راهکارهای کاهش تلفات فیزیکی سیر خشک در مراحل برداشت و پس از برداشت

فریبا بیات *

مربی پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

چکیده

محصولات کشاورزی از جمله سیر، ممکن است در مرحله‌های کاشت، داشت، برداشت و پس از آن دچار تلفات شوند. تلفات، سبب افت ارزش کیفی و کاهش بازارپسندی محصولات کشاورزی می‌شود. برداشت سیر، مرحله‌ای بحرانی در ایجاد تلفات فیزیکی ناشی از شکستگی پوسته‌ها و جداشدن حبه‌ها است. هر چه فاصلهٔ بین قطع آبیاری مزرعه تا برداشت محصول بیشتر باشد، رطوبت پوسته‌های سیر و خاک مزرعه کمتر و تلفات فیزیکی بیشتر می‌شود. افزایش آسیب‌دیدگی‌ها بر ظاهر محصول سیر اثر نامطلوب دارد و قیمت سیر و درآمد کشاورز را کاهش می‌دهد. تأخیر در برداشت سیر نیز سبب انتقال بسیاری از آفات و بیماری‌ها از مزرعه به انبار می‌شود. اصلاح زمان برداشت سیر به ماشین‌آلات تخصصی برداشت حتی برای مزارع کوچک و دسترسی به امکانات مناسب التیام‌دهی برای خشک‌کردن پوسته‌ها نیاز دارد. سیر با برگ‌های سبز و بدون التیام‌دهی، قابلیت بسته‌بندی ندارد و قارچ‌ها طی نگهداری در انبار، روی پوسته‌های آن رشد می‌کنند. در رطوبت نسبی بیش از حد بهینه (٦٥ تا ٧٠ درصد)، زمینه برای فعالیت قارچ‌ها و جوانه‌زنی سوخ‌های سیر در انبار فراهم می‌شود و در رطوبت نسبی پایین‌تر، پوسته‌های سیر بسیار شکننده می‌شوند. با اصلاح سیستم بسته‌بندی اولیه در مزرعه، ارائهٔ الگوی مناسب برای سیستم حمل و نقل، بارگیری و تخلیهٔ بسته‌ها از وسیلهٔ نقلیه و انتخاب بسته‌بندی مناسب (از نظر جنس و ابعاد) می‌توان تلفات فیزیکی سیر را کاهش داد. در این مقاله، راهکارهای کاهش تلفات سیر خشک در مراحل برداشت و پس از برداشت ارائه شده است.

واژگان کلیدی: آسیب فیزیکی، التیام‌دهی، بسته‌بندی، جوانه‌زنی، حمل و نقل، سیر

*نگارندهٔ مسئول: f.bayat@areeo.ac.ir

بیان مسئله

در حال حاضر، مصرف خوراکی، دارویی و صنعتی سیر[1] به‌دلیل تندی و ترکیب‌های عطر و طعم‌دهندهٔ گوگردی آن از جمله آلیسین[2] رو به گسترش است. سطح زیرکشت و تولید سیر در بسیاری از کشورهای جهان از جمله ایران به‌طور ثابت در حال افزایش است (سازمان خواربار و کشاورزی[3]، ۲۰۲۲). تولید سیر در ایران از ۵۸،۰۵۷ تن درسال ۱۳۹۳ به مقدار ۱۳۹،۹۳۰ تن در سال ۱۳۹۹ رسیده است که افزایش ۱٤۱ درصدی را نشان می‌دهد. استان همدان نیز به عنوان یکی از مناطق عمده کشت سیر در سال ۱۳۹۹، با سطح زیرکشت ۳۳۱۹ هکتار و تولید ٤۲،٤۹۰ تن سیر، ۳۰ درصد از کل تولید کشور را به خود اختصاص داده است (آمار پایه‌ای سازمان جهاد کشاورزی استان همدان، ۱۳۹۹). با افزایش مصرف سیر در جهان، تجارت بین‌المللی آن نیز در بسیاری از کشورها به سرعت توسعه یافته است. بزرگ‌ترین صادرکنندگان سیر در سال ۲۰۲۰ میلادی، کشورهای چین (۱،۷٦۱،٦٦۷ تن)، اسپانیا (۱۸٤،٤۸٤ تن) و آرژانتین (۹۷،۹٥۱ تن) بودند. ایران نیز با صادرات ۱۸،۸۳۹ تن در مقام نهم جهانی قرار گرفت (سازمان خواربار و کشاورزی، ۲۰۲۲). پایین‌بودن صادرات سیر ایران، ناشی از رعایت نکردن روش‌های درست تولید، برداشت و پس از برداشت سیر است. همچنین، به ناآشنایی با استانداردها (مانند استاندارد کدکس سیر) در مراحل بسته‌بندی و درجه‌بندی و ضعف زیرساخت‌های حمل و نقل برمی‌گردد. عوامل دیگری مانند عدم به‌کارگیری روش‌های تأثیرگذار تبلیغاتی و معرفی سیر ایران در بازارهای مقصد، دسترسی نداشتن به اطلاعات به‌روز شده بازارهای هدف، بالابودن هزینهٔ تمام‌شده محصول و هزینهٔ گمرکی سیر در کشورهای مقصد نیز این مشکل را تشدید کرده است (سیدان، ۱۳۷۷). سیر بر اساس رنگ پوسته بیرونی به سه نوع سفید، صورتی و قرمز دسته‌بندی می‌شود. سیر سفید نسبت به سیر قرمز و صورتی دیرتر می‌رسد، ولی ماندگاری بیشتری دارد. مطالب این مقاله بیشتر روی تلفات فیزیکی سیر سفید تأکید دارد. مرحله‌های برداشت و پس از آن از عوامل مهم اثرگذار بر تلفات فیزیکی سیر هستند. در این مراحل، پوسته‌های سیر در چند موقعیت در معرض نیروهای مکانیکی قرار می‌گیرند و دچار شکستگی و آسیب‌دیدگی ظاهری می‌شوند (بیات، ۱۳۸۹). رعایت نکات فنی عملیات برداشت و پس از برداشت سیر، تلفات فیزیکی و در نتیجه، ضرر اقتصادی ناشی از آن را تا حد زیادی کاهش می‌دهد.

معرفی دستورالعمل

یکی از شاخص‌های مهم تشخیص کیفیت سوخ‌های[4] سیر برای صادرات و مصرف داخلی، ظاهر آنها یعنی پوست کامل با رنگی قابل قبول است. به هر یک از عیوب ظاهری ناشی از بریدگی‌ها، فشردگی یا آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی، تلفات فیزیکی گفته می‌شود (بیات، ۱۳۹۷). در تلفات فیزیکی، ظاهر محصول به‌دلیل کنده‌شدن ساقه، زخم‌ها، ترک و شکستگی‌های ریز روی پوسته‌های بیرونی تا جداشدن یا تکه‌شدن لایه‌های پوستی و نمایان شدن یا جداشدن حبه‌ها آسیب می‌بیند (شکل ۱).

[1] *Allium sativum*
[2] Allicin
[3] Food and Agriculture Organization (FAO)
[4] Bulb یا سوخ به قسمت زیرزمینی سیر گفته می‌شود که مجموعه‌ای از چند حبه سیر است و با چند لایه پوسته نازک پوشیده شده است.

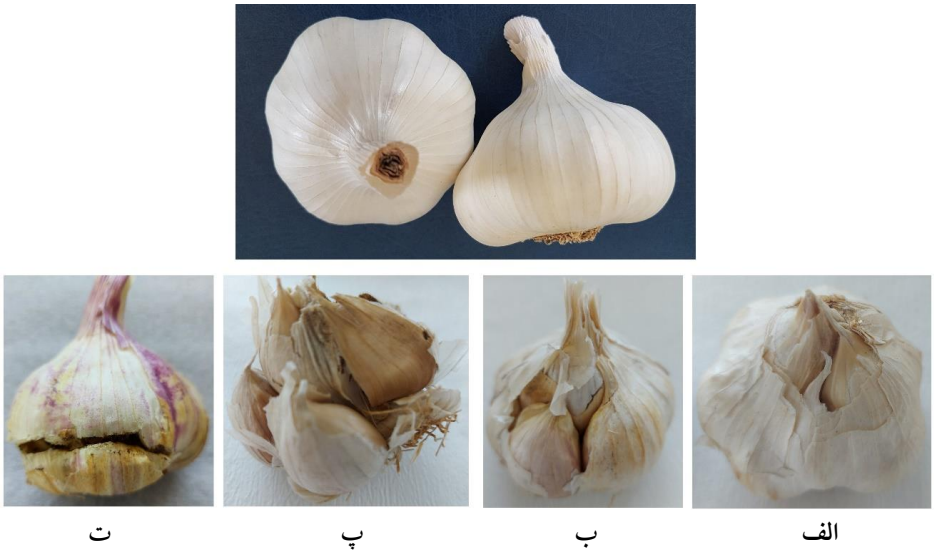
چنین سوخ‌هایی نه تنها ویژگی‌های مطلوب بازارپسندی را ندارند، بلکه برای نگهداری در انبار نیز مناسب نیستند (بیات، ۱۳۸۹). از سوی دیگر، سوخ‌های آسیب‌دیده، قیمت پایین‌تری نسبت به سوخ‌های سالم دارند که خود ضرر اقتصادی برای تولیدکننده آن به بار می‌آورد. مراحل ایجاد تلفات فیزیکی سیر و عوامل بحرانی اثرگذار بر آن عبارتند از:

مرحله برداشت و التیام‌دهی (خشک‌کردن)

عوامل مهم اثرگذار بر تلفات فیزیکی مرحله برداشت سیر و راهکارهای مؤثر برای کاهش آن در زیر شرح داده شده است.

۱- فاصله زمانی بین قطع آبیاری مزرعه تا برداشت

در بیشتر مدیریت‌های مزرعه سیر به‌ویژه سیر سفید، آبیاری پس از رسیدگی فیزیولوژیک محصول قطع می‌شود. رسیدگی فیزیولوژیک موقعی است که برگ‌های پایینی بوته زرد شده و حبه‌ها و پوسته‌های سیر تشکیل می‌شوند. سپس سیر برای خشک‌شدن پوسته‌ها و ساقه، التیام‌دهی می‌شود.



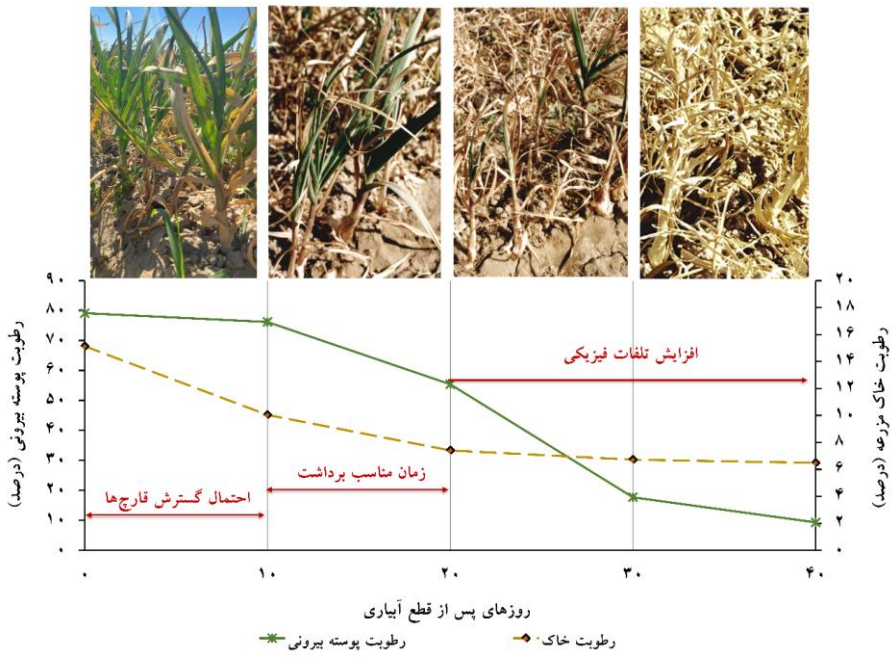
شکل ۱- سیر سالم از نظر ظاهری(بالا). تلفات فیزیکی سیر به علت کنده‌شدن ساقه (الف)، افتادن پوسته‌ها و نمایان شدن حبه‌ها (ب)، جدا شدن حبه‌ها (پ)، زخم‌ها و بریدگی‌ها (ت)

برای التیام‌دهی سیر، آن را حدود ۲۰ تا ۴۰ روز بعد از قطع آبیاری برداشت می‌کنند یا پس از خارج‌شدن بوته‌ها مجدداً در زیر خاک پوشانده می‌شوند. فاصله زمانی بین قطع آبیاری مزرعه تا برداشت سیر، عامل بحرانی در ایجاد تلفات فیزیکی در مرحله برداشت است. هر چه این فاصله بیشتر باشد، درصد تلفات سیر نیز بیشتر است. در شرایط آب و هوایی معتدل و نیمه‌خشک مانند استان همدان، رطوبت خاک مزرعه طی ۱۸ تا ۲۰ روز پس از قطع آبیاری به شدت کاهش می‌یابد (بیات، ۱۳۹۷). هم‌زمان با خشک‌شدن خاک مزرعه، رطوبت پوسته‌های سوخ سیر به‌ویژه پوسته‌های بیرونی نیز کاهش پیدا می‌کند (شکل

۲). پوسته‌هایی که رطوبت کمتری داشته باشند، قابلیت انعطاف و مقاومت کمتری در برابر نیروهای مکانیکی دارند. این پوسته‌ها در زمان برداشت یا مراحل بعدی (حمل و نقل و جابه‌جایی) آسان‌تر می‌شکنند (بیات و رضوانی[5]، ۲۰۱۲).

۲- مقدار رطوبت پوسته‌های بیرونی سوخ سیر

رطوبت بحرانی برای شکستگی پوسته‌های بیرونی سیر سفید حدود ۲۱ درصد و برای سیر صورتی که ضخامت کمتری دارد، حدود ۳۲ درصد است. اگر رطوبت پوسته‌های سیر به مقادیر بحرانی و کمتر از آن برسد، پوسته‌ها بسیار شکننده بوده و به فشار و نیروی کمتری برای شکستگی نیاز دارد (بیات و رضوانی، ۲۰۱۲). کاهش رطوبت پوسته‌های بیرونی، ضخامت و سطح مقطع قسمت عرضی پوسته سوخ را نیز کاهش می‌دهد. در این شرایط، فشار مورد نیاز برای شکستگی پوسته‌ها، کاهش یافته و تلفات فیزیکی آن افزایش می‌یابد. ضخامت پوستهٔ سیر سفید بیشتر از سیر صورتی است. بنابراین، سیر سفید در برابر شکستگی مقاومت بیشتری دارد (بیات، ۱۳۸۹). اگر سیر با برگ‌های سبز برداشت شود و عملیات خشک‌کردن و التیام‌دهی روی آن اعمال نشده باشد، قابلیت بسته‌بندی ندارد و طی نگهداری در انبار، قارچ‌ها روی پوسته‌ها و گردن سوخ رشد می‌کنند (شکل ۲).



شکل ۲- تغییرات شکل ظاهری بوته‌های سیر، رطوبت خاک مزرعه و پوسته‌های بیرونی سوخ سیر سفید همدان در فاصله‌های زمانی مختلف از قطع آبیاری مزرعه

[5]Bayat & Rezvani

۳- روش برداشت سیر از مزرعه

برداشت سیر به دو روش دستی یا ماشینی صورت می‌گیرد (شکل ۳). برداشت دستی روشی رایج در بیشتر مناطق کشت سیراست. این روش برداشت، هزینه‌بر و زمان‌بر است و اگر محصول خشک شده باشد، مشکلات و آسیب‌های ناشی از تأخیر در برداشت را نیز تحمیل می‌کند. در مزرعه‌های کوچک‌تر، به‌طور معمول از نیروی کار خانوادگی برای برداشت استفاده می‌شود و عملیات برداشت با دقت بیشتری پیش می‌رود. در مزارعی با سطح زیرکشت بالاتر، نبود نیروی انسانی ماهر این آسیب‌دیدگی‌ها را افزایش می‌دهد (بیات، ۱۳۹۷). با این وجود، تلفات فیزیکی در برداشت دستی کمتر از برداشت ماشینی است. با افزایش فاصله زمانی بین قطع آبیاری مزرعه تا برداشت و خشک‌شدن پوسته‌ها، آسیب‌دیدگی سوخ‌ها در برداشت ماشینی بیشتر هم می‌شود. در برداشت سیر به روش ماشینی، وقتی که رطوبت پوسته‌های بیرونی سوخ سیر سفید به حدود ۱۰ درصد برسد، بیش از ۸۲ درصد سوخ‌های مزرعه علائم آسیب‌دیدگی را دارند (بیات، ۱۳۹۷). علت دیگر بالا بودن تلفات فیزیکی سیر در برداشت ماشینی، نبود ماشین‌های تخصصی برداشت و استفاده از تجهیزاتی مانند ماشین برداشت سیب‌زمینی است که خود عامل ایجاد برش و زخم در سطح مقطع سوخ‌ها است (شکل ۳).

الف ب

شکل ۳- برداشت دستی سیر (الف) و برداشت ماشینی سیر با دستگاه سیب‌زمینی‌کَن (ب)

٤- راهکار جلوگیری یا کاهش تلفات فیزیکی سیر درمرحله برداشت

یکی از بهترین راهکارها برای کاهش تلفات فیزیکی سیر در مرحله برداشت، التیام‌دهی سیر در خارج از مزرعه است. با این کار، تلفات فیزیکی سیر به کمتر از ۱۰ درصد می‌رسد. در روش التیام‌دهی خارج از مزرعه، سیر سفید حدود ۱۰ روز پس از قطع آبیاری و هم‌زمان با زردشدن نوک جوان‌ترین برگ‌ها و امکان ورود نیروی انسانی یا ماشین به مزرعه، برداشت می‌شود (بیات و نصرتی، ۱۳۸۸). در این هنگام، شرایط مطلوب خاک مزرعه و پوسته‌های بیرونی از نظر رطوبت، شکستگی و آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی را تا حد زیادی کاهش می‌دهد (شکل ۲). بنابراین، التیام‌دهی سوخ‌های سیر برای بسته‌بندی و نگهداری آن ضرورت دارد. التیام‌دهی سیر به دو صورت طبیعی و مصنوعی قابل انجام است. در روش طبیعی، سوخ‌ها با برگ یا پس از جداشدن برگ‌ها در مکانی سایه و دور از نور مستقیم خورشید خشک می‌شوند (شکل ٤). در روش مصنوعی، سوخ‌های بدون برگ همراه با هوادهی (بدون گرم‌کردن یا با هوای گرم با دمای ۳۵ تا ۳۷ درجه سلسیوس) خشک می‌شوند (شکل ٤). در

روش التیام‌دهی خارج از مزرعه، مدت زمان خشک‌شدن سوخ‌ها دست کم ۱۰ تا ۱۵ روز کوتاه‌تر از روش مزرعه‌ای است. همچنین در روش التیام‌دهی مزرعه‌ای، باقی‌ماندن محصول در مزرعه احتمال آلودگی سیر به آفات و بیماری‌ها و انتقال آنها به مرحله‌های بعد از جمله انبار را افزایش می‌دهد.

الف ب پ

شکل ٤- التیام‌دهی سیر خارج از مزرعه. التیام‌دهی طبیعی با برگ طی ۲۰ تا ۲۲ روز (الف)، التیام‌دهی طبیعی بدون برگ طی ۲۰-۱۸ روز (ب) و التیام‌دهی مصنوعی سیر طی ۱۱ تا ۱۵ روز (پ). (۱: دمنده هوا؛ ۲: جعبه‌های سیر؛ ۳: کانال هوادهی با منافذ خروج هوا در دو طرف کانال)

مرحله جابه‌جایی و حمل و نقل

تلفات فیزیکی سیر در مراحل جابه‌جایی و حمل و نقل بیشتر به‌دلیل تکان‌دادن، فشردگی یا شوک‌های فیزیولوژیکی به وجود می‌آید. استفاده از بسته‌بندی گونی برای انتقال محصول از مزرعه به انبار، ارتفاع نامناسب بسته‌ها در وسیله نقلیه، فشار لایه‌های بالایی بر محصول زیرین، لرزش و ارتعاش محصول به‌دلیل نامناسب‌بودن جاده‌ها از عوامل ایجاد تلفات فیزیکی در مرحله جابه‌جایی و حمل و نقل است (شکل ۵). پرتاب محصول هنگام بارگیری یا تخلیه بار و ضربه‌های ناشی از آن، عامل دیگری در ایجاد آسیب‌دیدگی سیر است. این آسیب‌دیدگی به‌صورت بریدگی، ساییدگی و له‌شدن بافت حبه‌ها و جداشدن آنها از سوخ سیر ظاهر می‌شود که همگی باعث افت قابل‌توجه در کیفیت سیر و افزایش تنفس آن طی نگهداری در انبار می‌شود.

شکل ۵- بسته‌بندی، چیدمان و تخلیه نامناسب سیر در مرحله حمل و نقل

بنابراین، مدیریت پس از برداشت سیر باید به‌گونه‌ای باشد که تا حد امکان تعداد دفعات جابه‌جایی محصول کمتر شود. محدوده تلفات فیزیکی در ۲۱ مزرعه و ۲۲ انبار مورد بررسی در استان همدان نشان داد که درصد سوخ‌های سالم در انبار کمتر از مزرعه است. همچنین، تلفات فیزیکی و شکستگی‌های پوسته در انبار بیش از تلفات مرحله برداشت است. اختلاف بین تلفات سیر در این دو مرحله، عمدتاً ناشی از تلفات مرحله جابه‌جایی و حمل و نقل است، که به تلفات مرحله برداشت سیر اضافه می‌شود (جدول ۱)، (بیات، ۱۳۹۷).

جدول ۱- محدوده تلفات فیزیکی سیر در مرحله برداشت و پس از جابه‌جایی و حمل و نقل (مطالعه موردی روی ۲۱ مزرعه و ۲۲ انبار در استان همدان)

ویژگی سیر	محدوده تلفات فیزیکی سیر (درصد)	
	مزرعه (زمان برداشت)	انبار (پس از جابه‌جایی و حمل و نقل)
سیر سالم	٦٨/٦٠ – ١٤/٠٤	٤٥/٨٥ – ٠
شکستگی دو لایه پوسته بیرونی	٦٢/٨٩ -٩/٣١	٦٨/٤٦ – ٢٠/٩٣
زخم‌ها، کنده‌شدن ساقه و نمایان‌شدن سیرچه	٥٦/١٤ – ٣/٣٤	٥٤/٨٤ – ١١/٢٩
سوخ‌های خارج از اندازه (قطر کمتر از ۳۰ میلی‌متر)	٣٥/٩٣ – ٠	٢٥/٨٢ – ٠

مرحله تمیزکردن، درجه‌بندی و بسته‌بندی

آماده‌سازی سیر برای بازار شامل کوتاه‌کردن ساقه، جدا کردن پوسته‌های بیرونی سوخ، تمیزکردن و درجه‌بندی آنها می‌شود. آماده‌سازی سیر بهتر است در مکانی حفاظت‌شده یا سایه‌دار انجام شود. محصول سیر بیشتر به‌صورت دستی درجه‌بندی می‌شود. غلتک‌های میله‌ای با فواصل متفاوت برای دسته‌بندی سوخ‌های سیر از نظر اندازه نیز موجود هستند (شکل ٦). استفاده از این غلتک‌ها سبب می‌شود تا دست‌زدن فیزیکی به محصول کمتر اتفاق افتد (کارسیک و پالانیموتو[6]، ۲۰۱۸).

[6]Karthik & Palanimuthu

شکل ٦- غلتک‌های میله‌ای با فواصل متفاوت برای دسته‌بندی سوخ‌های سیر و پیاز

سیر در مرحله درجه‌بندی به‌دلیل بی‌دقتی کارگران و افتادن‌های غیرضروری سوخ‌های سیر، ساییدگی، زخم‌های ناشی از چاقو هنگام برش و کوتاه کردن ساقه سیر و نیز فشار انگشتان دست موقع جدا کردن پوسته‌ها، دچار تلفات می‌شود. تلفات سیر در مرحله بسته‌بندی نیز بیشتر به‌دلیل فشردگی یا ضربه به وجود می‌آید. اگر بسته‌بندی بیش از حد پر و متراکم باشد، سبب فشردگی محصول درون بسته می‌شود. بنابراین، بهتر است بیش از یک یا دو ردیف سیر در بسته قرار نگیرد. اگر ارتفاع سوخ‌های سیر درون بسته از لبه‌های جعبه بالاتر باشد، زمانی‌که جعبه‌ها روی یکدیگر چیده می‌شوند، وزن بسته‌های بالایی روی سوخ‌های جعبه‌های زیری فشار وارد می‌کند و سبب آسیب‌دیدگی محصول می‌شود (شکل ٧). بنابراین، جعبه‌ها باید به درستی روی هم چیده و تراز باشند. همچنین، جعبه‌های بسته‌بندی باید برای جریان هوا و تهویه، سوراخ‌ها و منافذی داشته باشند (شکل ٧). اگر بسته‌بندی به اندازه کافی پر نباشد، به‌طوری که سوخ‌ها آزادانه حرکت کنند، طی جابه‌جایی و حمل و نقل سبب ارتعاش و ضربه به سوخ‌ها و آسیب‌دیدگی محصول می‌شود.

الف ب پ

شکل ٧- چیدمان و پرکردن نامناسب سیر در جعبه (الف و ب)، تمیزکردن و چیدمان مناسب سیر در جعبه (پ)

مرحله نگهداری در انبار

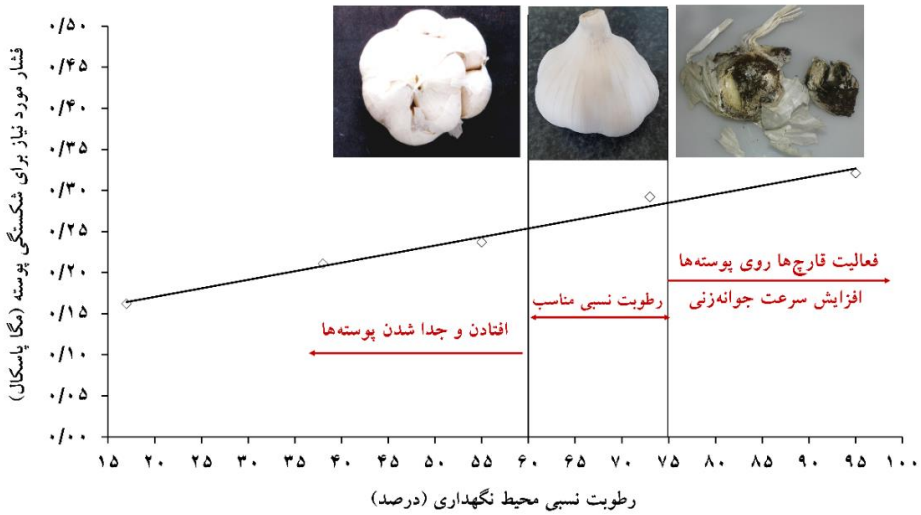
در مرحله نگهداری سیر در انبار، رطوبت‌نسبی بیش از ٧٥ درصد به‌دلایل زیر مناسب نیست:

– رطوبت بیشتری جذب پوسته‌ها می‌شود و هوای موجود در منافذ ساختمان پوسته با ملکول‌های آب جایگزین می‌شود. این امر سبب افزایش مقاومت سیر به شکستگی می‌شود (بیات، ۱۳۸۹). ولی، کپک‌ها روی سطح سیر رشد کرده و سبب سیاه‌شدن پوسته‌های بیرونی و درونی سیر می‌شوند.

– رطوبت نسبی بیش از ۷۵ درصد در هوای انبار منجر به جوانه‌زنی و ریشه‌زنی سریع‌تر سوخ‌های سیر در طی نگهداری می‌شود (شکل ۸). جوانه‌زنی، سبب تغییرشکل سوخ‌های سیرمی‌شود. زیرا موجب کشیدگی پوسته‌ها و شکستگی سوخ‌ها می‌شود. علاوه بر رطوبت نسبی، دمای انبار نیز بر جوانه‌زنی اثرگذار است. دمای مناسب برای نگهداری سیر در انبار، ۱- تا صفر درجه سلسیوس است. هر چه دما بیش از حد بهینه باشد، جوانه‌زنی زودتر شروع می‌شود.

اگر رطوبت نسبی هوای انبار در طی نگهداری سیر کمتر از ٦٠ درصد باشد، زمینه را برای خشک‌شدن پوسته‌ها، جداشدن آنها از سوخ سیر و آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی فراهم می‌سازد (شکل ۸). جداشدن پوسته‌ها و نبود لایهٔ محافظتی روی سوخ‌های سیر، افت وزنی محصول را طی نگهداری در انبار افزایش می‌دهد.

فشار ناشی از وزن سیر در انبار کردن توده‌ای آنها یا استفاده از بسته‌بندی گونی و چیدن نامناسب آنها روی یکدیگر یا ترازنبودن جعبه‌های بسته‌بندی سبب ایجاد تلفات فیزیکی و تشدید تلفات مرحله‌های قبل از آن می‌شود.



شکل ۸- اثر رطوبت نسبی محیط نگهداری سیر سفید بر شکستگی پوسته‌ها و فعالیت قارچ‌ها

توصیه ترویجی (جمع‌بندی)

۱- زمان برداشت: محصول را در زمان مناسب برداشت کنید. برداشت سیر در مرحله زردشدن نوک برگ‌ها مناسب‌تر از مرحله خشک و قهوه‌ای‌شدن برگ‌ها است.

۲- التیام‌دهی: با التیام‌دهی سیر در خارج از مزرعه و به یکی از روش‌های مصنوعی یا طبیعی، آسیب‌دیدگی‌ها را کاهش دهید.

٣- جابه‌جایی: جابه‌جایی فیزیکی سیر را به حداقل برسانید. هر بار که سیر خشک جابه‌جا شود، آسیب‌دیدگی‌های بیشتری رخ می‌دهد.

٤- محافظت در برابر نور خورشید: پس از برداشت، سیر را به سرعت از مزرعه به مکانی سرپوشیده و سایه منتقل کنید.

٥- حمل و نقل: حمل و نقل، بارگیری و تخلیه بار سیر را با دقت و کارآمد انجام دهید.

٦- بسته‌بندی: محصول سیر را با دقت تمیز، درجه‌بندی و بسته‌بندی کنید. جعبه‌های سیر را متراکم و فشرده پر نکنید و به‌صورت تراز روی یکدیگر بچینید.

٧- نگهداری در انبار: الزامات نگهداری سیر را از نظر دما (١- تا صفر درجه سلسیوس) و رطوبت نسبی (٦٠ تا ٧٥ درصد) بشناسید و از فشردگی محصول طی نگهداری تا حد امکان جلوگیری کنید.

٨- شناسایی بازار: سیر را متناسب با نیازهای بازار (اندازه سوخ، رسیدگی، شکل و اندازه بسته‌بندی و غیره) آماده کنید.

٩- آموزش: به کارگران درگیر در مراحل برداشت، پس از برداشت و حمل و نقل، آموزش‌های لازم داده شود. کارگران بایست ابزار لازم (لباس، دستکش، ماسک، چاقو و غیره) برای کار در مراحل مختلف را در اختیار داشته باشند.

فهرست منابع

١- *آمار پایه‌ای سازمان جهاد کشاورزی همدان*. ١٣٩٩. تارنمای http://hm.agri-jahad.ir.

٢- بیات، فریبا و علی‌احسان نصرتی. ١٣٨٨. اثر زمان برداشت و خشک‌کردن طبیعی و مصنوعی پس از برداشت بر قابلیت نگهداری سیر سفید (*Allium sativum* L.) همدان. *فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، ٢٥(١): ص ٤٩-٦٣.

٣- بیات، فریبا. ١٣٨٩. *تعیین آزمایشگاهی مقاومت پوسته سیر* (*Allium sativum* L.) *به شکستگی*. کرج: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، گزارش نهایی، شمارهٔ ثبت ٥٢٥.

٤- بیات، فریبا. ١٣٩٧. *اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی سوخ‌های سیر سفید همدان به‌منظور تخمین آسیب‌های فیزیکی*. کرج: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، گزارش نهایی، شمارهٔ ثبت ٥٤٢٧٣.

٥- سیدان، سیدمحسن. ١٣٧٧. *بررسی عوامل مؤثر بر بازاریابی و صادرات سیر استان همدان*. همدان: مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان، گزارش نهایی، شمارهٔ ثبت ٧٧/٥٤٠.

6. Bayat, F. and S.M. Rezvani. 2012. Effect of harvesting time and moisture on mechanical properties of garlic (*Allium sativum* L.) skin. *Agricultural Engineering International*, *The CIGR Journal*, 14 (3): 161-167.

7. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2022. Available: https:// www. fao. org/ faostat/ en/#data/ QCL.

8. Karthik, S.K. and V.S. Palanimuthu. 2018. Design and development of on-farm onion grader. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6: 2907-2914.