تاثیر دما و سرعت هوای خشک کردن بر خصوصیات رنگ گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum.L*)

رضا طباطبائی کلور*[۱]، محمد میرزائی[۲]

[۱]*دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری؛ r.tabatabaei@sanru.ac.ir

[۲]دانشجوی کارشناسی ارشد فناوری پس از برداشت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری؛ m.mirzaei@gmail.com

چکیده

خشک‌کردن یکی از مراحل مهم پس از برداشت گیاهان دارویی می باشد که نقش مهمی در کمیت و کیفیت محصول دارد. به منظور بررسی شرایط مختلف خشک‌کردن بر خصوصیات رنگ گیاه گشنیز، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور دما (در سه سطح ۴۰، ۵۰ و ۶۰°C) و سرعت هوای خشک‌کردن (در سه سطح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ m/s) با سه تکرار اجرا گردید. خشک‌کردن تا رسیدن محتوای رطوبتی نمونه‌ها به ۱۰ درصد رطوبت اولیه بر پایه وزن تر ادامه داشت. نتایج با روش خشک‌کردن سنتی مقایسه شد. نتایج نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار مدل آماری و تیمارها بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده بود به طوری که شاخص های رنگ (L*) و (a*) در اثر شرایط خشک‌شدن کاهش یافته و شاخص(b*) افزایش یافت. بررسی تغییرات ΔE نشان داد که بالاترین میزان این پارامتر در دمای ۵۰ درجه سلسیوس و سرعت جریان هوای ۰/۵ متر بر ثانیه به میزان ۱۸/۳۲ و پایین‌ترین میزان این پارامتر در دمای ۶۰ درجه سلسیوس و سرعت جریان هوای ۰/۵متر بر ثانیه به میزان ۵/۴۹ بدست آمد. دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت هوای ۰/۵ متر بر ثانیه را می‌توان به عنوان تیمارهای مناسب برای حفظ کیفیت نمونه در حال خشک‌شدن در نظر گرفت.

کلمات کلیدی: گشنیز، خشک‌کردن، شاخص‌های رنگ، دمای خشک‌کنی

Effect of Drying Temperature and Air Velocity on the Color Characteristics of Coriandrum (*Coriandrum Sativum L.*)

Reza Tabatabaekoloor*, Mohammad Mirzaei

Associate professor and MSc student, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, r.tabatabaei@sanru.ac.ir

ABSTRACT

Drying is an important stage of post-harvesting process for aromatic plants and has a key role in quantity and quality preservation of crop. In order to investigate the different drying conditions on color characteristics of coriandrum, a factorial test based on randomized completely design was performed with two factors of temperature (at three level 40, 50 and 60 °C) and drying air velocity (at three level 0.5, 1 and 1.5 m s^{-1}) at three replications. Drying was continued until the final moisture content of the samples reached to 10% of initial moisture content (wet basis). Results were compared with the traditional drying method. The statistical model and treatments had significant effect on the measured factors, as the color indices (L*) and (a*) reduced and index (b*) increased due to the drying conditions. The highest value of ΔE was obtained 18.32 at 50 ºC and air velocity of 0.5 m s^{-1} and the lowest value of ΔE was 5.49 at 60 ºC and 0.5 m s^{-1}. Temperature of 60 ºC and air velocity of 0.5 m s^{-1} are as the best treatments for quality preservation of samples during drying.

Keywords: Coriandrum, Drying, Color indices, Drying temperature

---

۱- *رضا طباطبائی کلور، گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، جاده دریا، صندوق پستی ۵۷۸، تلفن ۰۹۱۱۳۵۴۳۷۲۷

۱- مقدمه

امروزه اکثر کشورهای پیشرفته دنیا مطالعات گسترده‌ای در زمینه شناخت فلور گیاهی سرزمین خود و گیاهان دارویی مورد استفاده در کشورهای دیگر به عمل آورده‌اند (Ahmadichenarbon et al., 2011). یکی از مهمترین گیاهان دارویی بومی و موجود در ایران، گشنیز است. گشنیز با نام علمی *Coriandrum sativum.L* که متعلق به تیرهٔ چتریان می‌باشد، گیاهی علفی و یک‌ساله که برگهای آن شبیه برگهای جعفری مرکب بوده و دارای بریدگی‌های عمیق می باشد (Daneshvar, 2005) و از آن در صنایع غذایی، دارویی و بهداشتی استفاده می گردد (Omidbeygi, 2005).

نتایج مطالعات انجام شده نشان داد که ضایعات پس از برداشت و قبل از رسیدن محصول به مصرف‌کننده نهایی بیش از ۴۰ درصد محصول تولیدی در کشورهای صنعتی و در کشورهای در حال توسعه می‌باشد (Gustavsson et al., 2011). از آنجا که طول دوره برداشت محصولات کشاورزی کوتاه و حجم برداشت محصولات بالا می‌باشد و از طرف دیگر نگهداری این محصولات در میزان رطوبت برداشت سبب از بین رفتن سریع این محصولات می گردد لذا ضرورت می یابد تا روش‌های ساده و کم هزینه برای خارج کردن رطوبت از محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد. آمارها نشان می‌دهد در حدود ۱۰ تا ۱۵٪ انرژی در کشورهای کانادا، امریکا، فرانسه و انگلیس و ۲۰ تا ۲۵٪ انرژی در کشورهای دانمارک و آلمان صرف صنعت خشک‌کردن می گردد (Mujumdar & Devahastinm, 2000). با توجه به اینکه عملیات خشک‌کردن فرآیندی با مصرف انرژی بالا می‌باشد که در مقایسه با سایر فرآیندهای مرتبط با تولید محصول، بیشترین انرژی را مصرف می‌کند لذا لازم است تا انرژی های ارزان تر برای این فرآیند مورد استفاده قرار گیرد (Belessiotis & Delyannis, 2011; Kadam & Samuel, 2006).

مشکلات بکارگیری انرژی مستقیم خورشید از جمله آلودگی‌ها، وجود گرد و خاک، حمله حشرات، پرندگان و بارندگی در حین عملیات خشک کردن محصولات مختلف کشاورزی و گیاهان دارویی سبب شد تا انواع خشک‌کن‌های صنعتی جایگزین روشهای سنتی خشک‌کردن گردند که البته استفاده از خشک‌کن‌های صنعتی باعث مصرف زیاد انرژی در صنعت می‌گردند (Bolaji & Olalusi, 2008; Madhlopa et al., 2002). منبع اصلی انرژی در خشک‌کن های صنعتی، انرژیهای فسیلی می باشد که استفاده از انرژی های فسیلی سبب افزایش گازهای گلخانه ای و به دنبال آن ناهنجاری های اقلیمی در قالب رخدادهای گوناگون خشکسالی، سیلابهای مخرب، آتش سوزی های جنگلی، طوفان‌های حاره‌ای و فاجعه‌های جوی و آلودگی هوا رخ می دهد که در سالهای اخیر بسیار چشمگیر بوده و می تواند ریشه در تغییر ترکیبات اتمسفر داشته باشد. یکی از عوامل موثر در حرکت به سمت توسعه پایدار، توسعه سیستم های انرژی کم هزینه، مطمئن و سازگار با محیط زیست است. از این رو جهان در تکاپوی گذر از این تنگنای انرژی به منابع تجدید شونده، به ویژه انرژی خورشیدی چشم دوخته و در راستای تکوین و توسعه فناوری بهره وری از آن به سرعت گام بر می دارد. به دنبال این مسائل در سالهای اخیر استفاده از انرژی خورشیدی به علت ارزان بودن، تجدید پذیر بودن، دوست دار محیط زیست بودن، پایان ناپذیر بودن و فراوان بودن برای ساخت خشک‌کن بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Basunia & Abe, 2001; Akpinar, 2010). می توان خشک‌کن های خورشیدی را به عنوان گزینه‌ی موثر و مفیدی برای سیستم های صنعتی به ویژه در نقاطی که تابش خوب خورشید را در فصول برداشت محصول دارند، به شمار آورد. مصرف بالای انرژی، قیمت بالای سوخت های فسیلی و نامتعادلی اکولوژیکی ناشی از استفاده از آن ها عوامل اصلی افزایش علاقه در به کارگیری از خشک‌کن‌های خورشیدی جهت خشک کردن محصولات کشاورزی می باشند. میزان تابش خورشیدی در ایران بین ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلو وات ساعت بر مترمربع و ۲۸۰ روز آفتابی در سال تخمین زده شده است که البته بالاتر از میزان متوسط جهانی است (Ahmadi, 2010) . به همین دلیل کشور ما منطقه‌ای بسیار مستعد برای استفاده از انرژی خورشیدی در خشک کردن محصولات کشاورزی است.

اهمیت تولید و فرآوری گیاهان دارویی به دلیل عوارض جانبی کمتر، روز به روز در حال افزایش است و بیشتر کشورها سرمایه‌گذاری زیادی را در راستای تولید گیاهان دارویی انجام داده اند. یکی از مهمترین مسائل مورد توجه در بخش کشاورزی و علوم پزشکی و حتی تجارت جهانی توجه به تولید، فرآوری و استفاده از گیاهان دارویی می باشد (Pirzadeh et al., 2006) . گیاهان دارویی مانند بسیاری از داروها یا ترکیبات شیمیایی به حرارت و نور مستقیم حساس هستند و نبایستی با نور مستقیم خورشید و حرارت‌های بالا خشک شوند. دمای بالای خشک‌کردن و نور مستقیم خورشید سبب اثرات منفی بر میزان اسانس‌ها و تغییرات رنگ در گیاهان دارویی می‌گردد (سویسال و اوزتکین، ۲۰۰۱). گیاهان دارویی و معطر سطح بالایی از رطوبت و میکروارگانیسم‌ها را دارا می‌باشند. بنابراین خشک‌کردن سریع، مهمترین کار در فرآیند پس از برداشت، جهت اجتناب از کاهش مواد ارزشمند این گیاهان فسادپذیر می‌باشد (Mouler et al., 1989).

مطالعاتی در زمینه خشک کردن محصولات کشاورزی و گیاهان دارویی با استفاده از انرژی خورشیدی و جریان هوای گرم انجام شده که عبارتند از شوید (Koyuncu & Lule, 2014)، برگهای درخت گز روغن یا ترب کوهی (Ali et al., 2014)، انگور (Behroozi-Khazaei et al., 2013)، گوجه (Hasturk sahin et al., 2011)، نعنا (Roozdar et al., 2014) و آلو (Ghorbani et al., 2013)، زعفران (Mortezapor et al., 2014)، برگ اناریجه (Seyedabadi et al., 2016) و علف چشمه (Ostadzadeh et al., 2016).

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

با توجه بررسی منابع انجام شده و نتایج کلی حاصل از آزمایش‌های مختلف می‌توان گفت که خشک‌کردن سریع و ثابت نگه داشتن دمای خشک-کن در گیاهان حساس به دما مانند گیاه دارویی (گیشنیز) امری ضروری می‌باشد. لذا در این تحقیق از یک خشک‌کن خورشیدی ترکیبی برای بررسی خصوصیات رنگی برگ‌های گیشنیز در طول فرآیند خشک‌کردن در دما و سرعت‌های مختلف جریان هوا استفاده گردید.

۲- بخش مواد و روش‌ها

شاخص‌ها و خصوصیات کیفی از موارد مهم قابل بررسی در مواد غذایی و محصولات کشاورزی می‌باشند. فرآیند خشک‌کردن، بایستی به گونه ای باشد که کمترین تغییرات را در شاخص‌های کیفی محصول ایجاد نماید. این شاخص‌ها می‌توانند شامل تغییرات فیزیکی نظیر ابعاد و اندازه، بافت و تغییرات شیمیایی نظیر واکنش های قهوه ای شدن و تغییر رنگ در مواد و محصولات کشاورزی در حال خشک شدن باشند. در تحقیق حاضر به دلیل اهمیت شکل ظاهری از نظر بازار پسندی، شاخص های کیفی رنگ مورد بررسی قرار گرفته است. برای انجام این تحقیق، آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل دماهای مختلف خشک‌کردن (سه سطح ۴۰، ۵۰ و ۶۰ درجه سلسیوس) و سرعت‌های هوای خشک‌کن (سه سرعت ۰/۵، ۱ و ۱/۵ متر بر ثانیه) با سه تکرار انجام شد.

۲-۱- آماده‌سازی نمونه‌ها

گشنیز تازه از بازار محلی شهر ساری خریداری و پس از شستشو قسمت های زاید جدا دستچین و نمونه‌های یکدست جداسازی شدند. بعد از جداسازی کامل نمونه‌ها در کیس‌های پلاستیکی سیاه رنگ قرار داده شد و در یخچال در دمای $4^{\circ}C$ نگهداری شد.

۲-۲- فرآیند خشک‌کردن

برگهای گشنیز پس از آماده سازی وارد خشک¬کن ترکیبی سامانه خشک‌کن خورشیدی جریان هوای گرم شدند و تا رسیدن به ۱۰ درصد رطوبت اولیه خشک گردید. در تحقیق حاضر از یک خشک‌کن کابینتی خورشیدی با گردش هوای بسته، با جمع کننده خورشیدی به ابعاد ۱۰۵×۸۲ سانتی‌متر و ابعاد کابینت ۳۷×۳۷ سانتی‌متر استفاده شد. لایههای گیاه با تراکم $1/5\ Kg/m^2$ روی سینی مشبک پهن شدند. پس از پایان عملیات خشک‌کردن، همهی نمونههای خشک شده در یک بسته برای رسیدن به رطوبت یکسان در دمای یخچال نگهداری شدند.

۲-۳- اندازه‌گیری شاخص رنگ

رنگ یکی از مهمترین مشخصه‌های کیفی مواد غذایی است و چون اولین فاکتوری است که در ارزیابی و مصرف ماده‌ی غذایی به چشم می‌خورد و میزان پذیرش یک محصول را توسط مصرف‌کننده بسیار تحت تاثیر قرار می‌دهد (رضوی و اکبری، ۱۳۹۱) بنابراین اهمیت به سزایی در بازارپسندی و نیز از لحاظ ارزش اقتصادی دارد (دانشور، ۱۳۸۷). نتایج آزمایش رنگ شامل سه شاخص هانتر (L، a و b) است که L نماد روشنایی رنگ (از L=0 برای سیاه تا L=100 برای سفید)، a نماد سبزی تا قرمزی رنگ (a=-60 برای سبز و a=+60 برای رنگ قرمز) و b نماد آبی تا زرد (از b=-60 برای آبی تا b=+60 برای زرد) است. از آنجا که برای تعیین کیفیت رنگ گشنیز خشک‌شده براساس پارامترهای رنگی، هیچ شاخصی وجود ندارد، نمونه تازه به عنوان شاخص تعیین کیفیت درنظر گرفته شد. در فرآیند خشک کردن، ویژگی های سطح خارجی و در نتیجه بازتاب نور و رنگ محصول تغییر می کند. تغییرات شیمیایی در رنگ دانه های کارتنوئیدی و کلروفیل به دلیل اثر حرارت در حین خشک کردن صورت می گیرد. به طور کلی هر چه مدت خشک کردن طولانی تر باشد، تغییرات رنگ شدیدتر خواهد بود. شاخص رنگ نمونه‌ها، براساس مؤلفه های L*، a* و b* با استفاده از یک دستگاه رنگ سنج استاندارد (IMGPardazesh, IRAN) اندازه گیری شده و Chroma یا C (درصد خلوص رنگ) و مقدار کل اختلاف رنگ (ΔE) براساس فرمول های زیر محاسبه شد. زیرنویس ۰ مقدار میانگین شاخص‌های رنگی در تصویر نمونه تازه گشنیز قبل از فرآیند خشک‌کردن است (Kaur et al., 2006)

$$c = \sqrt{((a^*)^2 + (b^*)^2)} \quad (۱)$$

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2} \quad (۲)$$

۲-۴- روش تجزیه و تحلیل آماری نتایج

آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور دما (در سه سطح ۴۰، ۵۰ و ۶۰ درجه سانتیگراد) و سرعت هوای خشک‌کردن (در سه سطح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ متر بر ثانیه) با سه تکرار اجرا گردید. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها به کمک نرم افزار

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

SPSS نسخه ۲۰، انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد. همچنین نتایج با روش خشک کردن سنتی (خشک کردن در آفتاب و سایه) مقایسه شد.

۳- نتایج و بحث

با توجه به جدول (۱)، در روش خشک‌کردن سنتی، محصول خشک‌شده در سایه دارای پارامتر L و روشنایی بیشتری است و محصول خشک‌شده در آفتاب از لحاظ روشنایی با نمونه تازه مشابهت دارد. خشک‌کردن در آفتاب مقدار رنگ سبز را بیشتر از خشک‌کردن در سایه کاهش می‌دهد ولی زرد شدگی کمتری را باعث می‌شود و در نتیجه تغییرات رنگ نسبت به نمونه تازه در خشک کردن با آفتاب کمتر است.

جدول ۱- مقدار میانگین شاخص‌های رنگ نمونه تازه و خشک کردن سنتی

Table 1. The mean value of color indices for fresh sample and traditional drying.

Chroma	ΔE	b*	a*	L*	Coriandrum sample
29.14	3.10	23.33	-17.3	33.67	Fresh
36.27	13.63	32.67	-15.67	42	Shadow dried
22.83	8.8	20.67	-9.67	30.33	Sun dried

با توجه به نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های رنگی (جدول ۲) مشاهده می‌شود که دما، سرعت هوای خشک کردن و اثر متقابل آنها باعث ایجاد تغییر معنی‌دار در سطح ۱ درصد در مقدار روشنایی نمونه‌ها شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص‌های رنگی L^*، a^* و b^*

Table 2. The analysis of variance for color indices L*, a* and b*.

b*		a*		L*		df	Source of changes
F	MS	F	MS	F	MS		
9.63**	166.78	17.78**	129.04	117.03**	636.3	2	Temperature (T)
4.14*	76.44	2.22 ns	16.15	14.59**	79.4	2	Air Velocity (A)
0.012 ns	.276	4.78 ns	26.26	2.05ns	11.15	2	Replication
2.79 ns	48.39	3.39*	24.59	20.02**	108.93	4	T×A
	17.32		7.26		5.44	16	Error
						27	Total

**,* and ns indicate significant at 1%, 5% and non-significant, respectively

با توجه به جدول (۳)، دما، سرعت هوای خشک‌کن و اثر متقابل این دو عامل بر روی خلوص رنگ دارای اثر معنی‌دار بودند. همچنین دما و سرعت هوای خشک کن تغییر رتگ معنی‌داری نسبت به نمونه گشنیز تازه ایجاد نکرد.

جدول ۳- تجزیه واریانس داده های به دست آمده از شاخص‌های رنگی

Table 3. The analysis of variance for data obtained from color indices.

ΔE		Chroma		df	Source of changes
F	MS	F	MS		
0.571 ns	4.39	12.47**	258.95	2	Temperature (T)
2.39 ns	22.5	4.45*	92.46	2	Air Velocity (A)
0.94 ns	7.27	0.665ns	13.8	2	Replication
16.21**	124.79	3.04*	62.38	4	T×A
	7.69		20.77	16	Error
				27	Total

**,* and ns indicate significant at 1%, 5% and non-significant, respectively

محققین زیادی تغییر مقدار شاخص های رنگ را طی فرآیند خشک‌کردن محصولات مختلف بررسی کرده‌اند. بررسی های انجام شده در خشک کردن محصولات نشان می‌دهد که با بیشتر شدن زمان خشک‌کردن در یک دمای مشخص و یا دمای خشک‌کردن بالاتر در یک زمان مشخص شاخص

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

روشنایی کاهش، محصول زرد تر شده و تغییر رنگ بیشتری مشاهده می‌شود. برای مثال شوید (Koyuncu & Lule, 2014) ، برگ ترب کوهی (Ali et al., 2014) ، انگور (Behroozi-Khazaei et al., 2013) و نعنا فلفلی (Roozdar et al., 2013) . با مقایسه پارامتر L* در تیمار های مختلف جدول (۴) با شاخص روشنایی در نمونه تازه مشاهده شد که با افزایش دما و یا افزایش سرعت هوای خشک‌کردن شاخص روشنایی کاهش کمتری داشت. دلیل این امر آن است که با افزایش دمای و سرعت جریان هوای خشک‌کردن، زمان خشک شدن کاهش یافته و محصول در حال خشک شدن مدت زمان کمتری در تماس با هوای داغ می باشد و به دنبال آن تخریب رنگدانه ها در اثر تماس با هوای داغ در طول فرآیند خشک کردن کاهش یافته و میزان تغییرات رنگ نمونه های گیشنیز کاهش می یابد.

جدول ۴- مقایسه میانگین های پارامتر L* درخشک شدن گشنیز

Table 4. The mean comparison of L* in drying coriandrum.

Temperature (ºC)				Air Velocity (m s^{-1})
Mean	60	50	40	
28.56^{B}	34^{b}	20.33^{d}	31.33^{a}	0.5
33.33^{A}	46.67^{a}	30.67^{b}	24.67^{c}	1
34^{A}	44.3^{a}	31.33^{b}	24.33^{cd}	1.5
	41.67^{a}	27.44^{b}	26.78^{b}	Mean

The lower and upper case letters in the last row and column are related to the changes of temperature and air velocity, respectively

با توجه به جدول (۵) در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به دلیل سریعتر خشک شدن محصول، سبز رنگی محصول خشک شده به نمونه تازه نزدیک تر بود. اما با تغییر سرعت هوای خشک‌کردن، تغییرات قابل توجهی در پارامتر a مشاهده نشد.

روند تغییرات پارامتر b و زرد شدگی محصول با افزایش دمای خشک‌کردن افزایشی بود. در مقایسه با نمونه تازه، افزایش سرعت هوای خشک‌کردن باعث کاهش میزان زردی محصول گردید. بنابراین و با توجه به جدول (۲) اثر متقابل دو عامل سرعت هوا و دمای خشک‌کن معنی‌دار نیست.

با توجه به جدول (۳)، اثر دما و سرعت هوای خشک‌کردن، بر روی تغییرات رنگ معنی دار نبود. اما اثر متقابل دما و سرعت هوای خشک کن، در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار بوده و با توجه به جدول (۷)، بیشتر تغییرات رنگ در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت هوای ۰/۵ متر بر ثانیه ، همچنین دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت هوای ۱/۵ متر بر ثانیه و کمترین میزان تغییرات رنگ در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت هوای ۰/۵ متر بر ثانیه مشاهده شد. این امر می تواند به علت نگهداری خوب کاروتنوئیدها در نمونه خشک شده در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین های پارامتر a* درخشک شدن گشنیز

Table 5. The mean comparison of a* in drying coriandrum.

Temperature (ºC)				Air Velocity (m s^{-1})
Mean	60	50	40	
-11^{A}	-15^{cd}	-7.0^{ab}	-11^{abc}	0.5
-12.11^{A}	-19^{d}	-9.0^{ab}	-8.33^{ab}	1
-9.42^{A}	-11.67^{bc}	-10.33^{abc}	-6.33^{a}	1.5
	-15.22^{a}	-8.78^{b}	-8.56^{b}	Mean

The lower and upper case letters in the last row and column are related to the changes of temperature and air velocity, respectively

جدول ۶- مقایسه میانگین های پارامتر b* درخشک شدن گشنیز

Table 6. The mean comparison of b* in drying coriandrum.

Temperature (ºC)				Air Velocity (m s^{-1})
Mean	60	50	40	
26.11^{A}	26^{abc}	28^{a}	24.33^{abc}	0.5
23.89^{AB}	32^{a}	21^{bcd}	18.67^{cd}	1
20.33^{B}	24.33^{abc}	23^{bc}	13.67^{d}	1.5
	27.44^{a}	24^{a}	18.89^{b}	Mean

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران

The lower and upper case letters in the last row and column are related to the changes of temperature and air velocity, respectively

در تحقیقی در بررسی تاثیر روش‌های خشک‌کردن (آفتاب، سایه، آون ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درجه سانتیگراد) بر خصوصیات رنگ گیاه بادرشبی (Dracoceephalum moldavica L.) نشان داده شد که بالاترین میزان شاخص‌های درجه خلوص رنگ و a*، مربوط به تیمارهای آون با دمای ۳۰ درجه سانتیگراد و سایه بود. بیشترین میزان b*، مربوط به نمونه های خشک شده با آون ۳۰ درجه سانتیگراد بود و بقیه تیمار ها با هم اختلاف معنی داری نداشتند (Mohtashami et al., 2011) . در بررسی انجام شده بر خصوصیات رنگ گیاه نعنا فلفلی در اثر شرایط مختلف خشک کردن مشاهده شد که خشک کردن باعث کاهش درجه خلوص رنگ می‌شود (Roozdar et al., 2013).

با مقایسه میانگین انجام شده در جدول (۸)، می توان نتیجه گرفت در مقایسه با نمونه تازه خشک کردن باعث کاهش درجه خلوص رنگ می‌شود. هرچه محصول سریع تر خشک شود این میزان به میزان کروما در نمونه تازه نزدیک‌تر است ولی افزایش سرعت هوای خشک کردن ، درجه خلوص رنگ کاهش می‌یابد. بنابراین دمای ۶۰ درجه سانتیگراد و سرعت هوای ۰/۵ متر بر ثانیه را می‌توان به عنوان تیمارهای مناسب برای حفظ کیفیت نمونه در حال خشک‌شدن در نظر گرفت.

جدول ۷- مقایسه میانگین های ΔE در خشک شدن گشنیز

Table 7. The mean comparison of ΔE in drying coriandrum.

Temperature (ºC)				Air Velocity (m s^{-1})
Mean	60	50	40	
10.41^{A}	5.49^{d}	18.32^{a}	7.42^{d}	0.5
13.15 ^{A}	16.75^{ab}	9.17^{cd}	13.54^{abc}	1
13.15^{A}	12.72^{bc}	8.65^{cd}	18.08^{a}	1.5
	11.66^{a}	12.05^{a}	13.01^{b}	Mean

The lower and upper case letters in the last row and column are related to the changes of temperature and air velocity, respectively

Table 8. The mean comparison of chroma in drying coriandrum.

Temperature (ºC)				Air Velocity (m s^{-1})
Mean	60	50	40	
28.65^{A}	30.04^{ab}	29.21^{abc}	26.71^{bc}	0.5
26.87 ^{AB}	37.33^{a}	22.85^{bcd}	20.44^{cd}	1
22.42^{B}	27.01^{bc}	25.21^{bc}	15.07^{d}	1.5
	31.45^{a}	25.76^{b}	20.74^{c}	Mean

The lower and upper case letters in the last row and column are related to the changes of temperature and air velocity, respectively

۴- نتیجه‌گیری

با مقایسه روش‌های خشک‌کردن گشنیز در این تحقیق مشاهده شد که خشک‌کردن با خشک‌کن خورشیدی کابینتی نسبت به روش سنتی رنگ محصول را بهتر حفظ می کند و شاخص کیفیت رنگ محصول بهتری دارد. برای تحلیل بهتر تغییرات رنگ، اندازه گیری کاروتنوئیدها و سایر ترکیبات رنگی محصول نیاز است. مقدار شاخص روشنایی(L*) و رنگ سبز(a*) در اثر خشک‌شدن گشنیز کاهش و شاخص (b*) افزایش یافت. در تیمارهای مورد مطالعه، دماهای بالاتر و سرعت هوای خشک‌کردن بیشتر در خشک‌کن، باعث کاهش کمتر پارامتر (L*) شد. در سرعت هوای کمتر و دماهای بیشتر خشک‌کن، محصول با رنگ سبز بیشتری به دست آمد. در دماهای بالاتر و سرعت‌های هوای کمتر خشک‌کن مقدار زردی رنگ افزایش بیشتری را نشان داد.

۵- مراجع

Ahmadi, H. (2010). Modification of slop in different directions in solar collectors. MSc. Thesis in energy engineering, Azad University, Tehran, Iran. (Persian)

AhmadiChenarbon, H., Minaei, S., Bassiri, A. R., Almassi M., & Arabhosseini, A. (2011). Effective parameters on drying of Hypericum perforatum L. leaves. *Journal of Medicinal Plants Research. 5 (18),* 4530-4536.

Akpinar, E. K. (2010). Drying of mint leaves in a solar dryer and under open sun: Modelling, performance analyses. *Energy Conversion and Management. 51,* 2407–2418.

Ali, M. A., Yusof, Y. A., China, N. L., Ibrahima, M. N., & Basrab, S. M. A. (2014). Drying Kinetics and Colour Analysis of Moringa Oleifera Leaves. *Agricultural Sciences and Processing. 2,* 394-400.

Basunia, M. A., & Abe, T. (2001). Thin-layer solar drying characteristics of rough rice under natural convection. *Journal of Food Engineering. 47,* 295–301.

Behroozi-Khazaei, N., Tavakoli-Hashjin, T., Ghassemian, H., Khoshtaghaza, M. H., & Banakar, A. (2013). Application of machine vision in modeling of grape drying process. *Journal of Agricultural Sciences and Technology. 15 (6),* 1095-1106.

Belessiotis, V., & Delyannis, E. (2011). Drying characteristics of aromatic plants by solar dryers. *Solar Energy, 85,* 1665-1691.

Bolaji, B. O., Olalusi, A. P. (2008). Performance evaluation of a mixed-mode solar dryer. *Australian Journal of Technology. 11(4),* 225–31.

Daneshvar, M. H. (2008). *Vegetable growing* (Fifth Edition), Shahid Chamran Publication, Ahvaz, Iran (Persian).

Ghorbani, R., Dehghannia, J., Seyedlu, S. S., & Ghanbarzadeh, B. (2013). Modeling of color parameters during drying of plum pretretmented with ultrasound osmotic rehydration. *Journal of Processing and Storage of Food*, 5(2), 27-39. (in Farsi)

Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2011). Global Food Losses and Food Waste. Food and Agricultural Organization; http://www.fao.org/

Hasturk Sahin, F., Aktas, T., Orak, H., & Ulger, P. (2011). Influence of pretreatments and different drying methods on color parameters and lycopene content of dried tomato. *Bulgarian Journal of Agricultural Sciences. 17,* 867-881.

Kadam, D., & Samuel, D. V. K. (2006). Convective flat-plate solar heat collector for cauliflower drying. *Biosys. Eng. 93,* 189-98.

Kaur, P., Kumar, A., Arora, S., & Ghuman, B. S. (2006). Quality of dried coriander leaves as affected by pretreatments and method of drying. *European Food Research and Technology. 223,* 189–194.

Koyuncu, T., & Lule, F. (2014). Convective and Microwave Drying Characteristics of Dill Leaves (Anethum graveolens L.). *Journal of Agricultural Sciences and Technology. 4,* 60-68.

Madhlopa, A., Jones, S. A., & Kalenga, S. J. D. (2002). A solar air heater with composite–absorber systems for food dehydration. *Renewable Energy, 27,* 27–37.

Mohtashami, S., Babalar, M., Ebrahimzadeh, M., Mirjalili, M H. & Adib, J. (2012). Effects of planting condition and drying method on drying time and color and microbial load of *Racocephalum moldavica* L. *Iranian Journal of Horticultural Sciences.43(2),* 243-254.

Mortezapour, H., Ghobadian, B., Khoshtaghaza, M. H., & Minaei, S. (2014) Drying Kinetics and Quality Characteristics of Saffron Dried with a Heat Pump Assisted Hybrid Photovoltaic-thermal Solar Dryer, *Journal of Agricultural Sciences and Technology. 16,* 33-45.

Mujumdar, A., & Devahastinm S. (2000). *Fundamental principles of drying.* Canada: Exergex, Brossard.

Muller, J., Reisinger, G., & Muhlbauer, W. (1989). Drying of medicinal and aromatic plants in a greenhouse solar dryer. *Landtechnik, 2,* 58- 65.

Omidbeygi, R. (2005). *Farmaceutical plants production and processing*. Third volume, Astan Ghods razavi Publication, Mashhad, Iran. (Persian)

Ostadzadeh, S. H. & Seyedalangi, S. Z. (2016). Effect of drying process on quality and quantity properties of Nasturtium officinal. *Food Novelty and Technology. 4(13),* 1-16. (Persian)

Pirzada, A., Alyari, H., Shakiba, M. R., Zehtab-Salmasi, S., & Mohammadi, A. (2006). Essential oil content and composition of german Chamomile (Matricaria chamomilla L.) at different irrigation regimes. *Journal of Agronomy. 5(3),* 451-455.

Roozdar, F., Azizi, M., Ghani, A., & Davarinejad, G. (2014). Effects of some drying methods on drying time and biochemical propertise of *Mentha piperita L*. *Iranian Journal of Horticultural Sciences.28(3),* 407-415. (Persian)

Seyedabadi, M. M., Asadi, A., Taheri, A., & Kashaninejad, M. (2016). Effect of infra red drying on kinetics and color indices of *Froriepia Subpinnata*. *Food Novelty and Technology. 4(13),* 45-57. (Persian)