Archive of SID

تحقیقات مهندسی صنایع غذایی/جلد ۱۸/ شماره ٦٧/پاییز و زمستان ۱۳۹۸/ص ۱۰٦-۹۱

روش مناسب خشک‌کردن (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، مرحلهٔ خشک‌کردن یا التیام دهی آن است. برای تعیین روش مناسب خشک‌کردن سیر پس از برداشت آن، سوخ‌های سیر سفید همدان در آزمایشی دوساله، ۷ روز پس از قطع آبیاری برداشت و ازنظر بزرگ‌ترین قطر به سه اندازهٔ کمتر از ۳/۵، بین ۳/۵ تا ۵/۵ و بیشتر از ۵/۵ سانتی‌متر درجه‌بندی شدند. بوته‌ها با برگ (به‌صورت ایستاده و افقی) و بدون برگ (ساقهٔ سیر به سمت بالا و پایین) برای خشک شدن در سایه قرار داده‌شدند 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 ازلحاظ 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 به‌صورت 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

مرحلهٔ برداشت و مرحلهٔ پس از برداشت از عوامل مهم اثرگذار بر ضایعات کمی و کیفی در محصولات کشاورزی ازجمله سبزی‌هاست، به‌طوری‌که عمر انباری محصول تا حد زیادی بستگی به چگونگی اجرای این عملیات دارد. در مرحلهٔ پس از برداشت سیر، کیفیت آن باید ازنظر مقدار ترکیب‌های عطر و طعم‌دهنده و ظاهر محصول یعنی وجود دست کم دو یا سه لایه پوستهٔ 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 نتیجهٔ مدیریت ضعیف عملیات پس از برداشت سیر،

*نگارنده مسئول: Email: f.bayat@areeo.ac.ir

http://doi. 10.22092/fooder.2019.124386.1186

www.SID.ir

Archive of SID

پوسته‌های بیرونی در معرض نیروهای مکانیکی قرار می‌گیرند، می‌شکنند و سیرچه‌ها از هم جدا می‌شوند. یکی از مراحلی که اثر تعیین‌کننده‌ای بر ضایعات فیزیکی پس از برداشت سیر دارد، مرحلهٔ خشک‌کردن 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 خشک‌کردن گردن و پوسته‌های داخلی است به‌طوری‌که زخم‌های مرحلهٔ برداشت نیز درمان شوند و ورود ریز زنده‌های بیماری‌زا در دورهٔ نگهداری محصول در انبار کاهش یابد (Kader, 1992). خشک شدن پس از برداشت به‌منظور جابه‌جایی یا نگهداری محصولات خانوادهٔ پیازها در حالت خواب ضروری است و امکان بازاریابی سوخ‌ها را فراهم می‌کند (Currah & Proctor, 1990).

روش‌های خشک‌کردن پس از برداشت به شرایط آب و هوایی بستگی دارد. در مناطق مرطوب و معتدل، محصول به‌صورت مکانیکی برداشت می‌شود و خشک‌کردن مصنوعی و هوادهی برای التیام دهی سیر و تولید محصولی با کیفیت بالا ضروری است (Brewster, 1994). در نواحی بدون بارندگی و دارای دورهٔ 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 ۴-۳ هفته طول می‌کشد (Brewster, 1994). به‌منظور تعیین نقطهٔ بهینهٔ پایان فرآیند التیام دهی، ضروری خواهد بود ویژگی‌های حسی، افت وزنی، مقدار مادهٔ خشک و پیروووات سیر ارزیابی شود (Avila, 1998). پیروووات همراه با تیوسولفینات‌ها[1] و آمونیاک به علت واکنش بین آنزیم آلکیل، ال- سیستئین سولفوکسیدلیاز[2] (آنزیم آلی‌اینیاز با کد آنزیمی ۴,۴,۱,۴) و پیش‌ماده‌های عطر و طعم‌دهنده تشکیل می‌شود (Whitaker, 1976) و مقدار پیروووات به‌خوبی با مقدار ترکیب‌های عطر و طعم‌دهنده سیر همبستگی دارد (Wall & Corgan, 1992).

بین روش‌های طبیعی و مصنوعی خشک‌کردن 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) گزارش‌شده است (Park *et al.*, 1981). سرعت کاهش وزن سیر در دمای ۴۰ درجهٔ سلسیوس، بیشترین و در شرایط خشک شدن طبیعی در سایه، کمترین مقدار گزارش‌شده 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 خشک‌کردن به روش مصنوعی و در دمای ۳۵ درجهٔ سلسیوس و به روش طبیعی کمترین افت ترکیب‌های عطر و طعم‌دهنده و تغییرات رنگ مشاهده‌شده است. مدت‌زمان خشک‌کردن مصنوعی کمتر از مدت‌زمان خشک شدن طبیعی است (Bayat & Nosrati, 2009).

نتایج پژوهش روی محصول پیاز نشان داد که خشک شدن مزرعه‌ای از همهٔ روش‌ها ارزان‌تر است ولی بیشترین جوانه‌زنی و افت وزنی در دورهٔ 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 خشک‌شده بودند، حملهٔ ریز زنده‌ها در آنها کمتر بود

1- Thiosulphinates

2- Alkyl L-cystein sulfoxide lyase

www.SID.ir

Archive of SID

(Yang & Lee, 2000). بررسی تغییرات رطوبت در دورهٔ خشک شدن پیاز مصری نشان داد که در خشک شدن مزرعه‌ای، رطوبت پیازها از ۹۰-۸۷ درصد پس از ۱۶ روز (۳۸۴ ساعت) به ۸۱/۵ درصد رسیده است. مدت‌زمان خشک‌کردن در روش مصنوعی و در دمای ۴۰ درجهٔ سلسیوس در مقایسه با خشک شدن مزرعه‌ای، ۶۸/۸ تا ۸۱/۳ درصد با توجه به اندازه پیازها و مرحلهٔ 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[1] نیز بیشتر می‌شود. بیات و رضوانی (Bayat & Rezvani, 2012) گزارش داده‌اند که با کاهش رطوبت پوستهٔ سیر به دلیل تأخیر در برداشت، قابلیت انعطاف و کشیدگی (کرنش) پوسته‌ها کاهش می‌یابد و پوسته‌ها آسان‌تر می‌شکنند درنتیجه آسیب‌های فیزیکی محصول افزایش می‌یابد.

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

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ روی تودهٔ سیر سفید همدان اجرا شد. در سال اول، سوخ‌های سیر از مزرعهٔ کشاورزی در منطقهٔ بهار برداشت شد و در سال ۱۳۹۴ از بذرهای سال اول استفاده شد که در مزرعهٔ تحقیقاتی ایستگاه اکباتان کشت‌شده 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 ازنظر 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 به‌صورت ۵ تا ۸ تایی دسته دسته و برای خشک شدن به‌صورت 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 بسته‌شده بود، به‌صورت 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 مزرعهٔ سیر، ۳۵ روز پس از قطع آبیاری برداشت و مدت‌زمان و سرعت خشک شدن برای هریک 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:

1- *Dyspessa ulula pallidata*

www.SID.ir

Archive of SID

- مقدار رطوبت اجزای مختلف بوته یعنی پوسته‌ها (پوسته‌های بیرونی و درونی سوخ و پوستهٔ سیرچه‌ها)، برگ‌ها (از قسمت گردن تا بلندترین برگ)، گردن سیر (ساقه تا ارتفاع ۳ سانتی‌متری) و سیرچه‌ها به ضخامت ۲ تا ۳ میلی‌متر، در آون با دمای ۱۰۰ درجهٔ 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 عصارهٔ 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[1] (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 پیروات 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[2]، ۵ درصد به‌طور کامل مخلوط و پس از یک ساعت صاف و مراحل بالا روی آن دنبال شد. پیروات آنزیمی از تفاضل پیرووات کل و غیرآنزیمی محاسبه شد.

- تغییرات رنگ سیرچه‌ها با دستگاه رنگ‌سنج مدل ۱۰۰۲- RGB و با خواندن شاخص‌های رنگ قرمز، سبز و آبی اندازه‌گیری شد. اعداد به‌دست‌آمده 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 رابطهٔ ۱ محاسبه شد (Ghorbani *et al.*, 2013). در این رابطه، ΔE، 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.

$$\Delta E = \sqrt{(l_0 - l)^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2} \quad (۱)$$

- مقدار مواد جامد محلول در آب[3] سیرچه‌ها با دستگاه رفراکتومتر دستی مدل Atago ساخت ژاپن اندازه‌گیری شد.

- سفتی بافت نمونه‌های سیر با دستگاه بافت سنج tr مدل H۷۰۲۷۸ 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 اندازه گرفته شد (Cantwell *et al.*, 2000).

- سوخ‌های کلیه تیمارها برای مدت ۶ ماه در دمای اتاق نگهداری شدند و هرماه 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 (۵×۳) (۳ اندازهٔ سوخ و ۵ روش خشک شدن) بر پایهٔ 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 تجزیهٔ کلاستر به روش UPGMA و با استفاده از ماتریس همبستگی ساده پیرسون استفاده شد. برای

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

www.SID.ir

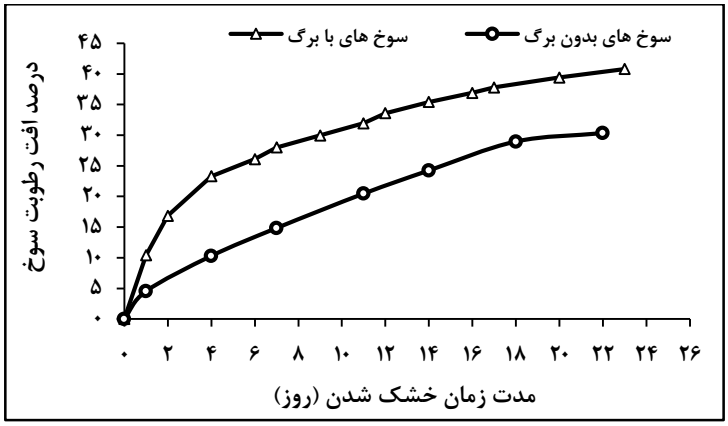
Archive of SID

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS19 استفاده شد.

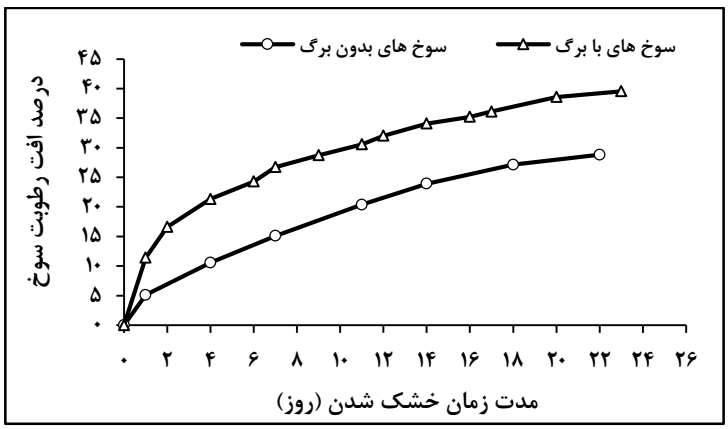
نتایج و بحث

مدت‌زمان و سرعت خشک شدن

مدت‌زمان التیام دهی در حالات مختلف خشک‌کردن خارج از مزرعه ۱۷ تا ۲۳ روز طول می‌کشد و در این مدت‌زمان 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 منطقهٔ کشت و مقادیر رطوبت اولیهٔ سوخ‌ها در زمان برداشت سیر است زیرا سیستم آبیاری مزرعه در سال اول نشتی 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 مقایسهٔ روش‌های خشک شدن مصنوعی و طبیعی برای سوخ‌های سیر سفید همدان مشاهده کرده بودند.



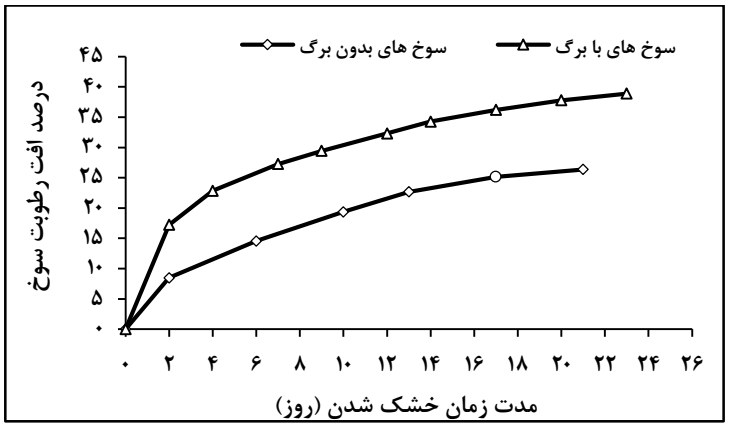
شکل ۱- روند افت رطوبت از سوخ‌های با قطر بیش از ۵/۵ سانتی‌متر (سال ۱۳۹٤)



شکل ۲- روند افت رطوبت از سوخ‌های با قطر بین ۳/۵ تا ۵/۵ سانتی‌متر (سال ۱۳۹٤)

www.SID.ir

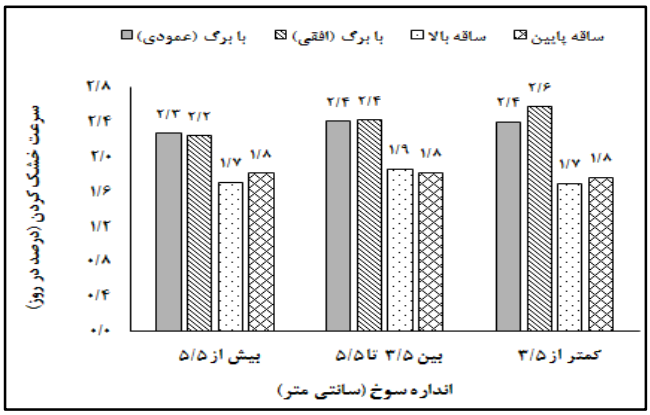
Archive of SID



شکل ۳- روند افت رطوبت از سوخ‌های با قطر کمتر از ۳/۵ سانتی‌متر (سال ۱۳۹٤)

مقدار آبی که از وزن مشخصی از سوخ سیر در هر ساعت یا در هر روز خارج می‌شود، سرعت خشک شدن را نشان می‌دهد. در سوخ‌های بزرگ‌تر، فاصله‌ای که رطوبت باید طی کند تا از قسمت‌های میانی سوخ خارج شود بیشتر و درنتیجه سرعت خشک شدن کمتر است (شکل ۴).

مقدار افت رطوبت در بین اندازه‌های مختلف سوخ در هر یک از روش‌های خشک شدن اختلاف ناچیزی دارد (شکل ۴) که مشابه نتایجی است که عبدالرحمان و عبید (Abd-elRahman & Ebeaid, 2009) روی اندازه‌های مختلف پیاز به دست آورده‌اند.



شکل ٤- سرعت خشک شدن با روش‌های مختلف در سه اندازهٔ سوخ سیر (سال ۱۳۹٤)

مقادیر رطوبت اندازه‌های مختلف سوخ سیر پس از برداشت

خلاصهٔ نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب مقادیر رطوبت سوخ‌ها نشان می‌دهد که اثر سال بر کلیهٔ مقادیر رطوبت به علت تفاوت در رطوبت اولیه سوخ‌ها هنگام برداشت سیر در سطح یک درصد معنی‌دار است. اثر اندازهٔ سوخ بر رطوبت برگ، پوستهٔ بیرونی، پوستهٔ سیرچه و سیرچه در سطح یک درصد معنی‌دار است ولی بر مقدار رطوبت ساقه و پوستهٔ درونی معنی‌دار نیست (جدول ۱).

میانگین مقادیر رطوبت قسمت‌های مختلف سوخ در سال اول بیشتر است تا در سال دوم زیرا

www.SID.ir

Archive of SID

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 ازدست‌داده‌اند و در صورت تأخیر در برداشت و بر اثر نیروهای مکانیکی مستعد شکستگی و آسیب‌های فیزیکی می‌شوند (Bayat & Rezvani, 2012). مقادیر رطوبت پس از برداشت در هر سه اندازهٔ سوخ در حدی است که نیاز به خشک شدن دارد، در غیر این‌صورت کپک در قسمت میانی سوخ‌ها طی مراحل بسته‌بندی و نگهداری رشد می‌کند و پوستهٔ 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.

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

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مجموع مربعات رطوبت				
		برگ‌ها	ساقه	پوستهٔ بیرونی	پوستهٔ درونی	پوستهٔ سیرچه	سیرچه
سال	۱	۶۵۱/۴۸۵**	۲۴۹/۸۳۶**	۷۵۸/۴۲۱**	۹۹/۵۹۳**	۱۹/۳۴۴*	۲۰/۵۲۳**
سال (تکرار)	۴	۶/۲۸۲**	۱۱/۰۴۰^{ns}	۱۱/۹۵۲^{ns}	۹/۰۱۵^{ns}	۴/۵۳۰^{ns}	۳/۹۴۵^{ns}
اندازهٔ سوخ	۲	۴/۵۵۲**	۴۵/۰۰۱^{ns}	۹۴/۷۶۳**	۲۹/۶۸۲^{ns}	۲۹/۵۹۴**	۲۷/۸۰۸**
سال × اندازهٔ سوخ	۲	۱۴/۵۵۲**	۰/۱۰۴^{ns}	۱۲/۶۶۳^{ns}	۴/۲۰۲^{ns}	۳۰/۷۱۵**	۱۸/۷۰۲**
خطا	۸	۰/۸۷۷	۱۲/۶۷۵	۴/۲۳۱	۶/۹۷۰	۳/۶۲۱	۲/۱۰۵

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

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

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

حروف غیرمشابه در هر ردیف و برای هرسال نشان‌دهندهٔ اختلاف بین میانگین‌ها در سطح ۵ درصد است.

www.SID.ir

Archive of SID

ویژگی‌های کیفی اندازه‌های مختلف سوخ پس از برداشت سیر

خلاصهٔ نتایج تجزیهٔ 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 شاخص‌های رنگ اثر معنی‌داری ندارد. اثر اندازهٔ سوخ و اثر متقابل سال در اندازهٔ 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).

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

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مجموع مربعات					
		پیرووات		مواد جامد	سفتی بافت	رنگ سیرچه	
		پایه	آنزیمی	محلول		L	a	b
سال	۱	۱/۰۲۷**	۲۳۸/۳۴۷**	۲۱/۱۲۵*	۱۵۱۷/۰۸۷*	۶۴/۰۳۳^{ns}	۲۱۹/۸۰۱^{ns}	۳۳۳/۳۳۶^{ns}
سال (تکرار)	۴	۰/۰۷۴**	۱۱/۰۲۹^{ns}	۰/۵۳۰^{ns}	۱۹۲/۷۱۴^{ns}	۹۰/۲۳۲^{ns}	۱۷۷/۶۹۶^{ns}	۱۰۷/۳۸۵^{ns}
اندازه سوخ	۲	۰/۶۵۹**	۱۰/۸۰۳^{ns}	۶/۸۴۵^{ns}	۱۷/۵۹۳^{ns}	۱۳/۳۱۰^{ns}	۱۳۳/۴۴۴^{ns}	۱۴۷/۸۵۹^{ns}
سال × اندازه سوخ	۲	۰/۰۳۴**	۳۷/۸۲۵^{ns}	۰/۲۱۵^{ns}	۸۲/۳۶۲^{ns}	۴۰۸/۳۳۰^{ns}	۱۸۳/۶۳۴^{ns}	۱۸۶/۱۲۶^{ns}
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- مقایسهٔ 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		
	غیرآنزیمی	آنزیمی			L	a	b
۵/۵≤	۱/۰۷^{a}	۴۵/۴۸^{a}	۱۸۰/۱۱^{a}	۳۳/۶^{a}	۴۹/۱۷^{a}	-۱/۳۲^{a}	-۱/۷۳^{a}
۳/۵-۵/۵	۱/۵۶^{a}	۴۶/۲۹^{a}	۱۷۸/۵۵^{a}	۳۳/۶^{a}	۴۹/۵۴^{a}	-۹/۵۰^{a}	۶/۳۰^{a}
۳/۵≥	۰/۹۳^{a}	۴۳/۶۷^{a}	۱۷۶/۶۹^{a}	۳۵/۵^{a}	۴۶/۷۹^{a}	-۹/۴۹^{a}	۷/۳۵^{a}

حروف مشابه **در هر ستون** نشان‌دهندهٔ 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 ساقهٔ 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.

www.SID.ir

Archive of SID

برداشت سوخ‌های خشک‌شده در ۳۵ روز پس از قطع آبیاری مزرعه نشان می‌دهد که رطوبت سوخ‌های با قطر بیشتر از ۳/۵ سانتی‌متر نیاز به دست کم ۷ تا ۱۰ روز خشک شدن تکمیلی دارند؛ بنابراین، از زمان قطع آبیاری مزرعهٔ 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 عرضهٔ سریع‌تر محصول را به بازار فراهم می‌کند.

ازآنجاکه اندازه‌های مختلف سوخ اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های کیفی سیر نداشت و پس از خشک شدن نیز مقدار رطوبت همهٔ اندازه‌ها به حد ثابتی رسید، به‌منظور بررسی اثر روش‌های مختلف خشک شدن بر ویژگی‌های کیفی سیر، در مقایسهٔ میانگین‌ها اثر اندازه و اثر متقابل اندازهٔ سوخ در روش خشک شدن در نظر گرفته نشد.

مقایسهٔ 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 به‌صورت معنی‌داری نسبت به تیمارهای دیگر بیشتر است که خود نشانگر تخریب و تجزیهٔ 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 معنی‌داری 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 به‌صورت معنی‌داری بیش از مقدار پیرووات غیرآنزیمی سیر در سایر تیمارهاست (جدول ۵).

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

بین میانگین سفتی بافت تیمارهای با برگ (افقی) و بی‌برگ در دو حالت ساقه بالا و ساقه پایین اختلاف معنی‌داری 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=۳۸/۰۹)، شاخص زردی (b=۸/۶۸) و تغییرات رنگ کلی ΔE=۲۳/۵ به‌صورت معنی‌داری 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 ۲۶/۷ 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 (Babolhavaeji & 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.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقایسهٔ میانگین عوامل کیفی سوخ‌های خشک‌شده با روش‌های مختلف (سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹٤)

روش خشک‌کردن	پیرووات (میکرو مول بر گرم وزن تر)			کل مواد جامد محلول (درصد)	سفتی بافت (نیوتن بر سانتی‌متر مربع)	شاخص‌های رنگ سیرچه‌ها			
	کل	غیر آنزیمی	آنزیمی			L	a	b	ΔE
با برگ (ایستاده)	۶۳/۱۳^{b}	۱/۹۳^{b}	۶۱/۲۰^{b}	۳۴/۷۷^{ab}	۱۸۸/۵۶^{b}	۳۴/۷۶^{c}	−۸/۹۹^{a}	۷/۷۷^{a}	۲۶/۷۴^{a}
با برگ (افقی)	۶۳/۴۰^{b}	۱/۶۵^{c}	۶۱/۷۵^{b}	۳۴/۴۳^{ab}	۲۰۲/۸۵^{a}	۴۱/۵۵^{bc}	−۷/۷۷^{a}	۴/۸۹^{a}	۱۹/۰۴^{a}
بی‌برگ (ساقه بالا)	۶۲/۷۰^{b}	۱/۷۸^{bc}	۶۰/۹۲^{b}	۳۴/۷۲^{ab}	۱۹۱/۸۱^{ab}	۴۹/۷۷^{a}	−۱۰/۳۹^{a}	۴/۸۹^{a}	۱۸/۳۳^{a}
بی‌برگ (ساقه پایین)	۶۲/۰۵^{b}	۲/۵۹^{a}	۵۹/۴۶^{b}	۳۴/۱۵^{b}	۱۹۲/۵۴^{ab}	۴۵/۱۰^{ab}	−۸/۵۴^{a}	۵/۸۲^{a}	۱۶/۵۲^{a}
شاهد (روش مزرعه)	۷۰/۲۷^{a}	۱/۹۹^{a}	۶۸/۲۸^{a}	۳۵/۱۸^{a}	۱۹۰/۳۵^{b}	۳۸/۰۹^{bc}	−۷/۷۰^{a}	۸/۶۸^{a}	۲۳/۵۱^{a}

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

افت وزنی و جوانه‌زنی سیر خشک در مدت‌زمان نگهداری در انبار

افت وزنی و جوانه‌زنی سیر در دورهٔ 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). مقایسهٔ 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 خشک‌شدهٔ 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 پیازهای 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 جوانه‌زنی فزاینده سوخ‌ها در دورهٔ نگهداری در انبار می‌شود. دیکسی (Dixie, 2005) گزارش داد که التیام دهی مناسب سوخ‌ها برای افزایش عمر انباری و کاهش ضایعات پیازها ضروری است.

رابطهٔ 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 دورهٔ 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 تجزیهٔ 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 رابطهٔ مستقیم وجود دارد به‌طوری‌که با بروز جوانه‌زنی داخلی در تمام سیرچه‌ها، سوخ سیر دچار ۹ تا ۱۱ درصد افت وزنی می‌شود.

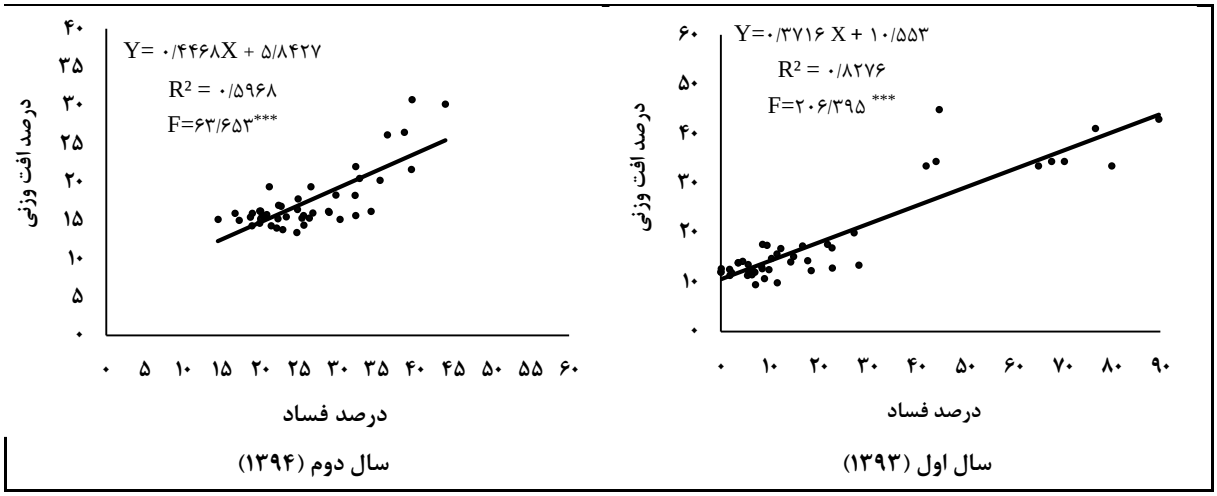
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- مقایسهٔ میانگین افت وزنی اندازه‌های مختلف سوخ‌های خشک‌شده پس از ٤ ماه نگهداری در انبار طی دو سال

روش خشک شدن	قطر سوخ (سانتی‌متر)			میانگین
	≤۵/۵	۵/۵-۳/۵	≥۳/۵	
با برگ (ایستاده)	۷/۶۴^{c}	۷/۸۰^{c}	۸/۸۳^{c}	۸/۰۹^{c}
با برگ (افقی)	۹/۲۷^{c}	۸/۹۹^{c}	۹/۶۸^{c}	۹/۳۱^{b}
بدون برگ (ساقه بالا)	۷/۷۹^{c}	۷/۱۵^{c}	۸/۰۴^{c}	۷/۶۶^{c}
بدون برگ (ساقه پایین)	۷/۹۹^{c}	۸/۷۵^{c}	۹/۱۸^{c}	۸/۶۴^{bc}
شاهد (برداشت مزرعه‌ای)	۱۶/۱۷^{b}	۱۷/۶۶^{b}	۲۳/۵۲ ^{a}	۱۹/۱۲^{a}
میانگین	۹/۷۷^{b}	۱۰/۰۷ ^{b}	۱۱/۸۵ ^{a}	

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



شکل ۵- رابطهٔ 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 ٦ ماه نگهداری در سال دوم

تعیین تیمار مناسب خشک شدن پس از برداشت سیر

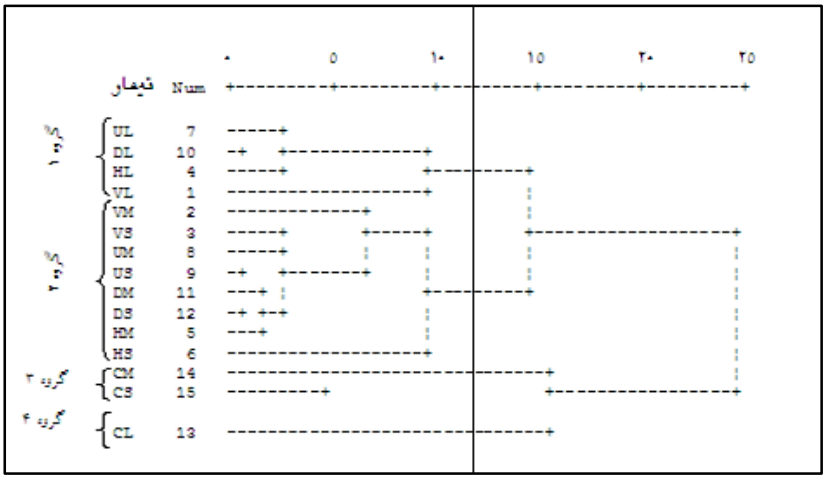
گروه‌بندی خوشه‌ای کلیهٔ صفات اندازه‌گیری شده در شرایط مختلف خشک شدن نشان می‌دهد که روش‌های مختلف خشک شدن سیر در ۴ گروه مجزا قرار دارند (شکل ۶). نتایج تجزیهٔ واریانس ویژگی‌های کیفی و کمی گروه‌ها نشان می‌دهد که بین مقادیر پیرووات، مواد جامد محلول در آب و شاخص رنگ L، در سطح ۵ درصد و بین افت وزنی و فساد در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد ولی اختلاف بین مقدار رطوبت و سفتی بافت گروه‌های مختلف معنی‌دار نیست (جدول ۷). مقایسهٔ 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 (بوته‌های 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 (بوته‌های عمودی و افقی) قرار دارند که پیرووات ناشی از تخریب

www.SID.ir

Archive of SID

ترکیب‌های عطر و طعم‌دهندهٔ آنها به‌صورت 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 دورهٔ 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 تندی و 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 داده‌شده است ولی جهت قرار گرفتن سوخ‌ها به سمت بالا یا پایین اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های کمی و کیفی سیر ندارد.



شکل ٦- گروه‌بندی خوشه‌ای صفات اندازه‌گیری شده برای روش‌های مختلف خشک شدن

S, M,L: قطرهای بزرگ، متوسط و کوچک، V: بوته‌ها به‌صورت عمودی، H: بوته‌ها به‌صورت افقی، D: ساقه سوخ پایین، U: ساقه سوخ بالا و C: تیمار شاهد

جدول ۷- خلاصهٔ نتایج تجزیهٔ واریانس ویژگی‌های کیفی ارزیابی‌شده در گروه‌بندی خوشه‌ای

منبع تغییرات	درجهٔ آزادی	پیرووات آنزیمی	کل مواد جامد محلول	رطوبت سیرچه	سفتی بافت	شاخص‌های رنگ سیرچه‌ها			افت وزنی	فساد
						L	a	b		
گروه	۳	۱۳۴/۹۲*	۱/۷۶*	۴/۰۸ns	۱۹/۸۲ns	۵۸/۳۴*	۱/۵۳ns	۳۶/۷۸ns	۲۴۳/۰۷**	۱۳۴۰/۳۲**
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

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸ – مقایسهٔ میانگین ویژگی‌های کمی و کیفی ارزیابی‌شده 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)
					L	a	b		
گروه ۱	۶۷/۹۲^{a}	۳۳/۵۹^{b}	۶۵/۳۶^{ab}	۱۹۵/۸۶^{a}	۴۴/۱۳^{a}	−۸/۷۳^{a}	۵/۳۳^{b}	۸/۱۷^{c}	۱۶/۶۹^{b}
گروه ۲	۵۷/۲۹^{b}	۳۴/۹۸^{a}	۶۳/۱۹^{b}	۱۹۲/۹۸^{a}	۴۲/۱۳^{a}	−۹/۰۲^{a}	۶/۱۰^{b}	۸/۵۵^{c}	۱۶/۷۲^{b}
گروه ۳	۶۵/۷۱^{ab}	۳۵/۳۵^{a}	۶۳/۹۹^{ab}	۱۸۹/۹۶^{a}	۳۴/۹۵^{a}	−۷/۷۸^{a}	۶/۵۶^{b}	۲۰/۵۹^{b}	۴۶/۹۰^{a}
گروه ۴	۷۳/۴۳^{a}	۳۴/۸۵^{a}	۶۵/۶۷^{a}	۱۹۱/۱۲^{a}	۴۴/۳۶^{a}	−۷/۵۴^{a}	۱۲/۹۲^{a}	۱۶/۱۷^{a}	۵۸/۰۳^{a}

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

نتیجه‌گیری

بین روش‌های خشک‌کردن مزرعه‌ای و خارج از مزرعه، روش برداشت سوخ‌ها ۷ تا ۱۰ روز پس از قطع آبیاری و خشک‌کردن آنها خارج از مزرعه مناسب‌تر است. تنها مزیت خشک‌کردن 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، احتمال شیوع آفات و بیماری‌ها را نیز افزایش می‌دهد. خشک‌کردن 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 کلیهٔ 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.

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.

www.SID.ir

Archive of SID

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., Dehghannya, J. Sadegh Seiiedlou-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

www.SID.ir

Archive of SID

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.

www.SID.ir

Arcl f SID

Food Engineering Research/Vol.18/No.67/Autumn & Winter 2019/P: 91-106

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 devided into three groups: less than 3.5 cm. between 3.5 to 5.5 cm. 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 curung occurred out of the field. Curing with the leaves faced with more color changes and weight loss than what could be niticed 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

www.SID.ir