یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک
بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران

بررسی عملکرد دستگاه ازن ساز طراحی شده روی بار میکروبی سبزیجات محلی در مقایسه با روش‌های معمول

حمیدرضا دل افروز[۱]، علی حسن پور[۲]،شهرام آرمیده[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه ارومیه؛h.delafrooz72@gmail.com

[۲]استادیار، دانشگاه ارومیه؛ a.hassanpour@urmia.ac.ir

[۳]استادیار، دانشگاه ارومیه ؛ Shahramaramideh@gmail.com

چکیده

سبزیجات از اجزای مهم رژیم غذایی انسان هستند و مصرف آنها در دهه‌های اخیر به طور قابل توجهی افزایش یافته است. در صورت آلودگی، وسیله‌ای برای انتقال باکتری‌ها، انگل‌ها و ویروس‌های بیماری‌زا هستند و باعث ایجاد بیماری می‌گردند. مصرف سبزیجات خام بدون شستشوی مناسب یک مسیر مهم در انتقال بیماری‌های انگلی است. ضدعفونی کننده‌ها می‌تواند نقش مهمی در کاهش میکروارگانیسم‌های طبیعی و پاتوژن‌ها در سبزیجات تازه ایفا کنند همچنین ممکن است به حذف میکروب‌ها از سطح محصولات تازه کمک کنند. در این تحقیق دستگاه ازن ساز طراحی شده با روش‌های معمول ضدعفونی سبزیجات از نظر بار میکروبی مقایسه گردید. نتایج بررسی نشان دادکه بین زمان‌های ازن دهی و غلظت‌های محلول تجاری با بار میکروبی همبستگی بیشتری نسبت به سایر ترکیب‌ها وجود دارد(R^2=0.985 و R^2=0.996). همچنین در تجزیه واریانس بین تیمارها در کاهش بار میکروبی اختلاف معنی‌داری در بین تمام غلظت‌ها مشاهده شد و تیمار ازن در تمام غلظت‌ها بهترین اثر در کاهش بار میکروبی نسبت به سایر تیمارها از خود نشان داد. این بررسی نشان می‌دهدکه از ازن می‌توان در آلودگی زدایی ترکیبات مختلف استفاده کرد.

کلمات کلیدی: سبزیجات-ضدعفونی کننده-بار میکروبی-ازن

Evaluation of the performance of an ozonizer device on the microbial load of local vegetables compared to conventional methods

Hamidreza delafrooz, Ali Hasanpoor, Shahram Aramide

Hamidreza Delafrooz, h.delafrooz72@gmail.com

ABSTRACT

Vegetables are important components of human diet and their consumption has increased significantly in recent decades, In the contamination conditions, they are a means of transmitting bacteria, parasites and pathogens that cause diseases in body. Using raw vegetables without proper washing is an important route in the transmission of parasitic diseases. Disinfectants can play an important role in reducing microorganisms and pathogens in fresh vegetables. It may also help remove microbes from the surface of vegetables. In this study, ozonized device designed with conventional methods of disinfection of vegetables were compared for total microbe papulation. The results of the study showed that there is more correlation between ozonation times and commercial solution concentrations with total microbe papulation than other compounds (R^2=0.985 و R^2=0.996). In addition, there was a significant difference between all concentrations in the analysis of variance between treatments in reducing total microbe papulation and ozone treatment at all concentrations showed the best effect in reducing total microbe papulation compared to other treatments. This study shows that ozone can be used in disinfection of different compounds.

Keywords: Vegetable-disinfection- Total microbe papulation - Ozone

۱- حمیدرضا دل افروز، دانشگاه ارومیه، دانشکده کشاورزی، گروه مکانیک بیوسیستم ۰۹۳۶۲۴۵۵۰۶۰

۱- مقدمه

سبزیجات تازه جزء مواد مغذی ضروری در رژیم غذایی انسان می‌باشند که ارزش تغذیه‌ای بالایی برخوردارند. امروزه نقش این ترکیبات در حفظ سلامت بدن مشخص شده است(Abadias et al., 2008). با توجه به آن که آماده سازی و فرآوری سبزی‌ها تا زمان مصرف، بدون هرگونه فرآیند سالم سازی و اعمال حرارت است، بنابراین خطر آلودگی این محصولات به میکروب‌های بیماری‌زا بسیار زیاد بوده و می‌تواند به عنوان یک ناقل برای باکتری‌های خطرناک عمل کند(Bahraini et al., 2011). ایمنی مواد غذایی یک مسئله جهانی است که با پیامدهای محیطی و بهداشت عمومی کم حفظ شده است(Ashley et al., 2004). بر همین اساس پتانسیل آلودگی در هر مرحله از فرایند تامین و آماده سازی غذا امری ذاتی است. بدین معنی که آلودگی در فرایندهای پس از برداشت، ذخیره سازی و حمل و نقل، اتفاق می افتد(Alam Khan and Abrahem, 2010).

در کشورهای در حال توسعه، انگل‌های حاصل از مواد غذایی کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. معمولاً، این ارگانیسم‌ها زمانی سبزی‌ها را آلوده می‌سازند، که هنوز در مزرعه می‌باشند و اکثر مواقع از طریق شستشو با آب آلوده منتقل می‌شوند، و با شیوه‌های بهداشتی ضعیف گسترش پیدا می‌کنند. در راهکارهای بهداشت عمومی، مبارزه با پروتوزوئرها و هلمینت (کرم روده) پیوسته مورد توجه بوده است، به ویژه در مکان‌هایی که از آب بازیافتی استفاده می‌شود. کیست‌ها و تخم‌های مقاوم این ارگانیسم‌ها به ادامه حیات آن‌ها در محیط‌های طبیعی کمک می‌کنند(Malakotyan et al., 2009). به دلیل اینکه برخی از بیماری‌های مسمومیت‌زا به مصرف میوه و سبزیجات مربوط می‌شود، به حداقل رساندن میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و فسادزا در میوه و سبزیجات و محصولات آن‌ها دغدغهٔ اولیه در مورد ایمنی این محصولات محسوب می‌گردد(Zahabi, and Niakothari, 2016). پس باتوجه به شیوع بیماری‌های همه گیر شستشوی صرفا با آب کافی نیست و باید سبزیجات را ضدعفونی نیز کرد. با توجه به اینکه ضدعفونی کننده‌های متداول مانند کلر، آب اکسیژنه، پرسیدین، هالامید و ... می‌باشند، ولی هیچ یک به تنهایی قادر به از بین بردن تمامی میکروارگانیسم‌ها نیستند و با توجه به اینکه هر یک باقیمانده‌ای از خود به جا می گذارند، و مشکلاتی را به وجود می آورند، این امر باعث شد محققین به فکر راهکارهای جدید باشند(Zamani and Shokrallahi, 2016). به عنوان مثال اثر کلر و ترکیبات آن‌ها محدود است، به خصوص در pH بالا و یا در برابر میکروب‌های تشکیل دهنده اسپور، استفاده از آن می‌تواند منجر به تشکیل بالقوه محصولات جانبی مضر مثل اسیدهای Trihalomethanes و Haloacetic شود که می‌تواند بر سلامت انسان و محیط زیست تأثیر منفی بگذارد(Han, et al., 2002). علاوه بر این، کلر ممکن است موجب خنثی کردن و تغییر طعم میوه‌ها و سبزیجات شود(Meireles et al., 2016; Hassenberg et al., 2008). بنابراین جستجوی روش‌های ضدعفونی جایگزین، به عنوان یک چالش در حال انجام در دانشگاه و صنعت می‌باشد. برای کاهش بار میکروبی محصولات خام کشاورزی از هیچ گونه موادضدعفونی کننده بهره گرفته نمی‌شود(Karamoko et al., 2007). از روش‌های جایگزین برای ضدعفونی سبزیجات می‌توان به ضدعفونی با استفاده از ازن اشاره کرد. ازن در مقابل باکتری، قارچ، ویروس، پروتوزوا و اسپورهای باکتریایی و قارچی مرتبط با میوه، سبزی و محصولات آن‌ها، دارای فعالیت ضدمیکروبی است(Khadre et al., 2001). صرف نظر از توانایی غیرفعال سازی میکروبی آن، ازن در نابودی آفات و تجزیه مایکوتوکسین‌ها نیز موثر است. به همین منظور کاربرد گسترده‌ای در فرآوری محصولات مختلف از جمله فرآوری میوه و سبزیجات پیدا کرده‌است(Zahabi, and Niakothari, 2016). ازن اضافی خیلی سریع به طور خودکار تجزیه می‌شود و تولید اکسیژن می‌کند و هیچ موادی در ماده غذایی باقی نمی‌ماند، چنین مزیتی ازن را برای صنایع غذایی جذاب کرده است. در نتیجه به طور کلی برای استفاده در صنایع غذایی توسط سازمان غذا و داروی آمریکا FDA[1] در سال ۱۹۹۷ به عنوان روش ایمن شناخته شده است(Karaca and Velioglu, 2007; Graham, 1997). ازن یک عامل موثر ضدعفونی کننده با برنامه‌های کاربردی امیدوار کننده در صنعت پردازش مواد غذایی است. به عنوان یک جایگزین بالقوه برای ضد عفونی کننده‌های شیمیایی می‌باشد. حتی در غلظت‌های پایین، در برابر طیف گسترده ای از میکروارگانیسم‌ها بسیار موثر است(Rajauria, and Tiwari, 2017).

لذا در این تحقیق عملکرد دستگاه ازن ساز طراحی شده روی بار میکروبی سبزیجات محلی در مقایسه با روش‌های معمول مورد بررسی قرار گرفت.

۲- بخش مواد و روش‌ها

۲-۱ مواد

تره ایرانی: سبزی تره ایرانی به طور اتفاقی از یکی از سبزی فروشی‌های سطح شهرستان ارومیه خریداری گردید.

ترازو: ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم در توزین سبزی‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

آون: برای استریل کردن ظرف‌های پتریدیش مورد استفاده قرار گرفته شد.

[1]Food and Drug Administration

انکوباتور: یک ابزار آزمایشگاهی هست که در آزمایشگاه‌های بیلوژیکی برای کشت و رشد دادن نمونه‌های زنده میکروب‌ها یا سلول‌ها به کار می‌رود. این وسیله با کنترل رطوبت، دما، میزان اکسیژن و دی اکسید کربن شرایطی مناسب برای رشد ارگانیسم‌های زنده فراهم می‌کند.

ابزار و لوازم تجهیزات آزمایشگاهی: چاقو، سرنگ، بشر، ظرف پلاستیک، پتری دیش، لوله آزمایشگاهی و یخچال، در آماده سازی، نگهداری، نمونه‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

موادضدعفونی کننده: جوش شیرین، نمک، سرکه، مایع ظرف شویی، محلول تجاری، ازن و آب مقطر استفاده شد. دستگاه ازون ساز طراحی شده با اندازه ۳۵*۴۰سانتی متر با قابلیت تولید ۴۰۰میلی گرم بر ساعت ساخت گروه مکانیک بیوسیستم دانشگاه ارومیه می‌باشد.

نوترینت آگار[1]: محیط کشت جامد هست که برای رشد باکتری‌ها بکار گرفته شد.

۲-۲روش‌ها

این تحقیق در دانشگاه ارومیه دانشکده کشاورزی- گروه گیاه پزشکی و گروه مکانیک بیوسیستم در تابستان سال ۱۳۹۷ انجام گردید.

۲-۲-۱ نمونه برداری

سبزی تره ایرانی به طور اتفاقی از سبزی فروشی‌های سطح شهرستان ارومیه خریداری گردید. و قبل از شستشو و ضدعفونی شدن پاک گردید. برای پاک کردن قسمت‌هایی از تره که برگ‌های زرد و پژمرده دارند گرفته شد و نیم سانت از سر و ته آن جدا و بقیه مورد استفاده قرار گرفت.

۲-۲-۲ مواد و روش‌های معمول ضدعفونی کننده :

جوش شیرین: ضدعفونی با استفاده از جوش شیرین به این صورت است که در ظروف پلاستیکی که ۲۰ گرم تره ریخته شد. غلظت‌های جوش شیرین به ترتیب ۱/۵، ۱/۲، ۰/۹ و ۰/۶ گرم اضافه شد و بعد به مدت ۱۵ دقیقه در آب شستشو و ضدعفونی داده شد.

سرکه: ضدعفونی با استفاده از سرکه بدین ترتیب است که در ظروف پلاستیکی که ۲۰ گرم تره ریخته شد. غلظت‌های سرکه به ترتیب اندازه ۶۰، ۴۵ ، ۳۰ ، ۱۵میلی لیتر افزوده شد. و بعد به مدت ۱۵ دقیقه در آب شستشو و ضدعفونی داده شد.

نمک: ضدعفونی با استفاده از نمک بدین صورت که در ظروف پلاستیکی که ۲۰ گرم سبزی ریخته شد، بعد غلظت‌های نمک به ترتیب ۲، ۱/۷، ۱/۴ و ۱/۱ گرم اضافه شد. و بعد به مدت ۱۵ دقیقه در آب شستشو و ضدعفونی داده شد.

مایع ظرف شویی: برای ضدعفونی تره‌ها از بین شوینده‌های مایع، مایع با نام تجاری جام استفاده شد و به اندازه ۱، ۰/۷۵، ۰/۵ و ۰/۲۵ سی سی با استفاده از سورنگ به تره‌ها اضافه شد. و بعد به مدت ۱۵ دقیقه در آب شستشو و ضدعفونی داده شد.

محلول ضدعفونی تجاری سبزیجات: برای ضدعفونی تره‌ها از بین محلول تجاری سبزیجات، محلول مایع کنز[2] به اندازه ۱، ۰/۷۵، ۰/۵ و ۰/۲۵ سی سی به ظروف پلاستیکی ریخته شد. و بعدتره‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در آب شستشو و ضدعفونی داده شد.

ازن: برای ضدعفونی تره‌ها از دستگاه ازن ژنراتور طراحی شده با ظرفیت ۴۰۰ میلی گرم بر ساعت ۱۰۰ گرم تره را در چهار زمان ۱۵، ۱۱، ۷ و ۳ دقیقه شستشو و ضدعفونی داده شد.

آب مقطر: در این آزمایشات با استفاده از آب مقطر و بدون هیچگونه مواد ضدعفونی کننده به مدت ۱۵ دقیقه شستشو داده شد.

۲-۲-۳ برداشت نمونه برای کشت میکروبی :

بعد از این که ۲۰ گرم سبزی تره در ظروف پلاستیکی توزین شد. از ضدعفونی کننده‌های معمول جوش شیرین، سرکه، نمک، مایع ظرفشویی، محلول شوینده تجاری و آب مقطر در غلظت‌های مختلف در ظروف ریخته شد، سپس به اندازه ۲۵۰ میلی لیتر آب مقطر به هر یک از نمونه‌ها اضافه شد و بعد به مدت ۱۵ دقیقه در مواد ضدعفونی کننده گذاشته شد. در مورد تیمار ازن به سبب بزرگ بودن دستگاه و غلظت بیشتر ضدعفونی کنندگی ۱۰۰ گرم سبزی تره و ۱/۲۵ لیتر آب مقطر استفاده شد. و بعد با توجه به زمان تعیین شده شستشو و ضدعفونی داده شد.

۲-۲-۴ آزمون کشت میکروبی

مقدار ۵۶ گرم از نوترینت آگار در دو لیتر آب مقطر تا نقطه جوش حرارت داده شد. بعد مقدار ۲۰ سی سی از محلول نوترینت بعد از اتوکلاو با دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه در داخل پتری دیش ریخته شد. بعداز تهیه محیط کشت عمومی رشد باکتری‌ها (نیترینت آگار) مقدار پنج سی سی از آب سطح رویه تیمارها را برداشته و مقدار ۲۰μl[3] به روی محیط کشت پخش خواهد شد. این کار را در سه تکرار برای هر تیمار، و تیمارها شامل جوش شیرین، سرکه، نمک، مایع ظرفشویی، ازن، محلول شوینده تجاری در انکوباتور به مدت ۲۴ ساعت گذاشته شد سپس بار میکروبی بر اساس تعداد کلنی شمارش گردید.

[1]Nutrient agar
[2]Kanz
[3]Microlitre

۳- نتایج و بحث

تجزیه واریانس حاصل از تاثیر تیمارها روی بار میکروبی:

در بررسی تیمارهای مختلف ازن، سرکه، محلول تجاری، جوش شیرین، نمک، مایع ظرفشویی و آب مقطر به عنوان شاهد روی بار میکروبی نتایج نشان داد که در هر چهار غلظت بین تیمارها با احتمال ۹۵ در صد اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس حاصل از تیمارهای مختلف روی بار میکروبی در چهار غلظت

Table 1. Analysis of variance of different treatments on total microbe papulation in four concentrations

نام غلظت	منابع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P
غلظت اول	تیمار	۳۹۹۷/۹۷	٦	٦٦٦/۳٦	٥۳۸/۱۸	۰/۰۰۱
	خطا	۱۷/۳۳	۱٤	۱/۲۳		
	کل	٤۰۱٥/۲۸	۲۰			
غلظت دوم	تیمار	٤۹۹۱	٦	۸۳۱/۸۳	٥۳۷/٤۹	۰/۰۰۱
	خطا	۲۱/٦٦	۱٤	۱/٥٤		
	کل	٥۰۱۲/٦٦	۲۰			
غلظت سوم	تیمار	۷۱٥۷/۰۷	٦	۱۱۹۲/۸٤	۹٤٥/۲۷	۰/۰۰۱
	خطا	۱۷/٦٦	۱٤	۱/۲٦		
	کل	۷۱۷٤/۷۳	۲۰			
غلظت چهارم	تیمار	۷۳۸۲/۰۷	٦	۱۲۳۰/۳٤	٦٤۹/۹۹	۰/۰۰۱
	خطا	۲٦/٥۰	۱٤	۱/۸۹		
	کل	۷٤۰۸/٥۷	۲۰			

مقایسه میانگین تیمارها:

بر اساس مقایسه تیمارها به روش توکی در سطح احتمال ۹۵ درصد در چهار غلظت متفاوت گروه بندی تیمارها به قرار شکل۱ می‌باشد.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

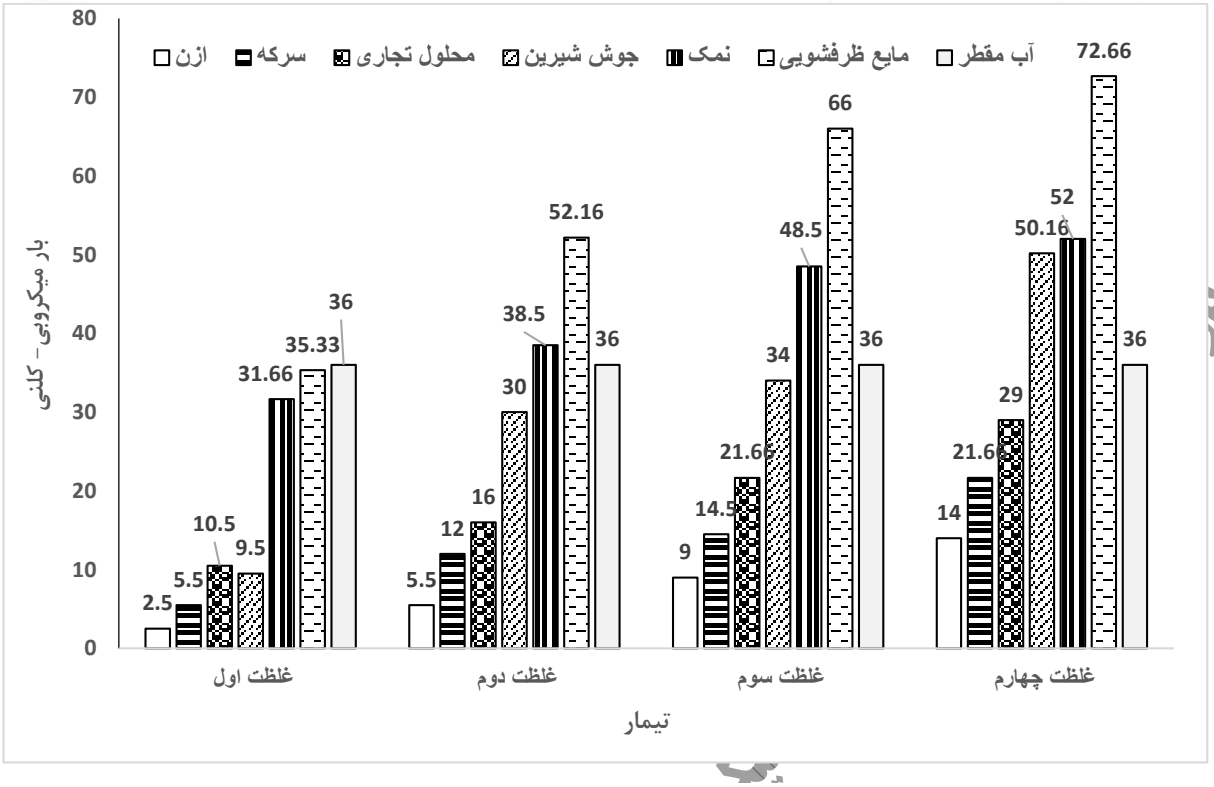
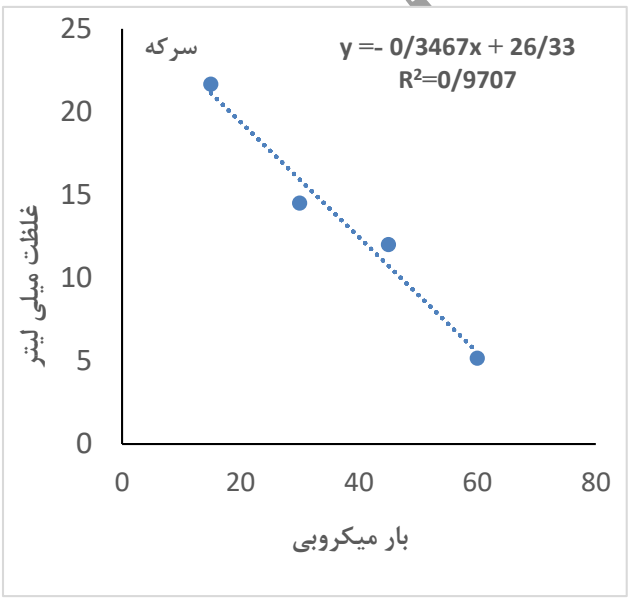
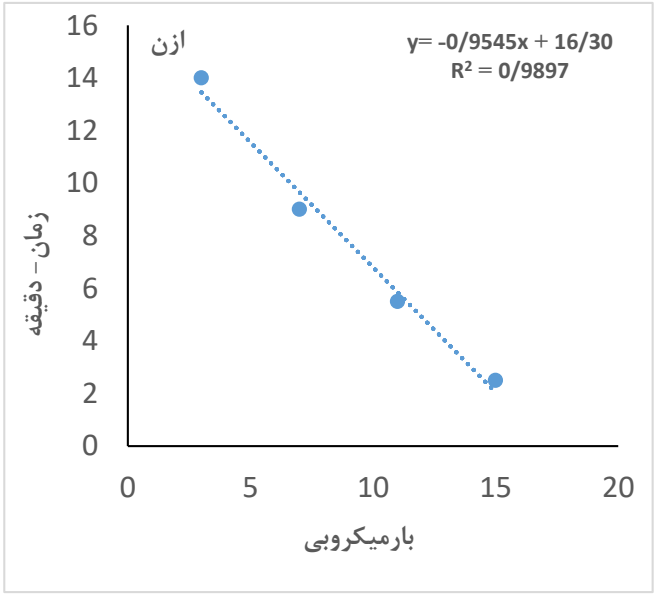


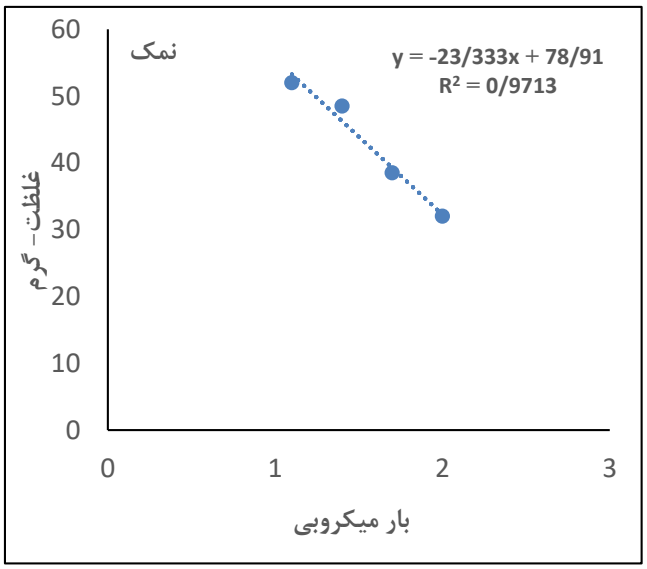
figure 1. Comparison of the average of total microbe papulation from the effects of treatments in four concentrations by Tukey test at 95% probability level. Comparison of the concentrations is independent of each other, and the same lettering has no significant difference.

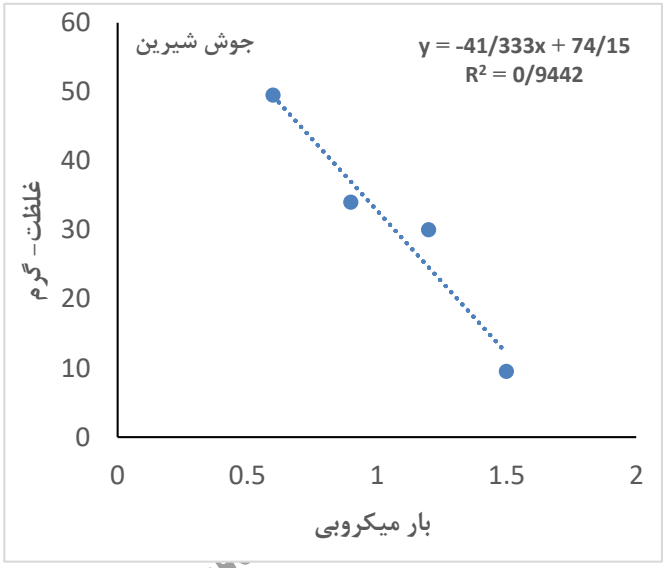
شکل ۱- مقایسه میانگین بار میکروبی در اثر تاثیر تیمارها در چهار غلظت به روش آزمون توکی در سطح احتمال ۹۵ درصد. مقایسه غلظت‌ها مستقل از یک دیگر بوده تیمارهای با حروف یکسان اختلاف معنی داری ندارند.

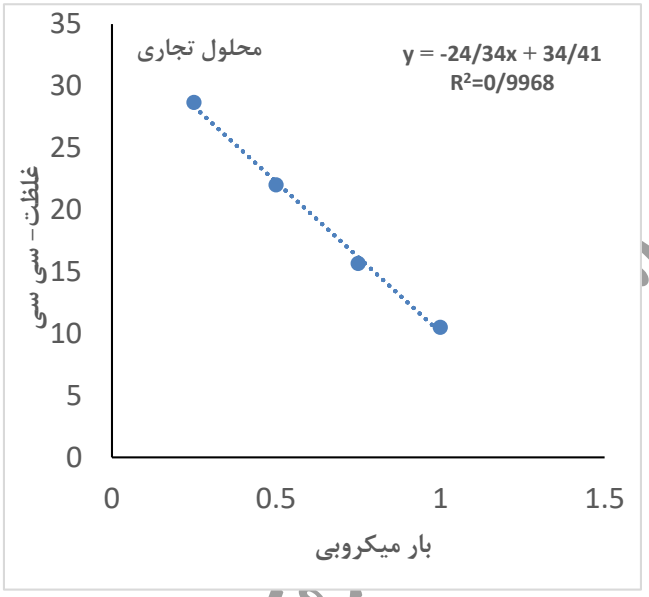
در بررسی تاثیر تیمارها روی بار میکروبی در چهار غلظت تیمار ازن کمترین بار میکروبی را نشان داد که نشانه اثر ضد میکروبی ازن روی میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. تیمار مایع ظرفشویی نیز کمترین تاثیر روی بار میکروبی را داشته است.(شکل ۱).











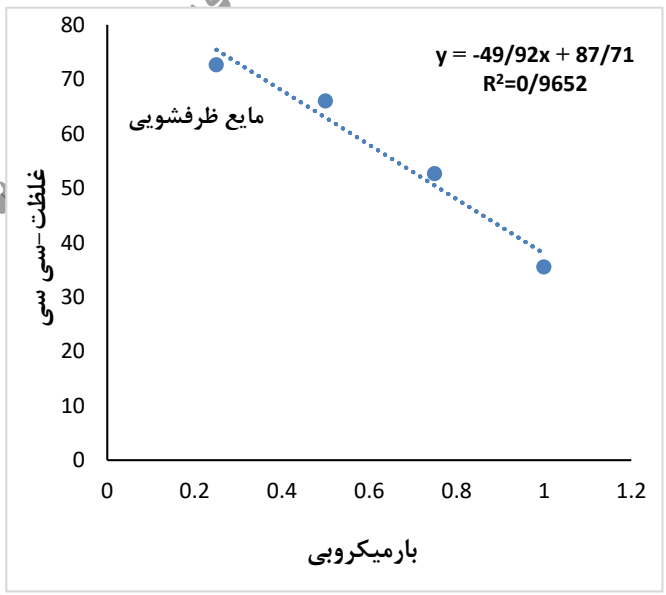


Figure 2. Relationship between concentrations and microbial load of different treatments after 24 hours

شکل۲- رابطه بین غلظت‌ها و بار میکروبی تیمارهای مختلف بعد از ۲۴ ساعت

در بررسی ارتباط بین غلظت‌های مختلف هر ترکیب با میزان بار میکروبی باتوجه به ضریب همبستگی و ضریب تبیین، محلول تجاری و ازن به ترتیب بیش ترین همبستگی را نشان داد.(شکل۲).

بررسی‌های به عمل آمده برای میوه ها و سبزی های خام نشانگر این است که پتانسیل بالایی این دسته از مواد غذایی جهت آلودگی به میکروارگانیزم‌ها که شامل بیماری‌زاهای انسانی می‌شوند وجود دارد(Shahedi and Kadivar, 2017). اثر بخشی ازن در کنترل پوسیدگی پس از برداشت انگور را به منظور روش‌های جایگزین سولفور دی اکسید که یک آفت‌کش تجاری است، مورد بررسی قرار دادند آفت‌کشی ازن بیش از $10000\frac{\mu l}{L}$ به مدت بیش از دو ساعت به کنترل پس از برداشت انگورهایی که توسط بوتریتیس سینره دچار گریمولد (grey mould) شده اند، کمک می‌کندکه با بررسی تحقیق حاضر مطابقت داشته و تیمار ازن نقش مهمی در کاهش بار میکروبی نشان داد(Gabler et al., 2010). همچنین مشاهده کردند که در گوجه فرنگی، توت فرنگی، انگور و کدوتنبل تیمارشده با میزان کم ازن ($0.1\frac{\mu mol}{mol}$)طی دوره نگهداری‌سرد۱۳ درجه سانتی‌گراد تولید اسپور به طور قابل توجهی کاهش و آسیب‌های ظاهری ناشی از بوتریتیس سینره گریمولد (grey mould) گسترش می‌یابد، که با بررسی تحقیق حاضر مطابقت

داشته و تیمار ازن نقش مهمی در کاهش بار میکروبی نشان داد(Tzortzakis et al., 2007). در بررسی دیگر بیان داشتند که ازن یکی از مؤثرترین ضدعفونی کننده‌هاست، ازن هیچ گونه باقیمانده مضر بر غذا و یا بر سطوح در تماس با آن برجای نمی‌گذارد و در مقایسه با سایر ضدعفونی کننده‌ها، ازن در برابر ویروس‌ها و اسپورهای مقاوم مؤثر است. این بررسی با تحقیق حاضر مطابقت دارد(Pirani, 2010). در بررسی محققان دانشگاه زاهدان مشخص شد که کیفیت جداسازی مایع ظرفشویی نسبت به آب معمولی از لحاظ نوع انگل و تعداد آن بسیار بهتر است. در واقع قدرت حذف انگل یا تخم انگل در مقایسه پاک کننده‌ها را نشان داد که شوینده پودر بهتر از شوینده مایع ظرفشویی می‌تواند آلودگی را برطرف کند. در این تحقیق با توجه به شکل۱، تیمار ازن در مقایسه با سایر روش‌ها در چهار غلظت کمترین بار میکروبی داشت(MolaZadeh., 2008). بررسی‌ها نشان داده است که ازن یک اکسیدکننده‌ی قوی در ضدعفونی آب، و حذف مایتوکسین‌ها و سایر آلوده کننده‌ها در میوه‌ها و سبزیجات استفاده می‌شود. همچنین ازن از افزایش شدید مواد جامد محلول در طی ذخیره سازی جلوگیری می‌کند و در نتیجه باعث افزایش عمر مفید سبزیجات می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ازن به عنوان گاز و یا نامحلول در آب می‌تواند بدون آسیب رساندن به کیفیت سبزیجات مورد استفاده قرار گیرد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت(de Souza et al., 2018). در یک بررسی گزارش کردند که در صنایع غذایی از ازن گازی شکل برای افزایش ماندگاری غذا و از ازن نا محلول در آب برای کاهش بار میکروبی سطوح آلوده میوه و سبزیجات استفاده می‌کنند(Heleno et al,. 2014). با این وجود مطالعات زیادی صورت گرفته است که از تیمار ازن نامحلول برای افزایش کیفیت تولید پس از برداشت میوه و سبزیجات استفاده کرده‌اند، که با بررسی این تحقیق مطابقت داشت(Wu et al., 2007; Hwang et al., 2002). در یک بررسی، در مورد اثر ازن مایع بر نگهداری و کیفیت میوه و سبزیجات مشخص شد که ازن باعث کاهش فنول اکسیداز حاصل از فعالیت میکروب‌ها می‌گردد(Beltrán et al., 2005). بر اساس نتایج این تحقیق و گزارش‌های سایر محققان استفاده از ازن می‌تواند با حفظ ترکیبات تغذیه‌ای، کیفیت حسی باعث کاهش بار میکروبی نمونه های کاهو شده و زمان ماندگاری آن را به صورت مطلوبی افزایش دهد،که با نتایج این تحقیق مطابقت نشان می‌دهد(Chenz et al., 2010; Olmez et al., 2009).

۴- نتیجه‌گیری

اثر بخشی هفت روش ضدعفونی کننده آزمایش شده در این تحقیق بر اساس دوز عامل و زمان قرار گرفتن در معرض سطح سبزیجات تحت تاثیر قرار گرفته است. با این حال، شرایط درمان باید به طور خاص برای انواع محصولات برای استفاده موثر و امن ازن تعریف شود. ازن درمانی در مقایسه با سایر مواد ضدعفونی کننده موثر تر بوده و از نظر سازمان غذا و دارو مورد تایید می‌باشد. از دیگر مزایای ازن کاهش قابل توجه حمل و نقل نسبت به سایر روش‌های ضدعفونی کننده‌ها می‌باشد. زیرا ازن تولید شده باید در همان محل مصرف شود. . با تحقیق و توسعه بیشتر و همچنین نوآوری در سیستم‌های تولید و کاربرد ازن، این تکنیک در آینده در فرایند مواد غذایی اثرگذاری بیشتری خواهد داشت.

۵- مراجع

Abadias, M., Usall, J., Anguera, M., Solsona, C., & Viñas, I. (2008). Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International journal of food microbiology*, *123*(1-2), 121-129.

Alam Khan, K. and Abrahem, M. (2010). Review Article - Effect of irradiation on quality of spices International Food Research Journal 17: 825-836.

Ashley, B.C., Birchfield, P.T., Chamberlain, B.V., Kotwal, R.S., McClollan, S.F., Moynihan, S. et al.,. (2004). Health Concerns Regarding Consumption of Irradiated Food In.Jour. of Hyg. and Envir.

Bahrain, M., Habibi Najafi, M. B., Bassamy, M. R., Abbas Zadegan, M., Bahrami, A. R., and ijtihadi., H. R. (2011). Evaluation of microbial load: (3) New vegetable during the processing stages by the minimum process in a unit of packaging. Journal of Research in Food Science and Technology of Iran, 7.(Persian).

Beltrán, D., Selma, M. V., Marín, A., & Gil, M. I. (2005). Ozonated water extends the shelf life of fresh-cut lettuce. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *53*(14), 5654-5663.

Chen, Z., Zhub, Ch., Zhangb, Y., Niub, D., Dub, J. (2010). Effects of aqueous chlorine dioxide treatment on enzymatic browning and shelf-life of fresh-cut asparagus lettuce (*Lactuca sativa L.*). *Postharvest Biol. Tec.*, 58, 232–238.

De Souza, L. P., Faroni, L. R. D. A., Heleno, F. F., Cecon, P. R., Gonçalves, T. D. C., da Silva, G. J., & Prates, L. H. F. (2018). Effects of ozone treatment on postharvest carrot quality. *LWT*, *90*, 53-60.

Gabler, F. M., Mercier, J., Jiménez, J. I., & Smilanick, J. L. (2010). Integration of continuous biofumigation with *Muscodor albus* with pre-cooling fumigation with ozone or sulfur dioxide to control postharvest gray mold of table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, *55*(2), 78-84.

Graham, D. M. (1997). Use of ozone for food processing. Food Technology, 51:121–37-8.

Han, Y., Floros, J. D., Linton, R. H., Nielsen, S. S., & Nelson, P. E. (2002). Response surface modeling for the inactivation of Escherichia coli O157: H7 on green peppers (Capsicum annuum) by ozone gas treatment. *Journal of Food Science*, *67*(3), 1188-1193.

Hassenberg, K., Frohling, A., Geyer, M., Schl¨uter, O. and Herppich, W. B. (2008). Ozonated wash water for inhibition of Pectobacterium carotovorum on carrots and the effect on the physiological behaviour of produce. Eur. J. Hortic Sci. 73:S37–S42.

Heleno, F., Maria Eliana L. R. de Queiroz , Antônio Augusto Neves , Romenique S. Freitas, Lêda Rita A. Faroni & André Fernando De Oliveira. (2014). Effects of ozone fumigation treatment on the removal of residual difenoconazole from strawberries and on their quality, Journal of Environmental Science and Health, Part B:Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes, 49:2, 94-101, DOI: 10.1080/03601234.2014.846736.

Hwang, E.S.; Cash, J.N.; Zabik, M.J. (2002). Degradation of mancozeb and ethylenethiourea in apples due to postharvest treatments and processing. J. Food Sci, 67, 3295–3300.

Karamoko, Y, Mhand, R. A., Ibenyassine, K., Anajjar, B., Chouibani, M., & Ennaji, M. M. (2007). Bacterial pathogens recovered from vegetables irrigated by wastewater in Morocco. *Journal of environmental health*, *69*(10), 47-51.

Karaca, H. and Velioglu, Y. S. (2007). Ozone applications in fruit and vegetable processing. Food Rev. Int 23:91–106.

Khadre, M. A., Yousef, A. E., & Kim, J. G. (2001). Microbiological aspects of ozone applications in food: a review. Journal of food science, 66(9), 1242-1252.

Meireles, A., Giaouris, E., & Simões, M. (2016). Alternative disinfection methods to chlorine for use in the fresh-cut industry. *Food Research International*, *82*, 71-85.

Melkotyan Mohammad, Hosseini Mohammad, Bahrami Hamideh. (2009). Study of parasitic contamination of vegetables in Kerman. Medical journal. 62. Hemorrhagan; Thirteenth Year, No. 1 (Peyepie 49), Spring, p. 55.(Persian).

Mola Zadeh, Parvin, Mohammad Malekotian and Mohammad Reza Rahimi. (2008). Investigating the efficacy of detergents in isolating eggs from parasites from vegetables, 11th National Conference on Environmental Health, Zahedan, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran.(Persian).

Olmez, H., Akbas, M.Y. (2009). Optimization of ozone treatment of fresh-cut green leaf lettuce. *J. Food Eng.*, 90 (4), 487–494.

Pirani, S. (2010). Application of ozone in food industries, Chp. 3: Ozone efficacy on different species of Listeria, Salmonella and Bacillus. Doctoral Program in Animal Nutrition and Food Safety.

Rajauria, G., & Tiwari, B. K. (Eds.). (2017). *Fruit Juices: Extraction, Composition, Quality and Analysis*. Academic Press.

Shahedi, Mohammad and Mehdi Kadivar. (2017). Evaluation of Fruit and Vegetation Contamination with Pathogenic and Toxicogenic Microorganisms in Iran, Two Strategic Research Papers in Agricultural Science and Natural Resources (1), (Persian).

Tzortzakis, N., Borland, A., Singleton, I., & Barnes, J. (2007). Impact of atmospheric ozone-enrichment on quality-related attributes of tomato fruit.*Postharvest Biology and Technology*, *45*(3), 317-325.

Wu, J.G.; Luan, T.G.; Lan, C.Y.; Lo, W.H.; Chan, G.Y.S. (2007). Efficacy evaluation of low-concentration of ozonated water in removal of residual diazinon, parathion, methyl-parathion and cypermethrin on vegetable. J. Food Eng. 79, 803–809.

Zahabi Nafiseh and Mehrdad Niakothari. (2016). The effect of ozone on the quality and chemical properties of fruits and vegetables, the first international congress and the 24th National Congress of Iranian Food Science and Technology, Tehran, Iran Food and Drinking Science Association, Tarbiat Modares University.(Persian).

Zamani Zahra and Behdad Shokrallahi Yancheshmeh. (2016). Application of ozone technology to improve the characteristics of cereal flour, the first international congress and the 24th National Congress of Iranian Food Science and Technology, Tehran, Iran Food and Drug Science Association, Tarbiat Modares University.(Persian).

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران