Archive of SID

نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۵، شماره ۴، صفحه ۵۶۴-۵۵۱ (۱۳۹۸)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2019.124370.2445
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0905.1398.35.551.96.4.1576.41

بهینه‌سازی بستر کشت برای استقرار گیاهچه زیره سیاه (*Bunium persicum* (Boiss.) B. Fedttsch.)

مبارکه طالع‌زاده[۱]، احمد نظامی[۲*]، مهدی پارسا[۳]، جعفر نباتی[۴] و رضا توکل افشاری[۵]

۱- دانشجوی دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران
۲*- نویسنده مسئول، استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران، پست الکترونیک: nezami@um.ac.ir
۳- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران
۴- استادیار، پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران
۵- استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۷ تاریخ اصلاح نهایی: فروردین ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۸

چکیده

اهلی‌سازی، کاشت و تولید زراعی زیره سیاه (*Bunium persicum* (Boiss.) B. Fedttsch.) برای جلوگیری از کاهش ذخایر ژنتیکی آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در همین راستا آزمایشی با هدف شناسایی بستر و برنامه غذایی مناسب برای استقرار گیاهچه یک‌ساله زیره سیاه به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در شرایط گلخانه‌ای با سه تکرار اجرا شد. عوامل آزمایش شامل سه بستر کوکوپیت، ماسه و خاک زراعی و پنج غلظت محلول هوگلند (صفر (بدون محلول غذایی)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) بود. نتایج نشان داد که بیشترین درصد سبز (۳۷/۶۷) در بستر کوکوپیت و بدون محلول غذایی حاصل شد. بیشترین شاخص بنیه گیاهچه (۷۷۳) و سطح سبز (۲/۱۴ سانتی‌مترمربع در بوته) در بستر کوکوپیت و تغذیه با هوگلند ۷۵٪ و کمترین شاخص بنیه گیاهچه (۲۰۵) در بستر خاک و تغذیه با هوگلند ۷۵٪ مشاهده شد. بالاترین درصد غده‌دهی (۱۰۰) در بستر ماسه و تغذیه با محلول هوگلند ۵۰٪ بدست آمد. بزرگترین غده‌ها از نظر وزن (۷۶/۰ میلی‌گرم) و حجم (۷۹/۲ میلی‌مترمکعب) در تیمار بستر ماسه و تغذیه با محلول غذایی هوگلند ۷۵٪ بدست آمد که با تیمار بستر ماسه و تغذیه با محلول هوگلند ۵۰٪ تفاوت معنی‌داری نداشت. به‌طور کلی انتخاب بستر با تخلخل و ظرفیت نگهداری آب مناسب و تغذیه با محلول هوگلند حداقل ۵۰٪ در رسیدن به درصد سبز و استقرار بالای گیاهچه زیره سیاه و تولید غده با اندازه مناسب می‌تواند مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: زیره سیاه (*Bunium persicum* (Boiss.) B. Fedttsch.)، شاخص بنیه گیاهچه، غده، محلول غذایی، هوگلند.

مقدمه

زیره سیاه (*Bunium persicum*) از گیاهان دارویی چندساله بومی مناطق کوهستانی شرق ایران، به‌ویژه خراسان و کرمان است. بذرهای این گیاه غنی از اسانس‌هایی است که برای درمان زخم معده، گرفتگی عضلات، کاهش کلسترول و قند خون، رفع نفخ شکم، بی‌اشتهایی و سایر موارد مصرف دارد و به‌طور گسترده به‌عنوان چاشنی و ادویه نیز استفاده می‌شود (Ghasemi *et al*., 2012). در حال

www.SID.ir

Archive of SID

حاضر تنها منبع تولید زیره سیاه، رویشگاه‌های طبیعی است که به‌دلیل بروز خشکسالی‌های اخیر و برداشت غیراصولی و بی‌رویه، آن را در معرض انقراض قرار داده است (Saeidnejad *et al*., 2013). استقرار گیاه کامل و تولید بذر در زیره سیاه بین سه تا چهار سال زراعی طول می‌کشد. رشد گیاه در سال اول محدود به برگ‌های لپه‌ای و ریشه‌ای است که تنها موجب تشکیل غده‌ای کوچک (حداکثر چهار میلی‌متر) در زیر خاک می‌شود. این غده در تابستان به‌دلیل خشکی و گرما به خواب می‌رود (Mardani *et al*., 2015) که در کنار خواب بذر زیره سیاه، مشکل عمده‌ای است که سبب شده کشاورزان تمایلی به کشت و زرع این گیاه ارزشمند نشان ندهند. تحقیقات در زمینه کشت و اهلی‌سازی زیره سیاه به‌تازگی آغاز شده که می‌تواند جایگزین پایداری برای جمع‌آوری و برداشت از رویشگاه‌های طبیعی باشد. گزارش‌های موفقی از شکستن خواب بذرهای زیره سیاه با اعمال ترکیبی از تیمارهای سرمایی و هورمون‌ها وجود دارد. پیش‌تیمار بذرهای زیره سیاه با تیدیازورن (TDZ) و جیبرلیک اسید (GA) به همراه سرمادهی مرطوب به‌طور مؤثر سبب شکست خواب بذرها شده است (Emamipoor & Maziah, 2014). در ادامه پژوهش‌ها با توجه به اندازه کوچک بذر، شناسایی شرایط مناسب برای سبز شدن و استقرار مطلوب گیاهچه به‌عنوان زمینه تحقیقاتی ضروری برای زراعی کردن زیره سیاه موردتوجه است.

بستر کاشت مناسب با تأمین نیازهای گیاه شامل آب و مواد غذایی لازم و همچنین فراهمی اکسیژن در محیط ریشه و تبادل گازها بین ریشه و اتمسفر بر کمّیت و کیفیت تولیدات گیاهی مؤثر است (Wilson, 2001). در بررسی اثر بستر رشد بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه پاپایا (*Carica papaya*) حداکثر درصد و سرعت جوانه‌زنی در مقادیر مساوی ورمی‌کمپوست، ماسه و خاک با دو سانتی‌متر کوکوپیت در سطح آن حاصل شد (Bhardwaj, 2013). مخلوط ماسه و کوکوپیت برای رسیدن به بالاترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در لیمو (*Citrus aurantifolia*) نیز توصیه شده است (Prajapati *et al*., 2017). همچنین حداکثر ریشه‌زایی و درصد بقای میخک (*Dianthus caryophyllus*) در بستر ورمی‌کولایت و پس از آن در بستر کوکوپیت گزارش شده است (Bora *et al*., 2006).

رشد کشت بدون خاک به‌عنوان روشی مؤثر برای کشت‌های کنترل‌شده مطرح است. در این روش مواد معدنی مورد نیاز گیاه در غلظت مناسب از طریق آب آبیاری و به‌عنوان محلول غذایی در اختیار ریشه قرار می‌گیرد. در واقع سیستم ریشه گیاه در یک محیط متخلخل رشد کرده و آبیاری با محلول غذایی به‌طور متناوب انجام می‌شود. بیش از یک دهه از کاربرد محلول غذایی (کودهای جامد یا مایع) برای بهینه‌سازی تغذیه گیاهان زراعی، نه‌تنها در روش‌های کشت بدون خاک بلکه در محصولات کشت‌شده در محیط خاک، در شرایط گلخانه‌ای می‌گذرد. عدم محدودیت و یکنواختی محیط رشد ریشه مواردی هستند که محصولات کشت شده به روش بدون خاک را متمایز می‌کند (Savvas *et al*., 2013). غلظت محلول غذایی یکی از مهمترین خصوصیات مؤثر بر جذب مواد مغذی، گیاه، بهره‌وری و کیفیت محصول در کشت بدون خاک محسوب می‌شود (Chang *et al*., 2008). پاسخ به غلظت محلول غذایی به‌طور گسترده‌ای در میان گیاهان مختلف، متفاوت است؛ بنابراین برای هر گونه از گیاهان، غلظت مناسب محلول غذایی باید براساس نتایج کمّی حاصل از آزمایش‌ها تعیین شود (Savvas, 2001). در پژوهشی که با هدف اهلی‌سازی ارکیده (*Laelia anceps*) انجام شد، اثر بستر (پیت، سنگ آتش‌فشانی و زغال باغبانی) و غلظت محلول غذایی (براساس قابلیت اسمزی شامل ۰/۰۵۱-، ۰/۰۷۶- و ۰/۱۰۱- مگاپاسکال) بر رشد رویشی گیاه بررسی شد. نتایج نشان داد که این گیاه در بستری با ظرفیت نگهداری آب بالا (پیت) هوادهی زیاد (زغال باغبانی) ظرفیت یونی بالا (پیت) و چگالی کم (پیت و باغبانی) رشد مطلوبی دارد. همچنین محلول غذایی با قابلیت اسمزی ۰/۰۵۱- و ۰/۰۷۶- به‌ترتیب رشد ریشه و اندام هوایی را افزایش می‌دهد. در حالیکه کمترین و بیشترین قابلیت اسمزی تأثیر زیانبار بر وزن خشک برگ و ریشه داشت که البته تحت تأثیر بستر رشد گیاه متفاوت بود (Jime´nez-Pen˜a, 2013).

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به مطالب ذکرشده انتخاب محیط رشد و محلول غذایی مناسب ازجمله پیش‌نیازهای ضروری برای تولید اقتصادی زیره سیاه هستند؛ بنابراین هدف از این آزمایش شناخت پاسخ‌های زیره سیاه به ترکیب‌های بستر و غلظت محلول غذایی است که می‌تواند گامی مؤثر در جهت بهبود آزمایش‌های کنترل‌شده با هدف کشت و زراعی‌سازی این گونه ارزشمند دارویی باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با میانگین دمای ۵±۲۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت ۱۰±۷۰٪ به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار (هر تکرار شامل ۱۲ عدد گلدان) اجرا شد. تیمارها شامل سه بستر کوکوپیت، ماسه و خاک (نسبت حجمی خاک زراعی: ماسه: خاک‌برگ ۱:۱:۱) و پنج غلظت محلول هوگلند (صفر (بدون محلول غذایی)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) بودند. بذرها از مراتع سیرجان جمع‌آوری و با استفاده از پیش‌تیمار ۱/۴ میلی‌گرم در لیتر تیدیازورن (TDZ) و ۲۵۰ میلی‌لیتر در لیتر جیبرلیک اسید و سرمادهی مرطوب پس از ۲۰ روز جوانه‌دار شده (Emamipoor & Maziah, 2014) و به بسترهای مورد نظر منتقل شدند (با ریشه‌چه‌ای به طول سه تا پنج میلی‌متر). در این آزمایش از گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱۰ و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر استفاده شد. در هر گلدان تعداد ۱۰ بذر جوانه‌دار در عمق ۰/۵ سانتی‌متر کشت شد و تا زمان سبز شدن گیاهچه‌ها، گلدان‌ها هر روز بدون محلول غذایی آبیاری شدند. پس از ۵۰٪ ظهور گیاهچه، تیمارهای محلول غذایی هوگلند اعمال و آبیاری هر چهار روز یک‌بار انجام شد.

به‌منظور محاسبه درصد و سرعت سبز شدن گیاهچه‌ها تا ۱۵ روز پس از کشت تعداد گیاهچه‌های سبز شده ثبت گردید. اولین نمونه‌برداری ۱۵ روز پس از سبز شدن انجام و تا پایان دوره رشد هر ۱۰ روز تکرار و در مجموع شش نمونه‌برداری انجام شد. در هر نمونه‌برداری چهار گیاهچه برداشت و صفاتی مانند طول گیاهچه، سطح سبز، طول ریشه، حجم غده، وزن تر و خشک غده اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری سطح سبز از گیاهچه‌ها عکس‌برداری و با استفاده از نرم‌افزار پردازش تصویر (JMicroVision1.2.7) سطح سبز تعیین شد (Nabati *et al.*, 2018). درصد سبز شدن، سرعت سبز شدن، شاخص بنیه گیاهچه، درصد بقاء، درصد غده‌دهی و درصد تجمع ماده خشک غده به‌ترتیب با استفاده از رابطه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ محاسبه گردید.

رابطه ۱
$$\text{درصد سبز شدن} = \frac{\text{تعداد گیاهچه سبز شده}}{\text{تعداد بذورکشت شده}} \times ۱۰۰$$

رابطه ۲
$$\text{سرعت سبز شدن} = \sum\left(\frac{\text{تعداد گیاهچه سبز شده تا روز } \mathbf{t} \text{ ام پس از کشت}}{\text{روز } \mathbf{t} \text{ ام پس از کشت}}\right) \times ۱۰۰$$

رابطه ۳
$$\text{شاخص بنیه گیاهچه} = \text{درصد سبز} \times (\text{طول گیاهچه})$$

رابطه ۴
$$\text{درصد بقاء} = \frac{\text{تعداد گیاهچه انتهای دوره رشد}}{\text{تعداد گیاهچه سبز شده}} \times ۱۰۰$$

رابطه ۵
$$\text{درصد غده‌دهی} = \frac{\text{تعداد گیاهچه‌های دارای غده}}{\text{تعداد کل گیاهچه‌های برداشت شده}} \times ۱۰۰$$

رابطه ۶
$$\text{درصد ماده خشک غده} = \frac{\text{وزن خشک}}{\text{وزن تر}} \times ۱۰۰$$

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (9.4) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال ۹۵٪ انجام شد.

جدول ۱- منابع تغییر، درجه آزادی و سطح احتمال درصد سبز شدن، سرعت سبز شدن، سطح سبز، درصد بقاء و شاخص بنیه گیاهچه زیره سیاه تحت تأثیر بستر و غلظت‌های محلول غذایی هوگلند

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد سبز	سرعت سبز	سطح سبز	درصد بقاء	شاخص بنیه گیاه
بستر	۲	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**
محلول غذایی	۴	۰/۰۰۱**	۰/۲۵۲ns	۰/۰۰۱**	۰/۰۱۴*	۰/۰۰۱**
محلول‌غذایی×بستر	۸	۰/۰۲۳*	۰/۱۰۲ns	۰/۰۰۱**	۰/۳۳۴ns	۰/۰۰۱**
خطا	۳۰					
ضریب تغییرات (CV%)		۷/۵۴	۲۱/۸	۳/۲۳	۱۷/۶	۱۸/۶

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۰/۰۵٪ و ۰/۰۱٪

جدول ۲- برهم‌کنش اثر بستر کشت و غلظت محلول غذایی هوگلند بر درصد سبز شدن، سرعت سبز شدن، سطح سبز و شاخص بنیه گیاهچه در زیره سیاه

تیمارها		درصد سبز شدن	سطح سبز	شاخص بنیه گیاهچه
بستر	هوگلند	(٪)	(cm^2.plant)	
	۰	۳۷/۷	۰/۵۴	۵۵۷
	۲۵	۳۵/۰	۱/۶۶	۸۰۸
کوکوپیت	۵۰	۲۹/۰	۱/۴۳	۸۰۸
	۷۵	۳۱/۰	۲/۱۴	۱۰۱۷
	۱۰۰	۲۹/۰	۱/۸۲	۴۷۴
	۰	۲۱/۰	۰/۷۹	۳۴۱
	۲۵	۲۷/۷	۱/۵۴	۵۲۲
ماسه	۵۰	۲۶/۳	۱/۵۵	۵۷۳
	۷۵	۲۵/۳	۱/۵۰	۴۴۷
	۱۰۰	۱۹/۰	۱/۹۴	۳۷۵
	۰	۱۲/۶	۱/۲۳	۲۲۸
	۲۵	۱۵/۰	۱/۰۵	۲۶۱
خاک	۵۰	۱۳/۷	۱/۲۳	۲۸۲
	۷۵	۹/۳	۱/۴۱	۱۲۵
	۱۰۰	۸/۳	۰/۸۷	۱۳۰
$LSD_{0.05}$		۰/۰۶	۰/۰۸	۱۴۴

LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج

درصد و سرعت سبز شدن

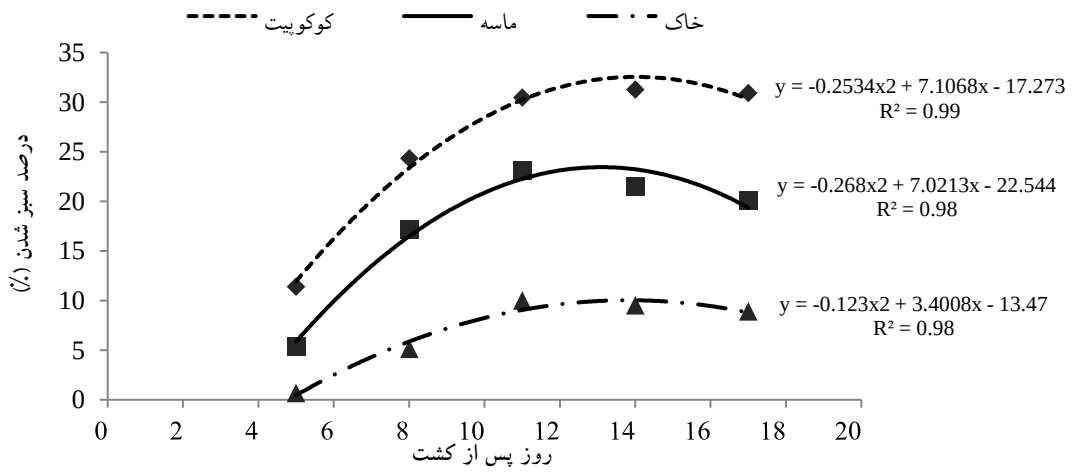
درصد سبز شدن تحت تأثیر برهم‌کنش بستر و غلظت محلول غذایی هوگلند قرار گرفت (جدول ۱). در بستر ماسه آبیاری با محلول هوگلند تا ۷۵٪ سبب افزایش درصد سبز نسبت به تیمار بدون محلول غذایی شد، اما افزایش غلظت تا هوگلند کامل کاهش ۱۰ درصدی صفت مذکور را به‌دنبال داشت (جدول ۲). در بستر خاک آبیاری با هوگلند ۲۵ و ۵۰ درصد، افزایش ۲۰ و ۹ درصدی سبز شدن را سبب شد، در صورتی‌که افزایش بیشتر غلظت محلول غذایی منجر به کاهش درصد سبز شدن شد. در بستر کوکوپیت با افزایش غلظت محلول غذایی روند مشخصی در درصد سبز شدن مشاهده نشد. با این‌حال درصد سبز در بستر کوکوپیت در کلیه غلظت‌های محلول غذایی هوگلند نسبت به ماسه و خاک بیشتر بود.

سرعت سبز شدن گیاهچه‌های زیره سیاه تحت تأثیر بستر کشت قرار گرفت (جدول ۱) و سرعت سبز شدن در کوکوپیت به‌ترتیب ۳۳ و ۷۶ درصد بیشتر از بستر ماسه و خاک بود (جدول ۳). شکل ۱ نشان می‌دهد که روند ظهور اولین گیاهچه‌ها در کوکوپیت با سرعت بیشتری همراه بوده است.

جدول ۳- اثر بستر کشت و غلظت محلول غذایی هوگلند بر سرعت سبز شدن و درصد بقاء در زیره سیاه

تیمارها		سرعت سبز شدن	درصد بقاء
بستر	کوکوپیت	۱/۰۳۰	۸۵/۹۳
	ماسه	۰/۶۸۶	۷۹/۳۲
	خاک	۰/۲۳۷	۵۸/۵۱
	$LSD_{0.05}$	۰/۱۰۶	۹/۷۵
هوگلند	۰	۰/۵۹۹	۸۴/۰۳
	۲۵	۰/۷۲۰	۷۸/۷۸
	۵۰	۰/۷۰۳	۷۸/۶۲
	۷۵	۰/۶۳۰	۶۵/۷۴
	۱۰۰	۰/۶۰۹	۶۵/۷۴
	$LSD_{0.05}$	۰/۱۳۷	۱۲/۵۸

LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪



شکل ۱- روند ظهور گیاهچه‌های زیره سیاه در بسترهای متفاوت پس از کشت

www.SID.ir

Archive of SID

سطح سبز

گیاهچه‌های زیره سیاه از نظر سطح سبز (در ۲۵ روز پس از سبز شدن) تحت تأثیر برهم‌کنش بستر و محلول غذایی قرار گرفتند (جدول ۱). در بسترهای کوکوپیت و ماسه آبیاری گیاهچه‌ها با محلول غذایی سبب افزایش سطح سبز شد (جدول ۲). اما این افزایش در هر بستر متفاوت بود. در بستر کوکوپیت، سطح سبز در گیاهچه‌های آبیاری شده با هوگلند ۷۵٪ نسبت به تیمار بدون محلول غذایی تا چهار برابر افزایش یافت و پس از آن با افزایش غلظت به هوگلند کامل ۱۵٪ کاهش داشت. در حالیکه بیشترین سطح سبز در بستر ماسه در هوگلند کامل حاصل شد که ۲/۵ برابر آن نسبت به آبیاری بدون محلول غذایی بود. در بستر خاک تنها کاربرد غلظت ۷۵٪ هوگلند سبب بهبود ۱۴ درصدی سطح سبز شد و آبیاری با هوگلند کامل کاهش ۳۰ درصدی سطح سبز را نسبت به تیمار بدون محلول غذایی به‌دنبال داشت. به‌طور کلی بسترهای کوکوپیت و ماسه در تمامی غلظت‌های محلول غذایی هوگلند از نظر سطح سبز گیاهچه نسبت به بستر خاک برتر بودند.

شاخص بنیه گیاهچه

در بررسی شاخص بنیه گیاهچه زیره سیاه بین تیمارهای حاصل از بستر و محلول غذایی تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). در بستر کوکوپیت با افزایش غلظت محلول غذایی هوگلند تا ۷۵٪، شاخص بنیه گیاهچه به دو برابر تیمار بدون محلول غذایی رسید و پس از آن با افزایش غلظت به ۱۰۰٪ کاهش یافت (جدول ۲). در حالیکه در بسترهای ماسه و خاک روند افزایشی تنها تا غلظت ۵۰٪ ادامه داشت و این افزایش در بسترهای ماسه و خاک به‌ترتیب ۶۸ و ۲۴ درصد بود. به‌طور کلی بررسی میانگین‌ها نشان داد در تمامی غلظت‌های محلول غذایی، بستر کوکوپیت نسبت به دو بستر دیگر گیاهچه‌های قوی‌تری داشت. در حالیکه در بستر خاک ضعیف‌ترین گیاهچه‌ها رشد کردند.

درصد بقاء

اثر بستر کشت و محلول غذایی بر بقای گیاهچه‌ها معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین درصد بقاء در بستر کوکوپیت حاصل شد که نسبت به ماسه و خاک به‌ترتیب ۶ و ۲۷ درصد بیشتر بود (جدول ۳). بعلاوه در غلظت‌های پایین محلول غذایی درصد بقاء بیشتر بود (جدول ۳). تیمار بدون محلول غذایی بیشترین درصد بقاء را داشت که با سطوح ۲۵ و ۵۰ درصد محلول غذایی هوگلند تفاوت معنی‌دار نداشت. در حالیکه با افزایش غلظت محلول غذایی هوگلند تا ۷۵ و ۱۰۰ درصد، بقای گیاهچه نسبت به تیمار بدون محلول غذایی ۱۸٪ کاهش یافت.

درصد غده‌دهی

برهم‌کنش بستر و غلظت‌های محلول غذایی هوگلند بر درصد غده‌دهی گیاهچه‌های زیره سیاه معنی‌دار بود (جدول ۴). در بستر ماسه افزایش غلظت هوگلند تا ۵۰٪، بیش از ۳۰٪ غده‌دهی را افزایش داد. همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، ۱۰۰٪ گیاهچه‌های بستر ماسه که با محلول غذایی هوگلند ۵۰٪ آبیاری شده بودند غده تولید کردند. در ادامه با افزایش غلظت محلول غذایی تا هوگلند کامل، درصد غده‌دهی روند کاهشی داشت و به ۱۴٪ کمتر از تیمار بدون محلول غذایی رسید. در بستر کوکوپیت تنها آبیاری با هوگلند ۲۵ و ۷۵ درصد افزایش به‌ترتیب ۱۰ و ۵ درصدی غده‌دهی نسبت به تیمار بدون محلول غذایی را سبب شد که از نظر آماری معنی‌دار نبود. در بستر خاک نیز افزایش غده‌دهی تنها در غلظت ۵۰٪ محلول غذایی و به‌میزان ۶٪ نسبت به تیمار بدون محلول غذایی حاصل شد و در غلظت‌های ۷۵ و ۱۰۰ درصد هوگلند نیز کاهش معنی‌داری از این نظر نسبت به تیمار بدون محلول غذایی اتفاق افتاد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- منابع تغییر، درجه آزادی و سطح احتمال درصد غده‌دهی، حجم غده، وزن تر غده و درصد ماده خشک غده زیره سیاه تحت تأثیر بستر و غلظت‌های محلول غذایی هوگلند

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد غده‌دهی	حجم غده	وزن تر غده	ماده خشک غده
بستر	۲	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**
محلول غذایی	۴	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**
محلول غذایی×بستر	۸	۰/۰۱۵*	۰/۰۲۴*	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۱**
خطا	۳۰				
ضریب تغییرات (CV%)		۱۹/۸	۱۹/۷	۱۱/۵	۳/۱۵

ns، * و **: به‌ترتیب عدم تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵٪ و ۰/۰۱٪

جدول ۵- برهم‌کنش اثر بستر کشت و غلظت محلول غذایی هوگلند بر درصد غده‌دهی، حجم غده، وزن تر غده و درصد ماده خشک غده زیره سیاه

تیمارها		درصد غده‌دهی	حجم غده	وزن تر غده	درصد ماده خشک غده
بستر	هوگلند	(٪)	(mm^3)	(mg)	(٪)
کوکوپیت	۰	۵۲/۸	۱۷/۵	۲۴/۶	۳۴/۴
	۲۵	۶۱/۹	۲۰/۳	۲۹/۱	۴۳/۲
	۵۰	۴۲/۱	۲۹/۷	۴۱/۸	۳۴/۰
	۷۵	۵۸/۳	۴۹/۳	۴۰/۰	۴۷/۰
	۱۰۰	۳۱/۷	۳۴/۹	۴۲/۷	۴۴/۳
ماسه	۰	۶۸/۳	۳۳/۴	۴۱/۴	۴۰/۱
	۲۵	۷۶/۹	۶۰/۴	۵۵/۳	۳۹/۷
	۵۰	۱۰۰	۷۸/۴	۶۹/۵	۳۹/۶
	۷۵	۷۵/۰	۷۹/۲	۷۶/۰	۳۰/۴
	۱۰۰	۵۴/۲	۴۷/۵	۴۹/۷	۳۹/۱
خاک	۰	۶۰/۰	۱۵/۴	۳۲/۵	۳۳/۹
	۲۵	۵۲/۸	۳۸/۹	۴۶/۰	۴۰/۳
	۵۰	۶۶/۷	۴۹/۱	۵۶/۱	۳۲/۹
	۷۵	۳۳/۳	۵۴/۹	۵۷/۰	۳۳/۷
	۱۰۰	۴۱/۷	۳۸/۲	۵۵/۶	۳۶/۳
$LSD_{0.05}$		۲۶/۷	۱۴/۲	۹/۲۰	۲/۹۶

LSD: حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

www.SID.ir

Archive of SID

حجم و وزن تر غده

حجم و وزن تر غده تحت تأثیر برهم‌کنش بستر و غلظت محلول غذایی هوگلند قرار گرفت (جدول ۴). همان‌گونه که جدول ۵ نشان می‌دهد روند تغییرات حجم غده تحت تأثیر غلظت‌های محلول غذایی، در بسترهای متفاوت مشابه بود. در بسترهای مورد مطالعه با افزایش غلظت هوگلند تا ۷۵٪ حجم غده حداقل ۲/۵ برابر شد و پس از آن در هوگلند کامل کاهش یافت. باوجوداین برتری غده‌ها از نظر حجم نسبت به تیمار بدون محلول غذایی در بسترهای کوکوپیت و خاک معنی‌دار بود. به‌طور کلی در تمامی غلظت‌های محلول غذایی غده‌های تولید شده در ماسه نسبت به کوکوپیت و خاک به شکل قابل‌توجهی بزرگتر بودند.

روند تغییرات وزن تر غده نیز تقریباً مشابه حجم آن بود (جدول ۵). به‌طوری که در بسترهای کوکوپیت و ماسه با افزایش غلظت محلول غذایی تا ۷۵٪، وزن غده به بیشترین مقدار رسید و به‌دنبال افزایش غلظت از ۷۵ به ۱۰۰ درصد هوگلند کاهش یافت. ولی در بستر خاک روند افزایشی تا غلظت ۵۰٪ محلول غذایی بود و پس از آن تا هوگلند کامل تغییرات چندانی در وزن تر دیده نشد.

درصد ماده خشک غده

درصد ماده خشک غده تحت تأثیر تیمارهای حاصل از بستر و غلظت محلول غذایی هوگلند قرار گرفت (جدول ۴). بیشتر غده‌های تولید شده در بستر کوکوپیت درصد ماده خشک بالایی داشتند (جدول ۵)، به‌ویژه در غلظت‌های ۷۵ و ۱۰۰ درصد محلول غذایی که غده‌های کوچکی تولید شده بود. در بستر ماسه استفاده از غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ درصد محلول غذایی علاوه بر تولید غده‌های بزرگ‌تر نسبت به بستر خاک، منجر به درصد ماده خشک بیشتر آنها شد.

بحث

کوکوپیت با خصوصیات فیزیکی مناسب، فضای خالی زیاد، ظرفیت نگهداری آب بالا و چگالی کم به‌عنوان یک محیط رشد مناسب (Abad *et al.*, 2002) سبب بهبود درصد و سرعت سبز شدن در این مطالعه شد. در مقابل بسیاری از بذرهای کشت شده در خاک توانایی ظهور نداشتند که احتمالاً به‌دلیل فشردگی بستر بوده است. در بررسی اثر سه بستر کشت کوکوپیت، ورمی‌کمپوست و ترکیب آنها روی جوانه‌زنی و تولید گیاهچه در گیاه گوجه‌فرنگی به‌دلیل تهویه بهتر و تأمین آب و مواد غذایی بیشتر در بستر کوکوپیت، بیشترین درصد جوانه‌زنی به میزان ۹۹٪ در این بستر حاصل شد (Vivek & Duraisamy, 2017). با توجه به اینکه جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه در بسیاری از گیاهان حساس‌ترین مرحله به تنش‌های غیرزیستی به‌ویژه تنش رطوبتی است (Patade *et al.*, 2011). احتمالاً درصد سبزشدن کمتر در غلظت‌های بالای محلول غذایی در تمامی بسترها می‌تواند به علت کمبود آب ناشی از اُفت قابلیت اسمزی و در نهایت کاهش جذب آب باشد. کمبود آب در مرحله جوانه‌زنی منجر به کاهش و یا حتی توقف کامل ظهور و استقرار گیاهچه می‌شود (Kaya *et al.*, 2006). تنش اسمزی ناشی از غلظت بالای عناصر غذایی حتی زمانی که آب به اندازه کافی در بستر فراهم باشد نیز ایجاد می‌شود (Xu, 2009). بنابراین به نظر می‌رسد زیره سیاه در مرحله استقرار گیاهچه به کمبود آب و غلظت بالای محلول غذایی حساس باشد.

در بستر کوکوپیت سرعت سبز شدن بیشتر توانست به استقرار بهتر و سریع‌تر گیاهچه‌ها کمک کند، در نتیجه به‌دلیل دسترسی بیشتر به آب و مواد غذایی، توسعه کامل اندام هوایی و سطح سبز حاصل شده است. در گوجه‌فرنگی نیز رشد سریع‌تر گیاهچه‌ها و افزایش سطح سبز در بستر کوکوپیت به‌دلیل دسترسی بیشتر ریشه به آب و مواد غذایی و همچنین تهویه بهتر نسبت به بسترهای ورمی‌کمپوست و مخلوط کوکوپیت و ورمی‌کمپوست (۱:۴) گزارش شده است (Vivek & Duraisamy, 2017). همچنین در بستر ماسه به‌دلیل زهکش مناسب، ریشه رشد مطلوبی داشته که در غلظت‌های مناسب مواد غذایی افزایش رشد اندام هوایی و سطح سبز را به‌همراه داشت. در حالیکه بافت سنگین و

www.SID.ir

Archive of SID

زهکش نامناسب بستر خاک تأمین مواد مغذی را دچار اختلال کرد و رشد ریشه، اندام هوایی و سطح سبز کاهش یافت. به‌ویژه زمانی آبیاری با هوگلند کامل انجام شد که احتمالاً قابلیت اسمزی پایین‌تر (منفی‌تر) محلول غذایی سبب کاهش سطح سبز شده است. ازاین‌رو به نظر می‌رسد در غلظت‌های پایین محلول غذایی، جذب عناصر توسط گیاهچه‌ها در بسترهای کوکوپیت و ماسه به اندازه کافی نبوده و رشد اندام هوایی و سطح سبز کم است؛ بنابراین افزایش غلظت محلول غذایی رشد اندام هوایی را تحریک کرده و سبب افزایش سطح سبز شد؛ در حالیکه افزایش غلظت محلول غذایی تا هوگلند کامل در بسترهای کوکوپیت و خاک منجر به کاهش رشد گردید که ممکن است به دلیل اختلالات فیزیولوژیکی ایجادشده باشد (Chang *et al.*, 2008).

با توجه به اینکه شاخص بنیه گیاهچه تحت تأثیر درصد سبز شدن و طول گیاهچه است (رابطه ۳)، بنابراین بدیهی است در بستر کوکوپیت که درصد سبز شدن و طول گیاهچه بیشتر بود، شاخص بنیه گیاهچه نیز بالاتر باشد. برتری شرایط رشد رویشی در بستر کوکوپیت برای سیب‌زمینی نیز گزارش‌شده است (Ritter *et al.*, 2001). همچنین در گیاهچه‌های ۶۰ روزه لیمو بیشترین ارتفاع گیاهچه، طول ریشه، وزن خشک ریشه و نسبت ریشه به اندام هوایی در بستر کوکوپیت: خاک (۱:۱) حاصل شد (Prajapati *et al.*, 2017). کم بودن رشد گیاهچه در تیمار بدون محلول غذایی در تمامی بسترها ناشی از کمبود مواد غذایی است. به‌علاوه کاهش رشد گیاهچه در غلظت‌های بالای هوگلند که سبب کاهش بنیه گیاهچه شد احتمالاً ناشی از آبیاری با غلظت بالای محلول غذایی و تجمع عناصر در بلندمدت و ایجاد تنش اسمزی باشد (Dorais *et al.*, 2001). غلظت بالای عناصر در درجه اول سبب کاهش آب در دسترس و جذب آن و کم شدن فشار ریشه‌ای می‌شود که عامل محرک انتقال آب و محلول در آوند چوبی است؛ بنابراین فراهمی آب و مواد غذایی برای شاخساره محدود می‌شود (Dorais *et al.*, 2001).

بنابراین به نظر می‌رسد دلیل برتری درصد بقاء در بسترهای کوکوپیت و ماسه نسبت به خاک تخلخل بیشتر این بسترها است که سبب هوادهی بهتر ریشه گیاهچه شده است. هوادهی بهتر و تخلیه آب اضافی منطقه ریشه سبب بهبود رشد و حفظ بقای بیشتر گیاهچه‌های پاپایا در بسترهای کوکوپیت و ماسه نسبت به خاک شده است (Bhardwaj, 2013). در بررسی اثر بسترهای کشت و جیبرلیک اسید بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه پاپایا، اضافه کردن کوکوپیت به خاک سبب بهبود رشد گیاهچه‌ها و افزایش بقای آنها حتی پس از انتقال به زمین اصلی شد. بهبود شرایط فیزیکی و افزایش هوادهی در منطقه ریشه سبب کاهش آسیب‌های ناشی از بیماری شده و تأثیر مثبتی بر رشد ریشه دارد که به افزایش درصد بقای گیاهچه‌ها کمک می‌کند (Meena, 2017). در این مطالعه با توجه به اینکه از بین رفتن گیاهچه‌ها در روزهای نخست پس از سبز شدن اتفاق افتاد، احتمالاً قابلیت اسمزی پایین حاصل از غلظت بالای محلول غذایی در ابتدای رشد، تنش آبی تحمیل کرده و سبب مرگ گیاهچه‌های جوان شده است. البته پاسخ گیاهان به تنش غلظت بالای عناصر غذایی در مراحل نموی متفاوت است. گیاهچه‌های جوان گوجه‌فرنگی نسبت به گیاهچه‌های بالغ به‌طور کلی به شوری حساس‌تر هستند (Foolad, 2004) و حتی گیاه گوجه‌فرنگی در مرحله گل‌دهی و میوه‌دهی قادر است سطحی از غلظت عناصر را تحمل کند که در مرحله گیاهچه‌ای سبب مرگ آنها می‌شود (Elshourbagy & Ahmed, 1975).

به‌طور کلی درصد غده‌دهی بالاتر در بستر ماسه و تمامی غلظت‌های محلول غذایی هوگلند نسبت به بسترهای کوکوپیت و خاک، برتری بستر ماسه برای غده‌دهی زیره سیاه را نشان می‌دهد. اختلاف مشاهده شده ممکن است به‌دلیل تخلیه بیشتر و راحت‌تر آب و محلول غذایی از ماسه باشد. بنابراین به نظر می‌رسد در مراحل اولیه رشد گیاهچه که سیستم ریشه‌ای هنوز به‌طور کامل توسعه پیدا نکرده، خروج سریع محلول غذایی از منطقه ریشه، تنش خفیف و موقت کمبود عناصر غذایی ایجاد و غده‌دهی را تحریک

www.SID.ir

Archive of SID

کرده است. به‌ویژه زمانی‌که غلظت محلول غذایی به اندازه‌ای است که فراهمی نامحدود عناصر غذایی را به همراه ندارد. در نتایج مشاهده شد که بستر ماسه در غلظت‌های متفاوت محلول غذایی نسبت به بستر کوکوپیت که قابلیت نگهداری آب بیشتری دارد سطح سبز کمتری تولید کرد (جدول ۲) که می‌تواند تأییدکننده ایجاد تنش خفیف آبی و مواد غذایی باشد. در حالیکه کوکوپیت با جذب بالای آب و فراهمی عناصر غذایی غده‌دهی را کاهش داده است. در گیاهچه چغندرقند (*Beta vulgaris*) کمبود آب و تنش اعمال شده در مراحل اولیه رشد (مرحله چهار تا پنج برگی) تغییرات قابل‌توجهی در الگوی توزیع مواد فتوسنتزی گیاه ایجاد کرد که منجر به تخصیص بیشتر ماده خشک به ریشه‌ها شد (Choluj *et al.*, 2004). در گیاه سیب‌زمینی نیز کاهش عناصر غذایی در مراحل رشدی مشخص در شرایط ایروپونیک، غده‌دهی را تحریک کرد (Oraby *et al.*, 2015). در پژوهشی که به‌منظور بررسی پاسخ رشدی سیب‌زمینی به قطع موقت مواد غذایی در شرایط ایروپونیک انجام شد، تنش کمبود مواد غذایی به‌طور معنی‌داری میزان فتوسنتز و جذب مواد غذایی را در برگ‌ها کاهش داد که منجر به کاهش رشد ۵۰ تا ۶۰ درصدی اندام هوایی نسبت به شاهد گردید. در حالیکه رشد ریشه را تنها ۵ تا ۳۶ درصد کاهش داد. به‌عبارتی تنش اعمال شده سبب افزایش فعالیت ریشه شد که ۱۸٪ افزایش در تعداد غده را به همراه داشت (Chang *et al.*, 2008). در واقع در این آزمایش کاهش غلظت محلول غذایی تا ۵۰٪ هوگلند در بستر ماسه بدون اینکه آسیب جدی به گیاه وارد کند، رشد اندام هوایی را کاهش داد و منجر به غده‌دهی بیشتر شد. از سوی دیگر مقاومت مکانیکی بستر کوکوپیت نسبت به ماسه کمتر است که احتمالاً بر غده‌دهی تأثیر منفی داشته است. تأخیر غده‌دهی در سیب‌زمینی زمانی که محیط رشد استولن تنش مکانیکی ندارد نیز مشاهده شده است. این مورد در سیستم کشت ایروپونیک که رشد ریشه در هوا و بدون مقاومت مکانیکی اتفاق می‌افتد، بیشتر دیده شده است (Ritter *et al.*, 2001).

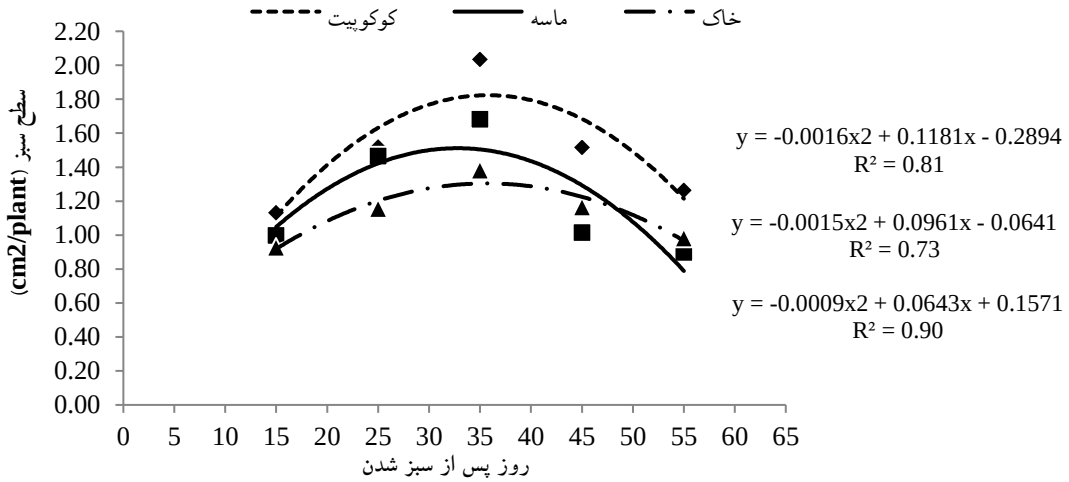
علاوه‌بر تشکیل غده ذخیره‌ای، داشتن غده‌هایی با اندازه مناسب نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. غده‌های زیره سیاه با وزن کمتر از ۰/۵ گرم پس از جابجایی توان رویشی کمی دارند. در حالیکه در غده‌های با وزن بیش از یک گرم ۹۳٪ سبز شدن مشاهده شده است (Khosravi, 1994). از آنجایی که رشد و نمو قسمت‌های مختلف گیاه تحت تأثیر کل مواد فتوسنتزی تولید شده و تسهیم آن بین مخزن‌هاست، رشد اندام هوایی و غده دو فرایند رقابتی هستند (Tsegaw, 2006). بنابراین به نظر می‌رسد تولید غده‌های کوچک‌تر در بستر کوکوپیت و اغلب غلظت‌های محلول غذایی به‌دلیل رقابت برای تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام هوایی و غده باشد که سبب کاهش سهم غده و کوچک ماندن آن شده است. به‌علاوه در بستر خاک و در تمامی غلظت‌های محلول غذایی، تولید سطح سبز در دوره رشد، کمتر از مقداری بوده است که پاسخگوی نیازهای رشدی غده باشد و منجر به تولید غده‌های کوچک شد. در حالیکه در ادامه رشد گیاهچه و تقویت غده غلظت مناسب محلول غذایی در تیمارهای ۵۰ و ۷۵ درصد هوگلند و توزیع یکنواخت آن در بستر ماسه سبب بهبود شرایط رشد و برتری غده‌های تولید شده از نظر اندازه و وزن در این بستر شد. تولید سطح سبز کمتر در تیمارهای بدون محلول غذایی و غلظت ۲۵٪ هوگلند در بسترهای متفاوت، نشان می‌دهد که عرضه مواد غذایی در این تیمارها به اندازه کفایت نبوده است و سبب رشد کم و در نهایت تولید غده‌های کوچک‌تر شد. اگرچه غلظت پایین محلول غذایی می‌تواند محرک تشکیل غده باشد ولی محدودیت مواد غذایی در طولانی‌مدت با کاهش سطح برگ و رشد اندام هوایی، اثرهای سوء بر رشد غده دارد. تنش شدید کمبود مواد غذایی در سیب‌زمینی سبب کاهش جذب عناصر غذایی، رشد اندام هوایی و فتوسنتز شد که منجر به کاهش ۴۰ درصدی در رشد و اندازه غده گردید (Chang *et al.*, 2008).

بررسی روند تغییرات سطح سبز در دوره رشد نشان داد (شکل ۲) که صرف‌نظر از غلظت محلول غذایی، گیاهچه‌های بستر کوکوپیت سبزبمانی بیشتری داشتند. درنهایت سرعت

www.SID.ir

Archive of SID

کم پیری برگ در دوره پر شدن غده به تولید غده کوچکتر در گیاه انجامید. به‌ویژه در غلظت‌های ۷۵ و ۱۰۰ درصد محلول غذایی با وجود دسترسی ریشه به آب و مواد غذایی غده‌های کوچکی تولید شده بود. در مطالعات دیگر نیز اشاره شده است فراهمی بالای مواد غذایی، با توسعه رشد رویشی و طولانی شدن دوره رشد سبب تأخیر غده‌دهی و کاهش رشد غده می‌شود (Geary *et al*., 2015). در مقایسه شاخص‌های رشدی سه رقم سیب‌زمینی، رقمی که سبزبمانی بیشتر و کمترین سرعت پیری کانوپی را در دوره پر شدن غده داشت، بالاترین وزن خشک اختصاص یافته به برگ‌ها را در پایان رشد نشان داد و کوچکترین غده‌ها را تولید کرد (Oliveira *et al*., 2016).



شکل ۲- روند تغییرات سطح سبز گیاهچه زیره سیاه در بسترهای مختلف

به‌علاوه در بسترهای گیاهی مانند کوکوپیت، به‌دلیل ظرفیت تبادل کاتیونی بالا، رهاسازی کامل یون‌ها و شسته شدن آنها به‌طور کامل انجام نمی‌شود؛ بنابراین آبیاری گیاه با محلول غذایی در طولانی‌مدت ممکن است سبب تجمع عناصر (Cho *et al*., 2006) و احتمالاً بروز تنش شوری شود، به‌ویژه زمانی که غلظت مواد غذایی در محلول بالاست. اثر شوری بر تولید ماده خشک، مرتبط با تنش اسمزی آن است که منجر به عدم فراهمی آب برای گیاه می‌شود. درنتیجه آب کمتری به بافت‌های زنده گیاه هدایت و درصد ماده خشک غده‌ها افزایش می‌یابد. تجمع ماده خشک تحت تأثیر تنش یونی و تجمع یون‌ها در بافت گیاهی هم قرار می‌گیرد. در اثر شوری، آماس سلولی کم شده و از طریق کاهش تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول، رشد دچار مشکل می‌شود (Melo *et al*., 2017). در این مطالعه در تیمارهایی که طی دوره رشد، شرایط جذب آب و تولید فرآورده‌های فتوسنتزی به‌گونه‌ای پیش رفت که گیاهچه بتواند غده‌دهی را آغاز و همچنین رشد و توسعه آن را حمایت کند، غده بزرگتری تولید شد که بافت آبدار بیشتر و درصد ماده خشک کمتری داشت. نتایج سایر مطالعات نیز حکایت از آن دارد که تجمع ماده خشک در غده‌های کوچک معمولاً بیشتر از غده‌های بزرگ است، زیرا دارای آب بافت کمتری هستند (Kaur *et al*., 2002). باوجوداین برتری غده‌های تولید شده در بستر ماسه و غلظت ۵۰٪ محلول غذایی از نظر اندازه و درصد ماده خشک می‌تواند مرتبط با سرعت پیری بالاتر برگ‌ها در بستر ماسه (شکل ۲) و در نتیجه انتقال بیشتر مواد غذایی از اندام هوایی به غده‌ها باشد که منجر به افزایش درصد ماده خشک در غده‌ها شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

به‌عنوان نتیجه کلی می‌توان اشاره کرد که شناخت نیازهای غذایی و بستر مناسب برای استقرار مطلوب گیاهچه و تولید غده در زیره سیاه برای تصمیم‌گیری آگاهانه در مورد زراعی‌سازی و حفاظت این گیاه ضروریست. این مطالعه نشان داد آبیاری با غلظت‌های کم محلول غذایی هوگلند در بستر کوکوپیت می‌تواند با بهبود درصد و سرعت سبز شدن، شرایط مناسبی برای مراحل اولیه رشد زیره سیاه باشد. ولی در ادامه رشد، برتری بستر ماسه به‌دلیل کنترل بهتر برنامه غذایی به‌ویژه در شرایط آبیاری با هوگلند ۵۰٪ موجب افزایش قابل‌توجه درصد غده‌دهی و تولید غده‌های ذخیره‌ای بزرگتر می‌شود. به‌علاوه اینکه اثرهای زیان‌بار غلظت بالای محلول غذایی بر مراحل ابتدایی رشد گیاهچه و همچنین تولید غده، حساسیت زیره سیاه به تنش‌های خشکی و شوری را در این مرحله نشان می‌دهد.

منابع مورد استفاده

- Abad, M., Noguera, P., Puchades, R., Maquieira, A. and Noguera, V., 2002. Physico-chemical and chemical properties of some coconut dusts for use as a peat substitute for containerized ornamental plants. Bioresearch Technology, 82: 241-245.
- Bhardwaj, R.L., 2013. Effect of growing media on seed germination and seedling growth of papaya CV. Red Lady. Indian Journal of Agriultural Research, 47(2): 163-168.
- Bora, A., Talukdar, M.C. and Hazarika, B.N., 2006. Direct organogenesis in *Dianthus caryophyllus* Lim. Journal of Ornamental Horticulture, 9(3): 164-168.
- Chang, D.C., Park, C.S., Kim, S.Y., Kim, S.J. and Lee, Y.B., 2008. Physiological growth responses by nutrient interruption in aeroponically grown potatoes. American Journal of Potato Research, 85: 315-323.
- Cho, M.S., Park, Y.Y., Jun, H.J. and Chung, J.B., 2006. Growth of Gerbera in mixtures of coir dust and perlite. Horticulture Environment. Biotechnology, 47: 211-216.
- Choluj, D., Karwowska, R., Jasińska, M. and Haber, G., 2004. Growth and dry matter partitioning in sugar beet plants (*Beta vulgaris* L.) under moderate drought. Plant Soil and Environment, 50(6): 265-272.
- Dorais, M., Papadopoulos, A.P. and Gosselin, A., 2001. Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. Agronomy Journal, 21: 367-383.
- Elshourbagy, M.N. and Ahmed, A.M., 1975. Responses of two varieties of tomato to abrupt and gradual short-period sodiumchloride exposure. Plant and Soil, 42: 255-271.
- Emamipoor, Y. and Maziah, M., 2014. An efficient method in breaking of dormancy from *Bunium persicum* (Boiss) Fedtsch seeds: a valuable herb of Middle East and Central Asia. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 4(8): 642-649.
- Foolad, M.R., 2004. Recent advances in genetics of salt tolerance in tomato. Plant Cell Tissue Organ Culture, 76: 101-119.
- Geary, B., Clark, J., Hopkins, B.G. and Jolley, V.D., 2015. Deficient, adequate and excess nitrogen levels established in hydroponics for biotic and abiotic stress-interaction studies in potato. Journal of Plant Nutrition, 38: 41-50.
- Ghasemi, M., Puteh, A.B., Sinniah, U.R. and Wahab, Z.B., 2012. Effect of different temperature regimes on seed germination in *Bunium persicum* (Black zira or Black cumin) ecotypes. International Journal of Agriculture: Research and Review, 2(3): 240-246.
- Jime´nez-Pen˜a, N., 2013. Growing Media and Nutrient Solution Concentration Affect Vegetative Growth and Nutrition of *Laelia anceps* Lindl. Horticulture Science, 48(6): 773-779.
- Kaur, L., Singh, N. and Sodhi, N.S., 2002. Some properties of potatoes and their starches II. Morphological, thermal and rheological properties of starches. Food Chemistry, 79(2): 183-192.
- Kaya, M.D., Okcu, G., Atak, M., Cıkıhı, Y. and Kolsarıcı, O., 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal of Agronomy, 24(4): 291-295.
- Khosravi, M., 1994. *Bunium persicum*, botany, ecology and investigation the possibility of crop production. M.Sc. Thesis. Agricultural College, Ferdowsi University of Iran (In Persian).
- Mardani, H., Ziaratnia, S.M., Aziz, M., Aung, H.P., Appiah, K.S. and Fujii, F., 2015. In vitro microtuberization of Black Zira (*Bunium persicum* Boiss.). African Journal of Biotechnology, 14(25): 2080-2087.
- Meena, S., 2017. Effect of growth media and plant growth regulators on germination and seedling growth of papaya [*Carica papaya* L.]. MSc thesis. Department of Horticulture, Agriculture University of Jobner, College of Agriculture.

www.SID.ir

Archive of SID

Askarzadeh, M.A., 2013. Breaking dormancy of seeds from eight populations of *Bunium persicum* (Apiaceae). Seed Science and Technology, 41: 452-457.
- Savvas, D., 2001. Nutritional management of vegetables and ornamental plants in hydroponics: 37-87. In: Dris, R., Niskanen, R. and Jain, S.M., (Eds.). Crop Management and Postharvest Handling of Horticultural Products, Science Publication, 364p.
- Savvas, D., Gianquinto, G., Tuzel, Y. and Gruda, N., 2013. Soilless Culture. FAO Plant Production and Protection Paper No. 217: 303-354. In: Baudoin, W., Nono-Womdim, R., Lutaladio, N., Hodder, A., Castilla, N., Leonardi, C., De Pascale, S. and Qaryouti, M., (Eds.). Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 616p.
- Tsegaw, T., 2006. Response of Potato to Paclobutrazol and Manipulation of Reproductive Growth under Tropical Condition. Ph.D thesis. University of Pretoria, Faculty of Natural and Agricultural Sciences, Horticulture.
- Vivek, P. and Duraisamy, V.M., 2017. Study of growth parameters and germination on tomato. Agronomy Journal, 108(4): 1434-1446.
- Wilson, S.B., Stoffella, P.J. and Graetz, D.A., 2001. Use of compost as a media amendment for containerized production of two subtropical perennials. Journal of Environment and Horticulture, 19: 37-42.
- Xu, H., Qin, F., Gauthier, L. and Gosselin, A., 2009. Greenhouse tomato growth and physiological responses to high nutrient solution electrical conductivity and low substrate water content. Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotecnology, 3(1): 54-56.
- Melo, Y.L., Dantas, C.V.S., Lima-Mel, Y., Maia, J.M. and Costa de Macêdo, C.E., 2017. Changes in osmotic and ionic indicators in *Ananas comosus* (L.) cv. Md gold pre-treated with phytohormones and submitted to saline medium. Revista Brasileira de Fruticultura (online), 39(2): e-155.
- Nabati, J., Boroumand rezazadeh, E., Zare Mehrjerdian, M. and Kafi, M., 2018. Evaluation of effect of natural and artificial lights on potato micropropagation. Iranian Journal of Horticultural Science, 49(2): 453-463.
- Oliveira, J.S., Brown, H.E., Gash, A. and Moot, D.J., 2016. An explanation of yield differences in three potato cultivars. Agronomy Journal, 108(4): 1343-1446.
- Oraby, H., Lachance, A. and Desjardins, Y., 2015. A low nutrient solution temperature and the application of stress treatments increase potato mini-tubers production in an aeroponic system. American Journal of Potato Research, 29: 387-397.
- Patade, V.Y., Maya, K. and Zakwan, A., 2011. Seed priming mediated germination improvement and tolerance to subsequent exposure to cold and salt stress in capsicum. Research Journal of Seed Science, 4(3): 125-136.
- Prajapati, D.G., Satodiya, B.N., Desai, A.B. and Nagar, P.K., 2017. Influence of storage period and growing media on seed germination and growth of acid lime seedlings (*Citrus aurantifolia* Swingle) Cv. Kagzi. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(4): 1641-1645.
- Ritter, E., Angulo, B., Riga, P., Herran, C., Relloso, J. and San Jose, M., 2001. Comparison of hydroponic and aeroponic cultivation systems for the production of potato minitubers. Potato Researh, 44: 127-135.
- Saeidnejad, A.H., Khajeh-hosseini, M. and

www.SID.ir

Archive of SID

Optimization of culture media for seedling establishment of *Bunium persicum* (Boiss.) B. Fedtsch.

M. Talezade[1], A. Nezami[2*], M. Parsa[3], J. Nabati[4] and R. Tavakkol Afshari[3]

1- Ph.D. student in crop physiology, Ferdowsi University, Mashhad, Iran
2*- Corresponding author, Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran
E-mail: nezami@um.ac.ir
3- Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran
4- Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

Received: December 2018 Revised: April 2019 Accepted: April 2019

Abstract

Domestication, cultivation and crop production of *Bunium persicum* (Boiss.) B. Fedttsch. are important to preserve genetic resources of the species. In this regard, in order to identify the proper medium and nutrient solution for the seedling establishment of *B. persicum,* a factorial experiment in a completely randomized design was carried out under greenhouse conditions with three replications. Experimental factors consisted of culture medium at three levels of cocopeat, sand and soil, and Hoagland solution in five concentrations of 0, 25, 50, 75, and 100%. The results showed that the highest seedling emergence percentage (37.7) was observed in cocopeat without Hoagland solution. The highest seedling vigor index (773) and also green area of seedling (2.14 cm^2/plant) and the lowest seedling vigor index (205) were observed in cocopeat and soil media (both with 75% Hoagland solution), respectively. Maximum tuberization percentage (100) was recorded in the sand with 50% Hoagland solution. The highest tuber weight (76.0 mg) and volume (79.2 mm^3) were obtained in the sand with 75% Hoagland solution without any significant difference with the results of sand with 50% Hoagland solution treatment. Generally, the results of this study indicated that using a medium with suitable porosity and water holding capacity and also irrigation with at least 50% Hoagland solution can improve seedling emergence percentage, seedling establishment, and production of tuber with appropriate size in *B. persicum*.

Keywords: *Bunium persicum* B. Fedttsch., seedling vigor index, tuber, nutrient solution, Hoagland.

www.SID.ir