

# اثر پیش تیمار متابی سولفیت سدیم و دمای خشک کردن بر خصوصیات کیفی زرشک بیدانه

مهدی خیاط<sup>۱\*</sup>، فرشته صفی خانی<sup>۲</sup>، مهدی جهانی<sup>۳</sup> و فرید مرادی نژاد<sup>۴</sup>

۱- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، ایران

۳- دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند، ایران

۴- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۲۴ تا تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۱۱)

## چکیده

این آزمایش به منظور بررسی تاثیر پیش تیمار متابی سولفیت سدیم و هوای داغ با دماهای مختلف بر کیفیت میوه خشک شده زرشک بیدانه و بصورت طرح کرت های خرد شده در زمان انجام شد که تیمارهای آزمایش شامل غلظت های مختلف متابی سولفیت سدیم ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) در چهار سطح (شاهد یا آب مقطر، یک، دو و چهار درصد)، دمای خشک کردن در سه سطح (۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سلسیوس) و زمان انبارداری محصول خشک شده در شش سطح محصول تازه (در زمان برداشت) و خشک شده (صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ روز بعد از خشک کردن) در نظر گرفته شد. میزان رطوبت اولیه میوه به  $13 \pm 1$  درصد کاهش یافت. پیش تیمار متابی سولفیت سدیم نیز بر بسیاری از صفات مثل آنتی اکسیدان تاثیر معنی داری داشت، به گونه ای که غلظت ۲ درصد آن سبب افزایش شاخص های رنگ شد. اثر ساده دما بر pH، روشنایی میوه، تغییرات کلی رنگ و قهوه ای شدن معنی دار بود و با افزایش دما، قهوه ای شدن افزایش یافت اما بر آنتی اکسیدان و آنتوسیانین تاثیری نداشت. اثر متقابل پیش تیمار شیمیایی و دما بر صفات pH، مواد جامد محلول و اسیدیته کل معنی دار بود. از نتایج چنین استنباط می شود که اگرچه دمای پایین برای حفظ کیفیت فرآورده خشک شده زرشک لازم می باشد اما استفاده از پیش تیمار شیمیایی به همراه دماهای پایین خشک کردن سبب بهبود شاخص های رنگ در میوه خشک شده زرشک می گردد هرچند انجام آزمایش های بیشتر لازم است.

کلید واژگان: *Berberis vulgaris*. فعالیت آنتی اکسیدانی، آنتوسیانین، روشنایی میوه، قهوه ای شدن

\*مسئول مکاتبات: mhd khayyat@birjand.ac.ir

## ۱- مقدمه

زرشک (*Berberis vulgaris* L.) متعلق به خانواده بربریداسه و راسته آلاله می باشد. برخی آن را بومی اروپا و برخی بومی آفریقا و آسیا می دانند [۱]. این گیاه بصورت درختچه چند ساله، خزان دار، خاردار، شاخه های استوانه‌ای یا گوشه دار به رنگ زرد یا قهوه‌ای، برگ متناوب، ساده یا مرکب شانهای، گل ها دوجنسی در گل آذین خوشه مرکب و میوه بصورت سته قرمز بیضوی می باشد [۲، ۳ و ۴]. زرشک بی‌دانه به دلیل رنگ و طعم دلپذیرش سالهاست که زینت بخش سفره های ایرانیان است. این نوع زرشک به عنوان مکمل برنج در بسیاری از سفره های ایرانی حضور داشته و از آن در تهیه زرشک پلو با مرغ، ته چین و انواع خوراکیها استفاده شده، علاوه بر آن میوه نارس آن در تهیه مربا، لواشک، آب میوه و شربت کاربرد دارد. خواص دارویی بسیاری برای آن گزارش شده و اهمیت توجه به آن را چندین برابر کرده است که اثرات ضدباکتریایی، تب بر، ضد خارش، ضد فلج اطفال، ضد تومور، ضد بیماری آلزایمر [۵]، ضد التهاب قلب و امراض عضلات قلب [۶] و امراض عصبی خصوصاً صرع و تشنج [۷]، محرک فعالیت های آنتی‌کولینرژیک و آنتی‌هیستامینی [۸]، بهبود اشتها و رفع صفرا و کاهش اختلالات کبدی [۹]، رفع عفونت گلو، ریه، مجاری ادراری و آلودگی های فارچی [۱۰] و [۱۱]، کاهش فشارخون و آرامبخش [۱۲] از آن جمله اند.

فرآیند خشک کردن یک روش معمول نگهداری مواد غذایی است که از نظر فرآوری و یا تولید شکل جدیدی از محصولات استفاده می شود [۱۳] و بدین ترتیب چند مزیت از جمله کاهش ضایعات، کاهش هدر رفت انرژی و سرمایه و کنترل عوامل بهداشتی حاصل می گردد، هرچند هزینه آن بالا بوده و کاهش رنگ محصول اتفاق می افتد [۱۴، ۱۵ و ۱۶]. پیش تیمارهای شیمیایی مختلف قبل از خشک کردن میوه از قبیل روغن زیتون، کربنات پتاسیم، متابی سولفیت پتاسیم، اسید آسکوربیک و غیره برای حفظ کیفیت، ارزش غذایی و رنگ محصول خشک شده طی فرآیند خشک کردن مورد استفاده قرار گرفته اند [۱۷، ۱۸ و ۱۹]. استفاده از تیمارهای گوگردی قبل از خشک کردن گوجه فرنگی، سبب حفظ میزان اسید آسکوربیک آن نسبت به شاهد شد [۲۰]. برخی محققان گزارش نمودند پیش تیمار دی اکسید

گوگرد با غلظت ۷۵ میلی گرم بر لیتر و غوطه وری در آب داغ سبب حفظ خصوصیات شیمیایی برش های سیب خصوصاً میزان فنول آن شده است و این میزان حتی در طول دوره نگهداری ۸ هفته‌ای نسبت به شاهد بطور معنی‌داری حفظ گردید [۲۱]. امروزه از ترکیبات گوگردی سدیم و پتاسیمی بعنوان عامل جلوگیری کننده از قهوه‌ای شدن و کنترل تغییر رنگ استفاده می گردد [۲۲]. برای جلوگیری از قهوه‌ای شدن برش های گوجه فرنگی در طول فرآیند خشک کردن از غوطه وری با متابی سولفیت پتاسیم به مدت ۶۰ ثانیه استفاده گردید [۲۳].

دمای خشک کردن نیز بر مدت زمان فرآیند خشک شدن، کیفیت و مواد موثره گیاهان تاثیر قابل توجهی می گذارد. بررسی اثر دمای خشک کردن بر لفل فلز نشان داد که با افزایش دما میزان مواد جامد محلول کاهش می یابد [۲۴]. در تحقیق دیگر گزارش شد دماهای خشک کردن پایین به واسطه طولانی نمودن مدت دوره خشک کردن منتج به کاهش شاخص های رنگ و شکل‌گیری محصولات قهوه ای رنگ می شود [۲۵]. با وجود این، بررسی منابع نشان می دهد تاکنون هیچ گونه گزارش مبنی بر تاثیر پیش تیمار متابی سولفیت سدیم بر حفظ خصوصیات فیزیکوشیمیایی زرشک در شرایط خشک کردن نشده است. هرچند در برخی از محصولات کشاورزی استفاده گردیده است. همچنین، تاثیر دمای مختلف خشک کردن بر کیفیت زرشک بررسی نشده است. از این رو، مهم ترین اهداف این پژوهش عبارتند از:

۱- تاثیر پیش تیمار ترکیب گوگردی متابی سولفیت سدیم بر حفظ خواص آنتی اکسیدانی و رنگ میوه زرشک طی فرآیند خشک شدن؛

۲- تاثیر دماهای مختلف خشک کردن بر میزان آنتوسیانین و قهوه‌ای شدن و تغییرات شاخص رنگ.

## ۲- مواد و روش ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۳ در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند و پس از انجام پیش آزمایش، به اجرا درآمد. میوه زرشک از درختچه های ۲۰ ساله موجود در باغ تحقیقاتی دانشکده کشاورزی واقع در امیرآباد بصورت خوشه چینی در آبان ماه

تغییر رنگ و قهوه ای شدن نیز در مورد میوه خشک در قیاس با میوه تازه مورد ارزیابی و محاسبه قرار گرفت. خصوصیات رنگ گوشت میوه با استفاده از دستگاه کالری متر (TES 135 - TAIWAN) اندازه‌گیری شد. نتایج بر اساس خصوصیات رنگ هانتر بیان شد که در آن  $L^*$  بیانگر روشنایی است [۳۰]. تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد بر اساس آزمون LSD اجرا گردید.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- تغییرات pH

نتایج نشان داد کمترین میزان pH در میوه تازه (۲/۲۹) مشاهده گردید و با گذشت زمان، افزایش معناداری در این صفت مشاهده شد (جدول ۱). افزایش غلظت تیمار متابی سولفیت سدیم از یک به چهار درصد سبب افزایش (از ۲/۶۷ به ۲/۶۹) معنادار این متغیر شد (جدول ۱). افزایش دمای خشک کردن نیز از ۵۰ به ۷۰ درجه سلسیوس سبب افزایش pH گردید (شکل ۱) که با نتایج مادارو و همکاران [۳۱] در زردآلو مطابقت دارد. این افزایش معنادار احتمالاً بدلیل افزایش تنفس میوه و تغییر در ترکیبات شیمیایی میوه باشد. اثر متقابل دما × غلظت متابی سولفیت سدیم نشان داد بیشترین میزان pH در دمای ۵۰ و ۷۰ درجه در غلظت ۴ درصد (۲/۷۱) و یا دمای ۷۰ درجه در غلظت صفر (۲/۶۹) حاصل شد (جدول ۳).

#### ۳-۲- تغییرات مواد جامد محلول

بیشترین میزان مواد جامد محلول در میوه تازه (۲۱/۶۵ درصد) بدست آمد هرچند گذشت زمان در میوه‌های خشک شده نیز سبب افزایش این صفت (۱۰/۶۸ تا ۱۳/۹۸ درصد) شد (جدول ۱). دلیل کمتر بودن میزان مواد جامد محلول در میوه خشک نسبت به تازه شاید مصرف این ترکیبات در طی زمان باشد و یا ممکن است بدلیل کاهش حضور آب در بافت، غلظت واقعی آنها بدست نیاید. افزایش غلظت متابی سولفیت سدیم از یک به دو درصد سبب کاهش میزان مواد جامد محلول نسبت به شاهد شد هرچند در غلظت چهار درصد افزایش مجدد مشاهده گردید که با شاهد تفاوت معناداری نداشت (جدول ۲). اثر متقابل دما ×

برداشت (میزان مواد جامد محلول ۲۱/۶۵ درصد و اسیدیته ۳/۲۲ درصد در زمان برداشت)، و پس از جداسازی و تایید یکنواختی ظاهر و کیفیت، به آزمایشگاه فیزیولوژی باغبانی منتقل شد. طرح آزمایشی به دو صورت تنظیم گردید. طرح آزمایشی کرت های خرد شده در زمان که عامل اصلی شامل زمان انبارداری (در شش سطح میوه تازه، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ روز پس از خشک شدن) و عوامل فرعی شامل غلظت های متفاوت متابی سولفیت سدیم (در چهار سطح شاهد یا آب مقطر، یک، دو و چهار درصد) و دمای خشک کردن (در سه سطح ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سلسیوس) بود. طرح فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی که از دو عامل غلظت های متابی سولفیت سدیم (در چهار سطح شاهد یا آب مقطر، یک، دو و چهار درصد) و دمای خشک کردن (در سه سطح ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سلسیوس) تشکیل شده و در مورد صفات آنتی‌اکسیدان و آنتوسیانین استفاده گردید. برای هر تیمار، چهار تکرار در نظر گرفته شد و در هر تکرار، ۲۵۰ گرم میوه زرشک تازه استفاده گردید.

پس از اعمال پیش‌تیمار شیمیایی متابی سولفیت سدیم ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ )، عملیات خشک کردن توسط خشک کن الکتریکی (مدل ZFD-1200، ساخت کشور چین) تا رسیدن به رطوبت  $1 \pm 13\%$  درصد اجرا شد. میوه‌های خشک شده در کیسه های پلی اتیلن بسته بندی و در دمای ۵ درجه سلسیوس نگهداری شد و طی دوره های متوالی ۲۰ روزه، برخی خصوصیات از قبیل پارامترهای pH، مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراژ، تغییرات رنگ و قهوه‌ای شدن مورد بررسی قرار گرفت. میزان رطوبت میوه بر اساس روش آشپیر و همکاران (۲۰۰۹) براساس وزن خشک تعیین شد به گونه ای که میوه زرشک در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس قرار گرفت و میزان رطوبت اولیه آن بدست آمد [۲۶]. pH با کمک pH متر دیجیتالی (ساخت کمپانی متروم، سوئیس)، اسیدیته قابل تیتراسیون با روش فنل فتالین و سود ۰/۱ نرمال [۲۷] و مواد جامد محلول توسط رفراکتومتر دستی (کمپانی اکستچ، ساخت ایالات متحده آمریکا) بررسی شد. آنتوسیانین نیز بر اساس تغییر pH و در طول موج های ۵۱۰ و ۷۲۵ نانومتر بررسی و محاسبه شد [۲۸]. میزان آنتی‌اکسیدان و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (مهارکنندگی رادیکال های آزاد) نیز به روش ترکمن و همکاران [۲۹] و در طول موج ۵۱۷ نانومتر بررسی شد. شاخص

و همکاران [۲۶] گزارش نمودند میزان اسیدیته پس از خشک کردن دچار کاهش می گردد؛ که احتمالاً به دلیل تبدیل انواع اسیدها به همدیگر می باشد.

### ۴-۳- تغییرات فعالیت آنتی اکسیدانی و میزان

#### آنتوسیانین

اثر ساده دما بر میزان فعالیت آنتی اکسیدانی و غلظت آنتوسیانین معنادار نبود (داده ها نشان داده نشد) اما غلظت پیش تیمار شیمیایی بر فعالیت آنتی اکسیدانی تاثیر معناداری داشت؛ بطوری که کمترین میزان این صفت در غلظت ۴ درصد از پیش تیمار مشاهده گردید (جدول ۲) که احتمالاً بدلیل افزایش تغییرات ساختاری در پوست میوه، اکسیداسیون و تنش اکسیداتیو در ترکیبات آنتی اکسیدانی میوه می باشد [۲۶].

غلظت متابی سولفیت سدیم نیز نشان داد بیشترین میزان مواد جامد محلول مربوط به دمای ۷۰ درجه و غلظت های صفر و چهار درصد (۱۴/۵۰ و ۱۴/۸۰ درصد) بوده است (جدول ۳). اثر سه گانه زمان ارزیابی × دمای خشک کردن × غلظت متابی سولفیت سدیم نشان داد بیشترین میزان این صفت در ارزیابی روز صفر، تحت دماهای ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سلسیوس و با غلظت ۴ متابی سولفیت سدیم بدست آمد (نتایج نشان داده نشد).

### ۳-۳- تغییرات اسیدیته قابل تیت

نتایج نشان داد بیشترین میزان اسیدیته قابل تیت در نمونه تازه (۳/۲۲ درصد) حاصل گردید (جدول ۱). اثر متقابل غلظت متابی سولفیت سدیم × دما نشان داد بیشترین اسیدیته قابل تیت مربوط به نمونه شاهد و غلظت ۴ درصد در دمای خشک کردن ۷۰ درجه (به ترتیب ۱/۹۰ و ۱/۹۵ درصد) و غلظت یک درصد در دمای ۵۰ درجه سلسیوس (۱/۸۱ درصد) است (جدول ۳). آشیر

**Table 1** Changes in pH, total soluble solids (TSS) and titrable acidity (TA) of fresh (at harvest) and dried seedless barberry fruit during storage at 5°C

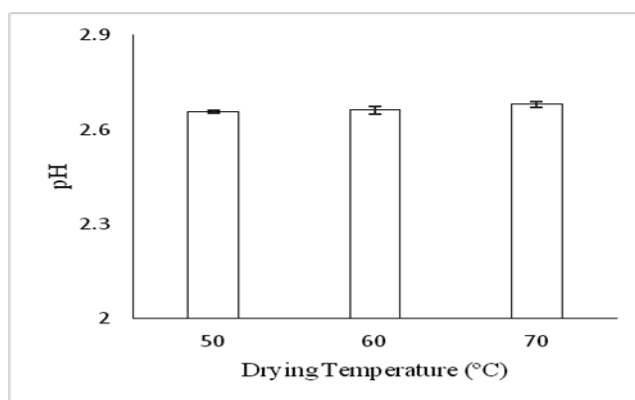
Parameter	Fresh fruit	Dried fruit Storage time (day)				
		0	20	40	60	80
pH	2.29e	2.50d	2.62c	2.80b	2.81b	2.98a
TSS (%)	21.65a	10.68f	11.26d	12.15e	12.85c	13.98b
TA (%)	3.22a	1.46b	1.44b	1.47b	1.49b	1.50b

Mean values for each treatment followed by different letters, are statistically different at  $p < 0.01$ .

**Table 2** Simple effect of sodium meta-bisulfite concentration on pH, TSS and antioxidants of barberry fruit

Parameter	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)			
	0	1	2	4
pH	2.67b	2.64c	2.66bc	2.69a
TSS (%)	14.14a	13.53b	13.18c	14.20a
Antioxidant (%)	23.40a	22.20a	27.70a	12.70b

Mean values for each treatment followed by different letters, are statistically different at  $p < 0.01$ .



**Fig 1** Effect of different drying temperatures on pH changes

**Table 3** Interactive effect of sodium meta-bisulfite concentration  $\times$  drying temperature on pH, total soluble solids (TSS) and titrable acidity (TA)

Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Drying temperature (°C)	pH	TSS	TA
0	50	2.65c	13.72de	1.75bcd
	60	2.66c	14.20bc	1.75bcd
	70	2.69ab	14.50ab	1.90ab
1	50	2.62d	13.81cde	1.81abc
	60	2.66c	13.56ef	1.70cd
	70	2.65c	13.22fg	1.78bcd
2	50	2.64cd	13.23fg	1.72cd
	60	2.67bc	13.43ef	1.75bcd
	70	2.66bc	12.88e	1.63d
4	50	2.71a	14.01cd	1.75bcd
	60	2.66bc	13.78de	1.69cd
	70	2.71a	14.80a	1.95a

Mean values for each treatment followed by different letters, are statistically different at  $p < 0.01$ .

نگردید اما در غلظت ۴ درصد کاهش معناداری نسبت به غلظت ۲ درصد مشاهده شد (جدول ۵). این افزایش تغییر رنگ حاصل از افزایش غلظت پیش تیمار شیمیایی با نتایج عیسا و همکاران (۲۰۱۳) در مورد کدوسبیز مطابقت دارد [۴۰].

اثر ساده دمای خشک کردن نشان داد که افزایش دما از ۵۰ تا ۷۰ درجه سلسیوس سبب کاهش معنادار تغییر رنگ نسبت به دمای ۵۰ درجه شد (جدول ۶) که با نتایج بدست آمده در مورد سیب [۳۹] مطابقت داشت اما با نتایج مشاهده شده در مورد زرشک [۴۱] و کیوی [۳۷] مطابقت نداشت. علت تغییر رنگ طی فرآیند فرآوری حرارتی مرتبط با واکنش های انجام شده در داخل فرآورده می باشد که شامل تخریب رنگدانه ها خصوصاً کلروفیل و کاروتنوئیدها، انجام واکنش های آنزیمی و غیرآنزیمی قهوه ای شدن و اکسیداسیون اسیدها می باشد [۴۲، ۴۳ و ۴۴]. اثر متقابل متابلی سولفات سدیم  $\times$  دمای خشک کردن نیز نشان داد بیشترین میزان تغییر رنگ مربوط به غلظت یک و دو درصد متابلی سولفات سدیم در دمای ۵۰ و ۶۰ درجه بوده است (جدول ۷).

اثر ساده متابلی سولفات سدیم بر میزان قهوه ای شدن (Browning index=BI) نشان داد افزایش غلظت این پیش تیمار از صفر تا ۲ درصد سبب افزایش و در غلظت ۴ درصد سبب کاهش معنادار این صفت شده است هرچند بین تیمار شاهد و ۴ درصد اختلاف معناداری مشاهده نشد (جدول ۵). افزایش دمای خشک کردن نیز از ۵۰ به ۷۰ درجه سبب افزایش این صفت شد و بیشترین میزان در دمای ۶۰ و ۷۰ درجه بدست آمد

### ۵-۳- میزان شاخص روشنایی میوه، تغییرات

#### کلی رنگ و قهوه ای شدن

میزان روشنایی (L) میوه خشک زرشک نسبت به تازه با گذشت زمان دچار کاهش (از ۳۱/۹۳ به ۲۳/۲۲) معنادار گردید، هرچند در آخرین ارزیابی (روز هشتم) افزایشی معنی دار نسبت به ارزیابی قبل در این صفت مشاهده گردید (جدول ۴). پیش تیمار متابلی سولفات سدیم سبب افزایش معنادار این صفت نسبت به شاهد (۲۲/۷۶) شد که با نتایج ساهین و همکاران [۳۳] مطابقت دارد، هرچند اختلاف معناداری بین غلظت های ۱ تا ۴ درصد مشاهده نگردید (جدول ۵). اعتقاد بر این است که متابلی سولفات سدیم مانع از قهوه ای شدن غیرآنزیمی شده و نمی گذارد فرآورده های تخریب قندهای آمینی تجمع یافته و به ملانوییدین تبدیل شوند [۳۴]. افزایش دمای خشک کردن از ۵۰ به ۷۰ درجه نیز سبب کاهش معنادار روشنایی میوه گردید بطوریکه کمترین میزان در دمای ۷۰ درجه سلسیوس (۲۳/۱۳) بدست آمد (جدول ۶)، که با نتایج بدست آمده در زردآلو [۳۵]، زغال اخته [۳۶]، کیوی [۳۷] و پیاز [۳۸] مطابقت دارد. محققان معتقدند دمای پایین خشک کردن مانع از واکنش قهوه ای شدن می گردد [۳۹] و بدین ترتیب روشنایی میوه حفظ می گردد.

اثر ساده زمان ارزیابی در مورد صفت تغییر رنگ ( $\Delta E$ ) حکایت از افزایش این صفت در طول دوره ارزیابی داشت (جدول ۴). افزایش غلظت متابلی سولفات سدیم نیز سبب افزایش تغییر رنگ شد و بین غلظت های ۱ و ۲ درصد تفاوت معناداری مشاهده

گیری پلیمرهای نیتروژنی قهوه‌ای رنگ بنام ملانوئیدین می شود. افزایش دمای خشک کردن در آزمایش ما سبب افزایش تولید ترکیبات قهوه‌ای گردید که به احتمال زیاد بدلیل واکنش میلارد (غیرآنزیمی) می باشد و مطابق با وگاگالوز و همکاران (۲۰۰۹) بدلیل افزایش سرعت کیتیک واکنش های مرتبط با تولید ترکیبات قهوه‌ای در دمای بالا بوده است؛ آنها حضور بازدارنده آب را در انجام واکنش میلارد حیاتی دانسته اند [۴۷].

(جدول ۶) که با نتایج بدست آمده در مورد کیوی [۳۷] و سیر [۴۵] مطابقت دارد اما با نتایج مشاهده شده در زردآلو [۳۵] و کدوی سبز [۴۰] مطابقت ندارد. در قهوه‌ای شدن آنزیمی، پلی فنول اکسیداز سبب می شود فنول ها به کوئینون ها اکسید شده و سرانجام ملانین های رنگی حاصل می شود [۴۶] در حالت قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی، که همان واکنش میلارد نیز نام دارد گروه های آمینی موجود در اسیدهای امینه، پتیدها و پروتئین‌ها با گروه های آلدئیدی موجود در قندها واکنش داده و منجر به شکل

**Table 4** Changes of lightness (L), total color changes ( $\Delta E$ ) and browning index (BI) of fresh (at harvest) and dried seedless barberry fruit during storage at 5°C

Parameter	Fresh fruit	Dried fruit				
		Storage time (day)				
		0	20	40	60	80
L	31.93a	24.42b	20.44d	22.21cd	21.35d	23.22bc
$\Delta E$	0.00c	13.52b	16.47ab	14.91ab	17.07a	16.07ab
BI	136.20b	146.10a	168.70a	164.40a	141.00b	120.20c

Mean values for each treatment followed by different letters, are statistically different at  $p < 0.01$ .

**Table 5** Simple effect of sodium meta-bisulfite concentration on lightness (L), total color changes ( $\Delta E$ ) and browning index (BI) of barberry fruit

Parameter	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ (%)			
	0	1	2	4
L	22.76b	24.20a	24.34a	24.41a
$\Delta E$	11.62b	14.15ab	14.63a	11.63b
BI	137.30c	149.70ab	156.80a	140.60bc

Mean values for each treatment followed by different letters, are statistically different at  $p < 0.01$ .

**Table 6** Simple effect of drying temperature on brightness (L), total color changes ( $\Delta E$ ) and browning index (BI) of barberry fruit

Parameter	Drying temperature (°C)		
	50	60	70
L	24.92a	23.74ab	23.13b
$\Delta E$	14.02a	13.96ab	11.32b
BI	141.10b	150.20a	146.90ab

Mean values for each treatment followed by different letters, are statistically different at  $p < 0.01$ .

**Table 7** Interactive effect of sodium meta-bisulfite concentration  $\times$  drying temperature on total color changes ( $\Delta E$ ) of barberry fruit

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ (%)	Drying temperature (°C)		
	50	60	70
0	10.44cd	12.51bcd	11.92cd
1	16.82ab	15.06abc	10.56cd
2	18.71a	14.36abcd	10.82cd
4	10.09d	12.83bcd	11.96bcd

Mean values for each treatment followed by different letters, are statistically different at  $p < 0.01$ .

## ۴- نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از متابی سولفیت سدیم قبل از فرآیند خشک کردن می تواند سبب بهبود خصوصیات کیفی و ظاهری زرشک شود. اگرچه غلظت ۲ درصد پیش تیمار متابی سولفیت سدیم سبب بهبود شاخص های رنگ شد، اما غلظت ۴ درصد آن سبب بهبود خواص دارویی و آنتی اکسیدانی میوه خشک شده زرشک گردید. افزایش دمای خشک کردن سبب کاهش روشنایی میوه و تغییرات کلی رنگ در میوه خشک شده زرشک گردید. بعلاوه بیشترین شاخص قهوه ای شدن مربوط به دمای خشک شدن ۷۰ درجه سلسیوس بود. استفاده از دمای خشک کردن ۵۰ درجه سلسیوس سبب حفظ خواص شیمیایی میوه زرشک خشک شده گردید که وقتی با پیش تیمار متابی سولفیت سدیم همراه شد نتایج بهتری حاصل گردید بطوریکه بهبود طعم و کاهش تغییر رنگ مشاهده شد. بطور کلی استفاده از غلظت ۴ درصد سدیم متابی سولفیت و دمای ۵۰ درجه سلسیوس برای خشک کردن میوه زرشک توصیه می شود.

## ۵- منابع

- S. (2005). A pharmacological study on *Berberis vulgaris* fruit extract. *Journal of Ethnopharmacology*. 102 (1): 46-52.
- [8] Shams, F., Ahmadiani, A., and Khosrokhavar, R. (1999). Antihistaminic and anticholinergic activity of barberry fruit (*Berberis vulgaris*) in the guinea-pig ileum. *Journal of Ethnopharmacology*. 64 (2): 161-166.
- [9] Bergner, P. (1996). Goldenseal and the common cold; goldenseal substitutes. *Medical Herbalism: A Journal for the Clinical Practitioner*. 1997 (8): 4.
- [10] Jellin, J. M., Gregory, P., and Batz, F. (2000). Natural medicines comprehensive database (Vol.967613647). Stockton, CA: Therapeutic Research Faculty 1521p.
- [11] Gruenwals, J. (1998). PDR for Herbal Medicines. Montvale. NJ: Medical Economics Company.
- [12] Ivanovska, N., and Philipov, S. (1996). Study on the anti-inflammatory action of *Berberis vulgaris* root extract, alkaloid fractions and pure alkaloids. *International Journal of Mmunopharmacology*. 18(10): 553-561.
- [13] Koyuncu, T., Pinar, Y., and Lule, F. (2007). Convective drying characteristics of Azarole Red (*Crataegus monogyna Jacq.*) and Yellow (*Crataegus aronia Bosc.*) Fruits. *Journal of Food Engineering*. 78 (4):1471-1475.
- [14] Ratti, C. (2001). Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. *Journal of Food Engineering*. 49 (4): 311-319.
- [15] Saguy, I. S., Marabi, A., and Wallach, R. (2005). New approach to model rehydration of dry food particulates utilizing principles of liquid transport in porous media. *Trends in Food Science and Technology*. 16 (11): 495-506.
- [16] Waewsak, J., Chindaruksa, S., and Punlek, C. (2006). A mathematical modeling study of hot air drying for some agricultural products. *Thammasat International Journal of Science and Technology*. 11(1): 14-20.
- [17] Christensen, L.P., and Peacock, W.L. (2000). Raisin production manual. *University of California, Agricultural and Natural Resources Publication*. 3393: 207-216.
- [1] Akbarzadeh, A., Azadi, A. (2009). Red Ruby, The Barberry. Sanjaghak publication. First edition, Page 69.
- [2] Mozaffarian, V. (2004). Trees and shrubs of Iran. Farhang Maaser publication. First edition, 991p.
- [3] Zargari, A. (1981). Medicinal Plants. Tehran University Press, Tehran, Second vol., Page 54.
- [4] Kafi, M., Balandari, A., Rashed Mohasel, M.H., Karbasi, A.R., Marashi, H. V., Maskooki, A. (2002). Berberis production and processing. Moasese Zaban o Adab publication. Pages 45-60.
- [5] Aynehchi, Y. (1986). Pharmacognosy and Medicinal Plants of Iran. Tehran University Press, Tehran, 1041p.
- [6] Kathleen, A. (2000). Berberine. *Alternative Medicine Review*. 5: 175-177.
- [7] Fatehi, M., Saleh, T.M., Fatehi-Hassanabadi, Z., Farrokhfar, K., Jafarzadeh, M., and Davodi,

- content. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 60 (sup7): 308-315.
- [28] Gao, Q.H., Wu, P.T., Liu, J.R., Wu, C.S., Parry, J.W., and Wang, M. (2011). Physico-chemical properties and antioxidant capacity of different jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) cultivars grown in loess plateau of China. *Scientia Horticulturae*. 130 (1): 67-72.
- [29] Fuleki, T., and Francis, F.J. 1968. Determination of total anthocyanin and degradation index for cranberry juice. *Journal of Food Science*. 33(1): 78-83.
- [30] Turkmen, N., Sari, F., Poyrazoglu, E.S., and Velioglu, Y.S. (2006). Effects of prolonged heating on antioxidant activity and color of honey. *Food Chemistry*. 95: 653-657.
- [31] Ergunes, G., and Tarhan, S. (2006). Color retention of red peppers by chemical pretreatments during greenhouse and open sun drying. *Journal of Food Engineering*. 76 (3): 446-452.
- [32] Madrau, M.A., Piscopo, A., Sanguinetti, A.M., Del Caro, A., Poiana, M., Romeo, F.V., and Piga, A. (2009). Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots. *European Food Research and Technology*. 228 (3): 441-448.
- [33] Sahin, F.H., Aktas, T., Orak, H., and Ulger, P. (2011). Influence of pretreatments and different drying methods on color parameters and lycopene content of dried tomato. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 17 (6): 867-881.
- [34] Jéssica, L., Vega-Gálvez, A., Torres, M.J., Lemus-Mondaca, R., Quispe-Fuentes, I., and Di Scala, K. (2013). Effect of dehydration temperature on physico-chemical properties and antioxidant capacity of goldenberry (*Physalis peruviana* L.). *Chilean Journal of Agricultural Research*. 73 (3): 293-300.
- [35] Ihns, R., Diamante, L. M., Savage, G.P., and Vanhanen, L. (2011). Effect of temperature on the drying characteristics, color, antioxidant and beta-carotene contents of two apricot
- [18] Doymaz, I. (2006). Drying kinetics of black grapes treated with different solutions. *Journal of Food Engineering*. 76 (2): 212-217.
- [19] Kingsly, R.P., Goyal, R.K., Manikantan, M.R., and Ilyas, S.M. (2007). Effects of pretreatments and drying air temperature on drying behavior of peach slice. *International Journal of Food Science and Technology*. 42 (1): 65-69.
- [20] Hossain, M.A., Amer, B.M.A., and Gottschalk, K. (2008). Hybrid solar dryer for quality dried tomato. *Drying Technology*. 26 (12): 1591-1601.
- [21] Beveridge, T., Weintraub, S.E. (1995). Effect of blanching pretreatment on color and texture of apple slices at various water activities. *Food Research International*. 28 (1): 83-86.
- [22] Salcini, M.C., and Massantini, R. (2005). Minimally processed fruits: an update on browning control. *Stewart Postharvest Review*. 1 (3): 1-7.
- [23] Tripathi, R.N., Nirankar, N. (1989). Effect of starch dipping on quality of dehydrated tomato slices. *Journal of Food Science and Technology*. 26 (3): 137-141.
- [24] Vega-Gálvez, A., Di Scala, K. Rodríguez, K. Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., López, J., and Pérez-Won, M. (2009). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, color and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annum* L. var. Hungarian). *Food Chemistry*. 117(4): 647-653.
- [25] Chin, S.K., Siew, E.S., and Soon, W.L. (2015). Drying characteristics and quality evaluation of kiwi slices under hot air natural convective drying method. *International Food Research Journal*. 22(6): 2188-2195.
- [26] Carranza-Concha, J., Benlloch, M., Camacho, M.M., Martínez-Navarrete, N., 2012. Effects of drying and pretreatment on the nutritional and functional quality of raisins. *Food and Bioproducts Processing* 90, 243–248.
- [27] Ashebir, D., Jezik, K., Weingartemann, H., and Gretzmacher, R. (2009). Change in color and other fruit quality characteristics of tomato cultivars after hot-air drying at low final moisture



- [41] Gorjian, S., Tavakkoli Hashjin, T., Khoshtaghaza, M.H., and Nikbakht, A.M. (2011). Drying kinetics and quality of barberry in a thin layer dryer. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 13: 303-314.
- [42] Lozano, J.E., Ibarz, A. (1997). Color changes in concentrated fruit pulp during heating at high temperatures. *Journal of Food Engineering*. 31 (3): 365-373.
- [43] Lee, H.S., Coates, G. A. (1999). Thermal pasteurization effects on color of red grapefruit juices. *Journal of Food Science*. 64 (4): 663-666.
- [44] Barreiro, J.A., Milano, M., and Sandoval, A.J. (1997). Kinetics of color change of double concentrated tomato paste during thermal treatment. *Journal of Food Engineering*. 33(3): 359-371.
- [45] Sharma, G.P., and Prasad, S. (2001). Drying of garlic (*Allium sativum*) cloves by microwave-hot air combination. *Journal of Food Engineering*. 50 (2): 99-105.
- [46] Corzo-Martinez, M., Corzo, N., Villamiel, M., del Castillo, M.D. (2012). Browning reactions. *Food Biochemistry and Food Processing*. 1: 56-59.
- [47] Vega-Gálvez, A., Di Scala, K., Rodríguez, K., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., López, J. And Perez-Won, M. (2009). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, color and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annum* L. var. Hungarian). *Food Chemistry*. 117: 647-653.
- varieties. *International Journal of Food Science and Technology*. 46 (2): 275-283.
- [36] Yemmireddy, V.K., Chinnan, M.S., Kerr, W.L., and Hung, Y.C. (2013). Effect of drying method on drying time and physico-chemical properties of dried rabbit-eye blueberries. *LWT-Food Science and Technology*. 50 (2): 739-745.
- [37] Diamante, L., Durand, M., Savage, G., and Vanhanen, L. (2010). Effect of temperature on the drying characteristics, color and ascorbic acid content of green and gold kiwifruits. *International Food Research Journal*. 17 (3): 441-451.
- [38] Arslan, D., and Özcan, M.M. (2010). Study the effect of sun, oven and microwave drying on quality of onion slices. *LWT-Food Science and Technology*. 43 (7): 1121-1127.
- [39] Vega-Gálvez, A., Ah-Hen, K., Chacana, M., Vergara, J., Martínez-Monzó, J., García-Segovia, P., and Di Scala, K. (2012). Effect of temperature and air velocity on drying kinetics, antioxidant capacity, total phenolic content, color, texture and microstructure of apple (var. Granny Smith) slices. *Food Chemistry*. 132 (1): 51-59.
- [40] Eissa, H.A., Bareh, G.F., Ibrahim, A.A., Moawad, R.K., and Ali, H.S. (2013). The effect of different drying methods on the nutrients and non-nutrients composition of zucchini (green squash) rings. *Journal of Applied Sciences Research*. 9(8): 5380-5389.

## Effect of sodium meta-bisulfite chemical pretreatment and drying temperatures on qualitative characteristics of barberry fruit

Khayat, M. <sup>1\*</sup>, Safikhani, F. <sup>2</sup>, Jahani, M. <sup>3</sup>, Moradinezhad, F. <sup>4</sup>

1. Assistant Professor of Horticultural Science, College of Agriculture, University of Birjand, Iran
  2. MSc Student, College of Agriculture, University of Birjand, Iran
  3. Associate Professor of Plant Pathology, College of Agriculture, University of Birjand, Iran
  4. Assistant Professor College of Agriculture, University of Birjand, Iran
- (Received: 2016/10/04 Accepted:2016/11/14)

This experiment was conducted in order to evaluate the effect of sodium meta-bisulfite chemical pretreatment and different temperatures of hot air on quality of dried barberry fruits as split-plot in time, with sodium meta-bisulfite ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) in 4 levels (0, 1, 2 and 4%), drying temperatures in 3 levels (50, 60 and 70°C) and storage time in 6 levels of fresh fruit (harvest time) and dried fruits (0, 20, 40, 60 and 80 days after drying). Fruit moisture content was reduced up to  $13\pm 1\%$ .  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  significantly influenced most characters including antioxidant activity (AA), and its 2% concentration increased color indices. Simple effect of drying temperature was significant on pH, *L* (brightness),  $\Delta E$  (total color change) and BI (browning index), and any increment of temperature was led to higher BI, although no effect was observed on AA and ANT (anthocyanin). Simple effect of storage time was significant on all variables, and TSS was increased with time, although *L* decreased. Interaction between chemical pre-treatment and temperature also significantly influenced pH, TA and TSS. It is concluded that although low drying temperatures are needed to maintain quality of dried barberry fruit, however, parallel application of chemical pre-treatment with lower drying temperatures lead to improve color indices of dried barberry fruit, although further experiments are required.

**Keywords:** *Berberis vulgaris*, Antioxidant activity, Lightness, Browning index

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: mhd khayat@birjand.ac.ir