

## بررسی اثرات پیش تیمارهای بلانچینگ و گرمایش اهمیک در خشک کردن مایکروویو بر برخی ویژگی‌های کیفی برش‌های هویج

محمد جواد محمودی<sup>۱</sup>، محسن آزادبخت<sup>۲\*</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان  
۲. دانشیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۹۷/۶/۱۲، تاریخ آخرین بازنگری: ۹۷/۹/۴، تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۱۷)

### چکیده

در این تحقیق ابتدا هویج به قطعه‌های مساوی خرد شده و با در نظر گرفته شدن سطوح مورد نظر پیش تیمار شدند. سطوح ولتاژ در پیش تیمار اهمیک ۴۰، ۶۰ و ۸۰ V و زمان ۲، ۴ و ۶ min بود. پارامتر مورد بررسی در پیش تیمار بلانچینگ زمان، با سطوح مختلف ۲، ۴ و ۶ min بود. سپس بلافاصله بعد از پیش تیمار، نمونه‌ها در مایکروویو با سطوح توانی ۳۶۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ W خشک شدند. در نهایت نیز نمونه‌های خشک شده با مایکروویو و پیش تیمار و سطوح مختلف آن آسیاب و خواص فیزیولوژیکی مورد نظر شامل آنتی اکسیدان، فلاونوئید و فنل آن‌ها اندازه‌گیری شد. طبق نتایج به‌دست آمده در اکثر موارد، کم‌ترین مقدار آنتی اکسیدان در بین سطوح و پارامترهای مورد نظر، در پیش تیمار اهمیک و زمان ۶ دقیقه، ۲۱/۰۵۱٪ بود. کم‌ترین مقدار فلاونوئید، ۵۲/۶۳۷ mg/100g، مربوط به زمان ۶ min در پیش تیمار اهمیک بود و هم‌چنین کم‌ترین مقدار محتوای فنلی در پیش تیمار بلانچینگ و توان مایکروویو ۳۶۰ W به مقدار ۱۱/۸۱۶ mg/100g اندازه‌گیری شد. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که رابطه بین توان مایکروویو و خواص فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده در بیش‌تر موارد، مستقیم و رابطه بین ولتاژ و زمان پیش تیمارهای انجام شده با خواص فیزیولوژیکی مورد نظر معکوس بود. هم‌چنین در اکثر موارد می‌توان گفت که پیش تیمار بلانچینگ در خشک کردن دارای مقادیر بیش‌تری از خواص فیزیولوژیکی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پیش تیمار، خواص فیزیولوژیکی، اهمیک، بلانچینگ، هویج.

## ۱. مقدمه

محصولات ارزشمند و یا به‌عنوان یک روش خشک کردن تکمیلی برای بهبود کیفیت محصولات استفاده شود [۶]. گرمایش اهمیت یک تکنیک گرمایش الکتریکی بر اساس عبور جریان الکتریکی از میان یک ماده غذایی است. مواد غذایی که شامل آب و یون‌های نمک، برای به کارگیری در گرمایش اهمیت بسیار مناسب هستند. از جمله مزیت‌های آشکار روش گرمایش اهمیت نسبت به روش‌های مرسوم دیگر، عدم وجود اختلاف دما در محلول و محدودیت‌های ضریب انتقال حرارت می‌باشد [۷-۹]. در تحقیقاتی که بر روی آب پرتقال انجام شد، به بررسی اثر پیش تیمار اهمیت و اثر آن بر پارامترهای مختلف پرداخته و مزایایی از جمله حفظ رنگ و کیفیت، کاهش زمان فراوری و عملکرد بالای آن نتیجه‌گیری شد [۱۰]. ووجدیلو و همکاران در آزمایشی بر روی گیل‌های ترش نشان دادند که حداکثر مقدارهای کل آنتی‌اکسیدان و فنل نمونه در دمای ۵۰ °C و کاهش قدرت میکروویو تا مقدار ۱۲۰ W می‌باشد [۱۱].

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثرات پیش تیمارهای بلانچینگ و گرمایش اهمیت در خشک کردن میکروویو بر برخی ویژگی‌های برش‌های هویج شامل آنتی‌اکسیدان، فنل و فلاونوئید است.

## ۲. مواد و روش‌ها

## ۱.۲. آماده کردن نمونه

هویج تازه رقم نانت، با ابعاد متوسط دارای طول و قطر به ترتیب در حدود ۱۸/۵ و ۳ cm، از بازارهای استان گلستان - گرگان، ایران تهیه شدند. نمونه‌ها به آزمایشگاه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل و شست‌وشو شده و سپس برای اندازه‌گیری رطوبت در درون آون قرار گرفت. نمونه‌ها در دمای ۱۰۵ °C تا رسیدن به وزن ثابت در درون آون قرار گرفته و سپس رطوبت آن‌ها در این آزمایش بر اساس استاندارد ۱۳۴-۱۲۹:۱(۱) اندازه‌گیری شد [۱۲، ۱۳]. رطوبت نهایی نمونه‌های خشک شده ۱۳/۶٪ بر پایه خشک بود.

## ۲.۲. پیش تیمار اهمیت

دستگاه اهمیت از یک جعبه شیشه‌ای با ضخامت ۱۰ mm با طول، عرض و ارتفاع ۸، ۸ و ۱۵ cm و یک الکتروود از جنس استیل ضد زنگ با ابعاد ۸×۱۵ cm<sup>2</sup> تشکیل شده است. در این پیش

هویج با نام علمی *Daucus carota L*، در شمار سبزی‌های ریشه دار با ارزش تغذیه‌ای بالا قرار دارد که غنی از ویتامین‌های B<sub>1</sub>، B<sub>2</sub>، B<sub>6</sub> و B<sub>12</sub> و بتاکاروتن است [۱]. از آنجایی که بیش‌تر سبزی‌ها در زمان‌های خاصی از سال موجود هستند، در نتیجه فصلی بوده و در این فصل‌ها به جهت عرضه فراوان و کاهش قیمت فروش، ممکن است خرابی‌های زیادی مشاهده شود. به این جهت به کارگیری روش‌های فراوری و حفاظت می‌تواند از تلف شدن آن‌ها جلوگیری کرده و آن‌ها را در فصل‌های خارج از دسترس در قیمت‌های سودآوری عرضه کند [۲]. به‌طور کلی با رشد محبوبیت غذاهای آماده در بسیاری از کشورهای آسیایی، شاهد افزایش تقاضا برای سبزی‌ها و میوه‌های خشک شده با کیفیت بالا بوده و پیش‌بینی می‌شود این روند در دهه آینده در همگی کشورهای در حال توسعه جهان ادامه یابد [۳، ۴]. از ویژگی‌های این محصول‌ها می‌توان به عمر طولانی، تنوع و کاهش حجم آن‌ها اشاره کرد که با بهبود کیفیت محصول و برنامه‌های کاربردی نیز گسترش یابد [۲].

خشک کردن یک تکنیک حفاظتی است که در آن میزان رطوبت محصول تا رسیدن به مقدار پایداری کاهش می‌یابد. خشک کردن میکروویو یکی از رایج‌ترین تکنیک‌های خشک کردن در فراوری مواد غذایی است. از مزایای این روش نسبت به روش‌های دیگر، می‌توان به یکنواختی خشک شدن و کیفیت بهتر محصول خشک شده اشاره کرد. با افزایش تقاضا برای غذاهای آماده، پیشرفت‌های اخیر در تکنولوژی میکروویو در خشک کردن بسیار مفید است [۳].

خشک‌کن‌های میکروویو دارای امواج الکترومغناطیسی هستند که از محصول عبور کرده و به‌وسیله تحریک ذرات باردار در مواد تشکیل دهنده شیمیایی، عمدتاً آب، گرمایی در محصول ایجاد می‌کنند. این نوع خشک کردن برای محصولاتی با رطوبت بالا، مثل هویج، قارچ و کلم، به دلیل خواص دی‌الکتریک آب که جذب‌کننده سریع انرژی میکروویو است، مناسب می‌باشد [۵]. به تازگی فناوری میکروویو برای انتقال حرارت سریع به‌منظور خشک کردن مواد غذایی و سایر فرآورده‌های آن کاربردهای مهمی پیدا کرده است. با این حال مصرف بالای انرژی به‌عنوان ضرر عمده در چنین روشی مطرح می‌باشد. این هزینه بالا نشان می‌دهد که روش خشک کردن میکروویو می‌تواند در خشک کردن

### ۵.۲. درصد مهار رادیکال‌های آزاد به روش DPPH

در این آزمایش میزان درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH، به روش باندت و همکاران اندازه‌گیری شد. ابتدا ۲ mL از DPPH با غلظت ۰/۱ mMol/L، که با اضافه ۴ mg DPPH در ۱۰۰ mL متانول تشکیل شده، به لوله آزمایش اضافه و سپس ۲ mL از عصاره متانولی تهیه شده به آن افزوده شد. سپس لوله‌های آزمایش به مدت ۱۵ min در محیط تاریک قرار گرفته و بلافاصله با دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل 2800 UV/VIS در طول موج ۵۱۷ nm قرائت شد. نمونه شاهد حاوی ۲ mL DPPH و ۲ mL متانول بود. کالیبره کردن دستگاه اسپکتروفوتومتر با متانول انجام و اعداد به‌دست آمده توسط رابطه (۱) به درصد مهار تبدیل شد [۱۵].

$$DPPH = \frac{Ac-As}{Ac} \times 100 \quad (1)$$

Ac = جذب نمونه شاهد

As = جذب نمونه‌ها

### ۶.۲. فنل کل

جهت اندازه‌گیری فنل کل از روش فولین سیوکالتیو استفاده شد. بدین‌منظور ۲۰ μL از عصاره متانولی حاوی ۰/۵ g در ۵ mL متانول ۸۰٪ با ۱۰۰ μL فولین سیوکالتیو و ۱/۱۶ mL آب مقطر مخلوط و پس از ۵ الی ۸ min استراحت، ۳۰۰ μL کربنات سدیم یک مولار حاوی ۱۰/۶ g در ۱۰۰ mL آب مقطر به آن افزوده شد. محلول فوق به مدت ۳۰ min در تاریکی و حمام بخار با دمای ۴۰ °C قرار گرفت. در نهایت نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ nm قرائت شدند. با قرار دادن عدد جذب نمونه به جای y

تیمار، دو قطب مثبت و منفی خارج شده از منبع انرژی به دو صفحه فلزی قرار گرفته شده در سلول اهمیک متصل می‌شوند. هنگامی که آب مقطر ریخته شده به درون سلول به نقطه جوش می‌رسد، نمونه‌های ضخامت ۲ mm بریده و به آن اضافه شد و در مدت زمان معینی در آن باقی می‌ماند. شکل (۱) نمودار شماتیکی از انجام پیش تیمار اهمیک در انجام آزمایش را نشان می‌دهد.

### ۳.۲. پیش تیمار بلانچینگ

نمونه‌ها در این پیش تیمار، تحت اثر هوای داغ ناشی از بخار آب مقطر که به نقطه جوش رسیده، قرار می‌گیرند. پیش تیمار در یک دمای ثابت و در سه زمان ۲، ۴ و ۶ min انجام می‌شود. سپس برش‌های پیش تیمار شده در داخل ظروف استوانه‌ای از جنس شیشه قرار گرفته و با دستگاه ماکروویو در سه توان ۹۰، ۳۶۰ و ۹۰۰ W تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند. بعد از کامل شدن مرحله خشک‌کردن، نمونه‌ها آسیاب شده و جهت انجام آزمایش به آزمایشگاه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی منتقل شدند.

### ۴.۲. سنجش‌های کیفی

به‌منظور اندازه‌گیری فنل کل و میزان درصد مهار رادیکال‌های آزاد، میزان ۰/۵ g از قسمت آسیاب شده هر نمونه با ۵ mL متانول ۸۰٪ با نسبت ۱ به ۱۰ در یک هاون سرد کوبیده و همگن شدند. مواد همگن شده به مدت ۲۴ h در تاریکی و روی شیکر قرار گرفته و سپس به مدت ۵ min در ۳۰۰۰ rpm سانتریفیوژ شد. از قسمت فوقانی عصاره، برای اندازه‌گیری ویژگی‌های تحت بررسی مورد نظر استفاده گردید [۱۴].



شکل (۱) شکل واقعی و نمودار شماتیک انجام پیش تیمار اهمیک

Fig. 1. The actual shape and schematic diagram of the pre-treatment

تحت بررسی تاثیر معنی‌داری بر خواص فیزیولوژیکی داشته و در همه موارد به جز توان مایکروویو در پیش تیمار اهمیتیک بر روی خاصیت فلاونوئیدی که دارای سطح معنی‌داری ۰.۵٪ بود، اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ داشت. قابل ذکر است که اثرات متقابل دارای اختلاف معنی‌داری نبودند.

### ۱.۳. پیش تیمار اهمیتیک

#### ۱.۱.۳. اثر توان مایکروویو بر خواص فیزیولوژیکی

شکل (۲) نشان می‌دهد که توان مایکروویو در خشک کردن، پس از پیش تیمار اهمیتیک، در اکثر موارد تاثیر معنی‌داری بر مقدار خواص فیزیولوژیکی دارد و با افزایش توان مایکروویو، در خواص فیزیولوژیکی افزایش معنی‌داری مشاهده شد. مقدار درصد آنتی اکسیدان و محتوای فنلی با افزایش توان خشک کن مایکروویو از ۳۶۰ به ۶۰۰ W دارای افزایش معنی‌دار و با افزایش توان از ۶۰۰ به ۹۰۰ W اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. مقدار محتوای فلاونوئیدی نیز با افزایش توان خشک کن مایکروویو از ۳۶۰ به ۶۰۰ W دارای عدم تفاوت معنی‌دار و با افزایش توان از ۶۰۰ به ۹۰۰ W افزایش معنی‌داری مشاهده شد. به طور خلاصه در مطالعاتی مشابه در میان سه تکنیک خشک کردن متمایز، با استفاده از تکنیک خشک کردن مایکروویو مقدار ظرفیت محتوای فنلی بیش‌تری به دست آمد. بر طبق این آزمایش که بر روی میوه انبه منجمد شده انجام شد، بالاترین مقدار محتوای فنلی و آنتی اکسیدانی در بیش‌ترین توان مورد بررسی اتفاق افتاد. به طوری که با افزایش توان مایکروویو مقدار محتوای فنل و آنتی اکسیدان افزایش یافت. دلیل افزایش محتوای فنلی ممکن است به علت دمای بالای میوه در مایکروویو که منجر به اختلال و پارگی بیش‌تر سلول و در نتیجه آزادی ترکیبات فنلی بیش‌تر باشد. علاوه بر این، این نتیجه احتمالاً به دلیل دوره کوتاه خشک شدن و بنابراین قرار گرفتن فنول‌ها در معرض اثرات حرارتی کم‌تر بود. در برخی از مطالعات نیز افزایش محتوای فنلی در نمونه‌های مختلف غذا مانند کشمش خشک، زردآلو و پرتقال پوست شده گزارش شده است [۲۰-۱۷].

#### ۲.۱.۳. اثر ولتاژ پیش تیمار اهمیتیک بر خواص فیزیولوژیکی

شکل (۳) اثر ولتاژ در پیش تیمار اهمیتیک بر مقدار خواص فیزیولوژیکی را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به دست آمده در

در معادله خط میزان فنل x بر حسب میلی گرم اسید گالیک بر گرم به دست آمد [۱۶].

$$y=0.0034x-0.0114 \quad (2)$$

### ۷.۲. اندازه‌گیری محتوای فلاونوئید

به منظور اندازه‌گیری محتوای فلاونوئید ۰/۵ mL از عصاره متانولی با ۱/۵ mL متانول، ۰/۱ mL آلومینیوم کلرید ۱۰٪ حاوی ۱۰ g آلومینیوم کلرید در ۱۰۰ mL آب مقطر، ۰/۱ mL استات پتاسیم یک مولار حاوی ۲/۴۱ g در ۱۰ mL آب مقطر و ۲/۸ mL آب مقطر مخلوط شد. برای تهیه شاهد به جای عصاره متانولی، تنها از متانول خالص استفاده شد. سپس مخلوط در نیم ساعت تاریکی قرار گرفته و بلافاصله خروجی دستگاه اسپکروفوتومتر تحت طول موج ۴۱۵ nm قرائت شد. اعداد به دست آمده برای فلاونوئید با رجوع به منحنی استاندارد واقعی شدند. منحنی استاندارد با استفاده از رابطه (۳) به دست آمد. به این منظور غلظت‌های مختلف از استاندارد کوئرستین ساخته شده و بعد از خوانده شدن عدد جذب، اعداد واقعی و غلظت فلاونوئید کل به دست آمد.

$$y=0.0121x+0.0722 \quad (3)$$

### ۸.۲. آنالیز آماری

نمونه‌ها پس از پیش تیمارهای اهمیتیک و بلانچینگ، توسط دستگاه مایکروویو خشک شدند. پیش تیمار اهمیتیک در سه ولتاژ ۴۰، ۶۰ و ۸۰ V و سه زمان ۲، ۴ و ۶ min و پیش تیمار بلانچینگ در سه زمان ۲، ۴ و ۶ min انجام شدند. همچنین فرایند خشک شدن توسط دستگاه مایکروویو با سه توان ۳۶۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ W انجام شد. سپس آزمایش‌های اندازه‌گیری آنتی اکسیدان، فنل و فلاونوئید در سه تکرار انجام و نتایج با استفاده از آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار آماری SAS تحلیل شدند.

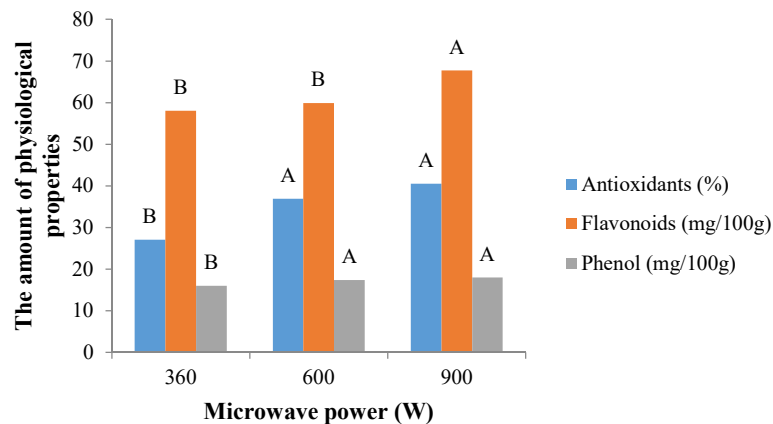
### ۳. نتایج و بحث

جدول (۱) نتایج آنالیز واریانس تاثیر متغیرهای تحت بررسی شامل توان مایکروویو، ولتاژ و زمان را در پیش تیمارهای اهمیتیک و بلانچینگ بر روی مقدار آنتی اکسیدان، فنل و فلاونوئید در هویج را نشان می‌دهد. طبق نتایج این جدول، تمامی متغیرهای

جدول (۱) آنالیز واریانس مقادیر فیزیولوژیکی مختلف تحت پیش تیمارهای اهمیک و بلانچینگ.

Table 1 Analysis of variance of different physiological values under Ohmic and Blanching pretreatments.

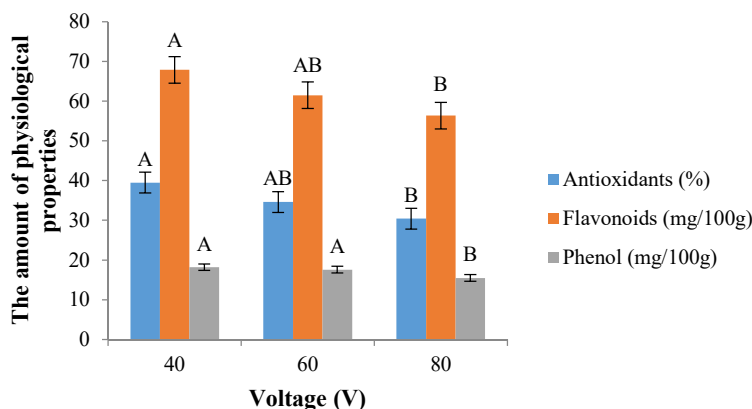
مقدار F F value	میانگین مربعات Mean Square	درجه آزادی df	متغیر Variable	
14.55**	1310.7078	2	مایکروویو Microwave	
6.15**	553.9505	2	ولتاژ Voltage	آنتی اکسیدان Antioxidants
67.29**	6063.0508	2	زمان Time	
10.78**	28.0729	2	مایکروویو Microwave	
20.99**	54.6520	2	ولتاژ Voltage	فنل Phenol
92.05**	239.6527	2	زمان Time	اهمیک Ohmic
4.48*	712.4399	2	مایکروویو Microwave	
5.67**	900.9830	2	ولتاژ Voltage	فلاونوئید Flavonoids
17.62**	2799.0986	2	زمان Time	
11.87**	1677.7633	2	مایکروویو Microwave	آنتی اکسیدان Antioxidants
7.68**	1085.6150	2	زمان Time	
45.93**	249.3109	2	مایکروویو Microwave	فنل Phenol
23.29**	126.4282	2	زمان Time	بلانچینگ Blanching
7.10**	545.0821	2	مایکروویو Microwave	فلاونوئید Flavonoids
14.90**	1143.9696	2	زمان Time	



شکل (۲) اثر پارامتر توان مایکروویو در پیش تیمار اهمیک بر محتوای خواص فیزیولوژیکی

(حروف مشترک مشابه در هر خاصیت، نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار می باشد)

Fig. 2. The Effect of Microwave Power Parameters on Precursor Preliminaries on the Physiological Properties Content



شکل (۳) اثر پارامتر ولتاژ در پیش تیمار اهمیک بر محتوای خواص فیزیولوژیکی

(حروف مشترک مشابه در هر خاصیت، نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار می باشد)

Fig.3. The effect of voltage parameter at ohmic pretreatment on the content of physiological properties

افزایش زمان پیش تیمار اهمیک تمامی مقادیر خواص فیزیولوژیکی دارای کاهش معنی داری است. دلیل این اتفاق را می توان ناشی از افزایش دمای عملیات حرارتی به دلیل افزایش زمان پیش تیمار دانست. در نتایج مشابه، با استفاده از روش خشک کنی کانتینر، با افزایش دما از ۶۰ به ۸۰ °C، کاهش مقدار محتوای فنل و آنتی اکسیدان مشاهده شد. به عبارت دیگر می توان این گونه تفسیر کرد که زمان پیش تیمار دارای رابطه مسقیم با دما می باشد و افزایش دما سبب کاهش مقدار محتوای فنلی و آنتی اکسیدانی در طی خشک کردن محصولات می شود [۲۲].

### ۲.۲.۳. پیش تیمار بلانچینگ

#### ۲.۱.۲.۳ اثر توان مایکروویو بر خواص فیزیولوژیکی

در شکل (۵)، تاثیر توان مایکروویو در خشک کردن پس از پیش تیمار بلانچینگ بر مقدار خواص فیزیولوژیکی نشان داده می شود. نتایج آزمایش ها نشان می دهد که در اکثر موارد با افزایش مقدار توان مایکروویو در خشک کردن، مقدار خواص فیزیولوژیکی افزایش معنی داری داشته است.

درصد آنتی اکسیدان نمونه ها با افزایش توان خشک کن مایکروویو از ۳۶۰ به ۶۰۰ W دارای اختلاف معنی داری بین خواص فیزیولوژیکی نبود ولی با افزایش توان از ۳۶۰ و ۶۰۰ به ۹۰۰ W تفاوت معنی داری در بین مقادیر خواص فیزیولوژیکی مشاهده شد. محتوای فلاونوئیدی با تغییر توان خشک کن

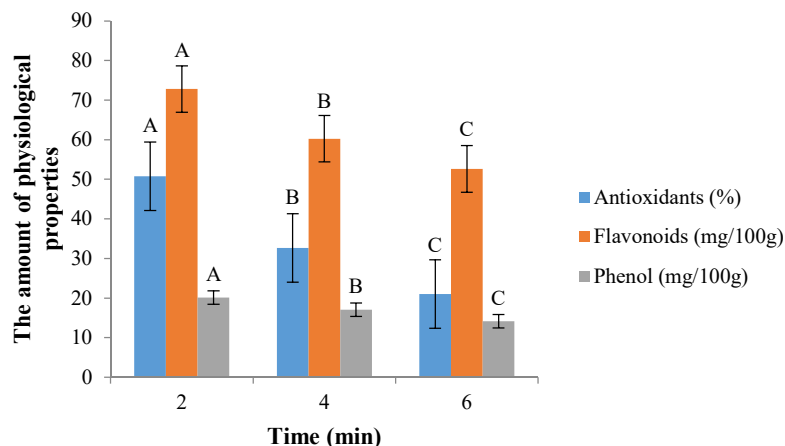
برخی موارد کاهش معنی داری در خواص فیزیولوژیکی بر اثر افزایش ولتاژ در این پیش تیمار مشاهده شد.

مقدار درصد آنتی اکسیدان و محتوای فلاونوئیدی با افزایش ولتاژ پیش تیمار اهمیک از ۴۰ به ۶۰ V و ۶۰ به ۸۰ V دارای اختلاف معنی داری بود. ولی با افزایش مقدار ولتاژ از ۴۰ و ۸۰ V کاهش معنی داری در درصد آنتی اکسیدان و محتوای فلاونوئیدی مشاهده شد. مقدار محتوای فنلی با افزایش ولتاژ در این پیش تیمار از ۶۰ به ۸۰ V دارای تفاوت معنی داری بود و کاهش یافت. کاهش محتوای خواص فیزیولوژیکی می تواند به دلیل افزایش شدت عملیات حرارتی انجام شده در این پیش تیمار، در ولتاژهای بالا و تاثیر بر تمامیت ساختار سلول و در نتیجه منجر به مهاجرت و تلفات اجزا توسط نشت یا تجزیه واکنش های مختلف شیمیایی شامل آنزیم ها، نور و اکسیژن باشد که در نتیجه آن در اکثر موارد کاهش معنی داری در خواص فیزیولوژیکی مورد بررسی مشاهده شد [۲۱].

#### ۳.۱.۳ اثر زمان پیش تیمار اهمیک بر خواص فیزیولوژیکی

در شکل (۴) معنی داری اثر زمان پیش تیمار بر مقدار خواص فیزیولوژیکی در پیش تیمار اهمیک نشان داده شده که با توجه به نتایج مقادیر خواص فیزیولوژیکی با افزایش زمان پیش تیمار اهمیک کاهش یافت.

در تمامی مقادیر خواص فیزیولوژیکی مورد بررسی شامل درصد آنتی اکسیدان، محتوای فلاونوئیدی و فنلی مشاهده شد که با

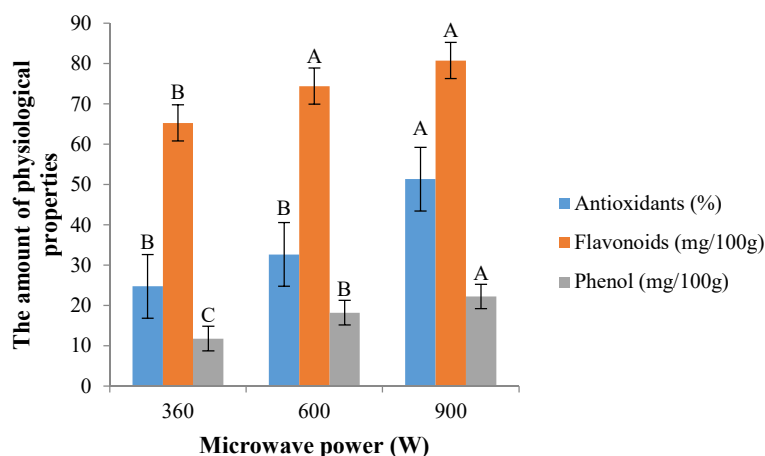


شکل (۴) اثر پارامتر زمان در پیش ت

بیمار اهمیت بر محتوای خواص فیزیولوژیکی

(حروف مشترک مشابه در هر خاصیت، نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد)

Fig. 4. The effect of time parameter at ohmic pretreatment on the content of physiological properties



شکل (۵) اثر پارامتر توان مایکروویو در پیش تیمار بلانچینگ بر محتوای خواص فیزیولوژیکی

(حروف مشترک مشابه در هر خاصیت، نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد)

Fig. 5. The effect of microwave power parameter at blanching pre-treatment on the physiological properties

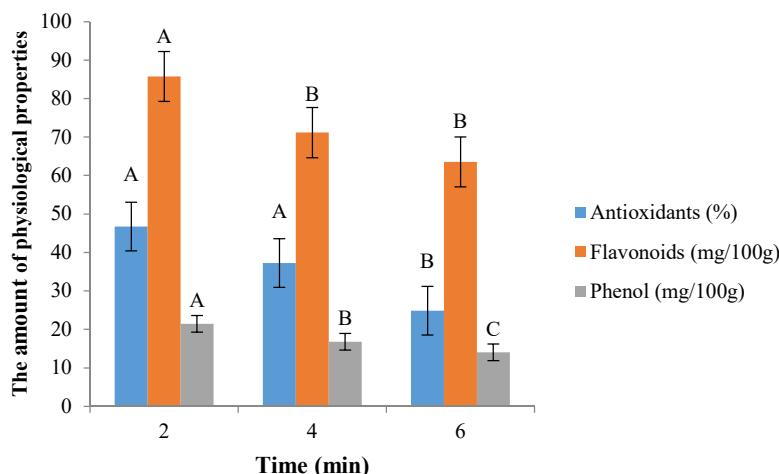
بین زمان ۲ و ۴ با ۶ min در پیش تیمار بلانچینگ تغییرات کاهشی معنی‌داری در درصد آنتی اکسیدان مشاهده شد. در محتوای فلاونوئیدی مشاهده شد که زمان ۴ و ۶ پیش تیمار بلانچینگ شاهد اختلاف معنی‌داری نبوده ولی در زمان ۲ با ۴ و ۶ min اختلاف معنی‌داری در خواص فیزیولوژیکی مشاهده شد. در هر سه سطح محتوای فنلی مشاهده شد که با افزایش زمان پیش تیمار، کاهش معنی‌داری در بین سطوح وجود دارد. این کاهش در خواص فیزیولوژیکی می‌تواند به دلیل افزایش دمای پیش تیمار در خشک کردن ابتدایی و به دنبال آن تاثیر بر تمامیت

مایکروویو از ۳۶۰ به ۶۰۰ و ۹۰۰ W دارای اختلاف معنی‌داری در مقدار خواص فیزیولوژیکی مورد نظر بود. در همه سطوح توان خشک کن مایکروویو، تغییرات معنی‌داری در محتوای فنلی مشاهده شد. این تغییرات در خواص فیزیولوژیکی افزایشی بود.

### ۲.۲.۳ اثر زمان پیش تیمار بلانچینگ بر خواص فیزیولوژیکی

مطابق با شکل (۶)، در اکثر موارد خشک کردن با خشک کن مایکروویو در پیش تیمار بلانچینگ، با افزایش زمان پیش تیمار، کاهش معنی‌داری در مقدار خواص فیزیولوژیکی مشاهده شد.





شکل (۶) اثر پارامتر زمان در پیش تیمار بلانچینگ بر محتوای خواص فیزیولوژیکی

(حروف مشترک مشابه در هر خاصیت، نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد)

Fig. 6. The effect of time parameter at blanching pre-treatment on the physiological properties

#### ۴. نتیجه گیری

در این تحقیق تاثیر سطوح مختلف پیش تیمارهای اهمیک و بلانچینگ بر مقدار آنتی اکسیدان، فلاونوئید و فنل بررسی شد. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که در اکثر موارد تغییر در سطوح مختلف پیش تیمارهای مورد نظر بر روی خواص فیزیولوژیکی تعیین شده تاثیر گذار است. به طوری که غالباً افزایش ولتاژ و زمان پیش تیمار انجام شده سبب کاهش خواص فیزیولوژیکی آنتی اکسیدان، فلاونوئید و فنل شد. هم‌چنین افزایش توان میکروویو در خشک کردن، در اکثر موارد افزایش درصد آنتی اکسیدان، محتوای فلاونوئیدی و فنلی را به دنبال داشت. به طور کلی در بیش تر موارد رابطه بین توان میکروویو و خواص فیزیولوژیکی، رابطه‌ای مستقیم و ولتاژ و زمان با این خواص رابطه‌ای معکوس است. بنابراین می‌توان گفت که با در نظر گرفتن کم‌ترین مقادیر ولتاژ در پیش تیمار اهمیک و زمان در هر دو پیش تیمار و بیش‌ترین مقدار توان میکروویو می‌توان به خواص آنتی اکسیدانی، فلاونوئیدی و فنلی مناسبی در هویج دست یافت. مقایسه اثر توان میکروویو با خواص فیزیولوژیکی در پیش‌های اهمیک و بلانچینگ نشان داده شد که تقریباً در اکثر موارد پیش تیمار بلانچینگ دارای مقادیر بیش‌تری از خواص فیزیولوژیکی نسبت به پیش تیمار اهمیک بود. هم‌چنین با مقایسه اثر زمان بر خواص فیزیولوژیکی در پیش تیمارهای اهمیک و بلانچینگ

ساختار سلول و در نتیجه مهاجرت و تلفات اجزا فیزیولوژیک به وسیله انجام واکنش‌های مختلف شیمیایی باشد [۲۱].

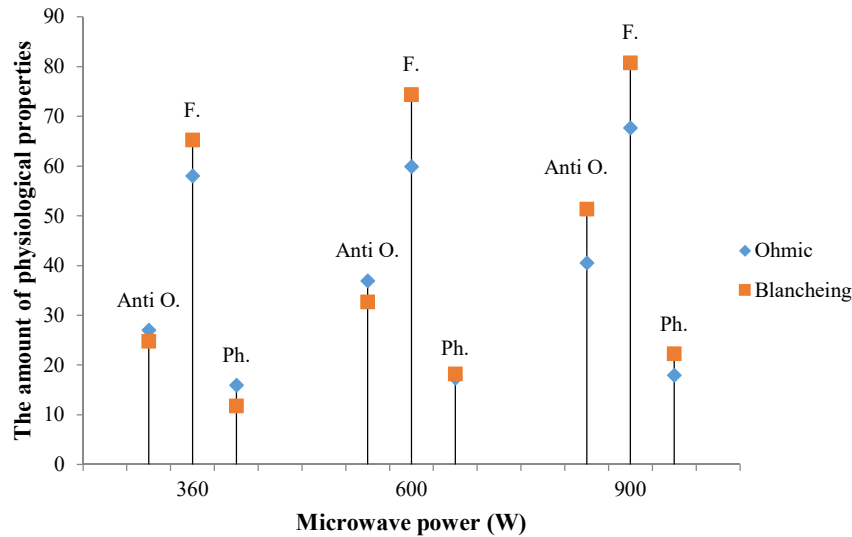
خلاصه نتایج مقدار مختلف خواص فیزیولوژیکی بر اثر مقدار توان میکروویو و زمان پیش تیمارهای اهمیک و بلانچینگ در شکل‌های ۷ و ۸ نشان داده شده است.

در شکل (۷)، که اثر توان خشک کن میکروویو بر خواص فیزیولوژیکی در پیش تیمارهای اهمیک و بلانچینگ نشان داده شده، مشاهده می‌شود که پیش تیمار اهمیک در همه موارد به جز مقادیر آنتی اکسیدان و فنل در توان ۳۶۰ W دارای مقادیر بیش‌تری از خواص فیزیولوژیکی در هر سه مورد بررسی می‌باشد. می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که در اکثر موارد با تغییر پیش تیمار اهمیک به بلانچینگ در بررسی اثر توان خشک کن میکروویو، می‌توان مقادیر بیش‌تری از خواص فیزیولوژیکی را در هویج به دست آورد.

در شکل (۸)، اثر زمان در پیش تیمارهای اهمیک و بلانچینگ بر خواص فیزیولوژیکی بررسی شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در همه موارد به جز آنتی اکسیدان در زمان ۲ min، شاهد سطح بالاتری از خواص فیزیولوژیکی با تغییر پیش تیمار اهمیک به بلانچینگ بودیم. پس می‌توان نتیجه گرفت که پیش تیمار بلانچینگ دارای مقادیر بالاتری از خواص فیزیولوژیکی نسبت به پیش تیمار اهمیک می‌باشد.

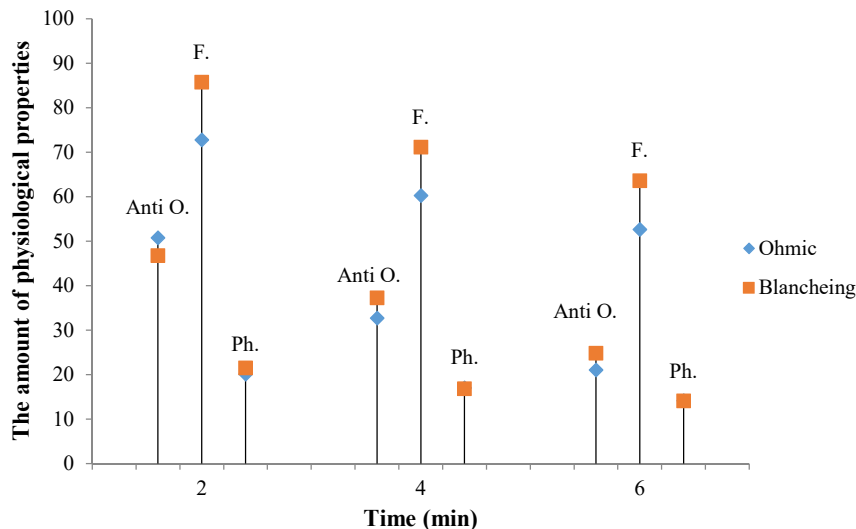


نتیجه شد که پیش تیمار بلانچینگ اکثرا دارای سطح بالاتری از خواص فیزیولوژیکی بود.



شکل (۷) اثر توان مایکروویو بر خواص فیزیولوژیکی در پیش تیمارهای اهمیک و بلانچینگ

Fig. 7. Effect of Microwave Power on Physiological Properties at Ohmic & Blanching Pretreatments



شکل (۸) اثر زمان پیش تیمار بر خواص فیزیولوژیکی در پیش تیمارهای اهمیک و بلانچینگ

Fig. 8. Effect of pre-treatment time on physiological properties at Ohmic and Blanching pre-treatments

## منابع

dehydrated carrot: II. Leaching losses and stability of carrot during dehydration and storage. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 12, 295–307.

[4] Zhang, M., J. Tang, A. S. Mujumdar, and S. Wang, (2006). Trends in microwave-related drying of fruits and vegetables. *Trends Food Sci. Technol.*, 17, 524–534.

[5] Prabhanjan, D. G., Ramaswamy, H. S., & Raghavan,

[1] Ong, D. E., and F. Chytil, (1983). In GD Aurbach. *Vitam. Horm.*, 105–112.

[2] Prakash, S., S. K. Jha, and N. Datta, (2004). Performance evaluation of blanched carrots dried by three different driers. *J. Food Eng.*, 62, 305–313.

[3] Baloch, A. K., K. A. Buckle, and R. A. Edwards, (1977). Effect of processing variables on the quality of

- mango. *Food Sci. Technol.*, 37, 1–9.
- [18] Carranza-Concha, J., Benlloch, M., Camacho, M. M., & M.-.,and N. Navarrete., (2012). Effects of drying and pretreatment on the nutritional and functional quality of raisins. *Food Bio. Process.*, 90, 243–248.
- [19] Bushra Sultana., (2012). Effect of drying techniques on the total phenolic contents and antioxidant activity of selected fruits. *J. Med. Plants Res.*, 6, 161–167.
- [20] Chen, M.,D. Yang.,and S. Liu., (2011). Effects of drying temperature on the flavonoid, phenolic acid and antioxidative capacities of the methanol extract of citrus fruit (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) peels. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 46, 1179–1185.
- [21] Youssef, K. M.,and S. M. Mokhtar., (2014). Effect of Drying Methods on the Antioxidant Capacity, Color and Phytochemicals of *Portulaca oleracea* L. Leaves. *J. Nutr. Food Sci.*, 04, 2–6.
- [22] İzli, G., (2017). Total phenolics, antioxidant capacity, colour and drying characteristics of date fruit dried with different methods. *Food Sci. Technol.*, 37, 139–147.
- G. S., (1995). Microwave-assisted convective air drying of thin layer carrots. *J. Food Eng.*, 25: 283–293.
- [6] Drouzas, A. E.,and H. Schubert., (1996). Microwave application in vacuum drying of fruits. *J. Food Eng.*, 28, 203–209.
- [7] Sarang, S.,S. K. Sastry.,and L. Knipe., (2008). Electrical conductivity of fruits and meats during ohmic heating. *J. Food Eng.*, 87, 351–356.
- [8] Icier, F.,and C. Ilicali., (2005). The effects of concentration on electrical conductivity of orange juice concentrates during ohmic heating Temperature dependent electrical conductivities of fruit purees during ohmic heating. *European Food Res. Technol.*, 220, 406–414.
- [9] Castro, I.,J. A. Teixeira.,S. Salengke.,S. K. Sastry.,and A. A. Vicente., (2004). Ohmic heating of strawberry products: electrical conductivity measurements and ascorbic acid degradation kinetics. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 5, 27–36.
- [10] Vikram, V. B.,M. N. Ramesh.,and S. G. Prapulla., (2005). Thermal degradation kinetics of nutrients in orange juice heated by electromagnetic and conventional methods. *J. Food Eng.*, 69, 31–40.
- [11] Wojdyło, A.,A. Figiel.,K. Lech.,P. Nowicka.,and J. Oszmiański., (2014). Effect of Convective and Vacuum-Microwave Drying on the Bioactive Compounds, Color, and Antioxidant Capacity of Sour Cherries. *Food Bioprocess Technol.*, 7, 829–841.
- [12] Azadbakht, M.,M. Vehedi Torshizi.,E. ghajar jazi.,and A. Ziaratban., (2016). Application of Artificial Neural Network ( ANN ) in predicting mechanical properties of canola stem under shear loading Application of Artificial Neural Network ( ANN ) in predicting mechanical properties of canola stem under shear loading. *Agric. Eng. Int.*, 18, 413-425.
- [13] Lanza, B.,V. Marsilio.,B. Lanza.,C. Campestre.,and M. De Angelis., (2015). Oven-dried table olives : Textural properties as related to pectic composition Oven-dried table olives : textural properties as related to pectic composition. *J. Sci. Food. Agric.*, 0010, 1271–1276.
- [14] Mashayekhi, K. A., (2016). Guide plant physiology experiments (studies before and after harvest) .
- [15] Li, W. L.,X. H. Li.,X. Fan.,Y. Tang.,and J. Yun., (2012). Response of antioxidant activity and sensory quality in fresh-cut pear as affected by high O<sub>2</sub> activ. *Food Sci. Technol. Int.*, 18, 197–205.
- [16] Jaramillo-Flores, M. E.,L. González-Cruz.,M. Cornejo-Mazón.,L. Dorantes-álvarez.,G. F. Gutiérrez-López.,and H. Hernández-Sánchez., (2003). Effect of Thermal Treatment on the Antioxidant Activity and Content of Carotenoids and Phenolic Compounds of Cactus Pear *Cladodes* (*Opuntia ficus-indica*). *Food Sci. Technol. Int.*, 9, 271–278.
- [17] İzli, N.,G. İzli.,and O. Taskin., (2017). Influence of different drying techniques on drying parameters of