بهینه‌سازی شرایط تولید ژلاتین از ضایعات ماهیان استخوانی استان خوزستان

علی آبرومند

استادیار مجتمع آموزش عالی بهبهان، بهبهان،ایران

تاریخ دریافت: 7 /3/ 90 تاریخ پذیرش: 15/ 7 / 90

چکیده

این طرح در دو مرحله صورت پذیرفت: در مرحله‌ی اول، اثر شرایط pH (در دو شرایط قلیایی و اسیدی) و نوع ماده‌ی اولیه (قباد، شیر ماهی، صافی و کوسه ماهی) بر روی برخی از مهم‌ترین خواص کمی و کیفی ژلاتین مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله‌ی دوم، طرح نیز اثر دما (در سه سطح 70 ، 75 و 80 درجه‌ی سانتی‌گراد و pH (در دو سطح 6/5 و 6) بر روی میزان راندمان ژلاتین ارزیابی گردید. نتایج مرحله‌ی اول، نشان داد که در صورت استفاده از شرایط قلیایی و ضایعات فیله، مقدار ژلاتین حاصل حداکثر خواهد بود. با توجه به نتایج مرحله‌ی دوم طرح و با دمای 70 درجه‌ی سانتی‌گراد و pH برابر با 6/5، راندمان ژلاتین حاصل حداکثر و با بهترین کیفیت به دست خواهد آمد.

واژه‌های کلیدی: ضایعات شیلات، ژلاتین، استخراج بهینه.

Archive of SID

www.SID.ir

1- مقدمه

در سال 1814 برای اولین بار از اسید جهت نرم کردن استخوان و خارج نمودن مواد معدنی آن استفاده گردید و در سال 1888 اولین تولید صنعتی به وسیله‌ی دانشمندی از اهالی شهر لیون فرانسه انجام گرفت و از آن زمان تاکنون صنعت تولید ژلاتین روز به روز گسترش یافته است (2). تبدیل ماده‌ی کلاژن محتوی بافت پیوندی (پوست و استخوان) به یک ماده تشکیل دهنده‌ی ژل و محلول که به عنوان ماده‌ی غذایی یا چسب مصرف می‌گردد، به ما قبل تاریخ برمی‌گردد. شگفت‌آور نیست که بسیاری از تحقیقات اخیر بر روی خصوصیات ژلاتین به وسیله‌ی متخصصان صنعت فتوگرافی انجام گرفته است (1و2).

از کلاژن ماهیان غضروفی، ژلاتین با قدرت ژله‌ای شدن بهتری به دست می‌آید (3و4). ژلاتین یکی از پرمصرف‌ترین مواد پروتیئنی کلوئیدی در صنایع غذایی، دارویی، صنعتی، پزشکی و نظامی است که به صورت خوراکی، صنعتی، فتوگرافی و دارویی تولید می‌شود. در صنایع غذایی در تهیه‌ی مارمالادها، ژله‌ها، شیرینی‌جات و بستنی‌ها به کار می‌رود(5و6).

کلاژن ماهی بعنوان منبع چسب ماهی ارزش اقتصادی دارد، ولی این عمل درسطح زیادی انجام نمی‌گیرد. کلاژن محلول کیسه هوایی ماهی [1] شاید اولین کلاژن محلولی باشد که درجه‌ی بالای حلالیت آن مشخص شده است. به عبارت دیگر، کلاژن کیسه‌ی هوایی سگ ماهی هنوز هم به طور تجارتی برای تصفیه‌ی نوشابه‌های الکلی مورد استفاده قرار می‌گیرد(7).

ایزینگلاس [2] ماده‌ی ژلاتینی است که در ساخت سریشم به کار می‌رود و از کیسه‌ی هوایی ماهیان بزرگ معینی گرفته می‌شود و فرم نسبتاً خالصی از کلاژن است. ایزینگلاس، ماده‌ی وارداتی خشک و سخت ناصافی است که به عنوان عامل انعقاد کنندگی یا به عنوان عامل تصفیه کننده در نوشابه‌ها استفاده می‌شود (27). کلاژن محلول پوست یک نوع ماهی چرب به طور وسیعی مطالعه شده است، به طوری که سه زنجیر آلفای آن با هم تفاوت دارند و این غیر عادی است (15). به طور کلی مقدار اسیدهای آمینه کلاژن ماهیان کم‌تر از کلاژن پستانداران می‌باشد (15) و این خود دلیلی برای درجه‌ی حرارت پایین‌تر دناتوراسیون این مواد می‌باشد.کلاژن، محلول پوست کوسه ماهی و همین طور کلاژن ماهیان استخوانی درجه‌ی حرارت دناتوراسیون پایین دارند، اگر چه از جنبه‌های دیگر مشابه کلاژن مهره‌داران است (15).

شاید جالب‌ترین کلاژن ماهی که تاکنون استخراج شده، الاستوایدین [3] باشد که یک پروتئین به دست آمده از باله‌ی کوسه ماهی است. این کلاژن به طور غیر عادی مقدار زیادی تیروزین (7/25٪) و همین طور مقداری سیستئین (0/18٪) دارد (23).

تحقیقات کم‌تری در مورد روش‌های استخراج و خواص کاربردی ژلاتین حاصل از حیوانات خونسرد مانند ماهی صورت گرفته است (16، 17، 23). تبدیل کلاژن طبیعی غیرمحلول به ژلاتین توأم با شکستن اتصالات کئووالانت بین مولکولی و خارج مولکولی بوده و باعث به هم خوردن ساختمان پروتئین شده که بعداً منجر به کلاژن محلول خواهد شد (27).

به دلیل این که اتصالات کلاژن پوست در برابر اسید ناپایدار است، بنابراین، عمل یک اسید ضعیف برای تأثیر بر روی حلالیت کافی است و این عمل منجر به تولید ژلاتین نوع A با نقطه ایزوالکتریک تقریبی بین pH=6 و pH=9 خواهد شد. مطالعات زیادی در مورد انواع مختلف کلاژن که با اسید استیک استخراج شده‌اند، انجام گرفته است (18و19).

برای تولید ژلاتین غذایی از ماهی، اسید سیتریک به طور وسیعی استفاده می‌شود، به دلیل این که رنگ و بوی نامطلوبی در ژلاتین ایجاد نمی‌شود. نوع اسید مورد استفاده، قدرت یونی و pH اسید، قویاً در خصوصیات تورم و حلالیت کلاژن مؤثر است. افزایش یون‌های H باعث نزدیکی آب به فیبرهای کلاژن شده و این آب به وسیله‌ی نیروهای الکتروستاتیک بین گروهای قطبی باردار (تورم الکتروستاتیکی) یا به وسیله‌ی اتصالات هیدروژنی بین گروه‌های قطبی غیرباردار و اتم‌های منفی، نگه‌داری می‌شود (20، 21 و 22).

مولکول‌هایی با وزن مولکولی بالا ممکن است از طریق مقاومت بعضی اتصالات بین زنجیری به ژلاتین تبدیل شودکه بستگی به روش حلالیت، تغییر می‌کند.

به طور اختصار، اثرات چند اسید آلی بر روی سرعت کاهش ویسکوزیته‌ی ژلاتین (بدون خواص کاربردی آن) پوست ماهی مقایسه شده است. هدف از این مطالعه، مقایسه‌ی اثرات چند اسید آلی برای استخراج کلاژن از پوست ماهی و ارزیابی خواص ویسکوزیته و ژله ای شدن محصول ژلاتین می‌باشد. همچنین اثرات

1- Ichthyocol
2- Isinglass
3- Elastoidi

Archive of SID
www.SID.ir

عمل اولیه‌ی NaoH رقیق بر روی پوست، به عنوان یک مرحله‌ی ابتدایی در هر کدام از مراحل استخراج کلاژن آزمایش شده است(4).

مطالعات مربوط به بهینه‌سازی شرایط فرایند ژلاتین ماهی از پوست به ندرت منتشر شده است. پوست ماهی فراوان بوده و می‌تواند به عنوان منبع قابل دسترسی ژلاتین، مخصوصاً در غذاهای بومی گرفته شده از خوک که نمی‌تواند قابل پذیرش باشد، مد نظر قرار گیرد. ژلاتین از سال 1960 با استخراج اسیدی تولید شده است و اکثراً مصارف صنعتی دارند(13).

مشکل تکنیکی در تولید ژلاتین ماهی برای مصرف انسان، حذف بوی نامطلوب ماهی از محصول است، ولی Osborne و همکاران روشی را ارائه دادند که ژلاتین بی بو را می‌سازد. موضوع اصلی این روش، بهینه‌سازی شرایط تولید ژلاتین از پوست ماهی و به دست آوردن ژلاتین با بالاترین کیفیت احتمالی آن است(3).

کیفیت ژلاتین شدیداً بستگی به خواص رئولوژیکی آن یعنی خاصیت تغییر شکل آن دارد. فایده‌ی پوست ماهی برای تولید ژلاتین نه فقط در بهره‌برداری از محصولات جانبی صنعت ماهی است، بلکه از لحاظ فرهنگ اجتماعی، وجود پتانسیل بالای آن به عنوان مهم ترین منبع تولید ژلاتین حیوانی برای مصارف انسانی، مطرح است. ژلاتین حیوانات خونگرم، ژله‌های پایدارتر از ژلاتین ماهیان آب سرد که به طور قابل ملاحظه‌ای دارای نقاط ژله‌ای کننده و ذوب کم‌تری است، تولید می‌نماید. به هر حال در موارد کاربرد زیاد آن، خصوصیات کششی و چسبناکی بیش‌تری مورد نیاز است و این خواص با استفاده از مواد اصلاح کننده ژلاتین به دست خواهد آمد. راه‌های احتمالی برای به دست آوردن ویژگی‌های ژلاتین، کاهش اتصالات عرضی به وسیله‌ی موادی مانند نشاسته اکسید شده می‌باشد (15و16).

هدف از انجام این تحقیق، استخراج و بهینه ساختن شرایط لازم برای انجام این فرایند از ضایعات شیلات می‌باشد.

2- مواد و روش ها

مواد شیمیایی لازم برای فرایند تولید ژلاتین از پوست ماهیان شامل محلول اسید سولفوریک تجاری، محلول هیدروکسید سدیم تجاری، محلول اسید سیتریک تجاری، آب مقطر و دستگاه‌های مورد نیاز شامل انکوباتور، فیلتر، سانتریفیوژpH متر دیجیتال که این دو مورد اخیر درمعیار صنعتی به کار می‌رود.

چهار نوع ماهی شامل قباد، شیر ماهی، صافی و کوسه ماهی را تهیه شده و به آزمایشگاه منتقل گردید و در فریزرتا شروع آزمایش‌ها نگه‌داری شد. پوست ماهی جدا شده و به قطعات کوچک تقسیم گردید. مرحله‌ی دوم شست وشوی قطعات پوست در آب مقطر تا حذف مواد اضاقی بود. این عمل را ادامه دادیم تا هنگامی که تمامی مواد در روی پوست شسته و تمیز گردید.

مرحله‌ی سوم، آماده‌سازی نمونه به وسیله‌ی محلول رقیق قلیایی است. غلظت مصرفی قلیا بین 1-3/5 درصد بر حسب وزن به حجم بود. در سه مرحله‌ی 40 دقیقه ای و هر بار در 700 میلی لیتر محلول هیدروکسید سدیم تجاری، قطعات پوست خیسانده می‌شوند. زمان آماده سازی برای پوست به وسیله‌ی قلیا حدود 2 ساعت در نظر گرفته می‌شود. مرحله‌ی چهارم شست‌وشوی تکه‌های پوست با آب تا زمانی که آب شست وشو عاری از هر گونه خاصیت قلیایی باشد و تا حدی که به pH خنثی یعنی pH محیطی که پوست در آن قرار دارد به حدود 7 برسد.

مرحله‌ی پنجم، آماده‌سازی نمونه به وسیله‌ی محلول رقیق اسید معدنی است. در این مرحله پوست را در سه نوبت 40 دقیقه‌ای در محلول 1-3/5 درصد اسید سولفوریک تجاری قرار گرفت. زمان آماده‌سازی پوست به وسیله‌ی اسید سولفوریک 2 ساعت است.

پس از سپری شدن این زمان در مرحله‌ی ششم، مجدداً عملیات شست وشو را با آب مقطر تا رسیدن به pH خنثی ادامه یافت. در مرحله‌ی هفتم، آماده‌سازی پوست به وسیله‌ی محلول رقیق اسید سیتریک یا هر اسید آلی مناسب دیگر است. اسید سیتریک با غلظت 1/5 – 4 در صد وزنی- حجمی مناسب است. در این مرحله، نمونه را در 3 نوبت 40 دقیقه‌ای و هر بار در 700 میلی لیترمحلول اسید سیتریک تجاری قرار گرفت و زمان آماده‌سازی پوست به وسیله‌ی اسید سیتریک حدود 2 ساعت است.

مرحله‌ی هشتم، شست وشو با آب است تا زمانی که محلول به pH خنثی برسد. آب مورد استفاده در مراحل مختلف فرآیند بهتر است فاقد سختی و کاملاً بهداشتی باشد. در مرحله‌ی اخیر نمونه‌ها را تا از بین بردن نمک‌های احتمالی روی پوست با آب مقطر شست‌وشو دادیم.

مرحله‌ی نهم که مرحله‌ی استخراج ژلاتین در دماهای مختلف کم‌تر از 55 درجه‌ی سانتی‌گراد است دمای توصیه شده بین 40 تا

Archive of SID

www.SID.ir

50 درجه‌ی سانتی‌گراد بود. در مرحله‌ی استخراج ژلاتین نمونه‌ها را در چندین نوبت برای 1/5 ساعت و هر بار در مقدار مشخصی آب مقطر تا دمای زیر 50 درجه‌ی سانتی‌گراد حرارت دادیم.

مرحله‌ی آخر فیلتراسیون، سانتریفوژ نمودن و سپس خشک کردن و آسیاب کردن و بسته‌بندی ژلاتین است. در این مرحله، عصاره‌ی به دست آمده را برای تبخیر آب آن و خشک شدن در انکوباتور قرار دادیم. بعد از این مرحله است که ژلاتین، حاصل می‌شود. برای بهبود کیفیت و بالا بردن خلوص محصول بهتر است عصاره را ابتدا فیلتر کرده و بعد سانتریفوژ نموده و سپس عمل خشک کردن را انجام می‌دهیم(7، 8، 9، 10، 11، 12، 13، 14).

برای مصارف غذایی بهتر است ژلاتین حاصله را پاستوریزه نموده و در بسته‌های بهداشتی که نور و رطوبت را از خود عبور نمی‌دهند، بسته‌بندی نمود. در مقیاس صنعتی عملیات خشک کردن را می‌توان با دستگاه‌های خشک کننده به روش پاششی و یا خشک کردن در حال انجماد[1] انجام داد که این عملیات در جهت بهبود کیفیت محصول استحصالی می‌باشد.

ژلاتین تولید شده و عواملی نظیر قدرت ژلی، بو، شفافیت بستگی به عوامل فوق دارد که حالت مطلوب را برای مصارف غذایی انسان فراهم می‌کند.

3- نتایج و بحث

نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که بهترین شرایط برای تولید ژلاتین با راندمان مطلوب از پوست ماهی صافی شامل غلظت 1/5٪ هیدروکسید سدیم، 1/5٪ اسید سولفوریک و 2٪ اسید استیک است که در این شرایط راندمان محصول 0.67٪ست. و راندمان مطلوب تولید ژلاتین از پوست ماهی شیر با شرایط غلظت 3/5٪ هیدروکسید سدیم، 3/5٪ اسید سولفوریک و 4٪ اسید استیک برابر با 15/4٪ می‌باشد و بهترین شرایط لازم آزمایش برای تولید ژلاتین با راندمان 13/8٪ از پوست ماهی کوسه شامل محلول 3٪ هیدروکسید سدیم، محلول 3٪ اسید سولفوریک و محلول 3/5٪ اسید استیک است و تولید ژلاتین با راندمان 10/4٪ از پوست ماهی قباد در غلظت 2٪ هیدروکسید سدیم، 2٪ اسید سولفوریک و 3٪ اسید استیک به دست آمد.

Gudmundsson و همکاران(8) اثرات عملیات شیمیایی بر روی راندمان تولید ژلاتین بر اساس وزن پوست ماهی خام را

جدول 1 ـ تاثیر غلظت های متفاوت اسید و سود بر راندمان ژلاتین حاصل ازپوست ماهی صافی

	غلظت	غلظت
محلول هیدروکسید سدیم	٪1/5	٪1
محلول اسید سولفوریک	٪1/5	٪1
محلول اسید سیتریک	٪2	٪1/5
راندمان	0/67±12/3	0/16±11/4

نتایج به دست آمده، میانگین سه تکرار است.

جدول 2 ـ تاثیر غلظت‌های متفاوت اسید و سود بر راندمان ژلاتین حاصل از پوست ماهی شیر

	غلظت	غلظت
محلول هیدروکسید سدیم	٪3/5	٪3
محلول اسیدسولفوریک	٪3/5	٪3
محلول اسید سیتریک	٪4	٪3/5
راندمان	0/09±15/4	0/09±14/2

نتایج بدست آمده میانگین سه تکرار است.

جدول 3 ـ تاثیر غلظت های متفاوت اسید و سود بر راندمان ژلاتین حاصل از پوست ماهی کوسه

	غلظت	غلظت
محلول هیدروکسید سدیم	٪3	٪2/5
محلول اسیدسولفوریک	٪3	٪2/5
محلول اسید سیتریک	٪3/5	٪3
راندمان	0/09±13/8	1/74±12/9

نتایج به دست آمده، میانگین سه تکرار است.

جدول 4 ـ تاثیر غلظت‌های متفاوت اسید و سود بر راندمان ژلاتین حاصل از پوست ماهی قباد

	غلظت	غلظت
محلول هیدروکسید سدیم	٪2	٪1/5
محلول اسیدسولفوریک	٪2	٪1/5
محلول اسید سیتریک	٪3	٪2
راندمان	0/96±10/4	1/74±9/8

نتایج به دست آمده، میانگین سه تکرار ± انحراف معیاراست.

2- Freeze dryer

Archive of SID

www.SID.ir

گزارش دادند. در این گزارش، غلظت 0/7٪ اسید سیتریک و غلظت 0/15٪ اسید سولفوریک و غلظت 0/2٪ سود بالاترین راندمان یعنی 14٪ را داشت که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت ندارد و دلیل آن بستگی به نوع ماهیان مورد استفاده دارد که در این بررسی از ماهیان آب گرم خلیج فارس استفاده شده است و در تحقیق این محققان از پوست ماهی کاد برای تولید ژلاتین استفاده شده است که با گونه‌ی ماهیان خلیج فارس تفاوت داشته و از نوع ماهیان آب های سرد است. دلیل دیگر این عدم مطابقت، این است که در این بررسی از غلظت‌های بالاتر اسیدها و قلیا نسبت به نتایج این محققان استفاده شده است. در نتایج این محققان آمده است که کم ترین راندمان یعنی 11٪ وقتی به دست آمد که غلظت اسید سیتریک بیش از 1٪ و غلظت های اسید سولفوریک و هیدروکسید سدیم نیز بیش از 0/2٪ بوده است که با نتیجه‌ی این بررسی در مورد ماهی قباد با غلظت اسید استیک 3٪ و راندمان تولید ژلاتین 10/4٪ تقریباً مطابقت دارد.

Osborne و همکاران(14) نیز راندمان 14/3٪ تولید ژلاتین از پوست ماهی لومپ[1] در یک روش گزارش شده حداکثر راندمان احتمالی تولید ژلاتین از پوست ماهی کاد[2] حدود 17٪ بر اساس وزن پوست ماهی می‌باشد. اگر غلظت اسید سولفوریک و هیدروکسید سدیم در مقادیر بیش از 0/2٪ درصد بر حسب وزنی ـ حجمی و اسید سیتریک در غلظت مساوی یا کم تر از 1/2٪ وزنی ـ حجمی استفاده شود، عطر و بوی ژلاتین نامشخّص یا به سختی قابل تشخیص است ولی وقتی غلظت اسید سیتریک و هیدروکسید سدیم کم تر از 0/15٪ به کار رود، عطر و بو قابل تشخیص است. تمیزی و شفافیت در رنگ ژلاتین ماهی وقتی آشکار است که غلظت اسید سولفوریک و هیدروکسید سدیم در محدوده‌ی بین 0/2 تا 0/3 ٪ و اسید سیتریک در محدوده‌ی بین 1 تا 1/2 ٪ باشد به هر حال ژلاتینی که از غلظت اسید سیتریک 0/7٪ حاصل می‌شود تقریباً شفاف‌تر از موقعی است که غلظت اسید سیتریک در محدوده‌ی بین 1 تا 1/2 ٪ باشد. تنها ژلاتین‌هایی که در رنگ و شفافیت غیر قابل قبول هستند، وقتی حاصل می‌شوند که غلظت اسید سولفوریک و هیدروکسید سدیم کم تر از 2٪ باشد.

1- Lumpfish
2- Codfish

تمیزی و شفافیت در رنگ ژلاتین حاصله در این بررسی در حد مطلوب که مقایسه‌ی آن با نتایج دیگر محققان نشان می‌دهد که هر چه غلظت اسید سولفوریک و هیدروکسید سدیم و اسید سیتریک بیش‌تر باشد، شفافیت و عطر و طعم ژلاتین حاصله مطلوب‌تر است که این مطابقت دارد با ژلاتینی که در این آزمایش حاصل شده است. Gudmundsson و همکاران(8)گزارش داد که ژلاتین ماهی تیلا پیا[3] از نوع ماهیان آب‌های گرم ژلاتین ماهی کاد که از نوع ماهیان آب‌های سرد است، در نقطه‌ی ذوب ژل تفاوت دارد. بنابراین، ژلاتین ماهی‌های آب‌های گرم و آب‌های سرد از لحاظ کیفیت با یکدیگر تفاوت دارند یعنی قدرت ژله ای آن‌ها و حتی راندمان تولید ژلاتین از پوست این گونه ماهیان نسبت به یکدیگر تفاوت دارند.

Johnston –Banks(19) گزارش دادند که ژلاتین‌هایی که فرآیند تولید آن‌ها در pH حدود خنثی تنظیم شده است، قدرت بلوم ژله‌ای آن‌ها ($p<0.01$) بالاتر از ژله‌هایی است که در pH 2/5 تا 3 تنظیم گردیده است. بنابراین، در تحقیق حاضر که کلیه‌ی مراحل شست‌وشو با آب پس از هر مرحله فرآیند با اسید یا هیدروکسید سدیم در pH خنثی تنظیم گردیده است، قدرت ژله‌ای بالا دارد. در گزارش Gomez –Guillen & Montero(11) آمده است که قدرت ژله ای ژلاتین‌های تهیه شده از کلاژن استخراج شده با غلظت‌های متفاوت اسیدهای آلی (0/05، 0/1 و 0/5 مولار) و غلظت 0/05 مولار قلیایی که قبلاً استفاده شده نشان می‌دهد که در مورد اسید سیتریک با غلظت 0/05 مولار قدرت ژله‌ای بر حسب بلوم معادل 106 می‌باشد که بالاترین قدرت ژله‌ای در مقابل غلظت‌های دیگر اسیدهای آلی است. بنابراین، از بین اسیدهای آلی اسید سیتریک مناسب‌ترین اسید آلی است که قدرت ژله ای مطلوب ژلاتین را تولید می کند و در این بررسی نیز از اسید سیتریک استفاده گردید و این خود دلیلی دیگر بر داشتن قدرت ژله‌ای مطلوب ژلاتین حاصله در این بررسی دارد (23و24و25و26و27).

5- نتیجه گیری

از آن جا که در این بررسی، راندمان متوسّط تولید ژلاتین از نمونه‌ی غیر مأکول(کوسه) بیش‌تر از نمونه‌های مأکول می‌باشد، با در نظر گرفتن کلیه‌ی جوانب اقتصادی و با توجه به این که

1- Tilapia

Archive of SID

www.SID.ir

ژلاتین در مقایسه با دیگر فرآورده‌های جانی مصارف بیش‌تری دارد و مورد نیازتر است و چون ضایعات شیلات به مقادیر فراوان و ارزان قیمت در بنادر جنوبی کشور تولید و جمع‌آوری می‌شود، بنابراین، می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که طرح صنعتی تولید ژلاتین از ضایعات شیلات از لحاظ اقتصادی به صرفه بوده و قابل بررسی به نظر می‌رسد.

6- سپاس گزاری

از دانشگاه بهبهان به خاطر ارائه‌ی امکانات آزمایشگاهی و حمایت مالی در این طرح تحقیقاتی، سپاسگزاری می گردد.

7- منابع

1- Rerpond, K. D. and Wasson, D. H. 1993. Properties of Gels produced from blends of arrowtooth flounder and Alaska Pollock Surimi. Journal of Aquatic *Food Production and Technology*. 2 (1): 83-98.

2- Babbitt, J. K. and Reppond, K. 1998. Factors Affecting the Gel Properties of Surimi. *Journal of Food Sciences.* 53: 965-966.

3- Montero, P. and Alvarez, C. 1990. Characterization of Hake (Merluccius l.) and Trout (Salmo irideus Gibb.) Collagen. *Journal of Agricultural and Food chemistry* 38(3): 604-609.

4- PARK,J.W.1995.Surimi gel colors as affected by moisture content and physical onditions. *Journal of Food Sciences*. 60: 15-18.

5- Mizuno, H. and Saito, T. 1995. Physical properties of Kamaboko made from nama – Surimi and Otoshimi. *Bulletin Japan Society Sciences Fish*. 51: 1495-1499.

6- Sainsby, G. 1997. Gelatin Gels. In: Advances in Meat Research. Vol. 4. Collagen as a Food. Newyork. Van Nostrand Reinhold co. Inc. pp.209-222.

7- Grossman, S. and Bergman, M. 1992. Process for the Production of Gelatin from Fish skins. U. S. Patent. 5, 093, 474.

8- Gudmundsson, M. and Hafsteinsson, H. 1997. Gelatin from Cod skins as Affected by Chemical Treatments. *Journal of Food sciences*. 62(1): 37-39-47.

9- Kim J.S., and Cho S.Y. 1996. Screening for raw material of modified Gelatin in Marine Animal Skins caught in coastal offshore water in Korea. *Agricultural Chemistry Biotechnology*. 39(2): 134-139.

10- Montero, P. and Borderias, J. 1995. Plaice Skin Collagen extraction and functional properties. *Journal of Food sciences*. 60(1): 1-3.

11- Gomez-Guillen, M.G. and Montero, P.2001. Extraction of Gelatin from Megrim (lepidorhombus boscii) Skins with several Organic acids. *Journal of Food sciences*. 66: 2. 213-216.

12- Herrmann, P. and Creamp, A.G. 1989. Production of Gelatin from Cattle Bones. *Journal of Food engineering international*, 4: 9. 41-49

13- Ames, W. M. 1993. Manufacture of Glue and Gelatin. *Journal of sciences Food Agricultural*. 36(3): 454-458.

14- Osborne, R. and Voigt M.N., Hall D.E. 1990. Utilization of lumpfish (Cyclopterus lumpus) Carcasses for the production of Gelatin. In Advances in Fisheries Technology and Biotechnology for increased profitability. Lancaster, pa: Technomic publishing co. pp.143-150.

15- Leuenberger, B.H. 1991. Investigation of viscosity and gelation properties of different mammalian and fish gelatins. *Food Hydrocolloids.* 5: 333-361.

16- Norland, R.E.1990. Fish gelatin, In Advances in fishery technology and Biotechnology for increased profitability, Ed by Voight MN and Botta JK Technomic publiching.Lancaster, pp, 325-333.

17- Jeffreys, R.A. and Tabor B.E. 1992, Hardening of galatin with oxystarch. *US patent*. 3057723

18- Lee, H.G. 1990, Transglutaminase activity in Alaska pollack Muscle and Surimi and its reaction with myosin. *B. Nippon Suisan Gakkaishi*. 56: 125-132.

19- Johnston-Banks, F.A. 1990. Gelatin, In food gels, Ed by Harris p, Elsevie r Applied Science, London, pp. 133-289.

20- Janus, J.W. , Tabor, B.E. and Darlow, R.L.R.. 1989. The setting of gelatin sols. *Kolloid*. 205: 134.

21- PIEZ KA,1997, Characterization of a Collagen from Codfish skin. Biochemistry 4: 2590- 2596.

22- Kimura, S., and Ohno, Y. 1998. Fish skins type 1 collagen. Comp. *Biochemistry Physiology*. 88: 27-34.

23- Asghar, A. and Henrichson, R.L., 1982. Chemical biochemical, functional, and nutritional characteristics of collagen in food systems. Advances in food researches. 28, london: Academic press. pp.232-372.

24- Gustavson, K., 1986. The chemistry and reactivity of collagen.New york. Academic press. pp. 102-202 .

25- Ledward, D.A., 1986. Gelation of gelatin. London: Elsevier Applied science. p 233-289.

26- LEUENBERGER BGH. 1991 Investigation of viscosity and gelation properties of different mammalian and fish gelatin, *Food hydrocolloid.* 5: 353-361.

Archive of SID

www.SID.ir

27- Montero, P. and Borderial, J. 1990. Characterization of hake and trout. Journal of *Agricultural Food chemistry*. 38 (3): 604-609.

Archive of SID

www.SID.ir