

اثر اندازه غده‌های سیب زمینی و مواد شیمیایی بر شکستن خواب بذر در سیب زمینی

The effect of mini-tuber size and chemical treatments on breaking seed dormancy of potato (*Solanum tuberosum* L.)

مرجانہ منصور^۱، رضا ضرغامی^۲، مهرداد چایچی^۳، محسن پوراحمدی^۱

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین-پیشوا، ورامین- ایران.

۲- استادیار موسسه بیوتکنولوژی، کرج، ایران

۳- مربی، موسسه تحقیقات و اصلاح بذر، همدان - ایران.

نویسنده مسوول مکاتبات: andiya_p@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۶/۲۶

چکیده

یکی از مشکلات عمده در تکثیر غده چه‌های سیب زمینی، جوانه‌زنی کم آن‌ها به‌خاطر دوره خواب است که منجر به فاسد شدن غده‌های کاشته شده و پایین آمدن درصد سبز شدن و بنیه غده‌های بذری می‌شود. جهت برطرف نمودن دوره خواب، تحقیقی در موسسه تحقیقات کشاورزی استان همدان در سال ۹۲-۱۳۹۱ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کامل تصادفی با دو عامل وزنی در سه سطح (یک تا سه گرم، سه تا پنج گرم، پنج تا ۱۰) و تیمارهای شیمیایی در هفت سطح (عدم تیمار، تیمار با اسید جیبرلیک ۱۵۰ ppm به‌مدت یک ساعت، تیمار با اسید جیبرلیک ۳۰۰ ppm به‌مدت یک ساعت، تیمار با تیواوره یک درصد به‌مدت یک ساعت، تیمار با تیواوره نیم درصد به‌مدت یک ساعت، تیمار با دی‌سولفید کربن با غلظت ۴۵ میلی‌لیتر بر مترمکعب به‌مدت ۲۴ ساعت، تیمار با دی‌سولفید کربن با غلظت ۴۵ میلی‌لیتر بر مترمکعب به‌مدت ۴۸ ساعت) در سه تکرار اجرا گردید. رقم مورد آزمایش رقم سانته بود و پس از شکست خواب مینی تیوبرها، صفات تعداد روز تا جوانه‌زنی، تعداد جوانه در هر غده و قطر جوانه غده‌ها یادداشت گردید و سپس مینی تیوبرها در گلدان کشت شدند. پس از برداشت غده‌ها، صفات تعداد غده در هر بوته، وزن هر غده و وزن کل غده‌ها اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که کم‌ترین طول جوانه در غده‌های با اندازه سه-یک گرم مشاهده گردید بیش‌ترین قطر ساقه در غده‌های با اندازه ۱۰-۵ گرم دیده شد و همچنین بین تیمارهای مختلف شکستن خواب بذر در تیمار دی‌سولفید کربن به‌مقدار ۴۵ میلی‌لیتر در مدت ۴۸ ساعت باعث افزایش طول جوانه در هر غده و بالا بردن وزن غده‌های برداشت شده می‌شود و غده‌هایی که تحت تأثیر تیمار دی‌سولفید کربن به‌مقدار ۴۵ میلی‌لیتر به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داشتند بیش‌ترین وزن هر غده و بیش‌ترین اندازه هر غده را دارا بودند. همچنین جیبرلیک اسید در غلظت ۳۰۰ ppm بیش‌ترین تعداد غده را شامل شد.

واژگان کلیدی: سیب زمینی، مینی تیوبر، تیواوره، اسید جیبرلیک، کربن دی‌سولفید، شکستن خواب

غده‌های سیب زمینی.

مقدمه

سیب زمینی (*Solanum tuberosum* L.) از نظر اهمیت غذایی بعد از گندم، برنج و ذرت مقام چهارم را در جهان به خود اختصاص داده است و در ایران محصولی مهم و استراتژیک به‌شمار می‌آید که از نظر تولید دومین و از لحاظ اهمیت غذایی سومین رتبه را بین سایر محصولات غذایی تولیدی در اختیار دارد (Hassanpanah *et al.*, 2008).

سیب زمینی دارای دو نوع ساقه است: نوع اول ساقه‌های هوایی و نوع دوم ساقه‌های زیرزمینی هستند. ساقه‌های زیرزمینی از محل طوقه و یا از قسمت‌های مختلف ساقه‌های هوایی که در زیرزمین قرار دارند، خارج می‌شوند، دارای انشعابات فراوانی هستند که از جوانه‌های زیرزمینی به وجود می‌آیند. در ابتدا تعداد این انشعابات کم بوده، ولی به تدریج بر تعداد آن‌ها افزوده می‌گردد (Nonnecke, 1989). روی غده، جوانه‌ها به وجود می‌آیند که اصطلاحاً به آن‌ها «چشم» گفته می‌شود. در واقع هر چشم از سه جوانه تشکیل گردیده که از برگ‌های فلس مانندی (Scalelike leaves) پوشیده شده‌است که به آن‌ها ابرو (Eyebrows) می‌گویند.

عملکرد سیب زمینی آبی در کشور ۵۴۴۲۹/۵ کیلوگرم و سیب زمینی دیم ۱۱۵۹/۳ کیلوگرم در هکتار بوده‌است (بی‌نام، ۱۳۹۱-۱۳۹۰). مینی‌تیوبرها را معمولاً به‌عنوان غده‌های تولید شده از گیاهچه‌های نسل اول *In Vitro* تعریف می‌کنند. مینی‌تیوبر در تولید بذر سیب زمینی، مرحله حد فاصل میان ازدیاد در آزمایشگاه و تکثیر در مزرعه محسوب می‌شود. مینی‌تیوبر کوچک‌تر از غده‌های بذری معمولی ولی بزرگ‌تر از غده‌های *In Vitro* (میکروتیوبرها) می‌باشند. معمولاً اندازه مینی‌تیوبرها ۲۵-۵ میلی‌متر و وزن آن‌ها ۱۰-۰/۱ گرم است که البته مینی‌تیوبرهای بزرگ‌تر نیز گزارش شده‌اند (Struik, 2007). یکی از مشکلات عمده در تکثیر غده‌های سیب زمینی، جوانه‌زنی کم آن‌ها به‌خاطر دوره خواب است که منجر به فاسد شدن غده‌های کاشته شده و پایین آمدن درصد سبز شدن و بنیه غده‌های بذری می‌شود (Vreugdenhil, 2007). بعد از برداشت در غده‌های معمولی با توجه به رقم، اندازه

غده، شرایط محیطی قبل از برداشت و شرایط انبار حدود ۱ تا ۱۵ هفته دوره خواب دیده می‌شود (Lommen, 1993). غده‌های ریز به‌خاطر داشتن نسبت سطح به حجم بالا و در نتیجه میزان اسید آبسازیک بیش‌تر به‌مراتب دارای خواب طولانی‌تری هستند (Leclerc *et al.*, 1995) و به شرایط بد در دوره انبارداری بسیار حساس هستند روند سن فیزیولوژیکی را می‌توان توسط شرایط بد دوره انبارداری بسیار حساس هستند (Struik and Wiersema, 1999). اما زمانی که فاصله بین برداشت و کاشت بسیار کم است این روش‌ها کاربرد ندارند. شکستن خواب غده‌چه‌ها با استفاده از مواد از مواد شیمیایی یک راه حل برای دستیابی به سبز شدن سریع و یکنواخت غده‌چه‌ها و همچنین تعداد زیاد ساقه در بوته است. در زمان رشد غده، کاربرد اسید جیبرلیک بر روی بوته مادری، موجب کوتاه شدن دوره خواب می‌شود (Salimi *et al.*, 2010). اما تأثیر این روش به مرحله رشدی بوته مادری و نمو غده در زمان کاربرد اسید جیبرلیک وابسته است (Alexopoulos *et al.*, 2008). قراردادن غده‌ها در معرض بخار راینیدیت (مخلوطی از هفت قسمت اتیلن کلروهیدرین، سه قسمت اتیلن دی‌کلرید، یک قسمت کربن تتراکلرید) موجب تحریک غده‌ها به جوانه‌دهی می‌شود (Kim *et al.*, 1999). تیواوره یک بازدارنده کاتالاز است که باعث جوانه‌زنی غده‌های سیب زمینی و التیام زخم غده‌ها می‌شود. محلول تیواوره در یک غلظت مناسب نه تنها باعث جوانه‌زنی سریع می‌شود، بلکه باعث تولید بیش از یک جوانه در هر چشم سیب زمینی می‌گردد. بدین شکل که تیواوره به اثر بازدارندگی جوانه اصلی بر روی جوانه‌های فرعی در هر چشم غلبه نموده و تا حدی ظرفیت جوانه‌های انتهایی برای ممانعت از نمو جوانه‌های پایینی در غده بذری را خنثی می‌کند. گزارش شده است که با استفاده از تیمار تیواوره می‌توان خواب غده‌ها را رفع نمود (Ju *et al.*, 2001). همچنین اشاره شده است که تیمارکردن غده‌های بریده یا تازه برداشت شده با محلول یک تا دو درصد تیواوره به مدت یک تا دو ساعت (Emilson, 1999) و سه درصد به مدت یک

ساعت، تیمار با اسید جیبرلیک ۳۰۰ ppm به مدت یک ساعت، تیمار با تیواوره. یک درصد به مدت ساعت، تیمار با تیواوره نیم درصد به مدت یک ساعت، تیمار با دی‌سولفید کربن با غلظت ۴۵ میلی‌لیتر بر مترمکعب به مدت ۲۴ ساعت و تیمار با دی‌سولفید کربن با غلظت ۴۵ میلی‌لیتر بر مترمکعب به مدت ۴۸ ساعت، در سه تکرار اجرا گردید. تعداد ۶۳۰ مینی‌تیوبر از رقم سانه بلافاصله پس از برداشت و دسته‌بندی به سه تیمار وزنی، به منظور حذف خاک‌های رویی با آب مقطر شسته شدند و سپس هر ۳۰ مینی‌تیوبر به صورت تصادفی انتخاب و در تیمارهای مختلف شیمیایی در شرایط آزمایشگاهی قرار داده شدند.

پس از اعمال تیمار، مینی‌تیوبرها خشک شده و بر اساس طرح آزمایشگاهی، هر ۱۰ مینی‌تیوبر در یک تکرار قرار گرفته و تا زمان شکست خواب مینی‌تیوبرها، در انباری با رطوبت نسبی ۷۰ درصد، تاریکی مطلق و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. تیمار شاهد بدون کاربرد مواد شیمیایی، پس از برداشت و شستشو با آب مقطر، در شرایط انبارداری استاندارد قرار گرفت. خروج سه میلی‌متر نیش از مینی‌تیوبرها، معیار مناسبی برای رفع دوره خواب منظور گردید. بررسی‌ها در طول شکست خواب در آزمایشگاه به‌طور روزانه انجام شد و در پایان صفات مربوط به تعداد روز تا نیش زنی، تعداد مینی‌تیوبر نیش زده، تعداد نیش در هر مینی‌تیوبر و طول بلندترین نیش و قطورترین نیش یادداشت شد. پس از شکست خواب مینی‌تیوبرها، از هر تیمار که شامل ۱۰ مینی‌تیوبر بود، پنج مینی‌تیوبر به محلول قارچ‌کش آغشته شده و به گلخانه منتقل و در عمق پنج سانتی‌متر در گلدان‌هایی حاوی خاک پیت و ماس و پرلیت به حجم چهار به یک بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار کشت شد. آبیاری هر ۱۰ روز یک‌بار انجام گردید و پس از جوانه‌زنی و رشد بوته‌ها، در ابتدای استولن‌زایی محلول آهن داده شده و خاک‌دهی پای بوته‌ها صورت گرفت.

در پایان دوره رشد، صفاتی از قبیل وزن کل غده‌های برداشت شده، میانگین وزن هر غده و تعداد

ساعت (Rezaie and Soltani, 1997) باعث شکست خواب می‌شود. تحقیقات روی تغییرات مورفولوژیکی در نیش‌های غده نشان داده است که ظهور دو تا سه میلی‌متر نیش اولیه معیار قابل اطمینانی برای تشخیص پایان دوره خواب می‌باشد (Ittersum and Struik, 1992). حسن‌پناه و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی اثر تیمار اسید جیبرلیک با غلظت ۱۵۰۰ قسمت در میلیون و تیواوره ۵ درصد برای شکست خواب مینی‌تیوبرهای رقم آگریا نتیجه گرفتند که این تیمار باعث کاهش دوره خواب گردیده و نیز پس از کاشت بذور در گلخانه عملکرد غده و وزن غده در بوته کاهش یافت (Bajji et al., 2007). جو و همکاران (Ju et al., 2001) با مطالعه مواد شیمیایی مختلف در شکستن خواب مینی‌تیوبرها متوجه شدند که اثر تیواوره از سایر تیمارها (ایندول استیک اسید و اسید جیبرلیک) بهتر بوده و با غوطه‌ور کردن مینی‌تیوبرها در محلول تیواوره با غلظت یک درصد به مدت یک ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، سریع‌ترین جوانه‌زنی رخ داده و جوانه‌های قوی تولید شدند. آنها نیز گزارش کردند که مصرف هورمون اسید جیبرلیک با غلظت پنج قسمت در میلیون به‌تنهایی یا در ترکیب با تیواوره یک درصد در کاهش طول دوره خواب، افزایش تعداد و طول نیش‌ها در پنج رقم از غده‌های معمولی سیب زمینی در مقایسه با تیمار شاهد موثر می‌باشد. در آزمایش دیگری که برای مقایسه تاثیر برخی مواد شیمیایی بر روی دوره خواب غده معمولی سیب زمینی انجام گردید، اعلام شد که تیمار کردن غده‌ها به‌وسیله ترکیب توام اسید جیبرلیک با غلظت یک قسمت در میلیون و تیواوره با غلظت یک درصد به‌طور معنی‌داری باعث افزایش رشد بوته‌ها و کاهش دوره خواب در مقایسه با سایر تیمارها می‌گردد (Rahman et al., 2003).

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کامل تصادفی با دو عامل شامل تیمارهای وزنی در سه سطح، یک تا سه گرم، سه تا پنج گرم و پنج تا ۱۰ گرم و تیمارهای شیمیایی در هفت سطح، عدم تیمار، تیمار با اسید جیبرلیک ۱۵۰ ppm به مدت یک

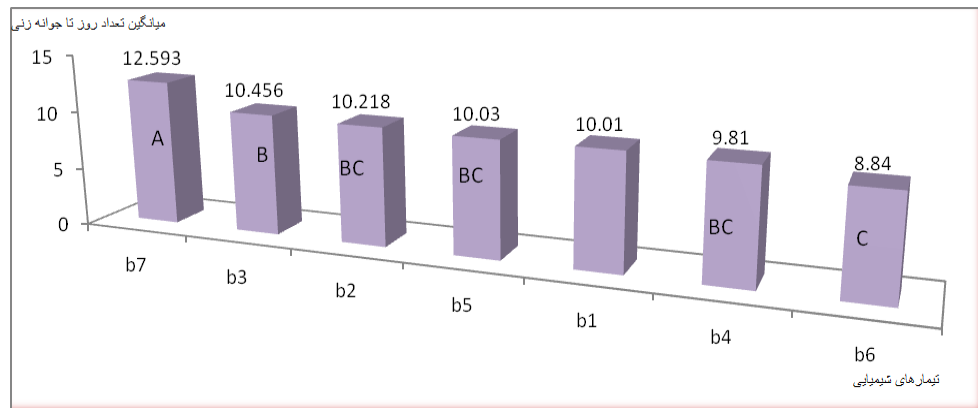
داشته است (نمودار یک) و در جدول مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح وزنی و تیمارهای شیمیایی بیش‌ترین قطر جوانه غده در غده‌های ۱۰-۵ گرم در تیمار شاهد با متوسط ۳/۵۹۱ مشاهده گردید (جدول دو).

همچنین بیش‌ترین تعداد جوانه در هر غده مربوط به غده‌های ۱۰-۵ گرم با میانگین ۱/۶۵ جوانه بود و کم‌ترین آن با متوسط ۱/۳۸۵ در غده‌های ۳-۱ گرم وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها با بهره‌گیری از آزمون دانکن در سطح پنج درصد با توجه به نتایج مشابهی که سالمی و همکاران (Salimi et al., 2010) به‌دست آورد نشان داد که غده‌های ۱۰-۵ گرم که تحت تأثیر کربن دی‌سولفید ۴۵ میلی‌لیتر به‌مدت ۲۴ ساعت قرار گرفته بودند با متوسط ۲/۰۷ بیش‌ترین تعداد جوانه در غده را دارا بودند و کم‌ترین تعداد جوانه در هر غده مربوط به غده‌های سه-یک گرم، تحت تأثیر تیو اوره پنج درصد بودند. (جدول دو).

غده برداشت شده در هر غده اندازه‌گیری شد. اعداد خام حاصل از این آزمایش را وارد برنامه Excel کرده و توسط نرم افزار SAS تجزیه واریانس شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون Duncan در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس اثرات تیمارهای شیمیایی بر صفات مورد بررسی در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که تعداد روز تا جوانه‌زنی و قطر جوانه غده، معنی‌دار گردیده و همچنین اثر تیمارهای سایز غده‌ها نشان دهنده معنی‌دار بودن قطر جوانه غده و تعداد جوانه در هر غده بوده است و فقط اثر متقابل تیمارهای شیمیایی و سایز غده‌ها بر قطر جوانه غده معنی‌دار بود (جدول یک). همچنین مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان داد که تعداد روز تا جوانه‌زنی تحت تیمارهای مختلف شیمیایی منجر به کاهش تعداد روز تا جوانه‌زنی گردید. با توجه به اینکه کربن دی‌سولفید ۴۵ml به‌مدت ۲۴ ساعت با میانگین ۸.۸۴ کم‌ترین طول دوره خواب را



نمودار ۱- میانگین تعداد روز تا جوانه‌زنی بین تیمارهای مختلف شکستن بذر

Fig 1. Average number of days to break seed germination various treatments

b1: جیببرلیک اسید با غلظت ۰.۱۵۰ ppm، b2: جیببرلیک اسید با غلظت ۰.۳۰۰ ppm، b3: تیواوره ۱درصد، b4: تیواوره ۵درصد، b5: کربن دی‌سولفید ۴۵ ml به مدت ۲۴ ساعت، b6: کربن دی‌سولفید ۴۵ml به مدت ۴۸ ساعت، b7: شاهد
b1: 150 ppm gibberellic acid in 1 h, b2: 300 ppm gibberellic acid in 1 h, b3: 1% thiourea in 1 h, b4: 0.5% thiourea in 1 h, b5: 45 ml.m⁻³ carbon disulfide in 24 h, b6: 45 ml.m⁻³ carbon disulfide in 48 h, b7: no treatment

ns, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

ns, *, and **: Non significant, significant at the 5% and 1% levels of probability

جدول ۱- خلاصه جدول تجزیه واریانس

Table 1. Summary analysis of variance

S.O.V	منابع تغییرات	(MS)	میانگین مربعات		
		df	تعداد جوانه در غده sprouts per tubers	قطر جوانه غده sprout tuber diameter	تعداد روز تا جوانه‌زنی Days to germination
A (Mini- tuber size)	سایز غده	2	0.367 *	8.1859 **	0.763 ns
B (Braeking dormancy)	شکستن خواب	6	0.202 ns	0.4876 **	11.702 **
(A*B)	اثر متقابل	12	0.134 ns	0.4025 **	1.04 ns
Error	خطا	42	0.092	0.0486	1.78
C.V	ضریب تغییرات	-	19.95	8.89	12.99

ns, *, ** و *** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد
ns, *, and **: Non significant , significant at the 5% and 1% levels of probability

B1: جیبرلیک اسید با غلظت ۱۵۰ ppm، b۲: جیبرلیک اسید با غلظت ۳۰۰ ppm، b۳: تیواوره ۱ درصد، b۴: تیواوره ۵ درصد، b۵: کربن دی سولفید ۴۵ ml به مدت ۲۴ ساعت، b۶: کربن دی سولفید ۴۵ ml به مدت ۴۸ ساعت، b۷: شاهد
b1: 150 ppm gibberellic acid in 1 h, b2: 300 ppm gibberellic acid in 1 h, b3: 1% thiourea in 1 h, b4: 0.5% thiourea in 1 h, b5: 45 ml.m⁻³ carbon disulfide in 24 h, b6: 45 ml.m⁻³ carbon disulfide in 48 h, b7: no treatment

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح وزنی و تیمارهای شیمیایی بر قطر جوانه و تعداد جوانه در هر غده و وزن غده در مینی تیوبرها

Table 2. Comparison of weight and chemical treatments interaction on seed size and number of sprouts per tuber and bulb weight of mini-tubers

تیمار	قطر جوانه غده (sprout tuber diameter)	گروه‌بندی دانکن	تعداد جوانه در هر غده (The number of sprout per tuber)	گروه‌بندی دانکن	تعداد روز تا جوانه زنی (Days to germination)	گروه دانکن
a ₁ b ₁	1.275	e	1.3	cd	10.185	a
a ₁ b ₂	1.488	de	1.4	cd	10.289	a
a ₁ b ₃	1.207	e	1.47	cdb	10.408	a
a ₁ b ₄	2.054	bcde	1.17	d	10.085	a
a ₁ b ₅	2.689	abcd	1.2	d	10.195	a
a ₁ b ₆	1.922	cde	1.73	abcd	9.6	a
a ₁ b ₇	2.271	abcde	1.43	bcd	11.47	a
a ₂ b ₁	2.28	abcde	2.00	ab	10.215	a
a ₂ b ₂	2.261	abcde	1.33	cd	10.319	a
a ₂ b ₃	2.264	abcde	1.43	bcd	1.0438	a
a ₂ b ₄	2.357	abcde	1.3	cd	10.115	a
a ₂ b ₅	2.709	abcd	1.63	abcd	10.225	a
a ₂ b ₆	2.521	abcde	1.47	bcd	9.63	a
a ₂ b ₇	2.171	bcde	1.5	abcd	11.506	a
a ₃ b ₁	3.096	abc	1.85	bc	10.035	a
a ₃ b ₂	2.996	abc	1.33	cd	10.139	a
a ₃ b ₃	3.364	ab	1.43	bcd	10.258	a
a ₃ b ₄	2.850	abc	1.53	abcd	9.935	a
a ₃ b ₅	3.078	abc	2.07	a	10.045	a
a ₃ b ₆	2.653	abcd	1.73	abcd	9.45	a
a ₃ b ₇	3.591	a	1.6	abcd	11.326	a

b۱: جیبرلیک اسید با غلظت ۱۵۰ ppm، b۲: جیبرلیک اسید با غلظت ۳۰۰ ppm، b۳: تیواوره ۱ درصد، b۴: تیواوره ۵ درصد، b۵: کربن دی سولفید ۴۵ ml به مدت ۲۴ ساعت، b۶: کربن دی سولفید ۴۵ ml به مدت ۴۸ ساعت، b۷: شاهد
b1: 150 ppm gibberellic acid in 1 h, b2: 300 ppm gibberellic acid in 1 h, b3: 1% thiourea in 1 h, b4: 0.5% thiourea in 1 h, b5: 45 ml.m⁻³ carbon disulfide in 24 h, b6: 45 ml.m⁻³ carbon disulfide in 48 h, b7: no treatment

تیمارهای مختلف شکستن خواب بذر نیز، جیبرلیک اسید در غلظت ppm ۳۰۰ بیش‌ترین تعداد غده را دارا بود. نتایج لومن (Lommen, 1993) نشان داد که بیش‌ترین تعداد و وزن غده در بوته مربوط به مینی تیوبرهای تیمار شده با اسید جیبرلیک می‌باشد. رضایی و سلطانی (۱۳۷۵) نیز نتایج مشابهی در رابطه با تاثیر اسید جیبرلیک بر تولید بیش‌تر غده در گیاه به‌دست آوردند.

نتایج نشان داد غده‌ها با سایز ۱۰-۵ گرم بیش‌ترین وزن کل را دارا بودند.

همچنین مقایسه میانگین وزن کل بین تیمارهای مختلف شکستن بذر نشان دهنده آن است که کربن دی‌سولفید ۴۵ میلی‌لیتر به‌مدت ۲۴ ساعت بیش‌ترین وزن کل را داراست

نتایج جدول تجزیه واریانس اثرات تیمارهای شیمیایی بر صفات مورد بررسی در شرایط گلخانه‌ای نشان داد که تعداد غده در هر گیاه، وزن هر غده و وزن کل غده‌ها معنی‌دار گردیده و همچنین اثر تیمارهای سایز غده‌ها نشان دهنده معنی‌دار بودن تعداد غده در هر گیاه و وزن کل بوده است و اثر متقابل تیمارهای شیمیایی و سایز غده‌ها بر هر سه صفت مورد آزمایش معنی‌دار نبود (جدول سه). غده‌هایی که تحت تأثیر تیمار دی‌سولفید کربن به مقدار ۴۵ میلی‌لیتر به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داشتند با متوسط ۱۱/۲۸۶ گرم بیش‌ترین وزن هر غده را دارا بودند. نتایج بیانگر این بود که غده‌های با سایز ۱۰-۵ گرم با تولید متوسط غده در هر گیاه به تعداد ۵/۲۱۹ غده بیش‌ترین مقدار را داشتند. در بین

جدول ۳- خلاصه جدول تجزیه واریانس
Table 3. Summary analysis of variance

S.O.V	منابع تغییرات	میانگین مربعات (MS)		وزن هر غده weight of each tuber	وزن کل Total weight
		درجه آزادی df	غده در هر گیاه tubers per plant		
(Mini- tuber size) A	سایز غده	2	2.145 *	3.475 ^{ns}	434.028 **
(Breaking dormancy) B	شکستن خواب	6	2.532 **	6.594 *	197.043 **
(A*B)	اثر متقابل	12	0.424 ^{ns}	2.827 ^{ns}	25.609 ^{ns}
Error	خطا	42	0.475	2.367	53.61
C.V	ضریب تغییرات	-	14.04	16.38	16.73

ns, * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد
ns, *, and **: Non significant, significant at the 5% and 1% levels of probability

b1: جیبرلیک اسید با غلظت ۱۵۰ ppm، b2: جیبرلیک اسید با غلظت ۳۰۰ ppm، b3: تیواوره ۱ درصد، b4: تیواوره ۵ درصد، b5: کربن دی سولفید ۴۵ml به مدت ۲۴ ساعت، b6: کربن دی سولفید ۴۵ml به مدت ۴۸ ساعت، b7: شاهد
b1: 150 ppm gibberellic acid in 1 h, b2: 300 ppm gibberellic acid in 1 h, b3: 1% thiourea in 1 h, b4: 0.5% thiourea in 1 h, b5: 45 ml.m⁻³ carbon disulfide in 24 h, b6: 45 ml.m⁻³ carbon disulfide in 48 h, b7: no treatment

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح وزنی و تیمارهای شیمیایی بر تعداد غده در هر گیاه و میانگین تعداد روز تا جوانه‌زنی در سیب زمینی

Table 4. Comparison of weight and chemical treatments interaction on the number of tubers per plant and the average number of days to sprouting in potatoes

تیمار	تعداد غده در هر گیاه (Number of tubers per plant)	گروه‌بندی دانکن	وزن هر غده (The weight of each tuber)	گروه‌بندی دانکن	وزن کل (Total weight)	گروه‌بندی دانکن
a ₁ b ₁	5.8	ab	7.767	b	41.63	abc
a ₁ b ₂	5.4	abcde	9.091	b	45.51	abc
a ₁ b ₃	4.2	efg	9.703	ab	35.43	c
a ₁ b ₄	4.00	fg	8.459	b	33.97	c
a ₁ b ₅	3.47	g	12.509	a	38.82	bc
a ₁ b ₆	4.27	defg	10.325	ab	42.72	abc
a ₁ b ₇	4.93	abcdef	9.407	ab	46.87	abc
a ₂ b ₁	5.27	abcdef	8.911	b	41.81	abc
a ₂ b ₂	5.33	abcdef	8.446	b	42.89	abc
a ₂ b ₃	4.73	abcdefg	8.127	b	36.47	bc
a ₂ b ₄	4.47	abcdefg	8.917	b	38.61	bc
a ₂ b ₅	4.4	cdefg	10.815	ab	44.9	abc
a ₂ b ₆	4.67	abcdefg	9.211	b	42.83	abc
a ₂ b ₇	5.67	abc	8.005	b	43.61	abc
a ₃ b ₁	5.00	abcdef	10.548	ab	49.25	ab
a ₃ b ₂	5.87	a	9.846	ab	54.63	a
a ₃ b ₃	5.47	abcde	8.561	b	49.15	ab
a ₃ b ₄	4.93	abcdef	9.413	b	46.01	abc
a ₃ b ₅	4.53	abcdefg	10.533	ab	46.44	abc
a ₃ b ₆	5.13	abcdef	8.452	b	43.57	abc
a ₃ b ₇	5.6	abcd	10.019	ab	53.85	a

b₁: جیبرلیک اسید با غلظت ۱۵۰ ppm، b₂: جیبرلیک اسید با غلظت ۳۰۰ ppm، b₃: تیواوره ۱ درصد، b₄: تیواوره ۵ درصد، b₅: کربن دی سولفید ۴۵ ml به مدت ۲۴ ساعت، b₆: کربن دی سولفید ۴۵ ml به مدت ۴۸ ساعت، b₇: شاهد

b₁: 150 ppm gibberellic acid in 1 h, b₂: 300 ppm gibberellic acid in 1 h, b₃: 1% thiourea in 1 h, b₄: 0.5% thiourea in 1 h, b₅: 45 ml.m⁻³ carbon disulfide in 24 h, b₆: 45 ml.m⁻³ carbon disulfide in 48 h, b₇: no treatment

نتیجه‌گیری نهایی

به‌دست آورد. تعداد ساقه بیش‌تر در غده‌های با سایز ۱۰-۵ گرم حاصل شد. غده‌هایی که تحت تأثیر تیمار دی‌سولفید کربن به مقدار ۴۵ میلی‌لیتر به‌مدت ۴۸ ساعت قرار داشتند، کم‌ترین تعداد ساقه فرعی را تولید کردند. تیواوره می‌تواند جایگزین نیاز نوری و دمایی در طی جوانه‌زنی بذر گردد و چه بسا به‌عنوان جایگزین احتمالی نیاز نوری و دمایی در فرآیندهای فیزیولوژیک شود و همچنین اسید جیبرلیک در شکستن دوره خواب در مناطق معتدل تحت کنترل فتوپریود است بنابراین این هورمون می‌تواند جایگزین خوبی برای فتوپریود به‌طور کافی باشد.

بیش‌ترین قطر ساقه در غده‌های با اندازه ۱۰-۵ گرم دیده شد و کم‌ترین طول جوانه در غده‌های با اندازه سه- یک گرم مشاهده گردید و همچنین طول جوانه در تیمار دی‌سولفید کربن به‌مقدار ۴۵ میلی‌لیتر در مدت ۴۸ ساعت باعث افزایش طول جوانه در هر غده می‌شود و غده‌هایی که تحت تأثیر تیمار دی‌سولفید کربن به‌مقدار ۴۵ میلی‌لیتر به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داشتند بیش‌ترین وزن هر غده را دارا بودند. غده‌هایی که تحت تأثیر تیمار دی‌سولفید کربن به‌مقدار ۴۵ میلی‌لیتر به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داشتند، بیش‌ترین اندازه هر غده را دارا بودند. در بین تیمارهای مختلف شکستن خواب بذر نیز، جیبرلیک اسید در غلظت ۳۰۰ ppm بیش‌ترین تعداد غده را

References

منابع

- بی‌نام، ۱۳۹۰-۱۳۹۱. آمار نامه وزارت جهاد کشاورزی، محصولات زراعی و باغی. قابل دسترس در: www.agri-jahad.ir
- مرتضوی، ا. ۱۳۷۷. سیب زمینی و یافته‌های تحقیقاتی آن در استان اصفهان، انتشارات فنی مدیریت آموزش و ترویج، سازمان جهاد کشاورزی استان اصفهان، ۱۶۳ صفحه.
- Rezaie, A., and Soltani, A. 1997. Potato Production. Jahad daneshgahi Press. 179 pp. [In Persian with English Abstract].
- Alexopoulos, A.A., Aivalakis, G., Akoumianakisa, K.A., and Passam, H.C. 2008. Effect of gibberellic acid on the duration of dormancy of potato tubers produced by plants derived from true potato seed. *Postharvest Biol Technol*, 49, 424-430
- Bajji, M., Hamdi, M.M., Gastiny, F., Rojas-Beltran, J.A., and Jardin, P. 2007. Catalase inhibition accelerates dormancy release and sprouting in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environmen*. 11(2): 121-131.
- Bejji, M., Hamdi, M.M., Gastiny, F., Rojas-Beltran, J.A., and Jardin, P. 2007. Catalase inhibition accelerates dormancy release and sprouting in potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environmen*.
- Emilson, B. 1999. Studies on the rest period and dormant period in the potato tuber. *Acta Agriculture Suecana* 3:189-284.
- Hassanpanah, D., Shahryari, R., Shamel, A., and Fathi, L. 2008. Effect of thiourea and gibberellic acid on dormancy breaking of potato minitubers (*Agria cultivar*). Abstract book of 5th Iranian Horticulture Congress, Agriculture Faculty of Shiraz University, 6-9 September 2008, p. 100. [In Persian with English Abstract].
- Ittersum, M., Van, K. 1992. Dormancy and growth vigor of seed potatoes. Ph.D.Tesis, Agricultural university of Wageningen. Netherlands. 187pp.
- Ittersum, M., Van, K. 1992. Relation between stolon and tuber characteristics and the duration of tuber dormancy in potato. *Netherlands Journal of Agricultural Science*.
- Ju, Y.L., Gu, L., Wang, B.J., Jiang, L. and Luo, Z.M. 2001. Studies on dormancy breaking in virus-free potato minituber. *Acta Agriculturae Boreali Sinica* 16(4):36-41.
- Salimi., Kh., Hosseini, M.B., Struik, P.C., Tavakkol Afshari, R. 2010. Carbon disulphide promotes sprouting of potato minitubers.
- Kim, H.S., Joen, J.H., Choi, K.H., Joung, Y.H., and Joung, H. 1999. Effect of rindite on breaking dormancy of potato micro tubers. *Am J Potato Res*, 76, 5-8.
- Leclerc, Y., Donnelly, D.J., Coleman, W.K., and King, R.R. 1995. Microtuber dormancy in three potato cultivars. *Am Potato J*, 72, 215-223.
- Nonnecke, I.L. 1989. Vegetable production. An AVI Book. Van Nostrand Reinhold, New York, U.S.A.
- Rehman, F., Lee, S.K., Khabir, A., Joung, H.V., and Yada, R.Y. 2003. Evaluation of various chemicals on dormancy breaking and subsequent effects on growth and yield in potato microtubers under greenhouse conditions. *Acta Horticultrae* 619:375-381.
- Struik, P.C., and Wiersema, S.G. 1999. *Seed potato technology*. Wageningen Press, Wageningen, The Netherlands, 383 pp. Struik, P. C. 2007 a; The canon of potato science. 25. Minitubers. *Potato Res*. 50: 305-308.
- Vreugdenhil, D. 2007. The canon of potato science. 39. Dormancy. *Potato Res*, 50, 371-373.