

# بررسی تأثیر روشهای خشک کردن انگور بی دانه عسگری بر روی تغییرات رنگ کشمش حاصل از آن

مریم رشیدیان<sup>۱\*</sup>، علیرضا بصیری<sup>۲</sup>، مریم میزانی<sup>۳</sup>، مریم ابراهیمی ایبانه<sup>۴</sup>،  
قاسم عمو عابدینی<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی - علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۲- استادیار و عضو هیات علمی سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران

۳- استادیار و عضو هیات علمی گروه صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۴- مرکز پژوهشی فناوری نوین در مهندسی علوم زیستی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۲۷ تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۲۲)

## چکیده

خشک کردن یکی از مهمترین روشهای نگهداری می باشد. در حین خشک کردن اثرات نامطلوبی مانند قهوه ای شدن در کیفیت و شکل ظاهری کشمش تغییر ایجاد می کند. این تحقیق با هدف دستیابی به محصول کشمش با کیفیت بالا از نظر شاخص رنگ انجام شد. در این تحقیق اثر تیمارهای مختلف (محلول های تیزابی، سدیم متابی سولفیت ۸٪، سدیم متابی سولفیت ۸٪ به همراه پتاسیم کربنات ۵٪، اتیل اولئات ۲٪ به همراه پتاسیم کربنات ۵٪، اتیل اولئات ۲٪ به همراه سدیم متابی سولفیت ۸٪ و اتیل اولئات ۲٪ به همراه پتاسیم کربنات ۵٪) و روشهای خشک کردن (آفتاب، سایه و در دستگاه خشک کن در دماهای به ترتیب ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درجه سانتی گراد با سرعت جابه جایی هوا ۱/۵ متر بر ثانیه) بر روی شاخص های کیفی رنگ بررسی شد. چون در بعضی از این ترکیبات گوگرد وجود دارد، میزان باقیمانده گوگرد دی اکسید نیز در محصول کشمش اندازه گیری شد. کلیه بررسی های انجام شده در این تحقیق با استفاده از روش آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد. نتایج نشان دادند که شرایط بهینه خشک کردن توسط ( اتیل اولئات ۲٪ به همراه سدیم متابی سولفیت ۸٪ و پتاسیم کربنات ۵٪ ) و سدیم متابی سولفیت ۸٪ در دو دمای ۵۰ و ۶۰ درجه سانتی گراد حاصل شده به طوریکه محصول به دست آمده از کیفیت رنگ بالایی برخوردار است. همچنین میزان باقیمانده گوگرد دی اکسید نیز در محدوده مجاز است.

کلید واژگان: خشک کردن، تیمار، رنگ، باقیمانده گوگرد دی اکسید

## ۱- مقدمه

بدلیل اهمیت و جایگاه کشمش در صادرات، بهبود شاخص های کیفی مانند رنگ نقش مهمی در مقبولیت و بازار پسنندی این محصول ایفا می کند. به طور کلی در روش سنتی رنگ کشمش تیره می شود که علت این پدیده پوست دانه انگور است. پوسته خارجی دانه انگور از لایه های واکسی تشکیل شده است، این ترکیبات در حین فرآیند خشک کردن، مانع خروج سریع رطوبت می شوند. از طرفی دیگر با طولانی شدن خروج آب از دانه ها شدت رنگ (میزان قهوه ای شدن)

انگور یکی از مهمترین محصولات باغی کشور بوده که بخشی از آن به صورت محصول تازه و مابقی به صورت کشمش استفاده می شود. طبق آمار FAO در سال ۲۰۰۷ سطح زیر کشت انگور در حدود ۳۱۴ هزار هکتار، میزان تولید انگور حدود ۲/۰۸۷/۰۰۰ تن و صادرات انگور ۸۱۹۱ هزار تن گزارش شده است [۱].

کشمش یکی از مهمترین فرآورده های انگور بوده که بخش قابل توجهی از صادرات خشکبار کشور را شامل می شود.

\*مسئول مکاتبات: m.rashidian83@gmail.com

محصول کشمش افزایش می‌یابد [۲]. به طور کلی فعالیت‌های پرواکسیداز که تماماً در سطح پوسته دانه انگور قرار گرفته‌اند منجر به اکسید شدن ترکیبات فنلی موجود در پوسته شده در نتیجه با انجام واکنش قهوه‌ای شدن آنزیمی، رنگ کشمش تیره می‌شود. همچنین موجب کاهش طعم، افت کیفیت رنگ و ارزش غذایی محصول شده، کاهش مقبولیت و بازارپسندی را نیز به دنبال دارد [۳]. یکی از فاکتورهایی که برای ارزیابی کیفیت محصولات خشک شده مورد توجه قرار دارد رنگ این محصولات است [۴]. این شاخص کیفی متأثر از چند عامل است. از جمله عوامل اثر گذار بر شاخص کیفی رنگ می‌توان به غوطه‌ور کردن محصول در تیمارهای آماده‌سازی قبل از خشک کردن، روشهای خشک کردن و شرایط انبارداری اشاره نمود. کشمش از جمله مواد غذایی است که در حین خشک کردن به علت اثرات واکنش‌های قهوه‌ای شدن آنزیمی و غیر آنزیمی به آسانی تغییر رنگ می‌دهد. از آنجا که محصول کشمش با رنگ روشن مقبولیت و بازارپسندی بیشتر دارد بنابراین لازم است از واکنش‌های قهوه‌ای شدن که موجب ظهور رنگ تیره و همچنین طعم نامطلوب در کشمش می‌شوند جلوگیری کرد. با این توصیف استفاده از پیش‌تیمارهای شیمیایی قبل از خشک کردن نه تنها اثر مهمی بر سرعت خشک کردن دارد بلکه بر خواص فیزیکی، شیمیایی، تغذیه‌ای و پایداری در مدت زمان انبارداری نیز اثر مطلوب دارد. ثرات تیمارهای آماده‌سازی بر روی سرعت خشک کردن انگور بی‌دانه توسط دویماز<sup>۱</sup> و همکاران در سال ۲۰۰۲ بررسی شد. آنها مناسب‌ترین شرایط آماده‌سازی با اتیل اولئات (AEEO) و خشک کردن در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد را گزارش کردند [۵]. مقایسه اثرات پیش‌تیمارهای مختلف و تأثیر آنها بر روی رنگ محصول نهایی، توسط مک‌لن<sup>۲</sup> و همکاران انجام شد. نتایج آنها نشان داد که غوطه‌وری نمونه در عسل نسبت به روش سولفورینگ، منجر به محصول با افزایش میزان روشنی رنگ می‌شود [۶]. مطالعات ساراواکاس<sup>۳</sup> و همکاران نشان داد، که با غوطه‌وری انگور در اتیل اولئات سرعت خشک کردن در اثر حل شدن پوسته مومی و دیواره سلولی انگور افزایش می‌یابد [۷]. فمینیا<sup>۴</sup> و همکارانش اثر دما بر ترکیب دیواره سلولی کشمش در طی انبارداری تحت اتمسفر کنترل شده را

مطالعه کردند. نتایج آزمایشات آنها نشان داد که با افزایش دمای انبارداری، قهوه‌ای شدن و مقدار گوگردی اکسید نمونه‌ها به ترتیب افزایش و کاهش می‌یابد [۸].

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر محلول‌های مورد استفاده به عنوان پیش‌تیمار بر کیفیت رنگ انگور بی‌دانه عسگری است. در این کار تحقیقاتی اثر تیمارهای مختلف (محلول‌های تیزآبی، سدیم متابی سولفیت ۸٪، سدیم متابی سولفیت ۸٪ به همراه پتاسیم کربنات ۵٪، اتیل اولئات ۲٪ به همراه پتاسیم کربنات ۵٪، اتیل اولئات ۲٪ به همراه سدیم متابی سولفیت ۸٪ و اتیل اولئات ۲٪ به همراه سدیم متابی سولفیت ۸٪ و پتاسیم کربنات ۵٪) و روشهای خشک کردن (آفتاب، سایه و در دستگاه خشک‌کن در دماهای به ترتیب ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت جابه‌جایی هوا ۱/۵ متر بر ثانیه) بر روی شاخص‌های کیفی رنگ کشمش عسگری از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مطالعه و بررسی شد. چون برخی از این محلول‌های شیمیایی حاوی گوگرد بودند میزان باقیمانده گوگردی اکسید کشمش حاصل از انگور عسگری تیمار داده شده نیز با استفاده از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن ارزیابی شد.

## ۲- مواد و روشها

### ۲-۱- مواد

از انگور بی‌دانه، واریته عسگری جهت آزمایش استفاده شد. انگور تازه کاملاً رسیده (با رطوبت اولیه ۷۵٪-۷۳٪) خریداری و پس از انتقال به آزمایشگاه و جداسازی نمونه‌های معیوب، به سردخانه منتقل و در آنجا تا شروع آزمایشات در تاریکی و دمای ۴-۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای آماده‌سازی نمونه‌ها از محلول‌های اتیل اولئات، پتاسیم کربنات، سدیم متابی سولفیت، محلول سنتی، روغن زیتون با درجه خوراکی<sup>۵</sup> با درجه خلوصیت بالا استفاده شد.

### ۲-۲- روش‌ها

آماده‌سازی نمونه‌ها قبل از فرآیند خشک کردن توسط تیمارهای (۱) شاهد (بدون آماده‌سازی)، (۲) غوطه‌وری در محلول سنتی (محلول تیزآبی، در دمای محیط به مدت ۳ دقیقه)،

1. Doymaz  
2. Mclellan  
3. Saravacos  
4. femenia

5. food grade

بنابراین بر طبق رابطه (۱) به هر میزان که شاخصه‌های  $L^*$  و  $b^*$  یک محصول بیشتر و میزان  $a^*$  پایین‌تر باشد آن محصول از نظر کیفیت رنگ مطلوب‌تر بوده و از مقبولیت بالایی برخوردار است.

## ۲-۴- اندازه‌گیری باقیمانده گوگرد دی‌اکسید

برای اندازه‌گیری باقیمانده گوگرد دی‌اکسید حدود ۲۰ گرم از نمونه کُش‌ش پس از توزین داخل بوته چینی ریخته سپس با آب مقطر در حال جوش مخلوط و به طور یکنواخت ساییده شدند. مواد ساییده شده در یک بالن ۱۰۰ میلی‌لیتر که حاوی ۵ میلی‌لیتر آب و ۱۵ میلی‌لیتر کلریدریک اسید ۳۷/۵٪ بود به حجم رسانده شدند. همچنین به طور مجزا در داخل یک بشر محلول حاوی نشاسته ۱٪ و ۲ قطره ید ۰/۱ نرمال و ۵۰ میلی‌لیتر تهیه شد. پس از اتصال بالن به مبرد گاز گوگرد دی‌اکسید تولید و پس از عبور از مبرد وارد بشر شده که رنگ آبی مایل به بنفش محلول را از بین می‌رود. این کار تکرار شد تا رنگ آبی مایل به بنفش محلول بشر تغییر نکند و پایدار باشد، با توجه به مقدار حجم ید مصرفی، میزان گوگرد دی‌اکسید باقیمانده در نمونه خشک شده از رابطه (۳) محاسبه شد [۹].

رابطه (۳)

$$\text{گوگرد دی‌اکسید باقیمانده در نمونه خشک} = \frac{0.6}{5} \times 5 \times \text{حجم ید مصرفی} = \text{جم}$$

## ۳- نتایج و بحث

میانگین شاخص کیفی رنگ نمونه‌های تیمار داده شده با تیمارهای  $(a_v)$  تا  $(a_v)$  و روش‌های خشک کردن  $(b_1)$  تا  $(b_6)$  همراه با نمونه شاهد، از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن محاسبه و در جدول (۱) آورده شده است. چنانکه ملاحظه می‌شود اثر تیمارهای آماده‌سازی، روش‌های خشک کردن و همچنین اثرات متقابل آنها بر روی شاخص کیفی رنگ نمونه‌ها معنی‌دار است. در جدول (۱) بیشترین تغییرات رنگ ( $\Delta E$ ) مشاهده شده به ترتیب شامل تیمارهای آماده‌سازی  $a_v$  (ترکیب سدیم متابی‌سولفیت ۸٪ و اتیل‌اولئات ۲٪) و  $a_v$  (ترکیب سدیم متابی‌سولفیت ۸٪، پتاسیم کربنات ۵٪ و اتیل‌اولئات ۲٪) در ترکیب با روش خشک کردن  $b_6$  (دمای ۶۰ درجه) است. با افزایش دما به ۷۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد میزان تغییرات رنگ

(۳) غوطه‌وری در محلول سدیم متابی‌سولفیت ۸ درصد (وزنی/وزنی)،

(۴) غوطه‌وری در محلول سدیم متابی‌سولفیت ۸ درصد (وزنی/وزنی) به همراه پتاسیم کربنات ۵ درصد (وزنی/وزنی)،

(۵) غوطه‌وری در محلول اتیل‌اولئات ۲ درصد (وزنی/وزنی) به همراه پتاسیم کربنات ۵ درصد (وزنی/وزنی)،

(۶) غوطه‌وری در محلول اتیل‌اولئات ۲ درصد (وزنی/وزنی) به همراه سدیم متابی‌سولفیت ۸ درصد (وزنی/وزنی) و

(۷) غوطه‌وری در محلول اتیل‌اولئات ۲ درصد (وزنی/وزنی) به همراه پتاسیم کربنات ۵ درصد (وزنی/وزنی) و سدیم متابی‌سولفیت ۸ درصد (وزنی/وزنی)

به مدت ۲۰ دقیقه و در دمای محیط انجام گردید.

نمونه‌های آماده‌سازی شده، سپس به روش‌های: (۱) خشک کردن در آفتاب، (۲) خشک کردن در سایه، (۳) خشک کردن با هوای داغ در یک دستگاه خشک‌کن مدل OV 300، محصول شرکت گروک، با دقت  $\pm 0.3$  درجه سانتی‌گراد تحت دماهای به ترتیب ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت جابه‌جایی هوا برابر با ۱/۵ متر بر ثانیه خشک شدند.

۲-۳- تغییرات رنگ ( $\Delta E$ )

ارزیابی تغییرات رنگ نمونه‌ها با استفاده از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت. در روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن، میزان تغییرات رنگ نمونه نسبت به تیمار شاهد با عبارت  $\Delta E$  و از رابطه ۱ بیان شده است.

رابطه (۱)

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_1)^2 + (a - a_1)^2 + (b - b_1)^2}$$

البته  $\Delta E$  تنها ملاک ارزیابی رنگ نیست، برای انتخاب بهترین نمونه از نظر رنگ در روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن، شاخصه‌های  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  و  $YI$  نیز بررسی می‌شوند که به ترتیب بیانگر روشنی، قرمزی، زردی و اندیس زردی نمونه‌ها بوده که به آنها اشاره شده است. اندیس زردی از رابطه ۲ محاسبه می‌شود [۸].

رابطه (۲)

$$YI = \frac{122/a^* \times b}{L}$$

طبق جدول (۴) کمترین میزان  $a^*$  در تیمار  $a_6$  (ترکیب سدیم-متابی سولفیت ۸٪ و اتیل اولئات ۲٪) و بیشترین میزان (YI) به ترتیب در تیمارهای  $a_3$  (سدیم متابی سولفیت ۸٪) و  $a_7$  (ترکیب سدیم متابی سولفیت ۸٪، پتاسیم کربنات ۵٪ و اتیل اولئات ۲٪) دیده می شود.

جدول (۵) مقایسه مقدار میانگین  $(\Delta E)$ ،  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$  و (YI) تیمارهای مختلف را در ترکیب با روش خشک کردن در ۶۰ درجه سانتی گراد را نشان می دهد. همچنانکه از مقایسه داده های جدول (۵) مشاهده می شود بیشترین مقدار میانگین  $L^*$ ،  $b^*$  و  $(\Delta E)$  مربوط به تیمارهای  $a_1$  (ترکیب سدیم متابی-سولفیت ۸٪ و اتیل اولئات ۲٪) و  $a_7$  (ترکیب سدیم متابی-سولفیت ۸٪، پتاسیم کربنات ۵٪ و اتیل اولئات ۲٪) بوده، همچنین بیشترین میزان (YI) مربوط به تیمارهای  $a_6$  (ترکیب پتاسیم کربنات ۵٪ و اتیل اولئات ۲٪)،  $a_1$  (ترکیب سدیم متابی-سولفیت ۸٪ و اتیل اولئات ۲٪) و  $a_7$  (ترکیب سدیم متابی-سولفیت ۸٪، پتاسیم کربنات ۵٪، اتیل اولئات ۲٪) و کمترین میزان  $a^*$  مربوط به تیمار  $a_3$  (سدیم متابی سولفیت ۸٪) است.

جدول (۶) مقایسه مقدار میانگین  $(\Delta E)$ ،  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$  و (YI) تیمارهای مختلف را در ترکیب با روش خشک کردن در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد نشان می دهد. چنانکه در جدول (۶) مشاهده می شود بیشترین مقدار  $L^*$ ،  $b^*$ ، (YI) و  $(\Delta E)$  مربوط تیمارهای  $a_1$  (ترکیب سدیم متابی سولفیت ۸٪ و اتیل اولئات ۲٪) و  $a_7$  (ترکیب سدیم متابی سولفیت ۸٪، پتاسیم کربنات ۵٪، اتیل اولئات ۲٪) است. در جدول (۶) تیمار  $a_3$  (سدیم متابی سولفیت ۸٪) کمترین مقدار  $a^*$  را دارد.

جدول (۷) مقایسه مقدار میانگین  $(\Delta E)$ ،  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$  و (YI) تیمارهای مختلف در ترکیب با روش خشک کردن در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد را نشان می دهد. از مقایسه مقدار میانگین  $L^*$  نمونه های مختلف در ترکیب با روش خشک کردن در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد که در جدول (۷) آورده شده است نتیجه می شود که بیشترین میزان  $(\Delta E)$ ،  $L^*$ ،  $b^*$  و (YI) در تیمارهای  $a_1$  (ترکیب سدیم متابی سولفیت ۸٪، پتاسیم کربنات ۵٪ و  $a_3$  (سدیم متابی سولفیت ۸٪) و کمترین میزان  $a^*$  در تیمار  $a_2$  (ستنی) مشاهده شده است.

نسبت به نمونه شاهد بیشتر می شود زیرا واکنش های قهوه ای شدن (میلارد و کاراملیزاسیون) در این دماها نسبت به دمای ۶۰ درجه سانتی گراد بیشتر بوده در نتیجه بر شدت رنگ نمونه افزوده می شود. لازم به ذکر است که سدیم متابی سولفیت ۸٪ جهت جلوگیری از تشکیل رنگدانه های ملانوییدین در تیمارهای آماده سازی به کار می رود.

میانگین مقادیر شاخص های  $(\Delta E)$ ،  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$  و YI تیمارهای مختلف در ترکیب با روش خشک کردن در آفتاب، سایه، دماهای ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ محاسبه و به ترتیب در جداول ۲ تا ۷ آورده شده است. داده های میانگین مقادیر شاخص های  $(\Delta E)$ ،  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$  و YI تیمارهای مختلف در روش های خشک کردن ذکر شده در جداول ۲ تا ۸ نشان می دهد که اختلاف معنی داری مقادیر  $(\Delta E)$ ،  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$  و YI بین تیمارها وجود دارد.

جدول ۲ میانگین مقادیر شاخص های  $(\Delta E)$ ،  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$  و YI تیمارهای مختلف در ترکیب با روش خشک کردن در آفتاب را نشان می دهد، چنانکه ملاحظه می شود بیشترین میزان  $L^*$ ،  $b^*$ ، (YI) و  $(\Delta E)$  در تیمارهای  $a_2$  (ستنی) و  $a_7$  (ترکیب سدیم متابی سولفیت ۸٪، پتاسیم کربنات ۵٪، اتیل اولئات ۲٪) و کمترین میزان  $a^*$  در تیمار  $a_6$  (ترکیب پتاسیم کربنات ۵٪ و اتیل اولئات ۲٪) مشاهده شده است.

جدول (۳) مقایسه مقدار میانگین  $(\Delta E)$ ،  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$  و YI تیمارهای مختلف در ترکیب با روش خشک کردن در سایه را نشان می دهد. چنانکه مشاهده می شود بیشترین میزان مقادیر  $(\Delta E)$ ،  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$  و YI مربوط به تیمارهای  $a_1$  (ترکیب سدیم متابی سولفیت ۸٪ و پتاسیم کربنات ۵٪) و  $a_2$  (ستنی) است. همچنین کمترین میزان  $a^*$  در تیمارهای  $a_6$  (ترکیب پتاسیم کربنات ۵٪ و اتیل اولئات ۲٪) و  $a_1$  (ترکیب سدیم متابی-سولفیت ۸٪ و اتیل اولئات ۲٪) مشاهده شده است.

همچنین تمام نمونه های تیمار داده شده اختلاف معنی داری را با نمونه های خشک شده در آفتاب و سایه نشان می دهند زیرا آفتاب سبب افزایش قهوه ای شدن می شود.

جدول (۴) مقایسه مقدار میانگین  $(\Delta E)$ ،  $L^*$ ،  $a^*$ ،  $b^*$  و (YI) تیمارهای مختلف در ترکیب با روش خشک کردن در ۵۰ درجه سانتی گراد را نشان می دهد. در جدول (۴) بیشترین میزان  $L^*$ ،  $b^*$  و  $(\Delta E)$  مربوط به تیمارهای  $a_3$  (سدیم متابی سولفیت ۸٪ و  $a_1$  (سدیم متابی سولفیت ۸٪ و اتیل اولئات ۲٪) است. بر

جدول ۱ آزمون مقایسه میانگین‌های شاخص تغییرات رنگ ( $\Delta E$ ) به روش دانکن

| تیمار                                                                | خشک کردن | آفتاب<br>(b <sub>1</sub> ) | سایه<br>(b <sub>2</sub> ) | دمای ۵۰°C<br>(b <sub>3</sub> ) | دمای ۶۰°C<br>(b <sub>4</sub> ) | دمای ۷۰°C<br>(b <sub>5</sub> ) | دمای ۸۰°C<br>(b <sub>6</sub> ) |
|----------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| سنتی (a <sub>1</sub> )                                               |          | ۱۰/۳۳ <sup>c</sup>         | ۸/۵۷ <sup>fg</sup>        | ۴/۱۰ <sup>i</sup>              | ۶/۰۱ <sup>h</sup>              | ۷/۵۶ <sup>g</sup>              | ۴/۳۰ <sup>i</sup>              |
| سدیم متابی سولفیت (a <sub>2</sub> )                                  |          | ۳/۱۶ <sup>ij</sup>         | ۵/۵۶ <sup>hi</sup>        | ۱۱/۸۶ <sup>d</sup>             | ۷/۸۳ <sup>g</sup>              | ۹/۲۳ <sup>f</sup>              | ۵/۷۵ <sup>hi</sup>             |
| سدیم متابی سولفیت و پتاسیم<br>کربنات (a <sub>3</sub> )               |          | ۳/۸۴ <sup>ij</sup>         | ۱۰/۷۵ <sup>e</sup>        | ۷/۵۱ <sup>g</sup>              | ۴/۷۸ <sup>i</sup>              | ۹/۹۰ <sup>f</sup>              | ۹/۳۶ <sup>f</sup>              |
| کربنات پتاسیم و اتیل اولئات (a <sub>4</sub> )                        |          | ۴/۹۹ <sup>i</sup>          | ۵/۸۵ <sup>hi</sup>        | ۱/۵۳ <sup>j</sup>              | ۱۲/۸۸ <sup>cd</sup>            | ۹/۰۱ <sup>f</sup>              | ۳/۳۱ <sup>ij</sup>             |
| سدیم متابی سولفیت و اتیل اولئات<br>(a <sub>5</sub> )                 |          | ۳/۸۳ <sup>ij</sup>         | ۲/۱۷ <sup>j</sup>         | ۱۱/۶۲ <sup>de</sup>            | ۲۰/۸۰ <sup>a</sup>             | ۱۳/۹۰ <sup>c</sup>             | ۲/۱۱ <sup>j</sup>              |
| سدیم متابی سولفیت و پتاسیم<br>کربنات و اتیل اولئات (a <sub>6</sub> ) |          | ۵/۰۳ <sup>hi</sup>         | ۵/۸۲ <sup>hi</sup>        | ۹/۹۲ <sup>ef</sup>             | ۱۷/۶۵ <sup>b</sup>             | ۱۳/۱۷ <sup>c</sup>             | ۴/۴۳ <sup>i</sup>              |

\*حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است \* انحراف معیار میانگین برابر ۰/۰۱۸ می باشد

جدول ۲ مقایسه مقدار میانگین ( $\Delta E$ ), L\*, a\*, b\* و YI تیمارهای مختلف را در ترکیب با روش خشک کردن در آفتاب

| تیمار                         | L*                 | a*      | b*                | YI       | ΔE                 |         |                     |          |                    |         |
|-------------------------------|--------------------|---------|-------------------|----------|--------------------|---------|---------------------|----------|--------------------|---------|
| a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> | ۲۶/۴۳ <sup>c</sup> | ±۰/۰۲۹۰ | ۶/۳۵ <sup>a</sup> | ±۰/۰۳۴۰  | ۵/۷۱ <sup>a</sup>  | ±۰/۰۵۵۹ | ۳۰/۸۶ <sup>a</sup>  | ±۰/۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰              | ±۰/۰۰۰۰ |
| a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> | ۳۰/۴۸ <sup>d</sup> | ±۰/۰۲۳۴ | ۹/۸۹ <sup>d</sup> | ±۰/۰۴۰۵  | ۱۴/۵۱ <sup>d</sup> | ±۰/۰۶۰۹ | ۶۸/۰۰ <sup>d</sup>  | ±۰/۰۵۱۱  | ۱۰/۳۳ <sup>c</sup> | ±۰/۰۱۳۴ |
| a <sub>3</sub> b <sub>1</sub> | ۲۴/۵۹ <sup>b</sup> | ±۰/۰۳۱۶ | ۸/۵۸ <sup>c</sup> | ±۰/۰۷۱۲  | ۶/۵۹ <sup>ab</sup> | ±۰/۰۰۹۴ | ۳۸/۲۸ <sup>ab</sup> | ±۰/۰۰۰۰  | ۳/۱۶ <sup>ij</sup> | ±۰/۰۵۳۳ |
| a <sub>4</sub> b <sub>1</sub> | ۲۵/۶۵ <sup>c</sup> | ±۰/۰۵۴۶ | ۹/۰۹ <sup>d</sup> | ±۰/۰۷۳۵  | ۷/۹۹ <sup>b</sup>  | ±۰/۰۵۴۵ | ۴۴/۵۰ <sup>b</sup>  | ±۰/۰۷۵۵  | ۳/۸۴ <sup>ij</sup> | ±۰/۰۸۴۴ |
| a <sub>5</sub> b <sub>1</sub> | ۲۱/۷۹ <sup>a</sup> | ±۰/۰۹۲۳ | ۷/۳۴ <sup>b</sup> | ±۰/۰۹۴۱۰ | ۶/۷۳ <sup>ab</sup> | ±۰/۰۲۵۸ | ۴۴/۱۲۳ <sup>b</sup> | ±۰/۰۶۷۵  | ۴/۹۹۵ <sup>i</sup> | ±۰/۰۲۸۰ |
| a <sub>6</sub> b <sub>1</sub> | ۲۴/۹۷ <sup>b</sup> | ±۰/۰۸۴۵ | ۸/۰۷ <sup>c</sup> | ±۰/۰۷۹۱  | ۷/۸۶ <sup>b</sup>  | ±۰/۰۰۹۸ | ۴۴/۹۶۹ <sup>b</sup> | ±۰/۰۶۷۵± | ۳/۸۳ <sup>ij</sup> | ±۰/۰۰۳۲ |
| a <sub>7</sub> b <sub>1</sub> | ۲۶/۳۹ <sup>c</sup> | ±۰/۰۵۳۰ | ۹/۳۷ <sup>d</sup> | ±۰/۰۴۹۱  | ۹/۵۲ <sup>c</sup>  | ±۰/۰۹۶۹ | ۵۱/۵۳۵ <sup>c</sup> | ±۰/۰۰۰۰  | ۵/۰۳ <sup>hi</sup> | ±۰/۰۴۸۷ |

\*حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است

جدول ۳ مقایسه مقدار میانگین ( $\Delta E$ ), L\*, a\*, b\* و YI تیمارهای مختلف در ترکیب با روش خشک کردن در سایه

| تیمار                         | L*                  | a*      | b*                 | YI      | ΔE                 |
|-------------------------------|---------------------|---------|--------------------|---------|--------------------|
| a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> | ۲۸/۴۶ <sup>b</sup>  | ±۰/۰۳۵۸ | ۶/۴۲ <sup>c</sup>  | ±۰/۰۲۷۴ | ۸/۲۲ <sup>ab</sup> |
| a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> | ۲۹/۲۴ <sup>c</sup>  | ±۰/۰۳۶۳ | ۷/۴۸ <sup>d</sup>  | ±۰/۰۸۲۰ | ۱۶/۶۵ <sup>d</sup> |
| a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> | ۲۸/۵۴ <sup>b</sup>  | ±۰/۰۲۹۲ | ۶/۹۸ <sup>c</sup>  | ±۰/۰۷۹۷ | ۱۲/۸۱ <sup>c</sup> |
| a <sub>4</sub> b <sub>2</sub> | ۳۳/۰۶ <sup>d</sup>  | ±۰/۰۴۳۰ | ۶/۱۸۷ <sup>c</sup> | ±۰/۰۴۰۴ | ۱۷/۸۹ <sup>d</sup> |
| a <sub>5</sub> b <sub>2</sub> | ۲۳/۴۱ <sup>a</sup>  | ±۰/۰۴۶۲ | ۴/۸۴ <sup>a</sup>  | ±۰/۰۲۱۴ | ۵/۹۱ <sup>a</sup>  |
| a <sub>6</sub> b <sub>2</sub> | ۲۸/۹۷ <sup>b</sup>  | ±۰/۰۵۱۰ | ۵/۹۹ <sup>b</sup>  | ±۰/۰۷۵۵ | ۹/۷۰ <sup>b</sup>  |
| a <sub>7</sub> b <sub>2</sub> | ۲۷/۰۵ <sup>ab</sup> | ±۰/۰۵۴۲ | ۷/۳۷ <sup>d</sup>  | ±۰/۰۶۱۹ | ۱۳/۵۲ <sup>c</sup> |

\*حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است

جدول ۴ مقایسه مقدار میانگین  $YI$  و  $b^*$ ،  $a^*$ ،  $L^*$ ،  $(\Delta E)$  تیمارهای مختلف در ترکیب با روش خشک کردن در ۵۰ درجه سانتی گراد

| تیمار | L*                  |         | a*                |         | b*                 |         | YI                   |         | ΔE                   |         |
|-------|---------------------|---------|-------------------|---------|--------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|
| a1b3  | ۲۶/۷۸ <sup>ab</sup> | ±۰/۰۶۱۷ | ۷/۵۵ <sup>a</sup> | ±۰/۰۱۷۸ | ۹/۱۷ <sup>ab</sup> | ±۰/۰۹۲۶ | ۴۸/۹۱۸ <sup>a</sup>  | ±۰/۰۷۵۵ | ۰/۰                  | ±۰/۰۰۰۰ |
| a۲b3  | ۲۶/۷۴ <sup>ab</sup> | ±۰/۰۷۰۵ | ۸/۴۳ <sup>b</sup> | ±۰/۰۶۱۲ | ۱۲/۷۹ <sup>c</sup> | ±۰/۰۸۵۳ | ۶۸/۳۳۱ <sup>b</sup>  | ±۰/۰۵۱۱ | ۴/۱۰۵ <sup>i</sup>   | ±۰/۰۱۸۵ |
| a3b3  | ۳۲/۲۵ <sup>d</sup>  | ±۰/۱۰۰۲ | ۹/۶۲ <sup>c</sup> | ±۰/۰۶۵۵ | ۱۹/۴۱ <sup>f</sup> | ±۰/۰۴۲  | ۸۵/۹۸۰ <sup>d</sup>  | ±۰/۰۵۱۱ | ۱۱/۸۶۸ <sup>d</sup>  | ±۰/۰۳۴۸ |
| a4b3  | ۳۰/۴۸ <sup>cd</sup> | ±۰/۰۹۱۵ | ۸/۷۸ <sup>b</sup> | ±۰/۰۲۹۹ | ۱۶/۵۶ <sup>d</sup> | ±۰/۰۴۳  | ۷۷/۶۱۶ <sup>cd</sup> | ±۰/۰۱۱۱ | ۷/۵۱۵ <sup>g</sup>   | ±۰/۰۰۹۱ |
| a5b3  | ۲۵/۸۳ <sup>a</sup>  | ±۰/۰۱۰۸ | ۷/۸۹ <sup>a</sup> | ±۰/۰۶۴۱ | ۸/۸۴ <sup>a</sup>  | ±۰/۰۳۷۷ | ۴۸/۸۹۲ <sup>a</sup>  | ±۰/۰۷۵۵ | ۱/۵۳۰ <sup>j</sup>   | ±۰/۰۹۰۴ |
| a6b3  | ۳۵/۲۱ <sup>e</sup>  | ±۰/۰۴۲۸ | ۷/۷۲ <sup>a</sup> | ±۰/۰۲۹۶ | ۱۷/۸ <sup>c</sup>  | ±۰/۰۰۱۲ | ۷۲/۲۲۱ <sup>c</sup>  | ±۰/۰۰۰۰ | ۱۱/۶۲۰ <sup>de</sup> | ±۰/۰۶۸۷ |
| a7b3  | ۲۹/۳۰ <sup>c</sup>  | ±۰/۰۶۲۵ | ۹/۶۲ <sup>c</sup> | ±۰/۰۲۸۸ | ۱۷/۸۴ <sup>c</sup> | ±۰/۰۸۷۸ | ۸۶/۹۸۳ <sup>d</sup>  | ±۰/۰۰۰۰ | ۹/۹۲۳ <sup>ef</sup>  | ±۰/۰۰۰۸ |

\*حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است

 جدول ۵ مقایسه مقدار میانگین  $YI$  و  $b^*$ ،  $a^*$ ،  $L^*$ ،  $(\Delta E)$  تیمارهای مختلف در ترکیب با روش خشک کردن در ۶۰ درجه سانتی گراد

| تیمار | L*                  | a*       | b*                  | YI       | ΔE                   |          |                       |          |                      |          |
|-------|---------------------|----------|---------------------|----------|----------------------|----------|-----------------------|----------|----------------------|----------|
| a1b4  | ۲۴/۱۹ <sup>a</sup>  | ±۰/۰.۰۳۲ | ۵/۵۸ <sup>a</sup>   | ±۰/۰.۳۸۶ | ۵/۸۱ <sup>a</sup>    | ±۰/۰.۶۳۵ | ۳۴/۳۱۲ <sup>a</sup>   | ±۰/۰.۰۰۰ | ۰/۰                  | ±۰/۰.۰۰۰ |
| a۲b4  | ۲۳/۱۳ <sup>a</sup>  | ±۰/۰.۵۸۶ | ۸/۷۲ <sup>c</sup>   | ±۰/۰.۴۸۷ | ۱۰/۰.۶ <sup>b</sup>  | ±۰/۰.۱۱۵ | ۶۲/۱۳۴ <sup>c</sup>   | ±۰/۰.۴۸۷ | ۶/۰.۱۸ <sup>h</sup>  | ±۰/۰.۳۶۰ |
| a3b4  | ۲۸/۱۷ <sup>b</sup>  | ±۰/۰.۷۳۳ | ۶/۹۰ <sup>ab</sup>  | ±۰/۱۰.۹۸ | ۱۱/۸۵ <sup>c</sup>   | ±۰/۰.۷۲۸ | ۶۰/۰.۹۵ <sup>bc</sup> | ±۰/۰.۰۰۰ | ۷/۸۳۰ <sup>g</sup>   | ±۰/۰.۳۰۶ |
| a4b4  | ۲۴/۳۶ <sup>a</sup>  | ±۰/۰.۶۱۶ | ۷/۰.۰۷ <sup>b</sup> | ±۰/۰.۲۹۵ | ۱۰/۰.۰۷ <sup>b</sup> | ±۰/۰.۲۸۶ | ۵۹/۰.۵۵ <sup>b</sup>  | ±۰/۰.۷۵۵ | ۴/۷۵۸ <sup>i</sup>   | ±۰/۰.۳۰۱ |
| a5b4  | ۳۰/۰.۷ <sup>c</sup> | ±۰/۰.۲۵۱ | ۹/۵۷ <sup>d</sup>   | ±۰/۰.۰۷۶ | ۱۶/۵۵ <sup>d</sup>   | ±۰/۰.۴۶۲ | ۷۸/۶۲۷ <sup>d</sup>   | ±۰/۰.۵۱۱ | ۱۲/۸۸۳ <sup>cd</sup> | ±۰/۰.۳۴۷ |
| a6b4  | ۳۶/۱۳ <sup>d</sup>  | ±۰/۰.۱۰۹ | ۹/۵۲ <sup>d</sup>   | ±۰/۰.۰۹۸ | ۲۳/۳۷ <sup>f</sup>   | ±۰/۰.۴۳۵ | ۹۲/۴۰۶ <sup>e</sup>   | ±۰/۰.۰۰۰ | ۲۰/۸۰۸ <sup>a</sup>  | ±۰/۰.۱۰۰ |
| a7b4  | ۳۵/۱۰ <sup>d</sup>  | ±۰/۰.۱۸۹ | ۸/۷۱ <sup>c</sup>   | ±۰/۰.۴۴۱ | ۱۹/۲۹ <sup>e</sup>   | ±۰/۰.۵۲۳ | ۷۸/۵۱۱ <sup>d</sup>   | ±۰/۰.۰۰۰ | ۱۷/۶۵۰ <sup>b</sup>  | ±۰/۰.۲۵۲ |

\*حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است

 جدول ۶ مقایسه مقدار میانگین  $YI$  و  $b^*$ ،  $a^*$ ،  $L^*$ ،  $(\Delta E)$  تیمارهای مختلف در ترکیب با روش خشک کردن در ۷۰ درجه سانتی گراد

| تیمار | L*                  | a*      |                    | b*      |                    | YI      |                     | ΔE      |                     |          |
|-------|---------------------|---------|--------------------|---------|--------------------|---------|---------------------|---------|---------------------|----------|
| a1b5  | ۲۴/۶۵ <sup>a</sup>  | ±۰/۰۳۵۴ | ۶/۰۳ <sup>a</sup>  | ±۰/۰۴۷۱ | ۷/۴۴ <sup>a</sup>  | ±۰/۰۶۵۹ | ۴۳/۱۱۸ <sup>a</sup> | ±۰/۰۷۵۵ | ۰/۰                 | ±۰/۰۰۰۰  |
| a۰b5  | ۲۷/۴۷ <sup>b</sup>  | ±۰/۰۴۰۴ | ۹/۲۷ <sup>b</sup>  | ±۰/۰۴۹۰ | ۱۳/۶۱ <sup>b</sup> | ±۰/۰۰۱۷ | ۷۰/۷۷۹ <sup>b</sup> | ±۰/۰۰۰۰ | ۷/۵۶۳ <sup>g</sup>  | ±۰/۰۴۸۳۰ |
| a3b5  | ۲۹/۴ <sup>c</sup>   | ±۰/۰۱۴۳ | ۹/۲۲ <sup>b</sup>  | ±۰/۰۵۷۱ | ۱۴/۸۰ <sup>b</sup> | ±۰/۰۴۷۲ | ۷۱/۹۱۵ <sup>b</sup> | ±۰/۰۵۱۱ | ۹/۲۳۸ <sup>f</sup>  | ±۰/۰۶۰۷۱ |
| a4b5  | ۲۹/۶۱ <sup>c</sup>  | ±۰/۰۶۳۹ | ۹/۱۹ <sup>b</sup>  | ±۰/۰۶۸۹ | ۱۵/۳۷ <sup>c</sup> | ±۰/۰۲۴۵ | ۷۴/۱۵۵ <sup>b</sup> | ±۰/۰۰۰۰ | ۹/۹۰۳ <sup>f</sup>  | ±۰/۰۶۱۴۸ |
| a5b5  | ۲۸/۲۹ <sup>bc</sup> | ±۰/۰۱۹۵ | ۱۰/۰۸ <sup>c</sup> | ±۰/۰۵۵۳ | ۱۴/۵۸ <sup>c</sup> | ±۰/۰۷۷۹ | ۷۳/۶۲۶ <sup>b</sup> | ±۰/۰۰۰۰ | ۹/۰۱۰ <sup>f</sup>  | ±۰/۰۲۶۹۸ |
| a6b5  | ۳۲/۰۰ <sup>d</sup>  | ±۰/۰۳۲۷ | ۱۰/۴۵ <sup>c</sup> | ±۰/۰۵۱۵ | ۱۸/۳۵ <sup>d</sup> | ±۰/۰۸۸۷ | ۸۱/۹۲۱ <sup>c</sup> | ±۰/۰۵۱۱ | ۱۳/۹۰۳ <sup>c</sup> | ±۰/۰۵۴۵  |
| a7b5  | ۳۱/۳۸ <sup>d</sup>  | ±۰/۰۴۸۳ | ۱۰/۳۴ <sup>c</sup> | ±۰/۰۴۱۷ | ۱۹/۶۶ <sup>d</sup> | ±۰/۰۲۱۰ | ۸۹/۵۰۳ <sup>d</sup> | ±۰/۰۵۱۱ | ۱۳/۱۷۵ <sup>c</sup> | ±۰/۰۴۸۶۱ |

\*حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است

 جدول ۷ مقایسه مقدار میانگین  $YI$  و  $b^*$ ،  $a^*$ ،  $L^*$ ،  $(\Delta E)$  تیمارهای مختلف در ترکیب با روش خشک کردن در ۸۰ درجه سانتی گراد

| تیمار                         | L*                  |          | a*                 |          | b*                 |          | YI                   |          | ΔE                  |          |
|-------------------------------|---------------------|----------|--------------------|----------|--------------------|----------|----------------------|----------|---------------------|----------|
| a <sub>1</sub> b <sub>6</sub> | ۲۵/۰.۳ <sup>b</sup> | ±۰/۰.۳۳۴ | ۶/۸۳ <sup>ab</sup> | ±۰/۰.۷۰۸ | ۹/۱۲ <sup>c</sup>  | ±۰/۰.۶۸۳ | ۵۲/۰.۵۲ <sup>b</sup> | ±۰/۰.۷۵۵ | ۰/۰                 | ±۰/۰.۰۰۰ |
| a <sub>۲</sub> b <sub>6</sub> | ۲۲/۰.۶ <sup>a</sup> | ±۰/۰.۶۷۱ | ۵/۸۳ <sup>a</sup>  | ±۰/۰.۰۲۹ | ۶/۳۱ <sup>a</sup>  | ±۰/۰.۸۲۰ | ۴۰/۸۶۳ <sup>a</sup>  | ±۰/۰.۰۰۰ | ۴/۳۰.۳ <sup>i</sup> | ±۰/۰.۹۶۹ |
| a <sub>3</sub> b <sub>6</sub> | ۲۷/۷۳ <sup>c</sup>  | ±۰/۰.۲۲۴ | ۸/۸۰ <sup>d</sup>  | ±۰/۰.۳۶۴ | ۱۳/۷۶ <sup>d</sup> | ±۰/۰.۳۰۴ | ۷۰/۸۸۹ <sup>c</sup>  | ±۰/۰.۵۱۱ | ۵/۷۵۰ <sup>hi</sup> | ±۰/۰.۱۰۴ |
| a <sub>4</sub> b <sub>6</sub> | ۳۰/۴۷ <sup>d</sup>  | ±۰/۰.۶۲۹ | ۸/۶۷ <sup>d</sup>  | ±۰/۰.۲۲۲ | ۱۶/۴۸ <sup>e</sup> | ±۰/۱.۲۶۵ | ۷۷/۲۶۷ <sup>d</sup>  | ±۰/۰.۰۰۰ | ۹/۳۶۰ <sup>f</sup>  | ±۰/۰.۳۵۹ |
| a <sub>5</sub> b <sub>6</sub> | ۲۳/۱۹ <sup>a</sup>  | ±۰/۰.۴۴۶ | ۷/۵۱ <sup>b</sup>  | ±۰/۰.۵۴۵ | ۶/۵۴ <sup>a</sup>  | ±۰/۰.۷۷۹ | ۴۰/۲۸۹ <sup>a</sup>  | ±۰/۰.۰۰۰ | ۳/۳۱۰ <sup>ij</sup> | ±۰/۰.۷۴۵ |
| a <sub>6</sub> b <sub>6</sub> | ۲۵/۷۱ <sup>b</sup>  | ±۰/۰.۵۴۶ | ۷/۰.۷ <sup>b</sup> | ±۰/۰.۰۳۲ | ۷/۳۹ <sup>ab</sup> | ±۰/۰.۱۵۴ | ۴۱/۰.۶۳ <sup>a</sup> | ±۰/۰.۰۰۰ | ۲/۱۱۰ <sup>j</sup>  | ±۰/۰.۸۸۶ |
| a <sub>7</sub> b <sub>6</sub> | ۲۳/۰.۸ <sup>a</sup> | ±۰/۰.۴۲۵ | ۸/۳۵ <sup>d</sup>  | ±۰/۰.۳۹۶ | ۸/۷۶ <sup>b</sup>  | ±۰/۰.۰۶۷ | ۵۴/۲۲۲ <sup>b</sup>  | ±۰/۰.۷۵۵ | ۴/۴۳۸ <sup>j</sup>  | ±۰/۰.۶۹۷ |

\*حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است

جدول ۸. آزمون مقایسه میانگین های شاخص باقیمانده گوگرددی اکسید به روش دانکن

| خشک کردن                                                          | آفتاب                     | سایه                       | دمای ۵۰°C                  | دمای ۶۰°C                   | دمای ۷۰°C                  | دمای ۸۰°C                  |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                                                   | (b <sub>1</sub> )         | (b <sub>2</sub> )          | (b <sub>3</sub> )          | (b <sub>4</sub> )           | (b <sub>5</sub> )          | (b <sub>6</sub> )          |
| تیمار                                                             |                           |                            |                            |                             |                            |                            |
| سدیم متابی سولفیت (a <sub>3</sub> )                               | ۱/۸۹۶ <sup>f</sup> ±۰/۶۱۸ | ۱/۴۹۲ <sup>fg</sup> ±۰/۰۴۶ | ۵/۶۸۷ <sup>b</sup> ±۰/۰۴۵  | ۳/۹۸۹ <sup>cb</sup> ±۰/۰۸۳۶ | ۱/۴۱۳ <sup>fg</sup> ±۰/۱۱۰ | ۱/۳۳۲ <sup>fg</sup> ±۰/۱۴۰ |
| سدیم متابی سولفیت و پتاسیم کربنات (a <sub>4</sub> )               | ۵/۴۱۹ <sup>b</sup> ±۰/۹۹۳ | ۲/۱۸۷ <sup>ef</sup> ±۰/۳۶۰ | ۶/۵۲۰ <sup>a</sup> ±۰/۶۰۲  | ۴/۰۲۳۵ <sup>c</sup> ±۰/۴۶۷  | ۳/۷۸۵ <sup>cd</sup> ±۰/۰۰۰ | ۳/۷۳۷ <sup>d</sup> ±۰/۹۶۰  |
| سدیم متابی سولفیت و اتیل اولئات (a <sub>6</sub> )                 | ۱/۸۷۲ <sup>f</sup> ±۰/۶۰۳ | ۲/۳۸۲ <sup>e</sup> ±۰/۱۰۹  | ۲/۵۳۵ <sup>e</sup> ±۰/۰۸۵  | ۱/۷۷۰ <sup>f</sup> ±۰/۷۲۰   | ۱/۳۲۶ <sup>g</sup> ±۰/۲۴۰  | ۱/۲۲۶ <sup>g</sup> ±۰/۱۵۱  |
| سدیم متابی سولفیت و پتاسیم کربنات و اتیل اولئات (a <sub>7</sub> ) | ۲/۴۹۵ <sup>e</sup> ±۰/۰۰۰ | ۳/۵۳۱ <sup>d</sup> ±۰/۳۸۲  | ۵/۰۰۸۷ <sup>b</sup> ±۰/۱۶۲ | ۱/۴۱۳ <sup>fg</sup> ±۰/۹۶۰  | ۲/۴۳۹ <sup>e</sup> ±۰/۰۲۷  | ۲/۱۱۱ <sup>e</sup> ±۰/۸۰۱  |

\*حروف متفاوت نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد است

با توجه به داده ای جداول (۴) و (۵) و مقایسه مقادیر (YI) نتیجه می شود که استفاده از سدیم متابی سولفیت ۸٪ و ترکیب سدیم متابی سولفیت ۸٪، پتاسیم کربنات ۵٪ و اتیل اولئات ۲٪ به عنوان تیمار در دماهایی ۵۰ و ۶۰ درجه سانتی گراد مقدار (YI) نمونه های تیماری نسبت به نمونه شاهد افزایش دارد. بطور کلی افزایش دما بیش از مقدار درجه سانتی گراد ۶۰ سرعت واکنش قهوه ای شدن را افزایش داده و محصول با کیفیت پایین از نظر رنگ حاصل می شود. این پدیده آنچنانکه در جداول (۶) و (۷) مشاهده می شود با کاهش مقادیر L\* و b\* و افزایش مقدار a\* نمونه ها همراه است.

### ۳-۲ باقیمانده گوگرد دی اکسید

نتایج میانگین های شاخص باقیمانده گوگرددی اکسید به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در جدول (۸) آورده شده است. بر طبق جدول (۸) کمترین میزان باقیمانده گوگرد-دی اکسید مشاهده شده مربوط به سطح K بوده که شامل تیمارهای آماده سازی a<sub>6</sub> (ترکیب سدیم متابی سولفیت ۸٪ و اتیل اولئات ۲٪) و a<sub>3</sub> (سدیم متابی سولفیت ۸٪) در ترکیب با روش های خشک کردن b<sub>5</sub> (دمای ۷۰ درجه سانتی گراد) و b<sub>6</sub> (دمای ۸۰ درجه سانتی گراد) هستند. بیشترین میزان باقیمانده گوگرددی اکسید در تیمار a<sub>4</sub> (ترکیب سدیم متابی سولفیت ۸٪ و پتاسیم کربنات ۵٪) در ترکیب با روش خشک کردن b<sub>1</sub> (آفتاب) و b<sub>3</sub> (دمای ۵۰ درجه سانتی گراد) مشاهده شده است.

از بررسی جداول (۳)، (۴) و (۵) نتیجه می شود که نمونه های تیمار داده شده در روش های خشک کردن سایه و آفتاب با نمونه های خشک شده در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد اختلاف معنی داری را نشان می دهند. مقادیر L\*، b\* و (YI) نمونه های خشک شده در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد در مقایسه با نمونه های خشک شده در سایه و آفتاب افزایش و مقدار a\* آنها به طور معنی داری کاهش یافته است. همچنین مقایسه داده های جداول (۴) و (۵) نشان می دهد که با افزایش دما از ۵۰ به ۶۰ درجه سانتی گراد همچنان بر مقادیر L\*، b\* و (YI) افزایش و مقدار a\* کاهش یافته است. چنانکه دمای فرآیند خشک کردن بیش از مقدار ۶۰ سانتی گراد باشد مقادیر L\*، b\* و (YI) کاهش و در مقدار a\* افزایش مشاهده می شود. داده های ارایه شده در جداول (۵)، (۶) و (۷) به وضوح این نتیجه گیری را تأیید می کنند. با افزایش دما به ۷۰ و ۸۰ درجه سانتی گراد مطابق با جداول (۶) و (۷) مقادیر L\*، b\* و (YI) کاهش و در مقدار a\* افزایش مشاهده می شود. در واقع محصول با کیفیت مطلوب از نظر رنگ در دماهای ۵۰ و ۶۰ درجه سانتی گراد حاصل می شود، زیرا بر طبق رابطه ۱، میزان روشنی و زردی و قرمزی یک محصول به ترتیب با مشخصه های L\*، b\* و a\* بیان می شود. بنابراین به هر میزان در یک محصول مقادیر L\* و b\* بالا و مقدار a\* پایین باشد، بالطبع آن محصول از نظر شاخص کیفی رنگ مطلوب تر و از مقبولیت و بازارپسندی بیشتری نیز برخوردار است.

درجه سانتی گراد)،  $a_1b_1$  (ترکیب سدیم متابی سولفیت ۸٪ و پتاسیم کربنات ۵٪ و اتیل اولئات ۲٪ و خشک کردن در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد) در هردو شاخص مذکور حد نصاب مورد نیاز را بدست آورده اند. از ترکیب سدیم متابی سولفیت ۸٪، پتاسیم کربنات ۵٪ و اتیل اولئات ۲٪ در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به علت کاهش مدت زمان خشک کردن (۲ روز) و دارا بودن اثر مطلوب بر روی شاخص های کیفی (رنگ) دانه کشمش مناسب ترین روش است.

## ۵- منابع

- [1] Ibrahim Doymaz. (2006). Drying kinetics of black grapes treated with different solutions. *Journal of Food Engineering* (76) 212-217
- [2] Ponting J. D, Mc Bean D. M. 1970. Temperature and dipping treatment effect on drying rate and drying time of grapes, prunes and other waxy fruit. *Journal of food Technology* 24 : 85-88
- [3] Simal. S, Rossello. C, Sanchez. E and J. Caneellas. 1996. Quality of Raisins Treated and Stored under Different Conditions. *Journal of agric food chem* 44:3297-3302
- [4] Doymaz I and Pala M. 2002. Hot air drying characteristics of red peper. *Journal of food Engineering* 55:331-335
- [5] Doymaz I and Pala M. 2002. The effects of Dipping pretreatments on air-drying of the seedless grapes. *Journal of Food Engineering* 52:413-417.
- [6] McLellan, M.R., Kime, R.W., Lee, C. Y. and Long, T. M. 1995. Effect of honey as an anti-browning agent in light raisin processing. *Journal of food processing and presentation* 19(1): 1-8.
- [7] Saravacos G. D., Marousis, S.N. and Raouzeous, G.S. 1988. Effect of ethyl oleat on the rate of air-drying of foods. *Journal of food Engineering* 7(4):263-270.
- [8] Femenia A, Sanchez E. S, Simal S and Rossello C. 1997. The effect of temperature on the cell wall composition of raisins during storage under a modified atmosphere, *Journal of Eur Food Res technol* 209: 272-276.
- [9] Standard 569, Sulfur dioxide residue of raisin, Iranian institute of standard and industrial researches.

محدوده مجاز باقیمانده گوگرد دی اکسید در حدود ۷۰۰ تا ۱۵۰۰ قسمت در میلیون (ppm) گزارش شده است [۹]. نتایج میانگین های شاخص باقیمانده گوگرد دی اکسید از روش آزمون چند دامنه ای دانکن محاسبه شده و در جدول (۸) ارایه شده است. چنانکه در جدول (۸) مشاهده می شود میزان باقیمانده گوگرد دی اکسید گزارش شده در محدوده مجاز قرار دارند. کمترین میزان باقیمانده گوگرد دی اکسید در روش خشک کردن در آفتاب و سایه در به ترتیب در تیمارهای  $a_1$  (ترکیب پتاسیم- کربنات ۵٪ و اتیل اولئات ۲٪) و  $a_2$  (ترکیب سدیم متابی سولفیت ۸٪) گزارش شد. و بیشترین میزان گوگرد دی اکسید برای هر دو روش مربوط به تیمار  $a_1$  (ترکیب سدیم متابی سولفیت ۸٪ و پتاسیم کربنات ۵٪) است. همچنین کمترین و بیشترین میزان باقیمانده گوگرد دی اکسید در نمونه های خشک شده در دماهای ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درجه سانتی گراد به ترتیب در تیمارهای  $a_1$  (ترکیب پتاسیم کربنات ۵٪ و اتیل اولئات ۲٪) و  $a_1$  (ترکیب سدیم متابی سولفیت ۸٪ و پتاسیم کربنات ۵٪) مشاهده شد. از مقایسه میزان باقیمانده گوگرد دی اکسید در تیمار سدیم متابی- سولفیت ۸٪ و ترکیب سدیم متابی سولفیت ۸٪، پتاسیم کربنات ۵٪ و اتیل اولئات ۲٪ در دو دمای ۵۰ و ۶۰ درجه سانتی گراد نشان می دهد که میزان باقیمانده گوگرد دی اکسید در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد نسبت به دمای ۵۰ درجه سانتی گراد کمتر بوده و اختلاف آن به صورت معنی دار است.

با ارزیابی میزان باقی مانده گوگرد دی اکسید، نتیجه شد که میزان قابل توجهی از گوگرد دی اکسید با انجام فرآیند اکسایش به سولفات تبدیل می شود. همچنین گوگرد دی اکسید باقیمانده، منجر به کاهش سرعت واکنش میلارد در طی فرآیند خشک- کردن و در دوره انبارداری می شود.

## ۴- نتیجه گیری

با بررسی میزان تغییرات مؤلفه های شاخص کیفی رنگ و همچنین میزان باقی مانده گوگرد دی اکسید حاصل از ۴۲ نمونه تیمار داده شده، نتیجه می شود که تیمارهای  $a_2b_2$  (سدیم متابی- سولفیت ۸٪ و خشک کردن در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد)،  $a_1b_1$  (سدیم متابی سولفیت ۸٪ و خشک کردن در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد)،  $a_1b_2$  (ترکیب سدیم متابی سولفیت ۸٪ و پتاسیم کربنات ۵٪ و اتیل اولئات ۲٪ و خشک کردن در دمای ۵۰

## The effect of drying methods Asgari seedless grapes on alteration of color of raisin

Rashidian, M. <sup>1\*</sup>, Basiri, A. <sup>2</sup>, Mizani, M. <sup>3</sup>, Ebrahimi abyaneh, M. <sup>4</sup>

1- M.Sc student of food science and technology, islamic azad university, science and research branch, Tehran, Iran

2- Assistant professor of department of Reaserching and Industrial of Iran

3- Assistant professor of department of food science and technology, islamic azad university, science and research Branch, Tehran, Iran

4- M.Sc. in Chemistry, New technology research center in biotechnology

(Received: 89/5/27 Accepted: 89/7/22)

Drying is one of the most important steps in grape processing. Drying causes some undesirable effects such as changing the quality of raisin by turning it to brown. Achieving optimum drying conditions can improves quality of raisin. Temperature and pretreatment are important factors in establishing the quality of raisin. In this research the effect of pretreatment ( solutions of sodium Meta bisulphide 8 %, sodium Meta bisulphide 8 % and potassium carbonate 5%, ethyl oleat 2% and potassium carbonate 5%, ethyl oleat 2% and sodium Meta bisulphide 8 %, ethyl oleat 2% and sodium Meta bisulphide 8 % and potassium carbonate 5%) and different drying methods( by sun, shade and air dryers at temperature of 50, 60, 70 and 80 °C with the air flow rate of 1/5 m/s) was studied to understand the quality factors on colour. As some solutions contains sulphite, its remnant was studied too. The analysis of experimental data shown that the optimized drying conditions achieved by Ethyl oleat 2% and sodium Meta bisulphide 8 % and potassium carbonate 5%, sodium Meta bisulphide 8 % and drying temperature of 50, 60 °C.

**Key words:** Drying, pretreatment, colour, residue of sulphur dioxide

---

\* Corresponding Author E-Mail address: m.rashidian83@gmail.com