نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶، ص. ۶۵۷-۶۴۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 4, Winter 2018, P. 643-657
ISSN: 2008 - 4730

بررسی اثرات دمای انبار، اتمسفر و نوع پوشش بسته‌بندی بر برخی ویژگی‌های کیفی بذور زنیان در طی نه ماه انبارداری

گون آی بغدادی[۱]- مجید عزیزی[۲*]- ناصر صداقت[۳]- وحید روشن سروستانی[۴]- حسین آرویی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۷

چکیده

مهمترین هدف از انبارداری گیاهان دارویی حفظ مواد مؤثره آن می‌باشد. مدیریت انبار و ایجاد شرایط مناسب کمیت و کیفیت ماده مؤثره، قوه نامیه و بنیه بذر را از طریق کاهش سرعت زوال بذر، بمدت طولانی‌تر حفظ می‌کند. به منظور بررسی اثرات شرایط انبار (بسته‌بندی و دما) و زمان انبارمانی بر کیفیت بذور انبار شده زنیان آزمایش اسپلیت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در آزمایشگاه پژوهشی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۲-۹۳، به اجرا درآمد. دما (در دو سطح: ۳ ±۲۰ و ۳ ±۳۰)، نوع بسته‌بندی (در شش سطح: کاغذی، پلی اتیلنی، فویل آلومینیومی در شرایط خلأ، پلی اتیلن/پلی‌آمیدی در شرایط خلأ و پلی اتیلن/پلی‌آمید با ترکیب گازی ($98N_2$ درصد +$2O_2$ درصد) و ($90N_2$ درصد +$10O_2$ درصد) و دوره انبار (در ۴سطح: صفر، سه، شش و نه ماه) بعنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. تغییرات درصد اسانس، وزن و تغییرات گاز در درون بسته‌های با اتمسفر تغییر یافته و فاکتورهای مربوط به جوانه‌زنی بذرها (درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی) در طی ۹ ماه انبارداری بررسی شدند. بر اساس نتایج بدست آمده، درصد اسانس و درصد جوانه‌زنی با گذشت زمان انبارداری بطور معنی‌داری کاهش یافت. در مجموع بسته‌های پلی اتیلن/پلی‌آمید با ترکیب گازی ($98N_2$ درصد+$2O_2$ درصد) و ($90N_2$ درصد +$10O_2$ درصد) و دمای۳۰ درجه طی نه ماه ویژگی‌های کیفی را بهتر از سایر شرایط حفظ نمود، درحالی‌که، برای ۶ ماه انبارداری، دمای نگهداری۲۰ درجه و بسته آلومینیوم تحت خلأ بهترین نتیجه را داشت.

واژه‌های کلیدی: اسانس، بسته‌بندی، دمای انبار، زنیان، قوه نامیه

مقدمه

زنیان (*Carum copticum* L.) یکی از گیاهان دارویی خانواده چتریان است که بواسطه داشتن اسانس فراوان در دانه در صنایع داروسازی، بهداشتی و یا بصورت ادویه‌ای کاربرد دارد (۲۴). در این گیاه بخش قابل مصرف، دانه‌ها و به بیان دقیق‌تر میوه‌های رسیده هستند که به آنها شیزوکارپ[۶] گویند. از این دانه‌ها هم در صنعت فرآوری، به منظور استخراج مواد مؤثره استفاده می‌شود و هم به منظور تکثیر و تولید گیاهان جدید و توسعه کشت بهره‌برداری می گردد. این محصول پس از برداشت و خشک کردن در اغلب شرکت-های تولید کننده اسانس و عرقیات در بسته‌های نامناسب و در شرایط انبارداری نامناسبی انبار می‌گردد تا بسته به نیاز بازار در طی سال استخراج اسانس صورت گیرد. در این میان شرایط نگهداری این بذرها شامل نوع بسته‌بندی و دما نقش به‌سزایی در کمیت و کیفیت اسانس استخراج شده از آنها و همچنین حفظ قوه‌نامیه بذور دارد. اثرات متفاوت دوره انبار و شرایط بسته‌بندی بر جوانه‌زنی چهل گونه گیاه دارویی (۳) و بر خصوصیات عطر و طعم نمونه‌های ریحان، مرزنجوش و مرزنجوش بستانی (۳۰) گزارش شده است. این محققین بیان داشتند که بذور گونه‌ها واکنش متفاوتی به انبار در شرایط دمایی نشان داده‌اند.

بسته‌بندی از جمله آخرین مراحل پس از برداشت گیاهان دارویی می‌باشد که نقش بسیار مهمی در کمیت و کیفیت مواد مؤثره دارد. پس از خشک کردن گیاهان دارویی، آنها را بسته‌بندی و برای مدت نسبتا طولانی نگهداری می‌کنند، یا در صورت نیاز به کارخانه‌ها و مؤسسه‌های مورد نظر حمل می‌کنند (۵). بسته‌بندی نامناسب گیاهان دارویی می تواند سبب تغییراتی در مواد مؤثره آنها شود که در نهایت

۱، ۲ و ۵- به ترتیب دانشجوی دکتری، استاد و دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: azizi@um.ac.ir
۳- دانشیار، گروه علوم صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد
۴- دانشیار، گروه کشاورزی و منابع طبیعی شیراز، مرکز تحقیقات فارس
DOI: 10.22067/jhorts4.v31i4.51654
6- Schizocarp

باعث افت کیفیت فرآورده‌های دارویی و نارضایتی مصرف کنندگان خواهد شد. همچنین بسته‌بندی به عنوان عامل مهمی در جذب مشتری در بازارهای رقابتی داخلی و خارجی مطرح می‌باشد. عدم وجود سیستم صحیح و سالم عرضه گیاهان دارویی در عطاری‌ها یکی از مشکلات جدی می‌باشد. بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده (MAP) سیستمی نوین در صنعت بسته‌بندی است که امروزه در کشورهای پیشرفته جهان جایگاهی ویژه دارد. در این سیستم، بسته با ترکیبی از گازهای اکسیژن، دی اکسید کربن و نیتروژن با درصد معین پر می‌گردد. نسبت هر یک از گازهای سازنده وقتی مخلوط ارائه می شود تعیین می‌گردد اما کنترل بیشتری در طول ذخیره انجام نمی‌گیرد و ترکیب مخلوط ممکن است به آرامی تغییر کند. عمر انباری این محصولات به طور چشمگیر می‌تواند با انتخاب صحیح نسبت گازها در بسته‌بندی با اتمسفر کنترل شده طولانی گردد. از طرف دیگر حمل‌ونقل و بازارپسندی محصول بطور ویژه‌ای بستگی به نوع بسته-بندی دارد (۳۴). با توجه به بازارهای هدف خاص و حساسیت پروسه-ی تولید این گیاهان به جهت کاربرد در صنعت داروسازی، استاندارد کردن تمامی مراحل تولید تا مصرف آنها یکی از اساسی‌ترین نیازهای این بخش می‌باشد. فرآیند بسته‌بندی و انبار ضمن کاهش ضایعات مرحله پس از برداشت گیاهان دارویی و ادویه‌ای، نقش بسزایی در ایجاد اطمینان مصرف‌کننده از کیفیت و سلامت محصول دارد و همچنین می‌تواند تضمینی برای کیفیت قابل قبول بذور در هنگام کاشت باشد، ولی متأسفانه تاکنون تحقیقات مدوّن و جامعی در این راستا صورت نگرفته است.

از مهمترین دلایل جوانه‌زنی پایین بذور بلافاصله پس از برداشت خواب فیزیولوژیکی است که گاهی با انبارداری مناسب برطرف می شود. در پژوهشی خواص کیفی بذر دو گونه گیاه دارویی مناداب (*Eruca sativa* L.) و گونه‌ای بابونه (*Anthemis altissima* L.) که به مدت شش ماه در دو شرایط متفاوت سردخانه (دمای ۴ °C) و انبار خشک (دمای اتاق ۴ ± ۲۰ °C) نگهداری شده بودند تحت آزمون جوانه‌زنی استاندارد، مورد ارزیابی قرار گرفت. خواص کیفی (درصد و سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه) بذر گیاه منداب در دو شرایط فوق از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. در حالی‌که بیشترین درصد جوانه‌زنی از بذرهای نگهداری شده گیاه بابونه در شرایط انبار خشک بدست آمد. این موضوع نشان دهنده وجود خواب فیزیولوژیکی در بذر این گیاه و برطرف شدن آن به وسیله انبارداری خشک است (۴). در پژوهشی بر روی انبارداری زیره سیاه (*Bunium persicum* Boiss) مشاهده شد که قوه نامیه بذرها بعد از ۱۲ ماه شروع به کاهش کرد و بعد از ۴۲ ماه ۳۰٪ کاهش در مقایسه با بذرهای تازه برداشت شده مشاهده شد (۳۵). کیفیت و طول عمر بذر اگرچه تحت کنترل عوامل ژنتیکی است اما عموما در طی شرایط انباری نامناسب از بین می‌رود (۷). کیفیت بذر در طی انبار نیز علاوه بر اینکه توسط عواملی از جمله شرایط محیطی و صدمات مکانیکی در طی تولید بذر تعیین می‌شود بلکه تحت تأثیر مواد بسته‌بندی و شرایط انبار، بویژه دمای هوای انبار و رطوبت نسبی که سبب تسریع زوال بذر در انبار می‌شوند، می‌باشد (۱۳). بعنوان مثال اثر این عوامل بر خصوصیات کیفی اندام هوایی شوید (۲۸)، خصوصیات جوانه‌زنی بذرهای کاهو و هویج (۱)، بذرهای پیاز، کلم، تربچه، کلم گل، بامیه و نخود (۳۲)، بذر سویا (۳۷) و بذر سورگوم (۲۷) توسط محققین مورد بررسی قرار گرفته است.

براساس گزارش بانک جهانی (۱۹۹۶)، حجم تجارت گیاهان دارویی تا سال ۲۰۵۰ بالغ بر ۵ تریلیون دلار خواهد بود (۱۴). چنین روند رو به افزایش مصرف گیاهان دارویی بدون توسعه روش‌های مناسب بسته‌بندی و نگهداری آنها منجر به بروز ضایعات و کاهش کیفیت محصولات تولید شده گردیده و فرآوری و صادرات آنها را با مشکل مواجه می‌نماید. همواره یکی از دغدغه‌های مدیران در صنعت تولید و فرآوری گیاهان دارویی، ایجاد توازن بین ورود مواد خام گیاهی به کارخانه و توان دستگاه‌های فرآوری می‌باشد زیرا ورود کمتر یا بیشتر مواد خام به خط استحصال مواد مؤثره سبب کاهش راندمان تولید و ایجاد مشکلات متعدد کیفی در فرآورده نهایی کارخانه می گردد. به همین دلیل معمولا در هر کارخانه فرآوری گیاهان دارویی، بخش انبار وجود دارد که این توازن و تعادل را با تأمین یکنواخت مواد گیاهی ایجاد می‌نماید. با توجه به موارد فوق و از آنجایی‌که در کشور ما گیاهان دارویی معمولا پس از برداشت در کارخانه‌ها تا زمان استخراج مواد مؤثره، بمدت ۶-۹ ماه انبار می‌گردند و اغلب این انبارها، انبارهای معمولی با دمای ۲۰ و ۳۰ درجه (در شمال و جنوب کشور) می‌باشند لذا این پژوهش بمنظور بررسی اثرات شرایط نگهداری و طول دوره نگهداری بر میزان ماده مؤثره و نیز برخی ویژگی‌های جوانه‌زنی بذور گیاه زنیان صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش بر روی میوه‌های زنیان با سه تکرار در آزمایشگاه پژوهشی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد بشرح ذیل به اجرا درآمد.

الف) تیمارهای بسته‌بندی در شش سطح شامل:

۱- بسته‌های کاغذی با هوای معمولی (از جنس گلاسه ۱۱۵ گرمی) ۲- بسته‌های پلی‌اتیلنی با هوای معمولی (ضخامت ۰/۰۷ میلی‌متر) ۳- بسته‌های سه لایه حاوی فویل آلومینیومی (Metalized Al/PA/PE 80µ) (معروف به نوع آلومینیومی) در شرایط وکیوم یا خلأ ۴- بسته‌هایی از جنس PA/PE 80µ (معروف به نوع شفاف) در شرایط وکیوم یا خلأ ۵- بسته‌های مخصوص MAP و

از جنس PA/PE 80µ (معروف به نوع شفاف) با ترکیب گازی ۲ درصد اکسیژن و ۹۸ درصد ازت ۶- بسته‌های مخصوص MAP و از جنس PA/PE 80µ (معروف به نوع شفاف) با ترکیب گازی ۱۰ درصد اکسیژن و ۹۰ درصد ازت (شکل ۱).

ب) دمای نگهداری در دو سطح: دمای ۳ ±۲۰ و ۳ ±۳۰ درجه سلسیوس.

ج) چهار دوره انبار: قبل از انبار، سه، شش و نه ماه پس از انبار.

1 2 3 4

شکل ۱- بسته‌های مورد استفاده در این پژوهش: ۱- بسته کاغذی، ۲- پلی اتیلن، ۳- فویل آلومینیومی (معروف به نوع آلومینیومی)، ٤- بسته-های مخصوص MAP: پلی اتیلن پلی آمید (معروف به نوع شفاف)

Figure 1- Packaging materials used in this study: 1- paper, 2- polyethylene, 3-aluminum foil (known as aluminum type), 4- packages for MAP: polyethylene polyamide packages (known as transparent type)

بدین منظور بذور یکدست و یکنواخت زنیان (*Carum copticum* L.) از بازارهای محلی استان خراسان تهیه شد. قبل از بسته‌بندی و انبارداری از هر گیاه مقداری نمونه جهت بررسی میزان اسانس، قوه نامیه، درصد و سرعت جوانه‌زنی به آزمایشگاه منتقل گردید (مرحله قبل از انبار). سپس درون هر بسته ۶۰ گرم بذر قرار داده و هر بسته بعنوان یک واحد آزمایش در نظر گرفته شد. برای بسته‌بندی با ترکیب گازی متفاوت و خلأ از دستگاه بسته‌بندی (مدل ۲۰۰A، هنکلمن آلمان) استفاده شد. پس از بسته‌بندی، بسته‌ها به دو دسته تقسیم شدند و به انبار با دماهای مورد نظر انتقال یافتند. جهت بررسی صفات در دو دمای نگهداری، در دوره‌های زمانی ذکر شده نمونه‌گیری بطور تصادفی بعمل آمد. صفات مورد بررسی و روش اندازه‌گیری آنها به شرح ذیل بودند:

تغییرات وزن: نمونه‌ها قبل از قرارگیری در انبار و نیز بصورت ماهیانه توزین شدند و از نظر تغییرات وزن و درصد تغییرات وزن نسبت به وزن اولیه بررسی گردیدند.

غلظت گازهای موجود در بسته: غلظت گازهای اکسیژن و دی اکسیدکربن درون بسته ها به فواصل زمانی سه ماهه (به مدت ۹ ماه) با استفاده از دستگاه آنالیز گاز (OXYBABY، WITT-GASE آلمان) تعیین گردید.

میزان اسانس و قوه نامیه بذور: پس از اندازه‌گیری غلظت گازهای موجود در بسته، نمونه‌ها از بسته خارج شده و آزمایشات تعیین میزان اسانس و نیز آزمایشات مربوط به قوه نامیه بذور انجام گردید. اسانس گیاه به روش تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر[1] به مدت سه ساعت پس از جوشیدن از ۱۰ گرم بذر استخراج گردید. میزان اسانس بر اساس درصد حجمی به ازای وزن خشک نمونه (%v/w) محاسبه گردید. به منظور تعیین وضعیت جوانه‌زنی بذرها از روش استاندارد استفاده شد (۱۲). بدین منظور ابتدا بذرها، توسط ماده هیپوکلریت سدیم به نسبت اختلاط ۱به ۳ در آب مقطر به مدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی شدند. پس از سه بار آبکشی با آب مقطر بر روی کاغذ صافی و در درون پتری دیش‌های ۹ میلی‌متری قرار داده شدند و به ژرمیناتور با دمای ^{o}C ۳± ۲۰ منتقل شدند. شمارش بذرهای جوانه زده به صورت روزانه در ساعات معین و به مدت ۱۵ روز انجام گرفت. بذرهای جوانه زده (خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر) بعد از شمارش از پتری‌دیش حذف می‌شدند. درصد جوانه‌زنی از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

تعداد کل بذرها/ تعداد بذور جوانه زده تا روز آخر= درصد جوانه زنی

بنیه بذر: به منظور اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی (GR) از روش ماگویر (۱۹) استفاده گردید:

$$GR = \sum_{i=1}^{n} Si/Di$$

در این فرمول: Si= تعداد بذر جوانه زده در هر شمارش و Di= تعداد روز در هر شمارش تا شمارش n ام می‌باشد.

همچنین با شمارش روزانه تعداد بذرهای جوانه زده، متوسط زمان جوانه‌زنی که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد

1- Clevenger apparatus

با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (۸):

$$MTG=\frac{\sum nd}{\sum n}$$

که در آن n: تعداد بذور جوانه زده در مدت دوره آزمایشی و d: تعداد روزهایی که دوره جوانه‌زنی به طول انجامید است.

شاخص جوانه‌زنی (GI) نیز طبق رابطه زیر محاسبه شد (۳۸):

$$GI=\sum\frac{TiNi}{S}$$

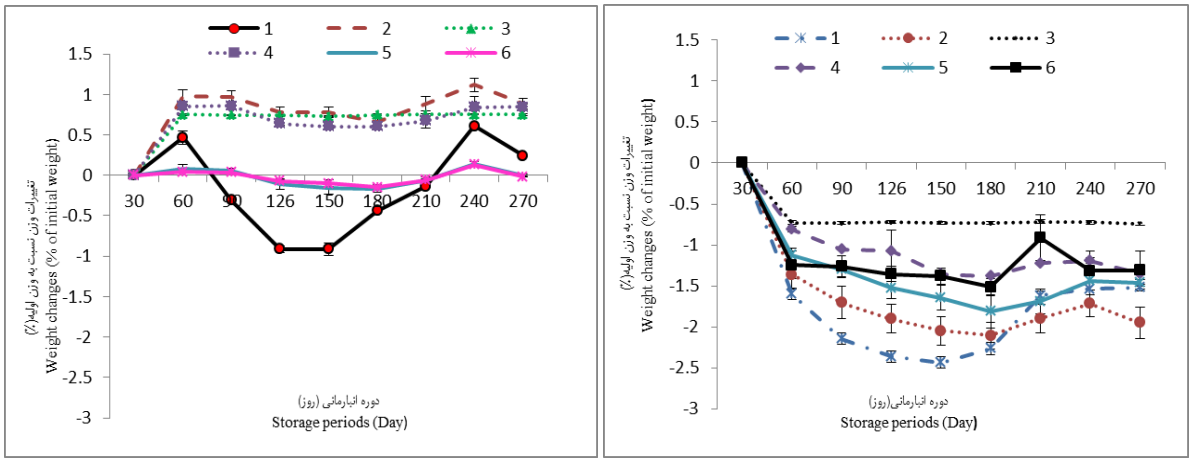
که در آن: Ti= تعداد روز پس از کشت، Ni= تعداد بذر جوانه زده در آن روز و S= تعداد کل بذر موجود در پتری‌دیش است.

روش تحلیل داده‌ها:

این آزمایش بصورت اسپلیت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد که دما بعنوان کرت اصلی در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل دادها با استفاده از نرم‌افزار JMP8 و رسم نمودارها بوسیله نرم‌افزار Excel انجام گرفت. به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

تغییرات وزن: نتایج حاصل از بررسی تغییرات وزن نمونه‌های زنیان در بسته‌بندی‌های مختلف در دمای ۳۰ و۲۰ درجه سلسیوس حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین تمام تیمارها و نیز برهمکنش آنها در سطح احتمال یک درصد بود. در بین بسته‌های مورد بررسی بیشترین کاهش وزن برابر ۲/۴۳ درصد بود که در بسته‌های کاغذی نگهداری شده در دمای ۳۰ درجه سلسیوس، در ماه‌های چهارم تا ششم و بویژه در ماه پنجم مشاهده شد. همانطور که در شکل (۲-الف) مشاهده می‌شود در این دمای نگهداری، همه انواع بسته‌ها دچار کاهش وزن شدند. در این دمای نگهداری بسته‌های آلومینیومی در شرایط خلأ نه تنها کمترین کاهش وزن را نشان دادند بلکه از ماه دوم به بعد تغییرات وزن در آنها تقریبا ثابت و صفر بود (شکل ۲-الف). در بین دو بسته با ترکیب گازی، بسته با ترکیب گازی [98%N_2 + 2%O_2] نسبت به بسته با ترکیب گازی [90%N_2 +10%O_2] دارای کاهش وزن بیشتری بویژه در ماه ششم بود. در دمای ۲۰ درجه سلسیوس برخلاف دمای ۳۰ درجه هم افزایش و هم کاهش وزن در بسته‌ها مشاهده می‌شود (شکل ۲-ب). کمترین تغییرات وزن در بسته‌های با تیمارهای گازی متفاوت (, [98%N_2 + 2%O_2] [90%N_2 +10%O_2]) بدست آمد. بسته‌های آلومینیوم تحت خلأ نیز پس از افزایش وزن در ماه دوم، تا پایان دوره تقریبا بدون تغییر وزن بودند. در این بین بیشترین تغییرات وزن، در بسته‌های کاغذی با بیشترین کاهش وزن در ماه‌های چهارم و پنجم (۰/۹۱٪) و در بسته های پلی اتیلن، با بیشترین افزایش وزن در ماه هشتم (۱/۱۱٪) بدست آمد (شکل ۲-ب).



ب(B) الف(A)

شکل ۲- نمودار اثرات متقابل دما، نوع بسته و زمان انبارداری بر درصد تغییرات وزن بذر در انبار ۳۰ درجه سلسیوس (الف) و ۲۰ درجه سلسیوس (ب) طی ۹ ماه انبارداری.۱= بسته کاغذی،۲= بسته پلی اتیلن، ۳-بسته آلومینیوم تحت خلأ، ٤-بسته شفاف تحت خلأ، ٥-بسته شفاف ۹۸ درصد (N_2) و ۲ درصد (O_2)، ٦- بسته شفاف ۹۰ درصد (N_2) و ۱۰درصد (O_2)

Figure 2- Interaction effects of temperature, types of packaging and storage time on changes percentages of seed weight in 30°C(A) and 20°C (B)storage.1- Paper , 2- polyethylene, 3- aluminum foil under Vacuum condition, 4-Polyethylene- polyamide packages under Vacuum condition, 5-Polyethylene-polyamide packages with a gas composition of [98%N_2 + 2%O_2] and 6-[90%N_2 +10%O_2])

بالا بودن دما در انبار ۳۰ درجه سلسیوس ممکن است سبب افزایش تبخیر و از دست دادن بیشتر رطوبت و در نتیجه کاهش وزن بسته‌ها شده باشد. سیلوا و همکاران (۳۶) نشان دادند بهترین مواد بسته‌بندی برای حفظ قوه نامیه و بنیه بذرهای فلفل چیلی در فویل آلومینیوم سه لایه است که باعث تغییرات کمتر در مقدار رطوبت بذر می‌شود. در دمای نگهداری ۳۰ درجه سلسیوس نیز بهترین بسته از نظر کاهش وزن بسته‌های آلومینیومی در شرایط خلأ بودند که کمترین کاهش وزن و کمترین تغییرات در وزن را در طی این ۹ماه انبارمانی نشان دادند. در دمای ۲۰ درجه سلسیوس نیز این نوع بسته ها پس از افزایش وزن در ماه دوم، تا پایان دوره تقریبا بدون تغییر وزن بودند. کاهش وزن مشاهده شده در بسته‌های کاغذی احتمالا بدلیل از دست رفتن رطوبت بذور بواسطه نفوذپذیرتر بودن این نوع بسته نسبت به بسته‌های نوع دیگر می‌باشد. از نتایج حاصل می‌توان استنباط کرد که بسته‌های شفاف تحت شرایط خلأ و بویژه بسته آلومینیومی تحت شرایط خلأ به هوا و رطوبت تقریبا غیرقابل نفود هستند و افزایش وزن حاصل در دمای ۲۰ درجه در این بسته‌ها ممکن است بدلیل تجمع بخارات آب حاصل از تنفس در طی اوایل دوره انبارمانی باشد.

تغییرات درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر: نتایج حاصل از بررسی تغییرات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی نمونه‌های زنیان در بسته‌بندی‌های مختلف در دمای ۲۰ و ۳۰ درجه سلسیوس حاکی از وجود اختلاف بین تیمارها و برهمکنش آنها در سطح احتمال ۱ درصد بود (جدول ۱). بر طبق نتایج، درصد جوانه‌زنی اولیه بذور قبل از انبار ۸۱/۶۶ ٪ بود (جدول ۲). در دمای ۲۰ درجه سلسیوس بسته‌های شفاف با ترکیب گازی [$98\%N_2 + 2\%O_2$] در طی سه ماهه اول اندازه‌گیری بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹۶٪) را در طی این دوره انبارداری بخود اختصاص دادند که پس از آن با گذشت زمان درصد جوانه‌زنی کاهش یافت ولی در سه ماهه آخر به همراه بسته آلومینیومی تحت خلأ، درصد جوانه زنی را کمی بیشتر از زمان قبل از انبار حفظ نمودند (جدول ۲). در دمای ۳۰ درجه سلسیوس، در سه ماهه آخر انبارمانی بسته‌های با ترکیب گازی تنها بسته‌هایی بودند که نسبت به سایر بسته‌ها درصد جوانه‌زنی خود را بیش از زمان قبل از انبار حفظ نمودند. در سه ماهه اول و دوم تعداد بیشتری از بسته‌های نگهداری شده در دمای ۲۰ درجه سلسیوس، نسبت به ۳۰ درجه، افزایش جوانه‌زنی را نشان دادند. این نتایج نشان می‌دهد که دما بر روی تغییرات این صفت تأثیر داشته است. بنظر می‌رسد تا ۶ ماه انبارداری دمای نگهداری۲۰ درجه جهت بهبود درصد جوانه‌زنی بذور زنیان بهتر عمل کرده است (جدول ۲). پس از طی ۹ ماه انبارداری بسته‌های آلومینیوم تنها بسته‌هایی بودند که در آنها درصد جوانه‌زنی در هر دو دما تغییر چندانی با زمان قبل از انبار نداشت (جدول ۲) که تاحدودی با نتایج الادیران و اگونبیاد (۲۵) مطابقت دارد که کاهش ناچیز سرعت جوانه‌زنی بذور فلفل در لفاف فویل آلومینیومی را نسبت به پلی تن[1] و کاغذی گزارش کردند. با توجه به این که دماهای بالا سبب افزایش سرعت وقوع برخی از واکنش های آبکافتی می‌شود و زوال بذر را تسریع می‌کند (۲۶)، لذا در بسته‌های با ترکیب گازی متفاوت، که با وجود نگهداری در دمای بالا در طی سه ماه آخر افزایش سرعت جوانه‌زنی را نشان دادند (۶/۴ و ۱۰/۴ درصد نسبت به زمان شروع دوره انبارمانی و ۶ و ۱۶ درصد نسبت به دمای نگهداری۲۰درجه، به ترتیب در بسته های با ترکیب ۲٪ و ۱۰٪اکسیژن)، ممکن است شرایط بسته به گونه‌ای تغییر یافته باشد که از افزایش سرعت این واکنش‌های هیدرولیتیکی ممانعت کرده است. بسته‌های کاغذی و پلی‌اتیلن در دمای۳۰ درجه و بسته کاغذی در دمای ۲۰ به ترتیب کمترین درصد جوانه‌زنی را پس از ۹ ماه انبارمانی نشان دادند. بسته‌های مذبور بسته‌هایی بودند که بویژه در ماه‌های آخر با تغییرات وزنی قابل توجهی روبرو شدند که می‌توان آن را به تغییر میزان رطوبت داخل بسته‌ها نسبت داد که سبب زوال سریعتر بذور شده است. آقا و همکاران (۲) نیز بیان داشتند هر چه اثرات گرمایی و رطوبتی انبار بر بذرهای بسته‌بندی شده بیشتر باشد احتمال زوال بذر بیشتر خواهد بود. پس از ۹ ماه انبار درصد جوانه‌زنی بذرهای بسته کاغذی در دمای ۳۰ درجه، نسبت به دمای ۲۰ درجه مقدار ۱۸ درصد کاهش نشان داد (جدول ۲). از نظر سرعت جوانه‌زنی نیز پس از پایان ۹ ماه انبارمانی، بسته‌های با ترکیب گازی متفاوت دارای مقدار سرعت جوانه‌زنی بیشتری نسبت به زمان شروع انبارداری بودند. کمترین مقدار در بسته‌های کاغذی در هر دو دمای نگهداری مشاهده شد (جدول ۲). ولیکن در سه ماهه دوم اندازه‌گیری (۱۸۰ روز) سرعت جوانه‌زنی در تمام بسته‌ها بجز بسته‌های دارای ترکیب گازی در هر دو دما افزایش قابل توجهی داشته است. بیشترین مقدار افزایش در بسته‌های آلومینیوم تحت خلأ و در هر دو دما مشاهده شد (۷/۵ درصد). بذرهای با بنیه بالا سرعت جوانه‌زنی بالایی دارند که سبب استقرار بهتر بذر در شرایط مزرعه و در نتیجه تولید محصول بهتر می گردد (۲۱). از آنجایی‌که سرعت جوانه‌زنی با بنیه بذر مرتبط است (۲۱ و ۲۲) و بذور زنیان در این مرحله بیشترین افزایش سرعت جوانه‌زنی را نشان دادند بنابراین این مرحله از انبار را می‌توان برای کشت بذور زنیان در مزرعه مناسب دانست. از نظر مقدار شاخص جوانه‌زنی بیشترین میزان شاخص جوانه‌زنی در بسته‌های حاوی ترکیب گازی و تا ۱۸۰ روز پس از انبارداری مشاهده می‌شود که پس از آن کاهش داشته است (جدول ۲). پس از پایان انبارداری بسته‌هایی که در دمای ۲۰ نگهداری شده بودند، بجز بسته‌های حاوی ترکیبات گازدار کنترل

1- polythen

شده، شاخص جوانه‌زنی بیشتری نسبت به دمای ۳۰ درجه داشتند. افزایش طول دوره انبارداری منجر به افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی بذور زنیان شد و این افزایش در بسته‌هایی که در دمای ۲۰ نگهداری شده بودند بخصوص بسته‌های کاغذی و شفاف تحت خلأ بارزتر بود. متوسط زمان جوانه‌زنی بذور در بسته‌های حاوی اتمسفر متفاوت تا ۱۸۰ روز پس از شروع انبارداری روندی کاملا افزایشی داشت و پس از آن کاهش یافت و حتی به کمتر از زمان شروع رسید. این نتایج با نتایج حاصل از بررسی اثر اتمسفرهای اصلاح شده (هوا (شاهد)، N_2(۱۰۰٪)، N_2/O_2(۵۰/۵۰)، هوا/CO_2(۶۰/۴۰)، CO_2(۱۰۰٪)) بر روی جوانه‌زنی بذور گندم در دو دمای $30^{\circ}C$ و $15^{\circ}C$ در طی بیش از ۲۰ ماه انبارمانی در تضاد می‌باشد، این تحقیق پیر شدن سریع و معنی‌دار بذرها در دمای $30^{\circ}C$ را با توجه به معیارهای فیزیولوژیکی و قدرت جوانه‌زنی نشان می‌داد و حاکی از این بود که هیچ یک از سطوح بالای CO_2 و N_2 قادر به جلوگیری از زوال شیمیایی بذرها نبودند (۱۰). از مقایسه دو نمودار سرعت جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی (جدول ۲) می‌توان دریافت که بذرهای با قابلیت جوانه‌زنی بالاتر، معمولا متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی پائین‌تری دارند که با نتایج الیس و روبرت (۸) مطابقت دارد. متوسط زمان جوانه‌زنی بالاتر بیانگر سرعت کمتر جوانه‌زنی است و هر چه متوسط زمان جوانه‌زنی بیشتر باشد، بنیه بذر کمتر است. هر چه سرعت سبز شدن گیاهان زراعی در مزرعه بیشتر باشد، استقرار گیاهچه‌ها نیز مطلوب‌تر خواهد بود (۲۱ و ۲۲) در واقع با انجام تست جوانه‌زنی و تخمین بنیه بذر می توان نحوه استقرار گیاهچه در شرایط واقعی مزرعه را برآورد کرد (۲۳). در یک نگاه اجمالی به جداول درصد و سرعت جوانه‌زنی می توان استنباط کرد که جوانه‌زنی بذور پس از گذشت نه ماه کاهش یافته است که این نتایج همسو با نتایج برخی محققین دیگر می‌باشد (۱۷ و ۲۵). کاملا آشکار است که قابلیت جوانه‌زنی و بنیه بذر هیچ یک بطور آنی از بین نمی‌روند بلکه هر دوی آنها با گذشت زمان کاهش پیدا می‌کنند استفاده از روش‌های نامناسب نگهداری و انبار کردن اثر زیادی بر قابلیت جوانه‌زنی بذر داشته و سبب کاهش تدریجی آنها با گذشت زمان می‌شود. با این حال وقوع پیری را می توان توسط انبارداری مناسب کندتر نمود. دما و مقدار رطوبت دو فاکتور اصلی تعیین کننده سرعت پیری هستند. میزان اکسیژن و نور ممکن است در بعضی موارد مقداری اثر بر روی پیری داشته باشند (۳۳). در پژوهش حاضر با توجه به ثابت بودن دوره انبار برای تمام بسته‌ها (با گذشت ۹ ماه) می‌توان بیان کرد که دما، اتمسفر و پوشش متفاوت بسته‌ها سبب ایجاد شرایط متفاوتی درون بسته‌ها شده است و در نتیجه توانایی بذرها در سنتز هورمون‌های تحریک کننده جوانه‌زنی (مانند جیبرلین) یا دیگر عوامل تغییر یافته است (۳۵). بطوری‌که در برخی بسته‌ها سبب کاهش سرعت پیری و در نتیجه حفظ مقدار جوانه‌زنی اولیه شده است و در برخی دیگر ممکن است سبب از بین رفتن خواب بذر (پس‌رسی) شده باشد و برعکس در بذور با کاهش درصد جوانه‌زنی، شرایط بسته احتمالا به گونه‌ای تغییر یافته است که سبب کاهش بنیه بذر و تسریع پیری شده است و یا شرایطی برای ایجاد خواب فراهم کرده است و پیشنهاد می‌گردد تحقیقات بیشتری در این زمینه صورت گیرد.

تغییرات گاز درون بسته‌ها

نمودار مقایسه میانگین اثر متقابل دما، نوع اتمسفر بسته و مرحله نمونه‌برداری بر تغییرات گاز اکسیژن در شکل (۳- الف) آورده شده است. نتایج حاکی از افزایش میزان اکسیژن درون بسته‌ها در هر دو دما است با این تفاوت که بسته شفاف با ترکیب گازی [90%N2 +10%O2] از این روند پیروی نکرده است. در هر دو دمای نگهداری میزان دی اکسیدکربن نیز در هر دو بسته نسبت به زمان شروع دوره افزایش معنی‌داری داشته است که می‌توان آن را به انجام عمل تنفس در بذور نسبت داد (شکل ۳–ب). در دمای ۳۰ درجه سلسیوس دو نوع بسته مورد نظر از نظر تغییرات میزان دی اکسیدکربن باهم تفاوت معنی‌داری نشان ندادند و میزان افزایش دی اکسیدکربن از سه ماهه اول اندازه‌گیری به بعد نیز معنی‌دار نبود (شکل ۳–ب). در انبار با دمای ۲۰ درجه سلسیوس در طی سه ماهه آخر میزان افزایش دی اکسیدکربن در بسته‌هایی با ترکیب گازی [$90\%N_2 + 10\%O_2$] بیشتر از بسته شفاف با ترکیب گازی [$98\%N_2 + 2\%O_2$] است و در مراحل سه ماهه اول و دوم تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. بطورکلی همانطور که در شکل مشاهده می‌شود میزان افزایش گاز دی اکسیدکربن در بسته‌های انبار شده در دمای ۲۰ درجه سلسیوس (۵/۲۵ درصد)، بیشتر از دمای ۳۰ درجه سلسیوس (۳/۱۵ درصد) است. عدم افزایش معنی‌دار غلظت گاز دی اکسیدکربن از مرحله دوم اندازه گیری به بعد احتمالا به دلیل تغییر در نفوذپذیری بسته‌ها می‌باشد که با وجود تنفس محصول میزان دی اکسیدکربن دیگر افزایش نیافته است. این امر ممکن است به این علت باشد که نفوذپذیری فیلم به دی اکسیدکربن نسبت به اکسیژن بیشتر است، میزان نفوذپذیری ۲ تا ۴ برابر بیشتر از اکسیژن است (۱۱)، لذا دی اکسیدکربن نسبت به اکسیژن ورودی سریع‌تر خارج می‌شود. با مصرف اکسیژن و معادل آن تولید دی اکسیدکربن، شیب غلظت گاز در داخل بسته به وجود می‌آید (۲۹). این شیب غلظت، دی اکسیدکربن را خارج کرده، باعث ورود اکسیژن می‌شود تا در نهایت تعادل ایجاد شود. همانطور که در شکل (۳) نیز مشاهده می‌شود میزان اکسیژن نیز افزایش یافته است. لوپز و همکاران (۱۸) اظهار داشتند دو عامل تنفس محصول و نفوذپذیری فیلم بسته‌بندی، اتمسفر داخل بسته حاوی محصولات زنده را تغییر می‌دهند و سبب خروج دی اکسیدکربن و ورود اکسیژن می‌شوند. هر

دو عامل نیز به درجه حرارت بستگی دارند. اما تأثیر درجه حرارت بر شدت تنفس بیشتر می‌باشد. اما در پژوهش حاضر مشاهده می‌شود که در دمای بالاتر میزان افزایش دی اکسیدکربن کمتر و میزان اکسیژن بیشتر از دمای پایین است. و جالب اینکه بر طبق نتایج این پژوهش دمای ۳۰ از نظر حفظ قوه نامیه و میزان اسانس نسبت به دمای ۲۰، پس از نه ماه انبار بهتر عمل کرده است (جدول ۲ و شکل ۴).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات دمای نگهداری و نوع بسته‌بندی بر برخی خصوصیات بذور زنیان طی نه ماه انبارمانی

Table1- Analysis of variance for effect of storage temperature and packaging materials on some properties of *Carum copticum* seeds during nine months storage

میانگین مربعات(Mean of Squares)					
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	درصد جوانه‌زنی Germination percent	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	متوسط زمان جوانه-زنی Mean germination time	شاخص جوانه-زنی Germination Index
بلوک Block	2	61.583**	4.936**	0.002 ns	0.035 ns
دما Temperature	1	552.25**	98.840**	1.397**	0.114**
خطای اصلی Main plot error	2	2.583 ns	0.003 ns	0.000	0.001 ns
نوع بسته Package	5	119.362**	22.220**	1.055**	0.988**
نوع بسته× دما Temperature ×Package	5	95.012**	7.859**	0.027 ns	0.048**
زمان انبارداری(مرحله نمونه برداری) Storage time	3	214.791**	158.354**	6.649**	2.903**
نوع بسته× زمان انبارمانی Package × Storage time	15	148/354**	50.543**	2.699**	1.295**
دما× زمان انبارمانی Temperature ×Storage time	3	103.458**	52.749**	1.893**	0.704**
دما× نوع بسته ×زمان انبارمانی Temperature ×Package× Storage time	15	114.470**	3.618**	0.305**	0.410**
خطای فرعی Subplot error	92	11.855	0.912	0.017	0.012

**، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ns غیر معنی‌دار

**, significant at 1 percent level of probability and ns, not-significant

این نتایج با نتایج جکسنز و همکاران (۱۵) و سندیا (۳۱) که اظهار داشتند با افزایش درجه حرارت انبار، اثر بسته‌بندی با روش اتمسفر تغییر یافته کاهش پیدا می‌کند در تناقض می‌باشد. آنها دلیل این امر را حلالیت کم CO_2 و افزایش میزان تنفس محصول با افزایش درجه حرارت انبار عنوان کردند و اظهار داشتند با افزایش دما، مصرف اکسیژن محصول تازه بیشتر شده در نتیجه زمان ماندگاری محصول کاهش می‌یابد. در این پژوهش عدم افزایش میزان تولید دی اکسید کربن یا مصرف اکسیژن در دمای بالا (۳۰ درجه) حاکی از این است که تغییرات گاز درون این بسته‌ها فقط بدلیل عمل تنفس نیست و تغییر تفوذپذیری بسته‌ها در طی زمان را تأیید می‌کند. باید در نظر داشت که تنفس محصولات تازه با محصولات خشک شده خصوصا بذر تفاوت فاحشی داشته و تنفس بذور بسیار پایین تر از تنفس محصولات تازه می‌باشد. از طرف دیگر واکنش تنفسی محصولات مختلف به دما متفاوت بوده و دامنه دمایی اپتیمم که در آن با افزایش دما بر میزان تنفس افزوده می‌شود نیز بستگی کامل به نوع محصول و اندام دارد. در دامنه دمایی بالاتر از تحمل با افزایش دما نه تنها تنفس افزایش نمی‌یابد بلکه کاهش خواهد یافت و علت آن تخریب آنزیم‌های تنفسی می‌باشد (۶ و ۳۹) با توجه به مطالب فوق دمای ۳۰

درجه در بذور زنیان، در دامنه دمایی بالاتر از تحمل قرار داشته و با افزایش دما با تأثیر نامطلوب بر آنزیم‌های تنفسی، تنفس کاهش یافته است. چنانچه مشاهده شد درصد اکسیژن در هر دو نوع بسته روندی افزایشی داشت شیب این افزایش در بسته شفاف با ترکیب گازی [$98\%N_2 + 2\%O_2$] که دارای اکسیژن بسیار کمتری در زمان شروع انبار است، بیشتر بود. دلیل احتمالی افزایش درصد اکسیژن بویژه در بسته‌های با درصد اکسیژن کمتر که دارای شیب افزایشی بیشتری نیز بودند، گرادیان غلظت بیشتر اکسیژن داخل بسته و محیط است، که این درصد کمتر اکسیژن در بسته‌ها سبب شدت نفوذ بیشتر اکسیژن از محیط اطراف به درون این بسته‌ها گردیده است (۹). میزان افزایش گاز اکسیژن درون بسته‌هایی که در دمای۳۰ درجه نگهداری شده بودند در مقایسه با بسته‌هایی که در ۲۰ درجه نگهداری شده بودند، بسیار بیشتر بود. این امر ممکن است بدلیل بالا بودن سرعت نفوذ اکسیژن به درون بسته‌ها در دماهای بالاتر باشد و احتمالا دمای بالا سبب افزایش نفوذپذیری بسته‌ها و خروج بیشتر دی اکسیدکربن یا ورود بیشتر اکسیژن را سبب می‌شود.

تغییرات میزان اسانس: طبق جدول تجزیه واریانس میزان اسانس با گذشت دوره انبارمانی در سطح احتمال یک درصد تغییر معنی‌دار داشت. اثر متقابل دمای نگهداری، نوع بسته و زمان انبارمانی نیز در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. بطوری‌که بیشترین میزان اسانس در دمای نگهداری ۳۰ درجه و در بذور موجود در بسته‌های با پوشش آلومینیوم تحت خلأ (۲/۳٪) و در سه ماهه اول اندازه‌گیری و در بذور موجود در بسته‌های با ترکیب گازی[$90\%N_2 +10\%O_2$] ، (۲/۳٪) در طی سه ماهه دوم اندازه‌گیری و کمترین میزان اسانس در بذور موجود در بسته‌های با پوشش پلی اتیلن (۱/۶٪) در سه ماهه سوم اندازه‌گیری بدست آمد. با توجه به شکل (۴) و نتایج حاصل از مقایسه میانگین می‌توان استنباط نمود که در طی این دوره انبارمانی، در سه ماهه اول و دوم اندازه‌گیری بیشترین میزان اسانس استخراج شده است. به عبارت دیگر طی این دوره مقدار اسانس تا ماه ششم در بیشتر بسته‌ها افزایش و از آن به بعد روند رو به کاهش در پیش گرفته است. کازاز و همکاران (۱۶) در بررسی اثر دماهای متفاوت انبار ($0^{\circ}C$ و $3^{\circ}C$) و طول دوره (۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز) بر عملکرد اسانس و اجزای اسانس گل محمدی (*Rosa damascena Mill.*) نتیجه گرفتند که دمای انبار بر مقدار اسانس اثر معنی‌داری نداشت در حالی که اثر طول دوره انبار معنی‌دار بود. و این نتایج تا حدودی با نتایج ما نیز منطبق می‌باشد و بیشتر تغییرات مشاهده شده در مقدار اسانس مربوط به طول دوره انبارمانی است. مارتینازو و همکاران (۲۰) نیز گزارش کردند که نوع پوشش بسته‌بندی (کاغذ، پلاستیک و مجموع هر دو) بر حفظ میزان اسانس و دو ترکیب سیترال و میرسن در گیاه دارویی علف لیمو تأثیر معنی‌داری نداشت ولی با افزایش زمان انبارداری، از درصد مواد مؤثره این گیاه کاسته شد. در مورد تغییرات میزان اسانس گیاهان دارویی طی دوره‌های متفاوت انبارداری و نیز با بسته‌بندی‌های متفاوت تحقیقات اندکی صورت گرفته است و تحقیقات بیشتری در این زمینه نیاز می‌باشد. بطور کلی هدف از انبارداری گیاهان دارویی حفظ ویژگی‌های محصول و نگهداری کمیت و کیفیت ترکیبات قابل استخراج می‌باشد. مدیریت و ایجاد شرایط مناسب انبار سرعت زوال بذر را کاهش داده و قوه نامیه و بنیه بذر را برای دوره‌های طولانی‌تری حفظ خواهد کرد. انبار مطلوب بذر را می توان با تعدیل محیط اطراف بذر بدست آورد. بر طبق نتایج این پژوهش جهت نه ماه انبارمانی بسته‌های شفاف با ترکیب گازی ۲٪ و ۱۰٪ اکسیژن در دمای نگهداری ۳۰ درجه سلسیوس را می‌توان بعنوان بسته‌های مطلوب توصیه کرد. و برای ۶ ماه انبارداری، دمای نگهداری۲۰ درجه و بسته آلومینیوم تحت خلأ عملکرد بهتری داشتند.

سپاسگزاری

این طرح با حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران ریاست جمهوری انجام گردید که بدینوسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

جدول۲ – مقایسه میانگین اثرات متقابل دما، نوع بسته و زمان انبارداری بر برخی صفات مورد اندازه‌گیری در دمای ۲۰ و ۳۰ درجه

Table 2- Interaction effects of temperature, types of packaging and storage time on some measured properties in 20°c and 30°c

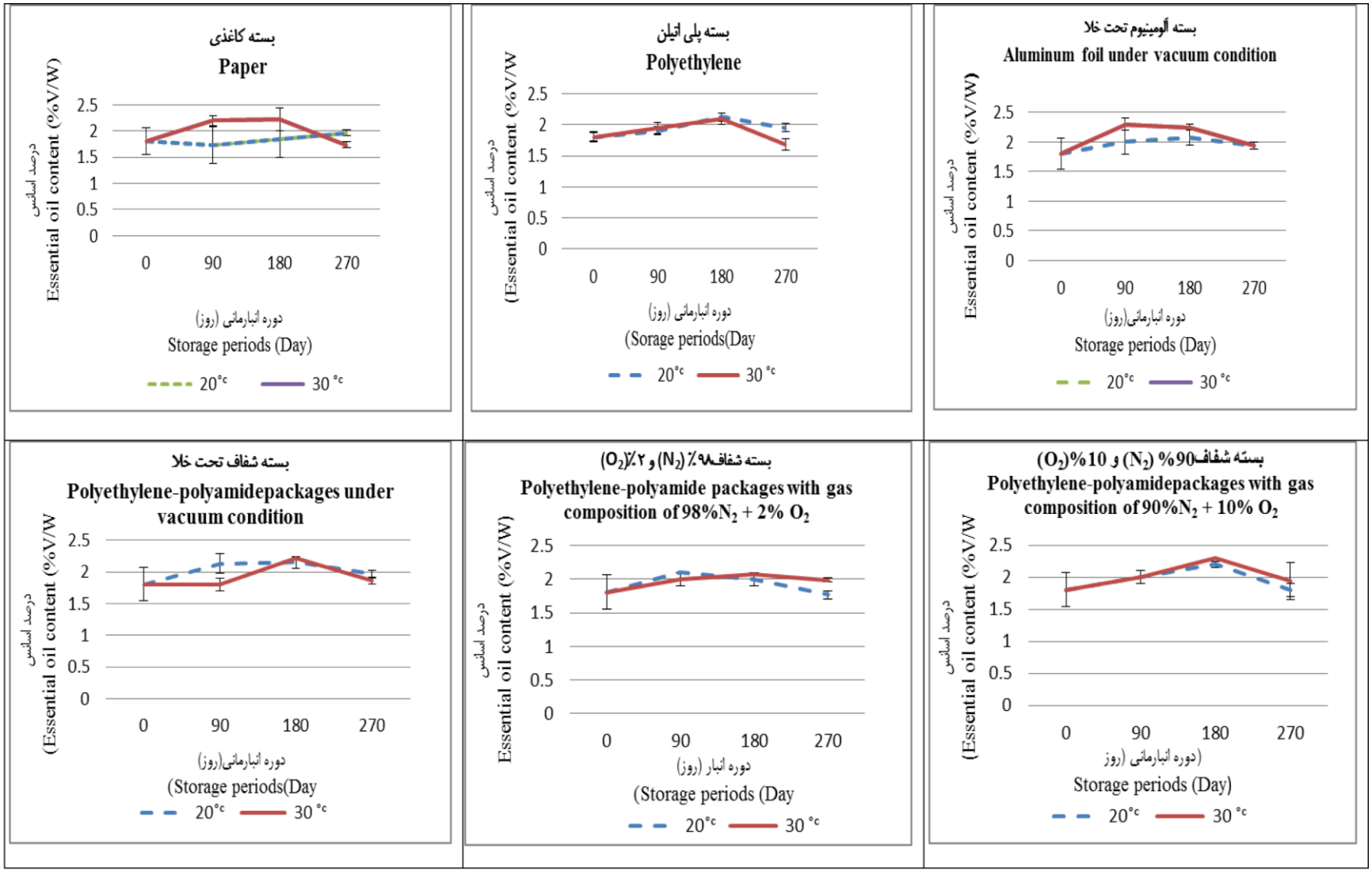
نوع بسته‌بندی Type of packaging	زمان انبارداری Storage time(months)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage(%)		سرعت جوانه‌زنی Germination rate(plant/day)		شاخص جوانه‌زنی Germination index		متوسط زمان جوانه‌زنی Mean germination time(day)	
		20	30	20	30	20	30	20	30
بسته‌های کاغذی Paper packages	0	81.66 b…g	81.66 b…g	9.58 e…j	9.58 e…j	2.31efgh	2.31efgh	3.15bcd	3.15bcd
	3	84 bcdef	83 b…g	12.9cd	6.75 i…m	1.58 klm	2.46c...g	1.88 hijk	3.20bcd
	6	84.5 a…f	78 defgh	16.41 ab	13.90 bc	1.28 mn	1.44 lm	kl 1.48	1.84 hijk
	9	72 ghi	54 i	5.45 lm	5.03 m	2.66 a…e	1.67 klm	3.72 a	2.95 cde
بسته پلی اتیلن Polyethylene packages	0	81.66 b…g	81.66 b…g	9.58 e…j	9.58 e…j	2.31efgh	2.31efgh	3.15 bcd	3.15bcd
	3	80 c…h	76 efghi	12.74 cde	6.86 i…m	1.5 lm	2.3efgh	1.87 hijk	3.02 cde
	6	88 abcd	70 hi	17.04 ab	12.74 cde	1.38 lm	0.96 no	1.56 kl	1.36 l
	9	78 defgh	66 hi	6.07 klm	5.31 lm	2.76 abcd	2.18fgh	3.53 ab	3.29 abc
بسته آلومینیوم تحت خلا Aluminum foil under Vacuum condition	0	81.66b…g	81.66 b…g	9.58 e…j	9.58 e…j	2.31efgh	2.31efgh	3.15 bcd	3.15bcd
	3	82 b…g	80 c…h	14.18 bc	5.87 lm	1.46 lm	2.44 defg	1.77 ijkl	3.05 cde
	6	88 abcd	82 b…g	17.41 a	17.08 ab	1.28 mn	0.74 o	1.45 kl	0.89 m
	9	84 bcdef	78 defgh	6.5 i…m	6.60 i…m	2.84 abc	2.48 b…g	3.37 abc	3.18 bcd
بسته شفاف تحت خلأ Polyethylene-polyamide packages under Vacuum condition	0	81.66 b…g	81.66 b…g	9.58 e…j	9.58 e…j	2.31efgh	2.31efgh	3.15 bcd	3.15bcd
	3	86 abcde	78 defgh	11.97 cdef	6.55 i…m	1.74 ijkl	2.04 hij	2.02 ghij	2.61 ef
	6	90 abc	74fghi	16.24ab	11.59 cdef	1.48 lm	1.68 jkl	1.64 jkl	2.26 fgh
	9	77.5 d…i	78 defgh	5.44 lm	6.38 jklm	2.82 abcd	2.5 b…f	3.71 a	3.20 bcd
بسته شفاف۹۸٪(N_2) و۲٪(O_2) Package with a gas combined of [98%N_2 + 2%O_2]	0	81.66 b…g	81.66 b…g	9.58 e…j	9.58 e…j	2.31efgh	2.31efgh	3.15 bcd	3.15bcd
	3	96 a	78 defgh	9.40 f…j	7.16 h…m	3a	2.71 abcd	3.12 bcd	3.39 abc
	6	74 fghi	78 defgh	7.18 h...m	4.84m	2.1 ghi	2.86 ab	2.82 de	3.67 a
	9	82 b…g	88 abcd	9.62 e…i	10/37 d…h	1.68 jkl	1.94 hijk	2.05 ghij	2.21 fgh
بسته شفاف ۹۰٪(N_2) و۱۰٪(O_2) Package with a gas combined of [90%N_2 +10%O_2])	0	81.66 b…g	81.66 b…g	9.58 e…j	9.58 e…j	2.31efgh	2.31efgh	3.15 bcd	3.15bcd
	3	90 abc	79 c…h	8.48 g…l	6.87 i…m	2.58 abcd	2.64 a…e	3.10 bcd	3.51 ab
	6	72 ghi	78 defgh	5.58l	7.17h…m	2.52 b…f	2.76 abcd	3.50ab	3.53 ab
	9	76 efhgi	92 ab	9.16 f…k	10.55 defg	1.66 jklm	2.16fgh	2.18fghi	2.35 fg

در هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی‌دار آماری بر اساس آزمون توکی (HSD) و در سطح احتمال 5 درصد می‌باشند

Means followed by similar letters in the same column don't have significant difference based HSD test at 5 percent level probability

شکل ۳- تغییرات درصد گاز اکسیژن (الف) و دی اکسیدکربن(ب) درون بسته‌های شفاف با ترکیب گازی متفاوت طی نه ماه انبارداری بذور زنیان در دمای ۲۰ و ۳۰ درجه سلسیوس. ۱- بسته شفاف (O_2)٪۱۰ و (N_2)٪۹۰، ۲- بسته شفاف (O_2)٪۲ و (N_2)٪۹۸

Figure 3- Changes of O_2 percentage (A) and CO_2 percentage (B) in Polyethylene-polyamide packages with different gas combination during nine months storage.of *Carum copticum* seeds. 1- [98%N_2 + 2%O_2] and 2- [90%N_2 +10%O_2])



شکل ٤- تغییرات درصد اسانس بذر زنیان در انبار ۲۰ و ۳۰ درجه سلسیوس طی ۹ ماه انبار

Figure 4- Changes of seed *Carum copticum* essential oil percentage during nine months storage

منابع

1- Ader F. 1978. Moisture content and storage conditions for pelleted vegetable and seed and their influence on germination and plant growth. Seed Science and Technology, 6(4):1033-1051.

2- Agha S. K., Malik Z. H., Hatam M., and Jamro G. H. 2004. Emergence of healthy seedlings of soybean as influenced by seed storage containers. Pakistan Journal of Biological Science, 7(1): 42-44.

3- Aghilian Sh., Khajeh-Hosseini M., and Anvarkhah S. 2014. Evaluation of seed storage potential in forty medicinal plant species. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 7 (10): 749-759.

4- Alizadeh M., and Isavand H. R. 2004. Evaluation and the study of germination potential, speed of germination and vigor index of the seeds of two species of medicinal plants (*Eruca sativa* Lam., *Anthemis altissima* L.) under cold room and dry storage condition. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 20(3):301-307.

5- Abdullah T.L., Ahmed S.H., and Rejab N.A. 1993.Determination of floral stage and packaging method for prolonged storage of *Jasminum multiflorum*. Acta Horticulturae, 331: 325-329.

6- Atkin O.K., and Tjoelker M.G. 2003. Thermal acclimation and the dynamic response of plant respiration to temperature. Trends in Plant Science, 8(7):343-351.

7- Barua H., Rahman M.M., and Masud M.M. 2009. Effect of storage containers environment at different storage period on the quality of chilli seeds. International Journal Sustain Crop Production, 4(4):28–32.

8- Ellis R. H., and Roberts E. H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology, 9: 377-409.

9- Exama A., Arul J., Lencki R., and Li Z. 1993. Suitability of various plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables: gas transfer properties and effect of temperature fluctuation. Acta Horticulturae, 343: 175-180.

10- Fleurat-Lessard F., Just D., Barrieu T.P., LeTorch J.M., Raymond P., and Saglio P. 1994. Effect of modified atmosphere storage on wheat seed germination vigour and on physiological criteria of the ageing process. Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored- Product Protection, 2:695-700.

11- Ghoreyshi Gh.R., and Nakhchyan H. 2003. Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables (Translation). Teyhu, 284 p.

12- Hartman H. T., Kester D.E., and Davis F. 1990. Plant Propagation, Principle and Practices. Prentice Hall International Editions, 647pp.

13- Hartmann H.T., and Kester D.E. 1993. Principle and practices of plant propagation and storage.4th Ed. New Jersey, Prentice Hall Press, 928 p.

14- Husnu K. 1997. Industrial Utilization of Medicinal and Aromatic Plants. Acta Horticulturae, 503:177-192.

15- Jacxsens L., Devlieghere F., Rudder T.D., and Debevere J. 2000. Designing equilibrium modified atmosphere packages for fresh-cut vegetables subjected to changes in temperature. LWT- Food Science and Technology, 33(3): 178-187.

16- Kazaz S., Erbas S., and Baydar H. 2009. The effects of storage temperature and duration on Essential oil content and composition oil Rose (*Rosa damascena* Mill.). Turkish Journal of Field Crops, 14(2): 89–96.

17- Khalequzzaman K.M., Rashid M.M., Hasan M.A., and Reza M.A. 2012. Effect of Storage Containers and Storage Periods on The Seed Quality of French Bean (*Phaseolus vulgaris*). Bangladesh Journal of Agricultural Research, 37(2):195-205.

18- Lopez-Briones G., Varoquaux P., Bureau G., and Pascat B. 1993. Modified atmosphere packaging of common mushroom. Food Science and Technology, 28(1): 57-68.

19- Maguire J. D. 1962. Speed of germination in selection and evaluation for seedling vigor. Crop Science, 2: 176-177.

20- Martinazzo A.P., Melo E. C., Barbosa L. C. de A., Soares N. de F. F., Rocha R. P., Randuz L. L., and Randuz R. P. 2009. Quality parameters of *Cymbopogon citratus* leaves during ambient storage. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 25(4): 543 ‑ 547.

21- Matthews S., and Khajeh-Hosseini M. 2006. Mean germination time as an indicator of emergence performance in soil of seed lots of maize (*Zea mays*). Seed science and technology, 34: 339-347.

22- Matthews S., and Khajeh-Hosseini M. 2007. Length of lag period of germination and metabolic repair explain vigour differences in seed lots of maize (*Zea mays*). Seed science and technology, 35: 200-212.

23- Monira U.S., Amin M. H. A., Aktar M. M., and Mamun M.A.A. 2012. Effect of Containers on Seed Quality of Storage Soybean Seed. Bangladesh Research Publications Journal, 7(4): 421-427.

24- Nagalakshmi S., Shankaracharya N.B., Naik J.P., and Rao L.J.M. 2000. Studies on chemical and technological aspects of ajowan (*Trachyspermum ammi*) seeds. Journal of Food Science and Technology, 37(3): 277-281.

25- Oladiran J.A., and Agunbiade S. A. 2000.Germination and seedling development from pepper (*Capsicum annum* L.) seeds following storage in different packaging materials. Seed Science Technology, 28(2):413-419.

26- Oskouei B., Divsalar M., Yari L., and Zare'ian AS. 2013. Effects of different kinds of packaging on seed vigor stored canola varieties in Qom province. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 2(1): 65-72.

27- Owolade O. F., Olasoji J. O., and Afolabi C. G. 2011. Effect of storage temperature and packaging materialson seed

germination and seed-borne fungi of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) in South West Nigeria. African Journal of Plant Science 5(15): 873-877.

28- Paakkonen K., Malmsten T., and Hyvonen L. 1989. Effects of Drying Method, Packaging, and Storage Temperature and Time on the Quality of Dill (*Anethum graveolens* L.). Journal of Food Science, 54(6): 1485- 1787.

29- Paine A.F., and Paine Y.H. 1992. Modified atmosphere packaging. Hand book of Food Packaging, Chapman & Hall, 242-246.

30- Raghavan B., Rao L., Singh M., and Abraham K. 1997. Effect of drying methods on the flavor quality of marjoram (*Origanum majorana* L.).Molecular Nutrition & Food Research, 41(3): 159-161.

31- Sandhya. 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce. LWT- Food Science and Technology, 43(3):381–392.

32- Saxena O.P., Singh G., Pakeeraiah H., and Pandey N. 1987. Seed deterioration studies in some vegetable seeds. Acta Horticulture, 215: 39-44.

33- Schmidt R. 2000. Chapter 8, In Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed. Danida Forest Seed Centre. Taylorson RB. 1987. Environmental and chemical manipulation of weed seed dormancy. Weed Science, 3: 135-154.

34- Sedaghat N. 2006. Principles of Food Packaging Technology. Barsava, 135 p.

35- Sharma P.K., and Sharma S. 2010. Effect of storage and cold-stratification on seed physiological aspects of *Bunium persicum*: A Threatened Medicinal Herb of Trans-Himalaya. International Journal of Botany, 6(2):151-156.

36-Silva S.G.R., Peiris D., and B.C.N. 1997. Effect of packing material on the storability of chilli seeds in Sri Lanka. Tropical Agricultural Research, 6: 23-30.

37- Tatipata A. 2010. The Effect of Initial Moisture Content, Packaging and Storage Period on Succinate Dehydrogenase and Cytochrome Oxidase Activity of Soybean Seed. The Southeast Asian Journal of Tropical Biology, 17(1):31-41.

38- Tekrony D.M., and Egli D.B. 1991. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. Crop Science, 31:816-822.

39- Wahid A., Gelani S., Ashraf M., and Foolad M. R. 2007.Heat tolerance in plants: An overview. Environmental and Experimental Botany, 61: 199–223.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 4, Winter 2018, P. 643-657
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶، ص. ۶۵۷-۶۴۳
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Evaluation of the Effect of Storage Temperature, Atmosphere and Packaging Materials on some Properties of *Carum copticum* Fruits during Nine Months Storage

G. Baghdadi[1]- M. Azizi[2*]- N. Sedaghat[3]- V. Rowshan[4]- H. Aroiee[5]

Received: 24-11-2015
Accepted: 16-02-2016

Introduction: The aim of medicinal plant storage is to preserve qualitative and quantitative properties of active substance. *Carum copticum* fruits (Zenyan in Persian) were used for its therapeutic effects. Seed storage condition after harvest till to extraction time is not suitable in our country and the major part of seed quality deteriorates during the storage period. So, the loss of seed qualitative and quantitative characteristics will increase during unsuitable storage condition. Appropriate storage conditions and management preserve seed active substance, seed viability and vigor for long periods by reducing the rate of seed deterioration. Optimal seed storage can be achieved by modifying the environment around the seeds. Numerous storage systems have evolved over the years for post harvest preservation of crop seeds. The aim of this study is to evaluate the effect of various storage conditions and storage time on essential oil percentage and germination factors in *C. copticum* seeds during the storage period. The results of this research will be used for optimum storage of these seeds to better preserve their quality.

Materials and Methods: In order to investigate the effects of storage conditions (packaging materials and temperature) and storage time on quality of *C. copticum* stored seeds, a split-plot factorial arranged in a randomized complete block design with three replications is performed in Faculty of Agriculture at Ferdowsi University of Mashhad during 2013 and 2014.Tukey's range test was performed to determine the significant difference between treatments. The calculations were conducted by JMP 8 software. Temperature (at two levels : 20±3°C and 30±3°C) as main plots and packaging materials (at six levels :paper, polyethylene, aluminum foil under vacuum condition, Polyethylene-polyamide packages under vacuum condition, Polyethylene-polyamide packages with a gas composition of [98%N_2 + 2%O_2] and [90%N_2 +10%O_2]) and storage periods (at four levels: 0, 3, 6 and 9 months) as sub plots were considered. Seed samples were taken randomly from each package at four times period. Essential oil percentage, seed weight, gas composition in packages with modified atmosphere and seed germination factors (seed germination percentage (SGP), germination rate (GR), mean germination time (MGT), and germination Index (GI)) were evaluated during this nine months Storage.

Results and Discussion: The highest weight loss was 2/43% in the paper bags stored at 30°C at the fourth to sixth months especially in the fifth month. Aluminum foil package under vacuum condition stored at 30°C had the lowest weight and minimum weight changes during nine months of storage, so it was the best packages compared to others. The results show that Polyethylene-polyamide packages and Aluminum foil packages under vacuum condition are almost impermeable to air and moisture. Increasing weight at 20°C may be due to accumulation of water vapor from the respiration during early period of storage. Seed germination test provides an indication about seedling vigor as well as performance of seed in the field. In most cases, performance relates to the ability of seeds to germinate and produce a seedling that will emerge from the soil and development into a healthy vigorous plant. Packages with different combinations of gas (2% and 10% oxygen) at 30°C,aluminum foil under vacuum condition and Polyethylene-polyamide packages with a gas composition of [98%N_2 + 2%O_2] at 20°C were packages with higher germination percentage after nine months storage. Based on this results, it appears that packaging materials and storage temperature did not show any significant difference on essential oil percentage and further changes in the amount of oil related to duration of storage. Kumar *et al*. (2013) showed

1, 2 and 5- Ph.D. Student, Professor and Associate Professor, Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, Respectively
(*- Corresponding Author Email: azizi@um.ac.ir)
3- Associate Professor, Food Science and Technology Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
4- Associate Professor, Natural Resources Department, Fars Research Center for Agriculture and Natural Resources, Shiraz, Iran

that the essential oil content and composition were affected by harvest time and storage conditions. Kazaz *et al*. (2009) investigated the effect of different storage temperatures (0°C and 3°C) and durations (7, 14, 21 and 28 days) on oil yield and essential oil components of oil rose (*Rosa damascena* Mill.). Their results showed that the effect of storage temperatures on oil content were not significant whereas the effect of storage duration was significant and it was similar to our results.

Conclusion: Essential oil percentage as the most important property of *Carum copticum* and germination percentage decreased significantly with increasing of storage period. Finally, results show that Polyethylene-polyamide packages with a gas composition of [98%N_2 + 2%O_2] and [90%N_2 +10%O_2] in 9 months storage time and 30±3°C storage temperature preserve qualitative properties better than other conditions. Whereas, aluminum foil package under vacuum condition and 20±3°C storage temperature are recommended for 6 month storage time.

Keywords: *Carum copticum*, Essential oil, Packaging, Storage temperature, Viability