



## گزارش های دوره ای کاربرد فناوری پلاسمای سرد در صنایع غذایی (I)

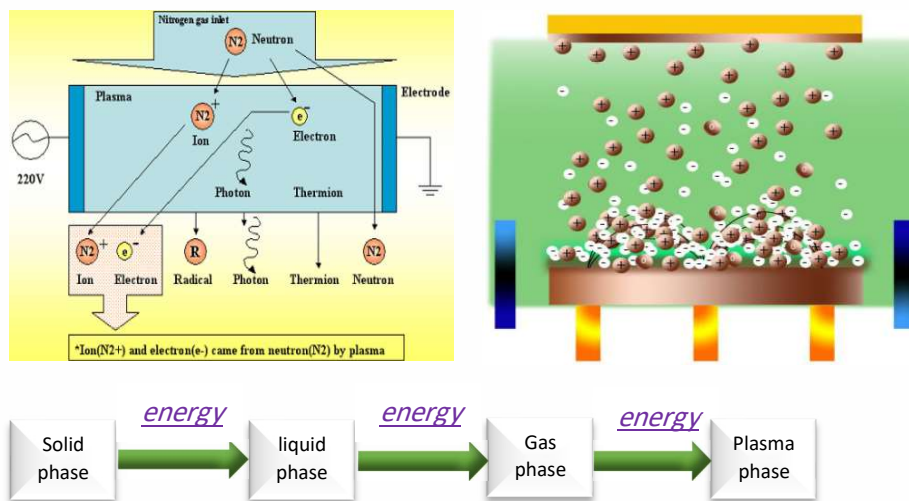
## فهرست مطالب

۱. مقدمه ..... ۲
۲. کاربردهای پلاسمای سرد در صنایع غذایی ..... ۴
۳. دورنمای استفاده از پلاسمای سرد ..... ۵
- مراجع برای مطالعه بیشتر ..... ۵

## ۱. مقدمه

پلاسما که از آن به عنوان فاز چهارم ماده نام برده شده است، ماده ای شبیه به گاز است که در آن قسمت های مشخصی از ذرات بصورت یونیزه<sup>۱</sup> شده (ذرات دارای بار مثبت یا منفی) می باشد. مفهوم فاز چهارم ماده در واقع از این ایده ناشی شده است که انتقال فاز با انتقال مداوم انرژی به ماده، مانند انتقال ماده از حالت جامد به مایع و گاز، صورت می پذیرد. بنابراین پلاسما مانند یک نوع گاز یونیزه شده است که با داشتن یکسری خواص منحصر به فرد، از یک گاز ایده آل<sup>۲</sup> تفکیک می شود. در واقع با افزایش سطح انرژی در حالت گاز (حتی بصورت تدریجی) نیز می توان به یک انتقال حالت<sup>۳</sup> از فاز گاز به فاز پلاسما رسید. چنانکه در شکل ۱ نمایش داده شده است، وارد کردن انرژی به یک گاز موجب افزایش یا کاهش الکترون ها و در نتیجه باعث یونیزه شدن مولکول ها و اتم های آن شده که این فرآیند به نوبه خود منجر به ایجاد پلاسما می شود.

فرآیند یونیزه شدن گاز می تواند از طریق ایجاد یک میدان الکترومغناطیسی قدرتمند به همراه یک لیزر و یا یک مبدل ماکروویو به همراه تفکیک پیوندهای مولکولی انجام شود. وجود ذرات حامل بار در پلاسما موجب رسانایی الکتریکی و در نتیجه واکنش شدید آن به میدان های الکترومغناطیسی می شود. از این رو، پلاسما خواص منحصر به فردی را دارد که آن را از سایر حالت های ماده یعنی جامد، مایع و گاز متمایز می سازد.

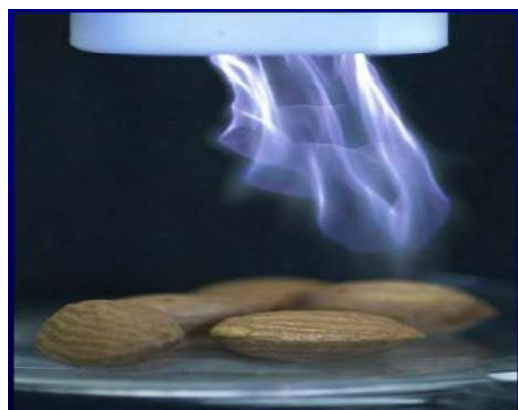
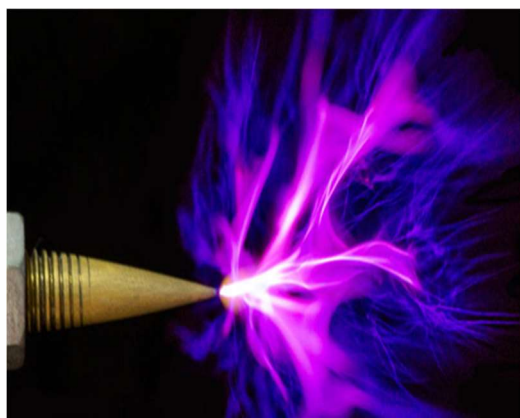


شکل ۱- فرآیند یونیزه کردن ذرات خنثی در فاز گاز برای ایجاد پلاسما

لازم به ذکر است که بر اساس خصوصیات مختلف گازهای یونیزه شده، پلاسما به دو نوع پلاسما سرد و گرم تقسیم بندی شده است. بر خلاف پلاسما سرد، در پلاسما سرد حرکات گرمایی یون ها وجود ندارد. در نتیجه

1- Ionized  
2- Ideal gas  
3- Phase transition

بدون هیچ گونه نیروی مغناطیسی، صرفاً از الکتریسیته به منظور اثر گذاری بر روی ذرات گاز استفاده می شود. این گونه از پلاسما از آن جهت سرد خوانده می شود که دمای آن نزدیک به دمای اتاق قرار دارد. بنابراین، پلاسما سرد به عنوان یک تکنولوژی جدید فرآوری غذایی بصورت غیر گرمایی و با استفاده از خواص گازهای فعال شده می تواند عوامل آلوده کننده مانند میکروب های موجود در مواد غذایی از قبیل گوشت، مرغ، میوه و سبزی را از بین ببرد. در این تکنولوژی با قابلیت انعطاف بالا از الکتریسیته و یک گاز حامل (مانند اکسیژن، نیتروژن و هلیوم) برای ضد عفونی کردن مواد غذایی با استفاده از نور UV و خواص شیمیایی فرآیند یونیزه شدن پلاسما سرد استفاده می شود. شکل های زیر به ترتیب ژنراتورهای پلاسما سرد و گرم را نمایش می دهد.



شکل ۲- نمایشی از یک ژنراتور پلاسما سرد در شرکت تسلا (سمت چپ) و کاربرد پلاسما سرد در صنایع غذایی به منظور ضد عفونی نمودن (سمت راست)



شکل ۳- ایجاد پلاسما گرم بوسیله الکتریسیته و هوا به منظور تولید انرژی پاک برای صنایع سنگین (Clean Electric Flame)

## ۲. کاربردهای پلاسما سرد در صنایع غذایی

در سال های اخیر، استفاده از تکنولوژی پلاسما سرد به منظور ضد عفونی نمودن مواد غذایی و از بین بردن عوامل بیماری زا رواج یافته است. بر خلاف تکنولوژی های نور-بنیان (مانند تکنولوژی نور فرابنفش<sup>۴</sup>) پلاسما بر تمام مواد غذایی جاری شده و هیچ گونه "اثر سایه ای"<sup>۵</sup> نیز وجود ندارد. در غیاب اثر سایه ای، پلاسما بر تمامی بخش های غذا جاری شده و لذا تمامی قسمت های آن از وجود میکروارگانیسم های مضر پاکسازی می شود.

در حال حاضر برای ضد عفونی نمودن سبزیجات و گوشت تازه هیچ گونه تکنولوژی ملایم و سطحی میکروب زدایی وجود ندارد. لذا برای این منظور می توان پلاسما سرد را به کار برد. همچنین از پلاسما سرد می توان برای ضد عفونی نمودن ظروف بسته بندی در قبل از شروع فرآیند بسته بندی و یا در حین فرآیند بسته بندی مواد غذایی استفاده نمود. باید توجه نمود که مصرف انرژی در تکنولوژی پلاسما سرد با مصرف انرژی در سیستم های رایج UV-C تفاوت چندانی ندارد. این موضوع موجب هزینه-اثر بخش تر شدن تکنولوژی پلاسما سرد در مقایسه با تکنولوژی های رایج خواهد شد. حتی با وجود نیاز به یک گاز حامل<sup>۶</sup>، از نظر تکنولوژی بخش الکتریکی و عمر سیستم ضد عفونی کننده تفاوت معنی داری بین یک سیستم پلاسما سرد با یک سیستم UV-C وجود ندارد. در جدول زیر مزایای استفاده از تکنولوژی پلاسما سرد در صنایع غذایی نسبت به روش های موجود گزارش شده است.

جدول ۱- مزایای استفاده از پلاسما سرد در صنایع غذایی

فرآیند استریلیزاسیون بصورت فوق سریع (Ultra-fast) انجام می شود (در عرض چند دقیقه).
فرآیند ضد عفونی کردن مواد غذایی، بر روی مواد مغذی، ویتامین ها و مواد معدنی موجود در آن تاثیری ندارد.
فرآیند در دمای محیط اتفاق می افتد (مناسب برای مواد غذایی و فرآیندهای حساس به دما).
امکان از بین بردن تمام عوامل بیماری زا (پاتوژن ها) وجود دارد ( بسته به نوع پلاسما به کار برده شده)
هزینه های پایین عملیاتی ( هزینه های الکتریسیته و گاز طبیعی)
پایدار از نظر زیست محیطی

4- Ultraviolet

5 - Shadow effect

6 - Carrier gas

### ۳. دورنمای استفاده از پلاسمای سرد

در حال حاضر با گسترش صنایع غذایی و مدرن شدن آن، نیاز به ابداع روش های جدید و غیر تهاجمی برای فرآوری مواد غذایی افزایش یافته است. در این بین استفاده از پلاسمای سرد نسبت به سایر روش های موجود مزایای قابل توجهی را به همراه دارد. زیرا در این روش علاوه بر تامین ایمنی بهداشتی مواد غذایی بوسیله میکروب زدایی، کیفیت و ارزش مواد غذایی هم تحت تاثیر قرار نمی گیرد. این موضوع سبب فراگیرتر شدن استفاده از تکنولوژی پلاسمای سرد برای فرآوری مواد غذایی مختلف از قبیل گوشت، مرغ، میوه ها، سبزیجات و سایر محصولات روزمره خواهد شد. در حال حاضر روش های متعددی برای به کار گیری پلاسمای سرد وجود دارد که هر کدام مزایا و معایب خاص خود را دارند که انتخاب نوع تکنولوژی بسته به نوع کاربرد آن خواهد داشت. امروزه اثر بخشی تکنولوژی پلاسمای سرد در از بین بردن و یا غیر فعال نمودن پاتوژن های موجود در سطوح مواد غذایی جامد و مایع ثابت شده است. لذا در سال های اخیر، تحقیق و توسعه بر روی پلاسمای به عنوان یک تکنولوژی امیدوار کننده با افزایش قابل توجهی همراه بوده است.

#### مراجع برای مطالعه بیشتر

- Banu, M. S., Sasikala, P., Dhanapal, A., Kavitha, V., Yazhini, G., & Rajamani, L. (2012). Cold plasma as a novel food processing technology. *IJETED*, 4(2), 803-818.
- Pankaj, S. K., Bueno-Ferrer, C., Misra, N. N., Milosavljević, V., O'donnell, C. P., Bourke, P., ... & Cullen, P. J. (2014). Applications of cold plasma technology in food packaging. *Trends in Food Science & Technology*, 35(1), 5-17.
- Pandey, A. K., & Chauhan, O. P. (2019). 15 ChaptEr Use of plasma in Food processing. *Non-thermal Processing of Foods*, 283.
- Srivastava, U., Saini, P., Singh, P., & Singh, A. Chapter-6 Cold Plasma: Functionality and Recent Prospects towards Health and Hygiene. *in Food Technology and Nutrition*, 91, 91.



*Santa-co.ir*



*Info@santa-co.ir*



۰۲۱-۵۸۱۵۶۱۰۰



خیابان شهید بهشتی، خیابان یکم بخارست،  
پلاک ۲۱



صنایع نانوتک آینده