اثر طول مدت و شرایط نگهداری بر افت وزنی و ویژگیهای کیفی توده‌های سیر استان همدان[1]

فریبا بیات[2]

۱- چکیده:

در این تحقیق، اثر شرایط نگهداری در انبارهای سرد، نیمه فنی، و سنتی در طول مدت شش ماه بر ویژگیهای کیفی توده‌های سیر سفید و صورتی بسته‌بندی شده در جعبه‌های چوبی و کیسه‌های توری بررسی شد. به این منظور در مدت نگهداری هر ماه یک بار عوامل کیفی- افت وزنی و میزان رطوبت، فساد، سفتی بافت، و اسیدپیرویک کل- اندازه‌گیری گردید.

بین افت وزنی و درصد فساد توده‌های سیر در طول مدت نگهداری در شرایط گوناگون اختلاف معنی‌دار مشاهده شد به طوری که افت وزنی و درصد فساد توده‌های سیر در انبار نیمه فنی بیشتر از انبار سرد و کمتر از انبار سنتی و در توده های سیر صورتی بیش از توده های سیر سفید و در بسته‌بندیهای توری بیش از جعبه های چوبی گردید. توده سیر سفید و صورتی در انبار سرد به ترتیب با ۱۳/۸۹ و ۱۶/۷۳ درصد افت وزنی و ۱۲/۱ و ۴۶ درصد فساد کمترین و در انبار سنتی به ترتیب با ۲۵/۸۷ و۴۷/۲۲ درصد افت وزن و ۵۶/۳ و۱۰۰ درصد فساد بیشترین افت وزن و فساد را به خود اختصاص دادند.

بین مقدار اسید پیرویک توده‌های سیر در طول مدت نگهداری اختلاف معنی‌دار وجود دارد و مقدار آن در توده‌های سیر تا ۱۵۰ روز پس از نگهداری به علت تجزیه ترکیب عطر و طعم دهنده سیر به صورت معنی‌دار افزایش و پس از آن (به غیر از توده سیر صورتی در انبار سرد) کاهش نشان داد. مقدار اسیدپیرویک در توده سیر صورتی بیش از توده سیر سفید و در انبار نیمه فنی بیش از دو انبار دیگر بود.

سفتی بافت تودهٔ سیر سفید در مدت شش ماه در هر یک از سه انبار یاد شده کاهش یافت. میزان سفتی در توده سیر صورتی در انبارهای نیمه فنی و سنتی تا ۱۲۰ روز پس از نگهداری کاهش و پس از آن به علت خشک شدن سیرچه‌ها بر اثر از دست دادن رطوبت در ماههای پنجم و ششم نگهداری، افزایش نشان داد.

۲- واژه‌های کلیدی:

سیر، نگهداری در انبار، افت وزن، ویژگیهای کیفی.

۱- برگرفته از طرح تحقیقاتی "اثر طول مدت و شرایط نگهداری بر افت وزنی و ویژگیهای کیفی توده‌های سیر استان همدان".

۲- عضو هیئت علمی (مربی پژوهش) بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان. صندوق پستی: ۸۸۷ ، دورنگار ۰۸۱۱-۲۳۷۲۷۳۰ ، پست الکترونیکی: **f_bayat52@yahoo.com**.

۳- پیشگفتار:

سیر یکی از محصولات درآمدزای استان همدان است به طوری که هر سال بخشی از محصول تولیدی این استان در بازارهای داخلی و خارجی به فروش می‌رسد. به دلیل اینکه کشاورزان به انبارهای مناسب دسترسی ندارند، امکان نگهداری سیر برای فروش در مواقعی که عرضه پایین است وجود ندارد. نگهداری سیر در شرایط نامناسب انبار، این محصول را دچار افت کیفیت قابل توجهی می‌کند که با جوانه‌زنی، چروکیدگی، و افت وزنی همراه است. با کنترل شرایط نگهداری سیر می‌توان جوانه‌زنی و افت وزنی آن را در طول مدت نگهداری کاهش داد ولی نگهداری آن تا زمان فصل برداشت بعدی به علت مشکل بودن مهار جوانه‌زنی امکان ندارد.

اورداچسکو و میهایلسکو (Iordachescu and Mihailescu, 1976) در دمای ۱/۵-۰ درجهٔ سانتیگراد و رطوبت نسبی ۷۵ - ۶۵ درصد سیر را تا مدت ۱۸۰ تا ۲۱۰ روز نگهداری و مقدار ضایعات انباری را ۲/۹- ۱/۶ درصد گزارش کردند [۶].

لیسنکو و همکاران (Lysenko *et al*., 1982) اثر دمای نگهداری را بر افت کیفیت سیر بررسی کردند و گزارش دادند که قسمت عمدهٔ افت کیفی ۸ رقم زمستانه سیر (دارای ساقه گل دهنده[1]) و چهار رقم بهاره (بدون ساقه گل دهنده[2]) ناشی از افت وزنی است؛ این ارقام در شرایط گوناگون دمایی ۵- تا ۱۰ درجهٔ سانتیگراد (دماهای (۲-)- (۳-)، ۱-۰، ۳-۲، و۱۰-۵ درجهٔ سانتیگراد) به مدت ۷ ماه در جعبه‌های چوبی شماره ۵ و ۶ بسته‌بندی شده بودند. این پژوهشگران دمای ۳- تا ۲- درجه سانتیگراد را دمای بهینهٔ نگهداری برای کلیهٔ ارقام گزارش کردند. در این شرایط ارقام بدون ساقه گل دهنده بیش از ۷ ماه قابل نگهداری بودند. ضایعات محصول در شرایط انبار سرد نیز بیشتر به علت آسیبهای قارچی بود [۱۱].

کوآن و همکاران (Kwon *et al*., 1985) پس از ۲۸۵ روز نگهداری پیازهای سیر پرتوتابی نشده در انبار با شرایط ۵ ± ۱۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۸۰ - ۷۰ درصد، مقدار فساد و افت وزنی را به ترتیب ۱۰۰ و ۳۷ درصد گزارش کردند [۹].

بوتچر و گوانتر (Boettcher and Guenther, 1994) در شرایط دمایی ۸/۳- ۶/۵ درجه سانتیگراد و تهویهٔ طبیعی توانستند سیر را تا ۲۴ هفته و در شرایط انبار سرد با دمای ۱- تا ۲- درجه سانتیگراد تا حدود ۳۶ هفته نگهداری کنند. در شرایط نگهداری با تهویه طبیعی، به دلیل بالاتر بودن تنفس و تعرق، افت وزنی سیر بیش از شرایط نگهداری در انبار سرد گزارش شد. آسیبهای ناشی از بوتریتیس[3] و پنی‌سیلیوم[4] در انبار سرد کمتر از انبار با تهویه طبیعی مشاهده شد [۲].

نگهداری سیر در انبار بر ترکیبهای عطر و طعم دهندهٔ سیر نیز اثر می‌گذارد. عطر و طعم غالب سیرمربوط به ترکیبی به نام آلی‌سین[5] یا دی آلیل تیوسولفینات[6] است که اگر به تنهایی قرار

1- Bolting 2- Non bolting 3- Botrytis 4- Penicillium
5- Allicin 6- Diallyl thiosulphinate

داده شود فقط چند ساعت ماندگاری دارد، در غیاب آنزیم و به صورت خود به خود به ترکیبهای دیگر مانند دی‌آلیل دی‌سولفید[1] و بیشتر بی‌سولفیدها[2] و تری‌سولفیدهایی[3] مانند متیل، آلیل تری‌سولفید[4]، متان اتیول[5]، پلی‌سولفیدها[6] و بسیاری دیگر تجزیه می‌شود (۷). تشکیل ترکیب طعمی در سیر خرد شده به علت واکنش بین آنزیم آلکیل، سیستئین سولفوکسیدلیاز[7] (آلی‌ایناز[8] EC ٤,٤,١,٤) و پیش ماده‌های طعمی است که منجر به تشکیل تیوسولفیناتها[9]، اسیدپیرویک[10] و آمونیاک[11] می‌شود [۱۳].

سسی و همکاران (Ceci, *et al*., 1991) اثر تابش پرتو گاما را ۳۰ روز پس از برداشت بر ترکیبهای عطر و طعم دهندهٔ پیاز سیر در مدت ۳۰۰ روز نگهداری در دمای اتاق بررسی کردند. از نظر مقدار اسیدپیرویک آنزیمی، ترکیبهای سیکلیک دی‌سولفید[12]، و دی‌آلیل دی‌سولفید بین پیازهای سیر پرتوتابی شده و پرتوتابی نشده اختلافی مشاهده نشد. در انتهای مرحله نگهداری در انبار کاهش معنی‌داری در اسیدپیرویک آنزیمی و ترکیبهای سیکلیک دی‌سولفید هر دو نمونه گزارش شد. در مقابل، ترکیبهای دی‌آلیل دی‌سولفید نمونه‌ها افزایش نشان داد [٤].

جونگ و پارک (Jeong and Park, 1994) تغییردر ویژگیهای کیفی سیر مانند قندکل، اسیدپیرویک، مقدار رطوبت، جوانه‌زنی و ریشه‌زنی را در ٤ رقم سیر بررسی کردند، در ماه جولای مقدار اسیدپیرویک رقم شینکانج[13] بالاتر از ارقام دیگر بود و پس از آن به ترتیب ارقام داسیو[14]، نامدو[15] و سوسان[16] قرار داشتند. پس از این مدت مقدار اسیدپیرویک به تدریج کاهش یافت؛ مقدار آن در سیرچه‌های بزرگتر بیش از سیرچه‌های کوچکتر بود. مقدار قند کل رقم شینکانج نیز بیش از ارقام دیگر گزارش شد و پس از آن به ترتیب ارقام سوسان، داسیو، و نامدو قرار داشتند. مقدار رطوبت ٤ رقم سیر در مرحلهٔ اولیه نگهداری متفاوت بود که پس از فوریه مقدار آن به سرعت کاهش یافت. افت وزنی پیازها با افزایش طول مدت نگهداری افزایش نشان داد و جوانه‌زنی با نوع رقم و مدت نگهداری آن متفاوت بود [۸].

به علت هزینه بر بودن نگهداری سیر در انبار سرد و نیز محدود بودن تعداد این انبارها در استان همدان، بررسی امکان نگهداری توده‌های سیر در انبار مجهز به سیستم هوادهی و کنترل رطوبت نسبی و تا حدی دما هدف اصلی این پژوهش را تشکیل می‌دهد. به این منظور، روند تغییرات افت وزنی، فساد، و ترکیبهای عطر و طعم دهندهٔ توده‌های سیر سفید و صورتی بسته‌بندی شده در جعبهٔ چوبی و کیسهٔ توری در مدت شش ماه در انبارهای سرد، نیمه‌فنی، و سنتی بررسی شده است.

۴– مواد و روشها:

سیر: برای نگهداری سیر در شرایط گوناگون، از توده‌های سیر سفید (W) و صورتی (P) کشت شده در مرکز تحقیقات کشاورزی همدان ایستگاه اکباتان استفاده شد. به این منظور

1- Diallyl disulphide
2- Bisulphides
3- Trisulphides
4- Methyl allyl trisulphid
5- Methan ethiol
6- Polysulphides
7- Alkyl cystein sulfoxide lyase
8- Alliinase
9- Thiosulphinates
10-Pyruvic acid
11- Ammonia
12- Cyclic disulphide
13- Shinkange
14-Daeseo
15- Namdo
16- Seosan

پیازهای سیر مطابق عرف رایج منطقه، یعنی مرحله‌ای که برگهای پیاز سیر به طورکامل قهوه‌ای و خشک شدند، برداشت و تا خشک و بسته شدن کامل گردن سیر روی طبقهای سیمی در سایه گذاشته شدند. پیازها پس از جدا کردن شاخ و برگ و ریشه درجه‌بندی و در جعبه‌های چوبی ۳ کیلو گرمی (B) و کیسه‌های توری ۲ کیلو گرمی (N) بسته‌بندی شدند. بسته های سیر از ابتدای مرداد ماه سال ۱۳۸۰ برای مدت شش ماه در شرایط زیر نگهداری شدند:

الف) انبار سنتی: جعبه‌های چوبی و کیسه‌های توری دارای توده سیر سفید وصورتی مشابه شرایطی که کشاورزان عمل می کنند در اتاقی گذاشته شدند که هیچ گونه کنترلی از نظر دما، رطوبت نسبی، و تهویه اعمال نمی‌شد.

ب) انبار نیمه فنی: جعبه‌های چوبی و کیسه‌های توری درون انباری گذاشته شدند که مجهز به سیستم هوادهی بود، رطوبت نسبی این نوع انبار با مرطوب کردن کف آن و نم‌پاشی متناوب و قرار دادن ظروف آب و تکه‌های یخ در ماههای گرم سال در مسیر کانال هوادهی بین ٦٠ تا ٧٠ درصد تنظیم می‌شد. هوادهی نیز در ساعتی از روز اجرا می‌شد که دمای هوا پایین‌تر از دمای انبار بود.

ج) انبار سرد یا سردخانه: توده‌های سیر سفید و صورتی در شرایط دمایی ۱-۰ درجه‌سانتیگراد با رطوبت نسبی ٦٥-٦٠ درصد قرار گرفتند. در ابتدای انبار و پس از آن تا شش ماه، هر ماه یک‌بار فاکتورهای زیر روی آنها اندازه‌گیری شد:

۱- رطوبت سیرچه به روش مادامبا و همکاران (Madamba *et al.*, 1993) اندازه‌گیری شد. به این منظور ورقه‌های سیر با ضخامت ۳-۲ میلیمتر به مدت ٢٤ ساعت در آون با دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند [۱۲].

۲- اسیدپیرویک به روش کتر و رندل (Ketter and Randle, 1998) اندازه‌گیری شد. برای این کار ۲۵ گرم سیرچه با ۵۰ میلی لیتر آب در مخلوط‌کن به طور کامل مخلوط و پس از آن از کاغذ صافی عبور داده شد. به ۰/۵ میلی لیتر از آن ۱/۵ میلی‌لیترمحلول ۵ درصد تری کلرو استیک اسید[1] و پس از یک ساعت ۱۸ میلی لیتر آب افزوده شد. سپس به ۱ میلی لیتر از محلول حاصل یک میلی‌لیتر معرف دی‌نیتروفنیل‌هیدرازین[2] ۰/۰۱۲۵ درصد و یک میلی‌لیتر آب افزوده و برای مدت ده دقیقه در بن ماری با دمای ۳۷ درجه سانتیگراد قرار داده شد. در پایان با افزودن ۵ میلی لیتر سود ٠/٦ نرمال به لوله‌های آزمایش در حضور محلولهای استاندارد ۰/۰۱ ، ۰/۰۲۵ ، ۰/۰۵ ، ۰/۱ و۰/۲ میکرومول بر میلی‌لیتر غلظت نمونه‌های آزمایشی در طول موج ٤٢٠ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر biotech pharmacia مدل Novaspec II اندازه‌گیری شد [۱۰].

۳- سفتی بافت با اینسترون[3] مدل TheHounsfield ساخت انگلستان اندازه‌گیری شد. به این منظور سیرچه هایی با وزن ۵/۵±۰/۵ گرم انتخاب شدند. نیروی مورد نیاز برای نفوذ پروب به قطر ۳/۲

1- Tricholoro acetic acid 2- Dinitrophenyl hydrazine (DNPH) 3- Instron

میلیمتر و با سرعت ۲۰ میلی متر در دقیقه (به منظور جا به جایی به میزان ۵ میلی متر) به درون بافت سیرچه اندازه‌گیری شد [۳].

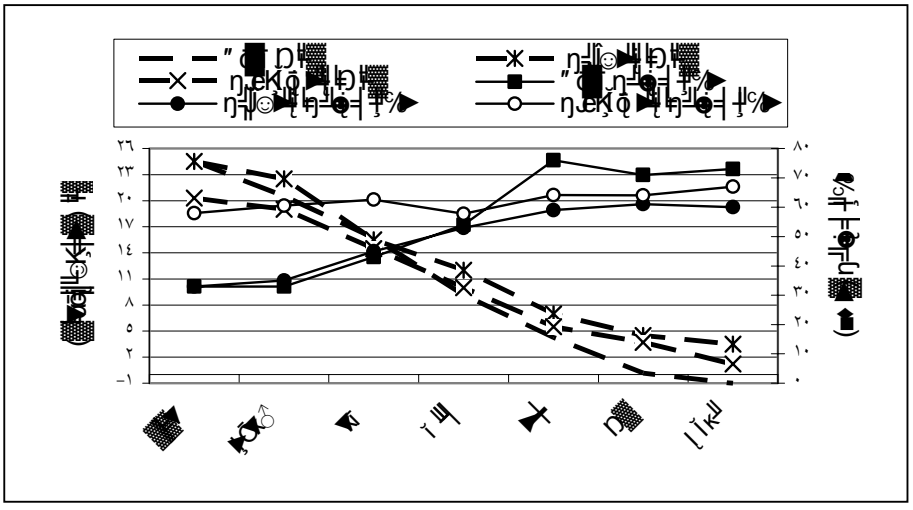
٤- اندازه‌گیری در صد فساد سیرچه‌ها بر اساس مشاهده بود. در این خصوص هرگونه علایم جوانه‌زنی، ریشه‌دهی، چروکیدگی، و توخالی شدن یادداشت برداری شد. برای این منظور صد (۱۰۰) سیرچه به صورت تصادفی انتخاب شد. ملاک جوانه‌زنی و ریشه دهی، جوانه یا ریشه‌ای بود که به طول بیش از یک میلیمتر از سیرچه خارج شده بود [۹].

۵- برای اندازه گیری افت وزنی، ۲ کیلوگرم از هر تودهٔ اولیهٔ سیر در هر تیمار هر ماه یک‌بار توزین شد و درصد افت وزنی آن بر اساس اختلاف وزن نسبت به وزن اولیه آن محاسبه می‌شد [۹].

در پایان، کلیهٔ داده‌های آماری برای هر انبار با آزمایش فاکتوریل (تودهٔ سیر در دو سطح، مدت زمان نگهداری در ۷ سطح، و روش بسته‌بندی در دو سطح) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار تجزیه و تحلیل آماری شد. میانگین داده‌ها با آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر مقایسه شد. کلیه محاسبات آماری در این طرح با نرم افزار SPSS انجام شد.

۵- یافته‌ها:

نتایج مربوط به اندازه‌گیری رطوبت، اسید پیرویک، و سفتی بافت توده‌های سیر سفید و صورتی بسته‌بندی شده در جعبه چوبی و کیسهٔ توری در طول مدت شش ماه نگهداری در انبارهای سرد، نیمه‌فنی و سنتی در جدولهای شماره ۱، ۲ و۳ و افت وزنی و فساد پس از شش ماه نگهداری در شکلهای ۲ و ۳ نشان داده شده است. شکل شمارهٔ ۱، تغییرات دما و رطوبت نسبی را در انبارهای نیمه فنی و سنتی و نیز محیط در طول مدت نگهداری نشان می‌دهد.



شکل شمارهٔ ۱- دما و رطوبت نسبی محیط و انبارهای سنتی و نیمه فنی

۶- کاوش:

- افت وزنی

افت وزنی پیازهای سیر ناشی از تبخیر، خروج رطوبت، و تنفس محصول است. خروج رطوبت در پیازهای سیر به علت تفاوت بین فشار بخار آب در هوا و تعادل فشار بخار آب در سیر است. در رطوبت نسبی کم پیاز سیر نرم و پوک می شود و افت وزنی آن افزایش می‌یابد [۱].

اختلاف در افت وزنی توده‌های سیر سفید و صورتی در طول مدت نگهداری در هر یک از سه نوع انبار نگهداری از نظر آماری معنی‌دار است ($P\leq 0.01$). شکل ۲ نشان می‌دهد که افت وزنی کلی سیرهای صورتی بسته بندی شده در کیسه های توری (PN) در هر یک از شرایط نگهداری بیش از سیرهای سفید بسته بندی شده در جعبه‌های چوبی (WB) است و افت وزنی کلی توده‌های سیر در انبار نیمه فنی کمتر از انبار سنتی و بیشتر از انبار سرد است. در انبار سنتی کنترلی از نظر دما، رطوبت نسبی، و هوادهی وجود نداشت و شرایط آن به طور کامل تابع شرایط محیطی بود، از این رو افت وزنی بیشتری نسبت به شرایط دیگر نگهداری دیده می شود. افزون بر کمبود رطوبت نسبی، افزایش دمای انبار خروج رطوبت از توده‌ها و در نتیجه افت وزنی آنها را افزایش می‌دهد ضمن اینکه با افزایش دما، روند واکنشهای متابولیک مانند تنفس نیز افزایش می‌یابد [۱]. میانگین افت وزنی تودهٔ سیر سفید و صورتی در انبار سرد به ترتیب ۰/۵٤ و ۰/٦۵درصد در هفته، در انبار نیمه فنی به ترتیب ۰/۵۸ و ۱/٦۳ درصد در هفته و در انبار سنتی به ترتیب ۱/۰۰٦ و ۱/۸٤ درصد در هفته بوده است.

بوتچر و گوانتر (Boettcher and Guenther, 1994) افت وزنی پیازهای سیر را در انبار با تهویه طبیعی ۰/۵ درصد در هفته گزارش دادند که این مقدار مشابه افت وزنی توده سیر سفید در انبار نیمه فنی است. تودهٔ سیر صورتی در انبارهای نیمه فنی و سنتی افت وزنی بیشتری را نشان داده است که از دلایل مهم آن باز شدن پیازهای سیر صورتی از ناحیهٔ گردن سیر، نمایان شدن سیرچه‌ها، جوانه‌زنی سریع‌تر پیازها و نرم و پوک شدن آنهاست. پیاز سیر در زمان جوانه‌زنی از مشتقات آمینواسید ناشی از تخریب و تجزیه ترکیبهای عطر و طعم دهنده به عنوان منبع نیتروژن استفاده می‌کند که به دنبال آن افت وزنی و فعالیتهای متابولیک را افزایش می‌دهد [۵].

کوآن و همکاران (Kwon *et al*., 1985) نیز افت وزنی پیازهای سیر سفید پرتویابی نشده را پس از ۱٦۵ روز نگهداری، ۲۵/۸ درصد پس از ۲۲۵ روز نگهداری، ۳۲/۲ درصد و پس از ۲۸۵ روز نگهداری، ۳۷ درصد گزارش کردند. شرایط نگهداری پیازهای سیر مشابه شرایط نگهداری در این مطالعه نیست ولی میانگین افت وزنی توده سیر سفید همدان در انبارهای سرد و نیمه فنی پس از ۱۸۰ روز نگهداری تا حد قابل توجهی کمتر از افت وزنی مشاهده شده در مطالعه کوآن و همکاران است.

لیسنکو و همکاران (Lysenko *et al*.,1984) نیز میانگین افت وزنی رقمهای زمستانه سیر را در دمای نگهداری ۱-۰

درجه سانتیگراد ۲۱/۳ درصد، در ۳-۲ درجه سانتیگراد ۳۰/۸ درصد و در دمای نگهداری ۱۰-۵ درجه سانتیگراد ۳٦/٤ درصد گزارش کردند که بیش از افت وزنی توده‌های سیر این مطالعه در انبار سرد است.

نوع بسته‌بندی نیز اثر معنی‌داری بر کاهش افت وزنی توده‌های سیر دارد ($P\leq0.01$) ولی اثر متقابل توده × بسته‌بندی بر افت وزنی در انبارهای سرد، نیمه فنی و سنتی معنی‌دار نیست.

- فساد

آسیبهای انباری متداول سیر شامل پوست انداختن، تغییررنگ، جوانه‌زدن، و چروکیدگی است که از نظر اقتصادی اهمیت زیادی دارند. پس از آسیبهای مکانیکی ناشی از نبود مراقبتهای مناسب در زمان برداشت و پس از آن، جوانه‌زدن و ریشه‌دهی از مهمترین عواملی است که زمینهٔ از دست رفتن کیفیت پس از برداشت محصول را فراهم می آورند.

میزان فساد در توده‌های سیر سفید و صورتی در طول مدت نگهداری در هر یک از سه نوع انبار نگهداری، از نظر آماری اختلاف دارند و اختلاف آنها معنی‌دار است ($P\leq0.01$). مقادیر فساد در شکل شماره ۳ نشان می‌دهد که شدت علایم فساد پس از ٦ ماه نگهداری، در انبار نیمه فنی بیش از انبار سرد و کمتر از انبار سنتی است. در کلیهٔ شرایط نگهداری، تودهٔ سیر سفید مقاوم تر است و از نظر زمانی علایم فساد را دیرتر آشکار می‌سازد. سیرهای سفید بسته بندی در جعبه های چوبی (WB) و کیسه های توری (WN) در انبار سرد به ترتیب با ۱/۸ و ۲۲/۵ درصد و سیرهای صورتی بسته بندی شده در جعبه های چوبی (PB) و کیسه های توری (PN) به ترتیب با ٤۷/۷ و ٤٤/۲ درصد فساد کمترین مقدار فساد را دارند که خود به علت تأثیر دمای پایین در دورهٔ نگهداری بوده است. دمای پایین نه تنها سرعت تنفس در پیازهای سیر را کاهش می‌دهد بلکه جوانه‌زدن را نیز به عقب می‌اندازد. فعالیت تنفسی پیازهای سیر در انبار سرد به حداقل می‌رسد ولی کنترل و جلوگیری از رشد جوانه در انبار سرد نیز مشکل است. بررسی روند تغییرات کیفی توده‌های سیر در انبار سرد نشان داد که علت اصلی فساد در تودهٔ سیر سفید ناشی از جوانه‌زنی است و مقدار جوانه‌زنی در آنها پس از ۸ ماه به میانگین ۲٦/۳ درصد و پس از ۱۰/۵ ماه به ۱۰۰ درصد می رسد. درصد فساد مشاهده شده در انبار نیمه فنی برای WB و WN به ترتیب ۳۱/۱ و ۲۹/٦ درصد و PB و PN به ترتیب ٥٦/٤ و ٦۰ درصد است که این مقدار فساد بر اثر جوانه‌زنی و تغییررنگ در پیازهای سیر رخ داده است. در انبار سنتی فساد WB و WN به ترتیب ۳۰/٤ و ۸۲/۲ درصد و برای PB و PN، ۱۰۰ درصد است که بیشترین مقدار فساد محسوب می‌شود. علت این امر جوانه‌زنی و تغییر رنگ پیازها و نیز وجود سیرچه‌های توخالی و چروکیده به‌ویژه برای تودهٔ سیر صورتی بوده است.

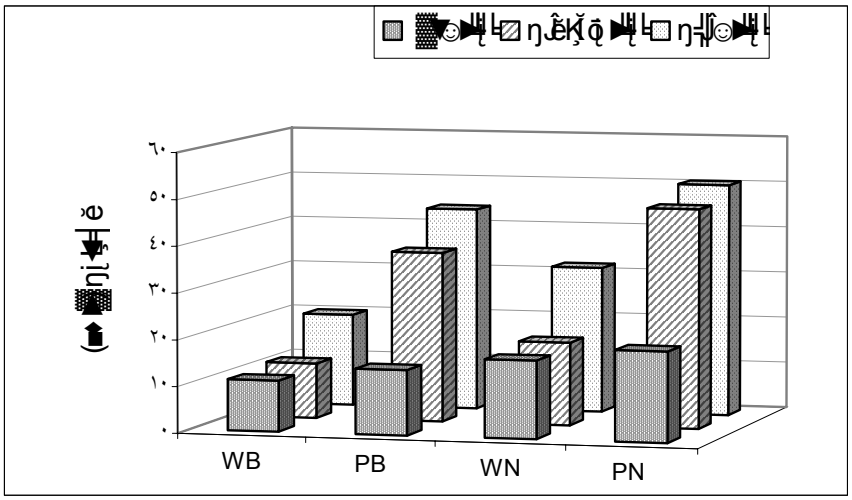
کوان و همکاران (Kwon *et al.*,1985) درصد جوانه‌زنی و ریشه‌دهی پیازهای سیر پرتو ندیده را پس از ۱٦۵ روز ۲۱ درصد، پس از ۲۲۵ روز ۹٦ درصد و پس از ۲۸۵ روز ۱۰۰ درصد

گزارش دادند. در این مطالعه مقدار فساد توده سیر سفید پس از ۳۱۵ روز نگهداری در انبار سرد و ۲٤۰ روز نگهداری در انبار نیمه فنی به ۱۰۰ درصد رسید.

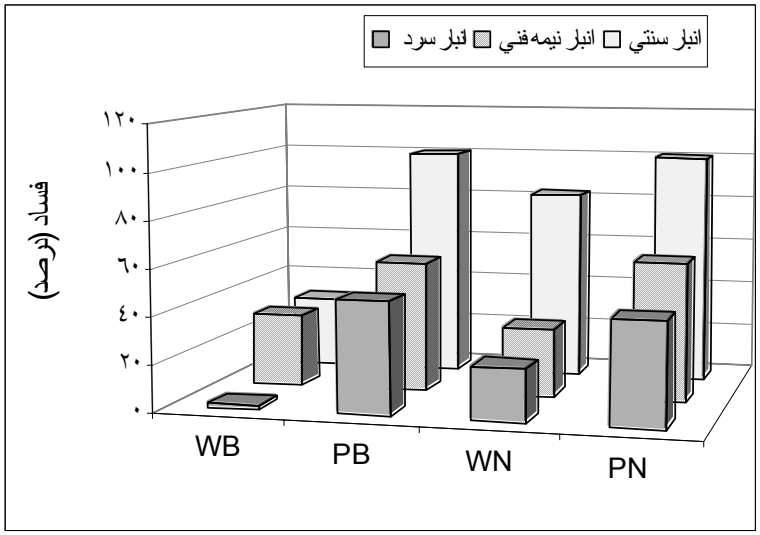
بوتچر و گوانتر (Boettcher and Guenther, 1994) مقدار فساد پیازهای سیر نگهداری شده در انبار سرد را با ۱/۱–۰/۸ درصد وزنی در هفته، به اندازهٔ یک سوم فساد در غده‌های سیر نگهداری شده در انبار با تهویه طبیعی و (به مقدار ٤/۵– ۳/۸ درصد وزنی در هفته) گزارش دادند.

نتایج تغییرات بافت توده‌های سیر در شرایط گوناگون نگهداری نیز نشان داده است که سفتی بافت توده‌های سیر در دورهٔ نگهداری روند کاهشی داشته است. ولی سفتی بافت توده سیر صورتی نگهداری شده در انبار نیمه فنی و سنتی پس از ماه چهارم از نظر عددی، نسبت به توده سیر صورتی در انبار سرد، افزایش نشان داده است؛ دلیل آن خشک و چروکیده شدن بافت سیرچه پیازهای سیر صورتی در دو انبار یاد شده و نیاز به نیروی بیشتر جهت نفوذ پروب دستگاه بافت سنج به درون سیرچه‌هاست.

نوع بسته‌بندی توده‌های سیر در شرایط گوناگون نگهداری اثری معنی‌دار بر مقدار فساد در توده‌های سیر ندارد و اثر متقابل توده × بسته‌بندی روی فساد در انبارهای سرد و نیمه فنی نیز معنی‌دار نیست ولی در انبار سنتی اثر معنی‌داری را نشان داده است ($P\leq 0.01$).



شکل شمارهٔ ۲- مقایسه افت وزنی توده‌های سیر پس از شش ماه نگهداری در انبارهای سرد، نیمه فنی و سنتی



شکل شمارهٔ ۳- مقایسه فساد توده‌های سیر پس از شش ماه نگهداری در انبارهای سرد، نیمه فنی و سنتی

- ترکیبهای عطر و طعم دهندهٔ سیر

اندازه‌گیری اسید پیرویک در مدت نگهداری سیر در انبار، مقدار تخریب و تجزیه آنزیمی آلی‌سین را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که مقدار اسیدپیرویک توده‌های سیر سفید و صورتی در شرایط گوناگون نگهداری در دورهٔ نگهداری در انبار با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند ($P\leq 0.01$). مقدار اسیدپیرویک تا ۱۵۰ روز پس از نگهداری افزایش یافت که این افزایش به معنی کاهش ترکیبهای عطر و طعم دهنده سیر در دورهٔ نگهداری در انبار است و غیر از توده سیر صورتی در انبار سرد مقدار اسید پیرویک توده‌های سیر در ماه ششم نگهداری نسبت به ماه قبل کاهش نشان داد. اندازه‌گیری اسیدپیرویک توده‌های سیر در انبار سرد نشان داد که مقدار آن در توده سیر صورتی از ماه هفتم نگهداری شروع به کاهش می کند. سسی و همکاران (Ceci *et al.*, 1991) نیز کاهش معنی‌دار اسیدپیرویک را در پایان دورهٔ نگهداری در انبار مشاهده کردند، این کاهش به علت تجزیهٔ ترکیبهای غیر طعمی گاماگلوتامیل‌پپتید[1] بر اثرآنزیمهای پپتیداز به پیش ترکیبهای عطر و طعم دهنده‌ای است که سوبسترای مناسبی برای آنزیم آلی‌ایناز هستند و در واقع موجب کاهش فعالیت تخریبی آنزیم آلی‌ایناز روی ترکیبهای عطر و طعم دهندهٔ سیر می‌شوند [٤].

تخریب و تجزیهٔ آنزیمی ترکیب عطر و طعم دهندهٔ سیر در انبار سرد کمتر از انبارهای نیمه فنی و سنتی است. این تخریب و تجزیه در توده سیر صورتی نیز بیش از تودهٔ سیر سفید است.

مقدار اسید پیرویک WB و WN در پایان ماه پنجم نگهداری به ترتیب در انبار سرد به ۸۵/۸ و ۱۰۳/۸۸، در انبار نیمه فنی به ۱۲۷/۷۲ و ۱۳۷/٤۸ و در انبار سنتی به ۱۲٦/۱۸ و ۱۲۵/۷۵ میکرومول بر گرم رسیده است.

1- γ-Glutamyl Peptides

جدول شماره ۱- مقایسه مقدار رطوبت، اسیدپیرویک و سفتی بافت تیمارها در انبار سرد

توده سیر	بسته بندی	مدت زمان نگهداری (روز)	رطوبت (درصد) (بر مبنای مرطوب)	اسید پیرویک کل (میکرومول بر گرم)	سفتی بافت (نیوتن)
سفید (W)	جعبهٔ چوبی (B)	۰	٦٥/٢١BCD	٥٢/٥٣ NO	١٥/١٦ABC
		٣٠	٦٤/١٩CDEFG	٦٣/١٥M	١٤/٣٢ABCD
		٦٠	٦٤/٠١DEFG	٦٨LM	١٦/١A
		٩٠	٦٣/٩١DEFG	٧٨/٩٣IJK	١٠/٥٨GHIJ
		١٢٠	٦٣/٠٦EFGH	٩٠/٩٨GH	٩/٣٨IJK
		١٥٠	٦٢/١٦GH	٨٥/٨HIJK	٩/١١ JK
		١٨٠	٦١/٢٢H	٨٧/٢٣HIJ	٩/٣٤IJK
	کیسهٔ توری (N)	۰	٦٥/٠٩BCDE	٥٢/٥٣NO	١٥/١٦ABC
		٣٠	٦٣/٩DEFG	٦١/٣٦MN	١٠/٧٢GHIJ
		٦٠	٦٤/٩٩BCDEF	٧٥/٣٦KL	١١/٤٥FGH
		٩٠	٦٣/٤٩DEFG	١٠٠/٢EFG	١١/٣٣FGHI
		١٢٠	٦٢/٦٥GH	٨٨/٨HIJ	١٠/٧GHIJ
		١٥٠	٦٣/٧٦DEFG	١٠٣/٨٨EF	٨/٥K
		١٨٠	٦٢/٨٥FGH	٧٥/٨٠KL	٨/٢٥K
صورتی (p)	جعبهٔ چوبی (B)	۰	٦٦/٣٣ AB	٤٢/٤٤O	١٥/٥٧AB
		٣٠	٦٦/٢٧AB	٦٢/١٢MN	١٣/٢٨BCDE
		٦٠	٦٤/٩٩BCDE	٩٢/٤٨GH	١٥/٤٩AB
		٩٠	٦٦/٠٨BC	٩٢/٤GH	١٤/٣٢ABCD
		١٢٠	٦٤/٩٣BCDEF	١٠٥/٦DE	١٠/٩٦FGHIJ
		١٥٠	٦٣/٩٢DEFG	١١٤/٩٨CD	١٠/٦٢GHIJ
		١٨٠	٦٣/٣DEFG	١٤١/٠٣B	٩/٦٨HIJK
	کیسهٔ توری (N)	۰	٦٧/٢٣A	٤٢/٤٤O	١٦/٠١A
		٣٠	٦٦/١٤ABC	٦١/٩٢MN	١٣/٦٧ BCDE
		٦٠	٦٤/٢٩BCDEFG	٧٦/١٦KL	١٢/٧٨DEF
		٩٠	٦٣/٦٥DEFG	٩٥/٤FGH	١٢/٤١EFG
		١٢٠	٦٣/١٨DEFG	١٠٧/٤DE	١٠/٤٨GHIJ
		١٥٠	٦٢/٢٧GH	١٢٣/٨٢C	١٠/٥٤GHIJ
		١٨٠	٦٢/٢٨GH	١٥٠/٨٩A	١٠/٧٤GHIJ

(حروف در جدول نشان دهنده مقایسه اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد است.)

جدول شماره ۲- مقایسه مقدار رطوبت، اسیدپیرویک و سفتی بافت تیمارها در انبار نیمه فنی

توده سیر	بسته بندی	مدت زمان نگهداری (روز)	رطوبت (درصد) (بر مبنای مرطوب)	اسید پیرویک کل (میکرومول بر گرم)	سفتی بافت (نیوتن)
سفید (W)	جعبهٔ چوبی (B)	۰	۶۵/۴۲CDEFG	۵۲/۵۳MN	۱۵/۱۶ABC
		۳۰	۶۴/۷۷EFGHI	۶۰/۴۶LM	۱۲/۰۲DEFG
		۶۰	۶۴/۷۸EFGHI	۸۵/۸HIJ	۱۳/۱۷CDEF
		۹۰	۶۴/۶۷FGHI	۱۰۵/۴DEF	۱۱/۰۳FGH
		۱۲۰	۶۳/۵۴HIJ	۱۰۶/۲۶GHI	۱۰/۱۱GHI
		۱۵۰	۶۲/۷۸JK	۱۲۷/۷۲AB	۹/۶۶HIJ
		۱۸۰	۶۲/۶۶IK	۱۰۰/۱۱EFG	۸/۷۵IJ
	کیسهٔ توری (N)	۰	۶۴/۹۳DEFGHI	۵۲/۵۳MN	۱۵/۱۷ABC
		۳۰	۶۳/۷ HIJ	۶۱/۴۴LM	۱۲/۲۷DEFG
		۶۰	۶۴/۹۸ DEFGH	۷۸/۶IJK	۱۳/۳CD
		۹۰	۶۳/۹۶ GHIJ	۸۸/۸GHI	۱۲DEFG
		۱۲۰	۶۲/۶۲ JK	۹۶/۶FGH	۱۲/۱۹EFG
		۱۵۰	۶۲/۹۴ JK	۱۳۷/۴۸A	۹/۰۵HIJ
		۱۸۰	۶۰/۶۳ LM	۹۹/۴۷EFG	۷/۷۷J
صورتی (p)	جعبهٔ چوبی (B)	۰	۶۶/۱۲BCDEF	۴۲/۴۴N	۱۶/۰۱AB
	کیسهٔ توری (N)	۳۰	۶۶/۵۵ BC	۵۷/۴۸LM	۱۴/۲۳BCD
		۶۰	۶۶/۲۹ BCDE	۷۳/۸JK	۱۱/۲۴EFGH
		۹۰	۶۳/۱۱ HIJ	۹۴/۳۶FGH	۹/۵۳HIJ
		۱۲۰	۶۲/۴۹ JK	۱۱۹/۹۳BC	۱۰/۹۲FGHI
		۱۵۰	۶۱/۰۸ LM	۱۳۲/۹۴A	۱۱/۴۹DEF
		۱۸۰	۶۰/۶۹ LM	۱۱۵/۹۴BCD	۱۳/۱۴AB
		۰	۶۷/۲۴ AB	۴۲/۴۴N	۱۶/۰۱AB
		۳۰	۶۷/۹۹ A	۵۱/۸۱MN	۱۳/۶۳CD
		۶۰	۶۶/۳۵BCD	۶۸/۴KL	۱۳/۰۷CDEF
		۹۰	۶۵/۹۹BCDEF	۹۹/۷۸EFG	۱۱/۲۱EFGH
		۱۲۰	۶۳/۳۹ IJ	۱۱۰/۹۳CDE	۹/۵۷HIJ
		۱۵۰	۶۱/۸۱ KL	۱۳۹/۶۲A	۱۰/۷۲BC
		۱۸۰	۶۰/۰۹M	۸۴/۹۲HIJ	۱۲/۳۵EFG

(حروف در جدول نشان دهنده مقایسه اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد است.)

جدول شماره ۳ - مقایسه مقدار رطوبت، اسیدپیرویک و سفتی بافت تیمارها در انبار سنتی

توده سیر	بسته بندی	مدت زمان نگهداری (روز)	رطوبت (درصد) (بر مبنای مرطوب)	اسید پیرویک کل (میکرومول برگرم)	سفتی بافت (نیوتن)
(W) ÆÈÀè	جعبهٔ چوبی (B)	۰	٦٤/٥٦CDE	٥٢/٥٣HI	١٥/١٦ABCD
		٣٠	٦٤/٧٤CD	٥٤/٩H	١٤/٤٣BCDE
		٦٠	٦٣/١٢FGHI	٧٨FG	١٢/٩٤EF
		٩٠	٦٢/٩٧GHI	١٠٩/٢D	٩/٢٧IJ
		١٢٠	٦٢/٨HIJ	١٢٠/٨٤CD	١٠/٥٧GHI
		١٥٠	٦١/٣٩KL	١٢٦/١٨BC	٩/٢٢IJ
		١٨٠	٥٩/٩٣MN	٨٧/١٨EF	٩/١٤IJ
	کیسهٔ توری (N)	۰	٦٣/٧٣DEFGH	٥٢/٥٣HI	١٥/١٦ABCD
		٣٠	٦٤/٧٨CD	٥٢/٦٢HI	١٥/٧٩ABC
		٦٠	٦٣/٤١EFGHI	٨٨/٩٣EF	١٣/٣٨DEF
		٩٠	٦٣/٠٨FGHI	١١١/٢٣D	١٠/٦٤GHI
		١٢٠	٦١/٦JKL	١١٠/٤D	٩/٢٧IJ
		١٥٠	٦٠/٦٤LM	١٢٥/٧٥C	٨/١٥J
		١٨٠	٥٩/٢٤KL	٩٣/٦E	٨/٩٥IJ
صورتی(P)	جعبهٔ چوبی (B)	۰	٦٧/٧A	٤٢/٤٤I	١٦/٠١ABC
		٣٠	٦٦/١٢B	٥٠/٠٧I	١٦/٢٣AB
		٦٠	٦٥/٢٥BC	٧١/١G	١٥/١١ABCD
		٩٠	٦٤/٢CDEFG	٩٣/٣٥E	١٠/٨٨GHI
		١٢٠	٦٤/٣CDEF	١١٣/٩٤D	١٠HIJ
		١٥٠	٦٢/٣٥IJK	١٢٩/٧ABC	١٠/٦٢GHI
		١٨٠	٥٩/٥٩MN	٩٠/٧١E	١٢/٧٩EF
	کیسهٔ توری (N)	۰	٦٥/٣٤BC	٤٢/٤٤I	١٦/١ABC
		٣٠	٦٦/٠٨B	٥٢/٨HI	١٦/٧A
		٦٠	٦٤/٤١CDE	٧٤/٦G	١٤/١٣CDE
		٩٠	٦٣/٥٩DEFGHI	٩١/٢E	١١/٦٥FGH
		١٢٠	٦٢/٨١HIJ	١٣٧/١٥AB	١١/٥٤FGH
		١٥٠	٦١/٦٣JKL	١٣٩/٩١A	١٠/١٣GHIJ
		١٨٠	٥٩/١٥N	٩٢/٧٧E	١٢/٠٥FG

(حروف در جدول نشان دهنده مقایسه اختلاف بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد است.)

۷- توصیه و پیشنهاد:

نتایج نشان می دهد که با نگهداری سیر در شرایط انبار سرد، افت کیفیت محصول کمتر از شرایط نگهداری در انبارهای نیمه فنی و سنتی است. ولی در سالهایی که قیمت محصول به علت رونق نداشتن صادرات، به ویژه صادرات خارجی، کاهش قابل توجهی دارد و در نتیجه در بسیاری مواقع سود بسیار ناچیزی عاید کشاورزان می‌شود. نگهداری سیر در انبار سرد مقرون به صرفه نخواهد بود. از سوی دیگر، تعداد سردخانه‌هایی که در منطقهٔ همدان سیر را نگهداری می‌نمایند نیز محدود است، بنابراین با تجهیز انبارهای سنتی نگهداری سیر به سیستم تهویه، کنترل رطوبت نسبی و دما، مرطوب کردن کف و دیوارها، و هوادهی در ساعات خنک‌تر شبانه روز، افت وزنی و جوانه‌زنی در مقایسه با انبار سنتی به صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد.

۸- منابع:

۱- فلاحی، م. ۱۳۷۱. (ترجمه). فیزیولوژی پس از برداشت سبزی‌ها. ج ۱ و ۲. چاپ اول. بارثاوا.

2- Boettcher, H. and Guenther, I. 1994. Quality changes of dry garlic *(Allium sativum L.*) during long term storage. I. External quality. Nährung. 38: 1, 61- 69.

3- Cantwell, M., Voss, R., Hanson, B., May, D., and Rice, B. 2000. Water and fertilizer management for garlic: Productivity, nutrient and water use efficiency and postharvest quality. Proceedings of the California ASA / Plant and Soil Conference. January 20. 16p.

4- Ceci, L. N. Curzio, O. A. and Pomilio, A.B. 1991. Effects of irradiation and storage on the flavor of garlic bulbs cv "Red". J. Food Science. 56: 1, 44-46.

5- Freeman, G. G. and whenham, R. J. 1976. Effect of overwinter storage at three temperatures on the flavour intensity of dry bulb onions. J. Sci. Food Agric. 27:37.

6- Iordachescu, C. and Mihailescu, N. 1979. Refrigerated storage of garlic. Productia Vegetala Horticultura. 28: 2, 43-49.

7- Internet. A Primer on the chemistry of garlic. www.gourmetgarlicgardens.com/ chemstry. htm.

8- Jeong, Y. C. and Park, K. W. 1994. Effects of variety and bulb size on the quality changes during storage of garlic (*Allium satiuum L.*). Journal of the Korean Society for Horticultural Sciences. 35: 2, 131 – 138.

9- Kwon, J. H., Byun, M. W., Cho, H. O. 1985. Effects of gamma irradiation dose and timing of treatment after harvest on the storeability of garlic bulbs. J. Food Sci. 50, 379-381.

10- Ketter, C. A. T. and Randle, W. M. 1998. Pungency assessment in onions., S. J. Karcher (ed). Proceeding of the 19the workshop / Conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE). 177-196.

11- Lysenko, N. V., Maistrenko, S. M. and Deshko, E. Y. 1984. Storage of high quality garlic at various temperatures. Tovarovedenie. 17: 22-27.

12- Madamba, P. S., Driscoll, R. H. and Buckle, K. A. 1993. Moisture content determination of garlic by convection oven method. ASEAN Food Journal. 8: 2, 81- 83.

13- Whitaker, J. R. 1976. Development of flavor, odor and pungency in onion and garlic. Adv. Food Res. 22: 37.

Effect of Storage Duration and Conditions on the Weight Loss and Quality of the Garlic Populations of Hamadan Province

F. Bayat

In this research, the effect of different storage conditions (cold, semi technical and traditional storages) at 180 days after storage on the qualitative and quantitive properties of garlic populations were investigated. White and pink populations were packaged in wooden boxes and net pockets and factors i. e. weight loss, moisture content, spoilage, firmness and total pyruvic acid were measured monthly. Results showed that difference between weight loss and spoilage of garlic populations in all conditions were significant and their content in semi technical storage was more than cold storage and less than traditional storage. White and pink garlic in cold storage with 13.89 and 16.73% weight loss and 12.1 and 46% spoilage respectively had the least contents and in traditional storage with 25.9 and 47.2% weight loss and 56.3 and 100% spoilage respectively had the most contents. An increase of total pyruvic acid content in both garlic populations except pink population in cold storage was observed at 150 days after storage because of the degradiation of chief flavour component and its content in pink garlic population was more than white garlic population. Firmness of white garlic population decreased during storage but in semi technical and traditional storages, the firmness of pink garlic population increased within 120-180 days because of the drying of clove tissues.

Key words: Garlic, Quality Properties, Storage, Weight Loss