# مقایسه اثر کلروپروفام و عصاره نعناع فلفلی بر جلوگیری از جوانه‌زنی سیب‌زمینی در انبار

فرزاد گودرزی[1]* و رمضان کلوندی[2]

۱-*نویسنده مسئول: استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی - مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران (goodarzifarzad@gmail.com)

۲- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع - مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۰۱

## چکیده

**جوانه‌زنی عامل حدود نیمی از ضایعات انباری سیب‌زمینی‌ها است. گرچه کاربرد ترکیباتی مانند کلروپروفام در کنترل جوانه‌زنی امکان‌پذیر است اما افت کیفی محصول و اقبال روزافزون به تولید و مصرف فراورده‌های ارگانیک، کاربرد این مواد را محدود کرده است. در این تحقیق طی ۵ ماه نگهداری سیب‌زمینی آگریا، عصاره نعناع فلفلی در غلظت‌های صفر، ۰/۵، ۱، ۲، ٤ گرم در لیتر؛ دوره‌های ۲، ٤، ٦ هفته یک‌بار در سال ۱۳۹۵ و در آزمایشگاه صنایع غذایی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان انجام شد، به کار رفت. در این مدت وضعیت غده‌ها بررسی شد. این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل با سه فاکتور غلظت عصاره، تکرار مصرف و زمان نگهداری در قالب طرح کاملاً تصادفی و در ۳ تکرار انجام شد. مطابق نتایج با افزایش غلظت عصاره نعناع تا ۲ گرم در لیتر، جوانه‌زنی سیب‌زمینی به شکل معنی‌دار کنترل و جوانه‌زنی غده، نسبت به تیمار شاهد تا ٤ ماه به تأخیر افتاد. مصرف غلظت بیشتر عصاره نعناع اثر معنی‌داری نداشت. مصرف ۰/۵ گرم در لیتر آن باعث تحریک جوانه‌زنی غده‌ها نسبت به تیمار شاهد شد. مصرف هر ٤ هفته یک‌بار عصاره نعنا بهترین نتیجه را داشت. کاربرد این عصاره در غلظت ۲ گرم در لیتر به‌ترتیب کاهش ۹۲ و ۹۷ درصدی جوانه‌زنی و وزن کلی جوانه‌ها را در غده‌های سیب‌زمینی در پی داشت. در ارزیابی حسی، طعم نمونه‌های پخته و سرخ شده سیب‌زمینی‌های تیمار شده با عصاره نعنا و کلروپروفام، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، اما هر دو تیمار نسبت به غده‌های شاهد، امتیاز بیشتری دریافت کردند. کاربرد تیمار منتخب این تحقیق توانست تلفات سیب‌زمینی رقم آگریا را در انبار تا ٦ درصد کاهش دهد.**

***کلید واژه‌ها: انبارداری، جوانه‌زنی، سیب‌زمینی، نعناع فلفلی (Mentha piperita L.)***

## مقدمه

جوانه‌زنی، مسئول حدود نیمی از تلفات سیب‌زمینی در دوره انبارداری است. غده‌های جوانه‌زده سیب‌زمینی نه برای مصارف فراوری مناسب‌اند و نه بذر مناسبی برای کشت دوره بعد به حساب می‌آیند (Afek *et al.*, 1998؛ Goodarzi, 2016). در دو دهه اخیر به دلیل اثر قاطع و برگشت‌ناپذیر کلروپروفام در کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی، مصرف آن گسترش وسیعی یافته است؛ تا آنجا که امروزه بیش از ۹۰ درصد سیب‌زمینی‌های غیربذری انباری در انگلستان به کمک کلروپروفام نگهداری می‌شوند. با این حال کلروپروفام مانند دیگر ترکیبات شیمیایی، بی‌خطر نبوده و با گذشت زمان، جنبه‌های منفی کاربرد آن‌ها بر سلامت مصرف‌کنندگان آشکارتر می‌شود (Storey *et al.*, 2008؛ Kleinkopf *et al.*, 2009). در کنار این موارد، تمایل فزاینده مصرف‌کنندگان و سازمان‌های ناظر بر تولید و تجارت مواد غذایی، بر تولید و مصرف غذاهای ارگانیک یا دست کم سالم، تلاش برای محدود کردن کاربرد نگهدارنده‌های مصنوعی و یافتن

جایگزین‌های ایمن و کارا برای آن‌ها را دو چندان کرده است (Storey *et al.*, 2008؛ Lewis *et al.*, 2003). مطالعه گسترده کاربرد ترکیباتی مانند اتیلن، ازن، آلدئیدهای آروماتیک، نفتالین استیک اسید، آب اکسیژنه و الکل‌ها و نیز روش‌هایی مانند استفاده انبار سرد، انبارهای با دی‌اکسیدکربن بالا و انبارهای هیپوبار، برای کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی در انبارها نشان داده است که هر یک یا با اشکالات فنی و اجرایی همراه بوده‌اند و یا اثربخشی آن‌ها چشمگیر نبوده است (Afek *et al.*, 1998؛ Daniels *et al.*, 1996؛ Chakraverty *et al.*, 2003؛ Prange *et al.*, 1998؛ Vaughn and Spencer, 1993).

اینکاها (مهم‌ترین تمدن آمریکای جنوبی) نخستین اقوامی بودند که سیب‌زمینی‌های خود را به کمک برگ‌های گیاهی به نام مونا[1] که حاوی مجموعه‌ای از اسانس‌های فرار مونوترپنی بوده به شکل قابل قبولی نگهداری می‌کرده‌اند(Aliaga and Feldheim, 1985). در تلاش برای کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی در انبارها به کمک ترکیبات طبیعی و سازگار با طبیعت، به بررسی مونوترپن‌های خالص ترپینئول[2]، سیترونلول[3]، ژرانیول[4] و سینئول[5] پرداخته که هیچ یک اثر قابل رقابتی با کلروپروفام نداشتند (Vaughn and Spencer, 1993). Vokou *et al.* (1993) ضمن اشاره به اثر قدرتمند ضد جوانه‌زنی عصاره رزماری، اثر مریم گلی در کنترل جوانه‌زنی را ضعیف‌تر از رزماری اما در کوتاه مدت، قابل قبول گزارش کردند. De Vries (1999) ترکیبی با نام تجاری (Talent TM) را بر پایه عصاره زیره سیاه در هلند ثبت کرد. بر اساس ادعای سازنده، شکل آئروسول این ترکیب می‌تواند جوانه‌زنی سیب‌زمینی را برای ۳ ماه کنترل کند. Kleinkopf *et al.* (2003) در آزمایش‌های خود نشان داد اثر ضد جوانه‌زنی عصاره زیره سیاه در شرایط تجاری کمتر از حد انتظار است، ضمن آن‌که هزینه به کارگیری این عصاره قابل رقابت با کلروپروفام نیست. Slininger *et al.* (2000) با مصرف ۸ میلی مول در لیتر ترکیبی بر پایه عصاره میخک به مدت ۶ هفته متوالی، موفق به کنترل ۵۶ درصدی جوانه‌زنی سیب‌زمینی برای مدت ۴ ماه شدند. بایوکس‌آ[6] ترکیب تجاری دیگری بر پایه عصاره میخک است که قادر به کنترل ۷۳ درصدی جوانه‌زنی سیب‌زمینی به مدت ۳ ماه بوده است. در این مدت، اثر این ترکیب اختلاف معنی‌داری را با کاربرد ۶۰ppm کلروپروفام نشان نداد (Kleinkopf *et al.*, 2003). Gomez *et al.* (2013) کاربرد عصاره‌های تغلیظ شده اسطخدوس و نعناع را برای کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی و برخی خسارات فیتوپاتوژنیک مؤثر دانستند. ترکیب مناسب برای کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی باید غیرسمی بوده و در مقادیر اندک، علاوه بر قدرت کنترل جوانه‌زنی قابل قبول، اثر منفی بر خواص کیفی محصول نداشته باشد (Vaughn and Spencer, 1993). لذا در این مطالعه قابلیت جایگزینی کلروپروفام با عصاره نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) به‌عنوان یک منبع ارزان و در دسترس اسانس مونوترپنی برای کنترل تجاری جوانه‌زنی سیب‌زمینی بررسی شده است. این گیاه گونه‌ای هیبرید و حاصل تلاقی گونه‌های *Mentha aquatica* و *Mentha spicata* است. نعناع فلفلی حاوی حدود ۱/۲ تا ۱/۵ درصد روغن فرار است که ۳۰ تا ۵۰ درصد آن را منتول، منتون و متیل استات تشکیل می‌دهد (Singh *et al.*, 2015).

## مواد و روش‌ها

در اوایل آبان از یک توده تازه و سالم سیب‌زمینی رقم آگریا، که در ایستگاه اکباتان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان کشت شده بود غده‌های با قطر ۳/۵ تا ۵/۵ سانتی‌متر انتخاب و پس از دوره آماده‌سازی (نم‌گیری و التیام‌دهی) در بسته‌های ۳۵ کیلوگرمی درون گونی‌های نخی توزیع و در یک انبار فنی واقع در همان ایستگاه با دمای ۱ ± ۱۲درجه

1- Muna
2- Terpineol
3- Citronellol
4- Geraniol
5- Cineole

6- Biox-A

سلسیوس و رطوبت نسبی ۳ ± ۹۲٪ نگهداری شدند. این دمای نگهداری به شکسته شدن خواب غده‌ها و ارزیابی بهتر عملکرد عصاره‌های آزمایشی در کنترل جوانه‌زنی غده‌ها کمک نمود. برای تهیه عصاره مورد استفاده در این آزمایش، نعناعی فلفلی تازه در دمای ۲۴ درجه سلسیوس و جریان هوای ثابت ۱ متر در ثانیه تا رطوبت کمتر از ۷ درصد خشک شدند. سپس برگ‌های خشک شده گیاه، آسیاب و به مدت ۴۸ ساعت در الکل ۵۰ درجه با نسبت وزنی ۴ به ۱ (الکل به گیاه) خیسانده و روزانه همزده شد. سپس، مخلوط توسط قیف بوخنر صاف شد. با تبخیر بخش آبی الکلی محلول صاف شده در دمای اطاق، عصاره خشک شده نعناع فلفلی به دست آمد. این عصاره در ظروف دربسته تا زمان تهیه محلول‌های آزمایشی در فریزر با دمای ۱±۱۸- درجه سلسیوس نگهداری شد. پس از یک ماه و در اواخر آذر ماه، اعمال تیمار غده‌ها انجام شد. به این ترتیب که در کنار غده‌های سیب‌زمینی هر کیسه، یک بشر ۱۰۰۰ سی‌سی محتوی همان حجم پنبه، آغشته به ۳۵۰ سی‌سی محلول آبی عصاره نعناع با غلظت‌های صفر، ۰/۵، ۱، ۲ و ۴ گرم در لیتر قرار داده شد؛ به شکلی که غده‌ها هیچ تماس مستقیمی با عصاره آزمایشی نداشته باشند. پس از اعمال تیمارها، برای حفظ اتمسفر اطراف غده‌ها، هر گونی درون یک کیسه پلاستیکی قرار گرفت. دهانه کیسه‌ها بسته و برای تهویه غده‌ها هر ۴ روز یک‌بار دهانه آن‌ها به مدت ۱۵ دقیقه باز می‌شد. در طول مدت نگهداری، مصرف عصاره‌های مورد استفاده، در فواصل زمانی منظم هر ۲، ۴ و یا ۶ هفته یک‌بار تجدید شد. علاوه بر تیمارهای فوق، یک گروه از غده‌ها فقط با ۳۷ گرم پودر کلروپروفام با درجه خلوص ۵ درصد تولید شرکت سیگما- آلدریچ[1] تیمار شد. برای این منظور پودر موردنظر درون کیسه ریخته و پس از بستن کامل دهانه آن، به مدت ۱۰ دقیقه به آرامی تکان داده شد. این کیسه به مدت ۴۸ ساعت در دمای اطاق و به شکل در بسته نگهداری شد (Kleinkopf *et al.*, 2009؛ Goodarzi, 2016). طی دوره نگهداری غده‌ها، هر ماهه پارامترهای محتوای رطوبت غده‌ها به روش گرمخانه و درصد غده‌های جوانه‌زده به روش مشاهده مستقیم اندازه‌گیری شد(Horwits, 2000). در پایان، وزن کل جوانه‌های غده‌های هر تیمار توزین شد. این بررسی به شکل آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. فاکتورها به‌ترتیب شامل غلظت‌های محلول عصاره نعناع در پنج سطح، فاصله تکرار کاربرد محلول در سه سطح و مدت نگهداری سیب‌زمینی‌ها در انبار در چهار سطح بود. در پایان آزمایش، نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش ۱۶ و در سطح معنی‌داری پنج درصد مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. در انتها، تیماری که با مصرف کمترین مقدار عصاره در طول دوره نگهداری، بهترین اثر ممانعت‌کنندگی را بر جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی نشان داد با تیمار مصرف کلروپروفام مقایسه شد. همچنین تیمار برگزیده عصاره نعناع، تیمار کلروپروفام و شاهد، در حالات آب‌پز به مدت ۳۰ دقیقه در آب با دمای ۲±۹۵ درجه سلسیوس و خلال‌های سرخ شده به روش غوطه‌وری در روغن آفتابگردان، با دمای ۱۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۱/۵ دقیقه با استفاده از روش آزمون درجه‌بندی هدونیک[2] مورد ارزیابی حسی یک گروه ۱۲ نفره قرار گرفتند. سپس نمرات هر تیمار به روش آنالیز واریانس آنوا[3] و توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار[4] با هم مقایسه شدند (Payan, 2003).

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای مورد مطالعه در سیب زمینی‌های تیمار شده با عصاره نعناع، طی دوره نگهداری در جدول ۱ آورده شده است. این نتایج نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اثر سطوح هر یک ازتیمارهای غلظت عصاره، دفعات تکرار کاربرد محلول و زمان نگهداری محصول در انبار بر پارامترهای

1- Sigma-Aldrich

2- Hedonic Scaling Test
3- Anova Test
4- Least Significant Difference Test

مورد مطالعه در سطح احتمال پنج درصد است که در زیر و به تفکیک به شرح هر یک پرداخته می‌شود.

**جدول ۱- تجزیه واریانس اثر عصاره نعناع بر پارامترهای مورد مطالعه در غده های سیب‌زمینی نگهداری شده در انبار**

**Table 1. Analysis of variance the effect of peppermint extract on the Variables studied in the stored treated potato tubers**

| منابع تغییرات S.O.V | درجه آزادی df | میانگین مربعات Mean Squares | | |
|---|---|---|---|---|
| | | درصد رطوبت Moisture content | درصد جوانه‌زنی Germination | وزن جوانه Weight of sprouts |
| مدت انبارداری پس از اعمال تیمار Storage period (A) | 4 | 1786.6* | 15857.1* | 89580.9* |
| تکرار frequency of application (B) | 3 | 141.5* | 517.2* | 3275.1* |
| غلظت عصاره‌ها Concentration (C) | 5 | 173.9* | 7195.7* | 52282.5* |
| مدت انبارداری پس از اعمال تیمار × تکرار A×B | 12 | 114.6 | 237.1* | 1641.8* |
| مدت انبارداری پس از اعمال تیمار × غلظت عصاره‌ها A × C | 20 | 49.5 | 23.2 | 146.9 |
| تکرار × غلظت عصاره‌ها B×C | 15 | 1.07 | 50.6* | 282.5* |
| مدت انبارداری پس از اعمال تیمار × تکرار × غلظت عصاره‌ها A×B×C | 60 | 17.73 | 31.3* | 196.2* |
| خطا Error | 120 | 24.51 | 1.05 | 1.70 |

*: نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد است.

*: Shown significant different at 0.05 probability levels.

## مدت انبارداری

با افزایش مدت انبارداری غده‌ها، درصد رطوبت آن‌ها به شکل معنی‌داری کاهش یافت. به این ترتیب که میزان رطوبت غده‌ها در ۴ نوبت نمونه‌برداری ماهانه در دوره تحقیق، نسبت به زمان برداشت به‌ترتیب با ۳، ۷/۵، ۱۰ و ۱۷/۲ درصد کاهش همراه بود. در همه تیمارها و در پایان دوره نگهداری، محتوای رطوبت غده‌ها به کمترین مقدار خود رسید. به موازات این تغییرات، درصد غده‌های جوانه‌زده و وزن کلی جوانه‌ها نیز به شکل معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲). این تغییرات از ماه سوم تا پایان ماه چهارم نگهداری پس از اعمال تیمارها از شدت بیشتری برخوردار بود؛ به‌طوری‌که در این مدت درصد غده‌های جوانه‌زده و وزن کلی جوانه‌ها به‌ترتیب ۱۴۲ و ۲۷۳ درصد افزایش یافت. در همه تیمارها، بیشترین درصد غده‌های جوانه‌زده و وزن کلی جوانه‌ها در پایان دوره نگهداری مشاهده شد. با پایان دوره خواب فیزیولوژیک غده‌های سیب‌زمینی و آغاز فعالیت جوانه‌زنی آن‌ها، تغییرات افت وزنی غده‌ها نیز آغاز و متناسب با سطح گسترش جوانه‌زنی، تشدید شد. در واقع با شروع و گسترش جوانه زنی غده‌ها، روند تجزیه و مصرف نشاسته ذخیره شده در غده با هدف تامین انرژی لازم برای رشد و تکثیر بیشتر و سریع‌ترسلول‌های مریستمی جوانه‌ها سرعت می‌گیرد. تجزیه نشاسته به قندهای ساده فرآیندی است که نیازمند مصرف آب است؛ ضمن آن‌که گسترش میزان جوانه‌زنی غده‌ها، منجر به افزایش سطح تبخیر و تعرق آن‌ها شده و مجموع این پدیده‌ها افت رطوبتی و افت وزنی بیشتر غده‌ها را در پی دارد. افزایش بیشتر زمان نگهداری غده‌های جوانه‌زده با افزایش پلاسیدگی و افت محتوای رطوبتی همراه است (Fernie and Willmitzer, 2001).

**جدول ۲- مقایسه میانگین اثر مدت انبارداری بر متغیرهای مورد مطالعه درغده‌های سیب‌زمینی تیمار شده با عصاره نعناع**

**Table 2. Mean comparison of the effect of storage period on the Variables studied in the treatment potato tubers by peppermint extract**

| مدت انبارداری پس از اعمال تیمار (ماه) Storage period after treatment (month) | متغیرهای مورد مطالعه در غده‌های تیمار Variables studied in the treatment potato tubers | | |
|---|---|---|---|
| | رطوبت (گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) Moisture content (g/100g) | درصد جوانه زنی Germination (%) | وزن جوانه (گرم) Weight of sprouts(g) |
| 0 | $82.5^{a}$ | $0^{d}$ | $0^{d}$ |
| 1 | $79.6^{b}$ | $0^{d}$ | $0^{d}$ |
| 2 | $76.4^{c}$ | $1.93^{c}$ | $7.20^{c}$ |
| 3 | $73.8^{d}$ | $20.30^{b}$ | $30.2^{b}$ |
| 4 | $68.3^{e}$ | $49.20^{a}$ | $112.7^{a}$ |

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at 5% probability level (Duncan's multiple range test).

مطابق یافته‌های این مطالعه، عصاره نعناع فلفلی توانست در غلظت و توالی مصرف مناسب، اثر بازدارندگی قابل رقابتی بر جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی نسبت تیمار شاهد و پودر کلروپروفام داشته باشد؛ هر چند با طولانی شدن زمان نگهداری (بیش از ۴ ماه) عرصه رقابت به نفع کلروپروفام تغییر کرد (شکل ۱). شایان ذکراست زمان آغاز جوانه‌زنی در غده‌های شاهد هفته دوم دی ماه بود؛ اما جوانه‌زنی غده‌های تیمار شده با غلظت ۲ گرم در لیتر عصاره نعناع و یا کلروپروفام تا هفته سوم بهمن به تأخیر افتاد. Boylston *et al.* (2001) نیز در تحقیق خود تاخیر جوانه‌زنی برای سیب‌زمینی رقم Russet تیمار شده با کلروپروفام، عصاره میخک را بررسی و این مدت را برای ترکیبات فوق به‌ترتیب ۵ و ۴ ماه گزارش کردند. Gomez *et al.* (2013) نیز عصاره‌های تغلیظ شده اسطخدوس و نعنا را در کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی تا ۶۵ درصد مؤثر دانستند؛ بدون آن‌که پیرامون کمترین غلظت و مقدار عصاره مورد نیاز برای مصارف تجاری اظهار نظر نمایند.

## غلظت محلول عصاره نعناع

با افزایش غلظت محلول‌های عصاره نعناع از ۰/۵ تا ۲ گرم در لیتر، مقدار رطوبت غده‌ها، به شکل معنی‌داری افزایش و درصد جوانه‌زنی غده‌ها و وزن کل جوانه‌ها با کاهش معنی‌داری مواجه شد. افزایش غلظت عصاره نعناع از ۲ به ۴ گرم در لیتر، تغییر معنی‌داری را در هیچ یک از متغیرهای مورد مطالعه به همراه نداشت. به این ترتیب عصاره گیاه نعناع غلظت های ۲ و ۴ گرم در لیتر در کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی و حفظ محتوای رطوبتی غده‌ها به شکل معنی‌داری موفق‌تر از تیمار شاهد و سایر تیمارها عمل کرد. به‌طور متوسط در طول دوره نگهداری، محتوای رطوبتی غده‌های تیمار ۲ گرم در لیتر عصاره نعناع، ۱۱/۵ درصد بیش از تیمار شاهد بود. در همین دوره، درصد جوانه‌زنی و مجموع وزن جوانه‌های تولیدی غده‌های تیمار شاهد به‌ترتیب ۸ و ۱۴ برابر غده‌های تیمار ۲ گرم در لیتر عصاره نعناع بود. نکته حائز اهمیت در این مطالعه، افزایش درصد غده‌های جوانه‌زده در تیمار ۰/۵ گرم در لیتر نسبت به تیمار شاهد بود. با این حال وزن کلی جوانه‌های تولیدی در غده‌های شاهد کماکان بیشتر از غده‌های تیمار شده با محلول ۰/۵گرم در لیتر عصاره نعناع باقی ماند (جدول ۳). بررسی شکل جوانه‌ها (اعم از رویش‌یافته و نکروز شده) در غده‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف عصاره نعناع فلفلی در تحقیق حاضر با مکانیسم گزارش شده برای تأثیر ترکیبات مونوترپنی در کنترل جوانه‌زنی غده‌ها همخوانی داشت (شکل ۱). به نظر می‌رسد فرضیه زیر چگونگی اثر کنترل‌کنندگی عصاره‌های حاوی ترکیبات مونوترپنی و از جمله عصاره نعناع فلفلی مورد بررسی را بهتر از سایر نظریه‌ها توضیح

می‌دهد: "عوامل غیراشباع آلفا یا بتا کربونیلی و یا الکلی موجود در این عصاره‌ها از طریق ایجاد آسیب در سلول‌های مریستم انتهایی جوانه‌ها نقش بازدارندگی را در این فرایند ایفا می‌کنند. در حضور این ترکیبات نرخ تنفس سلول‌های بافت مریستم انتهایی به شدت بالا می‌رود. این وضعیت به گونه‌ای پیش می‌رود که چربی موجود در دیواره غشایی سلول‌های این ناحیه دچار اکسایش شدید شده و بافت مریستم در معرض تنش اکسایشی قرار می‌گیرد. در این حالت دیواره غشایی ضمن از دست داده سریع رطوبت، کارایی خود را از دست داده عملکردهایی مانند انتقال عناصر غذایی به درون سلول مختل می‌شود. همه این شرایط به مرگ سلول و نکروز شدن آن ختم می‌شود. ظاهر این جوانه‌ها حالتی سوخته و چوب پنبه‌ای به خود می‌گیرد. حال چنانچه غلظت عامل مونوترپنی از حد آستانه اثربخشی کمتر شود، جوانه‌های جانبی در این نواحی تحریک و شروع به فعالیت می‌کنند. این جوانه‌ها ظریف‌تر بوده و نسبت به جوانه‌های تولیدی از مریستم‌های انتهایی، ضخامت و حجم رویشی کمتری دارند (Gomez *et al*., 2013؛ Song *et al*., 2009). نتایج این تحقیق با آنچه De Vries (1999)، Kleinkopf and Frazier (2002) و Vaughn and Spencer (1991) در مورد گیاهان زیره سیاه و نعناع و میخک گزارش نموده‌اند مشابهت دارد. هر چند در مورد مقایسه قدرت مهارکنندگی این ترکیبات با یکدیگر نمی‌توان تصویر واضحی ارائه نمود.

**شکل ۱- غده سیب‌زمینی ۵ نوبت تیمار شده با محلول ۲ گرم در لیتر نعناع (راست)، تیمار شده با کلروپروفام (وسط) و شاهد (چپ) در پایان دوره نگهداری**

**Figure 1. Potato tubers treated with a solution of 2 g/l pepermint extract for 5 times (right), CIPC (middle) and control (left) at the end of the storage period**

**جدول ۳- مقایسه میانگین اثر غلظت محلول عصاره نعناع بر متغیرهای مورد مطالعه در غده‌های سیب‌زمینی تیمار شده**

**Table 3. Mean comparison of the effect of concentration of peppermint extract on the variables studied in the treatment potato tubers**

| غلظت محلول عصاره نعناع (گرم در لیتر) Concentration of peppermint extract (g/l) | متغیرهای مورد مطالعه در غده‌های تیمار Variables studied in the treatment potato tubers | | |
|---|---|---|---|
| | رطوبت (گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) Moisture content (g/100g) | درصد جوانه زنی Germination (%) | وزن جوانه (گرم) Weight of sprouts(g) |
| 0 | $69.4^{d}$ | $28.6^{b}$ | $65.9^{a}$ |
| 0.5 | $71.5^{c}$ | $31^{a}$ | $54.6^{b}$ |
| 1 | $76.7^{b}$ | $7.5^{c}$ | $16.8^{c}$ |
| 2 | $77.4^{ab}$ | $3.4^{d}$ | $4.6^{d}$ |
| 4 | $77.5^{a}$ | $2.6^{d}$ | $3.3^{d}$ |

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at 5% probability level (Duncan's multiple range test).

## فواصل تکرار کاربرد محلول عصاره نعناع

دفعات کاربرد محلول عصاره نعناع نیز اثر معنی‌داری بر میزان تغییرات مولفه‌های مورد مطالعه داشت. با افزایش تعداد نوبت‌های استفاده از محلول از هر ۶ هفته به هر ۴ هفته یک‌بار( جمعاً از ۳ نوبت به ۵ نوبت استفاده از عصاره نعناع در طول دوره نگهداری)، درصد رطوبت غده‌های تیمارهای مختلف ۸ درصد افزایش و درصد جوانه‌زنی و وزن کلی جوانه‌های ظاهر شده به‌ترتیب به میزان ۲۴ و ۲۷ درصد کاهش یافت. افزایش بیشتر تعداد دفعات استفاده از عصاره نعناع از ۴ هفته به هر ۲ هفته یک‌بار (افزایش دفعات تکرار اعمال تیمار از ۵ به ۱۰ نوبت در طول دوره نگهداری)، اثری اندک اما فاقد اختلاف معنی‌دار بر مولفه‌های مورد مطالعه داشت(جدول ۴). بر اساس داده‌های ارائه شده در جدول‌های (۵) و (۶) اثر متقابل غلظت و تعداد دفعات استفاده از عصاره نعناع بر درصد جوانه‌زنی و وزن جوانه‌های غده‌های سیب‌زمینی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. دقت در درصد غده‌های جوانه‌زده در پایان دوره نگهداری، نشان داد فواصل ۴ هفته‌ای استفاده از محلول با غلظت ۲ گرم در لیتر بهترین تیمار برای کنترل جوانه‌زنی نمونه های سیب‌زمینی است و قادر بود بیش از ۳ ماه جوانه زنی غده‌ها را کنترل نماید. این تیمار در کنترل جوانه‌زنی سیب زمینی‌ها نسبت به تیمارهای با مقدار مصرف مشابه و حتی بیشتر عصاره نعناع (تیمار ۱۰ نوبت استفاده از محلول ۱ گرم در لیتر و ۳ نوبت استفاده از محلول با غلظت ۴ گرم در لیتر) به شکل معنی‌داری موفق‌تر بود و تفاوت معنی‌داری با تیمار ۵ نوبت استفاده از محلول ۴ گرم در لیتر نعناع نیز نشان نداد. Kleinkopf *et al.* (2003) نیز در مطالعات خود به تعادل بین غلظت و تعداد دفعات استفاده توجه نموده‌اند. به نظر می‌رسد کاربرد ماهانه محلول‌ها قادر است غلظت ترکیبات مونوترپنی مؤثر در کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی را در اتمسفر پیرامون غده‌ها در محدوده آستانه تأثیر حفظ کرده و به این ترتیب افزایش بیشتر آن‌ها اثر معنی‌داری در کنترل پدیده جوانه‌زنی نداشت.

## مقایسه نتایج تیمار منتخب عصاره نعناع و کلروپروفام

نتایج مقایسه کارایی تیمار پودر کلروپروفام و محلول ۲ گرم در لیتر عصاره نعناع بر وضعیت جوانه‌زنی غده‌های آزمایشی نشان داد که تیمار کلروپروفام قادربه کنترل قاطع جوانه‌زنی غده‌ها است. به‌طوری‌که در پایان دوره نگهداری تنها ۱/۳ درصد غده‌ها دارای جوانه‌هایی رشدیافته (در حداقل وضعیت رشدی) بودند. در سایر غده‌های این تیمار رشد جوانه‌ها قابل مشاهده نبود. جوانه‌زنی غده‌ها در تیمار منتخب با غلظت ۲ گرم در لیتر عصاره نعناع از هفته سوم بهمن ماه آغاز شد. این تیمار تا اوایل اسفند ماه (ماه چهارم نگهداری پس از اعمال اولین تیمار) در کنترل نسبتاً کامل جوانه‌زنی غده‌ها موفق بود. در پایان ماه چهارم این اثر تضعیف اما کماکان قابل قبول بود، هر چند اثر آن به شکل معنی‌داری کمتر از قدرت بازدارندگی کلروپروفام بود (جدول ۷). Gomez *et al.* (2013) نیز به کاهش ۶۵ درصدی اثر بازدارندگی عصاره غلیظ نعناع و اسطخدوس بر کنترل جوانه‌زنی سیب‌زمینی نسبت به کلروپروفام در پایان ماه چهارم نگهداری اشاره کرده‌اند. Boylston *et al.* (2001) نیز اثر عصاره‌های مونوترپنی در کنترل جوانه‌زنی غده‌ها را محدود و قابل بازگشت گزارش کرده‌اند.

**جدول ٤- مقایسه میانگین اثر فواصل کاربرد محلول عصاره نعناع بر متغیرهای مورد مطالعه درغده‌های سیب‌زمینی تیمار شده**

**Table 4. Mean comparison of the effect of frequency of peppermint extract application on the variables studied in the treatment potato tubers**

| فواصل کاربرد عصاره نعناع (هفته) Frequency of peppermint extract application (week) | متغیرهای مورد مطالعه در غده‌های تیمار Variables studied in the treatment potato tubers | | |
|---|---|---|---|
| | رطوبت (گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) Moisture content (g/100g) | درصد جوانه زنی Germination (%) | وزن جوانه (گرم) Weight of sprouts(g) |
| 2 | 78.4[b] | 12.8[b] | 25.35[b] |
| 4 | 77.6[b] | 13.3[b] | 26.61[b] |
| 6 | 71.8[a] | 17.3[a] | 36.77[a] |

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at 5% probability level (Duncan's multiple range test).

**جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات غلظت و فواصل کاربرد عصاره نعناع و مدت انبارداری بر درصد جوانه‌زنی سیب‌زمینی انبار شده**

**Table 5. Mean comparison of the effects of concentration, frequency of peppermint extract application, and storage period on germination percentage of potato tubers**

| غلظت عصاره نعناع Concentration peppermint extract (g/l) | | | | | فواصل کاربرد عصاره نعناع (هفته) Frequency of peppermint extract application (week) | مدت انبارداری (ماه) Storage period (month) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 1 | 0.5 | شاهد Control | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | زمان برداشت Harvest time |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | ۱ ماه 1 month |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | |
| 0 | 0 | 0 | 8.7 | 7.3 | 2 | ۲ ماه 2 months |
| 0 | 0 | 0 | 8.3 | 7.7 | 4 | |
| 0 | 0 | 0 | 8 | 7.7 | 6 | |
| 0 | 0 | 6 | 43 | 39 | 2 | ۳ ماه 3 months |
| 1 | 1.5 | 8 | 43 | 40 | 4 | |
| 8 | 11 | 15 | 44 | 41 | 6 | |
| 6 | 7 | 20 | 100 | 93 | 2 | ۴ ماه 4 months |
| 7 | 8 | 17 | 100 | 96 | 4 | |
| 18 | 40 | 47 | 100 | 99 | 6 | |

LSD = 1.572

**جدول ٦- مقایسه میانگین اثرات غلظت و فواصل کاربرد عصاره نعناع و مدت انبارداری، بر وزن جوانه غده‌های سیب‌زمینی (گرم)**

**Table 6. Comparison of the mean of concentration, frequency of peppermint extract application, and storage period effects on the weight of potato tuber sprouts (g)**

| غلظت عصاره نعناع peppermint extract Concentration (g/l) | | | | | فواصل کاربرد عصاره نعناع (هفته) Frequency of peppermint extract application (week) | مدت انبارداری (ماه) Storage period (month) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 1 | 0.5 | شاهد Control | | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | زمان برداشت Harvest time |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | ۱ ماه 1 month |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | |
| 0 | 0 | 0 | 12 | 17 | 2 | ۲ ماه 2 months |
| 0 | 0 | 0 | 16 | 17 | 4 | |
| 0 | 0 | 0 | 20 | 17 | 6 | |
| 0 | 0 | 12 | 47 | 58 | 2 | ۳ ماه 3 months |
| 3 | 3 | 21 | 52 | 59 | 4 | |
| 11 | 21 | 33 | 55 | 58 | 6 | |
| 8 | 9 | 27 | 188 | 221 | 2 | ۴ ماه 4 months |
| 14 | 16 | 50 | 209 | 247 | 4 | |
| 29 | 51 | 100 | 221 | 231 | 6 | |

LSD = 2.308

## ارزیابی حسی

نتایج آزمایش ارزیابی حسی انجام شده روی نمونه‌های آب‌پز و سرخ شده تهیه شده از نمونه‌های سیب‌زمینی تیمار شده با غلظت ۲ گرم در لیتر عصاره

نعناع و نمونه‌های گردپاشی شده با پودر کلروپروفام پس از پایان دوره نگهداری نشان داد که گروه ارزیاب از نظر ویژگی‌های ارگانولپتیکی بین نمونه‌های تهیه شده از سیب‌زمینی‌های تیمار شده اختلاف معنی‌داری را تشخیص نداد. نمونه‌های شاهد در هر دو آزمون پخت و سرخ شدن به شکل معنی‌داری امتیاز کمتری را نسبت به دیگر تیمارها از گروه ارزیاب دریافت کرد (جدول ۸). کاهش سفتی بافت، افزایش و انباشت قند کاهنده و در پی آن شیرین شدن بافت و تیره شدن رنگ محصول سرخ شده به دلیل جوانه‌زنی غده‌ها از جمله دلایل اصلی عدم رضایت گروه ارزیاب از نمونه‌های شاهد بود. Gomez *et al.* (2013) نیز نتایج مشابهی را در مورد نمونه‌های سرخ شده سیب‌زمینی تیمار شده با عصاره غلیظ نعناع و اسطخدوس گزارش و تغییر نامطلوبی را در عطم و ویژگی‌های ظاهری این نمونه‌های سرخ شده گزارش نکردند.

**جدول ۷- مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی و وزن جوانه‌ها (گرم) در نمونه‌های سیب‌زمینی تیمار شده با غلظت ۲ گرم در لیتر عصاره نعناع و پودر کلروپروفام در پایان دوره نگهداری**

**Table 7. Comparison of the mean of germination (%) and Weight of sprouts (g) in potato tubers treated with 2 g/l pepermint extract and Cipc at the end of storage period**

| تیمارهای آزمایش Treatments | زمان مقایسه Time ccomparison | ویژگی مورد مطالعه در غده‌های سیب‌زمینی Variables studied in the treatment potato tubers | |
|---|---|---|---|
| | | درصد جوانه زنی Germination (%) | وزن جوانه‌ها (گرم) Weight of sprouts (g) |
| محلول ۲ گرم در لیتر نعناع در ماه Pepermint extract (2g/l per month) | ماه سوم نگهداری Third month of storage | $1.5^{b}$ | $3.0^{b}$ |
| | ماه چهارم نگهداری Forth month of storage | $8.0^{a}$ | $16.0^{a}$ |
| کلروپروفام Cipc | ماه سوم نگهداری Third month of storage | $0.0^{c}$ | $0.0^{d}$ |
| | ماه چهارم نگهداری Forth month of storage | $1.3^{b}$ | $1.5^{c}$ |

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at 5% probability level (Duncan's multiple range test).

**جدول ۸- نتایج ارزیابی حسی نمونه های فراوری شده سیب‌زمینی نگهداری شده با عصاره نعناع، پودر کلروپروفام و نمونه شاهد**

**Table 8. Organoleptic evaluation results for processed potatoes were stored With pepermint extract, Cipc and control**

| روش فراوری Processing method | تیمارهای آزمایش Treatments | | |
|---|---|---|---|
| | شاهد Control | عصاره نعناع (با غلظت ۲ گرم در لیتر) Pepermint extract (2 g/l) | کلروپروفام Cipc |
| آب‌پز boiled | $12.55^{a}$ | $16.63^{a}$ | $16.70^{a}$ |
| سرخ شده Fried | $9.21^{b}$ | $17.03^{a}$ | $17.41^{a}$ |

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ردیف فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد هستند (آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار).

Mean followed by similar letters in each row, are not significantly different at 5% probability level (least significant difference test).

## نتیجه‌گیری

تعادل بین فواصل مصرف و غلظت محلول عصاره نعناع فلفلی مورد استفاده، عامل تعیین‌کننده‌ای در دستیابی به تیمار بهینه و حفظ غلظت مورد نیاز ترکیبات مونوترپنی در هوای اطراف غده‌های انبار بوده است. به عبارت دیگر از آنجا که ترکیبات مونوترپنی، ماهیتی فرار دارند، غلظت آن‌ها در هوای فضای مورد مطالعه، بلافاصله پس از مصرف بالا رفته و پس از مدتی نیز با شیبی تند افت می‌کند. بنابراین دفعات تکرار استفاده از آن‌ها برای حفظ آستانه اثر بخشی و ممانعت‌کنندگی دارای اهمیت بوده و قابل جایگزینی با دیگر مؤلفه‌ها (از جمله افزایش غلظت محلول مورد استفاده) نیست. با توجه به انتخاب تیمار ۲ گرم در لیتر عصاره‌های نعناع و مصرف ۱۰ سی‌سی عصاره به ازای هر کیلو گرم محصول، مشخص می‌شود به ازای هر تن سیب‌زمینی، مقدار ۲۰ گرم عصاره در هر نوبت نیاز خواهد بود. پس با فرض دوره ۵ ماهه نگهداری، ۵ نوبت استفاده از محلول مورد نیاز خواهد بود. بر این اساس مقدار کل مصرف عصاره برابر ۱۰۰ گرم به ازای هر تن سیب‌زمینی برآورد می‌شود. موضوع مهم در این تحقیق، مشاهده اثر تحریک کنندگی دوز ۰/۵ گرم در لیتر عصاره نعناع در جوانه‌زنی غده‌ها بود که در مطالعات پیشین، گزارش مشابهی ارائه نشده است. در این تیمار، علی‌رغم درصد غده‌های جوانه‌زده بیشتر، اما وزن کلی جوانه‌ها کمتر از تیمار شاهد بود.

در مجموع، این تحقیق نشان داد که عصاره نعناع فلفلی می‌تواند گزینه مناسبی برای جایگزینی کلروپروفام در انبارداری میان‌مدت سیب‌زمینی باشد؛ بدون آن‌که استفاده از آن تأثیر منفی بر مطلوبیت حسی سیب‌زمینی فراوری شده از نگاه مصرف‌کننده داشته باشد. با این حال، مطالعه دیگر عصاره‌های معطر با ساختار مشابه به منظور یافتن ترکیبات مؤثرتر می‌تواند در حذف کامل کلروپروفام از چرخه نگهداری سیب‌زمینی راهگشا باشد.

## Refrencese


Afek, U., Orenstein, J. and Nuriel, E. (1998). Using HPP (hydrogen peroxide plus) to inhibit potato sprouting during storage. American Journal of Potato Research, 77(1), 63-65.

Aliaga, T. J. and Feldheim, W. (1985). Inhibition of sprouting of stored potatoes by the essential oil of the Muna plant from South America. Ernahrung, 9(4), 254-256.

Boylston, T. D., Powers, J. R., Weller, K. M. and Yang, J. (2001). Comparison of Sensory Differences of Stored Russet Potatoes Treated with CIPC and Alternative Sprout Inhibitors. American Journal of Potato Research, 78(2), 99-107.

Chakraverty, A., Raghavan, G. S. V. and Ramaswamy, H. S. (2003). Handbook of post-harvest technology, Chapter 22: Irradiation of fruit, vegetables, nuts and spices. New York: Marcel Dekker, Inc.

Daniels, B. J., Prange, R. K., Kalt, W., Liew, C. L., Walsh, J., Dean, P. and Coffin, R. (1996). The effects of ozone on sprouting, fry color and sugars of stored Russet Burbank potatoes. American Potato Journal, 73(10), 469-481.

De Vries, R. (1999). Sprouting inhibiting of potatoes. U.S.A Patent No: 6,001,773.

Fernie, A. R. and Willmitzer, L. (2001). Molecular and biochemical triggers of potato tuber development. Plant Physiology, 127(10), 1495-1465.

Gomez, D., Cruz, E., Iguaz, A., Arroqui, C. and Virseda, P. (2013). Effect of essential oils on sprout suppression and quality of potato cultivars. Postharvest Biology and Technology, 82(1), 15-21.

Goodarzi, F. (2016). Effect of amount and time of CIPC consumption on qualitative properties and it's residue in potato during storage. Final Report No: 49285, Agricultural Engineering Research Institute. Agricultural Research, Educational and Extension Organisation, Tehran, Iran. [In Farsi]

Horwits, W. (2000). Association of official analytical chemists international. U.S.A: Rockville, Washington, AOAC Publishing.

Kleinkop, G. E., Oberg, N. A. and Olsen, N. L. (2003). Sprout inhibition in storage: Current status, new chemistries and natural compounds. American Journal of Potato Research, 80(5), 317-327.

Kleinkopf, G. E. and Frazier, M. J. (2002). Alternative sprout suppressants for stored potatoes. Proceedings: Winter Commodity Schools, 34(2), 183-187.

Kleinkopf, G. E., Brandt, T. L., Frazier, M. J. and Gregory, M. (2009). Cipc residues on stored Russet Burbank potatoes: Maximum label application. American Potato Journal, 74(2), 107-117.

Lewis, M. D., Thornton, M. K. and Kleinkopf, G. E. (2003). Commercial application of CIPC sprout inhibitor to storage potatoes. Cooperative Extension System, Agricultural Experiment Station, University of Aidaho, USA.

Payan, R. (2003). Principle of control quality in food science. Tehran: Aeezh Publication. [In Farsi]

Prange, R., Kalt, W., Daniels-Lake, B., Liew, C., Walsh, J., Coffin, R. and Page, R. (1998). Alternatives to currently used potato sprout suppressants. Postharvest News and Information, 8(3), 37-41.

Singh, R., Shushni, M. A. M. and Belkheir, A. (2015). Antibacterial and antioxidant activity of Mentha piperita L. Arabian Journal of Chemistry, 8(3), 322-328.

Slininger, P. J., Burkhead, K. D., Schisler, D. A. and Bothast, R. J. (2000). Biological control of sprouting in potatoes. U.S.A Patent No: 6,107, 247.

Song, X., Bandara, M. S., and Tanino, K. K. (2009). Potato dormancy regulation: use of essential oils for sprout suppression in potato storage. Fruit, Vegetable and Cereal Science And Biotechnology, 2(1), 110-117.

Storey, M., Green, N. and Cunnington, A. (2008). Cipc stewardship action plan. British Potato Council Ltd. Retrieved from http://www.potato.org.uk//. (Accessed Apr 2016).

Vaughn, S. F. and Spencer, G. F. (1991). Volatile monoterpenes inhibit potato tuber sprouting. American Potato Journal, 68(12), 821-831.

Vaughn, S. F. and Spencer, G. F. (1993). Naturally-occurring aromatic compounds inhibit potato tuber sprouting. American Potato Journal, 70(7), 527-533.

Vokou, D., Vareltzidou, S. and Katinalds, P. (1993). Effects of aromatic plants on potato storage: Sprout suppression and antimicrobial activity. Agricaltural Economy and Environment, 47(2), 223-235.

# Comparison of the Effect of Mint Extract and Chlorpropham on Preventing Potato Sprouting in the Storage

F. Goudarzi[1]* and R. Kalvandi[2]

1- ***Corresponding Author:** Research Assistant, Department of AERI, Research and Education Center of Agriculture and Natural Resources of Hamedan. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Hamedan, Iran (goodarzifarzad@gmail.com)
2- Research Assistant, Department of RIFR, Research and Education Center of Agriculture and Natural Resources of Hamedan. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Hamedan, Iran

Received: 23 September, 2017 Accepted: 22 November, 2017

## Abstract

### Background and Objectives

Sprouting is one of the main reasons of wasting about one half of potatoes during the storage. The existing methods to control sprouting in long term storage (for example postharvest applications of chlorpropham) can do the job as well, but the incidence of quality problems and undesirable side effects in such potatoes, and more importantly, the growing interest in organic food products, have challenged the application of these methods.

### Materials and Methods

The peppermint extracts used in the experiment were obtained from dried peppermint leaves in 48 hours, at room temperature using 1:1 distilled water-alcohol solution, and with the normal air pressure. The peppermint extracts were dried for 10 days and then transferred to a dark glass bottle by means of petroleum ether (as solvent) and were kept at 2°C until being used for later use. Herbal extracts of peppermint were used at concentrations of 0, 0.5, 1, 2 and 4 g/l, with regular intervals of 2, 4 or 6 weeks during the 5 months of potato (Agria cultivar) storage while sprouting was monitored. Direct contact between tubers and the peppermint extracts was not allowed. To provide the needed oxygen for the tubers respiration, the containers apertures were opened for 15-20 minutes every four weeks and were sealed again. A group of tubers was only treated by 37g chlorpropham (5% purity). To do this, the powder was poured into the container, completely sealed and slowly shaken for 10 minutes. The sealed container was kept at room temperature for 48 hours. All experiments were repeated 3 times. Data was analyzed by a completely randomized design (CRD) with a factorial experiment.

### Results

According to the results, by increasing the concentration of mint from 0.5 to 2 g/l, sprouting potato was controlled more effectively and meaningfully. More concentration in the control of potato sprouting was not significant. Use of this extract at a concentration of 0.5 g/l stimulates the germination of tubers compared to the control. Extensive sprouting of tubers was delayed for up to 4 months compared to the control treatment too. Application of peppermint extract caused %92 and %96 decrease in potato germination and total weight sprouting respectively. Organoleptic evaluation of the boiled and fried potato samples, treated with the mint extract and chlorpropham, did not show significant differences.

### Discussion

Use of 2 g/l mint extract will be able to decrease waste potato tubers in storage up to 6 percent. Replication of every 4 weeks extracts application is absolutely essential for the best result. Organoleptic evaluation of the boiled and fried potato samples, treated with the mint extract and chlorpropham, received more points compared to control.

***Keywords: Mentha piperita L., Potato, Sprouting, Storage***