi *et al.*, 2009 |
| سوریمی ماهی | ۱۶/۷ | ۵/۱ | ۱۱/۶ | Norziah *et al.*, 2009 |

### ژله طالبی

#### بریکس

بریکس نمونه‌های ژله حاوی ۰، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ درصد ژلاتین ۱۰ و نمونه‌های ژله حاوی ۱، ۱/۲۵ و ۱/۵ درصد ژلاتین ۱۲/۵ بوده است.

#### اسیدیته

از لحاظ اسیدیته بین نمونه‌های ژله طالبی تفاوتی وجود نداشت و اسیدیته همه نمونه‌ها ۰/۰۶۴ درصد بر حسب اسید سیتریک بود. بنابراین سطوح مختلف ژلاتین در فرمولاسیون ژله تاثیری روی میزان اسیدیته محصول نداشت.

#### درصد رطوبت

با افزایش درصد ژلاتین از صفر تا ۱/۵ درصد در فرمولاسیون ژله طالبی، مقدار رطوبت از حدود ۹۲/۵ درصد به ۸۵/۲ درصد کاهش معنی‌داری یافت.

#### رنگ

مطابق جدول ۴ نمونه شاهد که فاقد ژلاتین بوده، کمترین شفافیت و کمترین طیف رنگی را با توجه به پارامترهای $a^*$ و $b^*$

اندازه‌گیری شده از خود نشان داد. اما با افزایش سطح ژلاتین اضافه شده به آب‌میوه در تهیه ژله طالبی رنگ نمونه‌ها شفاف‌تر شد و فاکتور $a^*$ و $b^*$ نمونه‌ها افزایش یافت.

**سختی بافت**

نتایج این بررسی در جدول ۴ نشان می‌دهد که با افزایش درصد ژلاتین مصرفی، سفتی بافت ژله طالبی به‌طور معنی‌داری ($p<0.05$) افزایش یافته است. Lee و همکاران (۲۰۱۰)، به بررسی بهبود خواص بافتی ژله پوست موز پرداختند و گزارش کردند که با افزایش پودر پوست موز و پکتین به آب حاوی شکر، سفتی بافت ژله تولیدی افزایش یافته و در مقابل چسبندگی آن کاهش می‌یابد.

**جدول ٤- تاثیر سطوح مختلف ژلاتین بر درصد رطوبت، سفتی بافت و رنگ نمونه‌های ژله طالبی**

| ژلاتین افزوده شده (درصد) | صفات اندازه‌گیری شده | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | رنگ | | | سفتی بافت | رطوبت |
| | $b^*$ | a * | $L^*$ | (نیوتن) | (درصد) |
| ۰ | ۳۳/۳۳ f | -۱۸/۶۶ e | ۳۲/۰۰d | - | ۹۲/۵۲a* |
| ۰/۲۵ | ۳۶/۰۰ e | -۱۷/۰۰ d | ۳۲/۰۰d | ۰/۳۱۵f | ۸۶/۵۹b |
| ۰/۵ | ۳۷/۶۶ d | -۱۰/۳۳ c | ۳۷/۰۰ c | ۰/۳۶۰e | ۸۶/۴۲c |
| ۰/۷۵ | ۳۸/۳۳ dc | -۸/۶۶ b | ۳۷/۶۶ bc | ۰/۳۹۰d | ۸۵/۸۶d |
| ۱ | ۳۹/۳۳ c | -۷/۳۳ b | ۳۸/۳۳ab | ۰/۸۷۲c | ۸۵/۴۹e |
| ۱/۲۵ | ۴۱/۶۶ b | -۴/۶۶ a | ۳۸/۶۶ ab | ۱/۰۴۰b | ۸۵/۲۷f |
| ۱/۵ | ۴۵/۰۰ a | -۳/۶۶ a | ۳۹/۳۳ a | ۱/۱۶۲a | ۸۵/۲۵f |

*حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ است.

- غیر قابل اندازه‌گیری بود.

**ارزیابی حسی**

نتایج حاصل از ارزیابی حسی ژله طالبی در ۴۸ ساعت پس از تولید در جدول ۵ نشان داده شده است. در این مطالعه میزان ژلاتین بر روی اسیدیته تأثیر معنی‌داری نداشت بنابراین ارزیابان به شیرینی نمونه‌های ژله طالبی امتیاز یکسانی دادند. اما در مطالعه‌ی Sousa و همکاران (۱۹۹۷)، میان اسیدیته و شیرینی نمونه‌های ژله انگور سفید حاوی پکتین با درجه متوکسیل پایین همبستگی منفی وجود داشت به این صورت که با افزایش اسیدیته شیرینی کاهش یافت که دلیل آن را پوشانده شدن طعم اسیدی توسط شکر اعلام کردند. با افزایش مقدار ژلاتین تا ۱ درصد در فرمولاسیون ژله طالبی، نمونه ها از نظر شدت عطر اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی با افزایش بیشتر غلظت شکر تا ۱/۵ درصد امتیاز داده شده به شدت عطر کاهش یافت که دلیل آن حبس شدن مولکول‌های آروما در ساختار سه‌بعدی ژل می‌باشد (Gaspar *et al*., 1999). با افزایش مقدار ژلاتین، امتیاز داده شده به حالت ژله‌ای افزایش پیدا کرد که با اندازه‌گیری سفتی بافت توسط دستگاه سنجش بافت تایید شد. با بیشتر شدن سطح ژلاتین فاکتور رنگ و شفافیت نمونه‌های ژله امتیاز بالایی کسب کرد. این نتیجه-گیری با نتایج آزمون رنگ سنجی با هانترلب مطابقت داشت. در راستای افزایش سفتی نمونه‌ها میزان چسبندگی ژله به ظرف کاهش یافت و امتیاز داده شده به نمونه‌های حاوی ژلاتین با سطوح بالاتر از نظر عدم چسبندگی بیشتر شد. از لحاظ پذیرش کلی بالاترین امتیاز به نمونه‌های حاوی ۱/۲۵ و ۱/۵ درصد ژلاتین داده شد.

**جدول ۵- ارزیابی حسی نمونه‌های ژله طالبی**

| درصد ژلاتین درژله طالبی | شدت عطر | شیرینی | رنگ و ظاهر | حالت ژله‌ای | شفافیت | عدم چسبندگی به ظرف | پذیرش کلی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰/۲۵ | ۴/۶۶ a* | ۳/۳۳ a | ۳/۳۳ c | ۱/۰۰ e | ۳/۰۰ c | ۱/۰۰ d | ۱/۶۶ d |
| ۰/۵ | ۴/۶۶ a | ۳/۳۳ a | ۳/۶۶ c | ۲/۰۰ d | ۳/۳۳ c | ۱/۶۶ c | ۲/۰۰ d |
| ۰/۷۵ | ۴/۶۶ a | ۳/۳۳ a | ۴/۰۰ bc | ۳/۰۰ c | ۴/۰۰ b | ۳/۰۰ b | ۳/۰۰ c |
| ۱ | ۴/۶۶ a | ۳/۶۶ a | ۴/۶۶ ab | ۴/۳۳ b | ۵/۰۰ a | ۴/۶۶ a | ۴/۳۳ b |
| ۱/۲۵ | ۳/۳۳ b | ۳/۶۶ a | ۵/۰۰ a | ۵/۰۰ a | ۵/۰۰ a | ۵/۰۰ a | ۵/۰۰ a |
| ۱/۵ | ۳/۳۳ b | ۳/۶۶ a | ۵/۰۰ a | ۵/۰۰ a | ۵/۰۰ a | ۵/۰۰ a | ۵/۰۰ a |

*حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ است.

## نتیجه‌گیری

ژلاتین ماده پرمصرف در صنایع غـذایی و دارویـی اسـت. نتـایج حاصل از این تحقیق نشان مـی‌دهـد کـه ژلاتـین پـای مـرغ ارزش عملکردی بالایی داشته و با داشتن پتانسیل رقابت با ژلاتین حاصل از سایر منابع می تواند ژلاتین پوست خوک و غیره به کشور جلـوگیری کند. همچنین بـه دلیـل خـواص تغذیـه‌ای و اطمینـان از سـلامت و کیفیت، ژلاتین تولیدی می‌تواند برای تولید فراورده‌های ژله‌ای و ژلـه مورد استفاده قرار گیرد. استفاده بهینه از محصولات جانبی و راههای بهره‌گیری از ضایعات طیور نقش بسزایی در خود کفایی کشور ایفا می کند.

## منابع


استاندارد ملی ایران، ۱۳۹۲، فرآورده های ژله ای- ویژگی ها و روش های آزمون، اصلاحیه شماره۱، شماره ۲۶۸۲.

Almeida, P., Silva Lannes, S., Calarge, F., Brito Farias, T . and Curvelo Santana, J. 2012. FTIR characterization of gelatin from chicken feet. *Journal of chemistry and chemical engineering*. 6(11): 1029-1032.

AOAC. 2006. Official methods of analysis of AOAC international (18th ed.). Virginia,USA: Association of official and analytical chemists international.

Badii, F., and Howell, N. K. 2006. Fish gelatin: structure, gelling properties and interaction with egg albumen proteins. *Food hydrocolloids*. 20, 630-640.

Benali, S., Benamara, S., Bigan, M. and Madani, Kh. 2014. Feasibility study of date (Phoenix dactylifera L.) fruit syrup-based natural jelly using central composite design. *J. Food sci. technol*. DOI. 10. 1007/s13197-014-1529-x.

Binsi, P.K., Shamasundar, B.A., Dileep, A.O., Badii, F. and Howell, N.K., 2009. Rheological and functional properties of gelatin from the skin of Bigeye snapper (Priacanthus hamrur) fish: Influence of gelatin on the gel-forming ability of fish mince. *Food hydrocolloids*. 23, 132–145.

Boran,G and Joe., Regenstein,M. 2010. Fish gelatin. Advances in food and nutrition research. DOI. 10.1016, s1043-4526 (10) 60005-8.

Chandra, M.V. and Shamasundar, B.A. 2015. Rheological properties of gelatin prepared from the swim bladders of freshwater fish Catla catla. Food hydrocolloids. 48, 47- 54.

Cheow, C. S., Norizah, M. S., Kyaw, Z. Y. and Howell, N. K. 2007. Preparation and characterisation of gelatins from the skins of sin croaker (Johnius dussumieri) and shortfin scad (Decapterus macrosoma). *Food chemistry*. 101, 386-391.

Gaspar, C., Laureano, O.and Sousa, I., 1998. Production of reduced-calorie grape juice jelly with gellan, xanthan and locust bean gums: sensory and objective analysis of texture. *European food research and technology*/ Z lebensm unters Forsch A .206, 169-174.

Gómez-Guillén, M.C., Giménez, B., López-Caballero, M.E. and Montero, M.P. 2011. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. *Food hydrocolloids*. 25, 1813-1827.

Grossman, S., and Bergman, M. 1992. Process for the production of gelatin from the fish skins. US Patent . 5,093,474.

Hanani,Z.A., Roos,Y.H. and Kerry,J. 2012. Use of beef, pork and fish gelatin sources in the manufacture of films and assessment of their composition and mechanical properties. *Food hydrocolloids*. 29,144-151.

Jamilah, B., and Harvinder, K. G. 2002. Properties of gelatins from skins of fish-black tilapia (Oreochromis mossambicus) and red tilapia (Oreochromis nilotica). *Food chemistry*. 77, 81-84.

Karim, A.A. and Bhat, R. 2009. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. *Food hydrocolloids*. 23, 563–576.

Kasankala, L. M., Xue, Y., Weilong, Y., Hong, D.S. and He, Q. 2007. Optimization of gelatine extraction from grass carp (Catenopharyngodon idella) fish skin by response surface methodology. *Bioresource technology*. 98, 3338–3343.

Kittiphattanabawon, P., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Shahidi, F., 2010. Comparative study on characteristics of gelatin from the skins of brownbanded bamboo shark and blacktip shark as affected by extraction conditions. *Food hydrocolloids*. 24, 164–171.

Lassoued,I., Jridi,M., Nasri,R., Dammak,A., Hajji,M., Nasri,M. and Barkia, Ahmed. 2014. Characteristics and functional properties of gelatin from thornback ray skin obtained by pepsin-aided process in comparison with commercial halal bovine gelatin. *Food hydrocolloids*. 41, 309-318.

Lee, H.E., Yeom, J., Ha, S.M. and Bae, H.D. 2010. Development of Banana Peel Jelly and its antioxidant and textural properties. *Food sci. biotechnol*. 19(2): 449-455.

Norziah, M.H., Al-Hasan, A., Khairulnizam, A.B., Mordi, M.N. and Norita, M. 2009. Characterization of fish gelatin from surimi processing wastes: Thermal analysis and effect of transglutaminase on gel properties. *Food hydrocolloids*. 23, 1610-1616.

Sarbon,N., Abdi,F. and Howell,N. 2013. Preparation and characterisation of chicken skin gelatin as an alternative to mammalian gelatin. *Food hydrocolloids*. 30, 143-151.

Shakila,R., Jeevithan, E., Varatharajakumar, A., Jeyasekaran,G. and Sukumar, D. 2012. Functional characterization of gelatin extracted from bones of red snapper and grouper in comparison with mammalian gelatin. *LWT - Food science and technology*. 48, 30-36.

Shyni, K., Hema, G.S., Ninan, G., Mathew, S., Joshy, C.G. and Lakshmanan, P.T.2014. Isolation and characterization of gelatin from the skins of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*), dog shark (*Scoliodon sorrakowah*), and rohu (Labeo rohita). *Food hydrocolloids*. 39, 68-76.

Sousa, N.M., Matias, C. and Laureano, O.1997. The texture of low calorie grape juice jelly. European food research and technology/ Z Lebensm unters forsch A. 205, 140–142.

Trachootham, D., Songkaew, W., Hongsachum, B., Wattana, Ch., Changkluengdee, N., Karapoch, J., Thirdsuttironnapumi, S., Meennuch, E., Klaitong, Ch., Sinthusek, T. and Lam-u bol, A. 2015. Nutri-jelly may improve quality of life and decrease tube feeding demand in head and neck cancer patients, Support care cancer. 23, 1421–1430.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 2, June. July. 2017, p. 322- 332

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۳، شماره ۲، خرداد-تیر ۱۳۹۶ ص.۳۳۲-۳۲۲

# Extraction and characterization of gelatin from chicken feet and its application in cantaloupe jelly

**A. Rezaee Zadeh [1], Z. Raftani Amiri[2*]**

Received: 2015.03.08
Accepted: 2016.01.09

**Introduction:** Today, the demand for low calorie food based on fruits and easy production and keeping primary features including texture and taste is increasing. Jelly is one of low calorie products which is produced from fruits and other components, and its usage is increasing for human health. Chemical ingredients and natural features of fruits decrease the cancer. In addition to nutrition and medical values, rheological and texture features affect the general quality of fruit jelly. Gelatin is a protein which is obtained by thermal hydrolysis of collagen and is the main protein of bone, cartilage and skin. The source, animal age and the type of collagen are influential factors on gelatin characteristics. Different gelatins have different thermal and rheological characteristics such as transformation temperature to jelly and melting temperature. The melting temperature of gelatin is lower than human body temperature. In food industry, gelatin is used as an alternative for fat, to improve elasticity and transparency of fruit juices and also is used in production of jelly, chocolate, edible films, and so on. Gelatin quality and its application in industry are mainly because of its rheological features. Global demand for gelatin during recent years increases due to its low cost and solubility in biologic environments.

**Materials and methods:** In this study, the gelatin from chicken feet was extracted by acidic method using hydrochloric acid 0.5% normal with the rate of 1: 3.22 weight / volume. pH was adjusted to 7 by the use of sodium hydroxyl 1 normal and was dried in an incubator at $45^0$ c for 28 hours. Different tests such as pH, protein, ash, moisture, fat, viscosity, jelly strength, color and rheology were done in gelatin molecule to measure of storage modules (G') and loss modules (G"). Then, the effect of extracted jelly in concentrations of 0 to 1.5 % on the physico-chemical (Brix, humidity, acidity, color, texture) and organoleptic properties of cantaloupe jelly (odor, sweetness, color, appearance, jelly status, transparency, adhesion) were investigated using five point Hedonic scale ranked. Experiments related to cantaloupe jelly were conducted in terms of a completely random design. A one-way analysis of variance and Duncan test ($P\leq 0.05$), in three replications were used to establish the significance of differences in experimental data's. The result was performed using the SPSS version 16.0 windows program, and charts were plotted with Excel 2010.

**Results and Discussion:** The results showed that the average yield of gelatin based on the wet weight was 4.80%, pH value before drying is 3.7, the total amount of protein is 83.95%, the total amount of ash is 0.89%, moisture is 9.66%, fat is 0%, viscosity is 216 centipoise. The strength of jelly is 487g that in compare with other alternatives such as gelatin from chicken skin is 355±48.1 gr, cow gelatin is 299±71.1 gr, fish gelatin including 181 to 263 gr for tilapia, 280 gr for horse mackerel fish, 125 and 177 gram for Sin croaker and Shortfin scad, respectively. The main reason for low level of gelatin in fish skin is the low amount of hydroxyl proline. Thus, it can be claimed that the high gel strength in chicken feet gelatin might be due to lower extraction temperature, strong hydrogen bond and more probably hydroxyl proline. Hydrocolloid solutions are usually viscoelastic; therefore, the level of storage modules (G') and loss modules (G") is measurable for them. Gelatin from chicken feet exhibited G' greater than the G" in a wide range of frequencies of the oscillatory test, which have indicated the gel network is high stable. By increasing the amount of gelatin in the cantaloupe juice, transparency and firmness of cantaloupe jelly increased. In the sensory analysis, jellies had not significant differences in the intensity of sweetness. In terms of overall acceptability, the sample containing 1.25 and 1.5 percent of gelatin gained maximum score.

**Keywords**: Cantaloupe Jelly, Chicken Feet, Extraction, Gelatin, Rheological Behavior

1 And 2. M. Sc. Student, Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran
(*Corresponding Author Email: zramiri@gmail.com).