علوم و تحقیقات بذر ایران
سال دهم/ شماره اول/ ۱۴۰۲ (۲۷ - ۱۵)
مقاله پژوهشی
DOI: 10.22124/jms.2023.22414.1720
DOR: 20.1001.1.24763780.1402.10.1.2.5

اثر هالوژناسیون، محتوای رطوبت و نوع بسته‌بندی بر انبارمانی بذر برنج

کبری تجددی طلب[1*]، مریم حسینی چالشتری[2]، فرزاد مجیدی شیل سر[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۳۱

چکیده

هالوژناسیون، کاهش محتوای رطوبت بذر و بسته‌بندی مناسب از روش‌های کاربردی هستند که می‌توانند نقش موثری در حفظ حیات بذر طی دوره انبارمانی داشته باشند. این تحقیق بر اساس آزمایش فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی به اجرا در آمد. فاکتورها شامل نوع بسته‌بندی در دو سطح (بسته‌بندی تک‌لایه و دولایه)، هالوژناسیون بذر در چهار سطح (صفر، ۳، ۶ و ۹ گرم به ازای هر کیلوگرم بذر)، محتوای رطوبت شلتوک (بر پایه تر) در سه سطح (۱۷/۷-۱۷ درصد، ۱۲-۱۱ درصد و ۱۰-۹ درصد) و مدت زمان انبارمانی در سه سطح (بدون انبارمانی، شش ماه و یک‌سال انبارمانی) بودند. نتایج نشان داد پس از یک‌سال انبارمانی، کم‌ترین درصد جوانه‌زنی با مقدار ۴۷/۹۲ درصد متعلق به بذر با محتوای رطوبت ۱۷/۷-۱۷ درصد بود و بذور با محتوای رطوبت ۱۲-۱۱ و ۱۰-۹ درصد، جوانه‌زنی بالای ۹۷ درصد نشان دادند. شاخص بنیه بذر در بسته‌بندی دولایه، پس از شش و یک‌سال انبارمانی، به‌ترتیب ۱۳/۸۲ و۲۱/۶۳ درصد و در بسته‌بندی تک‌لایه به‌ترتیب ۱۷/۹۷ و ۳۹/۸۱ درصد کاهش یافت. تیمار با محتوای رطوبت۱۰-۹ درصد، هالوژناسیون شده به مقدار ۹ گرم به ازای هر کیلوگرم بذر دارای بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و بنیه بذر بود. علاوه بر آن در بذور غیرهالوژنه ذخیره‌شده در بسته‌بندی تک‌لایه، پس از یک‌سال انبارمانی، حشره بید غلات (*Sitotroga cerealella Olivier*) به‌عنوان آفت مهم شلتوک برنج مشاهده شد. به‌طورکلی کاهش محتوای رطوبت بذر برنج تا حد۱۰-۹ درصد به‌همراه هالوژناسیون و به‌کارگیری بسته‌بندی دولایه توانست کیفیت بذر را بهتر از سایر تیمارها طی دوره انبارمانی حفظ نماید.

واژه‌های کلیدی: آفات انباری، بسته‌بندی، حیات بذر، خشک‌کردن، هالوژناسیون

۱- استادیار پژوهش موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران. dr2eng@yahoo.com
۲- دانشیار پژوهش موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران. mhkhossieni@gmail.com
۳- دانشیار پژوهش موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران. majidi14@yahoo.com
*نویسنده مسئول: dr2eng@yahoo.com

مقدمه

حفظ کیفیت بذر پس از عملیات برداشت در راستای تولید محصولی با عملکرد مناسب همواره مورد توجه بخش کشاورزی بوده است. قدرت جوانه‌زنی و بنیه بذر در طول دوره انبارمانی تحت تاثیر بسیاری از عوامل زیستی همانند آفات انباری و میکروارگانیسم‌ها به حداقل مقدار خود کاهش می‌یابد. حشرات و قارچ‌ها ضمن ایجاد خسارت قابل توجه، مسئول کاهش بالقوه توانایی انبارمانی بذر می‌باشند (Raikar *et al.*, 2011). اگرچه شلتوک برنج به‌دلیل داشتن پوسته رویی (Husk)، نسبت به سایر غلات در برابر حمله آفات انباری از حساسیت کم‌تری برخوردار است اما این پوسته همواره نمی‌تواند مانع آلودگی بذر شود. روش‌های برداشت، عملیات خشک‌کردن، حمل و نقل، شرایط محیطی فصل رویش و نوع رقم برنج از جمله عواملی هستند که می‌توانند با آسیب رساندن پوسته شرایط ورود آفات انباری به داخل دانه و فعالیت آن‌ها را مهیا سازند. شپشه برنج (*Sitophilus oryzae L*) از جمله حشراتی است که نمی‌تواند پوسته شلتوک را سوراخ کند (Cogburn, 1974; Breese, 1960). تعداد محدودی از حشرات همانند لارو بید غلات که به‌عنوان آفات انباری محسوب می‌شوند قادرند پوسته شلتوک را سوراخ کرده و از آن تغذیه نماید (Chakraverty and Singh, 2001). اگرچه روش سرما یکی از بهترین راه‌های ذخیره‌سازی بذر برنج محسوب می‌شود (Saidanaik and Chetti, 2018; Katta *et al.*, 2019)، اما به دلیل نیازمندی آن به تجهیزات و حجم سرمایه‌گذاری بالا نمی‌تواند در سطح وسیع مورد استفاده قرار گیرد. ذخیره‌سازی بذر با استفاده از بسته‌بندی‌های نفوذناپذیر روشی است که با اصلاح شرایط هوای داخل بسته و آب‌بندی آن‌ها، ضمن حفظ رطوبت دانه، از آسیب آن‌ها در برابر حشرات جلوگیری می‌نماید (Hafeel *et al.*, 2008). بر اساس مطالعات ویلرز و همکاران (Villiers *et al.*, 2006)، با ایجاد شرایط کم‌اکسیژن می‌توان ۱۰۰ درصد حشرات را در کلیه مراحل زندگی‌شان از بین برد. هالوژناسیون، فناوری نگهداری ارزان قیمت و کاربردی بذر است که قابلیت به‌کارگیری در دو سطح بزرگ (صنعتی) و کوچک (در سطح زارعین) را دارد (Shivashankargouda *et al.*, 2004). رایکار (Raikar, 2007) اظهار نمود هالوژناسیون روش مناسبی برای افزایش طول عمر بذر است که علاوه بر زنده نگهداشتن بذر، از آن در برابر عوامل مخرب خارجی و داخلی محافظت می‌نماید. هالوژن‌ها با تبدیل اسیدهای چرب غیر اشباع به اسیدهای چرب اشباع ضمن برقراری ثبات در لیپوپروتئین غشاء سلولی (Shivashankargouda, *et al.*, 2004; Hunje *et al.*, 2007)، با کاهش تولید رادیکال‌های آزاد (Hunje *et al.*, 2007; Herbert, *et al.*, 2021) و خاصیت کنترل‌کنندگی قارچ‌های انباری (Hunje *et al.*, 2007) به افزایش طول عمر بذر کمک می‌نمایند. از آن‌جایی که همواره دسترسی به امکانات و تجهیزات مدرن برای انبارداری طولانی مدت بذر میسر نمی‌باشد، لذا پژوهش و معرفی روش‌های ساده و قابل دسترس امری ضروری است. هدف از پژوهش اخیر بررسی اثر محتوای رطوبت اولیه، هالوژناسیون و نوع بسته‌بندی بر کندکردن زوال بذر و جلوگیری از فعالیت آفات انباری طی دوره انبارمانی و ارائه روش مناسب برای افزایش طول عمر بذر برنج بوده است.

مواد و روش‌ها

شلتوک رقم اصلاح شده گوهر پس از عملیات برداشت از مزارع موسسه تحقیقات برنج کشور و عملیات بوجاری از نظر قدرت جوانه‌زنی مورد ارزیابی قرار گرفتند و بذوری که دارای قدرت جوانه‌زنی بالای ۸۵ درصد بودند انتخاب شدند. سپس بذور تحت دمای ۱± ۳۷ درجه سلسیوس تا رسیدن به رطوبت‌های نهایی تعیین‌شده در این تحقیق با استفاده از خشک‌کن افقی بستر ثابت، خشک شدند. قابل به ذکر است که دبی هوا و ارتفاع شلتوک در بستر خشک‌کن ثابت در نظر گرفته شد. ارتفاع شلتوک حدود ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. رطوبت شلتوک قبل، حین و پس از عملیات خشک‌کردن با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج مدل (GMK –303 RS, Korea) کنترل شد. به‌منظور بررسی درصد جوانه‌زنی، پس از انتخاب ۲۵ عدد شلتوک سالم به‌طور تصادفی، نمونه‌ها به‌طور جداگانه داخل ظروف پتری‌دیش حاوی کاغذ صافی قرار داده شده و در ژرمیناتور با دمای ۲±۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۷ درصد گذاشته شدند. در روز هفتم، قدرت جوانه‌زنی (Alahakoon *et al*., 2021; Baalbaki *et al.*, 2009)، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه نمونه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. برای محاسبه شاخص بنیه گیاهچه از

روابط زیر استفاده شد (Abdul Baki, and Anderson, 1973).

(رابطه ۱) درصد جوانه‌زنی × طول کل گیاهچه = شاخص بنیه

(رابطه ۲) طول ریشه‌چه + طول ساقه‌چه = طول کل گیاهچه

وجود حشرات و خسارت ناشی از آن‌ها با استفاده از روش موسسه استاندارد تحقیقات صنعتی ایران مورد ارزیابی قرار گرفت (Younesi *et al.*, 2012). به‌منظور جداسازی آفات و برخی از ناخالصی‌های موجود در نمونه‌ها، از روش الک‌کردن استفاده شد. در این روش پس از قراردادن نمونه‌ها داخل الک، سنگ، کلوخه و اجسام خارجی از جمله قطعات حشرات یا خود حشرات در صورت وجود، جدا و زیر الک داخل سینی سفید ریخته شد. در این روش، الک دستی آزمایشگاهی با بدنه و توری فلزی با مش متوسط (قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر) که غلات و حبوبات را روی الک نگه می‌دارد، مورد استفاده قرار گرفت. سپس نمونه‌ها از داخل سینی جمع‌آوری شدند. در مرحله دوم، نمونه‌های باقیمانده روی الک، روی سینی لعابی سفید ریخته شد و با چشم غیرمسلح و با استفاده از قلم مو، تک تک دانه‌ها و لا به لای آن‌ها زیر نور چراغ مطالعه (با نور سرد) مورد بررسی قرار گرفت و نمونه‌های آفت (زنده و غیرزنده) و کوتیکول پوست‌اندازی شده در بین دانه‌ها جدا شد. سپس در مرحله بعدی، شلتوک‌ها زیر بینوکولار مورد بررسی دقیق‌تر قرار گرفتند. در این مطالعه از روش قراردادن بذرها در داخل گرم‌خانه (انکوباتور) برای تشخیص آفات پنهان استفاده شد. پس از بررسی میزان ضایعات و جداسازی آفات موجود، برای کشف آفات پنهان، نمونه‌های شلتوک به‌مدت یک تا ۳ ماه در انکوباتور (با شرایط دمایی۱ ±۲۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ±۶۰ درصد) نگهداری شدند تا در صورت وجود حشره در داخل دانه، رشد نموده و از آن خارج شود. برای تعیین میزان ضایعات موجود در نمونه‌های شلتوک، پس از تهیه نمونه‌های ۱۰۰ گرمی، دانه‌های آسیب‌دیده از دانه‌های سالم جدا شدند، سپس با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌گرم توزین شدند. درصد کاهش وزن از تقسیم اختلاف وزن دانه‌های سالم و آسیب دیده به کل وزن نمونه (۱۰۰ گرم) از رابطه زیر به‌دست آمد (Ngatia and Kimondo, 2011).

(رابطه ۳) درصد کاهش وزن = $\frac{\text{(وزن بذور آسیب دیده–وزن بذور سالم)}}{\text{وزن بذور آسیب دیده و سالم}} \times ۱۰۰$

لازم به ذکر است که ایجاد حفرات، شکستگی یا هرگونه تغییر شکل از حالت طبیعی دانه که در اثر تغذیه، تخم‌گذاری یا سایر فعالیت حشره (لارو یا بالغ) ایجاد شده بود، به‌عنوان ضایعات تلقی شد. شمارش تعداد آفت نیز بر اساس وجود یا عدم وجود آفت زنده یا مرده بالغ، لارو یا شفیره حشره صورت گرفت.

به‌منظور دستیابی به روش مطلوب نگهداری بذر گوهر، این تحقیق بر اساس آزمایش فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار فاکتور به اجرا در آمد. نوع بسته‌بندی در دو سطح (بسته‌بندی تک‌لایه (گونی متداول) و بسته‌بندی دولایه (گونی متداول دارای کیسه پلی‌اتیلن)، هالوژناسیون بذر (مقدار یک به یک از کلسیم اکسی کلراید ($CaOCl_2$) و کربنات کلسیم ($CaCo_3$)) در چهار سطح (صفر، ۳، ۶ و ۹ گرم به ازای هر کیلوگرم بذر)، محتوای رطوبت شلتوک در سه سطح (۱۷-۱۷/۷ درصد، ۱۲-۱۱ درصد و ۱۰-۹ درصد) و مدت زمان انبارمانی (قبل از انبارمانی، شش ماه و یک سال پس از انبارمانی)، در شرایط معمول اجرا شد. کلیه آزمون‌ها در سه تکرار انجام شد. برای انجام مقایسه میانگین اثر ساده و اثر متقابل تیمارها، از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد و برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده انبارمانی، بسته‌بندی، محتوای رطوبت و اثرات متقابل انبارمانی× بسته‌بندی، انبارمانی× هالوژن، انبارمانی× محتوای رطوبت، بسته‌بندی× محتوای رطوبت، انبارمانی× بسته‌بندی× محتوای رطوبت و هالوژن× محتوای رطوبت در سطح احتمال ۵ درصد بر جوانه‌زنی بذر معنی‌دار بودند (جدول ۱). اثرات ساده مدت زمان انبارمانی، نوع بسته‌بندی، محتوای رطوبت و اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی× بسته‌بندی، مدت زمان انبارمانی× هالوژن، بسته‌بندی× هالوژن، مدت زمان انبارمانی× محتوای رطوبت، بسته‌بندی× محتوای رطوبت و مدت زمان انبارمانی× بسته‌بندی× محتوای رطوبت در سطح احتمال ۵ درصد بر طول ریشه‌چه معنی‌دار بوده‌است (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر نوع بسته‌بندی، هالوژن، محتوای رطوبت و مدت زمان انبارمانی بر جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، شاخص بنیه بذر و کاهش وزن ناشی از فعالیت آفات انباری

Table 1. Analysis variation of the effect of packaging type, halogenation, MC and storage duration on germination, root and pedicle length, vigor index of seed and weight loss due to the storage pests activity

منابع تغییرات Sources of Variations	درجه آزادی df	مقدار F جوانه‌زنی (درصد) Germination percentage (%)	مقدار F طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Root length (cm)	مقدار F طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Pedicle length (cm)	مقدار F بنیه بذر Vigor index	مقدار F کاهش وزن (درصد) Weight loss (%)
تکرار Replication	2	2.07^{ns}	1.61 ^{ns}	0.18 ^{ns}	2.70^{ns}	0.83^{ns}
انبارمانی (S) Storage	2	382.96*	308.39*	105.45*	300.69*	619.59*
بسته‌بندی (P) Packaging	1	385.65*	12.09*	40.96*	27.23*	567.64*
هالوژن (H) Halogen	3	1.22^{ns}	1.73 ^{ns}	21.02*	6.23*	2.36^{ns}
محتوای رطوبت (Mc) Moisture content	2	544.31*	74.06*	80.56*	133.51*	301.53*
P × S	2	351.64*	29.38*	65.94*	50.12*	570.33*
H × S	6	4.11*	3.49*	15.02*	8.48*	2.44*
H × P	3	1.221^{ns}	2.82*	0.63 ^{ns}	2.85*	1.47^{ns}
H × P × S	6	1.01^{ns}	1.60 ^{ns}	1.44 ^{ns}	3.01*	3.70*
Mc × S	4	388.48*	32.00*	62.54*	54.09*	446.36*
Mc × P	2	525.36*	45.68*	42.68*	79.43*	387.81*
Mc × P × S	4	379.87*	37.58*	57.12*	56.96*	365.20*
Mc × H	6	2.01*	2.09 ^{ns}	3.95*	3.89*	2.50*
Mc × H × S	12	0.79 ^{ns}	1.02 ^{ns}	2.63*	1.26 ^{ns}	4.63*
Mc × H × P	6	0.49 ^{ns}	1.11 ^{ns}	1.19 ^{ns}	1.59 ^{ns}	1.92^{ns}
Mc × H × P × S	12	0.57 ^{ns}	1.04 ^{ns}	0.98 ^{ns}	1.25 ^{ns}	3.02*
ضریب تغییرات (٪) CV %		4.23	11.80	10.89	9.73	4.12

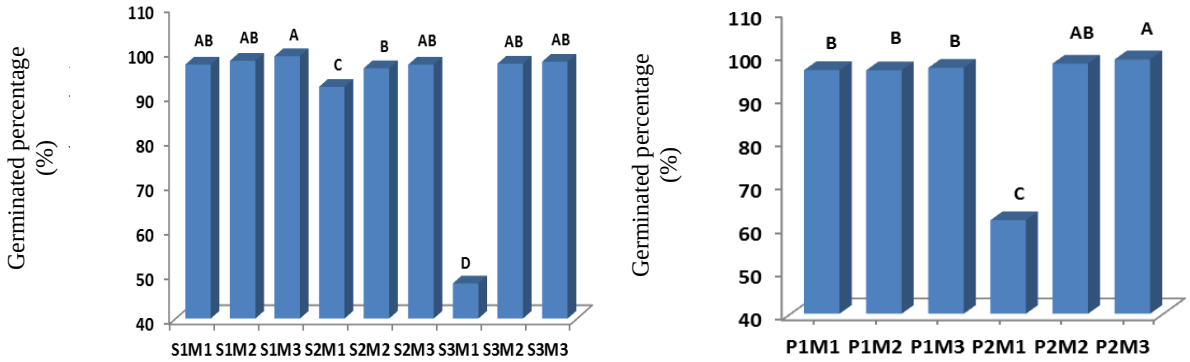
ns و * به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

ns and * means not and significantly different at 5% level respectively

اثرات ساده تیمارهای مدت زمان انبارمانی، بسته‌بندی، هالوژن، محتوای رطوبت بذر و اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی× بسته‌بندی، مدت زمان انبارمانی× هالوژن، مدت زمان انبارمانی× محتوای رطوبت، بسته‌بندی× رطوبت، مدت زمان انبارمانی× بسته‌بندی× رطوبت، هالوژن× رطوبت و مدت زمان انبارمانی× هالوژن× محتوای رطوبت در سطح احتمال ۵ درصد بر طول ساقه‌چه معنی‌دار بودند (جدول ۱).

به‌جز اثرات متقابل انبارمانی× هالوژن× محتوای رطوبت، بسته‌بندی× هالوژن× محتوای رطوبت، انبارمانی× بسته‌بندی× هالوژن× محتوای رطوبت، سایر موارد در سطح احتمال ۵ درصد بر بنیه بذر معنی‌دار بوده است (جدول ۱). اثر ساده هالوژن و اثرات متقابل بسته‌بندی× هالوژن، بسته‌بندی× هالوژن× محتوای رطوبت بر کاهش وزن ناشی از فعالیت آفات انباری در سطح احتمال ۵ درصد غیرمعنی‌دار و در سایر موارد معنی‌دار بودند (جدول ۱).

نتایج پژوهش حاضر در شکل یک (A) نشان دهنده برتری بسته‌بندی دولایه (گونی متداول حاوی کیسه پلی‌اتیلن) در حفظ محتوای رطوبت و قدرت جوانه‌زنی بذرها با محتوای رطوبت پایین (۱۲-۹ درصد) می‌باشد و بذور با محتوای رطوبت بالا (۱۷/۷-۱۷ درصد)، نگهداری شده در بسته‌بندی دولایه با مقدار ۶۱/۶۷ درصد دارای حداقل قدرت جوانه‌زنی بودند. همان‌طور که در نتایج برهم‌کنش رطوبت در مدت زمان انبارمانی شکل یک (B) مشاهده می‌شودT پس از یک سال نگهداری، کم‌ترین درصد جوانه‌زنی با مقدار ۴۷/۹۲ درصد به بذر با محتوای رطوبت بالا (۱۷/۷-۱۷ درصد) تعلق داشت. هم‌چنین بین بذور با محتوای رطوبت ۱۲-۱۱ و ۱۰-۹ درصد پس از یک سال انبارمانی و در بذور با محتوای رطوبت ۱۰-۹ درصد پس از شش و ۱۲ ماه انبارمانی تفاوت معنی‌داری (سطح ۵ درصد) از نظر جوانه‌زنی مشاهده نشد و همچنان دارای قدرت جوانه‌زنی بالای ۹۷ درصد بودند.



شکل ۱- برهم‌کنش رطوبت بذر × نوع بسته‌بندی (A) و رطوبت × مدت زمان انبارمانی (B) بر درصد جوانه‌زنی

M1= ۱۷/۷-۱۷ درصد، M2= ۱۲-۱۱ درصد، M3 = ۱۰-۹ درصد

S1= قبل از انبارمانی، S2= ۶ ماه انبارمانی، S3 = ۱۲ ماه انبارمانی

P1= بسته‌بندی متداول (تک لایه)، P2= بسته‌بندی دولایه

(میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند)

Figure 1. Interaction of seed moisture content × type of packaging (A) and seed moisture content× storage duration (B) on germination percentage

M1= 17-17.7%, M2= 11-12%, M3= 9-10%

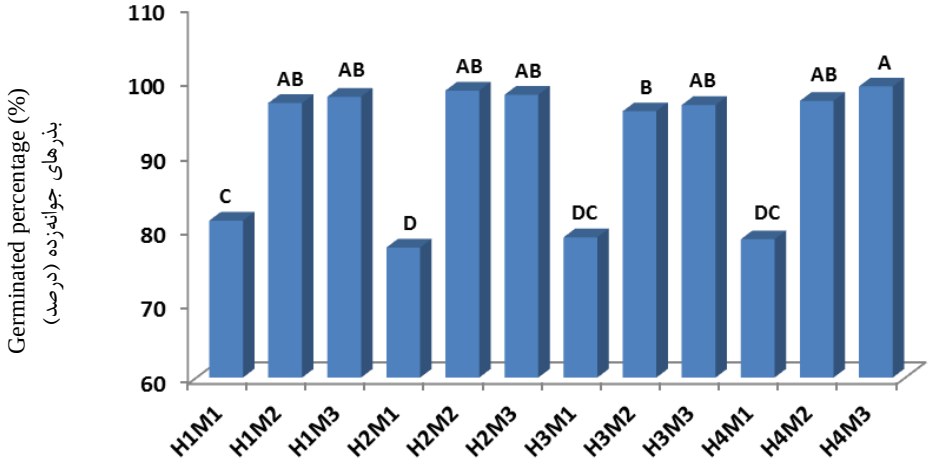
P1= Commercial packaging, P2= Double layer packaging

S1= before storage, S2= 6 months storage, S3= 12 months storage

(Means with same letter are not significantly different at 5% level)

الاهاکون و همکاران (Alahakoon *et al.*, 2021)، در بررسی بذور با محتوای رطوبت ۱۱ و ۱۳ درصد نتایج مشابهی را گزارش کردند. آن‌ها بیان کردند که بذور با محتوای رطوبت پائین‌تر (۱۱ درصد) نسبت به بذور با محتوای رطوبت بالاتر (۱۳ درصد) و کیسه‌های پلی‌اتیلن نسبت به گونی‌های بافته‌شده حفره‌دار از جنس پلی‌اتیلن در حفظ جوانه‌زنی و بنیه بذر ارجحیت دارند (Alahakoon *et al.*, 2021). پادهی و همکاران (Padhi *et al.*, 2017)، پس از هفت ماه انبارمانی، حداکثر درصد جوانه‌زنی در شلتوک رقم ناووین بسته‌بندی‌شده در

کیسه‌های پلی‌اتیلن را در مقایسه با بسته‌بندی‌های پارچه‌ای به ثبت رساندند. پادریس و همکاران (Paderes *et al.*, 1996)، در انبارمانی طولانی مدت، مقادیر ۹/۳ تا ۱۴ درصد را دامنه رطوبتی مناسب و مقادیر ۱۴/۵ تا ۱۸/۳ درصد را دامنه رطوبتی نامناسب بر حفظ قوه نامیه بذر برنج گزارش نمودند.



شکل ۲- برهم‌کنش محتوای رطوبت بذر × هالوژناسیون بر درصد جوانه‌زنی

H1= صفر، H2= ۳ گرم، H3 = ۶ گرم، H4 = ۹ گرم هالوژن

M1= ۱۷/۷-۱۷ درصد، M2= ۱۲-۱۱ درصد، M3 = ۱۰-۹ درصد

(میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد)

Figure 2. Interaction of seed moisture content × halogenation on germination percentage

H1= 0, H2= 3 gram, H3= 6 gram, H4= 9 gram

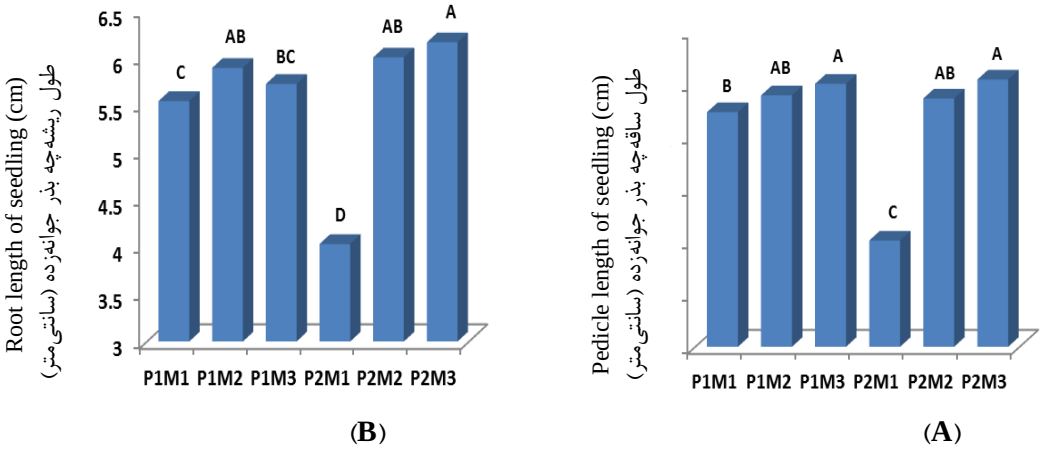
M1 (moisture content) = 17-17.7%M2= 11-12%, M3= 9-10%

(Means with same letter are not significantly different at 5% level)

بخت‌اور و همکاران (Bakhtavar *et al.*, 2019)، اثر منفی به‌کارگیری بسته‌بندی‌های غیرقابل نفوذ بر قدرت جوانه‌زنی بذر با رطوبت اولیه بالا را گزارش کردند. آن‌ها کاهش قابل توجه در قدرت جوانه‌زنی بذر را به افزایش فعالیت‌های متابولیک بذر با رطوبت اولیه بالا (۱۴ درصد) ارتباط دادند و اظهار نمودند که بسته‌بندی‌های غیرقابل نفوذ برای بذور با رطوبت اولیه بالا مناسب نمی‌باشد (Bakhtavar *et al.*, 2019). همان‌طور که در نتایج برهم‌کنش رطوبت × هالوژناسیون دیده می‌شود، اگرچه بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۹۹/۱۷ درصد) به بذر با محتوای رطوبت ۱۰-۹ درصد، هالوژنه‌شده با مقدار ۹ گرم تعلق داشت، اما به‌طور کلی نتایج مبین این موضوع است که هالوژناسیون بذر با محتوای رطوبت ۱۲-۱۱ و ۱۰-۹ درصد حتی به مقدار کم (۳ گرم) نیز می‌تواند اثر مثبتی بر درصد جوانه‌زنی بذور داشته باشد (شکل ۲)، این در حالی است که هالوژناسیون بذر با رطوبت اولیه بالا (۱۷/۱۷-۱۷ درصد) نمی‌تواند باعث جلوگیری یا تأخیر تخریب بذر شود. نتایج برهم‌کنش رطوبت بذر× نوع بسته‌بندی نشان می‌دهد در هر دو نوع بسته‌بندی، کاهش رطوبت بذر تا حد ۱۰-۹ درصد، اثر مثبت و قابل ملاحظه‌ای بر طول ساقه‌چه (A) و ریشه‌چه (B) داشت. کم‌ترین طول ساقه‌چه و ریشه‌چه به‌ترتیب با مقدار ۳/۰۱ و ۴/۰۳ سانتی‌متر به بذر با محتوای رطوبت بالا که در بسته‌بندی دولایه نگهداری شده بودند تعلق داشت (شکل ۳).

بیرادارپاتیل (Biradarpatil, 1999) گزارش کرد درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در بذرهای بسته‌بندی‌شده در کیسه‌های پلی‌اتیلن بیش‌تر از کیسه‌های پارچه‌ای پس از ۱۲ ماه انبارمانی بوده است. اثر مثبت به‌کارگیری کیسه‌های پلی‌اتیلن بر نگهداری بذر هیبرید و والدینشان توسط یوگالاکشمی و همکاران (Yogalakshmi *et al.*, 1996) و برتری بسته‌بندی پلی‌اتیلن نسبت به بسته‌بندی پارچه‌ای پس از ۲۰ ماه نگهداری بر درصد بذرهای جوانه‌زده، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه و بنیه بذر توسط رایکار و همکاران (Raikar *et al.*, 2011) نیز گزارش شد. کلیه موارد اشاره‌شده، نتایج تحقیق اخیر در ارتباط با اثر مثبت به‌کارگیری کیسه‌های پلی‌اتیلن در تثبیت محتوای رطوبت

بذر طی دوره انبارمانی و به دنبال آن حفظ قوه نامیه، بنیه بذر و رشد مناسب گیاهچه را تائید می‌نمایند.



شکل ۳- برهم‌کنش محتوای رطوبت بذر × نوع بسته‌بندی بر طول ساقه‌چه (A) و ریشه‌چه (B) بذر جوانه‌زده

P1= بسته‌بندی متداول (تک لایه)، P2= بسته‌بندی دولایه

M1= ۱۷-۱۷/۷ درصد، M2= ۱۱-۱۲ درصد، M3 = ۹-۱۰ درصد

(میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند)

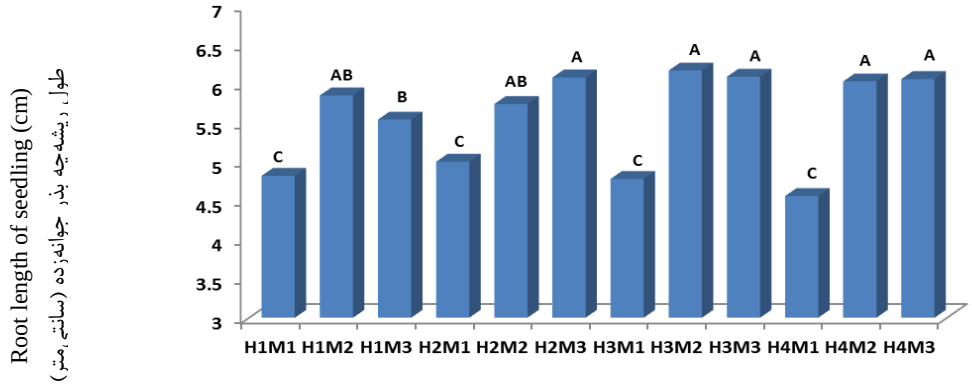
Figure 3. Interaction of seed moisture content × type of packaging on pedicle (A) and root (B) length of seedling

P1= Commercial packaging, P2= Double layer packaging

M1= 17-17.7%, M2= 11-12%, M3= 9-10%

(Means with same letter are not significantly different at 5% level)

بر طبق نتایج شکل ۴، در دو تیمار رطوبتی ۱۲-۱۱ درصد و ۱۰-۹ درصد بین نمونه‌های هالوژنه شده با مقدار ۶ و ۹ گرم به ازای هر کیلوگرم بذر از نظر طول ریشه‌چه تفاوت معنی‌داری (سطح ۵ درصد) مشاهده نشد و نمونه‌ها دارای حداکثر مقدار این صفت بودند. اگرچه نتایج هالوژناسیون بذر با محتوای رطوبت ۱۰-۹ درصد به مقدار کم (۳ گرم به ازای هر کیلوگرم) از نظر طول ریشه‌چه، با تیمار رطوبتی ۱۰-۹ درصد، هالوژنه‌شده با مقدار ۹ گرم به ازای هر کیلوگرم بذر تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۴) اما از نظر صفاتی همچون طول ساقه‌چه و بنیه بذر نتوانست نتایج مطلوبی را ایجاد نماید (شکل‌های ۶ و ۷).



شکل ۴- برهم‌کنش محتوای رطوبت دانه × هالوژناسیون بر طول ریشه‌چه بذر جوانه‌زده

H1= صفر، H2= ۳ گرم، H3 = ۶ گرم و H4 = ۹ گرم هالوژن

M1= ۱۷-۱۷/۷ درصد، M2= ۱۱-۱۲ درصد، M3 = ۹-۱۰ درصد

(میانگین ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد)

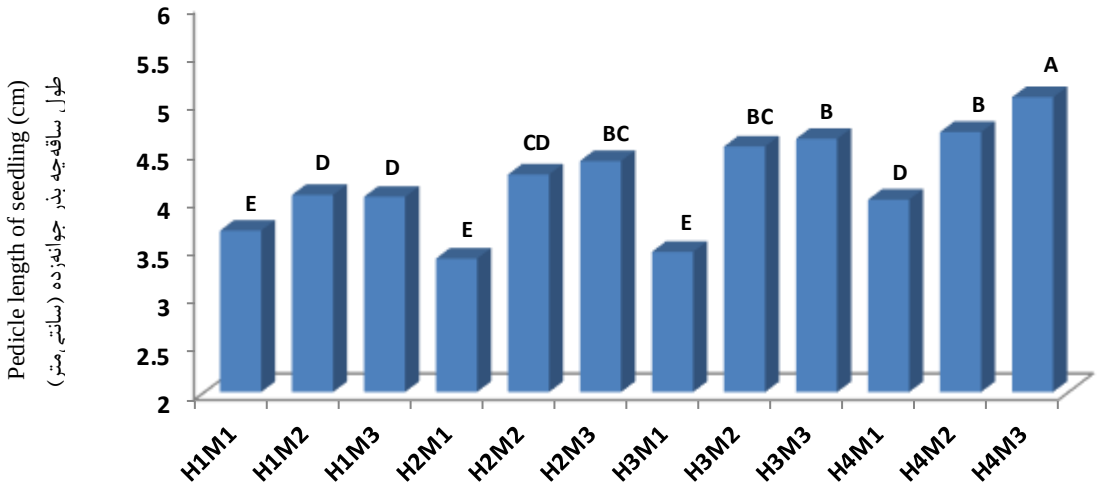
Figure 4. Interaction of grain moisture content × halogenation on root length of seedling

H1= 0, H2= 3 gram, H3= 6 gram, H4= 9 gram

M1 (moisture content) = 17-17.7%, M2= 11-12%, M3= 9-10%

(Means with same letter are not significantly different at 5% level)

نتایج شکل ۵ نشان می‌دهد بذر با محتوای رطوبت ۱۰-۹ درصد، هالوژنه‌شده با مقدار ۹ گرم به ازای هر کیلوگرم بذر، دارای حداکثر طول ساقه‌چه (۵/۰۵ سانتی‌متر) بود و در تمامی مقادیر هالوژناسیون، حداقل طول به بذر با رطوبت بالا (۱۷/۷-۱۷ درصد) تعلق داشت. به‌طور کلی نتایج مثبت کاهش رطوبت در اثربخشی بیش‌تر هالوژناسیون بر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه تاکید بر ضرورت کاهش محتوای رطوبت بذر قبل از عمل‌آوری آن دارد.



شکل ۵- برهم‌کنش محتوای رطوبت دانه و هالوژناسیون بر طول ساقه‌چه بذر جوانه‌زده

H1= صفر، H2= ۳ گرم، H3 = ۶ گرم، H4 = ۹ گرم هالوژن

M1= ۱۷/۷-۱۷ درصد، M2= ۱۲-۱۱ درصد، M3 = ۱۰-۹ درصد

(میانگین ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد)

Figure 5. Interaction of grain moisture content × halogenation on pedicle length of seedling

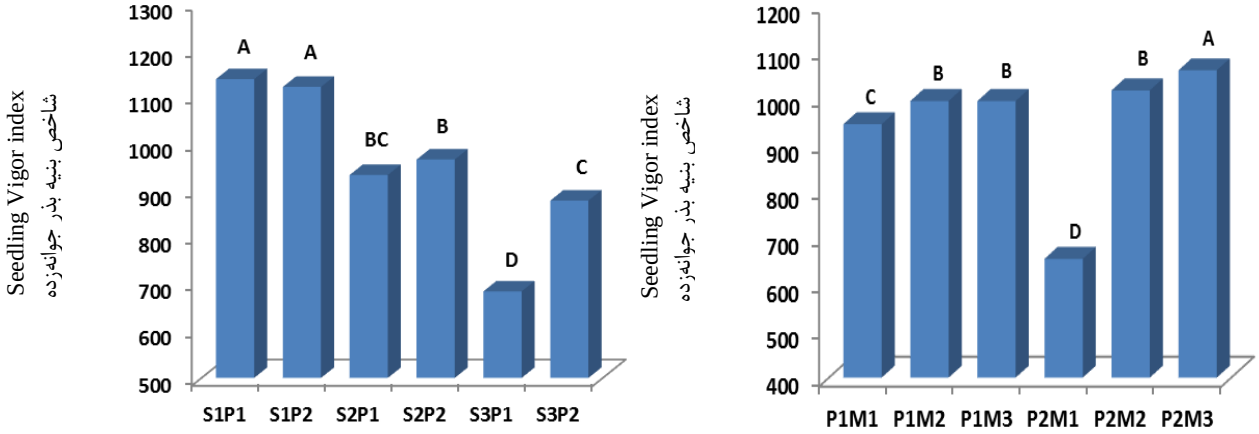
H1= 0, H2= 3 gram, H3= 6 gram, H4= 9 gram

M1 (moisture content) = 17-17.7%, M2= 11-12%, M3= 9-10%

(Means with same letter are not significantly different at 5% level)

بر طبق نتایج شکل ۶ (A) نگهداری بذر با محتوای رطوبت بالا (۱۷/۷-۱۷ درصد) در بسته‌بندی دولایه اثر منفی بر بنیه بذر داشت، در حالی‌که این نوع بسته‌بندی عامل موثری در حفظ بنیه بذر با محتوای رطوبت ۱۲-۱۱ درصد و ارتقای بنیه بذر با محتوای ۱۰-۹ درصد بود. نتایج شکل ۶ (B) نشان‌دهنده کاهش شاخص بنیه بذر طی دوره انبارمانی می‌باشد. این کاهش در بسته‌بندی دولایه کم‌تر از بسته‌بندی تک‌لایه بوده است، به‌طوری‌که در بسته‌بندی دولایه پس از شش و ۱۲ ماه، شاخص بنیه بذر به‌ترتیب ۱۳/۸۲ و۲۱/۶۳ درصد و در بسته‌بندی تک‌لایه به‌ترتیب ۱۷/۹۷ و ۳۹/۸۱ درصد کاهش یافت. به‌طور کلی هالوژناسیون بذر با محتوای رطوبت ۱۷/۷-۱۷ درصد نتوانست بنیه بذر را ارتقا دهد (شکل ۷). مقدار شاخص بنیه ۱۰۵۹/۴۹ در تیمار رطوبتی ۱۰-۹ درصد، هالوژنه‌شده با مقدار ۹ گرم به ازای هر کیلوگرم بذر مبین برتری آن نسبت به سایر تیمارها است. پس از آن، تیمار رطوبتی ۱۲-۱۱ درصد، هالوژنه‌شده با مقدار ۹ گرم به ازای هر کیلوگرم بذر با مقدار شاخص بنیه ۱۰۱۶/۳ در رده بعدی از نظر آماری قرار گرفت (شکل ۷). به‌طور کلی با توجه به نتایج شکل ۷، هالوژناسیون بذر با محتوای رطوبت بالا (۱۷/۷-۱۷ درصد) در تمامی مقادیر مورد بررسی نمی‌تواند اثر مثبتی بر حفظ و یا ارتقای بنیه بذر داشته باشد. اگرچه هالوژناسیون در محافظت بذر نسبت به عوامل مخرب خارجی و داخلی و زنده‌ماندن بذر نقش موثری دارد (Raikar *et al.*, 2007)، اما بر اساس نتایج این تحقیق، برای اثربخشی بیش‌تر روش هالوژناسیون لازم است بذر دارای محتوای رطوبت مناسبی باشد. در خصوص اثر مثبت روش هالوژناسیون، باتاچاریا و باسو (Bhattacharya and Basu, 1990) به‌کارگیری ۳ گرم کلسیم اکسی‌کلراید به ازای هر کیلوگرم بذر را عامل موثری بر حفظ بنیه و قدرت

جوانه‌زنی بذر طی ۹ ماه انبارمانی دانستند. مندال و باسو (Mandal and Basu, 1986) در مطالعه خود کاهش زوال بذر را به مصرف ۵-۲ گرم کلسیم اکسی‌کلراید به ازای هر کیلوگرم بذر گندم (رقم سونالیکا) ارتباط دادند.



(A) (B)

شکل ۶- برهم‌کنش محتوای رطوبت بذر × نوع بسته‌بندی (A) و مدت زمان انبارمانی × نوع بسته‌بندی (B) بر شاخص بنیه بذر

P1= بسته‌بندی متداول (تک لایه)، P2= بسته‌بندی دولایه

M1= ۱۷/۷-۱۷ درصد، M2= ۱۲-۱۱ درصد، M3 = ۱۰-۹ درصد

S1= قبل از انبارمانی، S2= ۶ ماه انبارمانی، S3 = ۱۲ ماه انبارمانی

(میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند)

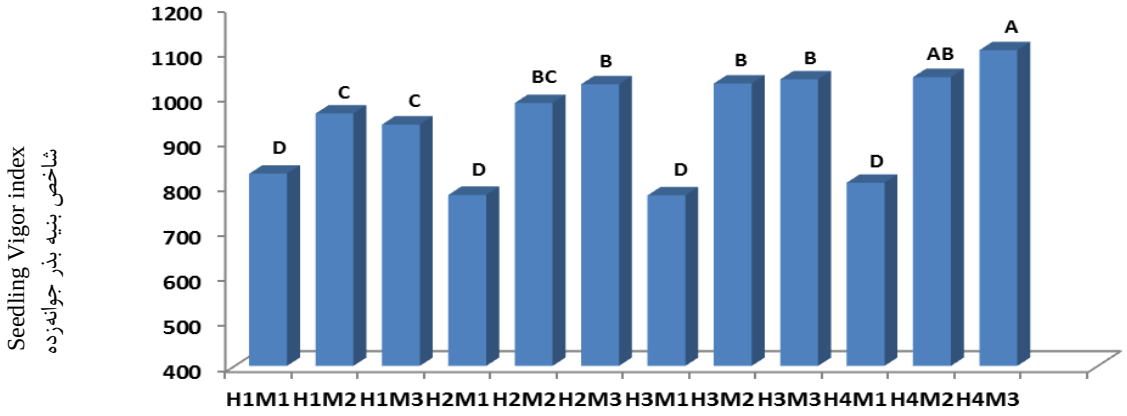
Figure 6. Interaction of seed moisture content × type of packaging (A) and storage duration × type of packaging (B) on seed vigor index

P1= Commercial packaging, P2= Double layer packaging

M1= 17-17.7%, M2= 11-12%, M3= 9-10%

S1= before storage, S2= 6 months storage, S3= 12 months storage

(Means with same letter are not significantly different at 5% level)



شکل ۷- برهم‌کنش محتوای رطوبت دانه × هالوژناسیون بر شاخص بنیه بذر

H1= صفر، H2= ۳ گرم، H3= ۶ گرم، H4= ۹ گرم هالوژن

M1= ۱۷/۷-۱۷ درصد، M2= ۱۲-۱۱ درصد، M3= ۱۰-۹ درصد

(میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد)

Figure 7. Interaction of grain moisture content × halogenation on seed vigor index,

H1= 0, H2= 3 gram, H3= 6 gram, H4= 9 gram

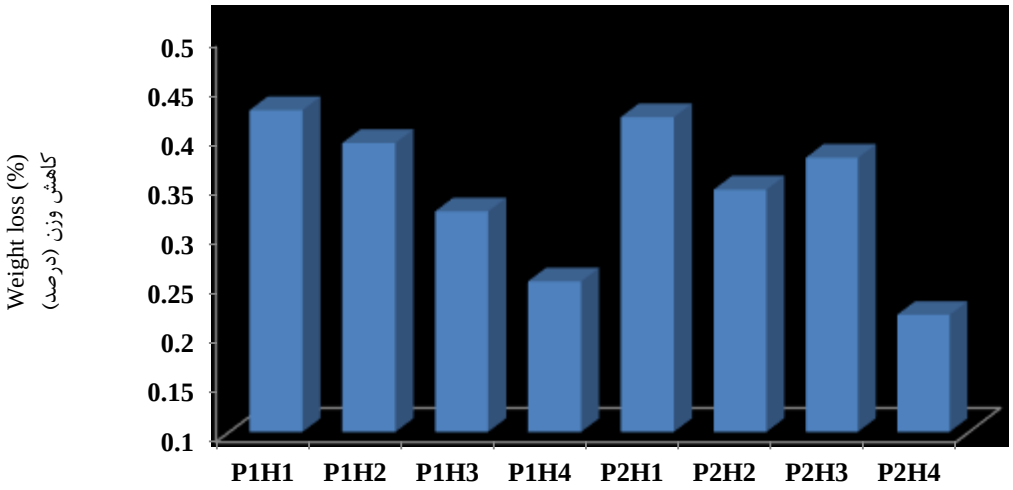
M1 (moisture content) = 17-17.7%, M2= 11-12%, M3= 9-10%

(Means with same letter are not significantly different at 5 % level)

نتایج برهم‌کنش نوع بسته‌بندی× هالوژناسیون بر کاهش وزن شلتوک در اثر آفات انباری مبین این موضوع است که هالوژناسیون به مقدار ۹ گرم به ازای هر کیلوگرم بذر و به‌کارگیری بسته‌بندی دولایه عامل موثری در کاهش فعالیت آفات انباری بوده است (شکل ۸). نتایج شکل ۹ بیانگر اثر مثبت هالوژناسیون بذر با محتوای رطوبت ۱۲-۹ درصد، به مقدار ۹ گرم به ازای هر کیلوگرم بذر بر کاهش وزن شلتوک به‌واسطه فعالیت آفات انباری است و تیمارهای فوق نسبت به سایر تیمارها دارای حداقل کاهش وزن بودند. لازم به ذکر است در کلیه نمونه‌های مورد بررسی در این تحقیق پس از شش ماه انبارمانی حشره‌ای مشاهده نشد، در حالی‌که بذرهای غیرهالوژنه‌ای که به‌روش تک‌لایه بسته‌بندی‌شده بودند، پس از یک سال انبارمانی دارای آفت انباری بید غلات بودند. علاوه بر آن هالوژناسیون بذر با محتوای رطوبت بالا (۱۷/۷-۱۷ درصد) به مقدار ۳ گرم به ازای هر کیلوگرم بذر قادر به جلوگیری از فعالیت آفات نبود و پس از یک سال انبارمانی، در این نمونه‌ها نیز بید غلات مشاهده شد. تجددی‌طلب و مجیدی شیلسر (Tajaddodi Talab and Majidi-Shilsar, 2004) برای اولین بار فعالیت تغذیه‌ای لارو بید غلات موجود در شلتوک‌های نگهداری‌شده در انبارهای استان گیلان را گزارش نمودند. آن‌ها دو گونه از حشرات زیان‌آور با نام‌های شپشه برنج (*Sitophilus oryzae*) و شپشه آرد (*Tribolium castaneum* Hbst) را نیز در تحقیق خود شناسایی کردند. در همه نمونه‌های مورد تحقیق تجددی‌طلب و مجیدی شیل‌سر (Tajaddodi Talab and Majidi-Shilsar, 2004)، ابتدا فعالیت بید غلات و سپس فعالیت دوگونه حشره (شپشه برنج و شپشه آرد) مشاهده شد. در واقع بید غلات با سوراخ‌کردن پوسته اولیه شلتوک، مسیر برای ورود شپشه‌های برنج و آرد به داخل دانه را آسان‌تر نموده و حشرات فوق با ورود به دانه و تغذیه از برنج سفید باعث خسارت می‌شوند (Maroof, 2002). به‌طورکلی نتایج این تحقیق بیانگر اثرگذاری مثبت به‌کارگیری بسته‌بندی دولایه و هالوژناسیون به‌ویژه برای بذر با محتوای رطوبت پائین‌تر (۱۰-۹ درصد) بر جلوگیری از فعالیت آفات انباری است.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این تحقیق، به‌کارگیری بسته‌بندی مناسب و کاهش محتوای رطوبت شلتوک بذری در حد مطلوب، از جمله عوامل مهم در حفظ کیفیت آن طی دوره



شکل ۸- برهم‌کنش نوع بسته‌بندی× هالوژناسیون بر کاهش وزن شلتوک ناشی از فعالیت آفات انباری

P1= بسته‌بندی متداول (تک‌لایه) ، P2= بسته‌بندی دولایه

H1= صفر، H2= ۳ گرم، H3= ۶ گرم و H4= ۹ گرم هالوژن

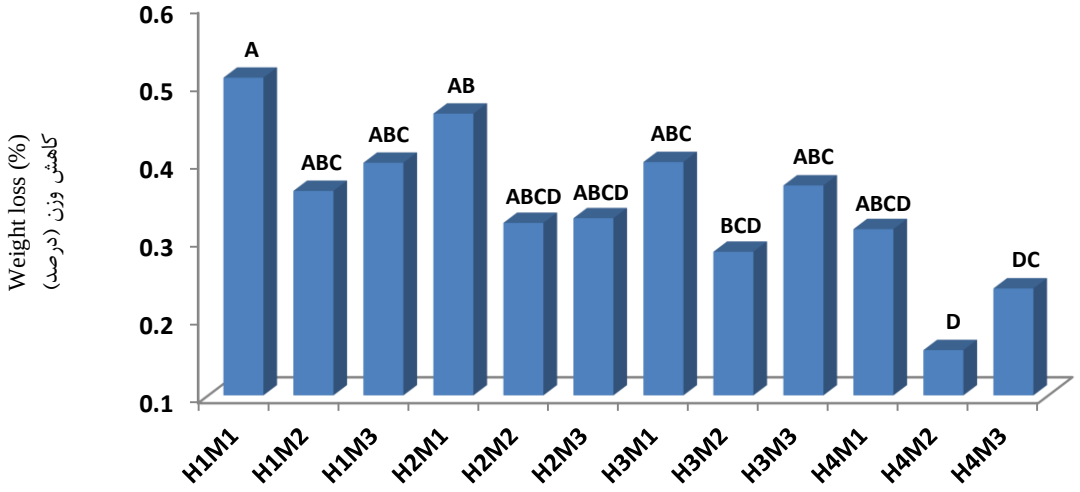
(میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد)

Figure 8. Interaction of type of packaging × halogenation on paddy weight loss due to the storage pests activity

P1= Commercial packaging, P2= 2 layers packaging

H1= 0, H2= 3 gram, H3= 6 gram, H4= 9 gram

(Means with same letter are not significantly different at 5% level)



شکل ۹- برهم‌کنش محتوای رطوبت دانه × هالوژناسیون بر کاهش وزن شلتوک ناشی از آفات انباری

H1= صفر، H2= ۳ گرم، H3= ۶ گرم، H4= ۹ گرم هالوژن

M1= ۱۷/۷-۱۷ درصد، M2= ۱۲-۱۱ درصد، M3= ۱۰-۹ درصد

(میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد)

Figure 9. Interaction of grain moisture content × halogenation on paddy weight loss due to the storage pests activity

H1= 0, H2= 3 gram, H3= 6 gram, H4= 9 gram

M1 (moisture content) = 17-17.7%, M2= 11-12%,

M3= 9-10%, (Means with same letter are not significantly different at 5% level)

انبارمانی است. به‌منظور حفظ حیات و بنیه بذر، تولید جوانه‌هایی با طول ساقه‌چه و ریشه‌چه حداکثر و جلوگیری از فعالیت حشرات طی دوره انبارمانی، کاهش رطوبت بذر تا حد ۱۰-۹ درصد به‌همراه به‌کارگیری هالوژناسیون به‌مقدار ۹ گرم به ازای هر کیلوگرم بذر و ذخیره‌سازی بذر در بسته‌بندی دولایه (گونی متداول+ کیسه پلی‌اتیلن) توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از زحمات مسئولین موسسه تحقیقات برنج کشور سپاس‌گزاری می‌شود.

منابع

Abdul Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1973. Viability and leaching of sugars from germinating barely. Crop Science, 1: 31- 34. **(Journal)**

Alahakoon, A.A.C.B., Abeysiriwardena, D.S.Z. and Gama-Arachchige, N.S. 2021. Low seed moisture and polythene packaging improve storability of seed paddy. Journal of Stored Products Research, 94: 1-8. **(Journal)**

Baalbaki, R.Z., Elias, S.G., Filho, J.M. and McDonald, M.B. 2009. Seed vigor testing handbook. Association of Official Seed Analysis, Ithaca, New York. **(Handbook)**

Bakhtavar, M.A., Afzal, I. and Basra, S.M.A. 2019. Moisture adsorption isotherms and quality of seeds stored in conventional packaging materials and hermetic Super Bag. Plos One, 14(2): 0207569. **(Journal)**

Bhattacharya, A.K. and Basu, R.N. 1990. Retention of vigour and viability of stored pea (*Pisum sativum L.*) seed. Indian Agriculture, 34(4): 187-193. **(Journal)**

Biradarpatil, N.K. 1999. Techniques for seed production and storage of Karnataka rice hybrid. Ph.D. Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad. **(Thesis)**

Breese, M.H. 1960. The infeasibility of stored paddy by sitophilus sasakii (Tak.) and Rhyzopertha dominica (F.). Bulletin Entomological Research, 51(3): 599-630. **(Journal)**

Chakraverty, A. and Singh, R.P. 2001. Postharvest technology cereals, pulses, fruits and vegetable. Science publishers, Inc. **(Book)**

Cogburn, R.R. 1974. Domestic rice varieties apparent resistance to rice weevils, lesser grain borers and Angoumois grain moths. Environmental Entomology, 3: 681-685. **(Journal)**

Hafeel, R.F., Prashantha, B.D.R. and Dissanayake, D.M.N. 2008. Effect of hermetic-storage on milling characteristics of six different varieties of paddy. Tropical Agricultural Research, 20: 102–114. **(Journal)**

Herbert, M., Bastian, D., Francies, R.M., Cherian, K.A., Prameela, P. and Mathew, R.M. 2021. Halogenation for improvement of seed yield and quality in chilli (*Capsicum annuum L.*). Journal of Phytology, 13: 33-35. **(Journal)**

Hunje, R., Vyakarnahal, B.S. and Jagadeesh, R.C. 2007. Studies on Halogenation and Plant Bio - products on Storability of Chilli Seed. Karnataka Journal of Agricultural Science, 20(3): 506-510. **(Journal)**

Katta, Y.M., Kamara, M.M., Abd El-Aty, M.S., Elgamal, W. H., Soleiman, R.M., Mousa, K.M. and Ueno, T. 2019. Effect of storage temperature on storage efficacy, germination and physical characters of some paddy rice cultivars during different storage periods. Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, 64, 61–69. **(Journal)**

Mandal, A.K. and Basu, R.N. 1986. Vigour and viability of wheat seed treatment with bleaching power. Seeds and Farms, 21: 46-48. **(Journal)**

Maroof, A. 2002. Assessment of damage caused by pests of stored wheat and barley in Tehran Province. Proceeding of the 15th Iranian Plant Protection Congres, Razi University of Kermanshah.85-86. September, 7-11. Kermanshah, Iran. **(Conference)**

Ngatia, C.M. and Kimondo, M . 2011. Comparison of three methods of weight loss determination on maize stored in two farmer environments under natural infestation. Journal of Stored Products and Postharvest Research, 2: 254–260. **(Journal)**

Paderes, D.E., Mew, T.W. and Ilag, L.L. 1996. Influence of moisture content and length of storage on fungal invasion of paddy rice. Biotropia, 10: 1–13. **(Journal)**

Padhi, S.K., Behera, S.,Mishra, S.P., Padhiary, A.K. and Nayak, B. 2017. Effect of seed coating materials on seed quality during storage of paddy. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6: 1263-1279. **(Journal)**

Raikar, S.D. 2007. Studies on organics and integrated nutrients on seed production and storability of scented rice CV. Mugad Sugandha. Ph.D. Thesis, University of Agricultural Sciences, Dharwad. **(Thesis)**

Raikar, S.D., Vyakarnahal, B.S., Biradar, D.P., Deshpande, V. K. and Janagoudar, B.S. 2011. Effect of seed source, containers and seed treatment with chemical and biopesticide on storability of scented rice Cv. Mugad sugandha. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 24: 448-454. **(Journal)**

Saidanaik, D. and Chetti, M.B. 2018. Influence of packaging and storage conditions on different seed quality parameters in paddy. International Journal of Pure and Applied Bioscience, 6: 159–166. **(Journal)**

Shivashankargouda, P., Deshpande, V.K., Vyakarnahal, B.S., Krishna, A., Kumar, V. and Hilli, J.S. 2004. Halogenation in sunflower with iodine and chlorine Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 17: 817-818. **(Journal)**

Tajaddodi Talab, K. and Majidi-Shilsar, F. 2004. Estimation of losses in paddy stores. Rice Research Institute of Iran**. (Final Report)**

Yogalakshmi, J., Ponnuswamy, A.S. and Karivartharaju, T.V. 1996. Seed storage potential of rice hybrid (CORH-1) and parental lines. Madras Agricultural Journal, 83: 729-732. **(Journal)**

Younesi, G., Marouf, A. and Khoobdel, M. 2012. Determining of clear and hidden infestation of stored cereals and beans with insect pest in warehouses. Journal of Military Medicine, 14: 33-39. **(Journal)**

Villiers, P., De Bruin, T. and Navarro, S. 2006. Development of applications of hermetic storage technology. 9th International Working Conference on Stored Product protection, Sao Paulo, Brazil. **(Conference)**

Effect of halogenation, moisture content and type of packaging on the storability of rice seed

Kobra Tajaddodi Talab[1*], Maryam Hosseini Chaleshtori[2], Farzad Majidi Shilsar[2]

Received: June 2, 2022 Accepted: September 22, 2022

Abstract

Halogenation, seed moisture content (MC) reduction and suitable packaging are the practical methods that could have positive effect on retaining the seed viability during storage. This study was carried out by the factorial experiment based on Randomized Complete Block Design. Factors included type of the packaging at two levels (single layer and double layer packaging), seed halogenations at four levels (0, 3, 6, and 9 gram per kilogram seed), paddy moisture content (wet basis) at three levels (17-17.7%, 11-12% and 9-10%) and storage durations at three levels (without storage, six months and one year storage). The results showed that after one year storage, the lowest germination percentage with 47.92% was belonging to seed with MC of 17-17.7% and the germination of seeds with MC of 11-12% and 9-10% was above 97%. Vigor index of seed in double layer packaging after 6 and 12 months decreased by 13.82 and 21.63 percent, and in single layer packaging, it decreased by 17.97 and 39.81 percent, respectively. Treatment with MC of 9-10%, halogenated with 9 gram per kilogram seed had the highest germination percentage, pedicle length and seed vigor. In addition, S*itotroga cerealella* was observed as an important paddy insect in non-halogenated seeds, packed in the single layer packaging after one year storage. Generally, MC reduction of rice seed to 9-10% along with halogenation and the use of double layer packaging were able to maintain seed quality better than the other treatments during storage.

Key words: Drying; Halogenation; Packaging; Seed longevity; Storage pests

How to cite this article
Tajaddodi Talab, K., Hosseini Chaleshtori, M. and Majidi Shilsar, F. 2023. Effect of halogenation, moisture content and type of packaging on the storability of rice seed. Iranian Journal of Seed Science and Research, 10(1): 15-27. (In Persian)**(Journal)**
DOI: 10.22124/jms.2023.22414.1720

COPYRIGHTS
Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research
The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. Research Assistant Professor, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran. dr2eng@yahoo.com
2. Research Associate Professor, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran. mhkhossieni@gmail.com
3. Research Associate Professor, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran. majidi14@yahoo.com
*Corresponding author: dr2eng@yahoo.com