

بررسی خواص عملکردی پروتئین هیدرولیز شده زیست فعال حاصل از دانه گوجه فرنگی

محیا شریعت علوی^۱، علیرضا صادقی ماهونک^{۲*}، محمد قربانی^۳، مهران اعلمی^۳

۱- کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۹۷/۰۳/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۲)

چکیده

ضایعات حاصل از فرآوری مواد غذایی شامل مواد مغذی با کیفیت بالا هستند که می‌توانند به طورگستردگی در سبد غذایی خانوارها استفاده شوند. سالانه حدود ۸۱۰۰ تن تفاله گوجه‌فرنگی مرتبط توسط کارخانجات ایجاد می‌شود که در بسیاری از مواقع، بدون در نظر گرفتن موارد کاربردی از زنجیره مصرف حذف می‌گردد. دانه‌ی جدا شده از تفاله گوجه‌فرنگی سرشار از پروتئین و اسیدهای آمینه ضروری‌می‌باشد. در این پژوهش ترکیبات شیمیایی (پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر) و ویژگی‌های عملکردی (جدب آب، جذب روغن، قدرت تشکیل کف و ویژگی امولسیون کنندگی) نمونه‌های مختلف دانه‌ی گوجه‌فرنگی (نمونه‌ی روغن گیری شده، کنسانتره و هیدرولیز شده با قابلیت آنتی‌اکسیدانی بالا) و ایزوله سویا (به عنوان نمونه‌ی pH شاهد) با هدف تعیین ویژگی‌های عملکردی پروتئین هیدرولیز شده جهت کاربرد در محصولات غذایی تعیین و تاثیر غلظت‌های مختلف نمک و pH بر این ویژگی‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد نمونه‌ی هیدرولیز شده دانه‌ی گوجه‌فرنگی حاوی ۷۹/۳٪ درصد پروتئین بود و از نظر ویژگی‌های عملکردی (جدب آب، جذب روغن، کف کنندگی و امولسیون کنندگی) اختلاف معنی داری بین نمونه‌ی روغن گیری شده و کنسانتره مشاهده گردید ($P<0.05$). در جمع‌بندی نهایی می‌توان گفت پروتئین هیدرولیز شده حاصل از دانه‌ی گوجه‌فرنگی بهترین ویژگی‌های عملکردی را از خود نشان داد و بنابراین می‌توان از آن به عنوان جایگزین پروتئین‌های حیوانی در رژیم غذایی و همچنین به عنوان ترکیبات عملکردن فرمولاسیون مواد غذایی استفاده نمود.

کلید واژگان: ویژگی‌های عملکردی، روغن گیری شده، کنسانتره، هیدرولیز شده، ایزوله سویا

* مسئول مکاتبات: sadeghiaz@gau.ac.ir

آب دوستی آنها، ساختمان (دوم، سوم و چهارم) و قابلیت انعطاف‌پذیری مولکولی اثر می‌گذارند نسبت می‌دهد که این مواد را در معرض عوامل محیطی خارجی نظیر pH، غلظت نمک و یا در هنگام اثر متقابل با سایر مواد غذایی تحت تاثیر قرار می‌دهند. نسری و همکاران (۲۰۰۷) علت کاهش قدرت کفکنندگی ایزوله پروتئینی شبکه‌لیمه افزایش قدرت یونی را، به پدیده راسب شدن پروتئین با نمک نسبت دادند [۱۰]. در نتایج به دست آمده توسط قدسولی و همکاران (۲۰۰۵) میزان خاصیت امولسیون کنندگی در آرد حاصل از سه‌گونه کانولا مقدار مناسبی را نشان داد و حتی از آرد سویا نیز میزان بیشتری داشت. آدبوالوال (۲۰۰۴) طبق نتایج به دست آمده بیان داشتند که نمونه‌های آرد و ایزوله‌های پروتئینی با درصد چربی بالا، دارای درصد جذب آب کمتری هستند [۱۱]. هی وود و همکاران (۲۰۰۲) در مورد خصوصیات عملکنندگی (ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت جذب چربی، امولسیون‌کنندگی و کفکنندگی) آردهای کم‌چرب دانه‌ی سویا تحقیق کردند. نتایج حاکی از خصوصیات امولسیون‌کنندگی بهتر آرد کم‌چرب نسبت به آرد بدون چربی و کاهش سایر خصوصیات بود [۸]. ادویه‌ارو و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر غلظت نمک بر خواص عملکردی آرد دانه‌ی Albizzia Leddeck را مورد بررسی قرار دادند. آنها کاهش ظرفیت جذب آب را متاثر از نوع و غلظت نمک بکار گرفته شده، دانستند [۱۲]. هدف از این پژوهش بررسی خصوصیات عملکردی پروتئین هیدرولیز شده دانه‌ی گوجه‌فرنگی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی مناسب حاصل از هیدرولیز در شرایط بهینه، در حین قرارگیری در شرایط محیطی متفاوت از نظر میزان نمک و pH بوده است و نتایج حاصله، با کنجاله روغن‌گیری شده و کنسانتره دانه‌ی گوجه‌فرنگی وایزوله سویا (به عنوان نمونه‌ی شاهد دارای خواص عملکردی مناسب) مورد مقایسه قرار گرفت.

۲- مواد روش‌ها

۲-۱- آماده‌سازی آردادنه گوجه‌فرنگی

تفاله‌ی گوجه‌فرنگی از کارخانه زشك مشهد تهیه گردید. از روش رسوبی برای جداسازی دانه‌ها از تفاله گوجه‌فرنگی استفاده شد. بدین منظور تفاله‌ها در ظروف پلاستیکی بزرگ در

۱- مقدمه

ضایعات حاصل از فرآوری مواد غذایی شامل مواد مغذی با کیفیت بالا هستند که می‌توانند به طور گستردگی به عنوان غذا، خوراک دام و یا کود استفاده شوند. محدودیت‌های اقتصادی و تکنولوژیکی منجر به عدم استفاده از ضایعات و همچنین آلدگی محیط زیست می‌شود [۱]. سالانه بیش از پنج میلیون و ۲۵۰ هزار تن گوجه‌فرنگی در ایران تولید می‌شود که بخشی از آن صادر و مقداری نیز به رب گوجه‌فرنگی تبدیل می‌شود از این مقدار سالانه حدود ۸۱۰۰ تن تفاله گوجه‌فرنگی مرتبط توسط کارخانجات ایجاد می‌شود که در بسیاری از مواقع بدن در نظر گرفتن موارد کاربردی از زنجیره مصرف حذف می‌گردد [۲]. جزء اصلی تفاله گوجه‌فرنگی دانه‌های آن می‌باشد که منبع بسیار خوبی از روغن‌های خوراکی پروتئین و لیکوپین می‌باشد [۳]. دانه‌ی گوجه‌فرنگی شامل ۲۲/۲ - ۳۳/۹ درصد پروتئین و ۲۰/۵-۲۹/۶ درصد چربی می‌باشد [۴]. پروتئین دانه‌ی گوجه‌فرنگی دارای اسیدهای آمینه آرژنین، لیزین، هیستیدین، فنیل‌آلانین، تریپتوفان، لوسین، ایزولوسین، متیونین، والین، سیستئین، آلانین، پرولین، گلوتامین، سرین، آسپارژین و ترئونین می‌باشد. به دلیل مقادیر بالای پروتئین، از دانه‌ی گوجه‌فرنگی می‌توان به جای سویا و ذرت در رژیم غذایی طیور هم‌استفاده نمود [۵]. پروتئین دانه‌ی گوجه‌فرنگی می‌تواند برای تولید کنسانتره ایزوله‌ی پروتئینی استخراج شود [۶]. پتانسیل استفاده مفید از کنسانتره پروتئینی به تنوع خصوصیات عملکردی آن بستگی دارد که این امر تحت تاثیر فاکتورهای اصلی نظیر نوع پروتئین و همچنین فاکتورهای محیطی نظری ساختار مدل سیستم‌یاغذا قرار می‌گیرد [۷]. خصوصیات عملکردی، آن دسته از ویژگی‌های فیزیکو‌شیمیایی ذاتی هستند که بر رفتار مواد پروتئینی در سیستم‌های فرآوری، تولید، نگهداری و آماده‌سازی تأثیر گذارند و عمدتاً شامل ظرفیت نگهداری آب، جذب چربی، خصوصیات امولسیون‌کنندگی و کفکنندگی می‌باشد [۸]. به عنوان مثال افزودن آرد سویا به محصولات نانوایی نه تنها باعث افزایش جذب آب خمیر و افزایش بازده محصول می‌شود بلکه از میزان افزایش جذب آب مشهد نشاسته کاسته، و ماندگاری را افزایش می‌دهد [۹]. دموداران (۱۹۹۷) این خواص عملکردی را به خواص فیزیکی و شیمیایی که بر رفتار عملکردی پروتئین‌های غذایی از نظر اندازه و شکل، ترکیب اسیدهای آمینه و توالی آنها، تقسیم بار، میزان آب‌گریزی و

۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند و با استفاده از سمپلر، مایع روی آنها جدا شد و توسط دستگاه خشک کن انجام داده شد. در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد نگهداری شد [۱۵]. در مطالعات پیشین، به منظور بهینه سازی Design فرایند از نظر خواص ضداکسایش از نرم افزار Expert و روش سطح پاسخ با طرح مرکب مرکزی استفاده شد. نتایج تحقیق حاکی از آن بود که شرایط بهینه برای دستیابی به بیشترین قدرت مهار رادیکال آزاد DPPH، دمای ۵۰ درجه‌ی سانتی گراد، زمان ۲۰ دقیقه و میزان آنزیم ۱/۸۵ درصد برای دانه گوجه‌فرنگی بود. در این تحقیق نیز از این شرایط بهینه جهت هیدرولیز کنسانتره‌ی پروتئین استفاده شد.

۴-۲ آزمون‌های شیمیایی

اندازه گیری پروتئین به روش کجلدال (AACC, 2000)، رطوبت، خاکستر و چربی، مطابق استاندارد AOAC انجام گرفت [۱۶ و ۱۷].

۵-۲ خواص عملکردی

۱-۵-۲ ظرفیت جذب آب

اندازه گیری جذب آب به روش سوزولسکی (۱۹۶۲) و کائور و سینت (۲۰۰۷) باکمی تغییرات انجام شد [۱۹ و ۱۸]. در این روش ابتدا لوله‌ها با ترازو (با دقت ۰/۰۰۱) توزین گردید و ۱ گرم از نمونه آرد درون لوله‌ها قرار داده شد. سپس ۱۰ میلی لیتر آب مقطر به درون لوله‌ها افزوده شد و مواد با هم مخلوط گردید و لوله‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط قرار داده شدند. در ادامه نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در ۶۰۰۰ g سانتریفیوژ شدند. پس از خروج سوپرناتانت، لوله‌ها به مدت ۲۵ دقیقه با زاویه ۴۵ درجه درون آون با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند تا آب‌هایی که جذب سطحی شده‌اند، خارج شوند. پس از گذشت زمان مربوطه، لوله‌ها دوباره با ترازوی مربوطه توزین شدند. درصد جذب آب بر اساس گرم آب جذب شده به ازای واحد گرم نمونه بیان گردید. از محلول نمکی ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۰/۱ مولار به منظور تعیین میزان جذب آب در قدرت‌های یونی مختلف استفاده شد. همچنین برای تعیین جذب آب در pH های مختلف، آب مقطر به pH های ۸، ۶، ۴، ۲ و ۰/۱ رسانده شد که برای این کار از هیدروکسید سدیم ۱ نرمال و اسید کلریدریک ۱ نرمال استفاده گردید.

آب غوطه‌ور شدنده در این حال پوسته‌سیک روی سطح و دانه‌های سنگین تهشیش شدند. دانه‌ها پس از جداسازی، در آفتاب خشک شدند و سپس با آسیاب خانگی (مدل سانی ساخت ژاپن) تبدیل به آرد و از الک مش ۸۰ عبور داده شدند. آرد حاصله با حلال هگزان به نسبت ۱:۱۰ در ۴ مرحله روغن گیری و پس از ۱ روز باقی ماندن در هوای آزاد، در کيسه‌های پلی‌اتیلنی ریخته و در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد [۱۳].

۲-۲ تولید کنسانتره پروتئین

دانه‌ی گوجه‌فرنگی

جهت استخراج پروتئین دانه‌ی گوجه‌فرنگی ابتدا پودر حاصله از مرحله‌ی قبل به نسبت ۱:۱۰ با آب دیونیزه مخلوط و pH آن با افزودن سود ۱ نرمال به $pH = 11/5$ تنظیم و به مدت ۳۰ دقیقه همزده شد، سپس محلول حاصل در ۲۶۰۰ g به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. در مرحله بعد pH سوپرناتانت به $pH = ۴$ ایزواکتریک دانه‌ی گوجه‌فرنگی تنظیم شد و جهت رسوب پروتئین‌ها، محلول حاصل در ۲۶۰۰ g به مدت ۲۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید. سپس کنسانتره پروتئینی حاصل با خشک کن انجام داده شد و تا زمان انجام آزمون‌ها در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد نگهداری شد [۱۴].

۳-۲ هیدرولیز کنسانتره پروتئین دانه

گوجه‌فرنگی

برای فرایند هیدرولیز آنزیمی، کنسانتره‌ی پروتئین دانه‌ی گوجه‌فرنگی در غلاظت ۵ درصد (وزنی/حجمی) در بافر فسفات با pH برابر ۸ (حد اپتیم برای آنزیم الکالاز) درون ارلن‌های ۱۰۰ میلی لیتری حل شد و امکان هیدراته شدن کامل آن با همزدن مداوم به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط فراهم شد. با رسیدن دمای انکوباتور به دمای مورد نظر، نمونه‌ها درون انکوباتور قرار داده شدند و پس از ثابت شدن دمای انکوباتور، آنزیم به نسبت مورد نظر به محلول‌ها اضافه شد. واکنش در محدوده زمانی مشخص انجام شد. پس از طی زمان مورد نظر، به منظور غیرفعال‌سازی آنزیم، ارلن‌ها درون حمام آب ۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شدند و سپس با استفاده از ظرف حاوی یخ تا رسیدن به دمای محیط سرد شدند. در ادامه نمونه‌ها با دور $g \times ۸۰۰۰$ به مدت

در می آورد، مورد استفاده قرار گرفت. همچنین این خاصیت در pH های مختلف (۱۰،۸،۶،۴،۲) و غلاظت های متفاوت نمک (۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ مولار) نیز مورد پژوهش قرار گرفت.

۶- آنالیز آماری

آزمون های خصوصیات عملکردی در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شدند و میانگین آنها گزارش گردید. داده ها با روش تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) در برنامه آماری SPSS با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی داری کمتر از ۵ درصد مورد بررسی قرار گرفتند و برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۱-۳- ترکیب شیمیایی

محتوای رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر نمونه روغن گیری شده، کنسانتره و هیدرولیز شده دانه گوجه فرنگی در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به نتایج، میزان پروتئین نمونه های هیدرولیز شده در مقایسه با سایر نمونه ها بیشتر بود. میزان پروتئین آرد روغن گیری شده دانه گوجه فرنگی در این پژوهش ۳۴ درصد و مشابه با نتایج گزارش شده (۳۳ درصد) توسط طالعی و همکاران (۲۰۱۱) بود [۲۱]. میزان خاکستر آرد روغن گیری شده دانه گوجه فرنگی ۳/۷ درصد و بیشتر از مقدار گزارش شده (۲/۲ درصد) توسط طالعی و همکاران (۲۰۱۱) برای نمونه روغن گیری شده بود [۲۱]. این اختلاف رامی توانیه بیشتر بودن میزان املاح به علت اختلاف در شرایط کاشت و نوع خاک نسبت داد. به علاوه همانظر که مشاهده همی گردد میزان خاکستر نمونه کنسانتره و هیدرولیز شده کمتر از نمونه روغن گیری شده همی باشد. علت این امر مربوط به شرایط تهیه نمونه های هیدرولیز شده و کنسانتره می باشد، به این صورت که در طی فرایند تهیه این محصولات با استفاده از محلول سازی پروتئین در قلیا و ترسیب در نقطه ایزو الکتریک قسمت عمده ای از مواد به خصوص املاح معدنی از پروتئین جدا می شوند در نتیجه نمونه کنسانتره و هیدرولیز شده دارای میزان خاکستر کمتری هستند. میزان روغن نمونه چربی گیری شده در این پژوهش حدودا ۱۰ درصد بود که کمتر از میزان روغن محاسبه شده (۱۲٪) توسط طالعی و همکاران (۲۰۱۱) برآورد شد [۲۱].

۲-۵-۲- ظرفیت جذب روغن

اندازه گیری جذب روغن به روش سوزولسکی (۱۹۶۲) و کائور و سینق (۲۰۰۷) با کمی تغییرات انجام شد [۱۸ و ۱۹]. در این روش ابتدا لوله ها با ترازو (با دقت ۰/۰۰۱) وزن گردید و سپس ۵/۰ گرم ازنمونه آرد درون لوله ها توزین شد. ۶ میلی لیتر روغن گیاهی آفتابگردان به درون لوله ها افزوده شد و با قاشقک آهنی به مدت ۱ دقیقه به هم زده شد و سپس نمونه ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط قرار داده شدند و در نهایت به مدت ۳۰ دقیقه در ۸۰۰g آسانتریفیوژ شدند. پس از خروج سوپرnatant با پیپت، لوله ها به مدت ۲۵ دقیقه وارونه قرارداده شدند و روغن جریان یافته اضافی را با گوش پاک کن خارج کرده و وزن نهایی آنها اندازه گیری شد. درصد جذب روغن بر اساس گرم روغن جذب شده به ازای واحد گرم نمونه بیان شد.

۲-۵-۳- خواص کف کنندگی

اندازه گیری ظرفیت کف کنندگی با روش آدبول و لاوال (۲۰۰۴) با کمی تغییرات انجام گرفت (۱۲). ۱ گرم از نمونه وزن شده با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم، با ۵۰ میلی لیتر آب مقطر در مخلوط کن سانی (مدل SBG-5725 ساخت کشور ژاپن) با سرعت ۲ (درجه تند) به مدت ۵ دقیقه مخلوط شد، سپس محتویات مخلوط کن دراستوانه مدرج ۲۵۰ سی سی ریخته شد و حجم کف حاصل شده بعد از ۳۰ ثانیه یادداشت شد و حجم قبل و بعد از کف کردن ثبت شد. برای بررسی اثر غلاظت های یونی بر خاصیت کف کنندگی، آرد وزن شده با ۱۰۰ میلی لیتر آب نمک با غلاظت های یونی ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ مولار سدیم کلرید مخلوط گردید. هم چنین برای بررسی اثر pH بر خاصیت کف کنندگی، سوسپانسیون آرد با آب در pH های مختلف ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ به دست آمد.

۲-۵-۴- خواص امولسیون کنندگی

بررسی خواص امولسیون کنندگی طبق روش آرم و همکاران (۲۰۰۷) انجام شد (۲۰). به طوری که ۱/۵ گرم از نمونه با ۲۵ میلی لیتر آب مقطر در داخل مخلوط کن خانگی سانی به مدت ۳۰ ثانیه خوب مخلوط شد. سپس روغن تصفیه شده سویا توسط بورت و به صورت قطره قطره از بالا به مخلوط کن اضافه شد و هم زنی انجام گردید تا زمانی که جدا شدن دو فاز از طریق تغییر در صدای شافت و یا به طور مستقیم مشاهده شد. حجم روغن مصرفی در محاسبه ظرفیت امولسیون کنندگی به عنوان حجم روغن که هر گرم آرد را به صورت امولسیون

Table 1 Chemical properties of different samples

Moisture(%)	Oil(%)	Ash(%)	Protein(%)	Sample
5.7±0.04	9.95±0.2	3.7±0.5	34.07±0.03	Defatted meal
5.37±1.9	4.43±57	3.2±1.6	68.50±0.13	Concentrate
4.23±65	2.36±0.9	2.8±3.8	79.37±58	Hydrolysate

*Data are mean ± SD of three replications

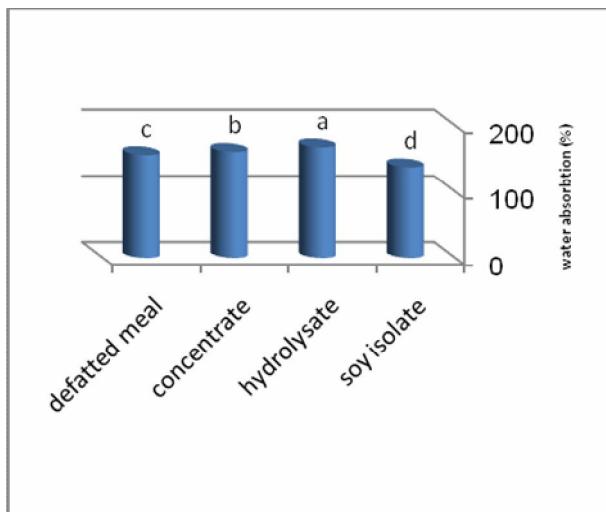


Fig 1 Water absorption capacity in different samples

۲-۲-۳- اثر pH بر ظرفیت جذب آب

نمودار ۲ تاثیر pH بر میزان جذب آب برای ۴ نمونه آرد روغن‌گیری شده، کنسانتره، هیدرولیز شده دانه گوجه‌فرنگی و ایزوله سویا را نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن بود که اثر pH بر جذب نمونه‌های مورد بررسی در سطح ۵ درصد معنی‌دار است ($P<0.05$). میزان جذب آب نمونه‌ها در $pH=10$ به بیشترین مقدار خود رسید که در نمونه‌ی آرد روغن‌گیری شده برابر با $183/24$ درصد، در کنسانتره برابر با $187/34$ درصد، در هیدرولیز شده برابر با $203/04$ درصد و در ایزوله سویا برابر با $140/67$ درصد بود. علت این امر را می‌توان به افزایش میزان حلالیت پروتئین در این pH دانست. از طرفی کمترین میزان جذب آب برای تمامی نمونه‌ها در $pH=4$ مشاهده شد که این موضوع می‌تواند به دلیل کاهش حلالیت پروتئین و رسیدن به نقطه ایزواکتریک باشد. با توجه به این نمودار می‌توان دریافت که در تمام سطوح مختلف pH میزان جذب آب در نمونه‌ی هیدرولیز شده بیش از نمونه‌های دیگر (روغن‌گیری شده، کنسانتره و ایزوله سویا) است.

۲-۳- بررسی خصوصیات عملکردی

۱-۲-۳- ظرفیت جذب آب

ظرفیت جذب آب در مواد غذایی مختلف به ترکیب اسیدهای آمینه، آرایش فضایی پروتئین، میزان آب دوستی و آب گریزی پروتئین و همچنین حضور کربوهیدرات‌های آب دوست بستگی دارد [۲۲ و ۲۳]. به طور کلی هرچه میزان اسیدهای آمینه قطبی در زنجیره جانی پروتئین بیشتر باشد و همچنین هرچه میزان کربوهیدرات‌های آب دوست و فیر خام افزایش یابد میزان جذب آب نمونه بیشتر می‌شود. همانطور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود حداقل ظرفیت جذب آب مربوط به نمونه‌ی هیدرولیز شده به میزان $167/32$ درصد است که از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) با مقادیر جذب آب سایر نمونه‌ها می‌باشد. بعد از نمونه‌ی هیدرولیز شده، به ترتیب کنسانتره، آرد روغن‌گیری شده و ایزوله سویا در رتبه‌های بعدی از نظر ظرفیت جذب آب قرار گرفتند. نکته قابل توجه دیگر وجود چربی در نمونه است به طوری که بر اساس نظریه ادبوا و همکاران (۲۰۰۵) با افزایش میزان چربی در نمونه باعث پوشاندن آب کاهش می‌یابد زیرا وجود چربی در نمونه باعث پوشاندن سایت‌های قابل اتصال با آب می‌شود [۲۴]. بنابراین ادبوا و همکاران (۲۰۰۵) با حذف چربی، به این نتیجه رسیدند که خاصیت جذب آب افزایش می‌یابد [۲۴]. همچنین کار و سینک (۲۰۰۷) نیز با بررسی ایزوله‌های پروتئینی نخود نتایج مشابهی بدست آورده‌اند به طوری که هرچه میزان چربی بالاتر باشد، ظرفیت جذب آب کاهش بیشتری می‌یابد [۲۵]. با توجه به دلیل ذکر شده شاید بتوان میزان کمتر ظرفیت جذب آب در نمونه‌ی روغن‌گیری شده را بین نمونه‌های مختلف دانه‌ی گوجه‌فرنگی بالاتر بودن میزان چربی در مقایسه با دو نمونه دیگر دانست.

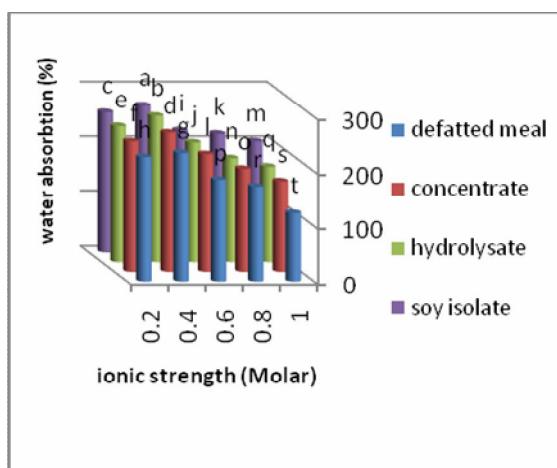


Fig 3 The effect of Salt on water absorption in different samples

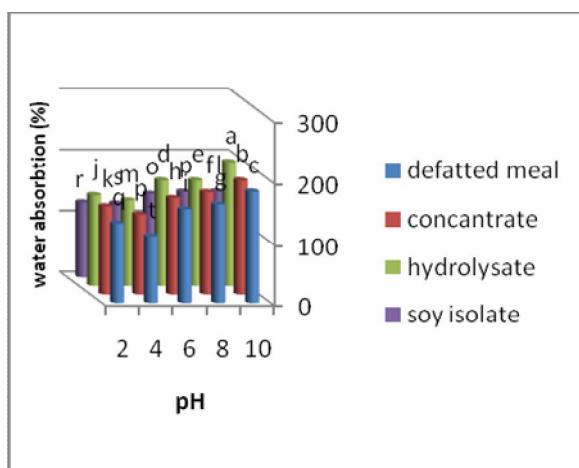


Fig 2 The effect of pH on the water absorption in different samples

۴-۲-۴- ظرفیت جذب روغن

جذب روغن یکی از خصوصیات مهم در فرمولهای غذایی است زیرا چربی طعم و احساس دهانی غذا را بهبود می‌بخشد [۲۷]. میانگین جذب روغن نمونه‌های روغن‌گیری شده، کنسانتره، هیدرولیز شده گوجه‌فرنگی و ایزوله‌ی سویا در نمودار ۴ مقایسه شده‌اند. طبق این نمودار کمترین میزان جذب روغن مربوط به نمونه‌ی هیدرولیز شده (۸۴/۳۲٪) و بیشترین میزان مربوط به نمونه کنسانتره (۵۸/۱۲٪) بوده است که با یکدیگر از نظر آماری اختلاف معنی‌داری دارند ($P < 0.05$). بسیاری از پژوهشگران میزان جذب روغن را به عنوان محبوس کردن فیزیکی روغن عنوان نموده‌اند و آن را به زنجیره‌های غیر قطبی پروتئین که ممکن است با زنجیره‌های جانبی هیدرولیز شده روغن پیوند برقرار کنند و همچنین به شکل فضایی پروتئین نسبت می‌دهند و در نتیجه اختلاف بین این عوامل را در مواد غذایی مختلف، باعث اختلاف در اعداد به دست آمده در جذب روغن پیشنهاد می‌کنند [۲۵]. همچنین به دست آمده در جذب روغن پیشتر است [۲۸]. در نتیجه می‌توان باشند ظرفیت جذب روغن پیشتر است [۲۸] در نتیجه می‌توان از روی داده‌های به دست آمده (نمودار ۴) این نکته را دریافت که احتمالاً در نمونه‌ی هیدرولیز شده تعداد اسیدهای آمینه غیرقطبی در زنجیره پروتئین در کمترین مقدار نسبت به سه نمونه‌ی دیگر است. همچنین به دلیل جذب بالای روغن در نمونه‌ی کنسانتره می‌توان به این جمع‌بندی رسید که اسیدهای آمینه غیرقطبی در آرایش فضایی پروتئین (در معرض قرار گرفتن این اسیدهای آمینه) در بالاترین مقدار قرار گرفته‌اند.

۳-۲-۳- اثر غلظت نمک بر ظرفیت جذب آب

با توجه به نمودار ۳، در بررسی تاثیر غلظت نمک بر میزان جذب آب قابل مشاهده است که جذب آب با افزایش غلظت از ۰/۲ به ۰/۴٪ افزایش و از ۰/۴ به ۰/۶٪ افزایش غلظت نمک درصد جذب آب برای هر ۴ نمونه مورد مطالعه به وضوح کاهش یافته است. در ابتدا با افزایش غلظت نمک، ظرفیت جذب آب بهبود می‌یابد. در این حالت یون‌های هیدراته نمک باند ضعیفی با گروه‌های باردار پروتئین ایجاد می‌کنند و سبب افزایش جذب آب می‌گردد. با افزایش بیشتر غلظت یونی، مقدار بیشتری از آب موجود با یون‌های نمک اتصال برقرار کرده که سبب آب‌زدایی پروتئین‌ها و در نتیجه سبب کاهش ظرفیت جذب آب می‌شود [۲۶]. سینا و سریدها (۲۰۰۵) نیز افزایش جزئی در قدرت یونی را به دلیل باز شدن گروه‌های اصلی مخفی شده در پروتئین و افزایش تعداد آن‌ها در افزایش جذب آب موثر می‌دانند اما غلظت بالای نمک را عامل محدود کننده جذب آب آرد و کاهش ظرفیت جذب آب آن ذکر کرده‌اند [۲۲]. همچنین با توجه به نمودار مذکور در غلظت‌های نمک یکسان، میزان جذب آب در نمونه‌های سویا بیشتر از نمونه‌های گوجه‌فرنگی بود و در نمونه‌های مختلف دانه گوجه‌فرنگی میزان جذب آب به ترتیب در هیدرولیز شده، کنسانتره و آرد چربی گیری شده دانه گوجه‌فرنگی کاهش یافت. بیشترین میزان جذب آب در غلظت ۰/۴ مولار نمک برای نمونه ایزوله سویا (۲۶۸/۲۵٪) و کمترین میزان در غلظت ۱ مولار نمک طعام برای نمونه کنجاله روغن‌گیری شده (۱۲۴/۳۳٪) مشاهده شد. نتایج نشان داد که اثر نمک بر جذب آب تمامی نمونه‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود ($P < 0.05$).

کروی مربوط می‌شود که به طور خیلی منظم قرار دارند و در برابر دناتوراسیون سطحی مقاومت می‌کنند [۲۹]. میزان کم قابلیت کف‌کنندگی نمونه‌ی روغن‌گیری شده نسبت به نمونه‌های دیگر ممکن است به دلیل وجود محتوای بالای چربی در نمونه‌ی روغن‌گیری شده باشد زیرا زمانی که لیپیدها در غاظت بیشتر از ۵٪ وجود دارند به طور قابل ملاحظه‌ای خواص کف‌کنندگی پروتئین را کاهش می‌دهند [۱۹].

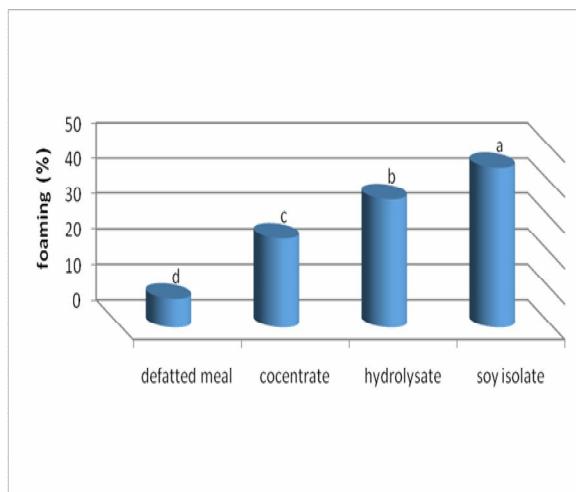


Fig 5 Foaming properties in different samples

۳-۲-۶- اثر pH بر خصوصیت کف‌کنندگی
نمودار ۶ تاثیر pH بر خصوصیت کف‌کنندگی برای ۴ نمونه را نشان می‌دهد. بر طبق نتایج بدست آمده می‌توان دید که pH=4 کمترین مقدار کف در تمام نمونه‌ها در ایزو(الکتریک) می‌باشد که با نتایج بدست آمده توسط اکثر پژوهشگران مطابقت دارد از جمله لاوال و همکاران (۲۰۰۵)، سینا و سریدها (۲۰۰۵)، آدبوال و همکاران (۲۰۰۵) و لاوال و ادبوال (۲۰۰۴). این پژوهشگران کاهش کف‌کنندگی در pH ایزو(الکتریک) را به دلیل فشرده‌تر بودن پروتئین نسبت به pHهای دیگر عنوان کرده‌اند. با توجه به نمودار در pHهای یکسان به ترتیب ایزوله سویا، نمونه‌ی هیدرولیز شده، کنسانتره و کنجاله دانه‌ی گوجه‌فرنگی دارای بیشترین تا کمترین خاصیت کف‌کنندگی هستند. همان‌طور که در نمودار ۶ مشخص است، ایزوله سویا در محدوده pH ۱۰ تا ۱۰ بیشترین میزان کف‌کنندگی را داشته است و این میزان در pH ۱۰ بیش از ۲ pH بوده است. دلیل این موضوع یعنی افزایش میزان کف‌کنندگی در pHهای اسیدی و قلیایی، احتمالاً افزایش بار خالص پروتئین است که واکنش‌های آب‌گریزی را ضعیف کرده و با افزایش حلالیت و انعطاف‌پذیری پروتئین،

بنابراین هرچه میزان اسیدهای آمینه غیرقطبی در زنجیره‌ی جانبی غالب‌تر باشد ظرفیت جذب روغن بالاتر خواهد بود. در نتیجه می‌توان پیش‌بینی کرد در محصولاتی مانند دسرها و سس‌های چون که حاوی روغن بالایی هستند باید از نمونه‌ی کنسانتره استفاده شود که ظرفیت جذب روغن بالایی دارد تا بتوان روغن موجود در فرمولاسیون را در محصول حفظ نمود.

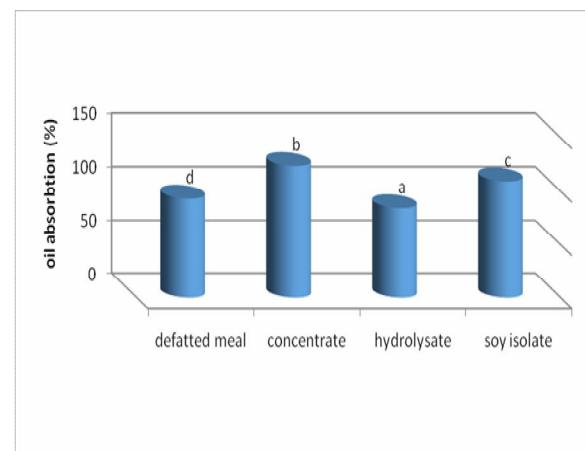


Fig 4 Oil absorption capacity in different samples

۳-۲-۵- خصوصیت کف‌کنندگی

پروتئین‌ها به دلیل فعالیت سطحی بالا عامل ایجاد کننده کف در آردها می‌باشند. پروتئین‌های محلول می‌توانند کشش سطحی بین لایه احاطه‌کننده مایع و حباب‌های هوا را کاهش دهند، در نتیجه از تجمع حباب‌ها ممانعت می‌کنند. از طرف دیگر مولکول‌های پروتئینی می‌توانند باز شده و با یکدیگر واکنش دهند و فیلم چند لایه پروتئینی تشکیل دهند که انعطاف‌پذیری سطح هوا_آب را افزایش می‌دهد، در نتیجه شکست حباب‌های

هوا سخت شده و کف مستحکم‌تری تشکیل می‌شود [۱۱].

براساس نمودار ۵ نمونه‌ی هیدرولیز شده دارای خاصیت کف‌کنندگی بیشتری در مقایسه با نمونه‌ی روغن‌گیری شده و کنسانتره می‌یاشد اما نسبت به ایزوله سویا خاصیت کف‌کنندگی کمتری دارد. به طوری که ایزوله سویا، نمونه‌ی هیدرولیز شده، کنسانتره و نمونه‌ی روغن‌گیری شده به ترتیب دارای ۰٪، ۲۵٪، ۳۶٪ و ۸٪ خاصیت کف‌کنندگی بوده‌اند. وجود اختلاف در میزان کف‌کنندگی نمونه‌های مختلف را می‌توان به مقدار و نوع پروتئین‌های محلول در آن‌ها نسبت داد. به عبارت دیگر قابلیت کف‌کنندگی مناسب، بستگی به وجود مولکول‌های پروتئین انعطاف‌پذیری دارد که قادرند کشش سطحی را کاهش دهند در حالی که قابلیت کف‌کنندگی ضعیف به پروتئین‌های

غلظت نمک مشخص مقدار کف تشکیل شده با توجه به نمودار ۷ در شرایط یکسان به ترتیب، ایزوله سویا، نمونه هیدرولیزشده، کنسانتره و کنجاله دانه گوجه فرنگی از بیشترین به کمترین بود. تفاوت مشاهده شده در میزان کف کنندگی نمونه های ایزوله سویا و نمونه های دانه گوجه فرنگی با اعمال قدرت های یونی متفاوت ممکن است به دلیل اختلاف فیزیولوژیکی در ترکیب پروتئین و حضور ترکیبات دیگر نظری لیپیدها، کربوهیدرات ها و غیره باشد که در بین نمونه های سویا و دانه گوجه فرنگی، مقادیر مختلف دارند.

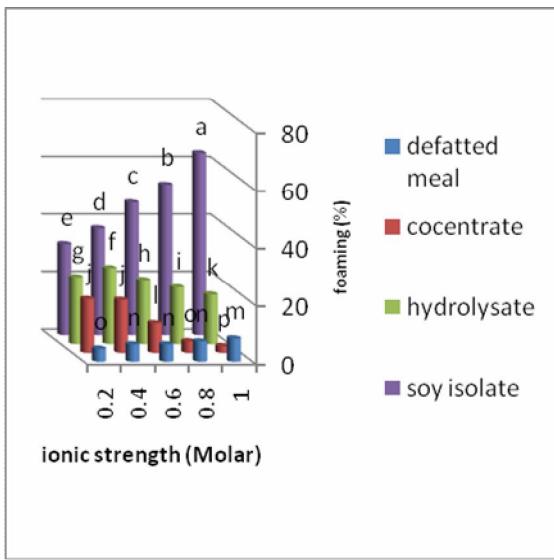


Fig 7 The effect of salt on the foaming properties in different samples

۷-۲-۳- خصوصیت امولسیون کنندگی

خواص امولسیفایری محصولات دارای پروتئین، بعلت حضور پروتئین های محلول و نامحلول و همچنین سایر ترکیبات، مثل پلی ساکاریدهاست [۳۲]. پروتئین های توانند از طریق کاهش کشش سطحی قطره های روغن و ایجاد دافعه الکترواستاتیکی بر سطح قطره های روغن، یک امولسیون را تشکیل داده و تحکیم بخشند [۳۳]. با توجه به نمودار ۸ ملاحظه می شود ظرفیت امولسیون کنندگی ایزوله سویا بیشتر از سایر نمونه ها بودو این اختلاف از لحاظ آماری نیز معنی دار می باشد ($P < 0.05$) که احتمالاً ناشی از وجود تعداد زیادی سایتهای آب دوست و آب گریز در بیوپلیمرهای پروتئینی آن می باشد. خصوصیت امولسیون کنندگی برای نمونه های روغن گیری شده نسبتاً ناچیز می باشد که می توان چنین توجیه نمود که به دلیل مقدار بیشتر چربی در این نمونه در مقایسه با سایر نمونه ها (کنسانتره، هیدرولیزشده و ایزوله سویا)

پراکنده گی آن را در فضای بین هوا_آب سریع تر کرده و باعث به دام افتادن ذرات هوا و در نتیجه افزایش میزان کف کنندگی شده است [۲۸]. در مورد نمونه های روغن گیری شده همانطور که در نمودار ۶ دیده می شود، کمترین میزان کف کنندگی در نقطه ایزوکلریک (PH=4) مشاهده شد. دلیل این امر کاهش حلالیت پروتئین در این نقطه می باشد. نمونه های روغن گیری شده در مجموع، در بین تمام نمونه های مورد بررسی کمترین میزان کف کنندگی را داشته است [۳۱].

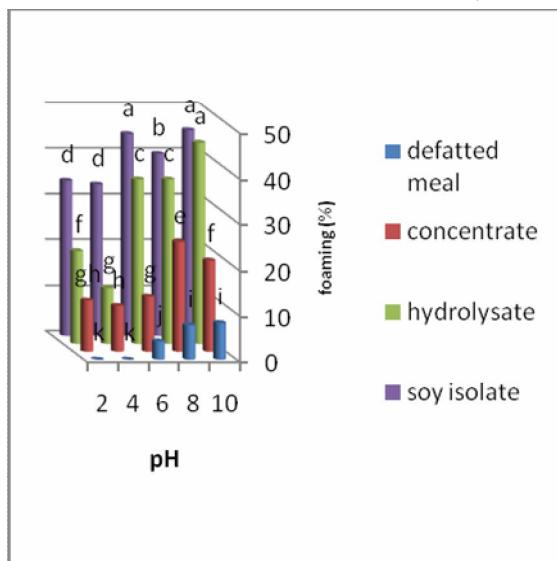


Fig 6 The effect of pH on the foaming properties in different samples

۷-۲-۴- اثر غلظت نمک بر خصوصیت کف کنندگی

در بررسی تاثیر غلظت یونی بر خاصیت کف کنندگی، همانطور که در نمودار ۷ قابل مشاهده است واکنش نمونه های مختلف بر میزان افزایش غلظت نمک باهم کاملاً متفاوت بود. در نمونه سویا با افزایش غلظت نمک به طور معنی داری میزان کف تشکیل شده نیز افزایش یافت اما واکنش نمونه هیدرولیز شده دانه گوجه فرنگی در مقابل افزایش غلظت متفاوت بود یه این صورت که از غلظت $0/2$ تا $0/4$ مولار خصوصیت کف کنندگی افزایش یافت اما از غلظت $0/4$ مولار به بعد با افزایش غلظت نمک، مقدار کف تشکیل شده کاهش یافت. این روند برای نمونه های کنسانتره دانه گوجه فرنگی هم نیز صدق نمود. با توجه به نمودار، قدرت کف کنندگی کنجاله چربی گیری شده، برخلاف نمونه های کنسانتره و هیدرولیز شده با افزایش قدرت یونی تا حدودی افزایش یافت، که علت این امر را در دو نمونه های کنسانتره و هیدرولیز شده می توان به پدیده راسب شدن پروتئین توسط نمک نسبت داد [۱۰]. لازم به ذکر است در یک

اساس اکثر مقالات منتشر شده به کاهش حلالیت پروتئین در این نقطه مربوط می‌شود [۳۰ و ۳۱]. همچنین ادیوال و لاوال (۲۰۰۴) اختلاف در فعالیت امولسیونی آردهای مختلف را به دلیل برهم کنش ترکیبات دیگر آرد با پروتئین و یکدیگر عتوان نموده‌اند که بر این ویژگی تاثیرگذار است. به عنوان مثال میزان بالای کربوهیدرات را دلیل کاهش این خاصیت پیش‌بینی کرده‌اند [۱۱].

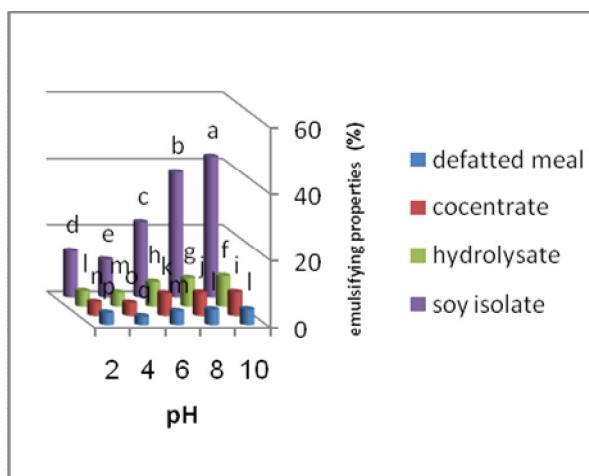


Fig 9 The effect of pH on the emulsifying properties in different samples

۱۰-۲-۳- اثر غلاظت نمک بر خصوصیت امولسیون کنندگی

در بررسی تاثیر غلاظت یونی بر درصد امولسیون کنندگی با توجه به نمودار ۱۰ می‌توان گفت با افزایش غلاظت نمک از ۰/۲ مولار به ۱ مولار میزان خاصیت امولسیون کنندگی برای هر ۴ نمونه (ایزوله سویا و نمونه‌های مختلف دانه گوجه‌فرنگی) در سطح معنی‌داری ($P < 0.05$) کاهش یافت. بیشترین خاصیت امولسیون کنندگی، مربوط به ایزوله سویا (۷۷/۴٪) در غلاظت ۰/۲ مولار نمک و کمترین خاصیت امولسیون کنندگی مربوط به نمونه‌ی روغن‌گیری شده در غلاظت ۱ مولار (۰/۰۴٪) مشاهده شد. در غلاظت‌های یونی یکسان قدرت امولسیون کنندگی در سویا بیشتر از سه نمونه دانه گوجه‌فرنگی بود. با توجه به آنالیز آماری انجام شده در نمونه‌ی هیدرولیز شده، کنسانتره و کنجاله دانه گوجه‌فرنگی از بیشترین به کمترین است. بیشترین درصد امولسیون کنندگی مربوط به ایزوله سویا بود که در $pH=10$ میزان ۳۵/۴٪ بوده است. نمونه‌ی هیدرولیز شده دانه گوجه‌فرنگی در تمام سطوح pH نسبت به نمونه‌های کنسانتره و کنجاله درصد امولسیون کنندگی بالاتری در سطح معنی‌داری ($P < 0.05$) داشت. تاثیر pH بر میزان خاصیت امولسیون کنندگی، عملکردی مشابه با تاثیر این پارامتر بر خاصیت جذب آب دارد. به این صورت که در تمامی نمونه‌های مورد بررسی از $pH=2$ به $pH=4$ سیر نزولی را مشاهده می‌کنیم و از $pH=2$ به بعد سیر صعودی را برای هر دو خاصیت خواهیم داشت. دلیل کاهش خاصیت امولسیون کنندگی در نقطه ایزوالکتریک بر

بخشی از ظرفیت امولسیون کنندگی آن قبل اشباع شده است و لذا ظرفیت پذیرش روغن اضافی آنکه از سایر نمونه‌ها می‌باشد.

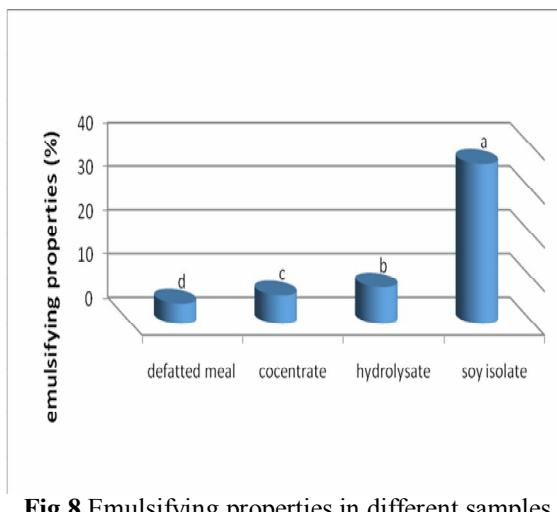


Fig 8 Emulsifying properties in different samples

۹-۲-۳- اثر pH بر خصوصیت امولسیون کنندگی

با توجه به آنچه در نمودار ۹ قابل مشاهده است کمترین مقدار ظرفیت امولسیون کنندگی برای تمامی نمونه‌ها در ایزواکتریک ($pH=4$) بوده است. این موضوع در مورد ایزوله سویا کاملاً آشکار و معنی‌دار ($P < 0.05$) است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در نمونه‌ی روغن‌گیری شده و هیدرولیز شده در $pH=2$ و $pH=6$ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است در $pH=10$ نیز صدق می‌کند. همان‌طور که مشاهده می‌شود در تمام سطوح مختلف pH ، میزان خاصیت امولسیون کنندگی به ترتیب از ایزوله سویا، نمونه‌ی هیدرولیز شده، کنسانتره و کنجاله دانه گوجه‌فرنگی از بیشترین به کمترین است. بیشترین درصد امولسیون کنندگی مربوط به ایزوله سویا بود که در $pH=10$ میزان ۳۵/۴٪ بوده است. نمونه‌ی هیدرولیز شده دانه گوجه‌فرنگی در تمام سطوح pH نسبت به نمونه‌های کنسانتره و کنجاله درصد امولسیون کنندگی بالاتری در سطح معنی‌داری ($P < 0.05$) داشت. تاثیر pH بر میزان خاصیت امولسیون کنندگی، عملکردی مشابه با تاثیر این پارامتر بر خاصیت جذب آب دارد. به این صورت که در تمامی نمونه‌های مورد بررسی از $pH=2$ به $pH=4$ سیر نزولی را مشاهده می‌کنیم و از $pH=2$ به بعد سیر صعودی را برای هر دو خاصیت خواهیم داشت. دلیل کاهش خاصیت امولسیون کنندگی در نقطه ایزوالکتریک بر

از خود نشان دادند. نتایج حاصل نشان داد که نمونه‌ی هیدرولیز شده دانه‌ی گوجه‌فرنگی از مقادیر بالای پروتئین برخوردار است و دارای خصوصیات عملکردی مناسب‌تری نسبت به نمونه‌ی کنسانتره و روغن‌گیری شده می‌باشد. از این رو از نمونه‌ی هیدرولیز شده دانه‌ی گوجه‌فرنگی می‌توان به عنوان اجزای تشکیل دهنده انواع گوناگونی از مواد غذایی نظری فرآورده‌های گوشتی، لبni، نانوایی و نیز در صنایع مالت‌سازی استفاده کرد. انجام این پژوهش، اولین گام در توسعه و تکمیل پروژه‌های بعدی در مورد استفاده از پروتئین هیدرولیز شده حاصل از ضایعات گوجه‌فرنگی می‌باشد که می‌تواند بعنوان جایگزین پروتئین‌های حیوانی در رژیم‌غذایی مردم در کشورهای در حال توسعه و همچنین بعنوان ترکیبات عملکر در فرمولاسیون مواد غذایی مطرح باشد.

۵- منابع

- [1] Sogi, D.S. and Bawa, A.S. (1998). Dehydration of tomato processing waste. *Indian Food Packer*. 52: 26–29.
- [2] Jahad Keshvarzi. Gorgan. (1388).
- [3] Liadakis, G.N., Tzia, C., Oreopoulos, V., Thomopoulos, C.D. (1998). Isolation of tomato seed meal protein with salt solutions. *Journal of Food Science*. 63, 450-453.
- [4] Latlief, S. J., and D. Knorr. (1983). Tomato seed protein concentrates: effects of methods of recovery upon yield and compositional characteristics. *Journal of Food Science*. 48:1583–1586.
- [5] Persia, M. E., Parsons, C.M., Schang, M., Azcona, J. (2003). Nutritional evaluation of dried tomato seeds, poultry science. 82, 141-146.
- [6] A., Kwee, w. h. Functional and nutrition alproperties of tomato protein concentrates. *Journal of Food Science*. 42(1):207 – 211. Society press, U.S.A.
- [7] Mahajan, A., Dua, S., 2002, Salts and pH induced changes in functional properties of amaranth (*Amaranthus tricolor L.*) seed meal, *Cereal Chemistry*. 79, 834-837.
- [8] Heywood, A.A., Myers, D.J., Baiely, T.B. and Johnson, L.A., 2002, Functional properties of low fat soy flour produced by an extrusion-expelling system. *Journal of American Oil Chemist' Society*. 79(12), 1249-1253.

توجه کاهش میزان خاصیت امولسیون‌کنندگی تمام نمونه‌ها با افزایش غلظت نمک به حدود ۱ مولار است که با نتایج تمام پژوهش‌های انجام شده مطابقت دارد. در غلظت‌های بالای نمک، میزان باز شدن و انعطاف مولکول پروتئین کاهش می‌یابد که احتمالاً باعث کاهش جذب پروتئین در لایه مرزی آب و روغن خواهد شد. خاصیت امولسیفایری بیوپلیمرهای پروتئین بستگی به قابلیت آن در پایین آوردن کشش سطحی بین آب و روغن در امولسیون دارد. فعالیت سطحی باعث مهاجرت آسان پروتئین، باز شدن و نوآرایی مجدد آن در لایه بین سطحی آب و روغن می‌شود. احتمالاً نمک‌ها در غلظت‌های بالا، این فعالیت سطحی را کاهش می‌دهند و در نهایت منجر به کاهش قدرت امولسیون‌کنندگی خواهد شد [۳۵].

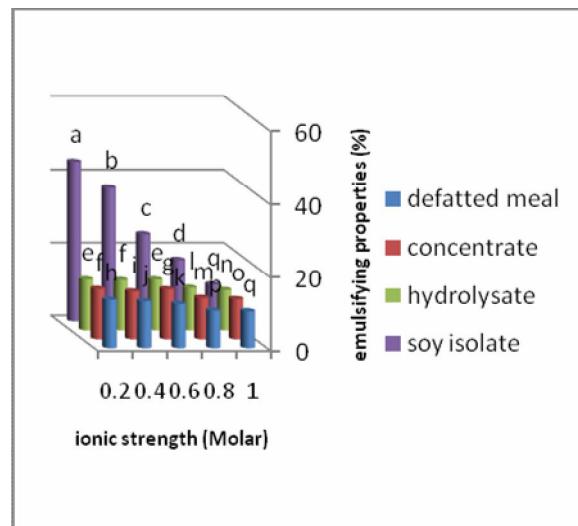


Fig 10 The effect of Salt on the emulsifying propertiesin different samples

۶- نتیجه‌گیری

در پژوهش‌های پیشین با بهینه‌سازی شرایط هیدرولیز آنزیمی، پروتئین هیدرولیز شده دانه‌ی گوجه‌فرنگی با قابلیت آنتی‌اکسیدانی و کاهنده‌گی نیتریک‌اکسید بالا تولید شد. از این رو با در نظر گرفتن خواص بالقوه پروتئین‌های حاصل، در این پژوهش ویژگی‌های عملکردی محصولات حاصل از دانه‌ی گوجه‌فرنگی برای ارزیابی مصرف مؤثر آنها در سیستم‌های غذایی مورد بررسی قرار گرفت. به طور کلی در این تحقیق، سه نمونه‌ی دانه‌ی گوجه‌فرنگی مورد بررسی، دارای خصوصیات متعددی بودند و قابلیت‌های بالایی در مقایسه با ایزوله سویا در ظرفیت جذب آب و جذب روغن داشتند اما خصوصیت کف‌کنندگی و امولسیون‌کنندگی نسبتاً ضعیف‌تری

- [21] Talei, A., Sadeghi Mahoonak, A., Ghorbani, M. (2011). Effect of Heat Processing on Chemical and Functional Properties of Tomato Seed Flour. *Iranian Food Science and Technology*. 7(2), 99-107.
- [22] Seena, S., and Sridhar, K.R. (2005). Physicochemical, functional and cooking properties of under explored legumes, Canavalia of the southwest coast of India. *Food Research International*. 38: 803-814.
- [23] Yu, J., Ahmenda, M., and Goktepe, I. (2007). Peanut protein concentrate: production and Functional properties as affected by processing. *Food Chemistry*. 103: 121-129.
- [24] Adebawale, Y.A., Adeyemi, I.A., and Oshodi, A.A. (2005). Functional and Physicochemical properties of flours of six Mucuna species. *African Journal of Biotechnology*. 4:12. 1461- 1468.
- [25] Kaur, M., and Singh, N. 2007. Characterization of protein isolate from different Indian chickpea cultivars. *Food Chemistry*. 102: 366-374.
- [26] Lawal, O.S. (2004). Functionality of African locust bean protein isolate: effects of pH, ionic strength and various protein concentrations. *Food Chemistry*. 83:3. 345-355.
- [27] Kinsella, J. E. (1979). Functional properties of soy proteins. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 56:242-258.
- [28] Abu, J.O., Muller, K., Doudo, K.G., and Minnaar, A. (2005). Functional properties of cowpea flours and pastes as affected by gamma-irradiation. *Food Chemistry*. 93: 103-111.
- [29] Oladele, A. K., and Aina, J. O. 2007. Chemical composition and functional properties of flour produced from two varieties of tigernut. *African Journal of Biotechnology*. 6:21. 2473- 2476.
- [30] Lawal, O. S., Adebawale, K. O., Ogunsanwo, B. M., Sosanwo, O. A., Bankole, S. A. (2005). On the functional properties of globulin and albumin protein fractions and flour of African locust bean (Parkia biglobosa). *Food chemistry*, 92:681-691.
- [31] Aluko, R. E., Yada, R. Y. (1995). Structure, function relationships of cowpea (*Vigna unguiculata*) globulin isolate: Influence of pH and NaCl concentration on [9] Liu, K., 2004, Soybean as functional foods and ingredients. *American Oil Chemist'*
- [10] Nasri, N. A., Tinay, A. H. E. (2007). Functional properties of fenugreek (*Trigonellafoenumgrecum*) protein concentrate. *Food chemistry*. 103:582-589.
- [11] Adebawale, K. O., Lawal, O. S. (2004). Comparative study of the functional properties of bambara groundnut (*Voandzeia subterranea*), jack bean (*Canavaliaensiformis*) and mucuna bean (*Mucunapruiriens*) flour. *Food Research International*. 37:355-365.
- [12] Adubiaro, H. O., Olaofe, O., Akintayo. E. T. (2009). Effects of salts on the functional properties of Albizzia Leddeck seed flour. *EJEA Food Chemistry*. 8:692-703.
- Chemists Society*. 76, 1455-1460.
- [13] Yemisi, A., Kayode, O.A., 2007, Evaluation of the gelation characteristics of mucuna bean flour and protein isolate, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 6 (8), 2243-2262.
- [14] Liadakis, G.N., Tzia, C., Oreopoulou, V., and Thomopoulos, C.H. (1995). Protein Isolation from Tomato Seed Meal, Extraction Optimization. *Journal of Food Science*. 3, 477-482.
- [15] Villanueva, A., Vioque, J., Sánchez-Vioque, R., Clemente, A., Pedroche, J., Bautista, J., Millán, F. (1999). Peptide Characteristics of Sunflower Protein Hydrolysates. *Journal of the American Oil*.
- [16] AACC. (2000). Approved methods of the AACC. *American Association of Cereal Chemists*. St Paul, MN.
- [17] AOAC. (2005). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, Vol. II. Arlington, VA: *Association of Official Analytical Chemists*.
- [18] Sosulski, F. W. (1962). The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheat. *Cereal Chemistry*. 39:344-350.
- [19] Kaur, M., Singh, N. (2007). Characterization of protein isolates from different Indian chickpea (*Cicerarietinum L.*) cultivars. *Food Chemistry*. 102:366-374.
- [20] Aremo, M.O., Olaofe, O., and Akintayo, E.T. 2007. Functional properties of some Nigerian varieties of legume seed flours and flour concentration effect on foaming and gelation properties. *Journal of Food Technology*. 5:2. 109-115.

- [34] Ragab, D. M., Babiker, E. E., and Eltinay, A.H. (2004). Fractination, solubility and functional properties of cowpea proteins as affected by pH and/or salt concentration. *Food Chemistry*. 84:2. 207-212.
- [35] Ogungbenle, H. N. (2008). Effects of salt concentrations on the functional properties of some legume flours. *Pakistan Journal of Nutrition*. 7:3. 453-458.
- physicochemical and functional properties. *Food Chemistry*. 53:259-265.
- [32] McWatters, K. H. and Cherry, J. P. 1997, Emulsification, foaming and protein solubility of defatted soybean, field pea and bean flour. *Journal of Food Science*. 42: 1444–1450.
- [33] Sikorski, Z. E. (2002). Chemical and functional properties of food components. Proteins. In Z. E. Sikorski. Florida: CRC Press, Inc. 133–178.

Evaluation of Functional Properties of bioactive protein hydrolysate derived from tomato seed

Shariat Alavi, M. ¹, Sadeghi Mahoonak, A. R. ^{2*}, Ghorbani, M. ³, Alami, M. ³

1. Msc of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
2. Professor, Faculty of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
3. Associate Professors, Faculty of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

(Received: 2018/06/20 Accepted:2019/01/02)

The waste from food processing involves high-quality nutrients that can be widely used in food formulations. About 8100 tons of tomato pomace is produced annually by factories, which are often discarded without taking into account their potential usein the supply chain. Seeds isolated from tomato pomace arerich in protein and essential amino acids. In this research, chemical composition (protein, fat, moisture and ash) and functional properties (water absorption, oil absorption, foaming property and emulsion activity), in differentfractions of tomato seed (defatted meal, protein concentrate and hydrolysate) and soy isolate (as the control sample) was determined and the effect of different concentrations of salt and pH on these characteristics was also investigated. The results showed that the tomato protein hydrolysate contained 79.37% of protein. There was a significant difference between the samples in terms of functional characteristics (water absorption, oil absorption, foaming and emulsification properties) between the de-oiled and concentrate samples ($P <0.05$). In conclusion, it can be said that the proteinhydrolysate derived from tomato seeds protein showed the best functional properties and therefore could be used as substitute for animal based proteins in the diet as well as active ingredients in food formulations.

Keyword: Functional properties, Defatted meal, Concentrate, Hydrolysate, Soy isolate

* Corresponding Author E-Mail Address: sadeghiaz@gau.ac.ir