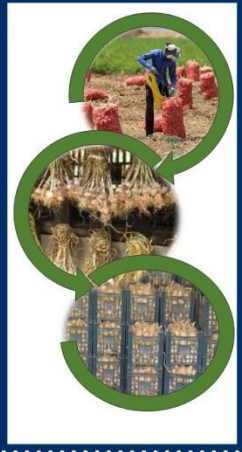
وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

دستنامه فنی:

راهنمای برداشت، التیام‌دهی و نگهداری سیر در انبار

فریبا بیات



AERI

آدرس: کرج، بلوار شهید فهمیده، کدپستی: ۳۱۳۵۹۱۳۵۳۳، مؤسسه تحقیقات فنی ومهندسی کشاورزی
تلفن: ۳۲۷۰۵۳۲۰، ۳۲۷۰۵۲۴۲ و ۳۶۱۵۰۰۰۰(۰۲۶)
دورنگار: ۳۲۷۰۶۲۷۷ (۰۲۶)، آدرس دسترسی: www.aeri.ir(بخش انتشارات الکترونیکی)

سال انتشار: ۱۴۰۲

بسم الله الرحمن الرحیم

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

دستنامهٔ فنی:
راهنمای برداشت، التیام‌دهی و نگهداری سیر در انبار

تهیه و تدوین:
فریبا بیات

عضوهیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان

سال انتشار
۱۴۰۲

AERI

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نوع نوشتار: دستنامهٔ فنی

عنوان نوشتار: راهنمای برداشت، التیام‌دهی و نگهداری سیر در انبار

نگارنده: فریبا بیات

ویراستار ادبی: محمدرضا داهی

صفحه‌آرا: شبنم جباری

طراح جلد: سمیه وطن‌دوست

ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

شمارگان: محدود

نوبت چاپ: اول

سال انتشار: ۱۴۰۲

مسئولیت صحت مطالب با نگارنده است.

شماره ثبت ٦٤٢٤٨ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به تاریخ ١٤٠٢/٠٧/٠٦

مخاطبان نشریه:

تولیدکنندگان، صادرکنندگان و سردخانه‌داران سیر، کارشناسان کشاورزی، کشاورزان نمونه پیشرو، مروجان پهنه‌های تولیدی

هدف‌های آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این دستنامه با زمان و روش‌های مناسب برداشت، التیام‌دهی و خشک کردن پس از برداشت و مدیریت مناسب نگهداری سیر در انبار
آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول- کلیات ۱
۱-۱- مقدمه ۱
۱-۲- ویژگی‌های گیاه‌شناسی ۱
۱-۳- دسته‌بندی سیر از نظر رنگ پوستهٔ بیرونی ۳
۱-۳-۱- سیر سفید ۳
۱-۳-۲- سیر صورتی ۳
۱-۳-۳- سیر قرمز ۴
۱-۴- دسته‌بندی سیر از دیدگاه باغبانی ۶
۱-۴-۱- گردن‌نرم ۶
۱-۴-۲- گردن‌سفت ۶
۱-۵- مناطق کشت سیر در دنیا و در ایران ۸
۱-۶- مزایای کشت و تولید سیر در ایران ۹
۱-۶-۱- نیاز آبی پایین ۹
۱-۶-۲- ارزش دارویی ۱۰
۱-۶-۳- داشتن پتانسیل توسعهٔ صنایع فراوری ۱۲
۱-۶-۴- داشتن پتانسیل تجاری و اقتصادی ۱۲
۱-۶-۵- اشتغال‌زایی ۱۳
۱-۷- جمع‌بندی ۱۴
فصل دوم- برداشت و جابه‌جایی سیر از مزرعه ۱۵
۲-۱- مقدمه ۱۵
۲-۲- مراحل رشد گیاه سیر ۱۵
۲-۳- روند تجمع مادهٔ خشک در گیاه سیر ۱۸
۲-۴- زمان مناسب قطع آبیاری مزرعه سیر ۱۸

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۲-۵- شاخص برداشت سیر ۱۹
۲-۵-۱- مشکلات ناشی از برداشت زودهنگام ۲۰
۲-۵-۲- مشکلات ناشی از تأخیر در برداشت ۲۱
۲-۶- روش‌های برداشت سیر ۲۴
۲-۶-۱- برداشت دستی ۲۴
2-۶-۲- برداشت ماشینی ۲۴
۲-۷- بسته‌بندی و جابه‌جایی سیر در مزرعه ۲۶
۲-۸- رعایت نکات بهداشتی در زمان برداشت ۲۸
۲-۹- جمع‌بندی ۲۹
فصل سوم- التیام‌دهی و خشک‌کردن پس از برداشت سیر ۳۰
۳-۱- مقدمه ۳۰
۳-۲- هدف‌های التیام‌دهی ۳۰
۳-۳- روش‌های التیام‌دهی ۳۱
۳-۳-۱- التیام‌دهی طبیعی ۳۱
۳-۳-۲- التیام‌دهی مصنوعی ۳۷
۳-۴- روش‌های التیام‌دهی مصنوعی ۴۱
۳-۴-۱- التیام‌دهی بدون گرم‌کردن هوا ۴۱
۳-۴-۲- التیام‌دهی با هوای گرم ۴۲
۳-۴-۳- التیام‌دهی تونلی ۴۳
۳-۵- مشکلات دمای بالا در التیام‌دهی ۴۴
۳-۵-۱- مومی‌شدن حبه‌ها ۴۴
۳-۵-۲- سبزشدن رنگ پوسته‌ها ۴۵
۳-۵-۳- کوتاه شدن عمر انباری ۴۵

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۳-۶- درصد رطوبت خارج شده طی التیام‌دهی ۴۶
۳-۷- نقطهٔ بهینهٔ پایان التیام‌دهی ۴۶
۳-۸- مقایسهٔ روش‌های التیام‌دهی مصنوعی ۴۹
۳-۸-۱- مزایا ۴۹
۳-۸-۲- معایب ۴۹
۳-۹- جمع‌بندی ۵۰
فصل چهارم- نگهداری سیر در انبار ۵۱
۴-۱- مقدمه ۵۱
۴-۲- عوامل اثرگذار بر عمر انباری ۵۱
۴-۲-۱- اکوتیپ سیر ۵۱
۴-۲-۲- مدیریت مرحله‌های پیش از برداشت سیر ۵۲
۴-۲-۳- مدیریت مرحلهٔ برداشت و التیام‌دهی ۵۳
۴-۲-۴- ضدعفونی‌کردن سیر ۵۳
۴-۲-۵- تمیزکردن و درجه‌بندی ۵۴
۴-۲-۶- بسته‌بندی ۵۶
۴-۳- ویژگی‌های ساختمان انبار سیر ۵۸
۴-۴- شرایط محیطی مناسب برای نگهداری ۵۸
۴-۵- ضدعفونی‌کردن انبار ۶۱
۴-۶- خواب سیر ۶۱
۴-۷- راهبردهای نگهداری سیر در انبار ۶۲
۴-۷-۱- نگهداری سیر بذری ۶۲
۴-۷-۲- نگهداری کوتاه‌مدت سیر ۶۲
۴-۷-۳- نگهداری میان‌مدت سیر ۶۳

فهرست مطالب

عنوان صفحه

۴-۷-۴- نگهداری بلند مدت سیر ۶۵
۴-۷-۵- مهار کامل جوانه‌زنی سیر و عقیم‌سازی ۶۷
۴-۸- مشکلات نگهداری سیر در انبار ۶۸
۴-۸-۱- چروکیدگی و نرم‌شدن بافت حبه‌ها ۶۹
۴-۸-۲- جوانه‌زدن و ریشه‌زنی ۷۰
۴-۸-۳- آسیبدیدگی‌های ناشی از قارچها ۷۲
۴-۹- مراقبت‌های ضروری پس از خروج از انبار ۷۴
۴-۱۰- جمع‌بندی ۷۵
منابع ۷۶

فصل اول
کلیات

۱-۱- مقدمه

سیر در میان خانوادهٔ پیازها (آلیوم‌ها) و پس از پیاز، دومین محصول مهم است و کشت آن در مناطق وسیعی از جهان سازگاری یافته است. گروه‌های مختلف سیر از نظر ترکیب‌های عطر و طعم‌دهنده، عمر انباری، رنگ پوستهٔ بیرونی و ساقهٔ گل‌دهنده با یکدیگر تفاوت دارند. در سال‌های اخیر، تولید این محصول در ایران به‌دلیل کشت پاییزه، کاربرد تجاری و اقتصادی، امکان تولید فراورده‌های مختلف غذایی و دارویی و نیز اشتغال‌زا بودن توسعه یافته است، با این حال، محدودیت‌ها و موانعی مانند اُفت عملکرد سیر در مناطق اصلی کشت نسبت به گذشته، بالا بودن هزینه‌های تولید، نوسان قیمت، و مشخص‌نبودن بازار صادرات آن ریسک سرمایه‌گذاری در این محصول را افزایش داده است.

۱-۲- ویژگی‌های گیاه‌شناسی

آلیوم‌ها جنس بزرگی از خانوادهٔ نرگسیان[1] و زیرخانوادهٔ پیازی‌ها[2] هستند که حدود ۷۰۰ گونه سبزی با اهمیت اقتصادی و گل‌های زینتی همچنین گونه‌های وحشی از اروپا، آسیا و

1. Amaryllidaceae
2. Allioideae

آمریکا را شامل می‌شوند (فنویک و هانلی[1]، ۲۰۱۱). عطر و طعم و بوی آلیوم‌های خوراکی در سبزی‌هایی مانند پیاز[2]، سیر[3]، تره‌فرنگی[4] و موسیر[5] قابل تشخیص است.

در بین آلیوم‌ها، سیر گیاهی علفی و دائمی است که ارتفاع ساقهٔ کاذب آن تا ۴۰ سانتی‌متر نیز می‌رسد. برگ‌های سیر باریک و نواری‌شکل به رنگ سبز تیره است. ریشه‌های آن افشان است (شکل ۱-۱) و بیشتر سیستم ریشه در عمق ۲۰-۱۵ سانتی‌متری رشد می‌کند.

قسمت زیرزمینی سیر متورم و مرکب از ۱۲-۵ حبه[6] است که با پوسته‌های نازک و ظریف احاطه شده است. حبه‌ها بوی تند و مخصوص به سیر را دارند ولی برگ‌ها و نیز گل‌هایی که در انتهای ساقهٔ گل‌دهندهٔ[7] برخی از گروه‌های سیر تشکیل می‌شود، نسبت به حبه، بوی ملایم‌تری دارند. به مجموع اندام زیرزمینی سیر، سوخ[8] گفته می‌شود که قسمت خوراکی آن است.

شکل ۱-۱- ریشهٔ افشان و بخش خوراکی یا سوخ سیر (بیات و همکاران، ۱۴۰۱)

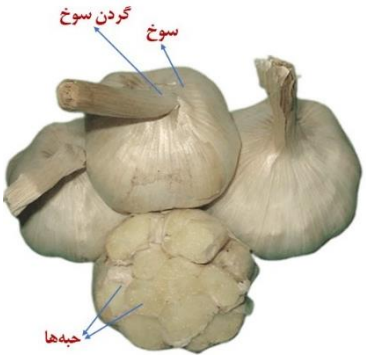
1. Fenwick & Hanley
2. *Allium cepa* L.
3. *Allium sativum*
4. *Allium porrum* L.
5. *Allium schoenoprasum* L.
6. Clove
7. Scap
8. Bulb

۱-۳- دسته‌بندی سیر از نظر رنگ پوستهٔ بیرونی

رنگ پوسته‌های بیرونی سیر در گروه‌های مختلف با یکدیگر تفاوت دارد که بر اساس این ویژگی سیر را دسته‌بندی می‌کنند.

۱-۳-۱- سیر سفید

در این نوع، سوخ سیر از ۶ تا ۱۲ حبه تشکیل شده است و رنگ پوستهٔ سوخ و حبه‌ها سفید و به‌طور معمول ساقهٔ گل‌دهنده ندارد. قطر سوخ بین ۳/۵ تا ۷/۵ سانتی‌متر است (بیات، ۱۳۹۷ب). سیر سفید، نسبت به انواع دیگر، دیرتر می‌رسد و در اواسط پاییز کشت می‌شود. در بهار برگ‌ها و سوخ سیر سفید توسعه می‌یابد و در اوایل تابستان نیز برداشت می‌شود (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲- سوخ‌های سیر سفید همدان (عکس از نگارنده)

۱-۳-۲- سیر صورتی

پوستهٔ بیرونی سیر به رنگ صورتی است، ساقهٔ گل‌دهنده تشکیل می‌شود. مقاومت سیر صورتی به سرما و رطوبت بیشتر است تا سیر سفید و محصول آن نسبت به سیر سفید زودتر می‌رسد (شکل ۱-۳).

شکل ۱-۳- شکل ظاهری سوخ‌های سیر صورتی (عکس از www.garlicfarmerssa.co.za)

۱-۳-۳- سیر قرمز

رنگ پوستهٔ بیرونی و حبه‌های این نوع سیر به‌طور کامل قرمز است و تعداد حبه‌های آن کمتر ولی اندازهٔ آنها بزرگ‌تر از دو نوع پیشین است. سیر بومی مازندران یعنی رقم مازند (شکل ۱-۴)، از این نوع است (آملی، ۱۳۸۴). این رقم، برگ‌های سبز نقره‌ای با حاشیهٔ سبز دارد و زودرس است. قطر آن ۵ تا ۶ سانتی‌متر است و به‌طور میانگین ۶ تا ۸ حبه دارد. در بهار پس از تشکیل سوخ، ساقهٔ گل‌دهندهٔ آن تشکیل و در انتهای ساقهٔ هوایی، حبه‌های هوایی کوچکی ظاهر می‌شود (شکل ۱-۴). این رقم در نیمهٔ اول مهرماه کشت می‌شود و برداشت آن در نیمهٔ دوم اردیبهشت‌ماه است (آملی، ۱۳۸۴).

الف

ب

شکل ۱-٤- بوته، سوخ و حبه‌های سیر قرمز، رقم مازند، معرفی شده در سال ۱۳۸۱ (عکس الف از آملی، ۱۳۸٤؛ عکس ب از نگارنده)

۱-٤- دسته‌بندی سیر از دیدگاه باغبانی

سیر به‌طور گسترده به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شود: گردن‌نرم (سافت‌نک[1]) و گردن‌سفت (هاردنک[2]) (شکل۱-۵).

۱-٤-۱- گردن‌نرم

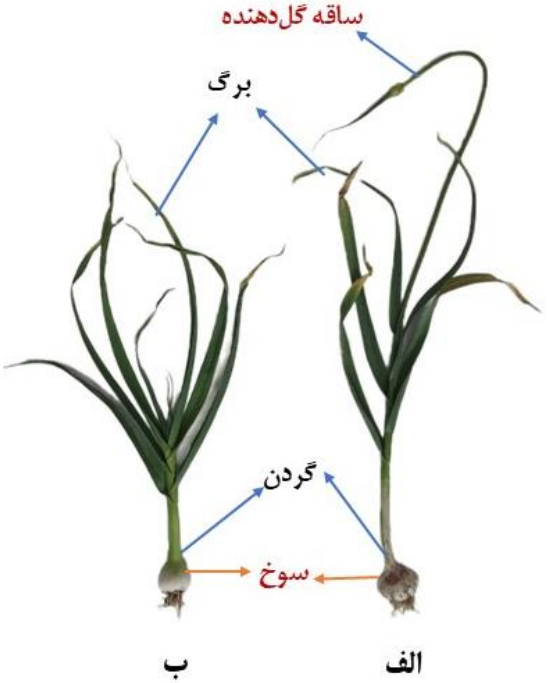
این گروه سوخ‌هایی درشت دارند و عملکرد تولید آنها در مقایسه با گروه گردن‌نرم بیشتر است. سوخ آنها به‌طور معمول حبابی‌شکل است و بین ۶ تا ۱۲ حبه دارد و ساقهٔ گل‌دهنده تشکیل نمی‌دهد (شکل ۱-۵). پوسته‌های بیرونی و پوستهٔ حبه‌ها اغلب سفیدند و عمر انباری آنها نسبت به گروه گردن‌سفت بیشتر است، مانند سیرهای همدان (شکل ۱-۲) و اراک (عابدی و همکاران، ۱۳۸۴).

۱-٤-۲- گردن‌سفت

این گروه از سیر ساقهٔ گل‌دهنده و سیرچه‌های هوایی کوچک تولید می‌کنند و به طور معمول ۴ تا ۱۲ سیرچه در اطراف ساقهٔ گل‌دهنده دارند (شکل ۱-۶).

اندازهٔ سوخ‌های آنها نسبت به گروه دیگر کوچک‌تر اما حبه‌هایشان بزرگ‌تر است؛ تعداد حبه‌های آنها کمتر و شکل سوخ‌هایشان متقارن‌تر است (شکل ۱-۴) و عمر انباری کوتاه‌تری دارند. پوست حبه‌ها اغلب به رنگ صورتی یا قرمز روشن دیده می‌شود و پوست‌گیری آنها آسان‌تر است. همهٔ سیرهای وحشی گردن‌سفت هستند ولی سیرهای اهلی ممکن است گردن‌سفت یا گردن‌نرم باشند، مانند سیر مازندران، ارومیه و طارم (عابدی و همکاران، ۱۳۸۴).

1. Softneck
2. Hardneck



شکل ۱-۵- تفاوت ظاهری بوته‌های سیر گردن سفت (الف) و گردن نرم (ب) (عکس از نگارنده)

شکل ۱-٦- سیرچه‌های هوایی در سیر گردن‌سفت
(عکس از www.seedparade.co.uk)

بسیاری از صفات مربوط به شکل ظاهری سیر در شرایط محیطی متفاوت، با یکدیگر فرق دارد، برای مثال واریته‌ای که در یک منطقه کشت گردن‌نرم است، ممکن است در صورت کشت در منطقهٔ دیگر گردن‌سفت باشد.

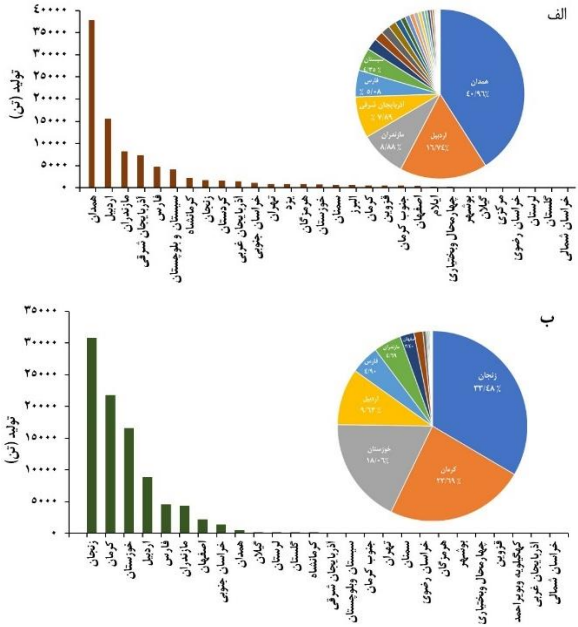
۱-۵- مناطق کشت سیر در دنیا و در ایران

سیر در بیشتر کشورهای دنیا از خط استوا تا عرض‌های جغرافیایی ۵۰ درجه شمالی و جنوبی کشت و تولید می‌شود. مناطق دارای زمستان‌های معتدل با بارش کافی و تابستان‌های خشک و آفتابی برای کشت سیر ایده‌آل است.

در ایران سیر در استان‌های بسیاری کشت می‌شود، بیش از ۸۰ درصد تولید سیر کشور در مناطق شمال و غرب متمرکز است و بقیه در استان‌های دیگر تولید می‌شود (مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۲).

بر اساس تقاضای بازار، انواع سیر سفید، قرمز یا صورتی به‌صورت تازه و با برگ‌های سبز، نیمه‌خشک، و خشک بسته‌بندی و به دست مصرف‌کننده می‌رسد. سیر خشک قابلیت ماندگاری بیشتری دارد و از این رو برای نگهداری در انبار مناسب است، ولی سوخ‌های سیری که با برگ‌های سبز برداشت می‌شوند یا باید در مکانی مناسب (مکانی سایه با تهویهٔ کافی) خشک شوند یا به‌صورت تازه به مصرف برسند.

آمار تولید سیر در استان‌های مختلف ایران نشان می‌دهد که استان همدان به همراه استان‌های اردبیل و مازندران از مناطق اصلی تولید سیر خشک و استان‌های زنجان، کرمان و خوزستان نیز از مناطق اصلی تولید سیر سبز در ایران هستند (شکل ۱-۷)، (مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۲).



شکل ۱-۷- تولید سیر خشک (الف) و سیر سبز (ب) در استان‌های کشور (۱۴۰۱-۱۴۰۰) (آمار وزارت جهاد کشاورزی)

۱-۶- مزایای کشت و تولید سیر در ایران

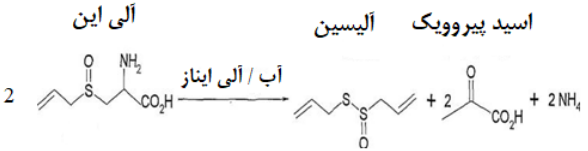
۱-۶-۱- نیاز آبی پایین

سیر، در مقایسه با محصولات زراعی دیگر، دورهٔ رشد کوتاه دارد و نیاز آبی آن کمتراست. بر این اساس، کشت سیر در مناطقی توسعه یافته است که با محدودیت منابع آبی روبه‌رو هستند.

۱-۶-۲- ارزش دارویی

ترکیب‌های تشکیل‌دهندهٔ سیر به دو گروه اصلی ترکیب‌های غیرگوگردی (تسفای و منگشا[1]، ۲۰۱۵)، (جدول ۱-۱) و گوگردی تقسیم‌بندی می‌شوند که بیشتر خواص دارویی سیر مربوط به ترکیب‌های گوگرددار آن است (شولز[2]، و همکاران، ۱۹۹۸). ترکیب‌های گوگرددار مانند آلی‌این[3]، ایزوآلی‌این[4] و متی‌این[5] به عنوان پیش‌سازهای عطر و طعم‌دهنده در طیفی وسیع از گونه‌های آلیوم وجود دارند (بلاک[6]، ۱۹۹۲).

با بریده‌شدن و آسیب به بافت سیر، آنزیم اس-الکنیل-ال-سیستئین‌سولفوکسیدلیاز (آلی‌ایناز EC 4.4.1.4) با آلی‌این وارد واکنش می‌شود و طی چند دقیقه آلیسین[7] یا دی‌آلیل‌تیوسولفینات تولید خواهد شد. اسیدپیرورویک و یون آمونیاک نیز ترکیب‌های تولیدی همراه این واکنش هستند (شکل ۱-۸)، (بلاک، ۱۹۹۲).



شکل ۱-۸- معادلهٔ شیمیایی تولید آلیسین از آلی‌این (بیات و همکاران، ۱۴۰۱)

آلیسین بسیار ناپایدار است و فقط چند ساعت ثابت می‌ماند و در غیاب آنزیم و به‌صورت خودبه‌خود به بی‌سولفیدها و تری‌سولفیدهایی مانند متیل، آلیل‌تری‌سولفید، متان‌اتیول، پلی‌سولفیدها و بسیاری دیگر تجزیه می‌شود که همگی خاصیت ضداکسندگی دارند ولی اثر ضد باکتریایی آنها ضعیف است (شولز و همکاران، ۱۹۹۸).

1. Tesfaye & Mengesha
2. Schulz
3. Alliin
4. Isoalliin
5. Methiin
6. Block
7. Allicin

برای حصول اطمینان از ماندگاری دارویی سیر، مقدار آلیسین و فراورده‌های آن نباید کمتر از ۴/۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر باشد (فارماکوپه اروپا[1]، ۲۰۰۵).

مقدار مصرف روزانه سیر تازه ۲ تا ۵ گرم (به اندازه یک حبه سیر)، پودر خشک آن ۰/۴ تا ۱/۲ گرم، روغن سیر ۲ تا ۵ میلی‌گرم و عصاره آن ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم توصیه شده است (بی‌نام[2]، ۲۰۲۲).

جدول ۱-۱- مقدار ترکیب‌های تشکیل دهنده در ۱۰۰ گرم سیر (تسفای و منگشا، ۲۰۱۵)

ماده	مقدار	ماده	مقدار
آب	۵۸/۵۸درصد	ویتامین‌ب۶	۱/۲۳۵میلی‌گرم
انرژی	۶۲۳کیلو ژول	فولات	۳ میکروگرم
کربوهیدرات‌ها	۳۳/۰۶گرم	ویتامین ث	۳۱/۲ میلی‌گرم
قند	۱ گرم	کلسیم	۱۸۱ میلی‌گرم
فیبر غذایی	۲/۱ گرم	آهن	۱/۷ میلی‌گرم
چربی	۰/۵ گرم	منیزیم	۲۵ میلی‌گرم
پروتئین	۶/۳۹ گرم	فسفر	۱۵۳ میلی‌گرم
بتاکاروتن	۵ میکروگرم	پتاسیم	۴۰۱ میلی‌گرم
تیامین (ویتامین ب۱)	۰/۲ میلی‌گرم	سدیم	۱۷ میلی‌گرم
ریبوفلاوین (ویتامین ب۲)	۰/۱۱ میلی‌گرم	روی	۱/۱۶ میلی‌گرم
نیاسین (ویتامین ب۳)	۰/۷میلی‌گرم	منگنز	۱/۶۷۲ میلی‌گرم
اسیدپنتوتنیک (ویتامین ب۵)	۰/۵۹۶ میلی‌گرم	سلنیم	۱۴/۲ میکروگرم

1. European Pharmacopoeia
2. Anonymous

۱-٦-۳- داشتن پتانسیل توسعهٔ صنایع فراوری

توسعهٔ صنایع فراوری سیر می‌تواند مازاد تولید آن و نیز محصول تولیدی با کیفیت پایین‌تر را مصرف و از تلفات سیر جلوگیری کند. محصولات فراوری شدهٔ سیر به‌صورت پودر، سس سیر، محصولات تخمیری سیر (شور و ترشی)، سیر سیاه، سیر خردشدهٔ کنسروی، مخلوط سیر و زنجبیل یا سیر و زیتون، عصاره، روغن و غیره ضمن داشتن ارزش غذایی و دارویی، ارزش افزودهٔ بالایی نیز دارند. توسعهٔ صنایع فراوری این محصول با توجه به حجم تولید آن در مناطق اصلی کشت و پتانسیل افزایش تولید در این مناطق، افزون بر ارزش‌افزایی، اشتغال‌زا نیز هست.

۱-٦-٤- داشتن پتانسیل تجاری و اقتصادی

به‌دلیل اینکه مصرف جهانی سیر به‌صورت تازه‌خوری و فراورده‌های غذایی و دارویی افزایش یافته است، نوع گردن‌نرم سیر به‌دلیل تندی بیشتر و عمر انباری طولانی‌تر پتانسیل تجاری بهتری دارد.

در سال ۲۰۲۰ بزرگ‌ترین صادر کنندگان سیر کشورهای چین (۲,۲۵۴,۲۰۱ تن)، اسپانیا (۱۹۰,۴۲۷ تن) و آرژانتین (۹۷,۷۹۷ تن) بودند (سازمان خواربار و کشاورزی[1]، ۲۰۲۲) و ایران نیز در همین سال۲۰ تن سیر صادر کرده است که در مقایسه با صادرات جهانی و میزان تولید کشور (۹۲,۲۰۳ تن سیر خشک) اندک است (سازمان خواربار و کشاورزی، ۲۰۲۲).

پایین بودن صادرات سیر ایران، از یک سو ناشی از ناآشنایی با روش‌های درست تولید، برداشت و پس از برداشت سیر است و از سوی دیگر به رعایت‌نشدن استانداردها و اصول صحیح بازرگانی در مراحل بسته‌بندی و درجه‌بندی و به‌کارنگرفتن روش‌های تأثیرگذار تبلیغی و معرفی سیر ایران در بازارهای مقصد برمی‌گردد. عوامل دیگری مانند ضعف زیرساخت‌های حمل‌ونقل، نوسان زیاد در قیمت و کیفیت محصول تولیدی، بی‌اطلاعی از آخرین مقررات

1. Food and Agricultural Organization (FAO)

جاری در کشورهای مقصد، نبود تضمین در حمل و تحویل به‌موقع و سالم محصول به خریدار، دسترسی نداشتن به اطلاعات به‌روز شدهٔ بازارهای هدف، بالا بودن هزینهٔ تمام شدهٔ محصول، و بالابودن هزینهٔ گمرکی سیر در کشورهای مقصد نیز این مشکل را تشدید کرده است. رقابت روزافزون کشورها از جمله چین که در سال‌های اخیر با صرف اعتبارات سنگین و روش‌های نوین بازرگانی توانسته‌اند تا حد زیادی در این خصوص پیشرفت کنند، در تشدید این وضع اثر فراوانی داشته است (سیدان، ۱۳۷۷).

۱-٦-۵- اشتغال‌زایی

کشت سیر سهم بسزایی در اشتغال‌زایی مناطق تولید آن داشته است. کاشت و برداشت سیر در مناطق کشت آن و به‌ویژه در مزارع کوچک، بیشتر به‌روش دستی است که شامل جدا کردن حبه‌ها از سوخ سیر، درجه‌بندی حبه‌ها، کاشت به روش کرتی یا ردیفی و بیرون آوردن سوخ‌ها از خاک می‌شود (شکل ۱-۹). مبارزه با علف‌های هرز سیر در مزارع کوچک و بزرگ نیاز به وجین دارد که در صورت اجرای آن به‌روش دستی، نیازمند کارگر و نیروی انسانی است. پس از برداشت نیز کلیهٔ عملیات آماده‌سازی سیر خوراکی شامل تمیز کردن (جدا کردن ساقه، برگ‌های خشک و پوسته‌های بیرونی)، درجه‌بندی و بسته‌بندی به‌صورت دستی است. کشت و برداشت دستی هر هکتار مزرعهٔ سیر به ۲۳۷ نفر کارگر نیاز دارد (جدول ۱-۲)، (سیدان و ماماهانی، ۱۳۸۸). استفاده از ماشین‌های سورت‌کننده و درجه‌بندی به تمیزکردن و بسته‌بندی سرعت می‌دهد و نیاز به نیروی انسانی را کمتر می‌کند.

الف

ب

شکل ۱-۹- اشتغال‌زایی سیر در مرحله‌های جدا کردن حبه‌ها برای کاشت و برداشت سیر (عکس الف از بیات و همکاران، ۱۴۰۱ و عکس ب از خبرگزاری ایمنا)

جدول ۱-۲- برآورد تعداد کارگر (نفر) مورد نیاز در هر هکتار زراعت سیر (سیدان و ماماهانی، ۱۳۸۸)

عملیات زراعی	منطقهٔ کاشت سیر				
	مریانج	سولان	تویسرکان	مویجان	میانگین
آماده‌سازی زمین	۳۵	۱۱	۳۱	۲۶	۲۵/۷۵
کاشت	۶۲	۵۸	۶۵	۶۲	۶۱/۷۵
داشت (وجین و خاک‌دهی پای بوته)	۷۶	۶۶	۸۹	۷۷	۷۷/۰۰
برداشت	۷۴	۷۵	۶۸	۷۲	۷۲/۲۵
جمع	۲۴۷	۲۱۰	۲۵۳	۲۳۷	۲۳۶/۷۵

۱-۷- جمع‌بندی

۱- سیر از نظر ترکیب‌های عطر و طعم‌دهنده، عمر انباری، رنگ پوستهٔ بیرونی و ساقهٔ گل‌دهنده در گروه‌های مختلف با یکدیگر تفاوت دارد.

۲- کشت سیر، بیشتر در نواحی شمال و غرب ایران توسعه یافته است که دارای زمستان‌های معتدل با بارش کافی و تابستان‌های خشک و آفتابی هستند.

۳- نیاز آبی پایین و امکان تبدیل سیر به فراورده‌های دارویی، صنعتی و خوراکی متنوع و نیز اشتغال‌زا بودن آن از مزایای زراعت سیر در ایران است.

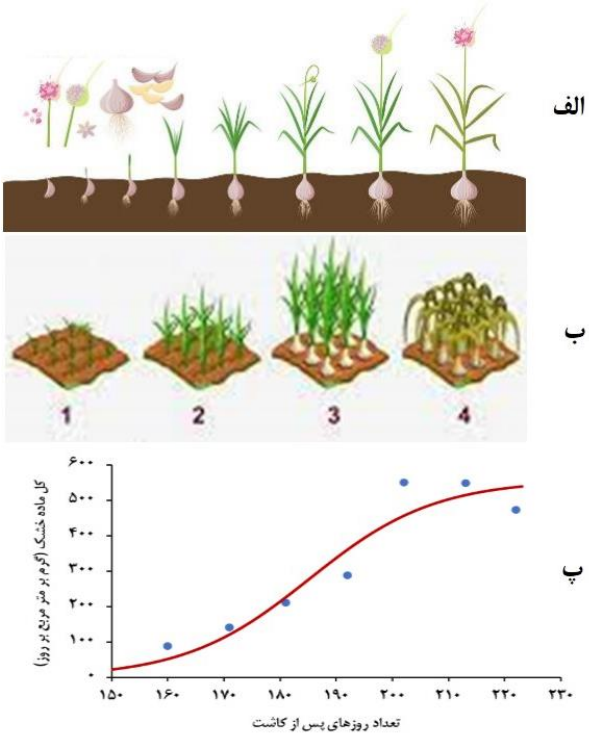
فصل دوم
برداشت و جابه‌جایی سیر از مزرعه

۲-۱- مقدمه

برداشت سیر یکی از مرحله‌های تاثیرگذار در کیفیت سیر است، به‌طوری که بر عمر نگهداری محصول در انبار نیز اثر می‌گذارد. مرحلهٔ برداشت سیر شامل تعیین زمان و روش برداشت، بسته‌بندی در مزرعه، جابه‌جایی و حمل‌ونقل سیر از مزرعه به انبار می‌شود. برداشت در زمان نامناسب و بی‌دقتی در برداشت و در جابه‌جایی و بسته‌بندی در مزرعه از عوامل مهم ایجاد تلفات سیر در این مرحله است. بنابراین، تشخیص زمان مناسب برداشت، آگاهی از مشکلات ناشی از تأخیر در برداشت سیر، تعیین الگوی مناسب بارگیری، جابه‌جایی و تخلیهٔ بار هدف اصلی این بخش را تشکیل می‌دهد.

۲-۲- مراحل رشد گیاه سیر

سیر در دوران رشد خود مرحله‌های زیر را طی می‌کند تا گیاه کاملی تشکیل دهد (شکل ۲-۱- الف و ب).



شکل ۲-۱- مرحله‌های رشد سیر گردن‌سفت (الف)، سیر گردن‌نرم (ب) و روند تجمع ماده خشک سیر سفید همدان (پ) (عکس الف و ب از اینترنت و عکس پ از رضوانی و نصرتی، ۱۳۸۹)

مرحلهٔ اول: جوانه‌زنی

در فرایند تولید سیر، حبه‌ها به عنوان بذر در بستری کاشته می‌شود که از پیش آماده شده است و حدود ۴ تا ۸ هفته طول می‌کشد تا از خاک خارج شود. در این مرحله، گیاه سیر با تکیه بر مواد مغذی ذخیره‌شده در سیرچهٔ بذری به‌آرامی رشد می‌کند و وزن خشک یا تازه

آن کمی افزایش نشان می‌دهد (جونز[1] و همکاران، ۲۰۰۷). حبه‌های کاشته‌شده در پاییز تا شروع سرما به‌طور معمول، دو تا چهار برگ تولید می‌کنند.

مرحلهٔ دوم: رشد رویشی

در این مرحله، با گرم شدن هوا و در دمای ۱۵ تا ۲۵ درجه سلسیوس، ریشه‌ها و برگ‌ها به‌سرعت گسترش پیدا می‌کنند و مقادیر گوگرد، نیتروژن، کربن، پروتئین و مقدار ترکیب‌های عامل عطر و طعم سیر (آلک(ن)یل سیستئین سولفوکساید) افزایش می‌یابد و به بیشترین مقدار خود نزدیک می‌شود. غلظت این ترکیب‌ها در ریشه در مقایسه با قسمت‌های دیگر بیشتر است (جونز و همکاران، ۲۰۰۷).

مرحلهٔ سوم: تشکیل و توسعهٔ سوخ

سوخ‌های سیر در ابتدای این مرحله کوچک و آبدار هستند، اما به غذاهایی که در آنها استفاده می‌شود، طعم و عطر قوی می‌بخشند. طی این مرحله، سوخ توسعه می‌یابد و مقادیر ترکیب‌های عامل عطر و طعم، گوگرد، نیتروژن، کربن و پروتئین در برگ کاهش و در سوخ سیر زیاد می‌شود (جونز و همکاران، ۲۰۰۷). از آنجا که سوخ‌های جوان پوست نرم و آبداری دارند، برای نگهداری یا بسته‌بندی مناسب نیستند و باید در عرض یک هفته مصرف شوند تا از پوسیدگی آنها جلوگیری شود. ساقهٔ گل‌دهنده گروه گردن‌سفت در این مرحله رشد می‌کند.

مرحلهٔ چهارم: رسیدگی

طی ۷ تا ۸ ماه پس از کاشت، دو یا سه برگ پایینی گیاه به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای در می‌آید که نشان می‌دهد سوخ‌های سیر بالغ شده‌اند و آمادهٔ برداشت هستند. تولید برگ و

1. Jones

تجمع گوگرد، نیتروژن، کربن و پروتئین افت پیدا می‌کند ولی همزمان این مقادیر در سوخ سیر به بیشترین مقدار خود می‌رسد (جونز و همکاران، ۲۰۰۷).
در مرحلهٔ رسیدگی سیر، حبه‌ها تشکیل شده‌اند و پوسته‌های بیرونی و درونی سوخ سیر به‌طور کامل گسترش یافته است (بیات، ۱۳۸۷). عملکرد محصول، طول عمر انباری آن و نیز کیفیت پوسته‌ها بهترین وضعیت را دارند (بروستر[1]، ۲۰۰۸).

۲-۳- روند تجمع مادهٔ خشک در گیاه سیر

روند تجمع مادهٔ خشک کل، در دوران رشد سیر سفید، سه مرحلهٔ رشد آهسته (رشد اولیه)، رشد سریع (رشد رویشی و تشکیل سوخ) و کاهش سرعت رشد گیاه سیر (رسیدگی) را شامل می‌شود. رشد سریع از حدود ۱۸۰ تا ۲۰۰ روز پس از کاشت[2] صورت می‌گیرد که همزمان سرعت تجمع مادهٔ خشک سیر را نیز نشان می‌دهد. تا حدود ۲۱۳ روز پس از کاشت یعنی تا پایان مرحلهٔ سوم رشد، تجمع مادهٔ خشک در سیر ادامه دارد و پس از آن روند تجمع مادهٔ خشک در سیر متوقف می‌شود یا شروع به کاهش می‌کند (شکل ۲-۱- پ) (رضوانی و نصرتی، ۱۳۸۹).

۲-٤- زمان مناسب قطع آبیاری مزرعهٔ سیر

همزمان با رسیدگی سیر، دو یا سه برگ پایینی گیاه به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای در می‌آید. در بیشتر مدیریت‌های کشت سیر سفید، آبیاری مزرعه در این مرحله قطع می‌شود و در اولین فرصت باید سوخ‌ها از مزرعه برداشت شوند. سیر سفید در بیشتر مناطق کشت ۸ تا ۱۰ روز پس از قطع آبیاری مزرعه، آمادهٔ برداشت است (شکل ۲-۲)، (بیات و نصرتی، ۱۳۸۸).

1. Brewester
2. Days After Planting (DAP)

۲-۵- شاخص برداشت سیر

سیر زمانی برای برداشت مناسب است که قسمت بالایی برگ‌ها شروع به خشک شدن و افتادن می‌کند و ساقه‌ها (گردن) شروع به خوابیدن می‌کنند و تا حدی خشک می‌شوند (شکل ۲-۲- الف و ب). با توجه به اینکه سیر رسیده ۱۲ تا ۱۵ برگ دارد از تعداد برگ‌های بالایی باقی‌ماندهٔ روی گیاه، تعداد لایه‌های پوششی سیر، در زمان برداشت آن تعیین می‌شود. بنابراین، زمان مناسب برداشت سیر سفید یا گروه گردن‌نرم هنگامی است که برگ‌های پایینی از بین رفته‌اند ولی هنوز ۴ تا ۵ برگ سبز روی بوته باقی مانده است (الزهیم[1] و همکاران، ۱۹۹۹).

در گروه سیرهای گردن‌سفت که ساقه گل‌دهنده دارند، گُل شاخص رسیدگی و آماده‌شدن آن را برای برداشت نشان می‌دهد. اگر سوخ‌ها کمی بیشتر در خاک باقی بماند، پوشش محافظ خود را از دست می‌دهند و ظرفیت نگهداری آنها در انبار به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. برداشت سیر گروه گردن‌سفت زمانی مناسب است که بوتهٔ آن ۵ تا ۶ برگ سبز دارد. به‌طور کلی سیر گروه گردن‌سفت زودتر از سیر گروه گردن‌نرم برداشت می‌شود (الزهیم و همکاران، ۱۹۹۹).

الف

ب

1. Al-Zahim

پ ت

شکل ۲-۲- تغییر رنگ برگ‌های سیر سفید در زمان‌های مختلف برداشت از مزرعه، ۸ تا ۱۰ (الف)، ۱۸ تا ۲۰ (ب)، ۲۰ تا ۳۰ (پ) و بیش از ۳۰ (ت) روز پس از قطع آبیاری مزرعه

برای برداشت سیر نباید منتظر ماند تا کلیهٔ برگ‌ها خشک شوند و روی زمین قرار بگیرند (شکل ۲- ۲- پ و ت)، زیرا سیرِ بیش از حد رسیده جذاب نیست و در معرض حملهٔ قارچ‌ها و دیگر عوامل خسارت‌زا قرار می‌گیرد (بیات و نصرتی، ۱۳۸۸).

برداشت زودهنگام یا دیرهنگام سبب افت پتانسیل بازارپسندی سیر و مشکلاتی در سوخ‌ها می‌شود که در زیر شرح داده شده است.

۲-۵-۱- مشکلات ناشی از برداشت زودهنگام

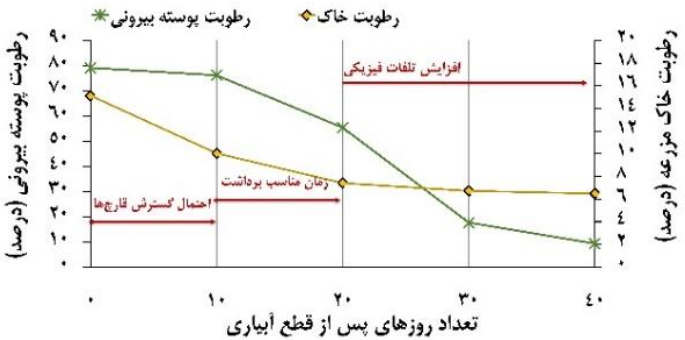
اگر سیر زودهنگام برداشت شود، سوخ‌های کوچکی تولید می‌شود که سبب افت‌وزنی سریع سوخ و ترک‌خوردن پوسته‌های بیرونی می‌شود (شکل ۲-۳)، (دستا[1] و همکاران، ۲۰۲۱). سیر با برداشت زودهنگام به عطروطعم مطلوب خود نیز نمی‌رسد.

1. Desta

شکل ۲-۳- سوخ‌های کوچک و گردن باریک بوته سیر در برداشت زودهنگام

۲-۵-۲- مشکلات ناشی از تأخیر در برداشت

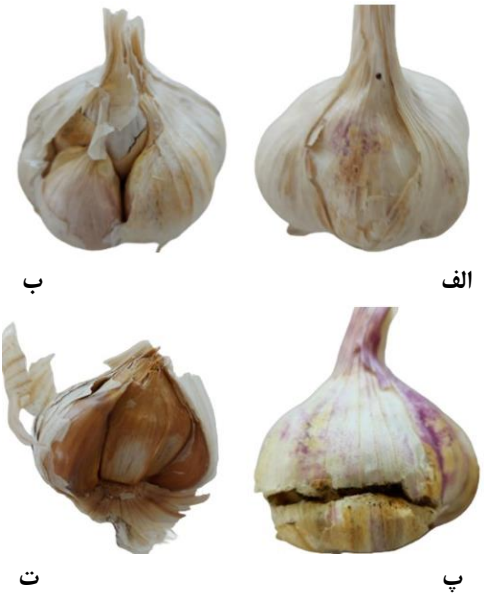
با تأخیر در برداشت سیر و افزایش فاصلهٔ بین قطع آبیاری مزرعه تا برداشت، افزون بر تغییر رنگ برگ‌ها (شکل ۲-۲)، رطوبت پوسته‌های سیر و نیز رطوبت خاک مزرعه کمتر می‌شود (شکل ۲-۴)، (بیات، ۱۴۰۱).



شکل ۲-٤- تغییرات رطوبت خاک مزرعه و پوسته‌های بیرونی سیر سفید همدان در برداشت با فاصلهٔ زمانی مختلف پس از قطع آبیاری از مزرعه (بیات، ۱٤۰۱)

با کاهش رطوبت خاک مزرعه، عملیات برداشت دشوارتر و با کاهش رطوبت پوسته‌های بیرونی، ترک یا شکستگی پوسته‌ها و آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی در زمان برداشت بیشتر

مشاهده می‌شود (شکل ۲-۵). از سوی دیگر، تأخیر در برداشت سبب تغییر رنگ و آفتاب سوختگی سوخ‌ها (شکل ۲-۵) نیز می‌شود و حبه‌ها طی نگهداری زودتر شروع به جوانه‌زنی می‌کنند و عمر انباری سیر را کاهش می‌دهند.



شکل ۲-۵- آسیب‌دیدگی‌های ناشی از تأخیر در برداشت سیر، شکستگی پوسته‌ها (الف)، نمایان شدن سیرچه (ب)، آسیب‌دیدگی مکانیکی (پ) و تغییر رنگ و آفتاب سوختگی پوسته‌ها (ت)، (عکس‌ها از نگارنده)

آسیب دیگر تأخیر در برداشت سیر و باقی ماندن آنها در مزرعه، افزایش احتمال انتقال آفات و بیماری‌ها از مزرعه به انبار است، به‌طوری‌که در برخی مناطق خسارت کمی و کیفی فراوانی به‌بار می‌آورد. در استان همدان به علت تأخیر در برداشت سیر از مزرعه، خسارت

ناشی از آفت کرم سیر[1] (شکل ۲-۶)، افزایش می‌یابد. مقدار تلفات ناشی از این آفت، به‌ویژه در انبار، رابطهٔ مستقیمی با زمان برداشت سیر از مزرعه دارد و تأخیر در برداشت سبب وارد آمدن خسارت به محصول به‌ویژه طی نگهداری در انبار می‌شود (جدول ۲-۱)، (مالمیر، ۱۳۷۸). در جدول ۲-۱ تاریخ قطع آبیاری مزرعه پایان خرداد ماه بوده است، بنابراین تاریخ‌های برداشت سیر از مزرعه با حدود ۲۰، ۲۷، ۳۳، ۴۰ و۵۶ روز پس از قطع آبیاری مزرعه سیر سفید متناسب است.

شکل ۲-٦- خسارت ناشی از آفت کرم سیر به‌علت تأخیر در برداشت سیر از مزرعه (عکس از نگارنده)

جدول ۲-۱- درصد سوخ‌های آلوده به کرم سیر در زمان‌های مختلف برداشت سیر از مزرعه، (مالمیر، ۱۳۷۸)

زمان نمونه‌برداری	تاریخ برداشت سیر از مزرعه				
	۲۰ تیر	۲۷ تیر	۲ مرداد	۹ مرداد	۱۵ مرداد
سال ۱۳۷۵	۱٫۵	۲٫۳	۵	۱۰٫۵	۱۲٫۰
سال ۱۳۷۶	۱٫۰	۱٫۸	۳٫۸	۷٫۵	۸٫۳
سال ۱۳۷۷	۲٫۰	۲٫۳	۶٫۳	۱۰٫۰	۱۳٫۰

1. *Dyspessa ulula pallidata*

۲-٦- روش‌های برداشت سیر

سیر در بیشتر مناطق کشت به دو روش دستی و ماشینی برداشت می‌شود.

۲-٦-۱- برداشت دستی

برداشت دستی سیر (شکل ۲-۷) روشی هزینه‌بر و زمان‌بر است و اگر محصول خشک شده باشد، مشکلات و آسیب‌دیدگی‌های ناشی از تأخیر در برداشت را متحمل می‌شود (شکل‌های ۲-۵ و ۲-۶). نبود نیروی انسانی ماهر، این آسیب‌دیدگی‌ها را افزایش می‌دهد، به‌طوری که در مزارعی با سطح زیر کشت بالاتر، آسیب‌دیدگی‌ها بیشتر است. در مزرعه‌های کوچک‌تر، به‌طور معمول از نیروی انسانی خانوادگی برای برداشت استفاده می‌شود و برداشت با دقت بیشتری پیش می‌رود (بیات، ۱۳۹۷ ب).

شکل ۲-۷- برداشت دستی سیر (عکس از نگارنده)

۲-٦-۲- برداشت ماشینی

برای برداشت سیر در کشت‌های ردیفی و کرتی ماشین‌های مخصوص (شکل ۲-۸) وجود دارد. این ماشین‌ها شباهت زیادی به ماشین برداشت سیب‌زمینی دارند، ولی تنها تفاوت

آنها این است که ماشین برداشت کرتی مجهز به فارویر مشبک است که محل عبور چرخ تراکتور را در مسیر برگشت تمیز می‌کند (حیدری و همکاران، ۱۳۹۷).

الف

ب

شکل ۲-۸- ماشین برداشت برای کشت‌های ردیفی (الف) و کشت‌های کرتی (ب) (شکل الف از حیدری و همکاران، ۱۳۹۷ و شکل ب از شرکت سبز دشت)

از ماشین سیب‌زمینی‌کَن نیز می‌توان برای برداشت سیر استفاده کرد، ولی ماشین‌های برداشت فقط سیر را از خاک بیرون می‌آورند و جمع‌آوری سیر از سطح مزرعه را کارگران به‌عهده دارند (شکل ۲-۹).

رطوبت خاک و عمق مناسب در برداشت، دو عامل مهم در برداشت ماشینی سیر هستند. اگر خاک بیش از حد خشک باشد یا عمق دستگاه مناسب نباشد، ممکن است به محصول برداشت شده آسیب‌های مکانیکی شدیدی وارد شود (حیدری و همکاران، ۱۳۹۷).

شکل ۲-۹- برداشت سیر با دستگاه سیب‌زمینی‌کَن و جمع‌آوری سیر از سطح مرزعه با دست (عکس از نگارنده)

۲-۷- بسته‌بندی و جابه‌جایی سیر در مزرعه

حفظ بازارپسندی سیر و کاهش تلفات و آسیب‌دیدگی‌های آن طی مراحل جابه‌جایی و حمل‌ونقل به بسته‌بندی آن بستگی دارد. برای انتقال سیر از مزرعه به انبار بهتر است از جعبه‌های چوبی یا پلاستیکی (از جنس پلی‌اتیلن با دانسیتهٔ بالا) استفاده شود که دیوارهٔ آنها برای تهویه سوراخ‌دار است. استحکام بسته‌ها باید در حدی باشد که طی جابه‌جایی و حمل‌ونقل دچار ترک و شکستگی نشوند. جعبه‌های پلاستیکی این مزیت را دارند که قابل شستشو و ضدعفونی‌کردن هستند و می‌توان چندین‌بار از آنها استفاده کرد. در بسیاری موارد این جعبه‌ها تاشو هستند و زمانی که استفاده نمی‌شوند، جای کمی را اشغال می‌کنند.

جعبه‌های بسته‌بندی در دو اندازه کوچک و بزرگ (جعبه‌های پالتی[1]) هستند (شکل ۲-۱۰- الف و ب). طول جعبه‌های پالتی حدود ۱۲۰، عرض آنها ۱۰۰ تا ۱۲۰ و ارتفاع آنها بین ۷۰ تا ۸۰ سانتی‌متر متغیر است (شکل ۲-۱۱- ب). در این جعبه‌ها ۱۰ تا ۱۲ ردیف سیر روی هم قرار می‌گیرند و حدود ۵۰۰ کیلوگرم ظرفیت دارند. طی حمل‌ونقل و جابه‌جایی می‌توان ۲ تا ۳ جعبه بزرگ را روی هم قرار داد. در جعبه‌های کوچک (شکل ۲-۱۱- الف) با طول حدود ۴۰، عرض حدود ۳۰ و ارتفاع ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر، ۳ تا ۴ ردیف سیر روی هم قرار می‌گیرند و ظرفیتی حدود ۱۰ تا ۱۲ کیلوگرم دارند.

1. Pallet Box

بسته‌ها درون وسیله نقلیه باید به‌نحوی چیده شوند که روی یکدیگر فشار وارد نکنند تا از آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی به سوخ‌ها جلوگیری شود (بیات، ۱۳۹۷ ب).

الف **ب**

شکل ۲-۱۰- انتقال سیر از مزرعه در جعبه‌های کوچک (الف) و جعبه‌های بزرگ (ب)، (شکل الف از نگارنده و شکل ب از https://www.theproducenerd.com)

الف

ب

شکل ۲-۱۱- ابعاد جعبه‌های بسته‌بندی کوچک (الف) و بزرگ (پالتی) (ب) برای انتقال سیر از مزرعه (شکل الف از ری‌پلاستیک و شکل ب از https://www.icnplast.com)

استفاده از بسته‌بندی نامناسبی مانند گونی، ارتفاع زیاد گونی‌های حاوی سیر درون وسیلهٔ نقلیه و در مواردی استاندارد نبودن جاده‌ها به محصول سیر در مسیر مزرعه تا بازار یا انبار آسیب می‌رساند (شکل ۲-۱۲). این آسیب‌دیدگی‌ها روی سیر خشک و در لایه‌های زیرین بیشتر است.

عکس ۲-۱۲- تخلیهٔ سیر از وسیله نقلیه و ریختن آن روی دستگاه خاک‌گیر (عکس از نگارنده)

سیر باید در زمانی کوتاه پس از برداشت درون کامیون یا وسیلهٔ نقلیه بارگیری شود و به مکانی سرپوشیده و سایه انتقال یابد. بارگیری و تخلیهٔ بسته‌ها نیاز به دقت و توجه دارد زیرا هر گونه ضربهٔ ناشی از پرتاب‌کردن گونی‌های سیر یا افتادن جعبه‌ها طی جابه‌جایی و حمل‌ونقل خود عامل ایجاد آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی است.

۲-۸- رعایت نکات بهداشتی در زمان برداشت

۱- به کلیهٔ افرادی که در مراحل مهم برداشت، جابه‌جایی و حمل‌ونقل سیر درگیر هستند، آموزش‌های لازم داده شود.

۲- کارگران ابزار لازم (لباس، دستکش، ماسک، قیچی و غیره) برای برداشت را در اختیار داشته باشند.

۳- کلیهٔ ابزار استفاده شده مانند بیل، چکمه و دستکش باید به‌طور منظم و مکرر تمیز و ضدعفونی شوند.

۴- کارگران دست‌های خود را پیش از برداشت محصول بشویند و از کشیدن سیگار در حین کارکردن اجتناب ورزند.

۵- آب برای نوشیدن و شستن دست‌ها در نظر گرفته شود. برای این‌منظور از آب‌های راکد استفاده نشود؛ آب اگر تمیز نیست حتماً جوشانده شود.

۶- وجود سرویس بهداشتی ثابت یا سیار در کنار مزرعه و وجود آب و صابون برای شستن دست‌ها پس از استفاده از سرویس بهداشتی ضروری است.

۷- سطل زباله در مزرعه قرار داده شود.

۲-۹- جمع‌بندی

۱- برای جلوگیری از افت عملکرد، کاهش تلفات فیزیکی سیر و جلوگیری از انتقال آلودگی‌ها از مزرعه به انبار، رعایت زمان مناسب برداشت با توجه به شاخص‌های رسیدگی آن اهمیت ویژه‌ای دارد.

۲- شاخص رسیدگی سیر همزمان با تشکیل سوخ‌ها، کامل شدن پوسته‌ها، خشک و قهوه‌ای شدن برگ‌های پایینی و زرد شدن نوک برگ‌های بالایی قابل تشخیص است.

۳- برای انتقال سیر از مزرعه به انبار، بسته‌بندی در جعبه مناسب‌تر از بسته‌بندی در گونی است. جعبه‌های بزرگ (پالتی) اغلب حدود ۵۰۰ کیلوگرم و جعبه‌های کوچک ۱۰ تا ۱۲ کیلوگرم ظرفیت دارند.

۴- آموزش کارگران شاغل در مراحل برداشت و حمل‌ونقل، هم از جنبهٔ کاهش تلفات فیزیکی و هم از نظر رعایت اصول بهداشتی، اهمیت دارد.

۵- ضدعفونی‌کردن مکرر و مرتب ابزار برداشت و استفادهٔ کارگران از دستکش تمیز از انتقال آلودگی‌ها به محصول جلوگیری می‌کند.

فصل سوم
التیام‌دهی و خشک‌کردن پس از برداشت سیر

۳-۱- مقدمه

خارج کردن رطوبت اضافی سوخ سیر یا التیام‌دهی پس از برداشت برای افزایش عمر انباری و ویژگی‌های بازارپسندی آن ضروری است. در این مرحله، ساقه و پوسته‌های سیر خشک می‌شوند تا امکان جابه‌جایی، بسته‌بندی و نگهداری آن فراهم شود. در صورت مدیریت نامناسب این مرحله، سیر در معرض آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی قرار می‌گیرد. از سوی دیگر، محصولی که به‌خوبی التیام‌دهی نشده باشد، طی نگهداری در انبار به‌دلیل فعالیت و رشد قارچ‌ها دی‌اکسیدکربن بیشتری تولید می‌کند. بنابراین آموزش مدیریت درست مرحلهٔ التیام‌دهی پس از برداشت سیر و روش‌های اجرای آن هدف اصلی این فصل است.

۳-۲- هدف‌های التیام‌دهی

سیر پس از برداشت و پیش از انبارشدن و بازاررسانی باید دورهٔ التیام‌دهی را طی کند. التیام‌دهی به‌منظور حمل‌ونقل و جابه‌جایی، بسته‌بندی یا نگهداری سیر در انبار ضروری است. بسته‌بندی سیر پیش از خروج رطوبت اضافی آن سبب افزایش تلفات پس از برداشت می‌شود. در خشک کردن و التیام‌دهی سیر، هدف‌های زیر دنبال می‌شود:

الف- خشک شدن ریشه و برگ‌ها.

ب- خشک شدن پوسته‌های بیرونی و درونی سیر، برای داشتن سیر خشک با رنگ و بافت یکنواخت پوسته خارجی و بدون شکستگی.

پ- خشک و بسته‌شدن گردن سیر به‌منظور جلوگیری از ورود آفات و عوامل بیماری‌زا به درون سوخ (بیات و نصرتی، ۱۳۸۸).

ت- ترمیم بخشی از خراش‌ها و بریدگی‌های مرحلهٔ رشد یا ناشی از آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی در زمان برداشت و حمل‌ونقل.

ث- نگهداری سیر در حالت خواب برای بهبود عمر انباری آن (بیات، ۱۳۹۸).

۳-۳- روش‌های التیام‌دهی

روش‌های التیام‌دهی پس از برداشت سیر به شرایط آب‌وهوایی بستگی دارد.

در نواحی بدون بارندگی و دارای دورهٔ کوتاه‌مدت گرما، سیر در مزرعه التیام‌دهی و بسته‌بندی می‌شود (بیات، ۱۳۹۵ الف). در این مناطق می‌توان به بهترین وجه در مکانی سایه و خارج از مزرعه از رطوبت اضافی سیر نیز کم کرد. در مناطق مرطوب و معتدل که رطوبت هوا در زمان برداشت بالاست یا احتمال بارندگی وجود دارد، سیر به مکانی سرپوشیده مانند انبار یا تونل پلاستیکی منتقل و به کمک هوادهی با دمنده‌ها خشک می‌شود.

التیام‌دهی سیر برای تولید محصولی با کیفیت بالا ضروری است (بروستر[1]، ۲۰۰۸). بر این اساس، سیر به دو روش طبیعی (تحت کنترل شرایط محیطی) یا مصنوعی (با هوادهی) التیام‌دهی می‌شود که در زیر شرح داده شده‌اند.

۳-۳-۱- التیام‌دهی طبیعی

الف- التیام‌دهی طبیعی سیر در مزرعه

در مناطق بدون بارندگی با دورهٔ کوتاه گرما، محصول سیر پس از رسیدگی و قطع آبیاری مزرعه به‌مدت ۳۰ تا ۴۰ روز در مزرعه باقی می‌ماند و پس از خشک شدن کامل برگ‌ها و پوسته‌ها برداشت می‌شود. در بیشتر مناطق کشت سیر سفید در ایران، التیام‌دهی

1. Brewster

به این روش است. در برخی مناطق، بوته‌های سیر پس از قطع آبیاری از خاک خارج می‌شوند و در همان محل به‌صورت توده‌ای کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و اطراف آنها خاک داده می‌شود تا خشک شوند (شکل ۳-۱- الف و ب).

الف

ب

شکل ۳-۱- جمع‌کردن بوته‌های سیر در مزرعه (الف) و پوشاندن آنها زیر خاک خشک (ب) (عکس‌ها از نگارنده)

در روش دیگر که در ایران کمتر معمول است، بوته‌های سیر پس از برداشت به‌صورت ردیفی در مزرعه قرار داده می‌شوند و با پوشاندن آنها در زیر باقی‌ماندهٔ برگ‌ها، از مجاورت در برابر نور مستقیم خورشید محافظت می‌شوند (بیات، ۱۳۹۷ الف)، (شکل ۳-۲- الف و ب). از آنجا که در این روش سیر پس از ۲ تا ۳ هفته از مزرعه خارج می‌شود، خطر رشد قارچ‌ها و ایجاد لکه‌های سیاه‌رنگ بر سطح پوسته بیرونی سوخ وجود دارد.

الف

ب

شکل ۳-۲- قرار دادن ردیفی بوته‌های سیر برای التیام‌دهی (الف) و خارج کردن سیر از خاک و پوشاندن سوخ‌ها در زیر برگ‌ها (ب) (عکس الف از اینترنت و عکس ب از /www.theproducenerd.com/2017/07/garlic-harvest-packing)

التیام‌دهی سیر در مزرعه از همهٔ روش‌ها ارزان‌تر است و تنها مزیت آن محسوب می‌شود، ولی این روش التیام‌دهی معایب زیر را دارد.

الف- طولانی بودن مدت زمان التیام‌دهی. برای خارج کردن رطوبت اضافی سیر سفید در مزرعه و در شرایط آب‌وهوایی معتدل و خشک، دست‌کم ۳۰ تا ۴۰ روز زمان نیاز دارد.

ب- افزایش احتمال شیوع عوامل خسارت‌زا. تأخیر در برداشت سیر از مزرعه به برخی آفات و عوامل بیماری‌زا فرصت داده می‌شود تا به محصول خسارت بزنند یا همراه آن به انبار منتقل شوند (مالمیر، ۱۳۸۷؛ بیات، ۱۳۸۷).

پ- افزایش آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی. در التیام‌دهی مزرعه‌ای، به‌دلیل باقی‌ماندن سیر در مزرعه و همزمان با کاهش رطوبت خاک، پوسته‌های بیرونی سریع‌تر از پوسته‌های درونی رطوبت خود را از دست می‌دهند و طی مراحل حمل‌ونقل و جابه‌جایی، مستعد شکستگی و آسیب‌دیدگی می‌شوند (شکل ۲-۵)، (بیات و رضوانی[1]، ۲۰۱۲).

ت- احتمال تیره‌شدن یا سیاه‌شدن رنگ پوسته‌های بیرونی. این مشکل به‌دلیل آسیب‌دیدگی‌های ناشی از گرما، بارندگی‌های نابهنگام یا رشد قارچ‌ها به وجود می‌آید (شکل ۳-۳).

شکل ۳-۳ – رشد کپک روی پوسته‌های بیرونی به دلیل التیام‌دهی نامناسب (عکس از نگارنده)

ب- التیام‌دهی طبیعی سیر در خارج از مزرعه

در این روش التیام‌دهی، سیر سفید ۸ تا ۱۰ روز پس از قطع آبیاری و همزمان با زرد شدن نوک جوان‌ترین برگ‌ها و فراهم شدن امکان ورود نیروی انسانی یا ماشین به مزرعه برداشت می‌شود (بیات و نصرتی، ۱۳۸۸). در این زمان، مقدار رطوبت سوخ سیر در حدی

1. Bayat & Rezvani

است که به طور قطع نیاز به خشک شدن دارد (بیات، ۱۳۹۸)، وگرنه پس از ۵۰ روز نگهداری در انبار قارچها روی پوسته‌ها و قسمت میانی سوخ‌ها رشد می‌کند (شکل ۳-۳)، (یانگ و لی[1]، ۲۰۰۰).

سیر پس از برداشت در مکانی سایه و تحت کنترل شرایط محیطی با تهویهٔ کافی التیام‌دهی می‌شود تا از تجمع رطوبت اطراف سوخ‌ها جلوگیری شود. بنابراین، می‌توان بوته‌ها را با برگ به‌صورت ۵ تا ۱۰ تایی دسته‌دسته کرد و برای خشک شدن، در وضعیت افقی (خوابیده) روی طبقاتی با کف مشبک قرار داد یا آنها را به‌صورت عمودی آویزان کرد (شکل ۳-۴- الف و ب).

در روش دیگر، پس از بریدن برگ‌های سیر از ۲ تا ۳ سانتی‌متری بالای گردن، سیر را روی طبقات مشبک به‌شکلی قرار می‌دهند که ساقه‌های برخی از آنها به سمت بالا و برخی به سمت پایین باشند (شکل ۳-۴- پ)، (بیات، ۱۳۹۸). جهت قرارگرفتن ساقه‌ها به سمت پایین یا بالا اثری بر سرعت خروج رطوبت ندارد، ولی برای التیام‌دهی به فضای کمتری نیاز خواهد بود.

سوخ‌ها باید از مجاورت در برابر نور مستقیم خورشید محافظت شوند، زیرا بافت‌های پوسته بیرونی بر اثر آفتاب سوختگی از بین می‌روند و شکل ظاهری آنها نامناسب می‌شود (شکل ۲-۵- پ)، یا قسمتی از حبه‌ها سبزرنگ می‌شود (شکل ۳- ۵).

1. Yang & Lee

الف

پ ب

شکل ۳-٤- التیام‌دهی طبیعی سیر خارج از مزرعه، با برگ و به شکل افقی یا عمودی (الف و ب)، بدون برگ (پ) (عکس‌های الف و پ از اینترنت و عکس ب از نگارنده)

شکل ۳- ۵- سبز شدن رنگ حبه‌های سیر بر اثر قرار گرفتن سوخ‌ها در برابر نور خورشید (عکس از نگارنده)

مزایای التیام‌دهی طبیعی خارج از مزرعه نسبت به روش مزرعه‌ای عبارت است از:

الف- کوتاه‌تر بودن دورهٔ خشک شدن طبیعی خارج از مزرعه یکی از مزایای این روش است که امکان آماده‌سازی و عرضهٔ سریع‌تر محصول را به بازار فراهم می‌کند. از زمان قطع آبیاری سیر، روش التیام‌دهی در مزرعه ۴۲ تا ۴۵ روز و روش التیام‌دهی طبیعی خارج از مزرعه ۲۷ تا ۳۳ روز طول می‌کشد (بیات، ۱۳۹۸).

ب- در التیام‌دهی طبیعی خارج از مزرعه، به دلیل برداشت زودتر سیر و خشک شدن آن در بیرون از مزرعه، پوسته‌های بیرونی پیش از برداشت، تغییرات رنگ ناشی از مجاورت با دمای بالا در خاک یا رطوبت و بارندگی‌های احتمالی (شکل ۳-۳) را متحمل نمی‌شوند.

پ- پوسته‌های بیرونی سیر در زمان برداشت دست کم ۶۰ تا ۷۰ درصد رطوبت دارند و قابلیت انعطاف پوسته‌ها در این مقادیر رطوبتی، شکستگی و آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی آنها را در مرحلهٔ جابه‌جایی و حمل‌ونقل تا حد زیادی کاهش می‌دهد (بیات، ۱۳۹۷ ب).

ت) روش التیام‌دهی طبیعی سیر در خارج از مزرعه روش ارزانی است، زیرا نیاز به صرف انرژی اضافی ندارد. این روش با امکانات اولیه شامل مکانی سایه‌دار با تهویهٔ کافی و نیز طبقاتی با کف مشبک قابل اجراست.

معایب التیام‌دهی طبیعی خارج از مزرعه از این قرار است:

الف) این روش التیام‌دهی سیر زمان‌بر است.

ب) مدیریت این روش در حجم زیاد تولید و مزرعه‌هایی با سطح زیر کشت بالا دشوار است.

۳-۳-۲- التیام‌دهی مصنوعی

این نوع التیام‌دهی را به این دلیل "مصنوعی" می‌گویند که رطوبت اضافی سوخ‌های سیر با هوادهی و بدون گرم‌کردن یا با هوای گرم خارج می‌شود، ولی در التیام‌دهی طبیعی سیر (مزرعه‌ای و خارج از مزرعه)، خارج کردن رطوبت اضافی تحت کنترل شرایط محیطی است.

التیام‌دهی مصنوعی برای مدیریت التیام‌دهی سیر در مزارعی با سطح زیر کشت بالا (بیش از یک هکتار) مناسب‌تر است که تولیدکننده در زمان برداشت با حجم زیادی سیر (بیش از ۱۶ تا ۲۰ تن سیر برای هر هکتار) روبه‌رو است. در این حالت کشاورز سیرکار یا باید با روش مصنوعی سیر را التیام‌دهی کند یا باید محصول خود را دیرتر برداشت کند تا رطوبت اضافی سوخ‌ها به‌طور طبیعی خارج شود (بیات، ۱۳۹۷ الف). التیام‌دهی مصنوعی سیر به شاخص‌هایی مانند مرحلهٔ رسیدگی، ضخامت توده و مدت زمان اجرای آن بستگی دارد. برای التیام‌دهی مصنوعی سیر مرحله‌های زیر به‌ترتیب اعمال می‌شوند که عبارت اند از:

الف- تمیزکردن

در این مرحله، پس از برداشت سیر برگ‌های آن از ۲ تا ۳ سانتی‌متری بالای گردن برش داده می‌شوند و به همراه اجزای اضافی محصول شامل پوسته‌های جدا شده، خاک و سنگ دور ریخته خواهند شد. با بریده شدن برگ‌ها از ورود بسیاری از حشرات و آلودگی‌ها به فضای انبار جلوگیری می‌شود. ساقه، خاک و پوسته‌های جدا شده با توجه به رطوبت آنها، به طور معمول ۷ تا ۹ درصد وزن محصول را تشکیل می‌دهند (بیات، ۱۳۹۵ ب). بریدن ریشه‌ها در این مرحله ضرورت کمتری دارد، زیرا زمان‌بر است و بخشی از محصول که به مصرف بذر می‌رسد، نیازی به حذف ریشه ندارد، فقط خاک چسبیده به آنها باید جدا شود (بیات، ۱۳۹۷ الف). جدا کردن ناخالصی‌ها در التیام‌دهی مهم است، زیرا وجود آنها از برقرار شدن جریان یکنواخت هوا در کل تودهٔ سیر جلوگیری می‌کند. با این موانع، احتمال خشک نشدن بخشی از محصول و نرم شدن ناحیهٔ گردن سیر وجود دارد. از سوی دیگر، در محل تجمع رطوبت احتمال فعالیت کپک‌ها و پوسیدگی محصول وجود دارد (بروستر، ۲۰۰۸). بسته به مدیریت مزرعهٔ سیر، سوخ‌ها در مزرعه یا خارج از مزرعه تمیز می‌شوند.

ب- خشک‌شدن محل برش ساقه‌ها

التیام‌دهی مصنوعی بهتر است ۴۸ ساعت پس از سرزنی سوخ‌ها و جداکردن برگ‌ها صورت گیرد، تا محل برش ساقه‌ها و ریشه‌ها خشک شود و از آلودگی گردن سیر تا حد زیادی جلوگیری کند.

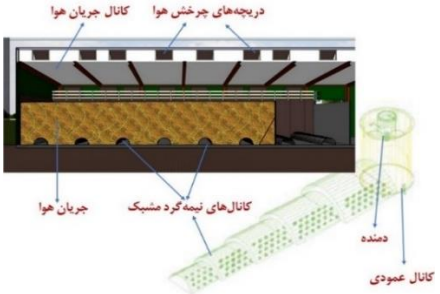
پ- انتقال به انبار مناسب

انبار مناسب برای التیام‌دهی مصنوعی باید مجهز به دمنده‌ای متناسب با حجم انبار باشد و کف انبار نیز کانال‌هایی با سطح مشبک داشته باشد تا دمنده‌ها بتوانند هوا را از بین تودهٔ محصول به‌طور یکنواخت عبور دهند. با تهویهٔ اجباری، هوا از لابه‌لای توده‌های سیر عبور داده می‌شود تا رطوبت مازاد پوسته‌های بیرونی و درونی سوخ‌ها خارج شود (بیات، ۱۳۸۷).

برای توزیع یکنواخت هوا در تودهٔ سیر دو راهکار زیر وجود دارد.

راهکار اول استفاده از کانال‌های نیمه‌گرد است. این کانال‌ها چندقسمتی هستند و به‌خوبی به یکدیگر متصل می‌شوند، روی کانال‌ها سوراخ‌هایی وجود دارد که سبب توزیع بهینهٔ هوا با کمترین افت فشار هوا می‌شوند. سطح کانال‌ها به سمت داخل سوراخ شده‌است تا لبه‌های تیز به سمت بیرون نباشند و به سوخ‌ها آسیب نرسانند. سطح کانال نیز برای ایجاد استحکام و مقاومت در برابر فشار محصول موجدار است و به‌دلیل باریک‌شدن تدریجی کانال، توزیع هوا در کل تودهٔ محصول یکنواخت می‌شود (شکل ۳-۶). نصب این کانال‌ها آسان است، کانال‌ها در پایان کار به‌راحتی تمیز می‌شوند (بی‌نام[1]، ۲۰۲۰).

1. Anonymous



شکل ۳-٦- التیام‌دهی مصنوعی تودهٔ سیر با هوادهی از کف انبار با کانال‌های نیمه‌گرد (http://uk.agratechniek.nl)

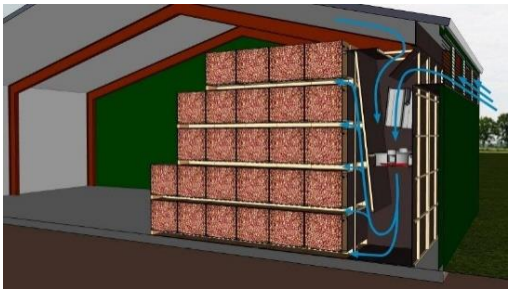
راهکار دوم استفاده از انبار با کف مشبک است. در این راهکار تودهٔ سیر در انباری با کانال‌های زیرزمینی مشبک (شکل ۳-۷- الف) یا کف کامل مشبک (شکل ۳-۷- ب) هوادهی می‌شود (بی‌نام، ۲۰۲۰). کف کامل مشبک باعث توزیع یکنواخت‌تر هوا درون تودهٔ سیر می‌شود، زیرا تهویه در کل سطح خواهد بود، ولی این سیستم، نسبت به انواع دیگر کانال‌های هوادهی، به سرمایه‌گذاری بسیار بیشتری نیاز دارد (بی‌نام، ۲۰۲۰).

الف

ب

شکل ۳-۷- التیام‌دهی مصنوعی تودهٔ سیر با هوادهی از کف انبار با کانال‌های زیرزمینی (الف) و کف کامل مشبک (ب) (عکس‌ها از http://uk.agratechniek.nl)

در روش التیام‌دهی توده‌ای، بسته‌های محصول تا ارتفاع ۴-۳٫۵ متر روی یکدیگر قرار داده می‌شوند. برای توزیع یکنواخت هوا، ارتفاع بسته‌های محصول در کل توده باید یکنواخت باشد، ولی التیام‌دهی توده‌ای ممکن است سبب جداشدن پوسته‌ها پس از خشک‌شدن آنها، به‌ویژه در لایه‌های زیرین شود. بنابراین، می‌توان محصول را پس از بسته‌بندی در جعبه التیام‌دهی کرد. در روش التیام‌دهی توده‌ای، نسبت به التیام‌دهی در جعبه، مقدار محصول بیشتری را در هر متر مربع می‌توان خشک کرد و التیام‌دهی در جعبه هزینهٔ بالاتری نیاز دارد (شکل ۳-۸)، (بی‌نام، ۲۰۲۰).



شکل ۳-۸- التیام‌دهی با هوادهی جعبه‌های سیر
(عکس از http://uk.agratechniek.nl)

۳-٤- روش‌های التیام‌دهی مصنوعی

التیام‌دهی مصنوعی به دو روش بدون گرم گردن هوا یا با هوای گرم اجرا می‌شود.

۳-٤-۱- التیام‌دهی بدون گرم‌کردن هوا

هوای بیرون انبار با دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۲۵ تا ۳۵ درصد از بین توده‌ها با دبی ۴۲۵ متر مکعب بر ساعت به‌ازای هر تن محصول عبور داده می‌شود تا رطوبت سطحی به سرعت خارج و گردن سیر خشک شود (شکل ۳-۶). در این شرایط، از ایجاد لکه‌های رنگی روی سطح بیرونی پوسته‌ها و پوسیدگی محصول جلوگیری می‌شود (بروستر، ۲۰۰۸).

۳-٤-۲- التیام‌دهی با هوای گرم

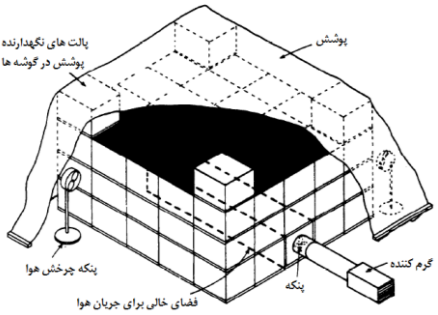
التیام‌دهی مصنوعی با استفاده از هوای گرم کامل‌تر و مدت زمان خروج رطوبت نیز کوتاه‌تر است. تجهیزات این روش مشابه تجهیزات التیام‌دهی بدون گرم‌کردن هوا است. هوای گرم با دمای ۳۷ تا ۳۸ درجه سلسیوس برای التیام‌دهی سیر کفایت می‌کند. دمنده نیز باید هوایی به اندازه ۲ تا ۳٫۳۵ متر مکعب در دقیقه به ازای هر تن محصول (معادل ۱۲۰ تا ۲۰۱ متر مکعب بر ساعت به‌ازای تن محصول) فراهم کند.

در هر دو روش التیام‌دهی با هوای گرم یا بدون هوای گرم در انتخاب دمنده‌ها باید دقت شود تا سرعت هوا برای خروج رطوبت از محصول کافی و با کمترین افت انرژی همراه باشد و بتوانند با حداکثر ظرفیت خود کار کنند.

اگر سرعت هوا برای خروج رطوبت از بین تودهٔ محصول کافی نباشد، رطوبت در قسمت‌های میانی آن جمع می‌شود و سبب نرم شدن گردن سوخ‌ها و سیاه شدن پوسته‌های بیرونی و درونی می‌شود (شکل ۳-۳)، (بیات، ۱۳۸۷).

التیام‌دهی مصنوعی همیشه به انبار اختصاصی نیاز ندارد، در صورت مناسب بودن شرایط آب‌وهوایی از نظر دما و رطوبت نسبی، می‌توان از روش‌های ارزان‌تری نیز استفاده کرد. برای مثال، در کنار مزرعه، جعبه‌های سیر با ارتفاع متناسب با دمنده، در کنار یکدیگر قرار می‌گیرد و روی آنها با پارچهٔ برزنتی پوشانده می‌شود و هوا به کمک دمنده‌ها از لابه‌لای فضای خالی جعبه‌ها و مرکز آنها عبور می‌کند. دمیدن هوای خشک از یک طرف و عبور آن از لابه‌لای محصول، سبب خروج رطوبت از سمت دیگر توده می‌شود (شکل ۳-۹)، (کیتینوجا و کادر[1]، ۲۰۰۲).

1. Kitinoja & Kader



شکل ۳-۹- التیام‌دهی مصنوعی سیر با استفاده از پوشش یا چادر (کیتینوجا و کادر، ۲۰۰۲)

۳-٤-۳- التیام‌دهی تونلی

در این روش التیام‌دهی، از گلخانه به عنوان محفظه‌ای برای خشک‌کردن سیر استفاده می‌شود که در آن سوخ‌ها با برگ‌های سبز یا پس از جدا کردن برگ‌ها روی طبقاتی با کف مشبک قرار می‌گیرند (شکل ۳-۱۰). جدا کردن برگ‌های سوخ سیر پیش از التیام‌دهی فضای مورد نیاز را برای خشک کردن کاهش می‌دهد. با ایجاد محیطی گرم و خشک درون گلخانه می‌توان رطوبت مازاد سیر را در دمای کمتر از ۴۳ درجه سلسیوس بدون آسیب‌دیدگی سوخ‌ها به‌صورت سریع و مؤثر خارج کرد. علاوه بر این، یک تا دو لایهٔ سایبان برای محافظت کافی از سوخ‌های سیر ضروری است تا از آسیب‌دیدگی‌های ناشی از نور مستقیم خورشید جلوگیری کند. سیر را پس از اتمام التیام‌دهی از گلخانه خارج می‌کنند (استوارت[1]، ۲۰۱۵).

از انرژی خورشیدی فقط در روز اول، زمانی که محصول تازه مقدار زیادی رطوبت دارد، به‌طور کامل استفاده می‌شود. طی روزهای بعد، از مقدار رطوبت محصول و تبخیر آب کاسته می‌شود و بازده حرارتی سیستم کاهش می‌یابد (استوارت، ۲۰۱۵).

استفاده از دمنده‌ها درون تونل‌های بلند جریان هوا، دما و رطوبت را بین طبقات خشک‌کن یکنواخت می‌کند. دستگاه‌های رطوبت‌زدا در شب یا هر زمانی که تونل‌های بلند به‌دلیل بسته بودن دریچه‌ها بدون تهویه باشند، سودمند هستند. بدون بستن دریچه‌های

1. Stewart

تهویه (که از ورود رطوبت از محیط پیرامونی به درون گلخانه جلوگیری کند) و دستگاه‌های رطوبت‌زدا، رطوبت نسبی داخل گلخانه می‌تواند به ۱۰۰ درصد هم برسد که سبب معکوس شدن فرایند التیام‌دهی سیر می‌شود (استوارت، ۲۰۱۵).

شکل ۳-۱۰- التیام‌دهی تونلی سیر (استوارت، ۲۰۱۵)

۳-۵- مشکلات دمای بالا در التیام‌دهی

بالارفتن دما طی التیام‌دهی مصنوعی، به‌ویژه التیام‌دهی با هوای گرم، سبب آسیب‌دیدگی‌های زیر می‌شود.

۳-۵-۱- مومی‌شدن حبه‌ها

مومی شدن[1] (نباتی شدن) حبه‌ها اختلالی فیزیولوژیکی است که سبب نرم و چسبناک (مومی) شدن حبه‌ها می‌شود و رنگ آنها تغییر می‌کند. حبه‌های مومی یا نباتی بازارپسند نیستند و در صورت نگهداری نیز به‌سرعت خشک و چروکیده می‌شوند (شکل ۳-۱۱). مومی شدن حبه‌ها در مراحل پایانی رشد سیر و اغلب به‌دلیل مجاورت با دوره‌هایی از دمای بالا در نزدیکی زمان برداشت طی التیام‌دهی مزرعه‌ای رخ می‌دهد. در التیام‌دهی مصنوعی نیز اگر

1. Waxy breakdown

دما بالاتر از ۴۳ درجه سلسیوس برسد، مومی‌شدن مشاهده خواهد شد (بویت[1] و همکاران، ۱۹۹۲).

الف **ب**

شکل ۳- ۱۱- مومی‌شدن بافت حبه‌ها (الف) و خشک و قهوه‌ای شدن حبه‌های مومی طی نگهداری در انبار (ب) (عکس‌ها از نگارنده)

۳-۵-۲- سبزشدن رنگ پوسته‌ها

استفاده از دماهای بالا برای خشک شدن سیر در حالی که پوسته‌ها و گردن سوخ سیر مرطوب است، سبب سبز شدن رنگ پوسته‌ها می‌شود (شکل ۳-۱۲) (بیات، ۱۳۹۷ الف).

شکل ۳-۱۲- سبز شدن رنگ پوسته‌های سوخ سیر در التیام‌دهی مصنوعی و دمای بالاتر از ۴۳ درجه سلسیوس (عکس از نگارنده)

۳-۵-۳- کوتاه شدن عمر انباری

1. Boyette

دماهای بالا برای التیام‌دهی سیر، به‌ویژه زمانی که به‌طور کامل رسیده نباشند، عمر انباری محصول را کوتاه می‌کند و سبب افت وزنی و خشک و چروکیده شدن سیرچه‌ها می‌شود (شکل ۳-۱۳).

شکل ۳-۱۳- خشک شدن سیرچه‌ها در التیام‌دهی مصنوعی (سمت چپ) در مقایسه با التیام‌دهی طبیعی (سمت راست) طی نگهداری در انبار (عکس از نگارنده)

۳-٦- مقدار رطوبت خارج شده طی التیام‌دهی

درصد رطوبتی که طی التیام‌دهی از سوخ سیر خارج می‌شود، به‌عنوان افت وزنی در نظر گرفته می‌شود. افت وزنی به مقدار رطوبت اولیهٔ سیر، دما و سرعت هوا بستگی دارد. (بیات، ۱۳۹۵ ب).

افت وزنی برای سوخ‌های سیری که رطوبت پوسته‌های بیرونی آنها بین ۷۲ تا ۷۸ درصد باشد، برای سوخ‌های کوچک ۱۷ تا ۱۹ درصد، برای سوخ‌های متوسط ۲۲ تا ۲۴ درصد و برای سوخ‌های بزرگ ۲۵ تا ۲۸ درصد است. برای این مقدار افت وزنی، مدت زمان التیام‌دهی مصنوعی سوخ‌ها بدون گرم‌کردن هوا ۱۳ تا ۱۵ روز و در التیام‌دهی سیر با گرم‌کردن هوا ۱۱ تا ۱۴ روز است (بیات، ۱۳۹۵ ب).

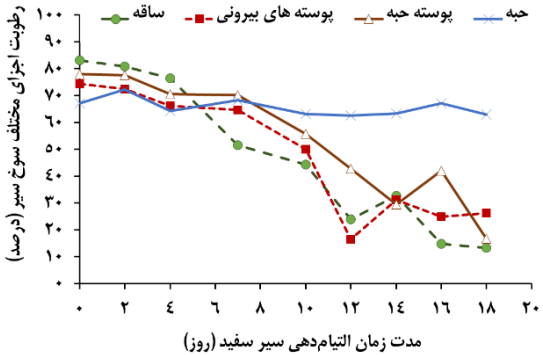
۳-۷- نقطهٔ بهینهٔ پایان التیام‌دهی

پس از التیام‌دهی مصنوعی، محصول برای ۳ تا ۴ روز تحت همان شرایط باقی می‌ماند تا رطوبت قسمت‌های مختلف سوخ به‌تعادل برسد.

با نشانه‌های زیر نقطهٔ پایان التیام‌دهی سیر قابل تشخیص است.

الف- رطوبت پوسته‌ها و گردن سیر: رسیدن رطوبت سیر به حد ثابت، نقطهٔ پایان التیام‌دهی سوخ‌های سیر است. رطوبت حبهٔ سوخ طی التیام‌دهی به‌نسبت ثابت است به‌طوری که مقدار کاهش رطوبت آن ۱ تا ۲ درصد است، ولی مقدار رطوبت پوسته‌های بیرونی، درونی و نیز ساقه (گردن) سیر در مدت التیام‌دهی کاهش می‌یابد. رطوبت پوسته‌ها به ۲±۲۰ درصد و رطوبت ساقه و گردن سیر به ۴±۱۵ درصد می‌رسد (شکل ۳-۱۴) که در این حالت پوسته‌های بیرونی سوخ‌ها صدای خش‌خش[1] می‌دهند.

اندازهٔ رطوبت پوسته‌ها یا ساقه و گردن سیر، بیش از اندازهٔ رطوبت حبه‌ها می‌تواند به عنوان معیاری برای تعیین نقطهٔ متوقف کردن التیام‌دهی طبیعی خارج از مزرعه یا مصنوعی (با هوای گرم و بدون گرم‌کردن هوا) در نظر گرفته شود (بیات و نصرتی، ۱۳۸۸).



شکل ۳-۱٤- تغییرات رطوبت اجزای مختلف سوخ سیر طی التیام‌دهی (بیات و نصرتی، ۱۳۸۸)

ب- ضخامت گردن سوخ: با کاهش رطوبت پوسته‌ها، گردن سیر نیز بسته می‌شود به‌طوری که ضخامت گردن پس از اتمام التیام‌دهی به میانگین ۰/۵ ± ۶ میلی‌متر می‌رسد.

1. Rustle

در این هنگام گردن سیر زمانی که بین دو انگشت فشرده می‌شود، پیچیده نمی‌شود و به‌آسانی جدا می‌شود (شکل۳-۱۵)، (بیات، ۱۳۸۷).

الف **ب**

شکل ۳-۱۵- جدا نشدن ساقه سیر سبز (الف) و جدا شدن آسان ساقه سیر خشک (ب) پس از پیچاندن (عکس‌ها از نگارنده)

پس از التیام‌دهی، هوا در فضای درونی انبار در مدار بسته‌ای ۲۰ تا ۳۰ بار در هر ساعت چرخش داده می‌شود تا رطوبت نسبی را در کمتر از ۷۵ درصد نگه دارد. در صورت نیاز به نگهداری سیر در این انبار، دمای توده به‌سرعت و با استفاده از هوای سرد بیرون، به‌ویژه در شب پایین آورده می‌شود. ولی پیش از شکسته شدن خواب سیر بهتر است این محصول در مکانی سرد با دمای بالاتر از نقطهٔ انجماد خود نگهداری شود.

۳-۸- مقایسه روش‌های التیام‌دهی مصنوعی با التیام‌دهی مزرعه‌ای

۳-۸-۱- مزایا

الف- مدت زمان التیام‌دهی مصنوعی کوتاه‌تر از التیام‌دهی مزرعه‌ای است.

ب- دست کم ۲ تا ۴ لایهٔ پوسته روی قسمت بیرونی سوخ باقی می‌ماند (بیات، ۱۳۹۷ ب) که خود مانعی در برابر خروج رطوبت از حبه‌ها طی دورهٔ نگهداری در انبار است.

پ- افت وزنی و جوانه‌زنی سوخ‌ها طی نگهداری در انبار کاسته می‌شود و ماندگاری سیر بیشتر است (بیات، ۱۳۹۵ ب و ۱۳۹۸). التیام‌دهی مزرعه‌ای سبب افت وزنی، چروکیدگی و جوانه‌زنی فزایندهٔ سوخ‌ها طی نگهداری در انبار می‌شود.

ت- شکستگی پوسته‌ها تا حد زیادی کاهش می‌یابد و درصد سوخ‌های سالم (بدون شکستگی پوسته بیرونی) تا ۷۵ درصد افزایش می‌یابد (بیات، ۱۳۹۷ ب).

ث- در التیام‌دهی مصنوعی، رنگ پوسته‌های بیرونی سفیدتر و یکنواخت‌تر از هنگامی است که التیام‌دهی مزرعه‌ای به‌کارگرفته می‌شود.

ج- در التیام‌دهی مصنوعی، به‌ویژه التیام‌دهی با هوای گرم ۳۷ تا ۴۳ درجه سلسیوس، بخشی از آفات و تخم آنها از بین می‌رود و نیاز به ضدعفونی‌کردن و استفاده از مواد شیمیایی نیست.

۳-۸-۲- معایب

الف- روش‌های التیام‌دهی مصنوعی سیر هزینه‌بر هستند، زیرا نیاز به تجهیزات، انبار و امکانات اولیه‌ای دارند که تولید کننده باید آنها را تهیه کند، هر چند درآمد ناشی از خشک کردن مصنوعی سیر به‌دلیل کاهش تعداد کارگر در مرحلهٔ برداشت، استفاده نکردن از مواد شیمیایی برای ضدعفونی‌کردن و بهبود بازارپسندی و عمر انباری سیر، بیشتر از درآمد ناشی از التیام‌دهی مزرعه‌ای است و توجیه اقتصادی دارد (بیات، ۱۳۹۵ ب).

ب- استفاده از گرما برای خشک کردن سیر در روش التیام‌دهی مصنوعی با هوای گرم، سبب تیره‌شدن اندکِ رنگ حبه‌های سیر و تخریب و تجزیهٔ ترکیب‌های عطر و طعم‌دهنده می‌شود (بیات، ۱۳۹۸).

۳-۹- جمع‌بندی

۱- مرحلهٔ التیام‌دهی، یکی از مرحله‌های بحرانی در ایجاد تلفات پس از برداشت سیر است و در صورتی که محصول به‌اندازهٔ کافی خشک نشود، به‌علت تنفس و حملهٔ کپک‌ها تلفات انباری محصول بیشتر است.

۲- در بیشتر مناطق کشت سیر سفید، قسمت عمدهٔ التیام‌دهی پس از برداشت سیر در مزرعه می‌گذرد. در این روش، افزون‌بر طولانی بودن مدت زمان خشک کردن، آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی و احتمال انتقال آلودگی‌ها از مزرعه به انبار بیشتر می‌شود.

۳- خشک‌کردن طبیعی سیر در خارج از مزرعه نیز روش زمان‌بری است، ولی تلفات ناشی از آسیب‌دیدگی‌های فیزیکی و پوسیدگی‌ها کمتر است تا در التیام‌دهی مزرعه‌ای.

۴- التیام‌دهی مصنوعی با کنترل هوادهی، ضمن کاهش آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی محصول، مدت زمان خشک کردن سیر را کاهش می‌دهد و محصول را در کوتاه‌ترین زمان ممکن پس از رسیدگی به بازار می‌رساند. عیب این روش هزینه‌بر بودن آن است.

فصل چهارم
نگهداری سیر در انبار

٤-١- مقدمه

کیفیت سیر در خلال نگهداری در انبار بر اثر عوامل خسارت‌زا یا جوانه‌زنی و چروکیدگی آسیب می‌بیند. مدیریت مناسب شرایط نگهداری سیر ضمن کاهش تلفات انباری، امکان عرضهٔ تدریجی محصول به بازار و تعادل در قیمت آن را فراهم می‌کند. کاهش تلفات انباری سیر نیاز به شناخت این محصول و مدیریت مناسب سیستم انبارداری، توزیع و بازاررسانی آن دارد. بنابراین، بررسی عوامل اثرگذار بر عمر انباری سیر، روش‌های نگهداری آن در انبار و آشنایی با عیوبی که طی نگهداری رخ می‌دهد، هدف اصلی این فصل است.

٤-٢- عوامل اثرگذار بر عمر انباری

٤-٢-١- اکوتیپ سیر

اکوتیپ سیر از نظر گردن سفت بودن یا گردن نرم بودن بر قابلیت انبارمانی آن اثرگذار است. گروه گردن‌سفت که پوسته‌های آنها اغلب به رنگ صورتی یا قرمز روشن است، نسبت به گروه گردن‌نرم با پوست سفید، عمر انباری کوتاه‌تری دارند. بنابراین، در شرایط نگهداری و شکل بسته‌بندی یکسان، سیر صورتی به دلیل جوانه‌زنی زودتر ماندگاری کمتری نسبت به سیر سفید دارد (بیات، ۱۳۸۳).

٤-٢-٢- مدیریت مرحله‌های پیش از برداشت سیر

عوامل مهمی که در مرحله‌های پیش از برداشت سیر بر ماندگاری آن در انبار اثر دارند عبارت است از:

الف- بذر سالم و گواهی شده: با انتخاب حبه‌های (بذر) سالم و گواهی شده می‌توان از انتقال بسیاری از عوامل خسارت‌زا به مزرعه و انبار پیشگیری کرد. ضدعفونی‌کردن حبهٔ سیر پیش از کاشت از انتقال آلودگی‌های قارچی به مزرعهٔ سیر جلوگیری می‌کند.

ب- آماده‌سازی بستر بذر: آماده‌سازی مناسب مزرعه پیش از کاشت بر کیفیت سیر تولیدی اثر دارد. کاشت سیر در مزرعه‌های ضعیف و خاک‌های نامرغوب از عواملی است که سبب تولید سوخ‌های نه چندان مطلوب می‌شود که برای بازار و نگهداری در انبار مناسب نیستند.

پ- عوامل طبیعی و خسارت ناشی از آنها: عوامل طبیعی مانند سرمازدگی، تگرگ یا بارش‌های بی‌موقع سبب اُفت کیفیت سیر تولیدی و کاهش ماندگاری آنها طی نگهداری در انبار می‌شود.

ت- کاربرد نادرست کودهای شیمیایی و استفادهٔ بی‌رویه از آنها: با آزمون خاک می‌توان مقادیر بهینهٔ کودها را در زمان‌های مناسب به‌کار برد که افزون بر سلامت محصول بر عمر انباری سیر نیز اثر مثبت دارد. کاربرد بی‌رویهٔ نیتروژن می‌تواند سبب افزایش افت وزنی سیر و کاربرد مقادیر بهینهٔ پتاسیم و فسفر باعث کاهش افت وزنی آن طی نگهداری در انبار شود (مادهو[1] و همکاران، ۲۰۱۹).

ث- بهره‌وری مصرف آب آبیاری: بهره‌وری مصرف آب آبیاری در سیر به حجم آب و زمان قطع آبیاری بستگی دارد. آبیاری مزرعهٔ سیر با ۷۵ درصد نیاز آبی آن نه تنها بهره‌وری مصرف آب را افزایش می‌دهد، بلکه سبب بهبود ویژگی‌های کیفی سیر و عمر انباری آن می‌شود (رضوانی و همکاران، ۱۳۹۴).

1. Madhu

ج- خسارت ناشی از علف‌های هرز و آفات و بیماری‌ها: کنترل‌نشدن آفات و بیماری‌ها در مزرعه سبب ایجاد خسارت به محصول و انتقال آنها به انبار می‌شود که با کنترل به‌موقع آنها و روش‌های پیشگیرانه می‌توان از انتقال این آلودگی‌ها از مزرعه به انبار جلوگیری‌کرد و نیاز به روش‌های شیمیایی ضدعفونی را کاهش داد (ارجمندیان و همکاران، ۱۳۹۲).

٤-۲-۳- مدیریت مرحلهٔ برداشت و التیام‌دهی

الف- مدیریت مرحلهٔ برداشت: مدیریت این مرحله شامل زمان و روش برداشت، جابه‌جایی، حمل‌ونقل و بسته‌بندی سیر در مزرعه می‌شود که اجرای درست این روش‌ها، همان‌گونه که در فصل دوم شرح داده شد، سبب تولید سوخی با تعداد پوستهٔ بیشتر و آسیب‌دیدگی کمتر می‌شود که ویژگی‌های کمی و کیفی آن نیز طی نگهداری در انبار بهتر حفظ خواهد شد.

ب- مدیریت التیام‌دهی سیر: التیام‌دهی سیر در ماندگاری و حفظ کیفیت انباری آن بسیار مؤثر است. خشک شدن کامل سیر و بسته‌شدن گردن از ورود آفات و عوامل بیماری‌زا به درون سوخ‌ها جلوگیری می‌کند. افزون بر این، خشک شدن سیر در محیطی با دمای ۲۵ تا ۳۵ درجه سلسیوس و تهویهٔ کافی، افت وزنی، جوانه‌زنی و نرم‌شدگی گردن سوخ‌ها را طی نگهداری در انبار کاهش و بازارپسندی آنها را افزایش می‌دهد (بیات، ۱۳۹۸). تلفات انباری در سوخ‌هایی که التیام‌دهی نشوند، به‌علت پوسیدگی ناشی از کپک‌ها و تولید فزایندهٔ دی‌اکسید کربن بیشتر است (یانگ و لی[1]، ۲۰۰۰).

٤-۲-٤- ضدعفونی‌کردن سیر

پس از برداشت و التیام‌دهی سیر به منظور فراوری، نگهداری در انبار و صادرات، ضدعفونی‌کردن آن ضرورت دارد تا آلودگی با عوامل خسارت‌زا در آن دیده نشود.

1. Yang & Lee

ضدعفونی‌کردن سیر به‌ویژه در مزرعه‌هایی که سابقهٔ آلودگی به آفت دارند، ضروری است. در حال حاضر، رایج‌ترین روش شیمیایی ضدعفونی‌کردن سیر، به‌ویژه برای مبارزه با آفت کرم سیر، استفاده از سموم گازی مانند گاز فسفین یا فسفید هیدروژن با نام تجاری فستوکسین است (مالمیر، ۱۳۷۸). برای ضدعفونی‌کردن سیر، ۵ تا ۶ عدد قرص به‌ازای هر مترمکعب محصول در انبار استفاده می‌شود. مدت زمان گازدهی این قرص‌ها متناسب با دمای انبار ۵–۳ روز است (۳ روز برای دمای بالای ۲۵ درجه سلسیوس و ۵ روز برای دمای ۱۰ تا ۱۵ درجه سلسیوس). گازدهی سبب مرگ تخم، لارو و حشرهٔ بالغ کرم سیر می‌شود. این قرص‌ها برای انسان بسیار سمی هستند و هنگام استفاده از آنها باید نکات بهداشتی به‌طور کامل رعایت شود (ارجمندیان و همکاران، ۱۳۹۲).

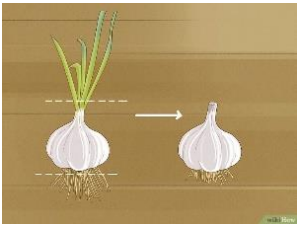
بنابراین، با روش‌هایی مانند پرتوتابی یا استفاده از گاز اُزُن می‌توان برای ضدعفونی‌کردن و از بین‌بردن عوامل بیماری‌زای سیر در مرحلهٔ پس از برداشت اقدام کرد (دسانتیس[1] و همکاران، ۲۰۲۱). در سال‌های اخیر استفاده از گاز اُزُن برای ضدعفونی‌کردن سیر را چند کشور تایید کرده‌اند و اگرچه روشی مؤثرتر از روش‌های سنتی است، ولی تا کنون برای ضدعفونی‌کردن کمتر از یک درصد از کل سیر تولیدی در دنیا به‌کار می‌رود.

٤-۲-۵- تمیزکردن و درجه‌بندی

برای رساندن سیر خشک به بازار یا انبار، باید ریشه‌ها از انتها و برگ‌ها از ۲ تا ۳ سانتی‌متری بالای گردن آن جدا شود. برگ‌ها، ریشه‌های سوخ و حبه‌های آلوده خود عامل ورود آلودگی‌ها و عوامل خسارت‌زا به درون انبار است (شکل۴–۱). در این مرحله، پوسته‌های بیرونی که در مواردی ظاهری سیاه و نامطلوب دارند، نیز جدا می‌شوند ولی تا حد امکان باید پوسته‌های بیشتری روی سوخ‌ها باقی بماند.

1. De Santis

الف



ب

شکل ٤-١- تمیز کردن سیر برای بسته‌بندی (عکس الف از اینترنت و عکس ب از WLIKIHOW.COM)

سوخ‌های سیر با دست یا با کمک ماشین درجه‌بندی می‌شوند. با غلتک‌های میله‌ای با فاصله‌های متفاوت می‌توان سوخ‌های سیر را از نظر اندازه دسته‌بندی کرد (شکل ۴-۲)، (کارسیک و پالانیموتو[1]، ۲۰۱۸). استفاده از ماشین برای تمیز کردن و درجه‌بندی سیر نیاز به نیروی انسانی و تماس دست با محصول را کمتر می‌کند. مرحلهٔ تمیزکردن و درجه‌بندی نیاز به دقت و توجه دارد تا از افتادن‌های غیرضروری سوخ‌های سیر، ساییدگی‌ها، زخم‌های ناشی از کاربرد چاقو هنگام برش و کوتاه کردن ساقهٔ سیر و نیز فشار انگشتان دست موقع جدا کردن پوسته‌هاکاسته شود و محصول دچار تلفات نشود (بیات، ۱۴۰۱).

شکل ٤-٢- غلتک‌های میله‌ای با فاصله‌های متفاوت برای دسته‌بندی سوخ‌های سیر (کارسیک و پالانیموتو، ۲۰۱۸)

1. Karthik & Palanimuthu

٦-٢-٤- بسته‌بندی

بسته‌بندی مناسب سیر نقشی حفاظتی برای این محصول دارد و از آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی ناشی از ضربه و فشار در مراحل پس از برداشت جلوگیری می‌کند (شکل‌های ۴-۳)، (بیات، ۱۳۹۷ الف). در استاندارد کدکس[1]، ویژگی‌های زیر برای بسته‌بندی سیر تعیین شده است (کدکس، ۲۰۲۰).

الف- مواد مورد استفاده برای بسته‌بندی، باید نو (دست اول) و تمیز باشد و کیفیت آن به شکلی باشد تا مانع از هر نوع آسیب‌دیدگی درونی یا بیرونی به محصول شود.

ب- مادهٔ بسته‌بندی سیر باید ویژگی‌هایی مانند کیفیت بالا، بهداشتی بودن، قابلیت تهویه و مقاوم بودن را داشته باشد تا برای جابه‌جایی و حمل‌ونقل مناسب باشد و سوخ‌ها را از آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی به خوبی محافظت کند.

پ- ظرف بسته‌بندی سیر باید فاقد بو باشد.

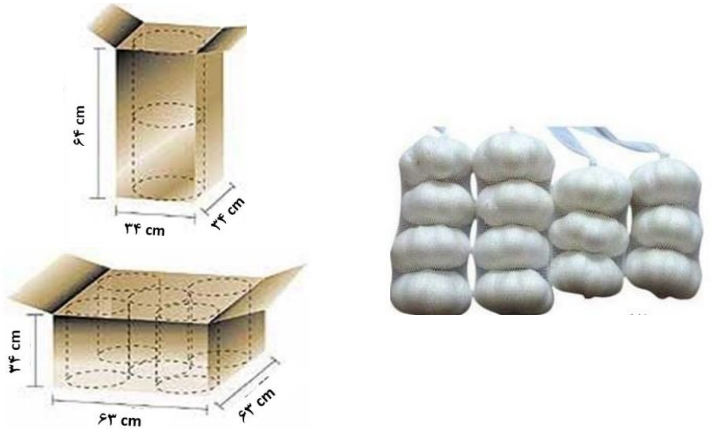
ت- استفاده از مواد به‌ویژه کاغذ یا برچسب، مطابق با مشخصات تجاری، مجاز است به شرطی که چاپ یا برچسب‌زنی با جوهر و چسب غیر سمی باشد.

ث- سازگار بودن جنس بسته‌بندی با محیط زیست نیز لحاظ شود و تا حد امکان از ماده‌ای برای بسته‌بندی سیر استفاده شود که معیارهای زیست‌محیطی برای آنها رعایت شود.

جعبه‌ها یا بسته‌های سیر نباید بیش از حد پر و متراکم باشند زیرا سبب فشردگی محصول درون آن می‌شود. بنابراین، بهتر است بیش از ۳ تا ۴ ردیف سیر درون بسته قرار نگیرد. اگر ارتفاع چیدن سوخ‌های سیر از لبه‌های جعبه بالاتر باشد، زمانی‌که جعبه‌ها روی یکدیگر چیده می‌شوند، وزن بسته‌های بالایی روی سوخ‌های زیری فشار وارد می‌کند و سبب آسیب‌دیدگی محصول می‌شود (شکل ۴-۴). بنابراین، جعبه‌ها باید به‌درستی روی هم چیده شوند و تراز باشند. جعبه‌های بسته‌بندی باید برای جریان هوا و تهویه، سوراخ‌ها و منافذی داشته باشند (شکل‌های ۴-۳ و ۴-۴). اگر بسته به اندازهٔ کافی پر نباشد، به‌طوری که سوخ‌ها

1. Codex Alimentarius

آزادانه حرکت کنند، طی جابه‌جایی و حمل‌ونقل سبب ارتعاش و ضربه به سوخ‌ها و آسیب‌دیدگی محصول می‌شود (بیات، ۱۴۰۱).



الف

ب

شکل ٤-۳- شکل‌های مختلف بسته‌بندی نهایی سیر برای عرضه به بازار، کیسه‌های توری کوچک و جعبه‌های مقوایی برای محافظت از آنها (الف)، جعبه‌های مقوایی و پلاستیکی صادراتی برای ظرفیت‌های ۵ تا ۱۰ کیلوگرم (ب) (شکل‌های الف از بیات و همکاران، ۱٤۰۱ و شکل‌های ب از

(https://www.icnplast.com , https://www.big-garlic.com/en/packaging/1/)

شکل ٤-٤- چیدمان نامناسب و پرکردن بیش از اندازهٔ سیر در جعبه‌ها (عکس‌ها از نگارنده)

٤-٣- ویژگی‌های ساختمان انبار سیر

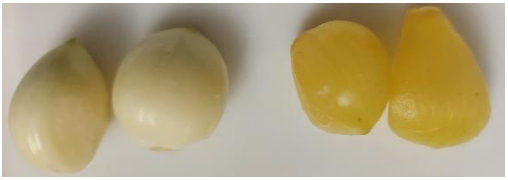
یکی از نکات مهم در نگهداری بلندمدت سیر، طراحی ساختمان انبار و عایق‌بندی مناسب آن است، به‌گونه‌ای که تبادل گرما و رطوبت بین فضای انبار و محیط آن کاهش یابد. در صورت نبود عایق‌بندی مناسب، دمای بیرون و نور خورشید (آفتاب) روی افزایش گرمای تولیدی در انبار اثر می‌گذارد.

٤-٤- شرایط محیطی مناسب برای نگهداری

الف- دما: مناسب‌ترین دما برای نگهداری سیر، دمای کمی بالاتر از دمای انجماد سیر است که سبب یخ‌زدگی محصول نشود. دمای انجماد سیر ۲- درجه سلسیوس است، بنابراین دمای مناسب برای نگهداری آن در انبار ۱- تا صفر درجه سلسیوس خواهد بود (جدول ۴-۱). با نصب دماسنج و دستگاه‌های ثبت دما در قسمت‌های مختلف انبار می‌توان از وضعیت دمای انبار طی شبانه‌روز آگاهی داشت. توزیع یکنواخت دما به‌هنگام نگهداری سیر در انبار برای جلوگیری از اختلاف دما بین قسمت‌های مختلف انبار و نشست رطوبت (چگالش[1])

1 Condensation

روی محصول اهمیت بسزایی دارد. دماهای نگهداری کمتر از ۲- درجه سلسیوس، سبب انجماد بافت حبه‌ها می‌شود که پس از خروج از انجماد نرم و کهربایی‌رنگ می‌شوند و قابلیت بازارپسندی ندارند (شکل ۴-۵). با نگهداری سیر در دماهای بالاتر نیز تلفات سیر افزایش می‌یابد، به‌طوری که نگهداری در دمای ۴ تا ۵ درجه سلسیوس جوانه‌زنی سیر و افت‌وزنی ناشی از آن افزایش می‌یابد.



شکل ٤-٥- بافت و رنگ حبه‌های سیر پس از خروج از انجماد (سمت راست) در مقایسه با حبه‌های منجمد نشده (سمت چپ) (عکس از نگارنده)

ب- رطوبت نسبی: رطوبت نسبی عاملی حیاتی در انبارداری بلندمدت سیر است و محدودهٔ مناسب آن برای نگهداری سیر در انبار سرد ۶۵ تا ۷۰ درصد است (جدول ۴-۱). مقادیر بالاتر از ۷۰ درصد برای نگهداری سیر مناسب نیست و سبب رشد کپک‌های سطحی و سیاه‌شدن پوسته‌های بیرونی و درونی سیر می‌شود. از سوی دیگر، بالا رفتن رطوبت نسبی از مقادیر یاد شده سبب سرعت بخشیدن به جوانه‌زنی و ریشه‌زنی سیر نیز می‌شود. در رطوبت نسبی کمتر از ۵۵ تا ۶۰ درصد، زمینه برای جدا شدن پوسته‌های سیر و آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی به‌وجود می‌آید. ضمن اینکه نبود لایهٔ محافظتی روی سوخ‌ها افت وزنی سیر را به‌هنگام نگهداری در انبار افزایش می‌دهد. یکنواختی رطوبت نسبی بخش‌های مختلف انبار اهمیت زیادی دارد که در قسمت تهویه به آن پرداخته می‌شود.

پ- تهویه: جابه‌جایی و چرخش منظم و مرتب هوای درون انبار سبب توزیع یکنواخت دما و رطوبت نسبی می‌شود. تهویه در محصول سیر به دو روش، تهویه با چرخش در مدار

بسته و تهویه با هوای تازه صورت می‌گیرد. به دلیل تنفس سیر به‌هنگام نگهداری، مقداری گرما، بخار آب، و اندکی گاز دی‌اکسیدکربن تولید می‌شود که باید از فضای انبار خارج شوند. سیر مقدار بسیار کمی اتیلن نیز تولید می‌کند و حساسیت خاصی به مجاورت با این گاز ندارد (کانتول و ترور[1]، ۲۰۰۲). بنابراین، تهویهٔ محصول برای خارج کردن رطوبت و گرمای تولید شده ضرورت دارد تا رطوبت نسبی انبار بین ۶۵ تا ۷۰ درصد حفظ شود. تهویهٔ ضعیف و جابه‌جا نشدن هوا به محصول سیر آسیب می‌رساند و سبب واکسی یا مومی‌شدن حبه‌ها می‌شود. در شرایط معمولی، برای تهویهٔ اجباری سیر به ازای هر متر مکعب سیر حدود ۱ متر مکعب در دقیقه هوا نیاز است تا از رشد قارچ‌ها و افت وزنی محصول جلوگیری شود (مادهو و همکاران، ۲۰۱۹).

اگر هوای گرم به درون انبار سیر وارد شود، بر اثر تماس با سطح سوخ‌ها خنک خواهد شد و دمای هوای ورودی به زیر نقطهٔ شبنم می‌رسد و سبب چگالش آب روی پوستهٔ بیرونی سیر می‌شود. همین رطوبت سبب ایجاد لکه‌های ناشی از رشد کپک روی پوستهٔ بیرونی می‌شود. بنابراین، هوادهی باید در هنگام شب یا اوایل صبح صورت گیرد.

چرخش هوای انبار در مدار بسته با سرعت ۳۰–۲۰ مرتبه در ساعت سبب یکنواختی دمای انبار سیر می‌شود و از ایجاد تلهٔ رطوبتی در گوشه‌های انبار جلوگیری می‌کند. دمندهٔ مناسب برای گردش هوا در فضای انبار نیز بر اساس حجم انبار و تعداد دفعات تعویض هوا در هر ساعت انتخاب می‌شود.

از آنجا که بوی سیر به آسانی به محصولات دیگر قابل انتقال است، بهتر است سیر به‌صورت مجزا در انبار نگهداری شود.

1. Cantwell & Trevor

جدول ٤-١- شرایط مناسب برای نگهداری سیر در انبار (موریس، ٢٠٠١)

شرایط	دامنه
دمای نگهداری در انبار (درجه سلسیوس)	١- تا صفر
دمای حمل‌ونقل و جابه‌جایی (درجه سلسیوس)	١٠
دمای انجماد سیر (درجه سلسیوس)	-٢
گرمای ویژه (کیلوژول بر کیلوگرم، درجه‌سلسیوس)	٢/٨٩
تهویهٔ جعبه‌های ١٧ کیلوگرمی (متر مکعب بردقیقه به‌ازای هر تن سیر)	۴
تهویهٔ بسته‌بندی در کیسه (متر مکعب بردقیقه به‌ازای هر تن)	٢/٥٥ تا ٢/٧٥
دفعات جابه‌جایی هوا در هر ساعت	٢٥

٤-٥- ضدعفونی‌کردن انبار

پیش از قرار دادن محصول در انبار، تمیزکردن و ضدعفونی‌کردن فضای انبار ضروری است تا آلودگی‌های باقی‌مانده از سال گذشته یا محصول پیشین، سبب خسارت نشود. پس از نظافت کامل انبار، برای ضدعفونی‌کردن آن ابتدا با قارچ‌کش‌ها سپس با محلول هیپوکلریت سدیم ١٥٠ تا ٢٠٠ قسمت در میلیون که معادل ٠/٣ لیتر سفیدکننده خانگی در ١٠٠ لیتر آب است، شسته و در پایان با فرم‌آلدئید گازدهی می‌شود.

٤-٦- خواب سیر

سیر پس از یک دوره رشد فعال، بسته به شرایط آب و هوایی، یک دوره خواب را سپری می‌کند و پس از برداشت، بلافاصله جوانه نمی‌زند. طول دورهٔ خواب سیر با تعداد روزهای پس از برداشت تا شروع جوانه‌زنی آن اندازه‌گیری می‌شود. هر چه دورهٔ خواب سیر طولانی‌تر باشد، قابلیت نگهداری آن در انبار طولانی‌تر است. با نگهداری سوخ‌های رسیدهٔ سیر در دماهای ٥ تا ١٨ درجه سلسیوس، طول دورهٔ خواب به سرعت کاهش می‌یابد (کانتول و ترور، ٢٠٠٢) ولی در شرایط دمایی بالاتر یا پایین‌تر از آن، طول دورهٔ خواب افزایش می‌یابد و به دنبال آن فعالیت‌های زیستی سیر کندتر می‌شود (بروستر، ٢٠٠٨). دمای بهینه برای جوانه‌زنی

سیر ۵ تا ۱۰ درجه سلسیوس است که حدود ۵ درجه سلسیوس پایین‌تر از دمای مناسب برای جوانه‌زنی پیاز است. مقدار تنفس سیر در دماهای ۵، ۱۰ و ۱۵ درجه سلسیوس نسبت به دماهای ۲۰ و صفر درجه سلسیوس بیشتر است (جدول ۴-۲)، (کانتول و ترور، ۲۰۰۲). با شروع جوانه‌زنی سیر، میزان تنفس آن نیز افزایش می‌یابد

جدول ٤-۲- میزان تنفس سیر (میلی‌گرم دی‌اکسید کربن آزاد شده بر کیلوگرم در هر ساعت) در دماهای مختلف (کانتول و ترور، ۲۰۰۲)

	دما (درجه سلسیوس)				
نوع سیر	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰
سوخ کامل	۴-۱۲	۸-۲۴	۱۲-۳۶	۱۴-۳۰	۱۴-۲۰
حبه بدون پوست	۲۴	۳۰-۴۰	۷۰-۱۰۰		

٤-۷- راهبردهای نگهداری سیر در انبار

٤-۷-۱- نگهداری سیر بذری

بین برداشت سیر تا کاشت آن برای سال آیندهٔ زراعی، برحسب اکوتیپ سیر، فاصلهٔ زمانی ۴ تا ۶ ماه وجود دارد. بنابراین، سوخ‌هایی که حبه‌هایشان به عنوان بذر استفاده می‌شوند، بهتر است در شرایط دمایی ۵ تا ۱۰ درجه سلسیوس نگهداری شوند تا سبب کاهش دورهٔ خواب سیر و جوانه‌زنی زودتر و یکنواخت‌تر آن هنگام کشت شود (بروستر، ۲۰۰۸).

٤-۷-۲- نگهداری کوتاه‌مدت سیر

سیر اگر برای مدت یک تا دو ماه پس از برداشت برای مصارف خوراکی راهی بازار شود، شرایط محیط با دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی کمتر از ۷۰ درصد برای نگهداری آن کفایت می‌کند (شکل ۴-۶). در این شرایط دمایی، میزان تنفس سیر کمتر از میزان تنفس آن در دمای ۵ تا ۱۵ درجه سلسیوس است. نگهداری سیر در این شرایط

نباید بیشتر از یک تا دو ماه طول بکشد، زیرا حبه‌ها دچار افت وزنی می‌شوند و بافت آنها سریع‌تر نرم، چروکیده و اسفنجی می‌شود و رنگ آنها نیز تغییر می‌کند (بیات، ۱۳۸۳).

شکل ٤-٦- نگهداری سیر در انبار غیرفنی (عکس از نگارنده)

٤-٧-٣- نگهداری میان‌مدت سیر

برای نگهداری سیر خشک به مدت ۳ تا ۴ ماه، بهتر است انبار به کانال‌هایی مجهز باشد که به کمک آنها هوای بیرون از راه کف، درون انبار پراکنده شود (شکل ۴-۷). برای داشتن سیستمی کارآمد به‌منظور نگهداری میان‌مدت سیر، باید تعداد جعبه در هر ردیف ۱۰ تا ۱۲ عدد (حدود ۱۴ متر) باشد. جعبه‌ها باید از نظر شکل یکسان و اطراف آنها نیز بسته باشند (شکل ۴-۷). این انبار مجهز به سامانه اختلاط جریان هوای بیرون و درون انبار است (بی‌نام، ۲۰۲۰) با مخلوط کردن هوای سرد دمیده شده از بیرون (در ساعات خنک‌تر شبانه روز) با هوای در حال گردش درون انبار، دمای انبار هر روز ۲ یا ۳ درجه سلسیوس کاهش داده می‌شود. اختلاط هوای گرم داخل با هوای سرد بیرون انبار، با تغییر در مقدار باز بودن دریچه و امکان تولید هوای مناسب برای تهویهٔ انبار فراهم می‌شود. هوای بیرون تا هنگامی وارد فضای انبار می‌شود که دست کم ۳ درجه سلسیوس سردتر از هوای درون انبار باشد. در

ماه‌های سرد سال، به منظور جلوگیری از آسیب‌های ناشی از انجماد و یخزدگی، هوادهی با هوای سردتر از ۲- درجه سلسیوس توصیه نمی‌شود (شکل ۴-۷).

کمبود رطوبت نسبی انبار را می‌توان با نصب مه‌پاش یا نم‌پاشی کف انبار و قرار دادن ظروف آب در مسیر کانال هوادهی تنظیم کرد. در زمان‌های افزایش رطوبت نسبی با راهکارهایی مانند جایگزینی هوای درون انبار با هوای خشک بیرون و چرخش هوای درون انبار با سرعت ۲۰ تا ۳۰ مرتبه در ساعت از چگالش رطوبت روی محصول جلوگیری می‌شود. سرعت هوای ورودی به درون انبار و رطوبت آن نیز باید کنترل شود تا رطوبت نسبی انبار طی نگهداری در محدوده ۶۵ تا ۷۰ درصد حفظ شود. در این شرایط نگهداری، سوخ‌های سیر باید به‌طور کامل خشک باشند و به‌خوبی نیز هوادهی شوند (بیات، ۱۳۸۳).

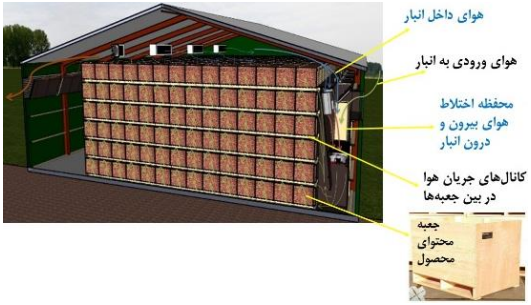
مزایای این روش برای نگهداری سیر عبارت است از:

الف- ذخیره‌سازی جداگانهٔ اکوتیپ‌های مختلف سیر و با درجه‌های مختلف از نظر کیفیت امکان‌پذیر است.

ب- سرعت جریان هوا قابل تنظیم است.

پ- امکان التیام‌دهی و نیز خنک‌کردن مؤثر سیر در این نوع سیستم وجود دارد.

ت- به دلیل زمان کار کمتر فن‌ها، در مقایسه با خنک‌کنندهٔ مکانیکی، برق کمتری نیاز است (بی‌نام، ۲۰۲۰).

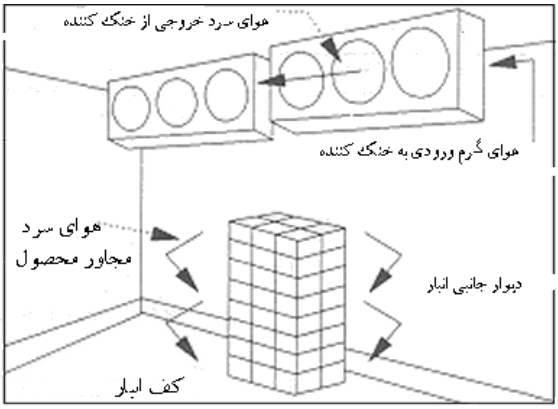


شکل ٤-۷- نگهداری سیر در انبار با تهویهٔ اجباری (عکس از http://uk.agratechniek.nl)

در صورت نبود تجهیزات لازم برای تهویهٔ هوای انبار، باید ارتفاع سیر نگهداری شده از دو لایه سوخ بیشتر نباشد یا سوخ‌ها به‌صورت ریسه‌هایی از سقف آویزان باشند تا هوا به‌آسانی در اطراف محصول گردش کند. گردش و جریان هوا در حد مناسب، به‌منظور جلوگیری از تجمع رطوبت و خروج گرمای تولید شدهٔ ناشی از تنفس ضروری است.

٤-٧-٤- نگهداری بلندمدت سیر

برای نگهداری بلندمدت (۶ تا ۹ ماه) سیر خشک، باید از انبارهای مجهز به سیستم‌های سردکننده (سردخانه) استفاده کرد (شکل ۴-۸). در این شرایط، لازم است دمای انبار نگهداری سیر بین ۱- تا صفر درجه سلسیوس و رطوبت نسبی آن بین ۶۵ تا ۷۰ درصد تنظیم شود (جدول ۴-۱).



شکل ٤-٨- تجهیزات انبار سرد برای نگهداری بلندمدت سیر
(بیات و مکارچیان، ۱۳۸۵)

هنگام استفاده از خنک‌کنندهٔ مکانیکی، هوا با استفاده از دمنده‌ها به بالای جعبه‌ها دمیده و به دیوارهٔ پشتی محفظهٔ ذخیره‌سازی هدایت می‌شود. هوا پایین می‌آید و دوباره به خنک کننده برمی‌گردد و پس از خنک شدن به فضای انبار وارد می‌شود.

شرایط لازم برای داشتن سیستم خنک کنندهٔ کارآمد عبارت است از:

الف- بالای جعبه‌ها فضای کافی حدود ۱/۵ تا ۱/۸ متر برای جریان هوا وجود داشته باشد.

ب- دیوارها و سقف برای حرکت بدون وقفهٔ هوا صاف باشند.

پ- فاصلهٔ بین ردیف جعبه‌ها در سراسر انبار یکسان و حدود ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر باشد.

ت- برای جلوگیری از ایجاد نوسان در سرعت فن، الکتریسیته سیستم خنک‌کننده باید ولتاژ پایداری داشته باشد.

از دست دادن کنترل انبار سرد، افزایش رطوبت و نمناک شدن فضای درون انبار را به‌دنبال دارد و تلفات سیر را به شدت افزایش می‌دهد (کانتول و ترور، ۲۰۰۲).

سیر، در دمای نگهداری ۱- درجه سلسیوس، متحمل آسیب‌های ناشی از سرما[1] نمی‌شود بلکه سرعت تنفس آن کاهش می‌یابد و جوانه‌زدن به عقب می‌افتد. هر چند فعالیت تنفسی سیر در انبار سرد به کمترین حد خود می‌رسد، ولی باز هم جلوگیری از رشد جوانه‌ها مشکل است.

مزایای استفاده از سردکنندهٔ مکانیکی برای نگهداری سیر عبارت است از:

الف- امکان خنک شدن سریع محصول تا دمای تنظیم شده وجود دارد.

ب- ذخیره‌کردن طولانی‌مدت سیر تا حدود ۸ ماه میسر است.

پ- شرایط محیطی انبار مستقل از شرایط آب و هوایی است.

ت- برای ذخیره‌سازی بهینهٔ اکوتیپ‌هایی از سیر مناسب است که به سرعت جوانه می‌زنند.

ث- از آنجا که دمای انبار به‌آرامی کاهش داده می‌شود، تلفات انباری نیز کاهش می‌یابد.

اثر شرایط مختلف دما و رطوبت نسبی بر نگهداری سوخ‌های سیر در جدول ۴-۳ به‌صورت خلاصه آورده شده است.

1. Chilling sensivity

جدول ٤-٣- اثر دما و رطوبت نسبی بر نگهداری سوخ‌های سیر (مادهو و همکاران، ۲۰۱۹)

دما (درجه سلسیوس)	رطوبت نسبی (درصد)	مدت نگهداری (ماه)	ملاحظات
۰- (۱-)	۶۰-۷۰	۹	تهویهٔ کافی برای جلوگیری از تجمع رطوبت ضروری است.
۰	۶۵-۷۰	۹	با کمترین آسیب، سیر قابل نگهداری است.
۰-۲	۶۵-۷۰	۶-۹	سیر در این شرایط ۵ تا ۱۰ درصد تلفات دارد.
۱-۵	۷۵	۱۰	تلفات سیر در این شرایط دست کم ۱۲/۵ درصد است.
۵-۱۸	۶۰-۷۰		جوانه‌زنی به‌دلیل شکسته شدن سریع خواب سیر اتفاق می‌افتد.
۱۰	۶۵-۷۰		برای نگهداری سیر بذری مناسب است.
۱۰-۲۰	۶۰-۷۰		جوانه‌زنی سیر شروع می‌شود.
۱۳-۱۸	۴۰-۶۰		آفات، قارچ‌ها و عوامل بیماری‌زا در این دامنهٔ دما و رطوبت نسبی فعالیت کمتری دارند.
۲۰-۳۰		۱-۲	بافت حبه‌های سیر سفتی خود را از دست می‌دهند و به‌دلیل افت وزنی، حالت اسفنجی پیدا می‌کنند و تغییر رنگ می‌دهند.
۲۸-۳۰	۶۵-۷۰		افت رطوبت و چروکیدگی در حبه‌ها مشاهده می‌شود.

٤-۷-۵- مهار کامل جوانه‌زنی سیر و عقیم‌سازی

با کاربرد فرآیند پرتوتابی با دوزهای ۶۰ تا ۹۰ گری پرتوهای گاما، جوانه‌زنی سیر حتی بیش از نگهداری در انبار سرد مهار می‌شود و سیر تا حدود یک سال قابلیت ماندگاری خواهد داشت (مادهو و همکاران، ۲۰۱۹). بهترین زمان برای پرتوتابی سیر سفید و صورتی، ۳۰ تا ۴۵ روز پس از برداشت (بیات و ذوالفقاریه، ۱۳۹۰) یا دست کم در ۸ هفته اول نگهداری سیر در انبار است (مادهو و همکاران، ۲۰۱۹). پرتوتابی، افزون بر کنترل جوانه‌زنی سیر (شکل ۴-

۹)، فعالیت عوامل بیماری‌زا مانند قارچ‌ها را طی نگهداری در انبار کاهش می‌دهد یا از آنها جلوگیری می‌کند و می‌تواند جایگزینی برای قارچ‌کش‌ها در مرحله‌های پس از برداشت باشد (توماس[1]، ۲۰۰۱).

مقدار (دوز) پرتوتابی به شرایط بعدی نگهداری سیر بستگی دارد، در صورت نگهداری در انبار سرد با دمای ۱- تا صفر درجه سلسیوس، دوز ۵۰ گری و در صورت نگهداری در انبار غیرفنی دوز ۷۵ گری پرتو بتا برای حفظ ویژگی‌های کمی و کیفی سیر طی نگهداری کفایت می‌کند (بیات و ذوالفقاریه، ۱۳۹۰؛ بیات، ۱۳۹۴). مطالعات نشان داده است با مقادیر کمتر یعنی دوز ۲۵ گری پرتو بتا در دورهٔ خواب سیر (بیات و ذوالفقاریه، ۱۳۹۰؛ بیات، ۱۳۹۴) و دوز ۱۰ گری پرتو گاما پس از خواب سیر (پلگرینی[2] و همکاران، ۲۰۰۱) نیز جوانه‌زنی و تقسیم سلولی کاهش می‌یابد.

شکل ٤-۹- کنترل جوانه‌زنی سیر با فرآیند پرتوتابی (حبه‌های پایین تصویر) در مقایسه با حبه‌های پرتوندیده (بالای تصویر)، پس از ده ماه نگهداری در انبار (عکس از نگارنده)

٤-۸- مشکلات نگهداری سیر در انبار

نبود شرایط مناسب محیطی در انبار از نظر دما، رطوبت نسبی و تهویه مشکلاتی برای محصول نگهداری شده در انبار ایجاد می‌کند که به برخی از این موارد در بخش‌های پیشین

1. Thomas
2. Pellegrini

اشاره شد، ولی مهم‌ترین آسیب‌دیدگی‌های سیر طی نگهداری در انبار در اینجا توضیح داده می‌شود.

٤-٨-١- چروکیدگی و نرم‌شدن بافت حبه‌ها

نرم‌شدن بافت حبه‌ها و چروکیدگی آنها از عیوب رایجی هستند که طی نگهداری سیر به‌دلیل افت وزنی ناشی از تنفس و خروج رطوبت رخ می‌دهد. با هر گونه افزایش در دما و کاهش در رطوبت نسبی مناسب برای نگهداری سیر، حبه‌ها ابتدا نرم می‌شوند و با افزایش مدت نگهداری در این شرایط، بافت آنها حالت اسفنجی پیدا می‌کند و در نهایت پوک می‌شوند و افت وزنی قابل توجهی نشان می‌دهند (بیات، ۱۳۸۳). همزمان با چروکیدگی حبه‌ها، بافت آنها نیز تغییر رنگ می‌دهد و متمایل به زرد یا قهوه‌ای می‌شود (شکل ۴-۱۰).

افت وزنی در هفته اگر کمتر از ۱ درصد باشد، مقدار آن پایین به‌حساب می‌آید، اگر ۱/۴-۱/۳ درصد باشد متوسط خواهد بود، و اگر بیش از ۳/۵ درصد باشد بالاست (موریس[1]، ۲۰۰۱). شرایط نگهداری و نیز اکوتیپ سیر بر مقدار افت وزنی محصول طی نگهداری اثرگذار است، به‌طوری که افت وزنی سیر در شرایط ایده‌ال نگهداری (دمای ۱- تا صفر درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵ تا ۷۰ درصد)، دست کم ۰/۴ درصد در هفته است که آن هم به علت تنفس محصول رخ می‌دهد. در مقایسه با سیر سفید، سیر صورتی در مدت نگهداری در انبار افت وزنی بیشتری نشان می‌دهد که از دلایل مهم آن جوانه‌زنی سریع‌تر آن است (بیات، ۱۳۸۳). پرتوتابی با مهار جوانه‌زنی، افت وزنی سیر را نیز طی نگهداری در انبار کاهش می‌دهد و در نتیجه نرم شدن بافت حبه‌ها نیز کمتر می‌شود.

1. Morris

شکل ٤-١٠- چروکیدگی و نرم‌شدن بافت حبه‌ها (عکس از نگارنده)

٤-٨-٢- جوانه‌زدن و ریشه‌زنی

جوانه‌زنی از مهم‌ترین تلفات انباری سیر است که به شدت سبب کاهش کمیت و کیفیت محصول می‌شود. با افزایش مدت نگهداری، خواب سیر می‌شکند و جوانه‌زنی درونی (شکل ۴-۱۱) در سوخ‌های سیر شروع می‌شود. با افزایش مدت نگهداری، جوانه‌های درونی رشد می‌کنند و در بیرون از حبه نیز آشکار می‌شوند (شکل ۴-۱۲- الف). با آشکار شدن جوانه‌های بیرونی، بازارپسندی سیر به شدت پایین می‌آید. در صورت بالا بودن رطوبت نسبی محیط نگهداری سیر یا مرطوب بودن پالت‌هایی که محصول روی آنها قرار داده می‌شود، افزون بر جوانه‌زنی، ریشه‌زنی نیز مشاهده خواهد شد (شکل ۴-۱۲- ب). در صورت مناسب بودن شرایط محیطی از نظر رطوبت، ریشه‌زنی زودتر از جوانه‌زنی آشکار می‌شود.

شکل ٤-١١- مراحل پیشرفت جوانه‌زنی درونی حبه‌های سیر طی نگهداری در انبار (کانتول و ترور، ۲۰۰۲)

الف ب

شکل ٤-١٢- جوانه‌زنی بیرونی سوخ‌ها (الف) و جوانه‌زنی و ریشه‌زنی حبه سیر (ب) در انبار (عکس از نگارنده)

به دنبال جوانه‌زنی، تخریب و تجزیهٔ ترکیب‌های عطر و طعم‌دهنده، افت وزنی سیر و نرم‌شدن بافت حبه‌ها افزایش می‌یابد. جوانه‌زنی شکل سوخ‌های سیر را تغییر می‌دهد، زیرا پوسته‌های بیرونی را برای خارج شدن از حبه‌ها و نمایان شدن می‌شکند (شکل ۴-۱۲-الف)، در نتیجه نفوذپذیری پوسته‌ها به بخار آب و افت رطوبت افزایش می‌یابد. با ادامه یافتن جوانه‌زنی، میزان تنفس سیر نیز افزایش می‌یابد که سبب افزایش خروج گرما، دی‌اکسید کربن و بخار آب از سیر خواهد شد (بیات، ۱۳۸۳). میزان تولید گرما به دلیل فرایندهای زیستی بر حسب کیلوکالری به‌ازای هر تن در روز تقریباً معادل میزان تولید دی‌اکسید کربن بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم بر ساعت ضربدر عدد ۶۱ است (کانتول و ترور، ۲۰۰۲).

جوانه‌زنی سیر را می‌توان با پرتوتابی سیر پس از برداشت (کانتول و ترور، ۲۰۰۲) یا کاربرد ۳۰۰۰ قسمت در میلیون مالئیک‌هیدرازید، سه هفته پیش از برداشت جلوگیری کرد (مادهو و همکاران، ۲۰۱۹).

٤-٨-٣- آسیب‌دیدگی‌های ناشی از قارچ‌ها

الف- پوسیدگی ناشی از پنی‌سیلیوم

یکی از مهم‌ترین عوامل پوسیدگی سیر در انبار، قارچ پنی‌سیلیوم هیرسوتوم[1] است. حدود دو ماه پس از نگهداری بویژه در انبارهای غیرفنی ابتدا لکه‌های آبسوخته و نرم روی حبه‌ها و زیر پوسته‌های آنها ظاهر می‌شود، سپس توده‌ای از کپک پودری آبی مایل به سبز روی سطح زخم‌ها مشاهده می‌شود.

به‌دلیل وجود پوسته روی حبه، آلودگی به این قارچ در زمان درجه‌بندی سوخ یا حبه‌های بذری چندان مشخص نیست. آسیب‌دیدگی‌های مکانیکی، خراش و بریدگی‌های سیر طی برداشت و حمل‌ونقل فرصتی را برای رشد و فعالیت این قارچ روی سوخ و حبه‌های آلوده فراهم می‌کند. مراقبت‌های برداشت سیر، نگهداری آن در دمای پایین (کمتر از ۴/۵ درجه سلسیوس)، با رطوبت نسبی کم و تهویه مناسب مانع از رشد و فعالیت این قارچ می‌شود (شکل ۴-۱۳).

شکل ٤-١٣- نشانه‌های پوسیدگی حبه‌ها بر اثر قارچ پنی‌سیلیوم در انبار (بیات و همکاران، ١٤٠١)

1. *Penicillium hirsutum*

پوسیدگی ناشی از *پنی‌سیلیوم کوریمبیفروم*[1] نیز یکی دیگر از مشکلات سیر در انبار است. سوخ‌های سیر تا زمان پیشرفت پوسیدگی، نشانه‌های بیرونی کمی آشکار می‌سازند، ولی با پیشرفت بیماری، سوخ‌های آسیب‌دیده از نظر وزنی سبک می‌شوند و تک‌تک حبه‌ها نرم، اسفنجی و پودری می‌شود. در مرحلهٔ پیشرفتهٔ پوسیدگی، حبه‌ها به توده‌ای پودری سبز یا خاکستری تبدیل می‌شوند (شکل۴-۱۴). پایین‌آوردن رطوبت نسبی انبار از پیشرفت این پوسیدگی جلوگیری می‌کند (کانتول و ترور، ۲۰۰۲).

شکل ٤-١٤- پوسیدگی ناشی از *پنی‌سیلیوم کوریمبیفروم* روی پوستهٔ بیرونی سیر (کانتول و ترور، ۲۰۰۲)

ب- *پوسیدگی ناشی از آسپرژیلوس*

رطوبت بالای انبار، به‌ویژه اگر با دمای بالا نیز همراه شود، زمینه را برای فعالیت و گسترش عوامل بیماری‌زا از جمله کپک سیاه *آسپرژیلوس نایجر*[2] فراهم می‌کند که آسیب‌های ناشی از آن در انبارهای نگهداری سیر حتی مهم‌تر از جوانه‌زنی است. رطوبت نسبی انبار نگهداری سیر اگر بیش از ۷۵ درصد باشد، کپک سیاه *آسپرژیلوس نایجر* لکه‌های سیاه‌رنگ روی پوستهٔ بیرونی ایجاد می‌کند. با تداوم مجاورت سوخ‌ها با رطوبت نسبی بالا،

1. *Pencillium corymbiferum*
2. *Aspergillus niger*

رطوبت از ناحیهٔ گردن سوخ‌ها به پوسته‌های درونی نیز نفوذ می‌کند و رشد کپک سیاه مشاهده می‌شود (شکل ۴-۱۵)، (بیات و همکاران، ۱۴۰۱).

شکل ٤-١٥- رشد قارچ *آسپرژیلوس نایجر* روی پوسته‌های بیرونی و درونی سوخ بر اثر مجاورت با رطوبت نسبی بالا طی نگهداری (عکس از نگارنده)

٤-٩- مراقبت‌های ضروری پس از خروج از انبار

دمای سیر پس از خروج از انبار، به‌ویژه از انبار سرد، باید به آرامی بالا برده شود. محصول سرد پس از خروج از انبار، محیطی مناسب برای جذب رطوبت هوای محیط است و گرد و غبار و آلودگی‌ها را به سطح خود جذب می‌کند و مهم‌تر از آن سبب رشد کپک‌ها و گسترش ریززنده‌ها می‌شود. مراقبت‌ها باید چنان باشد تا از پوسته‌شدن سوخ‌ها به‌دلیل مجاورت با رطوبت نسبی پایین محیط نیز جلوگیری شود (بیات، ۱۳۸۳).

٤-١٠- جمع‌بندی

۱- مدیریت مناسب مزرعه پیش از برداشت سیر و پس از آن سبب افزایش ماندگاری سیر در انبار می‌شود.

۲- سیر در انبارهای غیرفنی، مشابه آنچه در انبارهای کشاورزان دیده می‌شود ۲ تا ۳ ماه پس از برداشت قابلیت نگهداری دارد.

۳- قابل دسترس‌ترین راه برای نگهداری طولانی مدت سیر (۶ تا ۹ ماه)، استفاده از انبارهای سرد (سردخانه) است که در آن سیر خشک با کیفیتی قابل قبول، پیش از شکسته شدن خواب آن در دمای بالاتر از نقطهٔ انجماد (دمای ۱- تا صفر درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۰ تا ۷۵ درصد) نگهداری می‌شود.

۴- روش‌های دیگر برای نگهداری طولانی مدت سیر، استفاده از مواد شیمیایی مانند مالئیک هیدرازید پیش از برداشت سیر یا پرتوتابی پس از برداشت سیر است.

منابع

آملی، ناهید (۱۳۸۴). *زراعت سیر در استان مازندران*. ساری: سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران، حوزه ترویج و نظام بهره‌برداری، نشریه ترویجی.

ارجمندیان، امیر؛ جاهدی، آژنگ؛ مالمیر، علی و گیتی، مزدشت. (۱۳۹۲). *مدیریت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز سیر. همدان:* سازمان جهاد کشاورزی استان همدان، *نشریه ترویجی*، شمارهٔ ثبت ۴۴۰۸۳.

بیات، فریبا (۱۳۸۳). اثر طول مدت و شرایط نگهداری بر افت وزنی و ویژگی‌های کیفی توده‌های سیر استان همدان. *مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی*، ۵ (۱۹)، ۴۹- ۶۲.

بیات، فریبا و مکارچیان، فریبا (۱۳۸۵). *نگهداری سیر در انبار*. همدان: مدیریت ترویج و مشارکت مردمی، سازمان جهاد کشاورزی استان همدان، نشریه ترویجی.

بیات، فریبا (۱۳۸۷). شرایط مناسب برداشت و خشک کردن پس از برداشت سیر. کرج: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، نشریهٔ فنی، شماره ۶.

بیات، فریبا و نصرتی، علی‌احسان (۱۳۸۸). اثر زمان برداشت و خشک کردن طبیعی و مصنوعی پس از برداشت بر قابلیت نگهداری سیر سفید (*Allium sativum* L.) همدان. *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، ۲۵(۱)، ۴۹-۶۳.

بیات، فریبا و ذوالفقاریه، حمیدرضا (۱۳۹۰). اثر زمان و دوز (مقدار)های مختلف پرتوتابی الکترون سریع بر تغییرات کمی و کیفی سیر سفید (*Allium sativum* L.) در مدت نگهداری در انبار. *مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی*، ۱۲(۲)، ۵۱-۶۸.

بیات، فریبا (۱۳۹۴). ارزیابی دوزهای مختلف پرتوتابی الکترون سریع بر ترکیب‌های عطر و طعم دهنده و عمر انباری سیر صورتی (*Allium sativum* L.). *نشریهٔ تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی*، ۱۷(۵)، ۷۱-۸۲.

بیات، فریبا (۱۳۹۵ الف). *مناسب‌ترین روش خشک کردن (کیورینگ) طبیعی سیر Allium sativum (L.) در شرایط کشاورزان*. کرج: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، گزارش نهایی پروژهٔ تحقیقاتی، شمارهٔ ثبت ۵۰۷۳۵.

بیات، فریبا (۱۳۹۵ ب). *تعیین شرایط مناسب برای خشک کردن (کیورینگ) مصنوعی سیر Allium sativum L.)*. کرج: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، گزارش نهایی پروژهٔ تحقیقاتی، شمارهٔ ثبت ۵۰۷۵۲.

بیات، فریبا (۱۳۹۷ الف). *تحلیلی بر وضعیت تولید و مراقبت‌های پس از برداشت سیر در ایران*. کرج: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، گزارش فنی، شمارهٔ ثبت ۵۵۰۵۸.

بیات، فریبا (۱۳۹۷ ب). *اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی سوخ‌های سیر سفید همدان به منظور تخمین آسیب‌های فیزیکی*. کرج: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، گزارش نهایی پروژهٔ تحقیقاتی، شمارهٔ ثبت ۵۴۲۷۳.

بیات، فریبا (۱۳۹۸). روش مناسب خشک کردن (التیام‌دهی) طبیعی سیر (*Allium sativum* L.) پس از برداشت آن. *تحقیقات مهندسی صنایع غذایی*، ۲ (۱۸)، ۹۱-۱۰۶.

بیات، فریبا (۱۴۰۱). راهکارهای کاهش تلفات فیزیکی سیر خشک در مراحل برداشت و پس از برداشت. *مجله مدیریت ضایعات و پسماندهای کشاورزی*، ۴ (۶)، ۱-۱۰.

بیات، فریبا؛ ارجمندیان، امیر؛ ختار، مهناز؛ حیدری، احمد؛ رضوانی، سیدمعین‌الدین؛ جاهدی‌ترک، آژنگ و عالم‌خومرام، محمدحسین (۱۴۰۱). *مدیریت جامع سیر (از مزرعه تا انبار)*، چاپ اول، کرج: انتشارات مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

حیدری، احمد؛ بختیاری، محمدرضا و بیات، فریبا (۱۳۹۷). *مکانیزاسیون سیر در مراحل کاشت و برداشت*. کرج: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، نشریهٔ فنی، شمارهٔ ثبت ۵۴۵۷۰.

رضوانی، سیدمعین‌الدین و نصرتی، علی‌احسان (۱۳۸۹). *اثر سطوح مختلف و زمان‌های قطع آبیاری بر ویژگی‌های کمی، کیفی و عمر انباری توده سیر سفید همدان*. کرج: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، شمارهٔ ثبت، ۸۹/۷.

رضوانی، سیدمعین‌الدین، بیات، فریبا و نصرتی، علی‌احسان (۱۳۹۴). تغییرات ویژگی‌های کیفی سیر سفید همدان در زمان‌های قطع و سطوح مختلف آبیاری در مدت نگهداری و رابطه آن با کارایی مصرف آب. *نشریه آبیاری و زهکشی ایران*، ۶(۹)، ۹۷۳-۹۸۲.

سیدان، سیدمحسن. (۱۳۷۷). *بررسی عوامل مؤثر بر بازاریابی و صادرات سیر استان همدان*. همدان: مرکز تحقیقات کشاورزی همدان، گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، شماره ثبت ۷۷/۵۴۰.

سیدان، سیدمحسن و ماماهانی، مهدی (۱۳۸۸). *بررسی بازارسانی و صادرات سیر همدان*. همدان: دانشگاه پیام نور مرکز همدان، پایان نامه دوره کارشناسی رشته اقتصاد کشاورزی.

عابدی، ماهیار؛ بیات، فریبا و نصرتی، علی‌احسان (۱۳۸۴). *تک نگاشت سیر*. تهران: انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. شمارهٔ ثبت ۸۴/۷۷۲.

مالمیر، علی. (۱۳۷۸). *بررسی و تعیین روش‌های تلفیقی در کاهش خسارت لارو پروانه Dyspessa Pallidata staudinnger*. همدان: مرکز تحقیقات کشاورزی همدان، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، شمارهٔ ثبت ۷۹/۶۲.

مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی. (۱۴۰۲). آمار تولید سیر در ایران به تفکیک استان‌ها. تهران: منتشر نشده.

Anonymous. (2020). Storage systems for vegetables and potatos. Van Dijk Technics. https://www.vdt-nl.com/en/

Anonymous. (2022). Garlic Uses, Benefits & Dosage. www.drugs.com/npp/garlic.html.

Al-Zahim, M., Ford-Lloyd, B., & Newbury, H. (1999). Detection of somaclonal variation in garlic (*Allium sativum* L.) using RAPD and cytological analysis. *Plant Cell Reports*, *18*(6), 473-477.

Bayat, F., & 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.

Block, E. (1992). The organosulfur chemistry of the genus Allium–implications for the organic chemistry of sulfur. *Angewandte Chemie International Edition in English*, *31(9)*, 1135-1178.

Boyette, M., Sanders, D., & Estes, E. (1992). *Postharvest cooling and handling of onions. North Carolina Cooperative Extension Service*, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina.

Brewster, J. L. (2008). *Onions and other vegetable alliums* (Vol. 15). CABI.

Cantwell, M. (2003). Postharvest Handling of Horticultural Products: Keeping Principles in Perspective. Available on: http://postharvest.ucdavis.edu.

Cantwell, M. & Trevor, S. (2002). Recommendations for maintaining postharvest quality. *Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, CA95616*.

Codex Alimentarius. 2020. *Standard for fresh garlic*. CXS 337-2020. International Food Standards. Joint FAO/WHO.

De Santis, D., Garzoli, S., & Vettraino, A. M. (2021). Effect of gaseous ozone treatment on the aroma and clove rot by Fusarium proliferatum during garlic postharvest storage. *Heliyon*, *7*(4), e06634.

Desta, B., Woldetsadik, K., & M Ali, W. (2021). Effect of Harvesting Time, Curing and Storage Methods on Storability of Garlic Bulbs. *The Open Biotechnology Journal*, *15*(1).

European Pharmacopoeia. (2005). *Directorate for the quality of medicines of the council of Europe*. 5th ed., Strasbourg (France), Council of Europe.

Fenwick, G., & Hanley, A. (2011). The genus Allium, critical reviews. *Food Science and Nutrition, 22(3),* 199-271.

Food and Agricultural Organization. (2022). *FAOSTAT. Crops and livestock products*. https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL.

Jones, M. G., Collin, H. A., Tregova, A., Trueman, L., Brown, L., Cosstick, R., ... & Thomas, B. (2007). The biochemical and physiological genesis of alliin in garlic. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, *1*(1), 21-24.

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.

Kitinoja, L., & Kader, A. A. (2002). *Small-scale postharvest handling practices: a manual for horticultural crops*. University of California, Davis, Postharvest Technology Research and Information Center.

Madhu, B., Mudgal, V. D., & Champawat, P. S. (2019). Storage of garlic bulbs (*Allium sativum* L.): A review. *Journal of Food Process Engineering*, *42*(6), e13177.

Morris, S. C. 2001. Fruit and vegetable postharvest and storage information. Sydney Postharvest Laboratory and Food Science Australia.www.postharvest.com.au/ProduceInformation.htm.

Pellegrini, C., Croci, C., & Orioli, G. (2001). Enhancement of quality criteria in garlic by gamma irradiation. *Acta Horticulturae*, 553, 565-566.

Schulz, V., Hansel, R., & Tyler, V. (1998). A Physician's guide to herbal medicine. *Ratio. Phytoth*.

Stewart, C. (2015). Garlic post-harvest trial results. Cooperative Extension Eastern NY Commercial Horticulture Program. Johnstown, NY 12095.

Thomas, P. 2001. Control of post-harvest loss of grain, fruits and vegetable by radiation processing. *Irradiation for food safety and quality*, 93-102. CRC Press

Tesfaye, A., & Mengesha, W. (2015). Traditional uses, phytochemistry and pharmacological properties of garlic (*Allium Sativum*) and its biological active compounds. *Int. J. Sci. Res. Eng. Technol*, *1*, 142-148.

Yang, Y., & Lee, K. (2000). Effect of postharvest curing on respiration and quality in garlic bulbs during cold storage. *HortScience*, *35(3)*, 410.423.