

## اثر زمان برداشت و خشک کردن طبیعی و مصنوعی پس از برداشت بر قابلیت نگهداری سیر سفید (*Allium sativum* L.) همدان

فریبا بیات<sup>۱\*</sup> و علی احسان نصرتی<sup>۲</sup>

\*۱- نویسنده مسئول، مربی پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان،

پست الکترونیک: bayat.fariba@gmail.com

۲- مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۸۷

تاریخ اصلاح نهایی: آبان ۱۳۸۷

تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۸۷

### چکیده

برای نگهداری سیر در انبار افزون بر زمان و روش برداشت، نوع توده سیر و شرایط خشک کردن پس از برداشت نیز ضروریست. به این منظور توده‌های سیر سفید (*Allium sativum* L.) همدان پس از آخرین آبیاری، در سه مرحله (مرحله زرد شدن نوک برگها، مرحله زرد شدن کامل برگها و مرحله قهوه‌ای و خشک شدن برگها) برداشت و بعد در دو شرایط مصنوعی (دماهای ۳۵، ۴۵ و ۵۵ درجه سانتی‌گراد) و طبیعی خشک شدند. کلیه تیمارها برای مدت ۶ ماه در انبار نگهداری شدند و هر دو ماه یک مرتبه پیرووات، رنگ، سفتی بافت، افت وزنی و فساد آنها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد بین مقادیر پیرووات، رنگ و سفتی بافت سیر پس از برداشت در سه مرحله اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. بنابراین برداشت آنها از مرحله زرد شدن نوک برگها امکان‌پذیر است ولی به دلیل رطوبت بالای گردن و پوسته‌های پیاز سیر، خشک کردن پس از برداشت آنها ضروریست. مقایسه خشک کردن پیازهای سیر در دو شرایط مصنوعی و طبیعی نشان داد که مدت زمان خشک کردن با تأخیر در برداشت و افزایش دما کاهش می‌یابد. طی فرایند خشک کردن، مقدار رطوبت سیرچه‌ها تغییرات کمی دارد ولی رطوبت ساقه و پوسته سیرچه‌ها کاهش یافته و به ترتیب به میانگین  $15 \pm 4$  و  $20 \pm 2$  درصد می‌رسد. افزایش دمای خشک کردن و تأخیر در برداشت سیر سبب افزایش تغییر رنگ می‌شود. مقدار پیرووات نیز با کاهش دمای خشک کردن و تأخیر در برداشت افزایش می‌یابد ولی بین مقدار سفتی بافت پیازهای سیر اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. پس از ۶ ماه نگهداری سیر در انبار افت وزنی و فساد پیازهای سیر مرحله‌های اول و دوم برداشت و دماهای ۳۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد کمترین مقدار را دارد. مقادیر اسید پیروویک و تغییر رنگ نیز در طول مدت نگهداری، افزایش و سفتی بافت کاهش می‌یابد. کمترین مقدار پیرووات و رنگ در مرحله اول برداشت، در شرایط مصنوعی با دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد و شرایط طبیعی خشک کردن و در مرحله دوم برداشت، در شرایط مصنوعی با تیمارهای ۳۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد و شرایط طبیعی خشک کردن مشاهده می‌شود.

واژه‌های کلیدی: سیر (*Allium sativum* L.)، زمان برداشت، خشک کردن پس از برداشت، عمل‌آوری، انبارداری.

## مقدمه

برای نگهداری پیازها در انبار، خشک کردن کامل آنها ضروریست، زیرا بسیاری از ضایعات پس از برداشت پیازها ناشی از خشک کردن نامناسب آنهاست. هدف از عمل آوری سیر، خشک و بسته شدن کامل گردن پیاز است، به طوری که ورود ریززنده‌های بیماری‌زا به درون آن کاهش یافته و پوسته خارجی پیازها دارای رنگ و بافتی یکنواخت و بدون شکستگی باشد (Brewster, 1994). اگر سیر دیر برداشت شود یا تا حدی در مزرعه باقی بماند که لایه‌های پوششی آنها از بین رفته و سیرچه‌ها بدون پوشش باقی بمانند، در زمین یا در مراحل اولیه نگهداری در انبار شروع به نرم شدن می‌کنند. علائم رسیدگی سیر، تغییر رنگ خارجی‌ترین (پایین‌ترین) برگ‌های سیر به قهوه‌ایست (Al-Zahim et al., 1999). در استاندارد بین‌المللی (ISO) شماره ۶۶۶۳، زمانی که نوک برگ‌ها شروع به زرد شدن کند زمان مناسب برداشت سیر تعیین شده است (Anon, 1983). مقایسه برداشت سیر در مرحله‌ای که برگ‌ها زرد و مرحله‌ای که برگ‌ها قهوه‌ای رنگ شدند و نیز ۵ روز نگهداری در انبار، انبار کردن سیر بدون برگ (در کیسه‌های توری، سبدهای بامبو یا جعبه‌های چوبی) و نگهداری سیر با برگ (در جعبه‌های چوبی یا به صورت دسته‌ای)، نشان داد که تغییر رنگ سیرچه‌ها در اولین مرحله برداشت و برای پیازهای برگ‌دار در جعبه‌های چوبی، طی ۱۵۰ روز نگهداری کمترین مقدار گزارش شده است (Jitendra et al., 1995).

ماده خشک پیازهای سیر ۱۲۰ روز پس از کاشت، ۵۰ درصد بیش از ۹۰ روز پس از کاشت است. مقدار پیرووات مرحله اول رسیدگی یعنی ۹۰ روز پس از کاشت نیز بیش از مرحله دیگر و کاهش ماده خشک در طول مدت نگهداری در هر دو تیمار مشابه است (Mujica &

Perez de Camacaro, 2006). طی فرایند خشک کردن پیازهای سیر در شرایط طبیعی و در مدت ۴۵ روز، مقدار رطوبت سیرچه‌ها تغییرات کمی دارد ولی رطوبت ساقه و پوسته‌ها بشدت کاهش می‌یابد (Kwon et al., 1985).

مدت زمان خشک کردن در شرایط مصنوعی و دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد، ۱۲ روز و در شرایط طبیعی، ۳۶ روز به طول می‌انجامد (Park et al., 1981). برای ارزیابی شاخصهای مناسب برای خشک کردن مصنوعی پس از برداشت پیازها، عوامل مرحله رسیدگی، عمق توده و مدت زمان انجام فرایند خشک کردن اهمیت دارد و برای محصولی که در مرحله کامل رسیدگی باشد، مدت زمان ۴۸ ساعت برای خشک کردن کافی است، ولی افزایش طول مدت خشک کردن به ۷۲ ساعت بهتر است (Maw et al., 1997). خشک کردن پس از برداشت پیاز در یک خشک‌کن مداوم نشان داد که در طول مدت نگهداری، شیوع بیماری ناشی از بوتریتیس الی (*Botrytis allii*) در دمای ۴۶ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۲۴ ساعت کمتر از دمای ۴۳ درجه سانتی‌گراد با مدت زمان ۱۷ ساعت است (Maw et al., 2004). برای تعیین بهترین دما برای فرایند خشک کردن سیر باید عوامل افت وزنی، ویژگیهای حسی، مقدار ماده خشک و پیرووات مورد ارزیابی قرار گیرد (Avila, 1998). تشکیل اسید پیروویک در سیر تازه واکنش بین آنزیم آلکیل، سیستین سولفوکسید لیاژ (آلی‌ایناز) و پیش ماده‌های عطر و طعم‌دهنده را نشان می‌دهد (Whitaker, 1976). اندازه‌گیری اسید پیروویک به‌عنوان محصول جانبی واکنش یاد شده بخوبی با ترکیبهای عطر و طعم‌دهنده سیر همبستگی دارد (Wall & Corgan, 1992). قابلیت انبارمانی پیازها به رقم، شرایط آب و هوایی در فصل رشد، زمان و روش برداشت، مقدار و زمان

برخی از مناطق کشور از جمله استان همدان به‌عنوان قطب اصلی تولید و صادرات سیر کشور شناخته شده است و قسمت عمده خشک کردن و عمل‌آوری سیر در این منطقه با برداشت دیرتر محصول و در مزرعه انجام می‌شود که افزون بر ایجاد آسیبهای فیزیکی، خسارت ناشی از آفات را نیز افزایش می‌دهد. چنانچه برداشت سیر همدان بدون تأخیر انجام شود، آلودگی پیازها به آفت کرم سیر (*Dyspes ulula*) کم می‌شود (مالمیر، ۱۳۷۸). این مطالعه به منظور بهینه کردن شرایط خشک کردن پس از برداشت توده سیر سفید همدان با توجه به زمان مناسب برداشت و شرایط خشک کردن پس از برداشت آنها انجام شده است و اثر این عوامل بر عمر انباری پیازهای سیر نیز بررسی شده است.

### مواد و روشها

توده سیر سفید همدان در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. هر مرحله برداشت در ۱۲ خط ۸ متری به فاصله خطوط ۵۰ و فاصله سیرچه‌ها روی خط ۱۰ سانتی‌متر از یکدیگر در سه تکرار کشت شد. مراقبتهای زراعی لازم طی فصل رشد شامل کوددهی، وجین و آبیاری انجام و پس از آخرین آبیاری در اواخر خرداد ماه بوته‌ها با شرایط زیر برداشت شدند. برداشت برای هر یک از تیمارها در هر تکرار با حذف یک متر از بالا و پایین خطوط و دو خط از طرفین انجام شد.

۱) مرحله‌ای که نوک جوان‌ترین برگهای سیر (دست‌کم ۷۰ درصد بوته‌های سطح مزرعه) شروع به زرد شدن نمود (۸ تا ۱۰ روز پس از قطع آبیاری).

کوددهی، آبیاری، تنظیم‌کننده‌های رشد (مالنیک هیدرازید، اتفون و عصاره‌های گیاهی) و شرایط نگهداری در انبار بستگی دارد که بر روی کیفیت، جوانه‌زنی، ریشه‌زنی و نرخ تنفس آنها اثر می‌گذارد (Avila, 1998). دمای ۲- تا ۳- درجه سانتی‌گراد در انباری با سیرکولاسیون طبیعی هوا، دمای مناسب برای نگهداری کلیه ارقام سیر است (Lysenko et al., 1984). رطوبت نسبی مناسب برای نگهداری سیر در انبار ۶۰ تا ۷۰ درصد است و اگر در شرایطی با رطوبت نسبی بالاتر نگهداری شود متحمل فساد میکروبی می‌شود (Shiina et al., 2005). با خشک کردن سیر در دمای ۲۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد و نگهداری در دمای ۰ تا ۱/۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۵-۶۵ درصد، قابلیت نگهداری ارقام گوناگون سیر ۱۸۰ تا ۲۱۰ روز حفظ می‌شود (Iordachescu & Mihailescu, 1979). نگهداری سیر در شرایطی با بیش از ۱۵ درصد دی‌اکسید کربن و پس از ۴ تا ۶ ماه به جوانه‌زنی پیازهای سیر سرعت بخشیده، غلظت تیوسولفینات‌ها و پیرووات را نیز افزایش می‌دهد (Cantwell et al., 2003). نگهداری در دماهای ۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی را تحریک و سبب کاهش سفتی بافت و افزایش تغییر رنگ در سیرچه‌ها می‌شود و شاخص ۵۰ درصد جوانه‌زنی داخلی می‌تواند ماندگاری توده‌های سیر را تعیین کند (Vazquez-Barrios et al., 2006). مقادیر افت وزنی و فساد توده‌های سیر سفید و صورتی همدان پس از ۶ ماه نگهداری در انبار سرد به‌صورت معنی‌داری کمتر از شرایط نگهداری در انبار تحت کنترل شرایط محیطی است. مقدار اسید پیروویک توده‌های سیر تا ۱۵۰ روز پس از نگهداری افزایش و سفتی بافت توده‌ها تا ۱۲۰ روز پس از نگهداری به شدت کاهش می‌یابد (بیات، ۱۳۸۳).

آب و ۱۵ میلی لیتر اتانول ۹۰ درصد) اندازه گیری شد (Katahira et al., 1998).

۵- سفتی بافت به وسیله دستگاه بافت سنج (Instron) مدل THE Hounsfield ساخت انگلستان: به این منظور سیرچه هایی با وزن  $6/5 \pm 0/5$  گرم و با ضخامت متوسط  $1/8 \pm 0/1$  سانتی متر انتخاب شده و نیروی مورد نیاز برای نفوذ پروب به قطر  $3/2$  میلی متر و با سرعت ۲۰ میلی متر در دقیقه (به منظور جابجایی به میزان ۵ میلی متر) به درون بافت سیرچه ها اندازه گیری شد (Cantwell et al., 2000). داده ها با طرح بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار تجزیه و تحلیل آماری شدند و میانگینها با آزمون دانکن و در سطح ۵ درصد با یکدیگر مقایسه شدند.

توده سیر سفید پس از برداشت در هر یک از مراحل یاد شده در شرایط دمایی زیر تا رسیدن رطوبت سیرچه به  $64 \pm 1$  درصد و رطوبت پوسته ها به  $20 \pm 2$  درصد قرار گرفتند (Kwon et al., 1985)، به این منظور پیازهایی با وزن ۵۵ تا ۶۵ گرم و با شکل تا حد امکان یکنواخت انتخاب شد.

**الف) خشک کردن مصنوعی:** پیازهای سیر در شرایط دمایی  $35 \pm 1$ ،  $45 \pm 1$  و  $55 \pm 1$  درجه سانتی گراد (Boyette Maw et al., 2004; et al., 2008)، در دستگاه خشک کن Sanyo مدل Gallenkamp ساخت انگلستان، با سرعت دمنده ۱ متر بر ثانیه و رطوبت نسبی ۶۰-۵۵ درصد قرار گرفتند.

**ب) خشک کردن طبیعی در سایه:** عمل خشک کردن بر روی طبق های سیمی و در سایه تا رسیدن رطوبت پوسته و سیرچه تا مقدار یاد شده در بالا ادامه یافت (Kwon et al., 1985).

۲) زمانی که کل برگها (دست کم ۷۰ درصد بوته ها) به طور کامل زرد رنگ شدند (۱۸ تا ۲۰ روز پس از قطع آبیاری).

۳) مرحله ای که تمام برگها خشک و قهوه ای رنگ شدند (۳۰ روز پس از قطع آبیاری یعنی زمان انجام عملیات برداشت سیر در مزرعه های استان همدان).

برگ های سیر تا فاصله ۱۰ سانتی متری بالای گردن پیازها بریده و عوامل زیر بر روی پیازها اندازه گیری شد.

۱- رطوبت سیرچه: ورقه های سیر با ضخامت ۲ تا ۳ میلی متر برای مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند (Madamba et al., 1993).

۲- رطوبت پوسته و گردن سیر: در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد اندازه گیری شد (حسینی، ۱۳۶۹).

۳- اندازه گیری اسید پیروویک: ۲۵ گرم سیرچه با ۲۵ میلی لیتر آب درون مخلوط کن یکنواخت شد. پس از عبور از کاغذ صافی، غلظت نمونه های آزمایشی با معرف دی نیترو فنیل هیدرازین (Dinitrophenyl hydrazine)  $0/125$  درصد و در حضور محلولهای استاندارد  $0/01$ ،  $0/025$ ،  $0/05$ ،  $0/1$  و  $0/2$  میکرومول بر میلی لیتر پیرووات سدیم، در طول موج ۴۲۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر pharmacia biotech مدل Novaspec II ساخت انگلستان اندازه گیری شد (Ketter & Randle, 1998).

۴- تغییر رنگ سیرچه: به ۱۰ میلی لیتر از عصاره زیر صافی (تهیه شده برای اندازه گیری پیرووات)، ۱۵ میلی لیتر اتانول ۹۰ درصد افزوده شد و در سانتریفوژ Hermle مدل Z200A ساخت آلمان با ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفت. مقدار جذب عصاره حاصل، در طول موج ۴۲۰ نانومتر در حضور نمونه شاهد (۱۰ میلی لیتر

فاکتوریل که در آن فاکتور اصلی طول مدت نگهداری در انبار و ترکیب مرحله برداشت و شرایط خشک کردن به عنوان فاکتور فرعی در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار تجزیه و تحلیل آماری شد و کلیه میانگینها با آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر مقایسه شدند. این طرح در دو سال زراعی پیاپی (سالهای ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳) انجام شد و داده‌های بدست آمده در هر دو سال اجرای طرح به صورت مرکب تجزیه و تحلیل آماری شد. برای محاسبات آماری نیز از نرم‌افزار MSTAT-C و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

### نتایج

#### اثر زمان برداشت بر رطوبت و برخی عوامل کیفی

##### پیازهای سیر سفید همدان

مقایسه میانگینهای رطوبت پوسته‌ها و سیرچه، پیرووات، رنگ و سفتی بافت پیازهای سیر سفید همدان (جدول ۱) نشان داد که اثر زمانهای گوناگون برداشت بر مقدار رطوبت گردن پیاز سیر در سطح یک درصد و بر تغییرات رنگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود، ولی بر دیگر عوامل اندازه‌گیری شده اثر معنی‌داری نداشت. به دلیل نبود اختلاف معنی‌دار بین پیرووات به عنوان شاخص ترکیبهای عطر و طعم‌دهنده، سفتی بافت و تغییرات رنگ پیازهای مرحله‌های اول و دوم، برداشت آنها از مرحله اول یعنی زرد شدن نوک برگها امکان‌پذیر بود. مقادیر بالای رطوبت گردن پیاز سیر به‌ویژه در مرحله‌های اول و دوم، عملیات خشک کردن پس از برداشت آنها را به منظور کاهش رطوبت پوسته‌ها و گردن پیازهای سیر ضروری نمود.

در طول مدت فرایند خشک کردن در شرایط مصنوعی و طبیعی از پیازهای سیر نمونه‌برداری شد و مقدار رطوبت سیرچه، پوسته سیرچه‌ها و گردن پیاز سیر به روش یاد شده در بالا اندازه‌گیری شد. پیازهای سیر برداشت شده در شرایط گوناگون پس از خشک شدن، کوتاه کردن ساقه و ریشه و نیز درجه‌بندی درون جعبه‌های چوبی ۳ کیلوگرمی بسته‌بندی شدند و به مدت شش ماه در انباری که شرایط آن از نظر دما و رطوبت نسبی تا حدی قابل کنترل بود قرار گرفتند. در طول مدت نگهداری، دما و رطوبت نسبی انبار با دستگاه ثبت دما و رطوبت نسبی (Data logger) TESTO مدل 175-H2 ساخت آلمان در طول شبانه‌روز ثبت شد. هر دو ماه یک مرتبه عوامل کیفی اسید پیروویک، رنگ و سفتی بافت آنها اندازه‌گیری شد. افزون بر آن درصد فساد سیرچه‌ها بر اساس مشاهده هر گونه علائم جوانه‌زنی، ریشه‌زنی، تغییر رنگ، چروکیدگی و سیرچه‌های توخالی در دست‌کم ۳۰ سیرچه تصادفی اندازه‌گیری شد (Kwon et al., 1985). درصد افت وزنی نیز هر ماه یک مرتبه اندازه‌گیری شد. به این منظور ۲ کیلوگرم از پیازهای سیر برای هر تیمار هر ماه یک مرتبه وزن شد و درصد افت وزنی آن براساس اختلاف وزن نسبت به وزن اولیه آن محاسبه شد (Kwon et al., 1985).

در پایان مدت زمان نگهداری در انبار داده‌های افت وزنی و فساد با آزمایش اسپلیت پلات (مرحله برداشت به‌عنوان پلات اصلی در ۳ سطح و شرایط خشک کردن به عنوان پلات فرعی در ۴ سطح) در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی تجزیه و تحلیل آماری شد و مقادیر اسیدپیروویک، سفتی بافت و رنگ با آزمایش اسپلیت

جدول ۱- مقایسه میانگین ویژگیهای کمی و کیفی پس از برداشت توده سیر سفید همدان

مرحله برداشت	عملکرد (تن بر هکتار)	درصد رطوبت <sup>۱</sup> گردن پیاز سیر	درصد رطوبت پوسته سیرچه	درصد رطوبت سیرچه	پیرووات (میکرومول بر گرم)	رنگ (جذب نور در ۴۲۰ نانومتر)	سفتی بافت (نیوتن)
مرحله اول	۱۷/۵۸ a	۷۹/۵۸ a	۶۹/۰۷ a	۶۶/۳۷ a	۶۲/۴ a	۰/۱۳۴ b	۱۷/۲۰ a
مرحله دوم	۱۶/۱۳ a	۷۷/۰۳ a	۶۹/۱۰ a	۶۴/۷۹ a	۶۴/۶ a	۰/۱۴۵ ab	۱۵/۴۲ a
مرحله سوم	۱۶/۳۸ a	۶۱/۸۵ b	۶۵/۰۸ a	۶۵/۵۰ a	۶۲/۶ a	۰/۱۸۳ a	۱۶/۰۵ a

حروف در جدول نشان‌دهنده اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد است.

۱. رطوبت‌ها بر پایه تر محاسبه شده است.

### اثر دمای خشک کردن پس از برداشت پیازهای سیر بر مدت زمان فرایند

مدت زمان خشک کردن پیازهای توده سیر سفید همدان (جدول ۲) در شرایط طبیعی (دمای ۲۵-۲۲ درجه سانتی‌گراد) بیش از خشک کردن مصنوعی بود. درصد افت رطوبت پیازهای سیر و در نتیجه مدت زمان خشک کردن آنها در مرحله اول برداشت به دلیل بیشتر بودن مقدار رطوبت ساقه و گردن پیازهای سیر و نیز پوسته سیرچه‌ها بیش از مرحله‌های دوم و سوم برداشت، مشاهده شد. در هر مرحله برداشت با افزایش دمای فرایند، مدت زمان خشک کردن کوتاهتر شد و در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد، تعدادی از سیرچه‌ها به دلیل مجاورت با دمای بالا تغییر رنگ داده و بافت آنها نرم و چسبناک شد. این پدیده در پیازهای سیر مرحله‌های اول و دوم برداشت به دلیل طولانی‌تر بودن مدت زمان مجاورت با گرما بیش از مرحله سوم برداشت مشاهده شد. سیرچه‌هایی که متحمل تغییر رنگ و نرمی بافت شدند، برای نگهداری در انبار مناسب نبودند. بنابراین

به منظور استفاده از این دماها برای خشک کردن پس از برداشت سیر، بهتر است از هر دو روش مصنوعی و طبیعی استفاده کرد. یعنی رطوبت ساقه پیازهای سیر تا  $40 \pm 3$  درصد خارج شده و ادامه عمل خشک‌کردن را در سایه انجام داد. تغییرات رطوبت قسمتهای گوناگون پیازهای سیر مرحله اول برداشت (جدول ۳) نشان داد که مقدار رطوبت سیرچه‌های پیاز سیر در طول فرایند خشک کردن تغییر زیادی نداشت، به طوری که مقدار کاهش رطوبت ۳ تا ۴ درصد بود. ولی رطوبت پوسته سیرچه‌ها و ساقه پیازهای سیر در طول مدت خشک کردن کاهش یافت، به طوری که با رسیدن رطوبت سیرچه‌ها به  $64 \pm 1$  درصد، پوسته سیرچه‌ها به  $20 \pm 2$  درصد و رطوبت ساقه و گردن پیازهای سیر به  $15 \pm 4$  درصد عملیات خشک کردن متوقف شد. روند مشابهی برای خشک کردن پیازهای سیر مرحله‌های دوم و سوم برداشت نیز مشاهده شد.

جدول ۲- مدت زمان خشک کردن پیازهای سیر پس از برداشت و خشک کردن در شرایط طبیعی و مصنوعی<sup>۱</sup>

مرحله برداشت دمای	مرحله اول			مرحله دوم			مرحله سوم		
	۲۲-۲۵	۳۵	۴۵	۲۲-۲۵	۳۵	۴۵	۲۲-۲۵	۳۵	۴۵
خشک کردن (درجه سانتی گراد)	۲۱	۱۶۴/۵	۷۷	۱۵	۱۹	۱۴۵/۵	۶۲	۱۹/۵	۱۰
مدت زمان خشک کردن	روز	ساعت	ساعت	روز	ساعت	ساعت	ساعت	ساعت	روز
رطوبت خارج شده از پیاز سیر (درصد)	۳۱/۳۳	۲۳/۳۸	۱۳/۴۵						

۱. کلیه اعداد میانگین سه تکرار در دو سال متوالی اجرای تحقیق است.

جدول ۳- روند تغییرات درصد رطوبت<sup>۱</sup> پوسته‌ها و گردن پیازهای سیر مرحله اول برداشت در طول مدت خشک کردن

دمای خشک کردن	۲۲-۲۵ درجه سانتی گراد (شرایط طبیعی)			۳۵ درجه سانتی گراد (شرایط مصنوعی)			۴۵ درجه سانتی گراد (شرایط مصنوعی)		
	۷	۱۴	۲۱	۷۲	۱۲۰	۱۶۴	۲۴	۴۸	۷۷
مدت زمان خشک کردن	روز	روز	روز	ساعت	ساعت	ساعت	ساعت	ساعت	ساعت
قسمتهای پیاز سیر	۶۶/۲۷	۶۴/۲۷	۶۳/۲۵	۶۲/۹۹	۶۲/۲۷	۶۳/۹۰	۶۶/۲۷	۶۲/۲۷	۶۲/۶۹
سیرچه	۶۹/۰۷	۵۵/۷۴	۴۱/۹۸	۱۶/۷۶	۶۹/۰۷	۶۲/۱۲	۴۵/۸۱	۲۵/۱۱	۲۵/۱۸
پوسته سیرچه	۷۴/۳۱	۵۰/۰۰	۳۱/۱۶	۲۴/۳۲	۷۴/۳۱	۶۳/۴۲	۳۲/۲۲	۲۲/۹۴	۱۸/۸۳
پوسته پیاز	۷۹/۵۸	۵۱/۵۰	۳۲/۶۴	۱۳/۳۴	۷۹/۵۸	۶۷/۰۰	۴۵/۹۸	۲۱/۳۵	۲۰/۱۹
گردن پیاز									

۱. رطوبت‌ها بر پایه تر محاسبه شده است.

## اثر مراحل برداشت، خشک کردن طبیعی و مصنوعی و طول مدت نگهداری سیر در انبار بر برخی عوامل کیفی

## الف- پیرووات

مقایسه میانگینهای مقادیر اسید پیروویک پیازهای توده سیر سفید همدان (جدول ۴) در طول مدت ۶ ماه نگهداری در انبار نشان داد قبل از قرار گرفتن در انبار مقدار پیرووات پیازهای سیر هر سه مرحله برداشت، در شرایط طبیعی خشک کردن با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نداشت. اعمال تیمارهای خشک کردن در شرایط دمایی ۳۵، ۴۵ و ۵۵ درجه سانتی گراد سبب اختلاف در مقدار

پیرووات پیازهای سیر شد، به طوری که با افزایش دما، مقدار اسید پیروویک آنها کاهش یافت. افزون بر دما، مدت زمان خشک کردن نیز بر مقدار افت پیرووات پیازهای سیر اثر داشت. به طوری که پس از فرایند خشک کردن، مقدار اسید پیروویک مرحله اول برداشت در تیمار ۳۵ درجه سانتی گراد با طولانی‌ترین مدت زمان انجام فرایند و تیمار ۵۵ درجه سانتی گراد در مرحله سوم برداشت با کوتاهترین مدت زمان انجام فرایند خشک کردن مصنوعی، به ترتیب کمتر و بیشتر از تیمار ۴۵ درجه سانتی گراد شد (جدول ۴). در مرحله

دوم برداشت، تغییرات رنگ بیشتری را به خود اختصاص داد. بین شرایط مصنوعی خشک کردن نیز با افزایش دما، تغییرات رنگ افزایش یافت. به طوری که در تیمارهای ۵۵ درجه سانتی گراد بیشترین تغییر رنگ مشاهده شد. تغییرات رنگ سیرچه‌ها در طول مدت نگهداری در انبار افزایش یافت. به طوری که کمترین تغییرات رنگ در تیمارهای شرایط طبیعی خشک کردن و دماهای ۳۵ و ۴۵ درجه سانتی گراد مرحله اول برداشت مشاهده شد. اختلاف بین مقدار اولیه تغییرات رنگ سیرچه‌ها (قبل از قرار گرفتن در انبار) با مقدار نهایی آنها (پس از ۶ ماه نگهداری در انبار) در ستونی جداگانه نشان داده شد. بیشترین اختلاف‌ها در دمای ۵۵ درجه سانتی گراد و کمترین آن در پیازهای سیر شرایط طبیعی خشک کردن مشاهده شد.

### ج) سفتی بافت

اثر زمان برداشت، طول مدت نگهداری در انبار و دماهای خشک کردن بر تغییرات سفتی بافت (جدول ۶) نشان داد که بین مقادیر سفتی بافت سیرچه‌ها قبل از نگهداری در انبار اختلاف معنی داری وجود نداشت. در طول مدت نگهداری در انبار نیز سفتی بافت سیرچه‌ها کاهش یافت و دمای ۵۵ درجه سانتی گراد مرحله‌های اول و دوم برداشت کمترین مقدار سفتی بافت را به خود اختصاص دادند.

سوم برداشت به دلیل کوتاهتر بودن مدت زمان خشک کردن در شرایط مصنوعی، اختلاف معنی داری بین مقادیر پیرووات آنها در شرایط طبیعی و مصنوعی خشک کردن مشاهده نشد.

بنابراین در طول مدت ۱۸۰ روز نگهداری در انبار مقدار ترکیبهای عطر و طعم دهنده کاهش و پیرووات ناشی از تجزیه آنها افزایش یافت. از آنجا که مقدار اولیه پیرووات در پیازهای سیر با یکدیگر تفاوت داشت، به منظور تعیین مقدار افت ترکیبهای عطر و طعم دهنده در طول مدت نگهداری در انبار، اختلاف بین مقدار اولیه پیرووات (قبل از قرار گرفتن در انبار) با مقدار نهایی آن (پس از ۶ ماه نگهداری در انبار) در ستونی جداگانه نشان داده شد. بیشترین اختلاف در مقدار پیرووات دمای ۴۵ درجه سانتی گراد و شرایط طبیعی مرحله سوم برداشت و کمترین آن در تیمارهای ۵۵ درجه سانتی گراد به ویژه در مرحله دوم برداشت مشاهده شد. در شرایط طبیعی و دماهای ۳۵ و ۴۵ درجه سانتی گراد، تأخیر در برداشت، مقدار پیرووات ناشی از تجزیه ترکیبهای عطر و طعم دهنده را افزایش داد.

### ب) تغییر رنگ

مقایسه میانگینهای تغییر رنگ سیرچه‌های پیاز سیر سفید در طول مدت ۶ ماه نگهداری در انبار (جدول ۵) نشان داد که تغییرات رنگ قبل از قرار گرفتن در انبار با یکدیگر اختلاف معنی دار داشت و پیازهای سیر مرحله



جدول ۴- مقایسه میانگین اثر زمان برداشت، دمای خشک کردن و طول مدت نگهداری بر پیرووات<sup>۱</sup>

مرحله برداشت				مرحله اول				مرحله دوم				مرحله سوم			
دمای خشک کردن (°C)				۳۵				۲۲-۲۵				۳۵			
مدت زمان نگهداری				۵۵				۴۵				۳۵			
۲۲-۲۵ (شرایط طبیعی)				۵۵				۴۵				۳۵			
۶۹/۰۵rstu	۶۹/۴۰rstu	۶۵/۶۰stuv	۷۲/۸۰qrst	۶۵/۴۷stuv	۵۰/۶۰xy	۵۵/۶۰wxy	۶۴/۴۰tuvw	۶۸/۴۰rstu	۴۷/۲۷y	۶۱/۰۰uvw	۵۶/۳۵vwxy	۰			
۷۶/۲۰opqr	۷۸/۳۰opqr	۹۰/۹۰klm	۹۰/۰۰klmn	۷۸/۰۰opqr	۵۸/۵۰vw	۸۱/۰۵nopq	۷۲/۹۰qrst	۸۴/۹۰mno	۵۸/۶۷vw	۷۱/۴۰qrst	۷۴/۵۳pqrs	۶۰			
۱۱۶/۴۰efgh	۹۹/۶۰jkl	۱۴۴/۳۰a	۱۲۶/۵۰cd	۹۶/۳۰jkl	۸۳/۹۰mnop	۱۰۸/۹۰hi	۹۴/۲۷jkl	۱۰۱/۰۰ij	۹۷/۲۰jkl	۹۹/۰۰jkl	۸۳/۴۰mnop	۱۲۰			
۱۲۹/۳۰bc	۱۰۹/۸۰ghi	۱۳۶/۸۰ab	۱۲۹/۹۰bc	۱۲۰/۰۰def	۸۴/۸۲lmno	۱۱۹/۱۰defg	۱۳۳/۲۰bc	۱۱۵/۲۰efgh	۱۲۴/۵۰cde	۱۱۷/۸۰defgh	۱۱۳/۴۰fgh	۱۸۰			
۶۰/۲۵	۴۰/۴۰	۸۰/۲۰	۵۷/۱۰	۵۴/۵۳	۳۴/۲۲	۶۳/۵۰	۶۸/۸۰	۴۶/۸۰	۷۷/۲۳	۵۶/۸۰	۵۷/۰۵	تغییرات پیرووات قبل و پس از نگهداری			

۱. مقادیر پیرووات بر حسب میکرومول بر گرم سیر براساس وزن مرطوب گزارش شده است.

حروف در جدول نشان‌دهنده اختلاف بین تیمارهاست.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر زمان برداشت، دمای خشک کردن و طول مدت نگهداری بر تغییرات رنگ<sup>۱</sup>

مرحله برداشت				مرحله اول				مرحله دوم				مرحله سوم			
دمای خشک کردن (°C)				۳۵				۲۲-۲۵				۳۵			
طول مدت نگهداری				۵۵				۴۵				۳۵			
۲۲-۲۵ (شرایط طبیعی)				۵۵				۴۵				۳۵			
x	nop	st	uv	uvw	rst	u	u	vwx	pq	Wx	y	۰			
۰/۱۳۸	۰/۲۰۳	۰/۱۶۸	۰/۱۵۴	۰/۱۵۲	۰/۱۷۲	۰/۱۵۶	۰/۱۵۵	۰/۱۴۶	۰/۱۹۸	۰/۱۴۴	۰/۱۲۰	۶۰			
t	l	no	rst	pq	m	r	q	rst	n	rs	wx	۱۲۰			
۰/۱۶۵	۰/۲۴۴	۰/۲۰۷	۰/۱۷۳	۰/۱۹۵	۰/۲۲۷	۰/۱۷۸	۰/۱۹۱	۰/۱۷۱	۰/۲۱۰	۰/۱۷۶	۰/۱۴۴	۱۸۰			
op	c	hij	pq	l	d	m	m	pq	ghi	m	op	اختلاف بین تغییرات رنگ قبل و پس از انبار			
۰/۱۹۹	۰/۴۴۲	۰/۲۵۴	۰/۱۹۸	۰/۲۴۴	۰/۳۵۳	۰/۲۳۳	۰/۲۳۳	۰/۱۹۴	۰/۲۵۸	۰/۲۲۵	۰/۲۰۱	۰/۱۲۷			
m	a	g	f	ghi	b	f	gh	kl	e	ijk	jkl	۱۸۰			
۰/۲۳۶	۰/۵۴۰	۰/۲۶۳	۰/۲۷۵	۰/۲۵۷	۰/۴۸۵	۰/۲۷۲	۰/۲۶۲	۰/۲۴۵	۰/۳۱۸	۰/۲۵۳	۰/۲۴۷	۱۸۰			
۰/۰۹۸	۰/۳۳۷	۰/۰۹۵	۰/۱۲۱	۰/۱۰۵	۰/۳۱۳	۰/۱۱۶	۰/۱۰۷	۰/۰۹۹	۰/۱۲۰	۰/۱۰۹	۰/۱۲۷	۱۸۰			

۱. تغییر رنگ براساس جذب نور در ۴۲۰ نانومتر محاسبه شده است.

حروف در جدول نشان‌دهنده اختلاف بین تیمارهاست.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر زمان برداشت، دمای خشک کردن و طول مدت نگهداری بر سفتی بافت<sup>۱</sup>

مرحله برداشت	مرحله اول			مرحله دوم			مرحله سوم			مدت زمان نگهداری			
	۵۵	۴۵	۳۵	۵۵	۴۵	۳۵	۵۵	۴۵	۳۵				
دمای خشک کردن (°C)	۵۵	۴۵	۳۵	۵۵	۴۵	۳۵	۵۵	۴۵	۳۵				
(شرایط طبیعی)	۲۲-۲۵	۲۲-۲۵	۲۲-۲۵	۲۲-۲۵	۲۲-۲۵	۲۲-۲۵	۲۲-۲۵	۲۲-۲۵	۲۲-۲۵				
	abcde	ab	abcdf	abcde	abcde	a	abcde	cdefg	abcd	abc	abcde	bcdef	.
	۱۶/۸۶	۱۸/۰۶	۱۷/۲۷	۱۶/۸۳	۱۶/۶۷	۱۸/۴۶	۱۶/۹۰	۱۵/۵۱	۱۷/۲۹	۱۷/۷۱	۱۶/۲۷	۱۶/۰۸	
	efghi	ghij	bcdef	fghij	cdefg	abcde	fghij	hijk	abcde	efghi	defgh	abcde	۶۰
	۱۴/۹۳	۱۳/۶۹	۱۶/۰۲	۱۳/۸۶	۱۵/۵۷	۱۷/۰۳	۱۳/۹۱	۱۳/۲۰	۱۶/۲۱	۱۴/۹۲	۱۵/۱۳	۱۶/۸۱	
	hijk	hijk	hjkl	jklm	klm	no	lmn	ghij	mn	jklm	klm	klm	۱۲۰
	۱۳/۲۱	۱۲/۸۵	۱۲/۶۶	۱۱/۹۳	۱۱/۲۶	۸/۸۰	۱۰/۴۴	۱۳/۷۴	۱۰/۱۸	۱۱/۷۷	۱۱/۱۳	۱۱/۱۱	
	mn	jklm	mn	klm	klm	o	mn	klm	lmn	mn	mn	klmn	۱۸۰
	۹/۵۶	۱۱/۸۵	۱۰/۱۰	۱۱/۳۶	۱۱/۲۲	۷/۱۸	۹/۶۸	۱۱/۲۱	۱۰/۴۱	۹/۸۰	۱۰/۱۵	۱۵/۱۰۵	

۱. مقادیر سفتی بافت بر اساس نیوتن محاسبه شده است.

حروف در جدول نشان‌دهنده اختلاف بین تیمارهاست.

### اثر مراحل برداشت و خشک کردن طبیعی و مصنوعی بر افت وزنی و فساد پیازهای سیر در طول مدت نگهداری

تغییرات میانگین دما و رطوبت نسبی انبار نگهداری پیازهای سیر در طول مدت ۶ ماه در شکل ۱ و میانگینهای افت وزنی و فساد پیازهای سیر سفید پس از ۱۸۰ روز نگهداری، در شکل ۲ نشان داده شده است. عوامل مرحله برداشت و شرایط خشک کردن به ترتیب با حروف S و T نشان داده شده است که سطوح مربوط به هر کدام از این تیمارها عبارتند از:

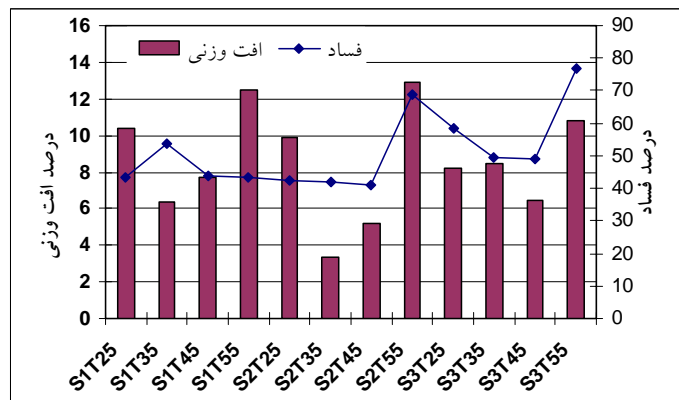
T25 = خشک کردن طبیعی با دمای ۲۲-۲۵ درجه سانتی‌گراد، T35 = خشک کردن مصنوعی با دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد، T45 = خشک کردن مصنوعی با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد، T55 = خشک کردن مصنوعی با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد، S1 = مرحله اول برداشت (۸ تا ۱۰ روز پس از قطع آبیاری)، S2 = مرحله دوم برداشت

(۱۸ تا ۲۰ روز پس از قطع آبیاری)، S3 = مرحله سوم برداشت (۳۰ روز پس از قطع آبیاری)

بنابراین در میان تیمارهای خشک کردن مصنوعی و دماهای ۳۵، ۴۵ و ۵۵ درجه سانتی‌گراد افت وزنی و فساد پیازهای سیر سفید هم‌مدان با افزایش دمای خشک کردن پس از برداشت افزایش یافت، به طوری که تیمارهای S1T55، S2T55 و S3T55 بیشترین مقدار را داشتند. پس از آن، تیمارهای S1T25، S2T25 و S3T25 قرار گرفتند که در شرایط طبیعی با دمای ۲۲-۲۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و به دلیل خروج غیر یکنواخت رطوبت از لایه‌های درونی پیازهای سیر در طول مدت خشک کردن، در انبار متحمل افت وزنی و فساد بیشتری شدند. تیمارهای مرحله‌های اول و دوم برداشت در شرایط دمایی ۳۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد (یعنی S1T35، S2T35، S1T45 و S2T45) از بهترین تیمارها هستند.



شکل ۱- تغییرات میانگین دما و رطوبت نسبی انبار نگهداری پیازهای سیر سفید همدان



شکل ۲- تغییرات افت وزنی و فساد پیازهای سیر پس از ۶ ماه نگهداری در انبار

S1: برداشت مرحله اول، S2: برداشت مرحله دوم، S3: برداشت مرحله سوم

T35: دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد، T45: دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد

T55: دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد، T25: شرایط طبیعی خشک کردن

## بحث

برداشت سیر، مرحله زرد شدن نوک برگها مناسبتر از مرحله قهوه‌ای شدن برگهاست (Jitendra et al., 1995). بنابراین برداشت در مرحله‌های اول (با زرد شدن نوک جوان‌ترین برگها) و دوم (زرد شدن برگهای ۷۰ درصد بوته‌های سطح مزرعه) مناسبتر از مرحله سوم برداشت (خشک و قهوه‌ای شدن برگها) شد. مقدار رطوبت قسمتهای گوناگون پیازهای سیر همدان در این مرحله‌ها در حدی نیست که برای نگهداری یا فرآوری مناسب باشند (جدول ۳) و پس از برداشت نیاز به خشک کردن

بین مقادیر پیرووات به‌عنوان شاخص ترکیبهای عطر و طعم دهنده، سفتی بافت و تغییرات رنگ پیازهای سیر سفید همدان در سه مرحله برداشت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). بنابراین برداشت آنها از مرحله اول و همزمان با زرد شدن نوک برگها امکان‌پذیر است. طبق استاندارد بین‌المللی ایزو شماره ۶۶۶۳ نیز پیازهای سیر از مرحله زرد شدن نوک برگها قابلیت برداشت دارند (Anon, 1983). مطالعات دیگر نشان داد که از دو مرحله

۴۶ درجه سانتی‌گراد را همزمان با روش خشک کردن در سایه مناسب دانستند.

از این‌رو، روند خروج رطوبت قسمتهای گوناگون توده سیر سفید همدان در مرحله اول برداشت (جدول ۳) نشان داد که رطوبت سیرچه‌های پیاز سیر در طول فرایند خشک کردن تغییر زیادی نداشت، ولی رطوبت پوسته سیرچه‌ها و ساقه پیازهای سیر در طول مدت خشک کردن کاهش یافت. این نتایج مشابه گزارش Kwon و همکاران (۱۹۸۵) است. آنها مقدار رطوبت سیرچه، پوسته‌ها و ساقه پیاز سیر را پس از ۴۵ روز خشک کردن در شرایط طبیعی به ترتیب ۶۴، ۱۴/۹ و ۱۵/۳ درصد گزارش کردند. بنابراین اندازه‌گیری رطوبت پوسته سیرچه‌ها و ساقه پیاز سیر بیش از اندازه‌گیری رطوبت سیرچه می‌تواند به‌عنوان معیاری برای متوقف کردن عملیات خشک کردن پس از برداشت پیازهای سیر در نظر گرفته شود.

تغییرات اسید پیروویک پیازهای سیر سفید همدان (جدول ۴) نشان داد که در خشک کردن مصنوعی مقدار اسید پیروویک نسبت به شرایط طبیعی کاهش یافت که علت آن کاهش فعالیت آنزیم آل‌ایناز روی پیش ماده‌های عطر و طعم دهنده سیر بر اثر فرایند گرمایی بود که سبب کاهش مقدار ترکیبهای ناشی از تجزیه آنها از جمله اسید پیروویک شد. این نتایج مشابه نتایج Pezzutti و Crapiste (۱۹۹۷) است. هر چه مقدار رطوبت پیازهای سیر بالاتر باشد، اعمال شرایط دمایی ملایم‌تر برای خشک کردن مصنوعی آنها به حفظ پیرووات کمک می‌کند. مقدار اسید پیروویک به علت فعالیت آنزیم آل‌ایناز در طول مدت ۶ ماه نگهداری در انبار افزایش نشان داد. این افزایش به معنی کاهش پیش ماده‌های عطر و طعم دهنده سیر و تخریب و تجزیه آنها در طول مدت نگهداری در انبار

دارند. هر چه پیازهای سیر دیرتر برداشت شوند مقدار رطوبت پیازها به‌ویژه پوسته آنها کاهش می‌یابد ولی امکان شکستگی و افتادن آنها و بدنبال آن جدا شدن سیرچه‌ها از پیاز سیر وجود دارد. Currah و Proctor (۱۹۹۰) نیز گزارش دادند، کاهش رطوبت پوسته پیازهای سیر به کمتر از ۲۰ درصد سبب شکستگی و جدا شدن آنها می‌شود. آلودگی پیازهای سیر به آفت کرم سیر در مرحله‌های اول و دوم برداشت مشاهده نشد ولی در مرحله سوم برداشت ۱۸/۴ درصد از پیازهای سیر در سال اول مطالعه به آفت کرم سیر آلوده شدند.

مدت زمان خشک کردن توده سیر سفید همدان در شرایط گوناگون (جدول ۲) نشان داد که مدت زمان فرایند خشک کردن در سایه بیش از خشک کردن مصنوعی بود. این نتایج مشابه نتایج محققان دیگر (Park et al., 1981) است. مدت زمان خشک کردن پیازهای سیر برداشت شده در مرحله اول به دلیل بیشتر بودن مقدار رطوبت ساقه و گردن پیازهای سیر و نیز پوسته‌ها بیش از مرحله‌های دوم و سوم برداشت شد. در هر مرحله برداشت نیز با افزایش دمای فرایند، مدت زمان خشک کردن کوتاهتر شد. زیرا با افزایش دما، فشار بخار آب درون سیرچه، پوسته‌ها و ساقه پیاز سیر افزایش و رطوبت نسبی هوای خشک کاهش یافت، در نتیجه سرعت خروج رطوبت از درون محصول افزایش یافت. به منظور استفاده از دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد برای خشک کردن پس از برداشت پیاز سیر بهتر است از هر دو روش مصنوعی و طبیعی استفاده کرد، یعنی رطوبت ساقه پیازهای سیر را تا  $40 \pm 3$  درصد خارج نمود و ادامه عمل خشک کردن را در سایه انجام داد. نتایج خشک کردن در این شرایط مشابه نتایج Maw و همکاران (۲۰۰۴) است. آنها برای خشک کردن پیاز، دمای

۵۵ درجه سانتی‌گراد به علت آسیبهای حرارتی، سیرچه‌ها در طول مدت نگهداری در انبار به شدت تغییر رنگ داده و بر اثر خروج رطوبت از آنها چروکیده شدند و علت اصلی فساد پیازها در این شرایط محسوب می‌شوند. بنابراین با برداشت سیر در مرحله اول می‌توان دمای خشک کردن پیازهای سیر را تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد افزایش داد و در مرحله دوم برداشت می‌توان دمای خشک کردن پیازهای سیر را تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد افزایش داد.

### منابع مورد استفاده

- بیات، ف، ۱۳۸۳. اثر طول مدت و شرایط نگهداری بر افت وزنی و ویژگیهای کیفی توده‌های سیر استان همدان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۵(۱۹): ۶۲-۴۹.
- حسینی، ز، ۱۳۶۹. روش‌های متداول در تجزیه‌ی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه شیراز. چاپ دوم. ۲۱۰ صفحه.
- مالمیر، ع، ۱۳۷۸. بررسی و تعیین روشهای تلفیقی در کاهش خسارت لارو پروانه *D. ulula*. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، شماره ۷۹/۶۲، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان.
- Al-Zahim, M.A., Ford-Lloyd, B.V. and Jnewbury, H., 1999. Detection of some clonal variation in Garlic (*Allium sativum* L.) using RAPD and cytological analysis. Plant cell reports, 18(6): 473-477.
- Anon, 1983. Garlic guide to cold storage. International standard. International organization for standardization. ISO 6663.
- Avila, G.T., 1998. Variables for estimating the best time for drying Garlic (*Allium sativum* L.) bulbs. Advances en Horticultura, 3(1): 12-18.
- Boyette, M.D., Sanders, D.C. and Estes, E.A. 2008. Postharvest cooling and handling of onions. North Carolina Cooperative Extension Service. Available on: <http://www.bae.ncsu.edu/programs/extension/publicat/postharv/ag-413-6/index.html>
- Brewster, J.L., 1994. Onion and other vegetable Alliums. University Press Cambridge. 236p.
- 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. Proceedings of the California ASA / Plant and soil conference, 20 January: 16.

است که با گزارشهای سایر محققان (Ceci, et al., 1991; Jeong & Park, 1994; Cantwell et al., 2003؛ بیات، ۱۳۸۳) هماهنگ است. مقایسه مقادیر افت اسید پیروویک در طول مدت ۶ ماه نگهداری در انبار نیز نشان داد که بین شرایط طبیعی خشک کردن و دماهای ۳۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد، تأخیر در برداشت سیر سبب افزایش تخریب و تجزیه ترکیبهای عطر و طعم دهنده شد. محققان دیگر (Mujica & Perez de Camacaro, 2006) نیز گزارش دادند که بین دو مرحله رسیدگی یعنی ۹۰ و ۱۲۰ روز پس از کاشت مقدار پیرووات مرحله اول بیش از مرحله دوم رسیدگی و کاهش ماده خشک در طول مدت نگهداری در هر دو تیمار مشابه است. با افزایش دما به‌ویژه دماهای بالاتر از ۴۵ درجه سانتی‌گراد، تغییرات رنگ در خشک کردن مصنوعی به صورت معنی‌دار افزایش یافت. تحقیقات دیگر (Moreira, et al., 1987) نیز افزایش قهوه‌ای شدن رنگ سیرچه‌ها را با افزایش دمای فرایند خشک کردن نشان داده است. افزایش طول مدت نگهداری در انبار سبب کاهش سفتی بافت و افزایش تغییرات رنگ در سیرچه‌ها شده است که با نتایج تحقیقات قبلی هماهنگ است (Vazquez-Barrios et al., 2006).

زمان برداشت و شرایط خشک کردن بر افت وزنی، جوانه‌زنی و در نتیجه نرخ تنفس اثرگذار بود. برداشت در مرحله‌های اول (زرد شدن نوک برگها) و دوم (زرد رنگ شدن کامل برگهای ۷۰ درصد بوته‌های سطح مزرعه) و خشک کردن در شرایط دمایی ۳۵ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد، مناسب‌ترین شرایط با توجه به مقادیر افت وزنی و فساد بود که مشابه نتایج تحقیقات قبلی (Jeong & Park, 1994؛ Cantwell et al., 2003) است. در شرایط دمایی

- convection oven method. ASEAN Food Journal, 8(2): 81-83.
- Maw, B.W. Smittle, D.A. and Mullinix, B.G., 1997. Artificially curing sweet onions. Applied Engineering in Agriculture, 13(4): 517-520.
  - Maw, B.W. Butts, C.L., Purvis, A.C., Seebold, K. and Mullinix, B.G., 2004. High temperature continuous-flow curing of sweet onions. Applied Engineering in Agriculture, 20(5): 657-663.
  - Moreira, H.T., Villegas, M.I. and Cabrera, R.L., 1987. Browning and cooked flavour of Garlic during dehydration. Technologia Quimica, 8(1): 31-36.
  - Mujica, H. and Perez de Camacaro, M., 2006. Physical and Chemical characteristics in Garlic harvested at two maturities and stored under environmental conditions. Bioagro, 18(3): 171-175.
  - Park, M.H., Koh, H.Y. Shin, D.H. and Suh, K.B., 1981. Study of the longterm storage of Garlic bulbs. I. The effect of post-harvest drying method and storage condition on the quality. Journal of the Korean Agricultural Chemical Society, 24(4): 218-223.
  - Pezzutti, A. and Crapiste, G.H., 1997. Sorptional equilibrium and drying characteristics of Garlic. Journal of Food Engineering, 31(1): 113-123.
  - Shiina, T., Umehara, H., Miyatake, F. and Nakamura, N., 2005. The mechanism controlling maintenance of produce initial water content during long-term storage: exemplification by using Garlic bulb. V International Postharvest Symposium, ISHS Acta Horticulturae, 682.
  - Vazquez-Barrios, M.E., 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): 127-132.
  - Wall, M.W. and Corgan, J.N., 1992. Relationship between pyruvate analysis and flavour perception for onion pungency determination. Horticulture Science, 27: 1029-1030.
  - Whitaker, J.R., 1976. Development of flavour, odor and pungency in onion and Garlic. Advances in Food Research, 22: 37.
  - Cantwell, M.I., Hong, G., Kang, J. and Nie, X., 2003. Controlled atmospheres retard sprout growth, affect compositional changes, and maintain visual quality attributes of Garlic. VIII International Controlled Atmosphere Research Conference. ISHS Acta Horticulturae, 600.
  - Ceci, L.N., Curzio, O.A. and Pomilio, A.B., 1991. Effects of irradiation and storage on the flavor of garlic bulbs cv. "Red". Journal of Food Science, 56(1): 44-46.
  - Currah, L. and proctor, F.J., 1990. Onions in tropical regions. Bulletin 35, Natural Resources Institute. Chatham. U.K.
  - Iordachescu, C. and Mihailescu, N., 1979. Refrigerated storage of Garlic. Productia Vegetala Horticultura, 28(2): 43-49.
  - Jeong, Y.C. and Park, K.W., 1994. Effects of variety and bulb size on the quality changes during storage of garlic (*Allium sativum* L.). Journal of the Korean Society for Horticultural Sciences, 35(2): 131-138.
  - Jitendra, S., Dinesh, V. and khurana, S.C., 1995. Effect of harvesting stages and storage methods on quality of Garlic cloves. Haryana Journal of Horticultural Science, 24(2): 131-136.
  - Katahira, M., Motomura, Y. and Bekki, E., 1998. Effects of temperatures on browning and phenolic substances in preparatory drying of raw Garlic bulb. Journal of Japanese society of food Science and Technology, 45(1): 10-15.
  - Ketter, C.A.T. and Randle, W.M., 1998. Pungency assessment in onions. 177-196, In: Karcher, S.J., (ed.). Proceeding of the 19th workshop/Conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE), University of Georgia, 177-196.
  - Kwon, J.H., Byun, M.W. and Cho, H.O., 1985. Effects of gamma irradiation dose and timing of treatment after harvest on the storability of Garlic bulbs. Journal of Food Science, 50: 379-381.
  - Lysenko, N.V., Maistrenko, S.M. and Deshko, E.Y., 1984. Storage of high quality Garlic at various temperatures. Tovarovedenie, 17:22-27.
  - Madamba, P.S. Driscoll, R.H. and Buckle, K.A., 1993. Moisture content determination of Garlic by

## The effect of harvesting time and drying at natural and artificial conditions on the storability of white garlic (*Allium sativum* L.) population of Hamedan

F. Bayat<sup>1\*</sup> and A.E. Nosrati<sup>2</sup>

1\*- Corresponding author, Agricultural and Natural Resources Research Center of Hamedan, Iran,

E-mail: bayat.fariba@gmail.com

2- Agricultural and Natural Resources Research Center of Hamedan, Iran

Received: August 2008

Revised: November 2008

Accepted: January 2009

### Abstract

Proper drying is essential to successful marketing in regions which cultivated Garlic (*Allium sativum* L.) and most serious post harvest losses result from improper drying. For this reason, after the cut off irrigation, white garlic population were harvested at three stages. The first stage of harvesting was done after that approximately 70 percent of the top leaves turned yellow, while the second harvesting was began when whole leaves became yellow and eventually the last harvesting was ensued by getting dry, brown leaves which fell over on the field. After harvesting, bulbs dried at natural condition and artificial state at 35, 45 and 55°C. Effect of harvesting stage and drying conditions on the garlic shelf life were investigated during 6 months and qualitative and quantitative factors i.e. moisture content, pyruvate, color and texture in addition to weight loss and spoilage were measured bimonthly. The results of two years study showed that after harvesting, there was no significant difference between pyruvate, color and texture contents of cloves. Drying time at natural condition of the first stage of harvesting was longer than artificial drying process time as well as the other harvesting stages. At 55°C some cloves turned yellow, soft and sticky especially at the early stages of harvesting. During the post harvest drying of garlic the moisture content of cloves was relatively constant, while that of the skins and stem rapidly decreased. After curing, moisture contents of the cloves, skins and stems were 64±1, 20±2 and 15±4 percent respectively. Effect of drying on some quality factors showed that at low temperatures, the pyruvate content and color changes decreased. Qualitative and quantitative factors at the end of storage period showed that for harvesting at the first stage, drying at 35°C or natural conditions and at the second stage, drying at 35°C and 45°C or natural conditions were the best.

Key words: Garlic (*Allium sativum* L.), harvesting time, post harvest drying, curing, storing.