



## تأثیر تابش لیزر موج پیوسته سبز بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی پروتئین‌های سفیده تخم مرغ

\*رزاق محمودی<sup>۱</sup>، ابراهیم صفری<sup>۲</sup> و محمدسعید حسین‌زاده<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>استادیار گروه بهداشت مواد غذایی و آبیان، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تبریز، <sup>۲</sup>استادیار گروه فیزیک، دانشگاه تبریز، <sup>۳</sup>آ دانش‌آموخته دکترای حرفه‌ای دامپزشکی دانشگاه تبریز  
تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۴

### چکیده

کاربرد تابش‌های نوری مختلف به‌ویژه طول موج کوتاه و لیزر در صنعت غذا به جهت غیرفعال‌سازی شمار زیادی از میکروارگانیسم‌های پاتوژن غذا زاد عامل ایجاد بیماری و مسمومیت به‌عنوان یک تکنولوژی مناسب و جدید مطرح می‌باشد. در این پژوهش تأثیر تابش لیزر موج پیوسته سبز بر ویژگی‌های ساختاری (با استفاده از SDS-PAGE) و فیزیکوشیمیایی (ارزیابی خصوصیات ارگانولپتیکی و pH) پروتئین‌های سفیده تخم مرغ مورد مطالعه قرار گرفت. ارزیابی‌های الکتروفورز نمونه‌های سفیده تخم مرغ نشان داد که تیمارهای لیزر موج پیوسته سبز در این مطالعه فاقد تأثیری بر خصوصیات ساختاری و باندهای پروتئینی سفیده تخم مرغ بوده و همچنین اثرات نامطلوبی در خصوصیات ارگانولپتیکی (رنگ و بو) سفیده تخم مرغ ایجاد نمود. نمونه کنترل و نمونه‌های تیمار شده هیچ‌گونه تفاوت آماری معنی‌داری را در مقادیر pH خود نشان ندادند. بهره‌گیری از روش تابش لیزر موج پیوسته سبز در عرصه سالم‌سازی تخم مرغ‌های شکسته در صنعت غذا می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: لیزر، الکتروفورز، تخم مرغ، پروتئین

\*مسئول مکاتبه: [mahmodi@tabrizu.ac.ir](mailto:mahmodi@tabrizu.ac.ir)

## مقدمه

سفیده تخم مرغ یک ماده پروتئینی است که دارای خصوصیات متعدد عملکردی مانند ایجاد ژل، کف و امولسیون می‌باشد. بر این اساس از اجزاء بسیار مهم و ضروری در بسیاری از محصولات غذایی همچون فرآورده‌های گوشتی، انواع شیرینی‌جات و محصولات نانوائی به‌شمار می‌رود (ماین، ۱۹۹۵). در میان انواع پروتئین‌های موجود در سفیده تخم‌مرغ، اوالبومین، کونالبومین، اووموکوئید و لیزوزیم دارای نقش اساسی در ایجاد خصوصیات عملکردی آن به‌شمار می‌رود (پاوریه و ناکیا، ۱۹۸۶).

آلودگی مواد غذایی به انواع میکروارگانیسم‌های عامل عفونت و مسمومیت غذایی همواره به‌عنوان یکی از چالش‌های مهم در صنایع غذایی توجه زیادی را به خود جلب کرده است، در این راستا سالم‌سازی تخم مرغ‌های شکسته به جهت کاربرد سفیده و زرده آنها در آماده‌سازی و فرآوری بسیاری از محصولات غذایی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد. جهت حذف یا کاهش برخی تاثیرات نامطلوب روش‌های حرارتی مرسوم مورد استفاده در نگهداری و سالم‌سازی مواد غذایی مانند ایجاد تغییرات نامناسب در ترکیبات غذا و نیز کاهش ارزش کیفی و تغذیه‌ای آن تلاش‌های بی‌شماری در زمینه استفاده از تکنولوژی‌های غیر حرارتی برای تولید غذای سالم با کمترین تاثیر سوء بر ویژگی‌های کیفی و ارگانولپتیکی و تغذیه‌ای صورت گرفته است (باربوسا-کارنوواس و همکاران، ۱۹۹۸). در این میان می‌توان به تیمارهایی همچون تیمار الکتریکی پالسی<sup>۱</sup>، تیمار تابش پالسی<sup>۲</sup> و تابش‌های نوری مرئی، فرابنفش و مادون قرمز اشاره نمود (اندرسون و همکاران، ۲۰۰۰، دو و همکاران، ۲۰۰۲). بهره‌گیری از این تیمارها در صنایع غذایی به سبب کاهش یا حذف نگهدارنده‌های شیمیایی، کاهش مشکلات بهداشتی و اقتصادی حاصل از مضرات نگهدارنده‌های شیمیایی موجب بهبود ارتقاء سلامتی مصرف‌کنندگان می‌شود. تابش‌های نوری در جهت کاهش جمعیت میکروبی، سلول‌های رویشی و اسپورها در غذا از کارایی بسیار چشمگیر برخوردار بوده و به جهت عدم ایجاد باقی‌مانده در نمونه‌های غذایی اهمیت بسیاری دارد. با این وجود اطلاعات خاصی در زمینه تاثیر تابش‌های نوری بر غذا و اجزاء آن که دارای اهمیت بسیاری در صنایع غذایی می‌باشد در دسترس نیست (روان و همکاران، ۱۹۹۶، تاکشیتا و همکاران، ۲۰۰۳). نظر به استفاده بی‌شمار سفیده و زرده تخم مرغ‌های شکسته در

۱- Pulsed Electric Field (PEFT)

۲- Pulsed Light (PLT)

بسته‌بندی‌های جداگانه برای مصارف گوناگون همچون شیرینی‌پزی و... امکان سالم‌سازی این اجزاء با استفاده از تابش‌های لیزری در محدوده مرئی امکان‌پذیر خواهد بود. ارزش تغذیه‌ای و خصوصیات عملکردی و کاربردی پروتئین‌های تخم‌مرغ در صنعت غذا می‌تواند طی تغییرات شدید ساختاری و پاره‌ای از خصوصیات فیزیکوشیمیایی آن تحت شعاع قرار گیرد، بنابراین در این مطالعه تاثیر تابش لیزر موج پیوسته سبز بر خصوصیات ساختاری و فیزیکوشیمیایی (pH و ارگانولپتیک) پروتئین‌های سفیده تخم‌مرغ مورد ارزیابی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

**تهیه و آماده‌سازی تخم‌مرغ:** تخم‌مرغ‌های تهیه شده (واحد مرغ تخم‌گذار مزرعه پرورش خلعت‌پوشان دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز) در مجاورت شعله شکسته، سفیده و زرده آن جدا گردید.

انجام تابش لیزر موج پیوسته سبز

الف) طراحی آزمایشگاهی

برای انجام آزمایش جعبه‌ای در نظر گرفته شد که با وزنه‌هایی بر روی میز ثابت شد. سپس منبع مولد لیزر در یک طرف و پایه قابل تنظیم برای اطمینان از قرارگیری دقیق، انعکاس لیزر پس از برخورد با آئینه در مرکز چاهک‌ها، که پلیت بر روی آن قرار می‌گرفت در طرف دیگر گذاشته شد. بدین منظور فاصله‌ی چاهک‌ها از یکدیگر اندازه‌گیری گردید که این فاصله برابر با پنج میلی‌متر بود.

ب) انجام تابش

جهت انجام این پژوهش مقادیر مناسب از سفیده تخم‌مرغ (۲۰۰ میکرولیتر) با استفاده از سمپلر به چاهک‌های موردنظر در میکروپلیت منتقل شد. سپس نمونه‌ها تحت تاثیر تابش لیزر موج پیوسته سبز طی دوره‌های زمانی مختلف (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ دقیقه) قرار گرفتند. تیمارها به شرح ذیل انجام شد:

نمونه A به مدت ۱۰ دقیقه، نمونه B به مدت ۲۰ دقیقه، بر روی نمونه C به مدت ۳۰ دقیقه، نمونه D به مدت ۴۰، نمونه E به مدت ۵۰ دقیقه، نمونه F به مدت ۶۰ دقیقه تحت تابش لیزر قرار گرفتند. نمونه G نیز به عنوان کنترل در نظر گرفته شد.

خصوصیات ساختاری پروتئین‌های سفیده تخم‌مرغ نمونه کنترل و نمونه‌های تیمار شده با لیزر موج پیوسته سبز با استفاده از تکنیک SDS-PAGE ارزیابی شد (گمات و همکاران، ۲۰۱۰). گفتنی

است که توان این لیزر ۵۰ میلی‌وات می‌باشد. در تمامی مراحل انجام آزمایش، نمونه کنترل در نظر گرفته شد.

محاسبه میزان شدت انرژی وارده به چاهک

انرژی لیزر = توان × مدت زمان تابش (ثانیه)

انرژی خروجی از پلاریزور = انرژی حاصله از لیزر × (زاویه)  $\cos^2$

شدت انرژی وارده به چاهک = توان / سطح  
سطح =  $\pi D^2$  تقسیم بر ۴

**ارزیابی تغییرات pH سفیده تخم‌مرغ:** تاثیر تابش لیزر سبز بر میزان pH سفیده تخم‌مرغ با استفاده از pH متر دیجیتالی (ساخت شرکت نیک آلمان، ۷۷۶) ارزیابی شد. اندازه‌گیری pH نمونه‌ها بلافاصله بعد از تیمار با لیزر در زمان‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ دقیقه در سه تکرار صورت پذیرفت.

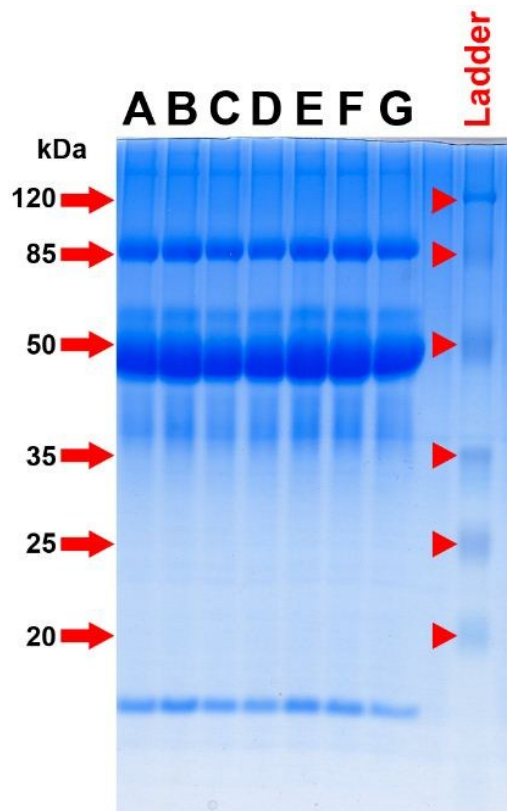
**تاثیر تابش بر خصوصیات حسی سفیده تخم‌مرغ:** تاثیر تابش لیزر موج پیوسته سبز بر خصوصیات حسی (رنگ و بو) سفیده تخم‌مرغ با استفاده از آزمایش قابلیت پذیرش حسی مورد ارزیابی قرار گرفت. ارزیابی حسی توسط یک گروه هفت نفری متشکل دانشجویان دکتری عمومی دامپزشکی دانشکده دامپزشکی تبریز صورت پذیرفت. هر یک از اعضای این گروه سنجش نمونه‌ها را با در نظر گرفتن یک رده بندی نه امتیازی بر اساس ویژگی‌های مختلف مانند ظاهر، رنگ، بو انجام داد که بدین شرح بود: ۹= بسیار عالی، ۸= خیلی خوب، ۷= خوب، ۶= نسبتاً خوب، ۵= نه خوب و نه بد، ۴= نسبتاً بد، ۳= بد، ۲= خیلی بد و ۱= بیش از اندازه نامطلوب (میلگارد و همکاران، ۱۹۹۸). تفاوت در بررسی‌های ارگانولپتیک مورد نظر با استفاده از آنالیز واریانس (ANOVA) و  $LSD^1$  انجام شد. آنالیز آماری: لازم به ذکر است آنالیز آماری داده‌های به‌دست آمده در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SPSS۱۷ و آنالیز واریانس (ANOVA) انجام شد. نتایج معنی‌دار در  $P < 0/05$  مد نظر قرار گرفت.

## نتایج

بررسی تاثیر تابش لیزر موج پیوسته سبز بر ساختار پروتئین‌های سفیده تخم‌مرغ: نتایج حاصل از بررسی ساختار پروتئین‌های سفیده تخم با استفاده از SDS-PAGE نشان داد که تابش لیزر موج پیوسته

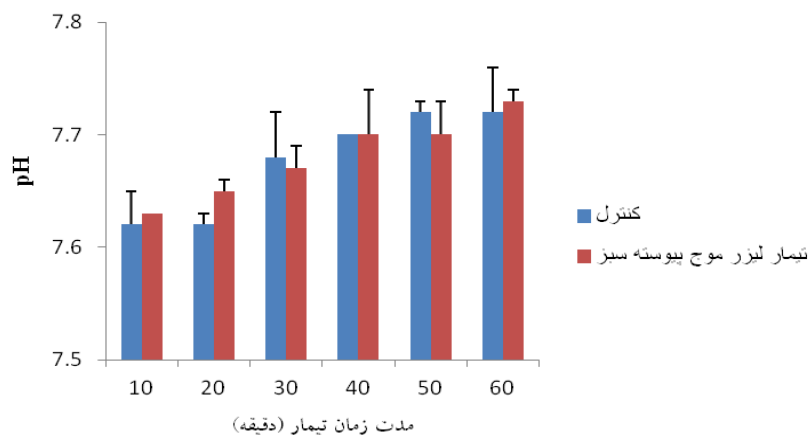
۱- Least Significant Difference Procedure

سبز در طی زمان‌های به‌کار گرفته شده بر ساختار پروتئین‌های سفیده تخم مرغ در مقایسه با نمونه کنترل فاقد تاثیر معنی‌دار بود (شکل ۱).



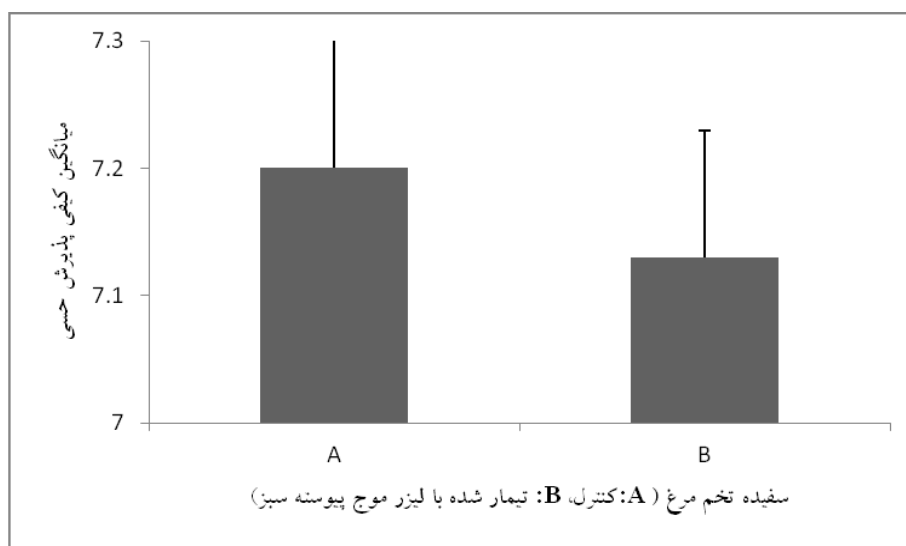
شکل ۱- تصویر SDS-PAGE پروتئین‌های سفیده تخم مرغ (نمونه کنترل و تیمار لیزر موج پیوسته سبز طی زمان‌های مختلف)

یافته‌های مربوط به اندازه‌گیری pH نمونه‌ها با استفاده از pH متر دیجیتال نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری در مقادیر pH نمونه‌های سفیده تخم مرغ تیمار شده با لیزر موج پیوسته سبز و نمونه کنترل (در بازه‌های زمانی مورد بررسی) نشان نداد (شکل ۲).



شکل ۲- ارزیابی تغییرات pH سفیده تخم مرغ (نمونه کنترل و تیمار لیزر سبز طی زمان‌های بررسی شده)

ارزیابی خصوصیات ارگانولپتیکی سفیده تخم مرغ: نتایج حاصل از ارزیابی خصوصیات حسی (بو و رنگ) سفیده تخم مرغ نشان‌دهنده فقدان اختلاف آماری معنی‌دار بین نمونه کنترل و نمونه‌های تیمار شده با لیزر موج پیوسته سبز بود (شکل ۳).



شکل ۳- ارزیابی کیفی پذیرش حسی

## بحث

مصرف کنندگان مواد غذایی خواهان استفاده از مواد غذایی پروسس شده با بالاترین کیفیت و حداقل تغییرات در خصوصیات تغذیه‌ای و حسی بوده بنابراین روش‌های غیر حرارتی در جهت حفظ کیفیت مواد غذایی بهتر از تکنولوژی حرارتی می‌باشند (گمات و همکاران، ۲۰۱۰). در میان تیمارهای مختلف مورد استفاده در جهت کاهش یا حذف آلودگی‌های مواد غذایی می‌توان به کاربرد برخی از تابش‌های نوری اشاره نمود. تابش‌های فرابنفش (UV) به‌طور گسترده جهت استریلیزاسیون سطوح و همچنین آب آشامیدنی مورد استفاده قرار می‌گیرند (مورفی و همکاران، ۲۰۰۸، امیرسرداری و ویلیافر، ۲۰۰۱). گمات و همکاران (۲۰۱۰) طی مطالعه‌ای کاربرد تابش پالسی (PLT) را بررسی و نشان دادند که این تابش با ۵ پالس و بیشتر سبب تغییر در پروتئین‌های شیر و بویژه ایجاد دایمر بتالاکتوگلوبولین (با استفاده از الکتروفورز، SDS-PAGE) گردید. تغییر در میزان قطبیت برخی اسیدهای آمینه و رسوب برخی از پروتئین‌ها نیز از دیگر تغییرات محسوس در مطالعه فوق بوده است، در حالیکه تغییرات محسوسی در ترکیب اسیدهای آمینه پروتئین‌ها و اکسیداسیون چربی‌ها گزارش نشد (گمات و همکاران، ۲۰۱۰). در مطالعه حاضر تأثیر تابش لیزر موج پیوسته سبز بر ویژگی‌های ساختاری پروتئین‌های سفیده تخم‌مرغ نامطلوب نبوده و هیچ‌گونه تغییری در باندهای پروتئینی سفیده تخم‌مرغ مشاهده نشد، همچنین در این راستا تصاویر SDS-PAGE حاصل از سفیده تخم‌مرغ نمونه‌های تیمار شده با لیزر موج پیوسته سبز در زمان‌های مورد بررسی با نمونه کنترل تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

رسوب پروتئین‌های سویا متعاقب تیمار فشار بالا و میدان‌الکتریکی پالسی گزارش شده است (امیرسرداری و ویلیافر، ۲۰۰۱، پوپو و همکاران، ۲۰۰۴). لی و همکاران (۲۰۰۶) نیز طی مطالعه‌ای کاربرد تیمار PEF بر پروتئین‌های تخم‌مرغ را بررسی و نشان دادند که برخی تغییرات ساختاری و عملکردی پروتئین‌های طی این تیمار مشاهده می‌شود (لی و همکاران، ۲۰۰۷). یافته‌های مطالعه ما نشان داد که کاربرد تابش لیزر موج پیوسته سبز بر پروتئین‌های سفیده تخم‌مرغ فاقد تأثیر بر خصوصیات ساختاری باندهای پروتئینی جدا شده در تصاویر الکتروفورز بوده و تغییرات ساختاری مشاهده شده در مطالعات بالا طی تیمارهای فشار بالا و میدان‌الکتریکی پالسی در این بررسی مشاهده نگردید.

به کارگیری تیمار PEF در تخم مرغ‌های مایع نشان‌دهنده تغییر در برخی از خصوصیات حسی از قبیل کاهش رنگ و افزایش ویسکوزیته بود (سامپدرو و همکاران، ۲۰۰۶). استفاده از تیمارهای میدان پالسی الکتریکی و فشار هیدروستاتیک بالا<sup>۱</sup> بر روی رنگ تخم‌مرغ مایع تازه نشان‌دهنده تغییر رنگ مختصر در روش HHP بوده در حالی که نمونه‌های تیمار شده به روش PEF فاقد تغییر بودند (کولین و همکاران، ۱۹۹۵). هرماوان و همکاران (۲۰۰۴) طی مطالعه‌ای تاثیر تیمار PEF توام با حرارت ۵۵ درجه سانتی‌گراد را بر خصوصیات حسی و فیزیکی تخم‌مرغ مایع بررسی و نشان دادند که پارامترهای مورد بررسی (ویسکوزیته، رنگ و pH) تغییرات معنی‌داری را نشان ندادند (هرماوان و همکاران، ۲۰۰۴). یافته‌های مطالعه ما نیز نشان داد که کاربرد تابش لیزر موج پیوسته سبز بر پارامترهای ارزیابی شده ارگانولیتیکی سفیده تخم مرغ (بو و رنگ) و فیزیکی (pH) در مقایسه با نمونه کنترل بی تاثیر بوده است (شکل ۲ و ۳). به علاوه تغییرات اندک pH با گذشت زمان در نمونه‌های تیمار و کنترل نرمال بوده و به علت خروج دی‌اکسید کربن از سفیده تخم مرغ می‌باشد (سامپدرو و همکاران، ۲۰۰۶).

### نتیجه‌گیری

یافته‌های حاصل از این مطالعه بیانگر عدم تاثیر نامطلوب کاربرد لیزر موج پیوسته سبز بر خصوصیات ساختاری و حسی تخم‌مرغ بود، با این وجود مطالعات گسترده جهت دستیابی به شرایط ایده‌آل بکارگیری تیمارهای فوق برای مدل‌های غذایی مختلف مورد نیاز می‌باشد. علاوه بر کاربرد تابش لیزر در محدوده مرئی به‌عنوان یک تکنولوژی نو در سالم‌سازی تخم مرغ‌های شکسته، ارزیابی پتانسیل ضد میکروبی این لیزرها نیازمند تحقیقات بیشتر در محیط کشت و همچنین انواع مدل‌های غذایی می‌باشد.

### منابع

- Mine, Y. 1995. Recent advances in the understanding of egg white protein functionality. *Trends in Food Science and Technology*, 6(7): 225-232.
- Powrie, W.D., and Nakai, S. 1986. The chemistry of eggs and egg products. Int. O. J. Cotterill (Ed.), *Egg science and Technology* (pp. 97-139). AVI Publishing.
- Barbosa-Cánovas, G.V., Gongora-Nieto, M.M., and Swanson, B.G. 1998. Nonthermal electrical methods in food preservation. *Food Science International*, 4: 363-370.

1-High Hydrostatic Pressure (HPP)



- Anderson, J.G., Rowan, N.J., MacGregor, S.J., Fouracre, R.A., and Farish, O. 2000. Inactivation of food-borne enteropathogenic bacteria and spoilage fungi using pulsed-light. *IEEE Trans. Plasma Sciences*, 28: 83–88.
- Du, M., Hur, S. J., and Ahn, D.U. 2002. Raw meat packaging and storage affect the color and odor of irradiated broiler breast fillets after Cooking. *Meat Science*, 61: 49-54.
- Rowan, N.J., MacGregor, S.J., Anderson, J.G., Fouracre, R.A., McIlvaney, L., and Farish, O. 1996. Pulsed-light inactivation of food-related microorganisms. *Apply Environmental Microbiology*, 65: 1312–1315.
- Takeshita, K., Shibato, J., Sameshima, T., Fukunaga, S., Isobe, S., Arihara, K., and Itoh, M. 2003. Damage of yeast cells induced by pulsed light irradiation. *International Journal of Food Microbiology*, 85: 151–158.
- Gemmat, O.O., Olga, M.B., and Robert, S.F. 2010. Pulsed Light Treatment for food preservation. A review. *Food Bioprocess Technology*, 3: 13-23.
- Meilgaard, M., Civille, G.V., and Carr, B.T. 1999. Sensory evaluation techniques. Boca Raton. FL: CRC Press.
- Murphy, H.M., Payne, S.J., and Gagnon, G.A. 2008. Sequential UV- and chlorine-based disinfection to mitigate Escherichia coli in drinking water biofilms. *Water Research*, 42: 2083-2092.
- Amirsardari, Y., Yu, Q., and Williams, P. 2001. Effect of zonation and UV irradiation with direct filtration on disinfection and disinfection by-product precursors in drinking water treatment. *Environmental Technology*, 22: 1015-1023.
- Puppo, M.C., Chapleau, N., Speroni, F., Lamballerie-Anton, M.D., Michel, F., Añon, C., and Anton, M. 2004. Physicochemical modification of high-pressure-treated soybean protein isolates. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 52: 1564–1572.
- Li, Y., Chen, Z., and Mo, H. 2007. Effects of pulsed electric fields on physicochemical properties of soybean protein isolates. *Lebensm. Wiss. Technology*, 40: 1167–1175.
- Sampedro, F., Rodrigo, D., Martínez, A., Barbosa-Cánovas, G.V., and Rodrigo, M. 2006. Review: Application of Pulsed Electric Fields in Egg and Egg Derivatives. *Food Science Technology International*, 12(5):397–406.
- Qin B.L., Pothakamury U.R., Vega-Mercado H., Martín-Belloso O.M., Barbosa-Cánovas G.V., and Swanson B.G. 1995. Food pasteurization using high-intensity pulsed electric fields. *Food Technology*. 12: 55–60.
- Hermawan, N., Evrendilek, G.A., Dantzer, W.R., Zhang, Q.H. and Richter, E.R. 2004. Pulsed electric field treatment of liquid whole egg inoculated with Salmonella enteritidis. *Journal of Food Safety*, 24: 71–85.

## Effects of green Continuous Waves Laser on physicochemical properties of egg Albumen proteins

\*R. Mahmoudi<sup>1</sup>, E. Safari<sup>2</sup> and M.S. Hosseinzadeh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Assistant Prof. Dept. of Food Hygiene and Aquaculture, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tabriz, Dept. of Physics, University of Tabriz, <sup>2</sup>Assistant Prof., Dept. of Physics, University of Tabriz, <sup>3</sup>Ph.D Graduated of Veterinary Medicine, University of Tabriz

### Abstract

Application of optical radiation such as laser and other short wavelength radiation for inactivation of many food-borne pathogen microorganisms in food industry (as major challenges in the food industry and so that many diseases are resulted from this food contamination) was known as a new technology. Effects of green Continuous Waves lasers on structural (using SDS-PAGE method) and physicochemical properties (organoleptic and pH value) of egg Albumen proteins was studied. The results of SDS-PAGE showed that none of the laser radiation treatments, had not changes in structural nor Organoleptic properties (including color and odor quality) of egg white proteins even at the highest time used, Evaluation of the pH values showed no significant difference between control and treated samples in this study. Using of the green continuous-wave laser irradiation method in the food industry can be considered as a new sanitation method for breaking eggs.

**Keywords:** Laser, Electrophoresis, Egg, Protein

---

\*Corresponding author; [mahmodi@tabrizu.ac.ir](mailto:mahmodi@tabrizu.ac.ir)