

## روش مناسب خشک کردن (التیام دهی) طبیعی سیر (*Allium sativum* L.) پس از برداشت آن

### فریبا بیات\*

مربی پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. همدان. ایران  
تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۲۷

### چکیده

یکی از مراحل بحرانی در ایجاد ضایعات پس از برداشت سیر، مرحله خشک کردن یا التیام دهی آن است. برای تعیین روش مناسب خشک کردن سیر پس از برداشت آن، سوخ‌های سیر سفید همدان در آزمایشی دوساله، ۷ روز پس از قطع آبیاری برداشت و از نظر بزرگ‌ترین قطر به سه اندازه کمتر از ۳/۵، بین ۳/۵ تا ۵/۵ و بیشتر از ۵/۵ سانتی‌متر درجه‌بندی شدند. بوته‌ها با برگ (به صورت ایستاده و افقی) و بدون برگ (ساقه سیر به سمت بالا و پایین) برای خشک شدن در سایه قرار داده شدند و با خشک شدن مزرعه‌ای (برداشت در ۳۵ روز پس از قطع آبیاری) مقایسه شدند. نتایج بررسی‌ها نشان داد رطوبت سوخ‌های با قطر بیش از ۵/۵ سانتی‌متر بیشتر از رطوبت سوخ‌های با اندازه‌های دیگر است و اختلاف بین شاخص تندی و سفتی بافت آنها معنی‌دار نیست. پس از خشک شدن خارج از مزرعه، درصد افت رطوبت در سوخ‌های با برگ بیشتر بود تا سوخ‌های بدون برگ، ولی بین اندازه‌های مختلف سوخ از لحاظ میزان رطوبت اختلاف ناچیزی وجود داشت. فساد و افت وزنی سوخ‌ها پس از چهار ماه نگهداری و نیز تغییرات رنگ و افت تندی سیر در تیمار خشک شدن مزرعه‌ای به صورت معنی‌داری بیشتر بود تا در تیمارهای خشک شدن خارج از مزرعه. بین روش‌های خشک شدن خارج از مزرعه نیز خشک شدن با برگ تغییرات رنگ و افت وزنی بیشتری نسبت به روش خشک شدن بی‌برگ داشت؛ بنابراین خشک شدن خارج از مزرعه با جدا کردن برگ‌ها مناسب‌تر تشخیص داده شد ولی جهت قرار گرفتن سوخ‌ها به سمت بالا یا پایین اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های کیفی و عمر انباری سیر نداشت.

### واژه‌های کلیدی

افت وزنی، جوانه‌زنی، خشک شدن مزرعه‌ای، رطوبت پوسته، ضایعات پس از برداشت

### مقدمه

ترکیب‌های عطر و طعم‌دهنده و ظاهر محصول یعنی وجود دست کم دو یا سه لایه پوسته خارجی با رنگ و بافت یکنواخت و بدون شکستگی حفظ شود. در کنار این ویژگی‌ها، بافت سیرچه‌ها نیز باید طی فرآیندهای پس از برداشت، استحکام و سفتی خود را داشته باشد (Currah & Proctor, 1990). در نتیجه مدیریت ضعیف عملیات پس از برداشت سیر،

مرحله برداشت و مرحله پس از برداشت از عوامل مهم اثرگذار بر ضایعات کمی و کیفی در محصولات کشاورزی از جمله سبزی‌هاست، به طوری که عمر انباری محصول تا حد زیادی بستگی به چگونگی اجرای این عملیات دارد. در مرحله پس از برداشت سیر، کیفیت آن باید از نظر مقدار

(آنزیم آلی ایناز با کد آنزیمی ۴،۴،۱،۴) و پیش‌ماده‌های عطر و طعم‌دهنده تشکیل می‌شود (Whitaker, 1976) و مقدار پیرووات به‌خوبی با مقدار ترکیب‌های عطر و طعم‌دهنده سیر همبستگی دارد (Wall & Corgan, 1992).

بین روش‌های طبیعی و مصنوعی خشک کردن سیر، مدت‌زمان خشک‌کردن طبیعی (۳۶ روز) طولانی‌تر از مدت‌زمان خشک شدن مصنوعی (دمای ۴۰ درجه سلسیوس و به مدت ۱۲ روز و ۸ ساعت در روز) گزارش شده است (Park *et al.*, 1981). سرعت کاهش وزن سیر در دمای ۴۰ درجه سلسیوس، بیشترین و در شرایط خشک شدن طبیعی در سایه، کمترین مقدار گزارش شده است (Katahira & Bekki, 1999).

زمان مناسب برای برداشت سیر با رسیدن فیزیولوژیک سوخ‌ها و زرد شدن نوک جوان‌ترین برگ‌های آنها قابل تشخیص است. در این مرحله از برداشت، با خشک کردن به روش مصنوعی و در دمای ۳۵ درجه سلسیوس و به روش طبیعی کمترین افت ترکیب‌های عطر و طعم‌دهنده و تغییرات رنگ مشاهده شده است. مدت‌زمان خشک کردن مصنوعی کمتر از مدت‌زمان خشک شدن طبیعی است (Bayat & Nosrati, 2009).

نتایج پژوهش روی محصول پیاز نشان داد که خشک شدن مزرعه‌ای از همه روش‌ها ارزان‌تر است ولی بیشترین جوانه‌زنی و افت وزنی در دوره نگهداری در انبار مشاهده می‌شود (Bahnasawy, 2000). پیازهایی که فرایند خشک شدن روی آنها اعمال نشده بود، پس از ۵۰ روز نگهداری در انبار، دی‌اکسید کربن بیشتری به دلیل افزایش رشد قارچ‌ها تولید کردند ولی پیازهایی که بیشتر خشک شده بودند، حمله ریز زنده‌ها در آنها کمتر بود

پوسته‌های بیرونی در معرض نیروهای مکانیکی قرار می‌گیرند، می‌شکنند و سیرچه‌ها از هم جدا می‌شوند. یکی از مراحل که اثر تعیین‌کننده‌ای بر ضایعات فیزیکی پس از برداشت سیر دارد، مرحله خشک کردن پس از برداشت یا التیام دهی آن است (Currah & Proctor, 1990). محصولاتی مانند سیر و پیاز باید پس از برداشت و قبل از انبار کردن و بازار رسانی التیام دهی شوند و هدف از التیام دهی آنها خشک کردن گردن و پوسته‌های داخلی است به طوری که زخم‌های مرحله برداشت نیز درمان شوند و ورود ریز زنده‌های بیماری‌زا در دوره نگهداری محصول در انبار کاهش یابد (Kader, 1992). خشک شدن پس از برداشت به‌منظور جابه‌جایی یا نگهداری محصولات خانواده پیازها در حالت خواب ضروری است و امکان بازاریابی سوخ‌ها را فراهم می‌کند (Currah & Proctor, 1990).

روش‌های خشک کردن پس از برداشت به شرایط آب و هوایی بستگی دارد. در مناطق مرطوب و معتدل، محصول به‌صورت مکانیکی برداشت می‌شود و خشک کردن مصنوعی و هوادهی برای التیام دهی سیر و تولید محصولی با کیفیت بالا ضروری است (Brewster, 1994). در نواحی بدون بارندگی و دارای دوره کوتاه‌مدت گرما، سیر به بهترین وجه در مکانی سایه و به روش طبیعی خشک می‌شود، این فرآیند بسته به مقدار رسیدگی سوخ‌ها در زمان برداشت و شرایط نگهداری، ۱۰-۵ روز یا ۳-۴ هفته طول می‌کشد (Brewster, 1994). به‌منظور تعیین نقطه بهینه پایان فرآیند التیام دهی، ضروری خواهد بود ویژگی‌های حسی، افت وزنی، مقدار ماده خشک و پیرووات سیر ارزیابی شود (Avila, 1998). پیرووات همراه با تیوسولفینات‌ها<sup>۱</sup> و آمونیاک به علت واکنش بین آنزیم آلکیل، ال-سیستئین سولفوکسیدلیاز<sup>۲</sup>

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ روی توده سیر سفید همدان اجرا شد. در سال اول، سوخ‌های سیر از مزرعه کشاورزی در منطقه بهار برداشت شد و در سال ۱۳۹۴ از بذرها سال اول استفاده شد که در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه اکباتان کشت شده بود. سوخ‌ها ۷ روز پس از قطع آبیاری و در اوایل تیرماه، هم‌زمان با زرد شدن نوک جوان‌ترین برگ‌ها، برداشت و با برگ به آزمایشگاه منتقل شدند. سوخ‌های برداشت‌شده از نظر بزرگ‌ترین قطر به ۳ دسته درجه‌بندی شدند: کمتر از ۳/۵، بین ۳/۵ تا ۵/۵ و بیشتر از ۵/۵ سانتی‌متر. این سوخ‌ها برای خشک شدن طبیعی به چهار روش زیر قرار داده شدند: در روش اول، ۵۰ کیلوگرم از بوته‌ها با برگ به صورت ۵ تا ۸ تایی دسته دسته و برای خشک شدن به صورت افقی (خوابیده) در یک ردیف روی طبقات سیمی قرار داده شدند. در حالت دوم، بوته‌ها با دو طناب افقی و موازی که به میله‌های عمودی بسته شده بود، به صورت عمودی و ایستاده خشک شدند. در دو روش دیگر، ۵۰ کیلوگرم سیر پس از بریدن برگ‌هایشان از ۳ سانتی‌متر بالای گردن، برای خشک شدن روی طبق‌های سیمی به شکلی قرار داده شدند که ساق‌های سیر برخی به سمت بالا و برخی به سمت پایین باشد. برای تیمار شاهد مزرعه‌ای و مقایسه با روش‌های بالا نیز محصول ۵۰ مترمربع از مزرعه سیر، ۳۵ روز پس از قطع آبیاری برداشت و مدت‌زمان و سرعت خشک شدن برای هر یک از حالات خشک شدن اندازه‌گیری شد. به این منظور، وزن مشخصی از نمونه در فواصل یک روز در میان اندازه‌گیری و سرعت خروج رطوبت از سوخ‌ها در واحد زمان محاسبه شد. قبل و پس از خشک شدن نیز عوامل زیر روی سوخ‌ها اندازه‌گیری شد:

(Yang & Lee, 2000). بررسی تغییرات رطوبت در دوره خشک شدن پیاز مصری نشان داد که در خشک شدن مزرعه‌ای، رطوبت پیازها از ۸۷-۹۰ درصد پس از ۱۶ روز (۳۸۴ ساعت) به ۸۱/۵ درصد رسیده است. مدت‌زمان خشک کردن در روش مصنوعی و در دمای ۴۰ درجه سلسیوس در مقایسه با خشک شدن مزرعه‌ای، ۶۸/۸ تا ۸۱/۳ درصد با توجه به اندازه پیازها و مرحله رسیدگی آنها کاهش یافت و بیشترین افت وزنی پس از ۴ ماه نگهداری در پیازهای خشک‌شده در مزرعه مشاهده شد (Abd-el Rahman & Ebeaid, 2009).

التیام دهی سیر در استان همدان، یکی از مناطق اصلی کشت این محصول در کشور، به‌طور عمده با روش مزرعه‌ای است یعنی با برداشت دیرتر سیر از مزرعه و باقی ماندن سوخ‌ها درون خاک، رطوبت از پوسته‌ها خارج می‌شود و سوخ‌های خشک برداشت می‌شوند. در این روش، افزون بر طولانی بودن مدت‌زمان خشک شدن، دشوار بودن برداشت به‌ویژه در روش دستی، شیوع آفات خسارت‌زا مانند کرم سیر<sup>۱</sup> نیز بیشتر می‌شود. بیات و رضوانی (Bayat & Rezvani, 2012) گزارش داده‌اند که با کاهش رطوبت پوسته سیر به دلیل تأخیر در برداشت، قابلیت انعطاف و کشیدگی (کرنش) پوسته‌ها کاهش می‌یابد و پوسته‌ها آسان‌تر می‌شکنند در نتیجه آسیب‌های فیزیکی محصول افزایش می‌یابد.

خارج کردن سیر از مزرعه پس از رسیدگی و خشک شدن آن در سایه و مقایسه آن با خشک شدن مزرعه‌ای هدف اصلی این پروژه است. ضمن این که حالات مختلف خشک شدن سوخ‌ها در خارج از مزرعه نیز با یکدیگر مقایسه می‌شود تا بهترین روش سازگار با شرایط کشاورزان پیشنهاد شود.

با نرم‌افزار، به شاخص Lab تبدیل شد. تغییرات رنگ کلی که تغییر رنگ سیرچه‌ها را پس از خشک شدن نسبت به قبل از آن نشان می‌دهد، بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد (Ghorbani *et al.*, 2013). در این رابطه،  $\Delta E$ ، تغییرات رنگ؛  $L_0$ ،  $a_0$  و  $b_0$  شاخص‌های رنگ قبل از خشک شدن؛ و  $L$ ،  $a$  و  $b$  شاخص‌های رنگ، پس از خشک شدن است.

$$\Delta E = \sqrt{(l_0 - l)^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2} \quad (1)$$

- مقدار مواد جامد محلول در آب<sup>۳</sup> سیرچه‌ها با دستگاه رفاکتومتر دستی مدل Atago ساخت ژاپن اندازه‌گیری شد.

- سفتی بافت نمونه‌های سیر با دستگاه بافت سنج tr مدل HY۰۲۷۸ ساخت ایتالیا اندازه‌گیری شد. به این منظور نیروی مورد نیاز برای نفوذ پروب با قطر ۳/۲ میلی‌متر به‌منظور جابه‌جایی تا ۵ میلی‌متر درون بافت سیرچه‌ها اندازه‌گرفته شد (Cantwell *et al.*, 2000).

- سوخ‌های کلیه تیمارها برای مدت ۶ ماه در دمای اتاق نگهداری شدند و هر ماه یک‌بار درصد افت وزنی و هرگونه آثار فساد روی آنها و جوانه‌زنی اندازه‌گیری شد (Kwon *et al.*, 1985).

داده‌های هر دو سال، با آزمایش فاکتوریل (۳×۵) (۳ اندازه سوخ و ۵ روش خشک شدن) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار با یکدیگر مقایسه شدند و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵ درصد برای تعیین اختلاف بین میانگین‌ها استفاده شد. برای گروه‌بندی روش‌های مختلف خشک شدن سیر از تجزیه کلاستر به روش UPGMA و با استفاده از ماتریس همبستگی ساده پیرسون استفاده شد. برای

- مقدار رطوبت اجزای مختلف بوته یعنی پوسته‌ها (پوسته‌های بیرونی و درونی سوخ و پوسته سیرچه‌ها)، برگ‌ها (از قسمت گردن تا بلندترین برگ)، گردن سیر (ساقه تا ارتفاع ۳ سانتی‌متری) و سیرچه‌ها به ضخامت ۲ تا ۳ میلی‌متر، در آن با دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت اندازه‌گیری شد (Madamba *et al.*, 1993).

- مقدار پیرووات کل به روش آنتون و بارت (Anthon & Barrett, 2003) و غیرآنزیمی به روش بیکن و همکاران (Bacon *et al.*, 1999) به‌عنوان شاخص ترکیب‌های عطر و طعم‌دهنده اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پیرووات کل، ۵۰ گرم سیرچه با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب درون مخلوط‌کن یکنواخت و عصاره به‌دست‌آمده پس از عبور از کاغذ صافی، ۱۰ مرتبه رقیق شد. ۵۰ میکرو لیتر از عصاره، با افزودن ۲ میلی‌لیتر آب، ۲ میلی‌لیتر معرف ۲ و ۴- دی نیترو فنیل هیدرازین<sup>۱</sup> (محلول ۰/۲۵ گرم بر لیتر اسیدکلریدریک ۱ مولار) و ۲ میلی‌لیتر سود ۱/۵ مولار به‌صورت کمپلکس رنگی درآمد. پیرووات کل در حضور محلول‌های استاندارد ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ میکرو مول بر میلی‌لیتر از پیرووات سدیم، در طول موج ۵۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر pharmacia biotech مدل Novaspec II ساخت انگلستان اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پیرووات غیرآنزیمی یا پایه، ۳۰ گرم سیرچه با ۹۰ میلی‌لیتر اسید تری‌کلرواستیک<sup>۲</sup>، ۵ درصد به‌طور کامل مخلوط و پس از یک ساعت صاف و مراحل بالا روی آن دنبال شد. پیرووات آنزیمی از تفاضل پیرووات کل و غیرآنزیمی محاسبه شد.

- تغییرات رنگ سیرچه‌ها با دستگاه رنگ‌سنج مدل RGB-۱۰۰۲ و با خواندن شاخص‌های رنگ قرمز، سبز و آبی اندازه‌گیری شد. اعداد به‌دست‌آمده

1- 2,4- dinitrophenylhydrazine (DNPH)  
3- Brix

2- Trichloroacetic acid

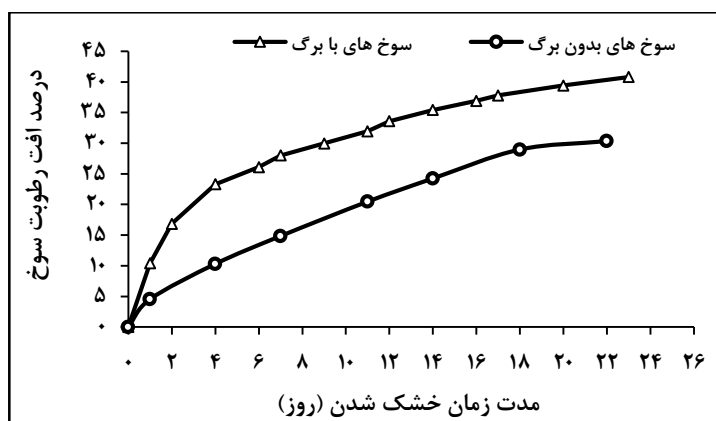
مزرعه در سال اول نشستی و در سال دوم بارانی بود. درصد افت رطوبت برای سوخ‌های با برگ بیش از درصد افت رطوبت برای سوخ‌های بدون برگ است زیرا هم‌زمان با خروج رطوبت از پوسته و ساقه‌ها، رطوبت از برگ آنها نیز خارج شده است. دیده می‌شود که بیشترین افت رطوبت برای سوخ‌های بدون برگ در ۱۰ روز اول و برای سوخ‌های با برگ در ۱۴ روز اول خشک شدن است و پس از آن روند خشک شدن کاهش و پس از حدود ۲۰ روز به حد ثابت می‌رسد (شکل‌های ۱ تا ۳). چنین پدیده‌ای را بیات و نصرتی (Bayat & Nosrati, 2009) در مقایسه روش‌های خشک شدن مصنوعی و طبیعی برای سوخ‌های سیر سفید همدان مشاهده کرده بودند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS19 استفاده شد.

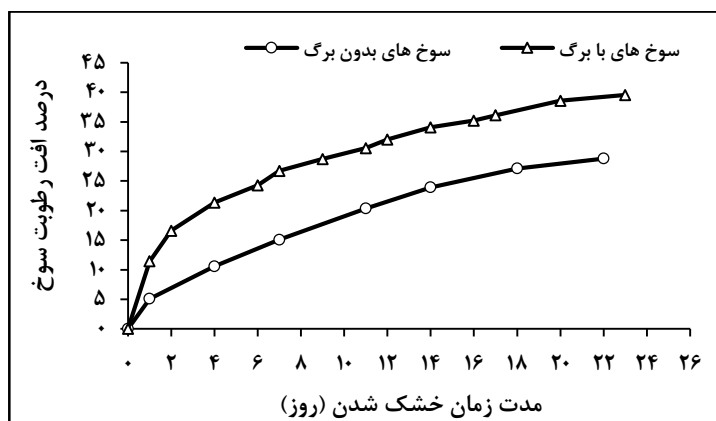
## نتایج و بحث

### مدت زمان و سرعت خشک شدن

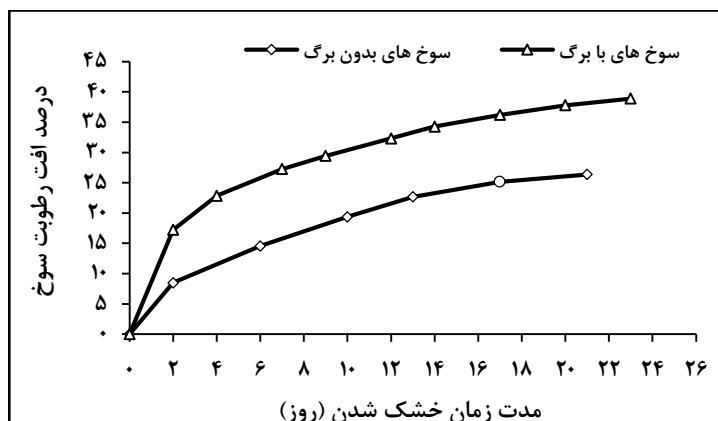
مدت زمان التیام دهی در حالات مختلف خشک کردن خارج از مزرعه ۱۷ تا ۲۳ روز طول می‌کشد و در این مدت زمان افت رطوبت در سال اول برای سوخ‌های با برگ و بدون برگ به ترتیب ۵۴-۵۱ و ۴۱-۳۱ درصد و در سال دوم به ترتیب ۴۰-۳۶ و ۳۰-۲۵ درصد محاسبه شد. این اختلاف در دو سال ناشی از تفاوت در منطقه کشت و مقادیر رطوبت اولیه سوخ‌ها در زمان برداشت سیر است زیرا سیستم آبیاری



شکل ۱- روند افت رطوبت از سوخ‌های با قطر بیش از ۵/۵ سانتی‌متر (سال ۱۳۹۴)



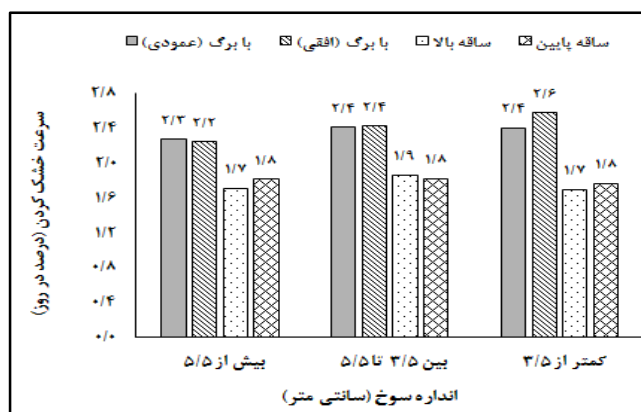
شکل ۲- روند افت رطوبت از سوخ‌های با قطر بین ۳/۵ تا ۵/۵ سانتی‌متر (سال ۱۳۹۴)



شکل ۳- روند افت رطوبت از سوخ های با قطر کمتر از ۳/۵ سانتی متر (سال ۱۳۹۴)

مقدار آبی که از وزن مشخصی از سوخ سیر در هر ساعت یا در هر روز خارج می شود، سرعت خشک شدن را نشان می دهد. در سوخ های بزرگ تر، فاصله ای که رطوبت باید طی کند تا از قسمت های میانی سوخ خارج شود بیشتر و در نتیجه سرعت خشک شدن کمتر است (شکل ۴). (Abd-elRahman & Ebeaid, 2009) روی اندازه های مختلف پیاز به دست آورده اند.

مقدار آبی که از وزن مشخصی از سوخ سیر در هر ساعت یا در هر روز خارج می شود، سرعت خشک شدن را نشان می دهد. در سوخ های بزرگ تر، فاصله ای که رطوبت باید طی کند تا از قسمت های میانی سوخ خارج شود بیشتر و در نتیجه سرعت خشک شدن کمتر است (شکل ۴).



شکل ۴- سرعت خشک شدن با روش های مختلف در سه اندازه سوخ سیر (سال ۱۳۹۴)

معنی دار است. اثر اندازه سوخ بر رطوبت برگ، پوسته بیرونی، پوسته سیرچه و سیرچه در سطح یک درصد معنی دار است ولی بر مقدار رطوبت ساقه و پوسته درونی معنی دار نیست (جدول ۱). میانیگین مقادیر رطوبت قسمت های مختلف سوخ در سال اول بیشتر است تا در سال دوم زیرا

مقادیر رطوبت اندازه های مختلف سوخ سیر پس از برداشت خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب مقادیر رطوبت سوخ ها نشان می دهد که اثر سال بر کلیه مقادیر رطوبت به علت تفاوت در رطوبت اولیه سوخ ها هنگام برداشت سیر در سطح یک درصد

روش مناسب خشک کردن (التیام دهی) طبیعی سیر...

و بر اثر نیروهای مکانیکی مستعد شکستگی و آسیب‌های فیزیکی می‌شوند (Bayat & Rezvani, 2012). مقادیر رطوبت پس از برداشت در هر سه اندازه سوخ در حدی است که نیاز به خشک شدن دارد، در غیر این صورت کپک در قسمت میانی سوخ‌ها طی مراحل بسته‌بندی و نگهداری رشد می‌کند و پوسته بیرونی آنها سیاه می‌شود. یانگ و لی (Yang & Lee, 2000) نیز رشد قارچ‌ها را در سوخ‌هایی که به اندازه کافی خشک نشده بودند، پس از ۵۰ روز نگهداری در انبار مشاهده کرده‌اند.

همان‌گونه که یاد شد مکان اجرای تحقیق و سیستم آبیاری مزرعه در سال‌های اول و دوم با یکدیگر متفاوت است. رطوبت ساقه، پوسته‌های بیرونی، پوسته‌های درونی و سیرچه‌های با قطر کمتر از ۳/۵ سانتی‌متر کمتر است تا سیرچه‌هایی با اندازه‌های دیگر که علت آن خروج سریع‌تر رطوبت از سوخ‌های با قطر کمتر، قبل از برداشت محصول است. در هر دو سال، مقادیر رطوبت پوسته‌های بیرونی کمتر از مقادیر رطوبت پوسته‌های درونی است (جدول ۲)، زیرا پوسته‌های بیرونی سریع‌تر رطوبت خود را از دست داده‌اند و در صورت تأخیر در برداشت

جدول ۱- خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب رطوبت اندازه‌های مختلف سوخ پس از برداشت (سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴)

میانگین مجموع مربعات رطوبت						درجه آزادی	منبع تغییرات
سیرچه	پوسته سیرچه	پوسته درونی	پوسته بیرونی	ساقه	برگ‌ها		
۲۰/۵۲ <sup>**</sup>	۱۹/۳۴ <sup>*</sup>	۹۹/۵۹۳ <sup>**</sup>	۷۵۸/۴۲۱ <sup>**</sup>	۲۴۹/۸۳۶ <sup>**</sup>	۶۵۱/۴۸۵ <sup>**</sup>	۱	سال
۳/۹۴ <sup>ns</sup>	۴/۵۳ <sup>ns</sup>	۹/۰۱۵ <sup>ns</sup>	۱۱/۹۵۳ <sup>ns</sup>	۱۱/۰۴ <sup>ns</sup>	۶/۲۸۲ <sup>**</sup>	۴	سال (تکرار)
۲۷/۸۰ <sup>*</sup>	۲۹/۵۹۴ <sup>**</sup>	۲۹/۶۸۳ <sup>ns</sup>	۹۴/۷۶۳ <sup>**</sup>	۴۵/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۴/۵۵۲ <sup>**</sup>	۲	اندازه سوخ
۱۸/۷۰ <sup>**</sup>	۳۰/۷۱۵ <sup>**</sup>	۴/۲۰۲ <sup>ns</sup>	۱۲/۶۶۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۰۴ <sup>ns</sup>	۱۴/۵۵۲ <sup>**</sup>	۲	سال × اندازه سوخ
۲/۱۰۵	۳/۶۲۱	۶/۹۷۰	۴/۲۳۱	۱۲/۶۷۵	۰/۸۷۷	۸	خطا

\*\*،\*: اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سطوح ۱ و ۵ درصد، ns: نبود اختلاف معنی‌دار

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد رطوبت سوخ‌های بزرگ، متوسط و کوچک سوخ پس از برداشت طی دو سال

قطر سوخ (سانتی‌متر)						قسمت‌های بوته سیر
سال ۱۳۹۴			سال ۱۳۹۳			
۳/۵ ≥	۳/۵-۵/۵	۵/۵ ≤	۳/۵ ≥	۳/۵-۵/۵	۵/۵ ≤	
۷۵/۰۱ <sup>b</sup>	۷۲/۹۴ <sup>b</sup>	۷۹/۰۶ <sup>a</sup>	۸۶/۴۳ <sup>a</sup>	۸۷/۷۸ <sup>a</sup>	۸۸/۸۹ <sup>a</sup>	برگ
۷۴/۰۳ <sup>a</sup>	۷۷/۶۹ <sup>a</sup>	۷۹/۰۹ <sup>a</sup>	۸۱/۲۲ <sup>b</sup>	۸۵/۱۲ <sup>a</sup>	۸۶/۸۱ <sup>a</sup>	ساقه
۵۹/۳۲ <sup>b</sup>	۶۸/۳۶ <sup>a</sup>	۶۸/۰۸ <sup>a</sup>	۷۱/۸۱ <sup>b</sup>	۷۵/۰۶ <sup>a</sup>	۷۷/۹۳ <sup>a</sup>	پوسته‌های بیرونی
۷۳/۴۴ <sup>a</sup>	۷۴/۰۶ <sup>a</sup>	۷۷/۵۷ <sup>a</sup>	۷۶/۸۸ <sup>b</sup>	۸۰/۶۶ <sup>a</sup>	۸۱/۶۴ <sup>a</sup>	پوسته‌های درونی
۷۶/۷۸ <sup>a</sup>	۷۵/۳۵ <sup>a</sup>	۷۷/۳۴ <sup>a</sup>	۷۳/۶۳ <sup>b</sup>	۸۰/۱۵ <sup>a</sup>	۸۲/۴۱ <sup>a</sup>	پوسته سیرچه‌ها
۶۵/۵۷ <sup>a</sup>	۶۶/۰۰ <sup>a</sup>	۶۶/۳۴ <sup>a</sup>	۶۴/۱۲ <sup>b</sup>	۶۸/۲۴ <sup>a</sup>	۷۲/۱۴ <sup>a</sup>	سیرچه

حروف غیرمشابه در هر ردیف و برای هر سال نشان‌دهنده اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۵ درصد است.

شاخص‌های رنگ اثر معنی‌داری ندارد. اثر اندازه سوخ و اثر متقابل سال در اندازه سوخ نیز فقط بر پیرووات پایه در سطح یک درصد معنی‌دار است (جدول ۳). بین میانگین ویژگی‌های کیفی سوخ‌های بزرگ، متوسط و کوچک سیر پس از برداشت اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود (جدول ۴).

### ویژگی‌های کیفی اندازه‌های مختلف سوخ پس از برداشت سیر

خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب ویژگی‌های کیفی سیر نشان می‌دهد که اثر سال بر مقدار پیرووات کل، پایه و آنزیمی در سطح یک درصد و بر مواد جامد محلول در آب و سفتی بافت در سطح پنج درصد معنی‌دار است ولی بر

جدول ۳- خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب ویژگی‌های کیفی پس از برداشت اندازه‌های مختلف سوخ (۱۳۹۴ و ۱۳۹۳)

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مجموع مربعات						
		پیرووات		مواد جامد محلول	سفتی بافت	رنگ سیرچه		
		پایه	آنزیمی					
b	a	L						
سال	۱	۱/۰۲۷**	۲۳۸/۳۴۷**	۲۱/۱۲۵*	۱۵۱۷/۰۸۷*	۶۴/۰۳۳ <sup>ns</sup>	۲۱۹/۸۰۱ <sup>ns</sup>	۳۳۳/۳۳۶ <sup>ns</sup>
سال (تکرار)	۴	۰/۰۷۴**	۱۱/۰۲۹ <sup>ns</sup>	۰/۵۳۰ <sup>ns</sup>	۱۹۲/۷۱۴ <sup>ns</sup>	۹۰/۲۳۲ <sup>ns</sup>	۱۷۷/۶۹۶ <sup>ns</sup>	۱۰۷/۳۸۵ <sup>ns</sup>
اندازه سوخ	۲	۰/۶۵۹**	۱۰/۸۰۳ <sup>ns</sup>	۶/۸۴۵ <sup>ns</sup>	۱۷/۵۹۳ <sup>ns</sup>	۱۳/۳۱۰ <sup>ns</sup>	۱۳۳/۴۴۴ <sup>ns</sup>	۱۴۷/۸۵۹ <sup>ns</sup>
سال × اندازه سوخ	۲	۰/۰۳۴**	۳۷/۸۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۲۱۵ <sup>ns</sup>	۸۲/۳۶۲ <sup>ns</sup>	۴۰/۸۳۳۰ <sup>ns</sup>	۱۸۳/۶۳۴ <sup>ns</sup>	۱۸۶/۱۲۶ <sup>ns</sup>
خطا	۸	۰/۰۰۳	۱۷/۴۳۹	۲/۲۰۲	۱۳۹/۵۹۹	۸۳/۸۳۰	۱۹۵/۸۸۹	۱۵۸/۴۰۳

\*\* \*: اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سطوح ۱ و ۵ درصد، ns: نبود اختلاف معنی‌دار

جدول ۴- مقایسه میانگین ویژگی‌های کیفی سوخ‌های بزرگ، متوسط و کوچک پس از برداشت طی دو سال

قطر سوخ (سانتی‌متر)	پیرووات (میکرو مول بر گرم)		سفتی بافت (نیوتن بر سانتی‌متر مربع)	مواد جامد محلول در آب			رنگ سیرچه‌ها
	غیر آنزیمی	آنزیمی		L	a	b	
۵/۵	۱/۰۷ <sup>a</sup>	۴۵/۴۸ <sup>a</sup>	۱۸۰/۱۱ <sup>a</sup>	۳۳/۶ <sup>a</sup>	۴۹/۱۷ <sup>a</sup>	-۱/۳۲ <sup>a</sup>	-۱/۷۳ <sup>a</sup>
۳/۵-۵/۵	۱/۵۶ <sup>a</sup>	۴۶/۲۹ <sup>a</sup>	۱۷۸/۵۵ <sup>a</sup>	۳۳/۶ <sup>a</sup>	۴۹/۵۴ <sup>a</sup>	-۹/۵۰ <sup>a</sup>	۶/۳۰ <sup>a</sup>
۳/۵	۰/۹۳ <sup>a</sup>	۴۳/۶۷ <sup>a</sup>	۱۷۶/۶۹ <sup>a</sup>	۳۵/۵ <sup>a</sup>	۴۶/۷۹ <sup>a</sup>	-۹/۴۹ <sup>a</sup>	۷/۳۵ <sup>a</sup>

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده نبود اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۵ درصد است.

### مقدار رطوبت و ویژگی‌های کیفی اندازه‌های مختلف سوخ پس از خشک شدن

پس از پایان خشک شدن سیر در هر دو روش خارج از مزرعه و روش مزرعه‌ای، رطوبت برگ، ساقه و پوسته‌های بیرونی به ۱۴ تا ۲۰ درصد، پوسته‌های درونی به ۲۰ تا ۳۰ درصد و سیرچه‌ها به ۶۲ تا ۶۶ درصد در اندازه‌های مختلف سوخ رسید که با نتایج

به‌دست‌آمده از بررسی‌های بیات و نصرتی (Bayat & Nosrati, 2009) همخوانی دارد. کوان و همکاران (Kwon et al., 1985) نیز رطوبت سیرچه، پوسته‌ها و ساقه سیر را پس از ۴۵ روز خشک شدن سیر در شرایط طبیعی به ترتیب ۶۴، ۱۴/۹ و ۱۵/۳ درصد گزارش داده‌اند که با نتایج این گزارش هماهنگ است.



به صورت معنی داری بیش از مقدار پیرووات غیرآنزیمی سیر در سایر تیمارهاست (جدول ۵).

میانگین درصد مواد جامد محلول در آب سیرچه‌ها در روش مزرعه‌ای به صورت معنی داری بیشتر است تا در تیمارهای دیگر ولی بین روش‌های مختلف خشک شدن خارج از مزرعه در این خصوص اختلاف معنی داری مشاهده نمی‌شود (جدول ۵).

بین میانگین سفتی بافت تیمارهای با برگ (افقی) و بی‌برگ در دو حالت ساقه بالا و ساقه پایین اختلاف معنی داری مشاهده نمی‌شود ولی تیمارهای شاهد و با برگ (ایستاده) کمترین مقدار سفتی بافت را دارند (جدول ۵). شاخص‌های رنگ سیرچه‌ها در روش خشک شدن مزرعه‌ای با شاخص روشنایی ( $L=38/09$ )، شاخص زردی ( $b=8/68$ ) و تغییرات رنگ کلی  $\Delta E=23/5$  به صورت معنی داری بیش از همین شاخص‌ها در تیمارهای با برگ (افقی) و بی‌برگ در دو حالت ساقه بالا و ساقه پایین است. روش خشک شدن در حالت عمودی با برگ‌های ایستاده با تغییر رنگ  $26/7$  بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است (جدول ۵).

آلودگی ناشی از آفت کرم سیر در سوخ‌های خشک‌شده خارج از مزرعه برخلاف سوخ‌های خشک‌شده مزرعه‌ای مشاهده نشد. مالمیر (Malmir, 1999) گزارش داده است که با برداشت سیر تا تاریخ ۲۰ تیرماه، مقدار آلودگی به آفت کرم سیر به کمتر از ۲ درصد کاهش می‌یابد. باب‌الحوائجی و خانجانی (Babolhvaeji & Khanjani, 2008) نیز گزارش داده‌اند که سیر برداشت‌شده در اواخر خرداد فاقد آلودگی به کرم سیر بوده است ولی تأخیر در زمان برداشت محصول موجب می‌شود تخم‌گذاری آفت روی بوته‌ها بیشتر شود.

برداشت سوخ‌های خشک‌شده در ۳۵ روز پس از قطع آبیاری مزرعه نشان می‌دهد که رطوبت سوخ‌های با قطر بیشتر از  $3/5$  سانتی‌متر نیاز به دست کم ۷ تا ۱۰ روز خشک شدن تکمیلی دارند؛ بنابراین، از زمان قطع آبیاری مزرعه سیر، روش خشک شدن مزرعه‌ای ۴۲ تا ۴۵ روز و روش خشک شدن خارج از مزرعه ۲۷ تا ۳۳ روز طول کشید. کوتاه‌تر بودن مدت‌زمان خشک شدن خارج از مزرعه یکی از مزایای این روش است زیرا امکان عرضه سریع‌تر محصول را به بازار فراهم می‌کند.

از آنجاکه اندازه‌های مختلف سوخ اثر معنی داری بر ویژگی‌های کیفی سیر نداشت و پس از خشک شدن نیز مقدار رطوبت همه اندازه‌ها به حد ثابتی رسید، به منظور بررسی اثر روش‌های مختلف خشک شدن بر ویژگی‌های کیفی سیر، در مقایسه میانگین‌ها اثر اندازه و اثر متقابل اندازه سوخ در روش خشک شدن در نظر گرفته نشد.

مقایسه میانگین عوامل اندازه‌گیری شده در روش‌های مختلف خشک شدن خارج از مزرعه با روش شاهد یعنی خشک شدن مزرعه‌ای نشان می‌دهد که مقدار پیرووات کل و آنزیمی سوخ‌های خشک‌شده در مزرعه به صورت معنی داری نسبت به تیمارهای دیگر بیشتر است که خود نشانگر تخریب و تجزیه بیشتر ترکیب‌های عطر و طعم‌دهنده سیر در خشک شدن مزرعه‌ای است که با نتایج بررسی‌های بیات و نصرتی (Bayat & Nosrati, 2009) هماهنگی دارد ولی بین مقادیر پیرووات کل و آنزیمی تیمارهای خشک‌شده در خارج از مزرعه اختلاف معنی داری مشاهده نمی‌شود. میانگین مقدار پیرووات سوخ‌های خشک‌شده با برگ در مقایسه با سوخ‌های بی‌برگ بیش‌تر است و مقدار پیرووات غیرآنزیمی سیر در تیمارهای بی‌برگ (ساقه پایین) و شاهد

جدول ۵- مقایسه میانگین عوامل کیفی سوخ‌های خشک‌شده با روش‌های مختلف (سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴)

شاخص‌های رنگ سیرچه‌ها	سفتی بافت (نیوتن بر سانتی‌متر مربع)	کل مواد جامد محلول (درصد)	پیرووات (میکرو مول بر گرم وزن تر)			روش خشک‌کردن			
			کل	غیر آنزیمی	آنزیمی				
$\Delta E$	b	a	L						
۲۶/۷۴ <sup>a</sup>	۷/۷۷ <sup>a</sup>	-۸/۹۹ <sup>a</sup>	۳۴/۷۶ <sup>c</sup>	۱۸۸/۵۶ <sup>b</sup>	۳۴/۷۷ <sup>ab</sup>	۶۱/۲۰ <sup>b</sup>	۱/۹۳ <sup>b</sup>	۶۳/۱۳ <sup>b</sup>	با برگ (ایستاده)
۱۹/۰۴ <sup>a</sup>	۴/۸۹ <sup>a</sup>	-۷/۷۷ <sup>a</sup>	۴۱/۵۵ <sup>bc</sup>	۲۰۲/۸۵ <sup>a</sup>	۳۴/۴۳ <sup>ab</sup>	۶۱/۷۵ <sup>b</sup>	۱/۶۵ <sup>c</sup>	۶۳/۴۰ <sup>b</sup>	با برگ (افقی)
۱۸/۳۳ <sup>a</sup>	۴/۸۹ <sup>a</sup>	-۱۰/۳۹ <sup>a</sup>	۴۹/۷۷ <sup>a</sup>	۱۹۱/۸۱ <sup>ab</sup>	۳۴/۷۳ <sup>ab</sup>	۶۰/۹۳ <sup>b</sup>	۱/۷۸ <sup>bc</sup>	۶۲/۷۰ <sup>b</sup>	بی‌برگ (ساقه بالا)
۱۶/۵۳ <sup>a</sup>	۵/۸۳ <sup>a</sup>	-۸/۵۴ <sup>a</sup>	۴۵/۱۰ <sup>ab</sup>	۱۹۲/۵۴ <sup>ab</sup>	۳۴/۱۵ <sup>b</sup>	۵۹/۴۶ <sup>b</sup>	۲/۵۹ <sup>a</sup>	۶۲/۰۵ <sup>b</sup>	بی‌برگ (ساقه پایین)
۲۳/۵۱ <sup>a</sup>	۸/۶۸ <sup>a</sup>	-۷/۷۰ <sup>a</sup>	۳۸/۰۹ <sup>bc</sup>	۱۹۰/۳۵ <sup>b</sup>	۳۵/۱۸ <sup>a</sup>	۶۸/۲۸ <sup>a</sup>	۱/۹۹ <sup>a</sup>	۷۰/۲۷ <sup>a</sup>	شاهد (روش مزرعه)

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۵ درصد است.

جوانه‌زنی فزاینده سوخ‌ها در دوره نگهداری در انبار می‌شود. دیکسی (Dixie, 2005) گزارش داد که التیام دهی مناسب سوخ‌ها برای افزایش عمر انباری و کاهش ضایعات پیاها ضروری است.

رابطه رگرسیونی بین افت وزنی و درصد فساد سوخ‌ها به‌صورت جداگانه در سال‌های اول و دوم نشان داد که با افزایش یک درصد جوانه‌زنی بیرونی سوخ، افت وزنی آنها در دوره نگهداری در انبار در سال اول ۰/۳۷ درصد و در سال دوم ۰/۴۵ درصد افزایش نشان می‌دهد (شکل ۵). فریمن و ونهام (Freeman & Whenham, 1976) نیز گزارش دادند که سوخ سیر در زمان جوانه‌زنی از مشتقات آمینواسید ناشی از تخریب و تجزیه ترکیب‌های عطر و طعم‌دهنده به‌عنوان منبع نیتروژن استفاده می‌کند که سبب افزایش افت وزنی و فعالیت‌های متابولیکی آن می‌شود. واسکوز باریوس و همکاران (Vazquez-Barrios, et al., 2006) نیز گزارش دادند که با نگهداری سیر در دماهای مختلف بین جوانه‌زنی داخلی و افت وزنی آنها رابطه مستقیم وجود دارد به‌طوری‌که با بروز جوانه‌زنی داخلی در تمام سیرچه‌ها، سوخ سیر دچار ۹ تا ۱۱ درصد افت وزنی می‌شود.

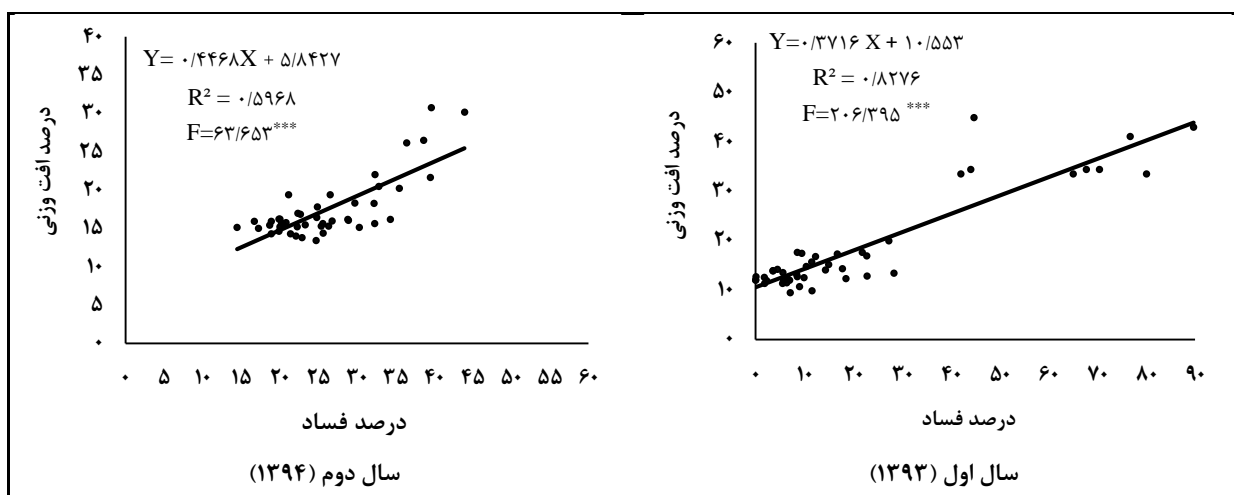
## افت وزنی و جوانه‌زنی سیر خشک در مدت‌زمان نگهداری در انبار

افت وزنی و جوانه‌زنی سیر در دوره نگهداری در انبار از مهم‌ترین عوامل افت کمی و کیفی این محصول و شاخص‌های بسیار خوبی است برای بررسی چگونگی فرآیند خشک شدن پس از برداشت سیر (Abd-elRahman & Ebeaid, 2009). مقایسه افت وزنی اندازه‌های مختلف سوخ خشک‌شده با روش‌های مختلف نشان می‌دهد که خشک شدن سیر در خارج از مزرعه، سرعت افت وزنی سوخ‌ها را به‌صورت معنی‌داری کاهش می‌دهد به‌طوری‌که افت وزنی در سوخ‌های خشک‌شده خارج از مزرعه پس از ۴ ماه نگهداری در انبار ۱۱/۵ - ۱۰ درصد کمتر از افت وزنی در سوخ‌های خشک‌شده در مزرعه است. بین روش‌های مختلف خشک شدن خارج از مزرعه در هر سه اندازه سوخ، اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود (جدول ۶). عبدالرحمان و عبید (Abd-elRahman & Ebeaid, 2009) نیز افت وزنی پیاها خشک‌شده در خارج از مزرعه را پس از ۴ ماه نگهداری در انبار ۱۲/۷-۱۲/۴ درصد کاهش دادند. بناساوی (Bahnasawy, 2000) نیز گزارش داد که خشک شدن مزرعه‌ای سبب افت وزنی و

جدول ۶- مقایسه میانگین افت وزنی اندازه‌های مختلف سوخ‌های خشک‌شده پس از ۴ ماه نگهداری در انبار طی دو سال

میانگین	قطر سوخ (سانتی‌متر)			روش خشک شدن
	۳/۵ ≥	۳/۵-۵/۵	۵/۵ ≤	
۸/۰۹ <sup>c</sup>	۸/۸۳ <sup>c</sup>	۷/۸۰ <sup>c</sup>	۷/۶۴ <sup>c</sup>	با برگ (ایستاده)
۹/۳۱ <sup>b</sup>	۹/۶۸ <sup>c</sup>	۸/۹۹ <sup>c</sup>	۹/۲۷ <sup>c</sup>	با برگ (افقی)
۷/۶۶ <sup>c</sup>	۸/۰۴ <sup>c</sup>	۷/۱۵ <sup>c</sup>	۷/۷۹ <sup>c</sup>	بدون برگ (ساقه بالا)
۸/۶۴ <sup>bc</sup>	۹/۱۸ <sup>c</sup>	۸/۷۵ <sup>c</sup>	۷/۹۹ <sup>c</sup>	بدون برگ (ساقه پایین)
۱۹/۱۳ <sup>a</sup>	۲۳/۵۳ <sup>a</sup>	۱۷/۶۶ <sup>b</sup>	۱۶/۱۷ <sup>b</sup>	شاهد (برداشت مزرعه‌ای)
	۱۱/۸۵ <sup>a</sup>	۱۰/۰۷ <sup>b</sup>	۹/۷۷ <sup>b</sup>	میانگین

حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۵ درصد است.



شکل ۵- رابطه رگرسیونی بین افت وزنی و درصد فساد سیر خشک‌شده با روش‌های خارج مزرعه و مزرعه‌ای پس از ۵ ماه نگهداری در سال اول و پس از ۶ ماه نگهداری در سال دوم

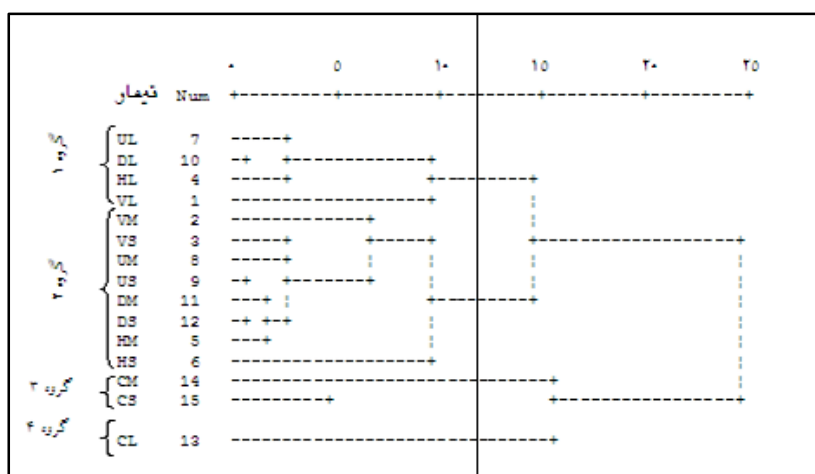
گروه‌های مختلف معنی‌دار نیست (جدول ۷). مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی گروه‌های مختلف نشان می‌دهد که گروه اول متعلق به سوخ‌های با قطر بیش از ۵/۵ سانتی‌متر، روش‌های خشک شدن بی‌برگ (ساقه بالا و ساقه پایین) و با برگ (بوت‌های عمودی و افقی) است که کمترین افت وزنی و جوانه‌زنی و بیشترین روشنایی و کمترین زردی رنگ سیرچه‌ها را دارند. در گروه دوم، سوخ‌های با قطر متوسط و کوچک و روش‌های خشک شدن بی‌برگ (ساقه بالا و ساقه پایین) و با برگ (بوت‌های عمودی و افقی) قرار دارند که پیرووات ناشی از تخریب

تعیین تیمار مناسب خشک شدن پس از برداشت سیر

گروه‌بندی خوشه‌ای کلیه صفات اندازه‌گیری شده در شرایط مختلف خشک شدن نشان می‌دهد که روش‌های مختلف خشک شدن سیر در ۴ گروه مجزا قرار دارند (شکل ۶). نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های کیفی و کمی گروه‌ها نشان می‌دهد که بین مقادیر پیرووات، مواد جامد محلول در آب و شاخص رنگ L<sub>a</sub> در سطح ۵ درصد و بین افت وزنی و فساد در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد ولی اختلاف بین مقدار رطوبت و سفتی بافت

رنگ سیرچه‌ها و افزایش عمر انباری سیر، سوخ‌ها ۷ تا ۱۰ روز پس از قطع آبیاری برداشت و در خارج از مزرعه در مکانی سایه با تهویه کافی خشک شوند. بین روش‌های خشک شدن خارج از مزرعه نیز خشک شدن با برگ (ایستاده) تغییرات رنگ بیشتر و روش خشک شدن با برگ (افقی) افت وزنی بیشتری نسبت به روش‌های دیگر خشک شدن خارج از مزرعه دارند؛ بنابراین، خشک شدن خارج از مزرعه با جدا کردن برگ‌ها مناسب‌تر تشخیص داده شده است ولی جهت قرار گرفتن سوخ‌ها به سمت بالا یا پایین اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های کمی و کیفی سیر ندارد.

ترکیب‌های عطر و طعم‌دهنده آنها به صورت معنی‌داری کمتر است تا آنها که در گروه یک هستند ولی بین افت وزنی و جوانه‌زنی و شاخص رنگ گروه‌های یک و دو اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. در گروه سوم، سوخ‌های متوسط و کوچک و در گروه چهارم سوخ‌های بزرگ خشک شدن مزرعه‌ای قرار دارند که با بیشترین افت وزنی و جوانه‌زنی در دوره نگهداری در انبار و بیشترین افت ترکیب‌های عطر و طعم‌دهنده، بیشترین شاخص زردی رنگ سیرچه‌ها و کمترین مقدار سفتی بافت از نامناسب‌ترین تیمارها هستند (جدول ۸). نتایج کلی نشان می‌دهد که برای جلوگیری از افت تنیدی و



شکل ۶- گروه‌بندی خوشه‌ای صفات اندازه‌گیری شده برای روش‌های مختلف خشک شدن S, M, L: قطرهای بزرگ، متوسط و کوچک، V: بوته‌ها به صورت عمودی، H: بوته‌ها به صورت افقی، D: ساقه سوخ پایین، U: ساقه سوخ بالا و C: تیمار شاهد

جدول ۷- خلاصه نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های کیفی ارزیابی شده در گروه‌بندی خوشه‌ای

منبع تغییرات	درجه آزادی	پیرووات آنزیمی	کل مواد جامد محلول	رطوبت سیرچه	سفتی بافت	شاخص‌های رنگ سیرچه‌ها			فساد	
						b	a	L		
گروه	۳	۱۳۴/۹۲*	۱/۷۶*	۴/۰۸ <sup>ns</sup>	۱۹/۸۳ <sup>ns</sup>	۵۸/۳۴*	۱/۵۳ <sup>ns</sup>	۳۶/۷۸ <sup>ns</sup>	۲۴۳/۰۷**	۱۳۴۰/۳۳**
خطا	۸	۲۷/۳۰	۰/۲۷	۱/۳۶	۳۳/۴۹	۹/۶۹	۱/۱۰	۱۰/۸۵	۱۱/۷۰	۱۳/۵۸

\*\* \*: اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سطوح ۱ و ۵ درصد، ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار

جدول ۸ - مقایسه میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی ارزیابی شده در هر گروه

گروه‌ها	پیرووات آنزیمی (میکرو مول بر گرم وزن تر)	مواد جامد محلول در آب (درصد)	رطوبت سیرچه (درصد)	سفتی بافت (نیوتن بر سانتی‌متر مربع)	شاخص‌های رنگ سیرچه‌ها			افت وزنی (درصد)	فساد (درصد)
					b	a	L		
گروه ۱	۶۷/۹۳ <sup>a</sup>	۳۳/۵۹ <sup>b</sup>	۶۵/۳۶ <sup>ab</sup>	۱۹۵/۸۶ <sup>a</sup>	۴۴/۱۳ <sup>a</sup>	-۸/۷۳ <sup>a</sup>	۵/۳۳ <sup>b</sup>	۸/۱۷ <sup>c</sup>	۱۶/۶۹ <sup>b</sup>
گروه ۲	۵۷/۲۹ <sup>b</sup>	۳۴/۹۸ <sup>a</sup>	۶۳/۱۹ <sup>b</sup>	۱۹۲/۹۸ <sup>a</sup>	۴۲/۱۳ <sup>a</sup>	-۹/۰۲ <sup>a</sup>	۶/۱۰ <sup>b</sup>	۸/۵۵ <sup>c</sup>	۱۶/۷۳ <sup>b</sup>
گروه ۳	۶۵/۷۱ <sup>ab</sup>	۳۵/۳۵ <sup>a</sup>	۶۳/۹۹ <sup>ab</sup>	۱۸۹/۹۶ <sup>a</sup>	۳۴/۹۵ <sup>a</sup>	-۷/۷۸ <sup>a</sup>	۶/۵۶ <sup>b</sup>	۲۰/۵۹ <sup>b</sup>	۴۶/۹۰ <sup>a</sup>
گروه ۴	۷۳/۴۳ <sup>a</sup>	۳۴/۸۵ <sup>a</sup>	۶۵/۶۷ <sup>a</sup>	۱۹۱/۱۲ <sup>a</sup>	۴۴/۳۶ <sup>a</sup>	-۷/۵۴ <sup>a</sup>	۱۲/۹۲ <sup>a</sup>	۱۶/۱۷ <sup>a</sup>	۵۸/۰۳ <sup>a</sup>

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۵ درصد است.

### نتیجه‌گیری

احتمال شیوع آفات و بیماری‌ها را نیز افزایش می‌دهد. خشک کردن خارج از مزرعه با چهار روش رایج یعنی با برگ (با حالت قرارگیری عمودی و افقی بوته‌ها) و بی‌برگ (ساقه سیر بالا و پایین) نشان داد که کلیه این روش‌ها نسبت به روش خشک شدن مزرعه‌ای برتری دارد ولی جدا کردن برگ‌های سوخ پس از برداشت به دلیل تغییرات رنگ کمتر در سیرچه‌ها و طولانی‌تر بودن عمر انباری، نسبت به روش خشک شدن با برگ، مناسب‌تر است.

بین روش‌های خشک کردن مزرعه‌ای و خارج از مزرعه، روش برداشت سوخ‌ها ۷ تا ۱۰ روز پس از قطع آبیاری و خشک کردن آنها خارج از مزرعه مناسب‌تر است. تنها مزیت خشک کردن مزرعه‌ای ارزان بودن این روش است ولی از معایب آن می‌توان به طولانی بودن مدت‌زمان خشک شدن، تغییر رنگ سیرچه‌ها، افت ترکیب‌های عطر و طعم‌دهنده و کاهش عمر انباری سیر اشاره کرد، ضمن اینکه خشک شدن سیر در مزرعه،

### مراجع

- Abd-elRahman, M. and Ebeaid, M. 2009. Some factors affecting artificial curing of onion bulbs and its effects on the storability. *Misr Journal of Agricultural Engineering*. 26(2):905-21.
- Anthon, G. E. and Barrett, D. M. 2003. Modified method for the determination of pyruvic acid with dinitrophenylhydrazine in the assessment of onion pungency. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83(12): 1210-1213.
- Avila, G. T. 1998. Variables for estimating the best time for drying garlic (*Allium sativum*, L.) bulbs. *Advances en Horticultura*. 3(1): 12-18.
- Babolhavaeji, H. and Khanjani, M. 2008. Study on the effect of harvesting time in control of garlic moth, *Dyspessa ulula pallidata* staudinger (Lep., Cossidae) in Hamedan. *Research in Agriculture (Water, Soil and Plant)*. 1(8): 57-66. (in persian)
- Bacon, J. R., Moates, G. K., Ng, A., Rhodes, M. J., Smith, A. C. and Waldron, K. W. 1999. Quantitative analysis of flavour precursors and pyruvate levels in different tissues and cultivars of onion (*Allium cepa*). *Food Chemistry*. 64(2):257-61.

- Bahnasawy, A. H. 2000. Onion losses during storage as influenced by curing method. *Misr Journal of Agricultural Engineering*. 17(4):209-25.
- Bayat, F. and Nosrati, A. H. 2009. Effect of harvesting time and drying at natural and artificial conditions on the storability of white garlic (*Allium sativum* L.) ecotype of Hamedan. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 25(1): 49-63. (in Persian)
- Bayat, F. and Rezvani, S. M. 2012. Effect of harvesting time and moisture on mechanical properties of garlic (*Allium sativum* L.) skin. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. 14(3):161-167.
- Brewster, J. L. 1994. *Onions and Other Vegetable Alliums*. University Press Cambridge. UK.
- Cantwell, M., Voss, R., Hanson, B., May, D. and Rice, B. 2000. Water and fertilizer management for garlic: Productivity, nutrient and water use efficiency and postharvest quality. Report of the FREP contract No. 97-0207.
- Currah, L. and Proctor, F. J. 1990. *Onions in Tropical Regions*. Bulletin 35, Natural Resources Institute. Chatham. U.K.
- Dixie, G. 2005. Horticultural marketing. Marketing Extension Guide. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Available on: <http://www.fao.org/ag/AGS/subjects/en/agmarket/agmarket.html>
- Freeman, G. G. and Whenham, R. J. 1976. Effect of overwinter storage at three temperatures on the flavour intensity of dry bulb onions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 27(1): 37-42.
- Ghorbani, R., Deghannya, J. Sadegh Seiedlou-Heris, S. and Ghanbarzadeh, B. 2013. Modeling color parameters during plums drying pretreated with ultrasound and osmotic dehydration. *Electronic Journal of Food Processing and Preservation*. 5(1): 27-59. (in Persian)
- Kader, A. A. 1992. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California Agriculture and Natural Resources, UCANR Publications.
- Katahira, M. and Bekki, E. 1999. Dehumidified drying of raw garlic bulb in a closed air recirculation systems. *Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery*. 61(2):171-80.
- Kwon J, Byun, M. and Cho, H. 1985. Effects of gamma irradiation dose and timing of treatment after harvest on the storeability of garlic bulbs. *Journal of Food Science*. 50(2):379-81.
- Madamba, P., Driscoll, R. and Buckle, K. 1993. Moisture content determination of garlic by convection oven method. *ASEAN Food Journal*. 8(2): 81-83.
- Malmir, A. 1999. Investigation and determination of integrated methods for the damage deminishing of *Dyspessa ulula pallidata* butterfly larva. Research Report. Hamedan Agricultural and Natural Resources Research Center. (in Persian)
- Park, M., Koh, H. and Shin, D. 1981. Study on the long term storage of garlic bulbs, 1: The effects of post-harvest drying method and storage condition on the quality. *Journal of the Korean Agricultural Chemical Society*. 24(4): 218-223

روش مناسب خشک کردن (التیام دهی) طبیعی سیر...

- Vazquez-Barrios, M., Lopez-Echevarria, G., Mercado-Silva, E., Castano-Tostado, E. and Leon-Gonzalez, F. 2006. Study and prediction of quality changes in garlic cv. Perla (*Allium sativum* L.) stored at different temperatures. *Scientia horticulturae*. 108(2):127-32.
- Wall, M. M. and Corgan, J. N. 1992. Relationship between pyruvate analysis and flavor perception for onion pungency determination. *HortScience*. 27(9):1029-30.
- Whitaker, J. R. 1976. Development of flavor, odor, and pungency in onion and garlic. *Advances in Food Research*. 22, 73-133.
- Yang, Y. and Lee, K. 2000. Effect of postharvest curing on respiration and quality in garlic bulbs during cold storage. *HortScience*. 35(3):410.423.



## Suitable Method for Natural Curing of Garlic (*Allium sativum* L.)

F. Bayat\*

\*Corresponding Author: Research staff, Agricultural Engineering Research Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamedan, Iran. E-mail: f.bayat@areeo.ac.ir.

Received: 2 December 2018, Accepted: 18 March 2019

### Abstract

Curing is one of the critical stages in postharvest wastage of garlic. To find out the suitable method of curing, a two-year examination has been followed. Garlic bulbs were harvested 7 days after cutting off irrigation and, from the point of diameter, were divided into three groups: less than 3.5 cm. between 3.5 to 5.5cm. and longer than 5.5 cm. Plants cured with leaves of various shapes (standing and horizontal) and without leaves (upward and downward stem) to be dried up in the shade and were compared with the field curing: harvesting 35 days after the last irrigation. Results showed that after harvesting, the moisture content of various parts of bulbs with diameter longer than 5.5 cm. was more than what could be found in other two groups and the difference between pungency and firmness of bulbs was not significant. Among treatments, moisture loss in bulbs dried with leaves was higher than that in bulbs without leaves, and little difference was noticed in moisture losses among the bulbs of different sizes. Spoilage and bulb weight loss after four months, as well as color changes and pungency losses in field curing were significantly higher than that when curing occurred out of the field. Curing with the leaves faced with more color changes and weight loss than what could be noticed in curing without the leaves. We came to this conclusion that curing without the leaves was the best way of curing, but there was no significant difference between the quality properties and shelf life of bulbs with upward or downward stems.

**Keywords:** Curing, Field curing, Postharvest wastage, Skin moisture content, Sprouting, Weight losses