تأثیر غلظت‌های مختلف تیدیازرون (TDZ) و تیوسولفات نقره (STS) بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی گل مغربی در شرایط درون شیشه‌ای

رقیه اله بخش، اسماعیل چمنی، علیرضا قنبری و اصغر استاجی*

گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۲۱، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۸/۱۱)

چکیده

گل مغربی (*Oenothera spp.*) یک گیاه زینتی بوده که جدای از زینتی بودن از لحاظ خواص دارویی نیز اهمیت دارد. متابولیت‌های ثانویه از جمله ترکیبات فنولی در این گیاه اهمیت دارویی دارند. برگ این گیاه دارای ترکیبات فنولی متعددی بوده که خاصیت آنتی اکسیدانی دارند. افزودن برخی ترکیبات به محیط کشت باعث افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه می‌شود، که از آن جمله می‌توان به تیدیازورون (TDZ) و تیوسولفات نقره (STS) اشاره کرد. در این پژوهش تأثیر تیمارهای تیدیازورون (۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ میکرو مولار) و تیوسولفات نقره (۰، ۵، ۱۰،۱۵ و ۲۰ میکرو مولار) بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی (میزان کلروفیل و کارتنوئیدها، فلاونوئید، فنول و آنتوسیانین کل) گل مغربی بررسی شدند. نتایج بدست آمده نشان داد تیمار تیدیازورون بر روی صفات مورفولوژیکی مانند صفات تعداد برگ، وزن گیاه، وزن ساقه، وزن ریشه، اندازه ساقه، وزن خشک کل، وزن خشک برگ و ساقه در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده است. همچنین غلظت‌های مختلف تیمار تیوسولفات نقره نیز بر برخی پارامترها مانند: وزن ریشه، اندازه ساقه، سطح، طول و عرض برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک ریشه در سطح ۱٪ تأثیر معنی‌داری داشت. نتایج داده‌های بیوشیمایی نشان داد که تیمارهای تیدیازورون و تیوسولفات نقره به ترتیب بیشترین تأثیر را بر میزان فنول و مقدار کلروفیل a داشتند. بیشترین میزان فنول کل در تیمار۲۰ میکرومولار تیدیازورون (۱٤/۹۳ میکرو گرم بر گرم وزن تازه) بدست آمد. همچنین نتایج نشان داد که در تیمار تیدیازورون با افزایش غلظت، میزان فنول کل افزایش یافته است. بیشترین میزان کلروفیل a در تیمار۲۰ میکرومولار تیوسولفات نقره (۱۰/٤۳ میلی گرم در گرم وزن تازه) مشاهده گردید. در نهایت نتایج نشان دهنده تأثیر مطلوب تیمار تیدیازورون و تیمار تیوسولفات نقره در افزایش فنول کل شده بود.

واژه‌های کلیدی: تیدیازورون، تیوسولفات نقره، صفات فیتوشیمیایی، کشت بافت، گل مغربی، فنول‌ها

مقدمه:

گل مغربی (*Oenothera spp.*) از خانواده اُناگراسه (Onagraceae) بوده که دارای ۱۲۵ گونه یکساله، دوساله و چند ساله می‌باشد. برگ‌های آن نیزه‌ای شکل و گل‌ها معطر و به رنگ سفید، زرد یا صورتی می‌باشند و همچنین گل‌ها به شکل فنجانی یا شیپوری مانند هستند (قهساره و کافی، ۱۳۸٤). گل مغربی از آمریکای شمالی منشأ گرفته است و امروزه در همه جای اروپا، آسیا، نیوزلند و استرالیا گسترش یافته است (David *et al.*, 2009). این گیاه در کنار اینکه به عنوان گل زینتی کاشته می‌شود، از لحاظ خواص دارویی نیز مهم است،

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: a_estaji@ut.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.1.4]

بطوری که برگ گیاه گل مغربی دارای ترکیبات فنولی متعددی بوده که خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند. همچنین دم کرده این گیاه برای درمان سرفه، اختلالات معده و روده، سیاه سرفه و برای کاهش درد استفاده می شود. عصاره گل مغربی دارای اسید گالیک است که فعالیت ضد سرطانی دارد (قهفرخی و همکاران، ۱۳۹۰). این گیاه به عنوان پادزهر عالی برای بیماری های پوستی، کبدی، التهابی و ... شناخته شده است (محمدی و چمنی، ۱۳۹۱). شکنندگی بذر و جوانه زنی غیر یکنواخت، کشت تجاری این گیاه را محدود کرده است، براساس تحقیقات انجام شده کاربرد تکنیک‌هایی از قبیل کشت درون شیشه‌ای، فرایند اصلاح را در این گیاه تسریع می‌کند (قاسم نژاد و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به مشکلاتی از جمله فصل رویش و مناطق خاص جغرافیایی، در معرض انقراض بودن نسل‌های گیاهی، متغیر بودن میزان مواد موثر و حساسیت به پاتوژن در کشت‌های زراعی در سطح وسیع و بسیاری مشکلات دیگر، تهیه فرآورده‌های دارویی از کشت بافت گیاهی رایج شده است (Parasad, 2004). از سوی دیگر در طبیعت سرعت تولید متابولیت‌های ثانویه کند بوده و زمان طولانی برای تولید آن لازم است، لذا میزان تولید اقتصادی نبوده و ضروری به نظر می‌رسد که برای تولید سریع و انبوه متابولیت های ثانویه و مواد دارویی گیاهی از روش کشت درون شیشه ای گیاهی استفاده گردد (Ramachandra *et al.,* 2000). افزودن برخی ترکیبات هورمونی به محیط کشت در افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه مؤثر است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۱).

تیدیازورون ماده‌ای است که اثراتی شبیه به سایتوکنین‌ها دارد. اگرچه از لحاظ شیمیایی تفاوت‌هایی با سایتوکنین‌های رایج دارد. در اصل تیدیازورون به عنوان ترکیبی با فعالیت شبه سایتوکنین دسته‌بندی می‌شود و در بسیاری از پاسخ‌ها در کشت بافت شبیه سایتوکنین‌ها است (Dalla Pellegrina *et al.,* 2005). محققین بیان کردند که تیدیازورون در کشت درون شیشه‌ای جایگزین مناسبی برای بنزیل‌آمینو پورین، زآتین و دیگر سایتوکین‌ها می‌باشد (Genkov and Iordanka, 1995) همچنین این ماده بصورت اسپری پاشی در برگ‌های گل‌های بریده مانع کاهش میزان کلروفیل می‌شود (Ferrante *et al.,* 2001).

تیوسولفات نقره نیز یکی از مهم‌ترین و شناخته شده ترین مواد شیمیایی ضد میکروبی است و اثر سمیت نقره بر دامنه وسیعی از میکروارگانیسم‌ها از مدت‌ها پیش شناخته شده است و همچنین یون نقره اثر بازدارندگی قوی بر اتیلن دارد. اخیراً از ترکیبات نقره در کشاورزی برای افزایش میزان آسکوربات، سنتز کلروفیل و میزان فیبر برگ‌ها، جلوگیری از ریزش بذر در گیاه گاوزبان و تأثیر بر متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی استفاده شده است (Rostami *et al.,* 2012). با توجه به اثرات این مواد بر رشد و فیزیولوژی رشد گیاهان، به نظر می‌رسد که یون های نقره بتوانند بر تولید متابولیت‌های ثانویه و باززایی گیاهان موثر باشند. همچنین یون‌های نقره اثر بازدارندگی قوی بر اتیلن دارند (Balestra *et al.,* 2006). یون نقره (Ag^{+}) در تیوسولفات نقره ($[Ag(S_2O_3)2^{3-}]$) با جایگزینی یون مس (cu^{+}) در گیرنده اتیلن، از تأثیر اتیلن جلوگیری می‌کند (Beyer *et al.,* 1979). Rostami و Ehsanpour (۲۰۱۰) با بررسی تأثیر تیوسولفات نقره بر میزان کلروفیل و محتوای آنتی اکسیدانتی در گیاه سیب زمینی بیان کردند که، تیوسولفات نقره سبب افزایش محتوای کلروفیل می‌شود که در بین غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میکرومولار تیوسولفات نقره غلظت ۱۰۰ میکرومولار بیشترین افزایش را در محتوای کلروفیلی گیاه داشته است. با توجه به اهمیت متابولیت‌های ثانویه در گل مغربی و نقش عوامل محرک در افزایش این متابولیت‌ها در این تحقیق تأثیر غلظت‌های مختلف تیدیازورون و تیوسولفات نقره بر پارامترهای فیتوشیمیایی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش تأثیر غلظت‌های مختلف تیمار تیدیازورون و تیوسولفات نقره بر ویژگی‌های فیتوشیمیایی گل مغربی در آزمایشگاه کشت بافت گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی مورد بررسی قرار گرفت. بعد از تهیه بذرهای گل مغربی، بذرها استریل شدند. برای این

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.1.4]

منظور بذرها در داخل بشر حاوی توری قرار داده شدند و همراه با چند قطره مایع ظرف‌شویی به مدت ۲۰ دقیقه زیر آب جاری قرار گرفت. سپس جهت از بین بردن آلودگی‌های میکروارگانیسمی (قارچ‌ها و باکتری‌ها) و ضدعفونی سطحی از هیپوکلرید سدیم ۳٪ به مدت ۱۵ دقیقه استفاده شد. کشت بذرها در زیر هود لامینار و در شرایط کاملاً استریل درون لوله های آزمایش استریل حاوی محیط کشت MS به همراه غلظت‌های مختلف تیدیازورون (۰، ۵، ۱۵، ۱۰ و ۲۰ میکرو مولار) و تیوسولفات نقره (۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ میکرو مولار) صورت گرفت. برای هر نمونه سه تکرار وجود داشت و داخل هر لوله آزمایش نیز سه بذر قرار گرفته بود. پس از استقرار ریزنمونه‌ها در محیط کشت، ریزنمونه‌ها در یک اتاقک رشد با ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی در روز با شدت نور ۲۰۰۰ لوکس و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از انتقال ریزنمونه‌های کشت شده به اتاقک رشد و ژرمیناتور، کنترل روزانه به منظور بررسی تغییرات در رشد و نمو نمونه‌ها و همچنین حذف کشت‌های آلوده انجام گرفت. پس از حدود ٤٠ روز از رشد بذرها و رسیدن برگ‌های نمونه‌های گیاهی به انتهای لوله کشت، نمونه‌برداری صورت گرفت. در نهایت شاخص‌های مورفولوژیکی مانند وزن تر گیاه، ساقه، برگ و ریشه (با ترازوی دیجیتال) سطح برگ (با دستگاه سطح سنج مدل Bioscientific Ltd Area meter AM 300) اندازه ساقه و کل گیاه (با خط‌کش میلی‌متری) و وزن خشک ساقه، ریشه و برگ (خشک شدن به مدت ٤٨ ساعت درآون با دمای ٤٧ درجه سانتی‌گراد) و پارامترهای فیتوشیمیایی از جمله میزان کلروفیل‌ها، کارتنوئیدها (Lichtenthder, 1987) ، فلاونوئیدها (Krizek *et al.*, 1998)، فنول (Singleton and Rossi, 1965) و آنتوسیانین (Wagner, 1979) اندازه‌گیری شدند.آزمایش در قابل طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام شد. پس از جمع آوری داده‌ها، نرمال سازی داده‌ها به روش جذری صورت گرفت. تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

تأثیر تیدیازورن بر ویژگی‌های مورفولوژیکی: با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌های مورفولوژیکی (جدول ۱)، صفات تعداد برگ، وزن گیاه، وزن ساقه، وزن ریشه، وزن خشک کل، وزن خشک برگ در سطح ۱٪ و همچنین صفات وزن خشک و اندازه ساقه، وزن خشک ریشه و وزن برگ نیز در سطح ۵٪ معنی‌دار بوده است. با توجه به نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲)، در بیشتر غلظت‌ها تیمار شاهد مقادیری بالاتری داشت. همچنین بعد از تیمار شاهد تیمار تیدیازورون ۵ میلی‌گرم در لیتر نیز در صفات وزن گیاه، وزن برگ، وزن ریشه، اندازه ریشه، سطح، عرض و تعداد برگ، وزن خشک کل، برگ، ساقه و ریشه دارای مقادیر بالایی بود. Huetteman و همکاران (۱۹۹۳) بیان کردند که تیدیازورون در غلظت‌های بالا (۱۰-۱ میکرومولار) سبب تشکیل کالوس زیاد و جلوگیری از رشد شاخه می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت (شکل ۱). بطوری که مشاهده شد تیمارهای تیدیازورون نیز سبب کاهش رشد ساقه‌ها گردیده بود. Fasolo و همکاران (۱۹۸۹) بیان کردند که برای رفع مشکل جلوگیری از طویل شدن شاخساره در محیط کشت حاوی تیدیازورون می‌توان نمونه‌ها را واکشت نمود و به محیط کشت جدید و با تعادل هورمونی متفاوت منتقل کرد. همچنین آنها غلظت بالای تیدیازورون (۵۰ میکرومولار) را مانع شاخه‌زایی ریزنمونه‌های سیب بیان کردند. در پژوهش ذکر شده شاخه‌هایی که با تحریک تیدیازورون تولید شده بودند، شاخه هایی متراکم و با میانگره‌های کوتاه بودند که این عادت رشدی حتی بعد از چند مرحله واکشت هنوز باقی مانده بود. این نتایج با مشاهدات ما نیز مطابقت داشت. همچنین Victório و همکاران (۲۰۱۲) با مقایسه تیمارهای BAP و تیدیازورون بر رشد شاخساره در کشت درون شیشه‌ای گل همیشه بهار (*Calendula officinalis*) بیان کردند که BAP تأثیر مطلوب‌تری نسبت تیدیازورون بر رشد شاخه‌ها داشته و تیدیازورون مانع طویل شدن شاخه‌ها و رشد ریشه‌ها شده بود. همچنین گزارش شده است که تبدیل شاخه‌های القا شده به گیاه کامل توسط

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.1.4]

جدول ۱- تجزیه واریانس تاثیر غلظت‌های مختلف تیمار تیدیازورون بر شاخص‌های مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده

		میانگین مربعات						
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن گیاه	وزن ساقه	وزن برگ	وزن ریشه	اندازه ساقه	سطح برگ	عرض برگ
تیمار		۰/۰۱۳**	۰/۰۰٦**	۰/۰۰۰۵*	۰/۰۱**	٦/۱*	٤/۷	۰/۰۵
خطا	۱۰	۰/۰۰۱	۰	۰	۰	۰/۳۱۷	۱/۵۲	۰/۱۲
کل	۱٤							
ضریب تغییرات (٪)		۲۷	۳	۱۳	۲۹	۱۷	۲٤	۱٤
	درجه آزادی	طول برگ	تعداد برگ	اندازه کل	وزن خشک کل	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه
تیمار	٤	۱/۱۰	۰/۵۹**	۵/۲	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۲*	۰/۰٤۷*
خطا	۱۰	۰/٤۱	۰/۰٦	۲/۱۳	۰	۰	۰	۰/۰۳۷
کل	۱٤							
ضریب تغییرات (٪)		۱۷	۱۷	۱۷	۱۹	۲۱	۱۸	۱۷

**و *: نشان دهنده معنی‌داری در سطح ۱٪ و ۵٪ می‌باشد.

جدول۲- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی گل مغربی در تیمار با غلظت‌های مختلف تیدیازورون در شرایط درون شیشه‌ای

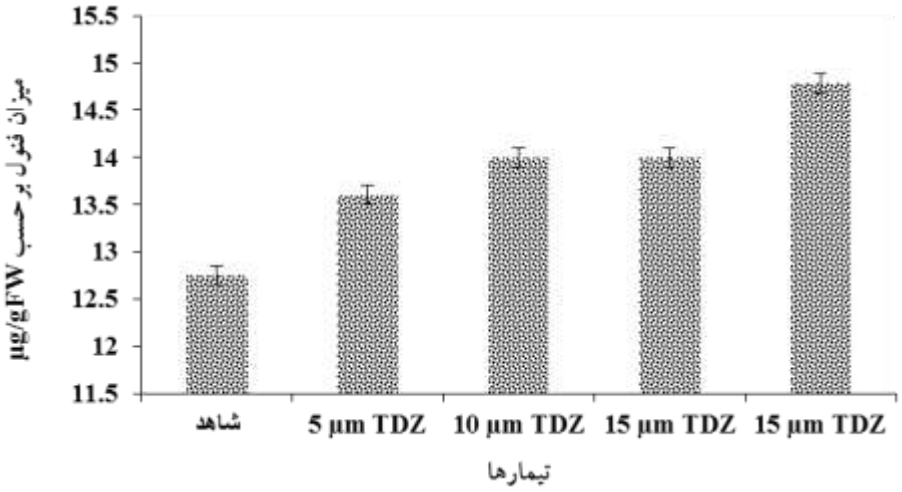
تیمارها	وزن گیاه	وزن ساقه	وزن برگ	وزن ریشه	اندازه ساقه	اندازه ریشه	عرض برگ	سطح برگ
	(g)				(mm)			(mm^2)
شاهد	۰/٤۰ a	۰/۲۳a	۰/۰٦b	۰/۲٤a	۹/۹۳ a	۷/۵۲ a	۲/۲۷a	a۸/۳
TDZ 5 µm	۰/۳۳b	۰/۱٦b	۰/۰۹a	۰/۱۸b	٦/٦۲ b	٦/۳۵ ab	۲/۳۳a	۵/٦ b
TDZ 10 µm	۰/۲۹ bc	۰/۱٦b	۰/۰٦b	۰/۱۳c	۷/۵۷ c	٦/۱۰ ab	۲/۱۲a	٦/۵ ab
TDZ 15 µm	۰/۲٤ c	۰/۱۱b	۰/۰۷b	۰/۱۱c	٦/۸٤ c	۷/۵۰ a	۲/۰۱a	۵/۳ b
TDZ 20 µm	۰/۲۵c	۰/۱۱b	۰/۷۵b	۰/۱۱c	۸/۹۸ b	۵/۱۹ b	۲/۳۱a	۵/۵ a
	طول برگ	تعداد برگ	اندازه کل	وزن خشک کل	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	
	(mm)			(g)				
شاهد	۵/۵۳ a	۳/۲a	۱۲/۷۱ a	۰/۲۰a	۰/۰۲٤ c	۰/۱۳۱ a	۰/۱۲۱ a	
TDZ 5 µm	٤/۰٤ b	۲/٤٤b	۹/۱۸ b	۰/۱۷۷b	۰/۰۵٦ a	۰/۱۰۸ ab	۰/۳٤٦ a	
TDZ 10 µm	٤/۳٦ ab	۳/۰a	۹/۷۲ b	۰/۱۵۵c	۰/۰۳٤ b	۰/۱۰۲ ab	۰/۰۵۰ a	
TDZ 15 µm	٤/۱۵ b	۲/۵b	۱۰/۲۲ab	۰/۱۱۲d	۰/۰۳٦ b	۰/۰۵۹ c	۰/۰۵۹ a	
TDZ 20 µm	٤/۲۷ b	۲/۱b	۸/۸۸ b	۰/۱۵۹bc	۰/۰۵۱ b	۰/۰۸۰ bc	۰/۰٦۷ a	

میانگین‌هایی با حروف مشترک در یک ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

تیدیازورون با مشکلاتی از قبیل طویل شدن ضعیف شاخه و ریشه‌زایی ناکافی همراه است (Lu, 1993)، نتایج تحقیق ما نیز

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.1.4]



شکل ۲- تأثیر غلظت‌های مختلف تیمار تیدیازورون بر میزان فنول (میکروگرم در گرم وزن تازه) در برگ‌های گیاه گل مغربی

نشان داد که تیمار تیدیازورون تأثیر منفی بر رشد ریشه‌ها داشته است بطوری که وزن ریشه‌ها در تیمار شاهد ۰/۲٤ گرم و در تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر تیدیازورون ۰/۱۱ گرم بوده است. همچنین در تحقیقاتی دیگر بیان شده است که تیدیازورون از تشکیل و رشد ریشه‌های جانبی در شرایط کشت بافت گیاه خرزهره (*Rhododendron*) (Preece and Imel, 1991) و انگور موسکادین (*Vitis rotundifolia*) (Gray and Benton, 1991) جلوگیری می‌کند. هر چند در موارد دیگر بیان شده که تیدیازورون تأثیر منفی بر روی رشد و ریشه‌زایی در شرایط کشت بافت ندارد (Yusnita *et al.*, 1990). Youmbi و همکاران (۲۰۰٦) بیان کردند تأثیر تیدیازورون مرتبط با نوع گونه‌ی گیاهی یا رقم و غلظت متفاوت است. بطور کلی نتایج نشان داد که تیمار تیدیازورون تأثیر مثبتی بر ویژگی‌های ظاهری گل مغربی نداشته است.

تأثیر تیوسولفات نقره بر ویژگی‌های مورفولوژیکی: نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد که غلظت‌های مختلف تیوسولفات نقره بر برخی پارامترها مانند: وزن ریشه، اندازه ساقه، سطح و طول برگ، وزن خشک ساقه و وزن خشک ریشه در سطح ۱٪ و عرض برگ در سطح ۵٪ تأثیر معنی‌داری داشته است. همچنین با توجه به نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ٤) در صفات وزن گیاه، وزن ساقه، وزن برگ، وزن خشک برگ و وزن خشک کل گیاه بین تیمارهای مختلف و شاهد اختلاف معنی داری وجود ندارد. ولی در صفات وزن ریشه (۰/۱۱۵ گرم)، سطح برگ (۵/۳ میلی متر)، عرض برگ (۲/۰۱ میلی متر)، طول برگ (٤/۱۵ میلی متر) تعداد برگ (۲/۵ عدد) و وزن خشک ریشه (۰/۰۵۹ گرم) تیمار ۱۵ میلی گرم در لیتر تیوسولفات نقره بیشترین مقادیر را دارا بوده است. یون نقره وقتی بصورت تیوسولفات نقره ($Ag(S_2O_3)_2^{-3}$) استفاده می‌شود خیلی سریعتر منتقل می‌شود و سمیت کمتری هم نسبت به نیترات نقره ($AgNO_3$) برای بافت دارد (Van &Bovy, 1995). Mollers و همکاران (۱۹۹۲)، با بررسی تأثیر تیوسولفات نقره بر کشت پروتوپلاست سیب-زمینی بیان کردند که تیمار تیوسولفات نقره در گیاهان کشت شده سبب افزایش تعداد و وزن برگ‌ها شد، که البته این افزایش در ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بوده است، ولی حدود دو برابر تعداد برگ‌ها را افزایش داده بود. هرچند در برخی ژنوتیپ‌ها اثر سمی تیوسولفات نقره سبب کاهش ارتفاع گیاه و افزایش میزان آنتوسیانین‌ها شد. همچنین تیوسولفات نقره باززایی شاخساره از کالوس را افزایش داده بود و با افزایش غلظت تیوسولفات میزان باززایی نیز بیشتر شده بود. Perl و همکاران (۱۹۸۸) بیان کردند که تعداد و ارتفاع شاخه‌ها را در محیط کشت حاوی دو میلی‌گرم در لیتر تیوسولفات نقره

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.1.4]

جدول ۳- تجزیه واریانس تاثیر غلظت‌های مختلف تیمار تیوسولفات نقره بر شاخص‌های مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده

		میانگین مربعات					
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن گیاه	وزن ساقه	وزن برگ	وزن ریشه	اندازه ساقه	سطح برگ	عرض برگ
تیمار	٤	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۳**	۲/٤٤**	۳۳/۲۵**	۰/۳۸۱*
خطا	۱۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰	۰	۰/۳٤	۲/۹۷	۰/۰۹۱
کل	۱٤							
ضریب تغییرات (٪)		۱۲	۱۱	۱۲	۲۹	۲۲	۲۷	۱۵

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول برگ	تعداد برگ	اندازه کل	وزن خشک کل	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه
تیمار	٤	٤/٦۸**	۰/٤۱*	۰/۰۰۱	۰/۰۰٤	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳**	٤/٦۸**
خطا	۱۰	۰/۷۲	۰/۰۹۱	۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۷۲
کل	۱٤							
ضریب تغییرات (٪)		۲۷	۱۲	۹	۳۲	۱۸	۲۰	۲۷

****و *: نشان دهنده معنی داری در سطح ۱٪ و ۵٪ می باشد**

جدول٤- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی گل مغربی در تیمار با غلظت‌های مختلف تیوسولفات نقره در شرایط درون شیشه‌ای

تیمارها	وزن گیاه	وزن ساقه	وزن برگ	وزن ریشه	اندازه ساقه	اندازه ریشه	سطح برگ
	(g)				(mm)		(mm^2)
شاهد	۰/٤۷۵ ^{a}	۰/۲۰۰ ^{ab}	۰/۰۱۰۰ ^{a}	۰/۰٤۹ ^{c}	۷/۱۷ ^{c}	۹/۰۱ ^{c}	۲/۳ ^{c}
STS 5 µm	۰/۵۲٤ ^{a}	۰/۲٤٦ ^{a}	۰/۰۱۰۵ ^{a}	۰/۰۷۲ ^{b}	۸/٤۵ ^{b}	۱۰/٤۹ ^{bc}	۲/۵۲ ^{bc}
STS 10 µm	۰/٤٦۹ ^{a}	۰/۲٤۳ ^{a}	۰/۰۱۰۷ ^{a}	۰/۰۳۵ ^{c}	۸/۷٤ ^{ab}	۱۱/۱۸ ^{bc}	۲/٤۵ ^{bc}
STS 15 µm	۰/۵٦۹ ^{a}	۰/۱۷۵ ^{b}	۰/۰۱۱٦ ^{a}	۰/۱۱۵ ^{a}	۹/٦۹ ^{a}	۱۷/٤٦ ^{a}	۳/۱۵ ^{a}
STS 20 µm	۰/٤۸۳ a	۰/۲٤۰ a	۰/۰۱۰۲a	۰/۰۵٤ bc	۸/٤۹ b	۱۳/۸٦ b	۲/۹۲ ab

	عرض برگ	طول برگ	تعداد برگ	وزن خشک کل	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه
	(mm)			(g)			
شاهد	۲/۳ ^{c}	۳/۸۵ ^{b}	۳/۱۰ ^{b}	۰/۲٤۲ ^{a}	۰/۱٦۸ ^{a}	۰/۱۳٦ ^{b}	۰/۱۳۹ ^{b}
TDZ 5 µm	۲/۵۲ ^{bc}	٤/۲۳ ^{b}	۳/٦۹ ^{ab}	۰/۲۵۷ ^{a}	۰/۰۵۱ ^{b}	۰/۲۰۸ ^{a}	۰/۱٤۱ ^{b}
TDZ 10 µm	۲/٤۵ ^{bc}	٤/۹٤ ^{b}	۳/۲۵ ^{b}	۰/۲٤۵ ^{a}	۰/۰۵۸ ^{b}	۰/۲۰۳ ^{a}	۰/۱۲۵ ^{b}
TDZ 15 µm	۳/۱۵ ^{a}	۷/۰۸ ^{a}	٤ ^{a}	۰/۲٦۲ ^{a}	۰/۰٦۰ ^{b}	۰/۱۵۸ ^{b}	۰/۱۹۱ ^{a}
TDZ 20 µm	۲/۹۲ ^{ab}	۵ ^{b}	۳/۰٦^{b}	۰/۲٤۷ ^{a}	۰/۰۵۵ ^{b}	۰/۲۰۲ ^{a}	۰/۱۲۸ ^{b}

میانگین‌هایی با حروف مشترک در یک ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

افزایش یافته بود، که نتایج بدست آمده از این تحقیق هم نشان می‌دهد که تیمار تیوسولفات نقره بر روی پارامترهای مورفولوژیکی گیاه بویژه صفات مربوط به برگ تأثیر معنی‌داری داشته است و سبب افزایش سطح، تعداد، طول و عرض برگ (شکل ۱) در گیاه گل مغربی شده است. احسان پور و حسن زاده (۲۰۰۰) بیان کردند که اتیلن سبب کاهش سطح برگ، وزن

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.1.4]

خشک و افزایش تشکیل ریشه در شرایط درون شیشه‌ای می‌شود و از طرفی تیوسولفات نقره به عنوان بازدارنده عمل اتیلن، افزایش دهنده تقسیم سلولی و موثر بر سنتز جیبرلین، سبب افزایش سطح برگ، وزن خشک و کلروفیل کل در گیاه سیب زمینی در شرایط دورن شیشه‌ای شده بود که این با نتایج بدست آمده از تحقیق ما مطابقت دارد. Panathula و همکاران (۲۰۱٤) با بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف تیوسولفات نقره بر باززایی درون شیشه‌ای گیاه آب قاشق (*Centella asiatica*) بیان کردند که تیوسولفات نقره تأثیر مثبتی بر باززایی شاخساره‌ها و افزایش طول شاخه‌ها داشته است که این بویژه در غلظت‌های پایین مشهودتر بوده است. آنها بیان کردند اتیلن در طی تقسیم و طویل شدن سلولی در شرایط دورن شیشه‌ای تولید می‌شود و از ریخت‌زایی شاخساره و تشکیل شاخه جلوگیری می‌کند، که به این ترتیب تأثیر منفی بر رشد شاخساره دارد و در مقابل استفاده از یون‌های نقره به عنوان بازدارنده عمل اتیلن در طی تقسیم سلولی سبب افزایش باززایی شاخساره و رشد آنها می‌شوند. در پژوهش ما نیز مشاهده شد که استفاده از تیوسولفات نقره سبب افزایش اندازه ساقه شده بود و این پارامتر در سطح ۱٪ معنی دار شده بود.

تأثیر تیدیازورن بر پارامترهای بیوشیمیایی: با توجه نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد که غلظت‌های مختلف تیدیازورون بر برخی پارامترها مانند شدت جذب فلاونوئیدها، کلروفیل a، b و کلروفیل کل، کارتنوئیدها، فنول و آنتوسیانین معنی‌دار بوده است. استفاده از سایتوکینین‌های فنیل اوره آ (تیدیازورون) سبب افزایش نسبت کلروفیل a و b می‌شود (Genkov*et al.,* 1997) که با نتایج این تحقیق نیز مطابقت داشت. نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ٦) نشان داد تیمار تیدیازورون سبب افزایش غلظت آنتوسیانین‌ها شده است که در این بین تیمار تیدیازورون ۱۰ میکرومولار بیشترین میزان آنتوسیانین را دارا بوده است. مقدار فنول‌ها نیر تحت تأثیر تیمار تیدیازورون قرار گرفته و تفاوت این پارامتر بین غلظت‌های بکار رفته نیز در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده است. با توجه به نتایج، بیشترین میزان فنول در تیمار ۲۰ میکرومولار تیدیازورون با مقدار ۱٤/۹۳ میکروگرم بر گرم وزن تازه بوده است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که با افزایش میزان غلظت تیدیازورون، میزان فنول‌ها نیز افزایش نشان داده است، بطوری که تیمار شاهد با مقدار ۱۲/۷٤ میکروگرم بر گرم وزن تازه کمترین میزان فنول را دارا بوده است (شکل ۲). فنل‌های گیاهی بدلیل ویژگی‌های آنتی اکسیدانی بسیار مورد توجه می‌باشند (Pattanayak *et al.,* 2011). بطوری که برگ گیاه گل مغربی دارای ترکیبات فنولی متعددی بوده که خاصیت آنتی اکسیدانی دارند. فنل‌ها بطور وسیعی در سلسله گیاهی توزیع شده اند و فراوانترین متابولیت ثانویه در گیاهان می‌باشند (محمدی و چمنی، ۱۳۹۱). تیمار تیدیازرون بر سایر پارامترها همانند میزان کارتنوئید، آنتوسیانین، فلاونوئیدها در طول موج‌های ۳۰۰ و ۳۳۰ بی‌تأثیر بوده است. تیدیازورون ماده‌ای است که اثراتی شبیه به سایتوکنین نشان داده است و سایتوکنین‌ها سبب تحریک تولید متابولیت‌های ثانویه می‌شوند (Gupta *et al.,* 2011). براساس مطالعات صورت گرفته تیدیازورون می تواند بیوسنتز و یا متابولیسم سایتوکنین‌های درون‌زا را تنظیم کند (Mok *et al.,* 2000). Sakakibara و همکاران (۲۰۰٦) گزارش دادند که بیان ژن‌های درگیر در مسیر متابولیت‌های ثانویه مانند مسیر شیکیمات و فلاونوئید می‌تواند توسط نیترات متوقف می‌شود، در حالی که انتقال برخی عناصر ماکرو مانند نیترات، آمونیوم، سولفات و فسفات می‌تواند بطور معنی‌داری توسط سایتوکنین‌ها جلوگیری شود. این تأثیر سایتوکنین‌ها می‌تواند سبب تحریک تولید متابولیت‌های ثانویه شود (Wade *et al.,* 2003). بنابراین تیدیازورون می‌تواند با جلوگیری از انتقال نیترات از طریق تحریک بیوسنتز و یا متابولیسم درونی سایتوکنین‌ها، سبب تحریک تولید متابولیت‌های ثانویه شود (Sakakibara *et al.,* 2006).

تیوسولفات نقره: همانطور که در جدول تجزیه واریانس (جدول ۷) مشاهده می‌شود، غلظت‌های مختلف تیوسولفات نقره بر برخی پارامترهایی مانند مقدارفلاونوئیدها، کلروفیل a، b و کلروفیل کل، کارتنوئیدها، فنول و آنتوسیانین معنی‌دار بوده است. همچنین مطابق جدول ۸، میزان کلروفیل a در تیمار

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.1.4]

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات فیتوشیمایی گل مغربی در تیمار با غلظت‌های مختلف تیدیازورون در شرایط درون شیشه‌ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		فلاونوئید ۲۷۰	فلاونوئید ۳۰۰	فلاونوئید ۳۳۰	کلروفیل b	کلروفیل a
تیمار	٤	۰/۰۰۱*	۰/۰۱۳**	۰/۰۰۱**	۲۲/۵۲**	۳٦/۸۲ **
خطا	۱۰	۰	۰/۰۰۱	۰	۲/۰۱	۱/۱۸
کل	۱٤					
ضریب تغییرات (٪)		۱۳	۱٦	۱۲	۲٤	۲٦

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل کل	نسبت کلروفیل a/b	کارتنوئید	فنول	آنتوسیانین
تیمار	٤	٥٤/۷۰ *	۰/۳٦۲	۰/۲۲۸*	۱/۸۵ **	۰/۰۰۰٤*
خطا	۱۰	۱/۷۹	۰/۱۳۰	۰/۱۳۰	۰/۷۱۹	۰
کل	۱٤					
ضریب تغییرات (٪)		۲۸	۲۵	۲٦	۷	۱٦

****و *: نشان دهنده معنی داری در سطح ۱٪ و ۵٪ می باشد**

جدول ٦- مقایسه میانگین صفات فیتوشیمایی گل مغربی در تیمار با غلظت‌های مختلف تیدیازورون در شرایط درون شیشه‌ای

تیمارها	میانگین مربعات				
تیمارها	فلاونوئید ۲۷۰	فلاونوئید ۳۰۰	فلاونوئید ۳۳۰	کلروفیل b	کلروفیل a
	(nm)			mg/gFW	
شاهد	۰/۱۰٤ b	۰/۳۰۲ c	۰/۱۰٦ b	۱۲/٤۱ c	۱۸/۱۵ a
TDZ 5 µm	۰/۱۲٤ ab	۰/۳۳۳ c	۰/۱۱٤ b	٦/۸۷ c	۸/۹۰ c
TDZ 10 µm	۰/۱۳۹ a	۰/۳۸۵ b	۰/۱۳۹ a	۷/۳۷ a	۱۲/۲۱ b
TDZ 15 µm	۰/۱۳۷ a	۰/۳۹٦ b	۰/۱۳٤ a	۵/٦۹ ab	۱۲/٤۸ b
	کلروفیل کل	نسبت کلروفیل a/b	کارتنوئید	فنول	آنتوسیانین
	µg/gFW				µmol/gFW
شاهد	۲۲/۰۲ a	۱/۲۸ b	۱/۳٦ a	۱۲/۷٤ b	۰/۰۲۲ c
TDZ 5 µm	۱۱/۲۹ c	۱/۳۲ b	۰/٦۱۵ c	۱۳/۸۲ ab	۰/۰۲۳ c
TDZ 10 µm	۱٤/۲۷ b	۱/٤۸ ab	۱/۰٤۸ b	۱٤/۰۷ ab	۰/۰۳۲ a
TDZ 15 µm	۱۳/۷۲ bc	۲/۲۱ a	۱/۰٤ b	۱٤/۱۲ ab	۰/۰۲۵ bc
TDZ 20 µm	۱۲/۱۵ bc	۱/۸٦ ab	۰/۸٦۰ b	۱٤/۹۳ a	۰/۰۲۸ ab

میانگین‌هایی با حروف مشترک در یک ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

شاهد ۱۸/۱۵ و در تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر تیوسولفات نقره ۱۰/٤۸میلی‌گرم در گرم وزن تازه بوده است که نشان از افزایش میزان کلروفیل a با افزایش مقدار تیوسولفات نقره دارد. همچنین میزان کلروفیل b و کلروفیل کل نیز با افزایش غلظت تیمار مربوطه روند افزایشی را نشان داده است. بیوسنتز و شکست کلروفیل در گیاهان دارای مسیر پیچیده ای است که تحت تأثیر فاکتورهای مختلفی است ولی بیان شده که اتیلن تأثیر منفی بر این فرآیند دارد (Jona *et al.*, 1997). یون‌های

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.1.4]

جدول ۷- تجزیه واریانس صفات فیتوشیمیایی گل مغربی در شرایط کشت بافت و تیمار تیوسولفات نقره

		میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	فلاونوئید ۲۷۰	فلاونوئید ۳۰۰	فلاونوئید ۳۳۰	کلروفیل b	کلروفیل a
تیمار	٤	۰/۰۰٦**	۰/۱۰٦**	۰/۰۰٦**	۱/۱۱	۱/۰٦**
خطا	۱۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۵٦	۰/۱٤۰
کل	۱٤					
ضریب تغییرات (٪)		۱٤	۱۷	۱۲	۸/٦	٦/٤
منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل کل	نسبت کلروفیلa/b	کارتنوئید	فنول	آنتوسیانین
تیمار	٤	۲/۰٤ *	۰/۲۷۲*	۰/۳۲٤	۱/٦۷	۰/۰۰۰٤
خطا	۱۰	۰/٤۹	۰/۰٤۵	۰/۲۲۳	۲/٦۱	۰
کل	۱٤					
ضریب تغییرات (٪)		٦/۹	۲۵	۲٦	۱۱	۱۲

****و *: نشان دهنده معنی داری در سطح ۱٪ و ۵٪ می باشد**

جدول ۸- مقایسه میانگین صفات فیتوشیمیایی گل مغربی در شرایط کشت بافت و تیمار تیوسولفات نقره

	میانگین مربعات				
تیمارها	فلاونوئید ۲۷۰	فلاونوئید ۳۰۰	فلاونوئید ۳۳۰	کلروفیل b	کلروفیل a
	(nm)		mg/gFW		
شاهد	۰/۲۹ b	۰/۸٦ c	۰/۳۰٤ b	۸/۹۰ c	۹/۰۹ c
STS 5 µm	۰/۳۵ ab	۰/۹٤ c	۰/۳۲٦ b	۹/٦۵ b	۹/٤۱ bc
STS 10 µm	۰/۳۹ a	۱/۰۹ b	۰/۳۹۷ a	۱۰/٤۲ ab	۱۰/۳۹ a
STS 15 µm	۰/۳۹ a	۱/۱۲ b	/۳۸۲ a	۱۰/۳۱ a	۱۰/۰۲ ab
	کلروفیل کل	نسبت کلروفیلa/b	کارتنوئید	فنول	آنتوسیانین
	mg/gFW		µg/gFW	µmol/gFW	
شاهد	۱۲/۷۳ c	۱/۱۷ a	۱/۸۳ a	۱۲/٤٤ a	۰/۰۱۳ a
STS 5 µm	۱۳/٤۸ ab	۱/۱۵ a	۱/۱۱ ab	۱۲/۹۸ a	۰/۰۱۱ a
STS 10 µm	۱٤/۷۲ a	۰/۹۳ b	۱/۲۵ ab	۱۳/۳۱ a	۰/۰۱۱ a
STS 15 µm	۱٤/۳۸ a	۰/۹۵ b	۱/۰۰ b	۱٤/۰۲ a	۰/۰۱۲ a
TDZ 20 µm	۱٤/٤٤ a	۱/۲٤ a	۱/۱۵ ab	۱٤/۲٦ a	۰/۰۱۱ a

میانگین‌هایی با حروف مشترک در یک ستون از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

نقره سبب جلوگیری از تولید اتیلن می‌شود و از تجزیه کلروفیل جلوگیری می‌کند (Balestra *et al.*, 2006). یون‌های نقره موجود در تیوسولفات نقره به گیرنده‌های اتیلن متصل و مانع فعالیت و عمل آن می‌شود (Macnish *et al.*, 2004). همچنین یون نقره فرآیندهایی نظیر پیری و تجزیه کلروفیل‌ها را متوقف می‌کند (Ichimura *et al.*, 2008). برای مثال Jakob-Will و همکاران (۱۹۹۹) بیان کردند که اتیلن بیان ژن های کلروفیلاز را القا می‌کند، اما جلوگیری از تأثیر اتیلن توسط

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.1.4]

تیوسولفات نقره محتوای کلروفیلی را افزایش می‌دهد (Ehsanpour and Jones, 2001). همچنین استفاده از غلظت بالای تیوسولفات نقره سبب کاهش برگ‌های سبز می‌شود (Gallo *et al.*, 2010). شواهد نشان می‌دهد که در شرایط درون شیشه‌ای تولید اتیلن درون شیشه‌های دربسته صورت می‌گیرد (Chi *et al.*, 1991)، این اتیلن بر رشد و نمو گیاه تأثیر منفی دارد و می‌تواند رشد گیاه را با مشکل مواجه کند بویژه بر محتوای کلروفیلی گیاه تأثیر بیشتری دارد (Pua and Chi, 1993) همچنین تأثیر اتیلن بر پیشرفت پیری در گیاه مشخص شده است (Jona *et al.*, 1997) از دیگر نظر، اتیلن بیان ژن‌های کلروفیلاز را افزایش می‌دهد و سبب کاهش میزان کلروفیل a و b می‌گردد. همچنین تیوسولفات نقره با کاهش میزان تنفس در گیاه مانع از دست رفتن کربوهیدرات در گیاه می‌شود (Son *et al.*, 2003) با توجه به این یافته‌ها بیان شده است که بازدارنده-های تولید اتیلن از جمله یون نقره مانع عمل اتیلن می‌شوند که می‌تواند سبب افزایش محتوای کلروفیلی گیاه گردد. کمپلکس آنیونی تیوسولفات نقره یکی از مهار کننده‌های فعالیت اتیلن است که یون نقره را در ساختار خود دارد و استفاده از آن در غلظت‌های مناسب در محیط کشت سبب بهبود رشد و نمو گیاه و عدم ظهور اثرات زیان‌بار و ناهنجاری‌های ناشی از تجمع اتیلن می‌گردد (Sarkar *et al.*, 2002). که این یافته‌ها با نتایج ما نیز مطابقت داشت و نتایج نشان داد که تیوسولفات نقره سبب جلوگیری از تجزیه کلروفیل شده است

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که تیمارهای تیدیازورون و تیوسولفات نقره بر روی صفات مورفولوژیکی تأثیرگذار بوده است، هر چند که این تأثیر بویژه در تیمار تیدیازورون بصورت کاهش بوده است و در تیمار تیوسولفات نقره نیز تیمارها در حد ارزش شاهد بودند. ولی در مورد پارامترهای بیوشیمیایی نتایج متفاوتی بدست آمد بطوری که، تیمار تیدیازورون سبب افزایش پارامترهای فیتوشیمایی همانند: شدت جذب فلاونوئیدها، میزان آنتوسیانین‌ها و میزان فنول شده بود. تیمار تیوسولفات نقره نیز سبب افزایش تمام پارامترهای بیوشیمایی شده است. و همچنین مقدار کلروفیل b،a و کلروفیل کل، میزان جذب فلاونوئیدها و میزان کارتنوئیدها، آنتوسیانین و فنول در سطح معنی‌دار بوده است. نتایج کلی حاکی از آن است که این تیمارهای هورمونی در مورد رشد ظاهری گیاه تأثیر مناسبی نداشته‌اند ولی با تأثیر مثبت بر پارامترهای بیوشمیایی سبب افزایش ارزش دارویی گیاه خواهند شد.

منابع

قهساره، م. و کافی، م. (۱۳۸٤). گلکاری علمی و عملی. انتشارات گلبن، ص ٦٤

قهفرخی، م.، مهران اعلمی.، عربشاهی دلویی، س. و صادقی ماهونک، ع. ۱۳۹۰، ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره برگ گل مغربی (*Oenothera biennis*) و تأثیر آن بر پایداری اکسیداتیو روغن سویا، بیستمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، تهران، دانشگاه صنعتی شریف.

کریمیانی، ز.، باقری، ع.، جعفرخانی کرمانی، م. و داوری نژاد ، غ. (۱۳۸۹). بررسی اثر غلظت های متفاوت تیدیازورون و کینتین بر باززایی و پرآوری ژربرا (*Gerbera jamesonii*) رقم رداکسپلوژن. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲٤ ، شماره ۲، ، ص. ۱۷٤-۱۷۰ .

محمدی، ر. و چمنی، ا. (۱۳۹۱). تولید متابولیت‌های ثانویه گیاه گل مغربی تحت شرایط درون شیشه‌ای، پایان‌نامه. وزارت علوم، تحقیقات و فناوری – دانشگاه محقق اردبیلی – دانشکده کشاورزی.

Balestra, G.M. Agostini, R. Bellicontro, A. Mencarelli, F. and Varvaro, L . (2005) Bacterial populations related to gerbera *Gerbera jamesonii* L. stem break. Phytopathologcal Medit erranean 44: 291-299.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.1.4]

Dalla Pellegrina, C. Padovani, G. Mainente, F. Zoccatelli, G. Bissoli, G. Mosconi, S. Veneri, G. Peruffo, A. Andrighetto, G. Rizzi, C. and Chignola, R. (2005) Anti-tumour potential of a gallic acidcontaining phenolic fraction from *Oenothera biennis*. Cancer Letters 226, 17-25.

David, G. Nita, S. and Borcean, A. (2009) *Oenothera biennis* L. In south- western banat. Research Journal of Agricultural Science 41 (2):234-245.

Dennis, J. Gray, C. and Benton, M. (1991). In vitro micropropagation and plant establishment of muscadine grape cultivars (*Vitis rotundifolia*).Plant Cell Tissue and Organ Culture 27(1):7-14.

Ehsanpour A. A. and Hasan zadeh M. (2000). Effect of silver thiosulfate (STS) on growth and development of potato in invitro culture. Journal of science 13 (2): 13 -27.

Fasolo, F. Zimmerman, R. H. and Fordham, I. (1089). Adventitious shoot formation on excised leaves of in vitro grown shoots of apple cultivars. Plant Cell Tissue Organ Culture 16:75 -87; 1989.

Ferrante A. Donald A. Hunter B. Wesley P. Hackett B. and Michael S. (2001) Thidiazuron—a potent inhibitor of leaf senescence in *Alstroemeria*. Postharvest Biology and Technology 25: 333–338.

Genkov, T. and Iordanka, I. (1995) Effect of cytokinin-active phenylurea derivatives on shoot multiplication perioxidase and superoxide dismutase activities of in vitro cultured carnation. Bulg Journal of Plant Physiology 21, 73–83.

Genkov, T. Tsoneva, P. and Ivanova, I. (1997) Effect of cytokinins on photosynthetic pigments and chlorophyllase activity in in vitro cultures of axillary buds of *Dianthus caryophyllus* L. Journal of Plant Growth Regulators 16(3):169–172.

Gupta, S.K. Liu, R.B. Liaw, S.Y. Chan, H.S. and Tsay, H.S. (2011) Enhanced tanshinone production in hairy roots of *Salvia miltiorrhiza* Bunge under the influence of plant growth regulators in liquid culture. Botany study 52:435–443.

Huetteman, C. A. and Preece, J. E. (1993).Thidiazuron: a potent cytokinin for woody plant tissue culture. Plant Cell Tissue Organ Culture 33:105–119.

Jakob-Will, D. Holland, D. Goldschmidt, E. E. Riov, J. and Eyal, Y. (1999) Chlorophyll breakdown by chlorophyllase: isolation and functional expression of the Chlase 1 gene from ethylene-treated Citrus fruitand its regulation during development. Plant Journal 20: 653-661.

John, E. Preece, M. and Imel, R. (1991). Plant regeneration from leaf explants of Rhododendron 'P.J.M. Hybrids'. Scientia Horticulturae 48(1-2):159-170

Jona, R. Cattro, A. and Travaglio, D. (1997) Chlorophyll content as index of ethylene inside culture vessels. Acta Horticulturae 447: 229-230.

Krizek, D. T. Antonjuk, V. P. and Mirecki, R. M. (1988) Inhibitory effects of ambient levels of solar UV-A and UV-B radiation on growth of cv. new red fire lettuce. Physiologia Plantarum 103: 1-7.

Lichtenthder, H.K. (1987) Cholorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic bio membranes. Methods in Enzymeology 148: 350-382.

Lu, C. Y. (1993). The use of Thidiazuron in tissue culture. In Vitro Cellular & Developmental Biology 29:92 – 96.

Mok, M.C. Martin, R.C. and Mok, D.W.S. (2000) Cytokinins: biosynthesis metabolism and perception. Vitro Cell Development and Biology Plant 36(2):102–107.

Mollers, C. Zhangm, S. and Wenzel, G. (1992) . The Influence of Silver Thiosulfate on Potato Protoplast Cultures. Plant Breeding 108(1):12-18

Panathula, C. Sekhar, M. D. and Charvinia, N. (2014).Silver thiosulphate enhance in vitro regeneration of *Centella asiatica*. an important antijaundice medicinal plant.12(3):401-412

Parasad, S. (2004) Impact of plant biotechnology on shyam press. Jodhpur, India. 495.

Park, S.H. Oh, S.J. and Mun, S.S. (2005) Effect of silver nanoparticles on the fluidity of bila

Pattanayak, S.P. Mazumder, P.M. and Sunita, P. (2011) Total phenolice content flavonoid content and in-vitro antioxidant activities of Dendrophthoe falcate Ettingsh. International Journal of Pharm technology Research 3(3): 1392-1406.

Perl, A. Aviv, D. and Galun, E. (1988) Ethylene and in vitro culture of potato: suppression of ethylene generation vastly improves protoplast yield, plating efficiency and transient expression of an alien gene. Plant Cell Reports 7(6): 403-406.

Ramachandra, R.S. and Ravishankar, G.A. (2000) Plant cell cultures: chemical factories of secondary metabolites. Biotechnology Advances, 20: 101-153.

Reddy, S.H. Chakravarthi, M. Chandrashekara, K.N. Challagundla, V. N. Gupta, S.K. Liu, R.B. Liaw, S.Y. Chan, H.S. and Tsay, H.S. (2011) Enhansed tanshinone production in hairy roots of *Salvia miltiorrhiza* Bunge under the influence of plant growth regulators in liquid culture. Botany study 52:435–443.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.1.4]

Rostami, F. and Ehsanpour, A.A. (2012) The effect of silver thiosulfate (STS) on chlorophyll content and the antioxidant enzymes activity of potato (*Solanum tuberosum* L.). Journal of Cell and Molecular Research 2 (1), 29-34.

Sakakibara, H. Takei, K. and Hirose, N. (2006) Interactions between nitrogen and cytokinin in the regulation of metabolism and development. Trends Plant Science 11(9):440–448.

Singleton, V.L. and Rossi, J.A. (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology Viticulture 16: 144–153.

Van, A. C. Arnaud A, and Bovy, G. (1995).The role of ethylene in the senescence of carnation flowers, a review. Plant Growth Regulation 16(1):43-53

Victorio, C.P. Lage, C.L.S. and Sato. A. (2012). Tissue culture techniques in the proliferation of shoots and roots of *Calendula officinalis*. The Revista Ciência Agronômica 43: 539-545.

Wade, H.K. Sohal, A.K. and Jenkins, G.I. (2003) Arabidopsis ICX1 is a negative regulator of several pathways regulating flavonoid biosynthesis genes. Plant Physiology 131(2):707–715.

Wagner, G.J. (1979) Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanins in protoplast. Journal of Plant Physiology 64: 88-93.

Youmbi, E. and Blaise, E. (2006). Effect of Thidiazuron on in vitro proliferation capacities of some banana (musa spp.) cultivars with weak multiplication potential. Akdeniz Universitesi Ziraat Fakultesi Dergisi 19(2):255-259.

Youmbi. E. Blaise, E. and Tomekpe, K. (2006).Effect of Thidiazuron on in vitro proliferation capacities of some banana (*Musa* spp.) cultivars with weak multiplication potential. Akdeniz Universites Iziraat Fakultes Idergisi 19(2), 255-259.

Yusnita, S. Genera, R.L. and Kester, S.T. (1990). Micropropagation of white flowering eastern red bud (*Cercis Canadensis* var alba). Journal of Environmental Horticulture 8, 177–179.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.1.4]

The influence of Thidiazuron (TDZ) and Silver Thiosulfate (STS) on morphological and phytochemical characteristics under in-vitro condition in evening primrose

Roghayeh Allahbakhsh, Esmaeil Chamani, Alireza Ghanbari and Asghr Estaji

Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, Mohaghegh Ardabili University
(Received: 12/03/2019, Accepted: 02/11/2020)

Abstract

Evening primrose (*Oenothera spp*) is an ornamental plant from Onagraceae family. And has also medicinal properties. Secondary metabolites, including phenolic compounds, are important in this plant. Therefore, leaves of evening Primrose has numerous phenolic compounds and antioxidant properties. Adding some of the compounds to the culture medium increases the production of secondary metabolites, including Thidiazuron (TDZ) with cytokine activity and Silver Thiosulfate (STS) with strong ethylene and antibacterial properties. In this experiment, the effect of TDZ treatments and STS in five levels (0, 5, 10, 15 and 20 µm) on morphological and phytochemical characteristics (chlorophylls and carotenoids, flavonoids, phenols and anthocyanins) were measured. The results showed that TDZ treatment was significant on morphological traits such as number of leaves, plant, stem and root weight, stem size, total dry weight, leaf and stem dry weight at 1% level. Also, different concentrations of STS treatment had a significant effect on some parameters such as root weight, stem size, leaf area and width and length of leaf, stem dry weight and root dry weight at 1% level. The results shown that, TDZ and STS had the greatest effect on the amount of phenol and chlorophyll content, which was also significant at 1% level. According to the results, TDZ 20 µm had the greatest amount of phenol (14.93 µg/gFW). The results showed that with increasing concentration TDZ, the amount of phenols increased and it enhanced antioxidant properties. Also, the highest chlorophyll a was observed in 20 µm STS (10.43 mg/gFW). Finaly, the results shown that TDZ and STS treatments had good effect on increasing total phenol.

Keywords: Thidiazuron, Silver Thiosulfate, phytochemical characteristics, Tissue culture, Evening primrose, Phenols.

Corresponding author, Email: a_estaji@ut.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.1.4]