

بررسی نوع و زمان مصرف مواد شیمیایی بر شکستن خواب غده‌چه سیب‌زمینی

خالد سلیمی^۱، سید محمدباقر حسینی^۲ و رضا توکل افشاری^{۳*}
۱، ۲، ۳، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استاد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۱۹ - تاریخ تصویب: ۸۹/۱۰/۱)

چکیده

در این آزمایش تأثیر زمان مصرف (بلافاصله و یک هفته پس از برداشت) مواد شیمیایی (راینیدیت، دی سولفید کربن، تیواوره و اسید جیبرلیک) بر روی شکستن خواب غده‌چه‌های سیب‌زمینی رقم مارفونا مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمار راینیدیت (۰/۲ میلی‌لیتر در لیتر به مدت دو روز) و کربن دی سولفید (۲۵ میلی‌لیتر در مترمکعب به مدت چهار روز) توسط قرار دادن غده‌چه‌ها در معرض بخار این مواد در جعبه‌های بدون منفذ درب‌دار و تیمار اسید جیبرلیک (۵۰ میلی‌گرم بر لیتر به مدت دو ساعت) و تیواوره (محلول ۳ درصد به مدت دو ساعت) از طریق غوطه‌ور کردن غده‌چه‌ها در محلول آبی این مواد انجام گرفت. نتایج نشان داد که زمان کاربرد مواد شیمیایی تأثیر معنی‌داری بر روی شکستن خواب غده‌چه‌های سیب‌زمینی دارد. به طوری که راینیدیت و دی سولفید کربن در یک هفته پس از برداشت و اسید جیبرلیک و تیواوره بلافاصله پس از برداشت از تأثیر بیشتری برخوردار بودند. در هر دو زمان مصرف، به ترتیب غده‌چه‌های تیمار شده با راینیدیت و تیواوره دارای کمترین و بیشترین دوره خواب بودند. غده‌چه‌های تیمار شده به طور معنی‌داری دارای تعداد جوانه فعال، طول و وزن تر بیشتری نسبت به غده‌چه‌های تیمار نشده بودند. البته در هر تیمار، اختلاف معنی‌داری در بین دو زمان مصرف مشاهده شد. وزن در واحد طول جوانه در غده‌چه‌های تیمار شده با راینیدیت، دی سولفید کربن و تیواوره، بیشتر از غده‌چه‌های شاهد بود، اما وزن در واحد طول جوانه در غده‌چه‌های تیمار شده با اسید جیبرلیک کمتر از غده‌چه‌های تیمار نشده بود.

واژه‌های کلیدی: سیب‌زمینی، طول دوره خواب، راینیدیت، دی سولفید کربن، تیواوره، اسید جیبرلیک.

مقدمه

معایبی است از قبیل: سرعت تکثیر پایین، بازدهی کم، خطر انتقال بیماری‌ها و آفات مختلف به نسل‌های بعدی، نیاز به کنترل شدید و همچنین برای تکثیر نیاز به اراضی زیادی دارد به این صورت که در سیستم سنتی حدود ۱۵ درصد از سطح اراضی زیر کشت برای تولید بذر سیب‌زمینی مورد نیاز است، که این رقم برای گندم

سیب‌زمینی به صورت زایشی به وسیله بذرهای حقیقی و غیر زایشی به وسیله غده (ساقه‌های زیرزمینی کوتاه و ضخیم با جوانه‌های جانبی) تکثیر می‌شود. در ایران به طور سنتی برای تکثیر و تولید سیب‌زمینی از غده‌های بذری استفاده می‌شود. این روش تکثیر دارای

شکستن خواب غده‌چه‌ها با استفاده 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 (Van ittersum & Scholte, 1993). اما تأثیر این روش به مرحله رشدی بوته مادری و نمو غده در زمان کاربرد اسید جیبرلیک وابسته است (Alexopoulos et al., 2006). تحریک جوانه‌زنی در غده سیب‌زمینی، همچنین توسط کاربرد مستقیم اسید جیبرلیک بر روی غده، بعد از برداشت حاصل می‌شود (Alexopoulos et al., 2008; Salimi et al., 2010). قرار دادن غده‌ها در معرض بخار راینیدیت (مخلوطی از ۷ قسمت اتیلن کلروهیدرین، ۳ قسمت اتیلن‌دی‌کلرید، ۱ قسمت کربن‌تتراکلرید) موجب تحریک غده‌ها به جوانه‌دهی می‌شود (Kim et al., 1999). Kim et al. (1999) مشاهده کردند که بهترین زمان تیمار میکروتیوبر با راینیدیت، دو هفته پس از برداشت است. همچنین تأثیر زمان استفاده در کارایی خواب شکنی کربن دی‌سولفید توسط Meijers (1972) تجربه شده است. در نتیجه زمان کاربرد مواد شیمیایی در اثرگذاری آنها بسیار تعیین‌کننده است. بنابراین این تحقیق با هدف مقایسه اثر خواب‌شکنی ترکیبات شیمیایی و زمان‌های مختلف مصرف (یک هفته و بلافاصله پس از برداشت) انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در بهار سال ۱۳۸۷ در شرکت کشت بافت پیشتاز، واقع در شهرستان کرج انجام گرفت. غده‌چه‌های رقم مارفونا از گیاهچه‌های آزمایشگاهی تولید شد. گیاهچه‌های آزمایشگاهی در جعبه‌هایی که حاوی نسبت ۳ به ۱ پیت‌موس و پرلایت، کشت شدند. جعبه‌های کشت در گلخانه در دمای شب/روز، ۲۰/۱۴ درجه سانتیگراد و طول روز ۱۴ ساعت قرار داده شدند. ۱۲۰ روز پس از کاشت دستی، غده‌چه‌های تولیدی توسط دست برداشت شدند. پس از برداشت از بین غده‌چه‌های تولیدی، ۴۰۰ عدد غده‌چه با وزن تقریبی ۱/۵ گرم انتخاب شد. و آزمایشی با چهار تکرار (۱۰ غده‌چه در هر تکرار) که شامل تیمارهای زیر بود بر روی آنها صورت

حدود ۱ به ۳۰ می‌باشد (Struik & Wiersema, 1999). اخیراً روش‌های جدیدی برای تکثیر غده بذری استفاده می‌شود. یکی از این روش‌ها، تکثیر سریع (ریزازدیادی) است. این روش بسیار انعطاف پذیر بوده و منجر به تولید مقدار زیادی از غده‌های سیب‌زمینی عاری از بیماری‌های خاکزی می‌شود. ریز ازدیادی می‌تواند بسیاری از مشکلات را که در ارتباط با سیستم تکثیر سنتی است حل کند. میزان بالای تکثیر و مواد عاری از ویروس (شامل گیاهک، نشاء، غده‌چه و ریزغده)، حمل و نقل و انبارداری آسان و نیاز کم به فضا حین تکثیر به عنوان فواید تکثیر سریع شناخته شده‌اند (Vreugdenhil, 2007).

در کشور ما نیز استفاده از تکنیک کشت بافت برای تولید غده‌چه به عنوان بذر پایه رایج است. غده‌چه از گیاهچه‌های تولید شده در شرایط استریل پس از انتقال این گیاهچه‌ها به گلخانه تولید می‌شود. غده‌چه‌ها کوچکتر از غده‌های مزرع‌ای هستند و معمولاً بین ۵ تا ۲۵ میلی‌متر قطر و ۰/۱ تا ۱۰ گرم وزن دارند (Struik, 2007a). غده‌چه دارای قابلیت کشت در محیط‌های طبیعی برای تولید غده‌های بذری می‌باشد.

یکی از مشکلات عمده در تکثیر غده‌چه‌های سیب‌زمینی، جوانه‌زنی کم آنها به خاطر 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 به خاطر داشتن نسبت سطح به حجم بالا و در نتیجه میزان اسید آسزیک بیشتر به مراتب دارای خواب طولانی‌تری هستند (Leclerc et al., 1995) و به شرایط بد در دوره انبارداری بسیار حساس هستند (Struik & Wiersema, 1999). روند سن فیزیولوژیکی را می‌توان توسط شرایط دوره انبارداری به ویژه با تنظیم دمای انبار تسریع کرد. شوک سرمایی، شوک گرمایی و دمایی بالا موجب تسریع در شکستن خواب می‌شوند (Struik & Wiersema, 1999). اما زمانی که فاصله بین برداشت و کاشت بسیار کم است این روش‌ها کاربرد ندارند.

در این تحقیق از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار استفاده شد. با توجه به اینکه در این آزمایش عامل صفر (شاهد) وجود داشت، بنابراین عامل دیگر یعنی زمان مصرف در این سطح متغیر نبود (کرت‌های غیرواقعی یا موهوم^۱). بنابراین جدول تجزیه واریانس با کمی تغییر ارائه شد. به این ترتیب برای اثرات اصلی طبق روال معمول محاسبات انجام گرفت، اما برای اثرات متقابل که در آنها کرت غیرواقعی (سطح صفر) وجود داشت، سطح صفر از جدول دو طرفه حذف شد. با توجه به اینکه تفاوت میان تیمارهای سطح صفر، صرفاً ناشی از خطای آزمایشی است بنابراین درجه آزادی و مجموع مربعات آنها در خطای آزمایشی ادغام شد (Jain & Srivastava, 2007). با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه میانگین تیمارها انجام شد.

نتایج

طول دوره خواب: تجزیه واریانس نشان داد که در این آزمایش طول دوره خواب غده‌چه‌ها بر حسب تعداد روزهای بعد از برداشت تا جوانه‌زنی برای اثر متقابل زمان مصرف در نوع ترکیب شیمیایی در سطح ۱ درصد معنی‌دار است (جدول ۱). غده‌چه‌های تیمار شده به طور معنی‌داری دارای دوره خواب کوتاه‌تری نسبت به غده‌چه‌های تیمار نشده بودند (شکل ۱). البته کارایی همه مواد تحت تأثیر زمان کاربرد آنها قرار گرفت. به طوری که راینیدیت و دی سولفید کربن در یک هفته پس از برداشت و اسید جیبرلیک و تیواوره در بلافاصله پس از برداشت از تأثیر بیشتری برخوردار بودند. در هر دو زمان مصرف، غده‌چه‌های تیمار شده با راینیدیت دارای کمترین دوره خواب بودند، البته تیمار غده‌چه‌ها یک هفته پس از برداشت به طور معنی‌داری مؤثرتر از تیمار بلافاصله پس از برداشت بود. همچنین در هر دو زمان مصرف تیمار تیواوره دارای کمترین تأثیر بود. بین اسید جیبرلیک و دی سولفید کربن در بلافاصله پس از برداشت اختلافی مشاهده نشد اما یک هفته پس از برداشت دی سولفید کربن به طور معنی‌داری مؤثرتر از اسید جیبرلیک بود (شکل ۱).

گرفت.

عامل اول زمان تیمار: غده‌چه‌های انتخاب شده به دو دسته تقسیم شدند و یک گروه از آنها بلافاصله پس از برداشت و گروه دوم در یک هفته پس از برداشت با مواد شیمیایی تیمار شدند. عامل دوم شامل تیمارهای خواب‌شکنی که به صورت زیر بودند.

اسید جیبرلیک: غده‌چه‌ها به مدت دو ساعت در محلول ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید جیبرلیک قرار داده شدند.

تیواوره: غده‌چه‌ها به مدت دو ساعت در محلول ۳ درصد تیواوره قرار داده شدند.

کربن دی سولفید: غده‌چه‌ها در یک جعبه ۳۱/۶ لیتری در معرض بخار دی سولفید کربن به میزان ۲۵ میلی‌لیتر در مترمکعب به مدت چهار روز قرار داده شدند. به این منظور میزان ۰/۷۹ میلی‌لیتر دی سولفید کربن درون بشر به طوری که با غده‌ها تماس مستقیم نداشته باشد، در جعبه قرار داده شد.

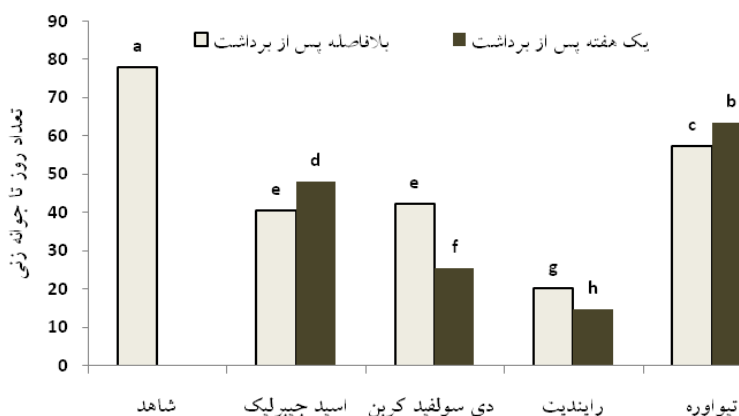
راینیدیت: غده‌چه‌ها در یک جعبه ۳۱/۶ لیتری در معرض بخار راینیدیت به میزان ۲۰۰ میلی‌لیتر در مترمکعب به مدت دو روز قرار داده شدند. به این منظور میزان ۶/۳ میلی‌لیتر محلول راینیدیت درون بشر به طوری که با غده‌ها تماس مستقیم نداشته باشد، در جعبه قرار داده شد. همچنین یک تکه دستمال کاغذی برای افزایش سطح تماس مایع با هوا و بهبود تبخیر در بشر قرار داده شد.

غده‌چه‌هایی که هیچ‌گونه تیماری روی آنها صورت نگرفته بود به عنوان شاهد آزمایش در نظر گرفته شدند. پس از اعمال تیمار غده‌چه‌ها در ژرمیناتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ درصد در محیط کاملاً تاریک قرار داده شدند و به فاصله هر دو روز یکبار تعداد غده‌چه‌های جوانه‌دار شمارش شد. غده‌هایی که دارای حداقل یک جوانه به طول ۲ میلی‌متر بودند به عنوان غده جوانه زده در نظر گرفته شد. همچنین ۸۰ درصد جوانه‌زنی به عنوان پایان یافتن دوره خواب در نظر گرفته و پس از اتمام دوره خواب تعداد، طول، وزن تر و وزن در واحد طول جوانه و غده‌چه‌های پوسیده شده شمارش شدند.

جدول ۱- تجزیه واریانس بر مبنای میانگین مربعات (MS) برای صفات اندازه گیری شده در غده‌چه‌های سیب‌زمینی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		روز تا جوانه‌زنی	تعداد جوانه	درصد پوسیدگی	طول جوانه
زمان مصرف	۱	۲۸/۹*	۰/۱۹**	۴۰/۰ ^{ns}	۰/۱ ^{ns}
تیمار شیمیایی	۴	۴۴۳۱/۰**	۲/۵۰**	۴۱/۲ ^{ns}	۱۴۴/۲**
زمان × تیمار	۳	۲۰۰/۰**	۰/۳۶**	۸/۷ ^{ns}	۱۷۵/۶**
خطا	۳۱	۵/۵	۰/۰۲	۲۰/۰	۷/۸

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.



شکل ۱- اثر متقابل زمان مصرف × نوع ترکیب شیمیایی بر تعداد روز تا جوانه‌زنی غده‌چه‌های سیب‌زمینی

* میانگین‌های با حرف مشترک طبق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

غده‌چه‌های تیمار نشده بودند (شکل ۳). در تیمار بلافاصله پس از برداشت، غده‌چه‌های که با اسید جیبرلیک تیمار شده بودند بهترین پاسخ را نشان دادند در صورتی که در این تیمار اختلاف معنی‌داری بین سایر ترکیبات مورد استفاده مشاهده نشد. در یک هفته پس از برداشت، طول جوانه در غده‌چه‌های تیمار شده با راینیدیت و دی سولفید کربن بیشتر بود و غده‌چه‌های تیمار شده با تیواوره دارای جوانه‌های کوتاهی بودند و اختلاف معنی‌داری با غده‌چه‌های شاهد نداشتند.

وزن تر جوانه: اثر متقابل زمان مصرف در نوع ترکیب شیمیایی از لحاظ وزن تر جوانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). وزن تر جوانه در غده‌چه‌های تیمار شده به طور معنی‌داری بیشتر از غده‌چه‌های تیمار نشده بود (شکل ۴). در بلافاصله پس از برداشت، وزن تر جوانه در غده‌چه‌های تیمار شده با راینیدیت بیشترین بود اما در بین مواد دیگر اختلافی مشاهده نشد. در تیمار یک هفته پس از برداشت، باز هم شبیه حالت قبل بیشترین وزن تر جوانه در غده‌چه‌های تیمار شده با راینیدیت مشاهده شد و دی سولفید کربن، تیواوره و

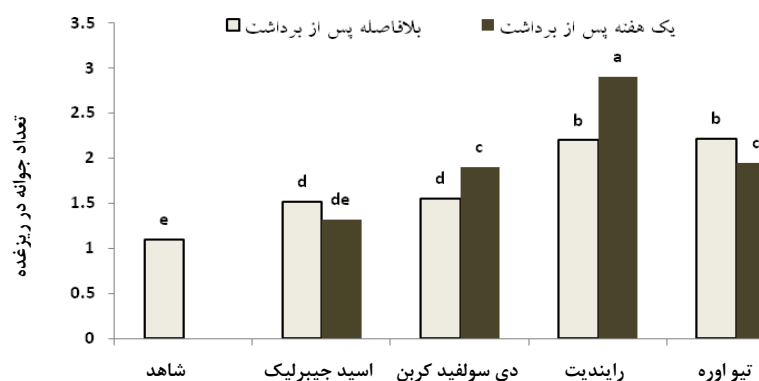
تعداد جوانه: اثر متقابل زمان مصرف × نوع ترکیب شیمیایی از لحاظ تعداد جوانه فعال در غده‌چه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). غده‌چه‌های تیمار شده به طور معنی‌داری دارای تعداد جوانه فعال بیشتری نسبت به غده‌چه‌های تیمار نشده بودند (شکل ۲). البته در تیمار مواد شیمیایی به استثنای اسید جیبرلیک، اختلاف معنی‌داری در بین دو زمان مصرف مشاهده شد به طوری که راینیدیت و دی سولفید کربن در یک هفته پس از برداشت و تیواوره در بلافاصله پس از برداشت از تأثیر بیشتری برخوردار بودند. در تیمار یک هفته پس از برداشت، اختلاف معنی‌داری در بین همه مواد شیمیایی وجود داشت به طوری که غده‌چه‌های تیمار شده با راینیدیت بیشترین و غده‌چه‌های تیمار شده با جیبرلیک اسید دارای کمترین میزان جوانه فعال بودند اما در بلافاصله پس از برداشت اختلاف کمتر مشهود بود.

طول جوانه: اثر متقابل زمان مصرف در نوع ترکیب شیمیایی از لحاظ طول جوانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). غده‌چه‌های تیمار شده، به طور معنی‌داری دارای جوانه‌های طویل‌تری در مقایسه با

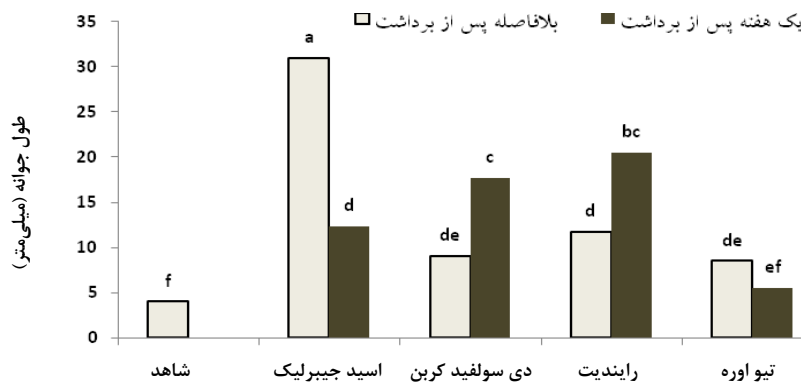
مشاهده نشد، اما رایندیت و کربن دی سولفید در یک هفته پس از برداشت از تأثیر بیشتری برخوردار بودند (شکل ۵). در غده‌چه‌های تیمار شده با رایندیت، دی‌سولفیدکربن و تیواوره وزن در واحد طول جوانه بیشتر از غده‌چه‌های شاهد بود اما وزن در واحد طول جوانه در غده‌چه‌های تیمار شده با اسید جیبرلیک پایین‌تر از غده‌چه‌های تیمار نشده بود.

اسید جیبرلیک به ترتیب در رتبه‌های بعد قرار داشتند.

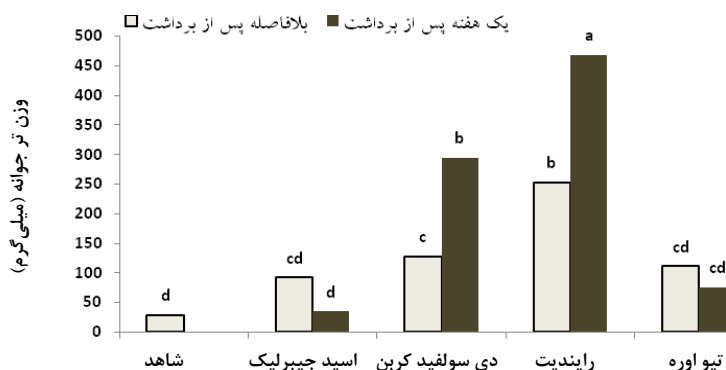
وزن در واحد طول جوانه: اثر متقابل زمان مصرف در نوع ترکیب شیمیایی از لحاظ وزن در واحد طول جوانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). در غده‌چه‌های تیمار شده با اسید جیبرلیک و تیواوره در هر دو زمان از نظر وزن تر در واحد طول جوانه اختلافی



شکل ۲- اثر متقابل زمان مصرف × نوع ترکیب شیمیایی بر روی تعداد جوانه فعال در غده‌چه‌های سیب‌زمینی



شکل ۳- اثر متقابل زمان مصرف × نوع ترکیب شیمیایی بر روی طول جوانه در غده‌چه‌های سیب‌زمینی



شکل ۴- اثر متقابل زمان مصرف × نوع ترکیب شیمیایی بر روی وزن تر جوانه در غده‌چه‌های سیب‌زمینی



شکل ۵- اثر متقابل زمان مصرف × نوع ترکیب شیمیایی بر روی وزن تر در واحد طول جوانه در غده‌های سیب‌زمینی

هفته پس از برداشت است. در این آزمایش رایندیت و تیواوره به ترتیب بیشترین و کمترین کارایی را در شکستن خوب غده‌های سیب‌زمینی دارا بودند. این نتایج با یافته‌های *Rehman et al.* (2001) مشابه بود. به هر حال برای تعیین بهترین نوع ترکیب شیمیایی، الگوی جوانه‌زنی غده‌ها (طول، تعداد و ضخامت جوانه) از عوامل تعیین‌کننده هستند.

در مقایسه با غده‌های شاهد تیمار با مواد شیمیایی باعث رفع غالبیت انتهایی و افزایش تعداد جوانه فعال در غده‌ها شد که این نتیجه با یافته‌های سایر محققین مطابقت داشت (*Alexopoulos et al.*, 2007; *Suttle*, 2008; *Meigers*, 1972; *Rehman et al.*, 2001). از عوامل تعیین‌کننده عملکرد در گیاه سیب‌زمینی، تعداد ساقه در مترمربع است که توسط تراکم کاشت و نسبت تعداد جوانه‌هایی که به ساقه تبدیل می‌شوند، تعیین می‌شود (*Vreugdenhil*, 2007). بنابراین، تنظیم تعداد ساقه در مترمربع توسط تیمار غده‌ها و تراکم کاشت از اهمیت زیادی برخوردار است که باید قبل یا در زمان کاشت به آن توجه شود. با توجه به قیمت زیاد غده‌های سیب‌زمینی، افزایش تراکم ساقه توسط افزایش تراکم کاشت مقرون به صرفه نمی‌باشد. بنابراین افزایش تعداد جوانه در غده توسط تیمارهای شیمیایی به خصوص زمانی که غده‌ها با مدت کمی پس از برداشت کشت می‌شوند و ممکن است به علت عدم تکمیل دوره خواب تعداد جوانه در غده‌ها پایین

بحث

همان‌طور که در این آزمایش مشخص شد کارایی مواد شیمیایی بر روی شکستن خواب و جوانه‌زنی غده‌های سیب‌زمینی به شدت تحت تأثیر زمان کاربرد آنها قرار می‌گیرد. در زمان برداشت، احتمال زخمی شدن پوسته غده‌ها بسیار زیاد است، همچنین زخم ناشی از جدا شدن غده از استولون هنوز ترمیم نشده است. در ضمن، بلافاصله پس از برداشت غده‌ها دارای پوسته نازکی هستند که همه این موارد موجب تسهیل ورود اسید جیبرلیک و تیواوره به داخل غده شده (*Alexopoulos et al.*, 2008) و اثرگذاری آنها را افزایش می‌دهد. ممانعت از داخل شدن محلول به بافت‌های درونی غده‌های سالم، به خاطر وجود سلول‌های چوب پنبه‌ای پریدرم است (*Alexopoulos et al.*, 2008). بنابراین وقتی که پوسته غده‌ها زخمی می‌شود، جذب محلول توسط بافت‌های آوندی به راحتی صورت می‌گیرد. در مقابل، زخم‌هایی که در پوسته غده‌ها در حین برداشت ایجاد شده است موجب حساسیت آنها به کاربرد رایندیت و دی‌سولفیدکربن شده و تیمار غده‌ها در این زمان موجب صدمه زدن به غده‌ها به صورت نکروزه شدن موضعی پوسته و به تأخیر انداختن جوانه‌زنی آنها می‌شود. *Kim et al.* (1999) در آزمایشی که بر روی غده‌های آزمایشگاهی (میکروتیوبر) سیب‌زمینی انجام دادند، گزارش کردند که بهترین زمان مصرف رایندیت برای شکستن خواب دو

(1994) اظهار داشت که وقتی غده‌چه‌های با جوانه‌های بلند کاشته می‌شوند زمان لازم برای سبز شدن کاهش پیدا می‌کند و اختلاف بین اندازه‌های مختلف غده‌چه در سبز شدن کاهش پیدا می‌کند. او همچنین نشان داد که در کشت عمیق شانس سبز شدن غده‌چه‌های با جوانه‌های بلند بیشتر است.

در اکثر مطالعات پیشین برای نشان دادن قدرت رشدی جوانه از معیار طول جوانه یا وزن جوانه استفاده شده است. این معیارها زمانی که ارقام مختلف، سن مختلف غده یا تأثیر عواملی مانند دما بررسی می‌شود، می‌تواند کاربردی باشند. با توجه به اینکه تیمارهای خواب شکنی به خصوص زمانی که از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی استفاده می‌شود، باعث تغییر در الگوی رشد جوانه می‌شود. این صفات نمی‌توانند معیارهای کاربردی برای نشان دادن وضعیت جوانه فعال باشند. برای دستیابی به نتایج بهتر در این تحقیق محاسبه میزان وزن تر در واحد طول جوانه به عنوان یک معیار مناسب برای نشان دادن الگوی رشد جوانه و تعیین میزان سرمایه‌گذاری غده در افزایش طول یا قطر جوانه مورد استفاده قرار گرفت. جیبرلین موجب افزایش بیشتر در طول جوانه نسبت به قطر جوانه می‌شود (شکل ۳). بنابراین، در این مواقع طول جوانه نمی‌تواند به عنوان معیاری از قدرت جوانه به کار رود. یعنی ممکن است که جوانه از لحاظ رشد طولی مشکلی نداشته باشد اما از قدرت کافی برای شکافتن سطح خاک و سبز شدن، برخوردار نباشد. برعکس حالت قبل غده‌چه‌های تیمار شده با راینیدیت دارای ضخامت زیادی هستند که موجب تخلیه کردن منابع غده مادری شده و ممکن است در کاشت عمیق با مشکل روبرو شوند. در مقابل جوانه‌های تحریک شده توسط دی سولفید کربن و تیوره با وجود طول بیشتر از جوانه‌های که به حالت طبیعی تحریک شده بودند، از ضخامت بیشتری نیز نسبت به غده‌چه‌های شاهد برخوردار بودند.

نتیجه‌گیری

هرچند که راینیدیت قویترین ماده در شکستن خواب غده‌چه‌های سیب‌زمینی است، اما با توجه به اثر منفی آن بر روی الگوی جوانه‌زنی و همچنین سمیت و خاصیت سرطان‌زایی ترکیبات آن، استفاده از آن پیشنهاد نمی‌شود. با توجه به اینکه تیمار با کربن دی

باشد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. البته اگر تعداد جوانه در غده‌چه از حدی بالاتر رود به علت افزایش رقابت بین جوانه‌ها اثر منفی بر روی قدرت غده بذری می‌گذارد (Struik & Wiersema, 1999). تیمار غده‌چه‌ها با راینیدیت موجب می‌شود که در اکثر چشمه‌ها (بعضی اوقات در همه چشمه‌ها) جوانه تولید شود. در چنین حالتی غده مادری به خاطر کوچک بودن و کمبود مواد ذخیره‌ای قادر به حمایت تمامی جوانه‌ها نیست و رقابت شدیدی در بین جوانه‌ها برای جذب مواد غذایی از غده مادری به وجود می‌آید. همچنین تعداد زیاد جوانه موجب افزایش تنفس و تبخیر (Alexopoulos et al., 2007)، غده‌چه شده و موجب تخلیه مواد غذایی غده مادری قبل از کاشت می‌شود. به علاوه بعضی از این جوانه‌ها (جوانه‌های سوزنی و نوک نکروزه شده) قادر به تولید ساقه بارور نبوده و تنها مواد را از دسترس جوانه‌های دیگر خارج می‌کنند. در نتیجه کشت غده‌چه با جوانه‌های زیاد موجب کاهش رشد در تک ساقه‌ها شده و باعث کاهش عملکرد می‌گردد (Struik & Lommen, 1999). لازم به ذکر است که در غده‌های ریز ریشه‌زنی بسیار ضعیف است و ساقه‌های تولیدی به میزان زیادی به منابع غده مادری وابسته هستند (Struik & Wiersema, 1999).

در مقایسه با غده‌چه‌های شاهد تیمار با مواد شیمیایی موجب افزایش طول جوانه در غده‌چه‌ها شد. جیبرلین موجب تحریک تقسیم سلولی و افزایش طول آن می‌شود که به صورت افزایش تعداد سلول و طول آن پس از کاربرد جیبرلین دیده می‌شود (Taiz & Zeiger, 2002). جوانه‌های القا شده توسط جیبرلیک اسید طویل و نازک بوده و حساسیت زیادی به پس‌آبیدگی و صدمات ناشی از ماشین‌های کاشت دارند. بنابراین در صورت تیمار غده‌چه‌ها با جیبرلیک اسید لازم است که غده‌چه‌ها با فاصله کمی پس از جوانه‌زنی، کشت شوند. نتایج مشابهی توسط Suttle (2008) گزارش شده است. مکانیسم سایر مواد به طور دقیق معلوم نشده است اما گمان می‌رود این مواد با فعال کردن بعضی از آنزیم‌ها به خصوص آمیلاز موجب تسریع در رشد جوانه‌ها می‌شوند (Alexopoulos et al., 2007). طول جوانه نقش بسزایی در سرعت سبز شدن ریزغده می‌گذارد. Lommen

سیاسگزاری

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران برای تأمین اعتبار مالی این طرح و نیز از آقای مهندس جواد گوهری، مدیر عامل شرکت کشت بافت پیشتاز، به خاطر توجه ایشان به امر تحقیقات و تقبل بخشی از هزینه اجرای طرح و فراهم نمودن امکانات آزمایشگاهی صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

سولفید در یک هفته پس از برداشت به صورت مؤثری دوره خواب را کاهش می‌دهد و جوانه‌های کوتاه، ضخیم، با قدرت بالا و غیرشکننده تولید می‌شوند. استفاده از این ماده برای شکستن خواب غده‌چه‌های سیب‌زمینی قابل توجه است. علاوه بر این میزان استفاده کربن دی سولفید در واحد حجم بسیار پایین می‌باشد و استفاده تجاری از این ماده احتمالاً مقرون به صرفه است.

REFERENCES

1. Alexopoulos, A. A., Akoumianakis, K. A. & Passam, H. C. (2006). Effect of plant growth regulators on the tuberisation and physiological age of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers grown from true potato seed. *Canadian Journal of Plant Science*, 86, 1217–1225.
2. Alexopoulos, A. A., Akoumianakis, K. A., Vemmos, S. N. & Passam, H. C. (2007). The effect of postharvest application of gibberellic acid and benzyl adenine on the duration of dormancy of potatoes produced by plants grown from TPS. *Postharvest Biol Technol*, 46, 54–62.
3. Alexopoulos, A. A., Aivalakis, G., Akoumianakis, K. A. & 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.
4. Jain, R. C. & Srivastava, R. (2007). *Factorial experiments – some variations*. I.A.S.A.I. Library Avenue, New Delhi- 110012. pp: 389- 392
5. Kim, H. S., Joen, J. H., Choi, K. H., Joung, Y. H. & Joung, H. (1999). Effect of rindite on breaking dormancy of potato microtubers. *Am J Potato Res*, 76, 5-8.
6. Leclerc, Y., Donnelly, D. J., Coleman, W. K. & King, R. R. (1995). Microtuber dormancy in three potato cultivars. *Am Potato J*, 72, 215–223.
7. Lommen, W. J. M. (1993). Post-harvest characteristics of potato minitubers with different fresh weights and from different harvests. I. Dry-matter concentration and dormancy. *Potato Res*, 36, 265–272.
8. Lommen, W. J. M. (1994). Effects of weight of potato minitubers on sprout growth, emergence and plant characteristics at emergence. *Potato Res*, 37, 315–322.
9. Meijers, C. P. (1972). Effect of carbon-disulphide on the dormancy and sprouting of seed-potatoes. *Potato Res*, 15, 160–165.
10. Rehman, F., Lee, S. K., Kim, H. S., Jeon, J. H., Park, J. & Joung, H. (2001). Dormancy breaking and effects on tuber yield of potato subjected to various chemicals and growth regulators under greenhouse conditions. *J. Biol. Sci*, 1, 818–820.
11. Rossouw, J. A. (2008). *Effect of cytokinin and gibberellin on potato tuber dormancy*. M. Sc. thesis, Pretoria University.
12. Salimi, Kh., Hosseini, M. B., Tavakkol Afshari, R. & Gouhari, J. (2010). Evaluation of the response of potato minitubers of various size and cultivars to the dormancy breaking methods. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 41, 163-169. (In Farsi).
13. Struik, P. C. (2007a). The canon of potato science. 25. Minitubers. *Potato Res*. 50, 305–308.
14. Struik, P. C. (2007b). The canon of potato science. 40. Physiological age of seed tuber. *Potato Res*, 50, 375–377.
15. Struik, P. C. & Lommen, W. J. M. (1999). Improving the field performance of micro-and minitubers. *Potato Res*, 42, 559–568.
16. Struik, P. C. & Wiersema, S. G. (1999). *Seed potato technology*. Wageningen Press, Wageningen, The Netherlands, 383 pp.
17. Struik, P. C., van der Putten, P. E. L., Caldiz D. O. & Scholte, K. (2006). Response of stored potato seed tubers from contrasting cultivars to accumulated day-degrees. *Crop Sci*, 46, 1158-1168
18. Suttle, J. C. (2008). Effects of synthetic phenylurea and nitroguanidine cytokinins on dormancy break and sprout growth in Russet Burbank minitubers. *Am Potato J*, 85, 121–128.
19. Taiz, L. & Zeiger, E. (2002). *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
20. Van ittersum, M. K. & Scholte, K. (1993). Shortening dormancy of seed potatoes by haulm application of gibberellic acid and storage temperature regimes. *American Journal of Potato Research*, 70, 7–19.
21. Vreugdenhil, D. (2007). The canon of potato science. 39. Dormancy. *Potato Res*, 50, 371–373.