(گزارش کوتاه علمی)

واکنش جوانه‌زنی بذر گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت تنش نیترات کادمیوم به پرایمینگ سالیسیلیک اسید

خدیجه بادپا [۱]، محسن موحدی دهنوی [۲،*]، علیرضا یدوی [۲]

[۱،۲] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج
[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: Movahhedi1354@yu.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۲۴)

چکیده

به‌منظور بررسی برهم‌کنش نیترات کادمیوم و سالیسیلیک اسید بر جوانه‌زنی بذر گلرنگ (رقم صفه) این آزمایش در سال ۱۳۹۱ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار شامل تیمارهای پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید در چهار سطح (۰، ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ میلی‌مولار) و محلول نیترات کادمیوم در هشت سطح (۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ میلی‌مولار) اجرا گردید. نتایج نشان داد که در تمامی تنش‌های نیترات کادمیوم اعمال شده پرایم توسط سالیسیلیک اسید ۰/۹ میلی‌مولار بیشترین سرعت جوانه‌زنی (۸۴ درصد در تیمار بدون کادمیوم)، سرعت جوانه‌زنی (۶/۵۸ بذر در روز در تیمار ۵ کادمیوم)، طول ریشه‌چه (۴/۲۱ سانتی‌متر در تیمار بدون کادمیوم) و ساقه‌چه (۳/۲۹ سانتی‌متر در تیمار بدون کادمیوم)، وزن خشک ریشه‌چه (۲/۲۵ میلی‌گرم در تیمار بدون کادمیوم) و ساقه‌چه (۹۴/بدون میلی‌گرم در تیمار بدون کادمیوم) و شاخص بنیه بذر (۶/۳۰ در تیمار بدون کادمیوم) را داشت. به‌طور کلی تیمار بذور با سطوح مختلف پرایمینگ باعث کاهش اثر سوء نیترات کادمیوم بر جوانه‌زنی بذر شد و بهترین سطح پرایمینگ، سطح ۰/۹ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بود.

واژه‌های کلیدی: بنیه بذر، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، وزن ریشه‌چه

مقدمه

حضور انواع آلاینده‌های آلی و معدنی در خاک یکی از چالش‌هایی است که انسان با آن روبرو می‌باشد. در میان این آلاینده‌ها می‌توان به فلزات سنگین اشاره نمود که علاوه بر ایجاد شرایط نامناسب در خاک و ناکارآمد ساختن آن برای فعالیت‌های کشاورزی و از بین بردن موجودات زنده ساکن خاک (کلمنت[1] و همکاران، ۲۰۰۵). کادمیوم یک فلز با سمیت زیاد بوده و ورود آن در چرخه‌ی غذایی انسان موجب نگرانی‌هایی شده است. غلظت بحرانی کادمیوم در خاک‌های ایران ppm۵۰-۳۰ می‌باشد (پوراکبر و اشرفی یورقانلو، ۱۳۹۰). مطالعات یارقلی (۱۳۸۶) نشان داد که به‌طور متوسط بیش از ۶ مترمکعب در ثانیه فاضلاب و رواناب سطحی تهران با دریافت آلاینده‌های مختلف شهری و صنعتی از طریق مسیل‌ها و کانال‌ها صرف همچنین آثار آن بر فیزیولوژی گیاهان زراعی توسط محققین زیادی مطالعه شود (استوپلر[2]، ۱۹۹۱). مواد آنتی‌اکسیدان موجود در گیاهان سبب خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد می‌گردند که از

[1] Clemente

[2] Stoeppler

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.1.5]
[DOI: 10.29252/yujs.2.2.179]

مهم‌ترین آن‌ها می‌توان آسکوربیک اسید، توکوفرول، گلوتاتیون و سالیسیلیک اسید اشاره کرد که نقش مهمی در خنثی‌سازی این رادیکال‌های آزاد دارند (راسکین[1]، ۱۹۹۲). محققان به دنبال افزایش استقرار گیاهچه‌ها در شرایط تنش هستند. در غلظت‌های بالای کادمیم درصد جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (آن[2]، ۲۰۰۴). کاهش جذب عناصر غذایی ضروری مانند پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن و کاهش تولید زیست‌توده به دلیل اختلال در فرآیندهای فتوسنتز، تنفس و متابولیسم نیتروژن در اثر غلظت سمی کادمیوم دیده می‌شود (بالستراس[3] و همکاران، ۲۰۰۱). اختلال در سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاه می‌تواند به دلایل متعددی از جمله کاهش آب سلول و سخت شدن دیواره سلول و کاهش جذب عناصر غذایی ضروری باشد و کاهش وزن زنده گیاه به دلیل اختلال در فرآیندهای فتوسنتز، تنفس و متابولیسم نیتروژن در اثر غلظت‌های سمی کادمیوم است (بالستراس و همکاران، ۲۰۰۱). تیمار با سالیسیلیک اسید سبب بهبود عوارض سوء ناشی از سمیت کادمیوم بر درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی گیاه برنج گردید (چودهوری و پاندا[4]، ۲۰۰۴).

با توجه به موارد فوق هدف از این پژوهش بررسی اثرات سمیت نیترات کادمیوم و پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر گلرنگ رقم صفه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار شامل تیمارهای پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید در چهار سطح (۰، ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۹ میلی‌مولار) و محلول نیترات کادمیوم در هشت سطح (۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ میلی‌مولار) در مهرماه ۱۳۹۱ در آزمایشگاه تحقیقات بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج انجام گرفت. جهت انجام پرایمینگ، از روش (میرا و همکاران، ۱۳۸۸) استفاده شد. درون هر پتری‌دیش تعداد ۲۵ عدد بذر روی کاغذ صافی که توسط ۱۰ میلی‌لیتر از محلول نیترات کادمیوم مرطوب شده، قرار گرفتند. سپس ظروف پتری حاوی بذرها در ژرمیناتور با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و به‌صورت روزانه تعداد بذر جوانه‌زده شمارش و بعد از هشت روز درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه‌گیری شدند (قاسمی گلعذانی و دلیل، ۱۳۹۰). درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی از رابطه‌ی (رامانا[5] و همکاران، ۲۰۰۲) محاسبه شد.

$$GP= (n/N)\times ۱۰۰$$

$$GR=\Sigma_i^n (n_i/i)$$

همچنین بنیه بذر طبق روش سلطانی[6] و همکاران (۲۰۰۶) محاسبه شد:

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از برنامه آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی بذر

اثر تنش نیترات کادمیوم و پرایمینگ با سالیسیلیک اسید و برهمکنش نیترات کادمیوم و سالیسیلیک اسید برای درصد جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۱). با توجه به شکل ۱ درصد جوانه‌زنی بذر گلرنگ به‌طور معنی‌داری در اثر تنش نیترات کادمیوم کاهش یافت و پرایم با سالیسیلیک اسید باعث افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی بذر گلرنگ در همه سطوح نیترات کادمیوم شد.

در آزمایش باوی و همکاران (۱۳۸۹)، روی گندم میانگین درصد جوانه‌زنی با افزایش غلظت کادمیوم از غلظت صفر به ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر کلرید کادمیوم کاهش یافت. سالیسیلیک اسید به نظر می‌رسد که از طریق تأثیر بر سیستم آنتی‌اکسیدانی باعث کاهش اثر سمی و مخرب تنش کادمیوم شده و جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد (میشرا و چودهوری[7]، ۱۹۹۹).

[1] Raskin
[2] An
[3] Balestrasse
[4] Choudhury and Panda and
[5] Ramana
[6] Soltani
[7] Mishra and Chodhuri

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.1.5]
[DOI: 10.29252/yujs.2.2.179]

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در آزمایش

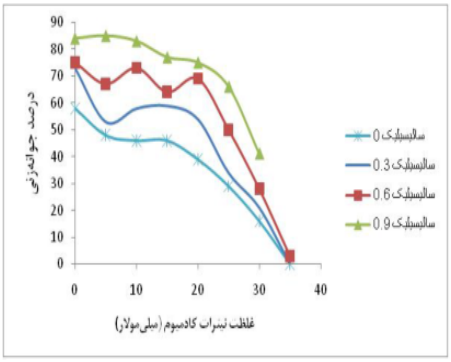
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	بنیه بذر
کادمیوم	۷	۸۵۶۸/۸۵**	۵۰/۵۳**	۵/۸۸ **	۰/۹۳۳ **	۴۲۶۲/۰ **
پرایم سالیسیلیک اسید	۳	۵۸۴۸/۳۳**	۳۶/۱۵**	۰/۷۱۷ **	۰/۲۴۲ **	۲۶۴۹/۰ **
کادمیوم× پرایم	۲۱	۹۷/۱۹**	۰/۹۵۱**	۰/۳۰۵ **	۰/۰۹۴ **	۸۱۲/۹۶ **
خطا	۹۶	۱۷/۵۰	۰/۱۵۶	۰/۰۲۳	۰/۰۰۴	۸/۷۱۰
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۴۵	۱۱/۲۲	۹/۶۰	۸/۲۸	۹/۷۸

** معنی‌دار در سطح یک درصد را نشان می‌دهد.

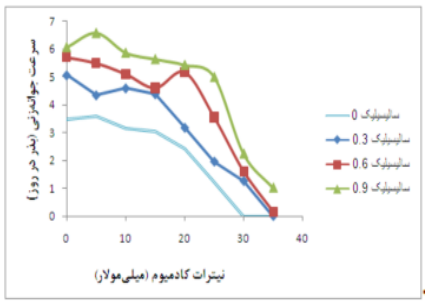
مصرف خارجی سالیسیلیک اسید بر محدوده‌ی وسیعی از فرایندها از جمله جوانه‌زنی بذر (کات و کلسینگ[1]، ۱۹۹۲)، جذب و انتقال یون‌ها (هارپر و بالک[2]، ۱۹۸۱) و نفوذپذیری غشا تأثیرگذار است.

سرعت جوانه‌زنی

اثر تنش نیترات کادمیوم، پرایم و برهمکنش بین آن‌ها بر سرعت جوانه‌زنی بذر گلرنگ (رقم صفه) معنی‌دار بود (جدول ۱). افزایش غلظت نیترات کادمیوم موجب کاهش در سرعت جوانه‌زنی بذور شد و پرایم با سالیسیلیک اسید باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی شد که بیشترین تأثیر مربوط به پرایم سطح ۰/۹ میلی‌مولار بود (شکل ۲). کاهش سرعت جوانه‌زنی گیاهان در محیط های تنش فلزات سنگین می‌تواند به دلیل کاهش جذب مؤثر آب و ایجاد اختلال در جذب عناصر ایجاد شود (هال[3]، ۲۰۰۲). به دلیل فعالیت بهتر برخی از آنزیم‌ها در در بذور پرایم شده با سالیسیلیک اسید قابلیت دسترسی به مواد غذایی در طول جوانه‌زنی آسان‌تر شده و این دانه‌ها بهتر قادر به جوانه‌زنی هستند (شکاری و همکاران[4]، ۲۰۱۰). محمدی و همکاران (۱۳۸۹)، مشاهده کردند که پرایم کردن بذر گلرنگ با سالیسیلیک اسید بر درصد جوانه‌زنی و سرعت سبز شدن اثر معنی‌داری داشت.



شکل ۱- برهمکنش نیترات کادمیوم و غلظت سالیسیلیک اسید (میلی‌مولار) برای درصد جوانه‌زنی گلرنگ (رقم صفه) (LSD=5.87)



شکل ۲- برهمکنش نیترات کادمیوم و غلظت سالیسیلیک اسید (میلی‌مولار) برای سرعت جوانه‌زنی گلرنگ (رقم صفه) (LSD=0.55)

[1] Cutt and Klessing
[2] Harper and Balke
[3] Hall
[4] Shekari

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.1.5]
[DOI: 10.29252/yujs.2.2.179]

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه

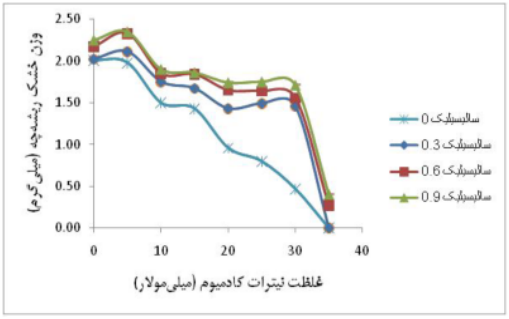
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (جدول ۱) که اثر تنش نیترات کادمیوم، پرایمینگ و برهمکنش آن‌ها بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه گلرنگ (رقم صفه) در سطح یک درصد معنی‌دار بود. شکل ۳، نشان می‌دهد که با افزایش غلظت نیترات کادمیوم وزن خشک ریشه‌چه کاهش یافت، اما پرایمینگ با سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد باعث افزایش این صفت شد. عناصری مثل کادمیوم و سدیم از طریق تأثیر بر پمپ‌های پروتونی و اختلال در آن‌ها سبب کاهش رشد ناشی از کاهش تقسیم سلولی و طویل شدن سلول می‌شوند (لئو و هوانگ[1]، ۲۰۰۴).

متوالی[2] و همکاران (۲۰۰۳)، در بررسی پیش تیمار جو با اسید سالیسیلیک به این نتیجه رسید که این امر باعث افزایش میزان وزن خشک ریشه‌چه در شرایط تنش کادمیوم می‌شود و از کاهش زیاد وزن ریشه‌چه در شرایط تنش می‌کاهد. رانه[3] و همکاران (۱۹۹۵)، گزارش کرد که پیش تیمار با اسید سالیسیلیک میزان وزن خشک ریشه‌چه گندم را در هر دو شرایط وجود و عدم وجود تنش کادمیوم افزایش داد.

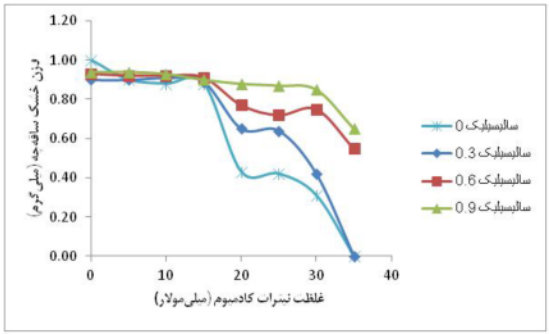
شکل ۴، نشان می‌دهد که با افزایش غلظت نیترات کادمیوم وزن خشک ساقه‌چه کاهش یافت، اما پرایمینگ با سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد باعث افزایش وزن خشک ساقه‌چه شد. از دلایل کاهش وزن ساقه‌چه در تنش کادمیوم، تحرک کم مواد غذایی و انتقال کمتر آن‌ها از لپه‌ها به محور جنینی می‌باشد. قابل ذکر است عواملی که سرعت رشد محور جنینی را تحت تأثیر قرار می‌دهند می‌توانند بر تحرک مواد غذایی و انتقال آن‌ها از لپه‌ها به محور جنینی تأثیر بگذارند (زانگ[4] و همکاران، ۲۰۰۷). تنش کادمیوم سبب کاهش رشد اندام هوایی و ریشه می‌شود و تیمار با سالیسیلیک اسید سبب افزایش وزن خشک گیاهچه ذرت کرانتو[5] و همکاران (۲۰۰۸) در شرایط تنش شده است.

شاخص بنیه بذر

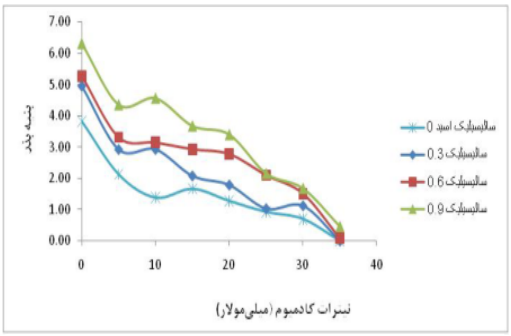
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنش نیترات کادمیوم، پرایمینگ و برهمکنش بین آن‌ها بر شاخص بنیه بذر گلرنگ در سطح یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). با توجه به شکل (۵) تا سطح نیترات کادمیوم ۲۵ میلی‌مولار بیشترین میزان بنیه بذر مربوط به پرایمینگ ۰/۹ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و کمترین بنیه بذر مربوط به سطح بدون پرایمینگ بود.



شکل ۳- برهمکنش نیترات کادمیوم و غلظت سالیسیلیک اسید (میلی‌مولار) برای وزن خشک ریشه‌چه گلرنگ (رقم صفه) (LSD=0.22)



شکل ۴- برهمکنش نیترات کادمیوم و غلظت سالیسیلیک اسید (میلی‌مولار) برای وزن خشک ساقه‌چه گلرنگ (رقم صفه) (LSD=0.01).



شکل ۵- برهمکنش نیترات کادمیوم و غلظت سالیسیلیک اسید (میلی‌مولار) برای بنیه بذر گلرنگ (رقم صفه) (LSD=0.38).

[1] Liu and Huang
[2] Metwally
[3] Rane
[4] Zhang
[5] Krantev

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.1.5]
[DOI: 10.29252/yujs.2.2.179]

با افزایش بیشتر غلظت نیترات کادمیوم تفاوت بین پرایم‌ها کمتر شد. دونالدسون[1] و همکاران (۲۰۰۱)، اعلام کردند که یکی از روش‌هایی که برای افزایش بنیه بذر و در نتیجه بهبود کلی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم به کار می‌رود پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید می‌باشد. همچنین محمدی و همکاران (۱۳۸۹)، گزارش کردند پرایمینگ با سالیسیلیک اسید باعث افزایش بنیه بذر در گلرنگ شد.

در بررسی اثر غلظت‌های مختلف کلرید کادمیوم بر جوانه‌زنی بذرهای مختلف گندم داراب ۲، دوروم و استار مشخص گردید که کلرید کادمیوم در غلظت‌های صفر، ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میکرو مولار اثر معنی‌داری بر میزان جوانه‌زنی نداشته است، هر چند که میانگین درصد جوانه‌زنی در این ارقام با افزایش غلظت کلرید کادمیوم کاهش نشان داد (باوی و همکاران، ۱۳۸۹).

نسکو[2] و همکاران (۱۹۸۸) در رابطه با اثرات فلزات سمی روی، مس و کادمیوم نشان دادند که در بیشتر غلظت‌های به کار رفته این فلزات، جوانه‌زنی تحت تأثیر قرار نگرفته است. حیدری[3] و همکاران (۲۰۰۵)، در آزمایش‌های خود بر روی گندم بیان کرد که فلزات، قابلیت ارتجاع دیواره سلولی ریشه را کاهش داده و موجب کاهش رشد طولی ریشه می‌گردد.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که کلیه صفات جوانه‌زنی گلرنگ با غلظت نیترات کادمیوم کاهش یافت و در سطح ۳۵ میلی‌مولار تقریباً به صفر نزدیک شد؛ اما تیمار سالیسیلیک اسید بخصوص در بالاترین غلظت بکار رفته (۰/۹ میلی‌مولار) توانست صفات جوانه‌زنی را در سطوح مختلف تنش کادمیوم بهبود بخشد.

منابع

باوی، خ.، نیک روش، م. و علائی، ب. ۱۳۸۹. اثر کلرید کادمیم بر جوانه‌زنی، رشد و غلظت پرولین در برخی از ارقام گندم. فصل‌نامه اکوفیزیولوژی گیاهی، (۴): ۱۰-۱.

پوراکبر، ل.، و اشرفی یورقانلو، ر. ۱۳۹۰. اثر کادمیوم بر میزان تولید هیدروژن پراکسید و فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در گیاه ذرت. نشریه علوم (دانشگاه خوارزمی)، ۹(۳): ۴۸۴-۴۷۳.

قاسمی گلعذانی، ک. و دلیل، ب. ۱۳۹۰. آزمون‌های جوانه‌زنی و قدرت بذر. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۰۴ صفحه.

مبرا، ش.، ساطعی، آ. و قربانلی، م. ۱۳۸۸. تغییرات محتوای آرژینین در مرحله جوانه‌زنی دانه‌های سویا رقم پرشینگ تحت تأثیر شوری و ژیبرلین. دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان. ۶۸-۶۳.

محمدی، ل.، ف. شکاری و ج. صبا. ۱۳۸۹. پرایمینگ سالیسیلیک اسید بر جوانه‌زنی، بنیه و برخی خصوصیات مرفولوژیک گیاهچه‌های گلرنگ. فصل‌نامه دانش نوین کشاورزی پایدار، ۷(۲): ۷۲-۶۳.

یارقلی، ب. ۱۳۸۶. بررسی تغییرات کمی-کیفی فاضلاب فیروزآباد جهت استفاده در کشاورزی. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج، ۶۹ صفحه.

An, Y.J. 2004. Soil ecotoxicity assessment using cadmium sensitive plants. Environmental Pollution, 127(1): 21- 26.

Balestrasse, K.B., Gardey, L., Gallego, S.M., and Tomaro, M.L. 2001. Response of antioxidant defense system in soybean nodules and roots subjected to cadmium stress. Functional Plant Biology, 28(6): 497-504.

[1] Donaldson
[2] Nosko
[3] Hiedri

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.1.5]
[DOI: 10.29252/yujs.2.2.179]

Choudhury, S., and Panda S.K. 2004. Role of salicylic acid in regulating cadmium induced oxidative stress in *Oryza sativa* L. roots. Plant Physiology, 30(3-4): 95-110.

Cutt, J.R., and Klessing, D.F. 1992. Salicylic acid in plants: A changing perspective. Pharmaceutical Technology, 16: 26-34.

Clemente, R., Walker D.J., and Bernal, M.P. 2005. Uptake of heavy metals by *Brassica juncea* grown in a contaminated soil in Aznalco´llar (Spain): The effect of soil amendments. Environmental Pollution, 138: 46-58.

Donaldson, E., Schillinger, W.F., and Stephen, N. 2001. Straw production and grain yield relationships in winter wheat. Crop Science, 41(1): 100-106.

Hall, J.L. 2002. Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance. Journal of Experimental Botany, 53(366): 1-11.

Harper, J.R., and Balke N.E. 1981. Characterization of the inhibition of K+ absorption in oat roots by salicylic acid. Plant Physiology, 68(6): 1349-1353.

Hiedri, R. Khaiami, M., and Farboodnia T. 2005. Physiological and biochemical effects of Pb on *Zea mays* L. seedlings. Journal Biology, 3: 226-238.

Krantev, A., Yordanova, R., Janda, T., Szalai, G., and Popova L. 2008. Treatment with salicylic acid decreases the effect of cadmium on photosynthesis in maize plants. Journal of Plant Physiology, 165(9): 920-931.

Liu, X., and. Huang. B. 2004. Heat stress injury in relation to membrane lipid peroxidation in creeping. Crop Science, 40(2): 503-510.

Metwally, A., Finkermeier, I., Georgi, M., and Dietz, K.J. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings. Plant Physiology, 132(1): 272-281.

Mishra, A., and. Choudhuri M.A. 1999. Effect of salicylic acid on heavy metal-induced membrane deterioration mediated by lipoxygenase in rice. Biologia Plantarum, 42(3): 409-415.

Nosko, P., Brassard, P., Kramer, J.R, and Kershaw, K.A. 1988. The effect of aluminum n seed germination and early seedling establishment, growth and respiration of white spruce (*Picea glauca*). Canadian Journal of Botany, 66(11): 2305-2310.

Ramana, S., Biswas, A.K., Kundu, S., Saha, J.K., and Yadava, R.B.R. 2002. Effect of distillery effluent on seed germination in some vegetable crops. Bioresource Technology, 82(3): 273-275.

Rane, J., Lakkineni K.P.A., and Abrol, Y.P. 1995. Salicylic acid protects nitrate reeducates activity of wheat leaves. Plant Physiology and Biochemistry, 22: 119-121.

Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annual Review of Plant Physiology, 43(1): 439-463.

Shekari, F., Baljani, R., Saba, J., Afsahi, K., and Shekari, F. 2010. Effect of seed priming with salicylic acid on growth characteristics of borage (*Borago officinalis*) plants seedlings. Journal of New Agricultural Science, 6: 47-53.

Soltani, A., Gholipoor, M., and Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environmental and Experimental Botany, 55(1): 195-200.

Stoeppler, M. 1991. Cadmium in metals and their compounds in the environment. Plant Physiology, 20: 435-472.

Zhang, F.Q., Wang, Y.S., Lou, Z.P., and Dong, J.D. 2007. Effect of heavy metal stress on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in leaves and roots of two mangrove plant seedlings (Kandelia candel and Bruguiera gymnorrhiza). Chemosphere, 67(1): 44-50.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.1.5]
[DOI: 10.29252/yujs.2.2.179]

Iranian Journal of Seed Research, Vol: 2(2), 2016

(Short Communication)

Response of Safflower (*Carthamus tinctorius* L. cv. Soffe) Seed Germination under Cadmium Nitrate Stress to Salicylic Acid Priming

Khadijeh Badpa[1], Mohsen Movahhedi Dehnavi[2, *], Alireza Yadavi[2]

[1, 2] Gratuated M.Sc. Student and Associate Professor of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj university, Yasouj, Iran

*Corresponding author, E-mail address: Movahhedi1354@yu.ac.ir

(Received: 2015.06.02 ; Accepted: 2015.12.15)

Abstract

To evaluate the interaction of Cd and SA on seed germination of Safflower (*Carthamus tinctorius* L. cv. Soffe), this experiment was carried out as a factorial based on CRD with four replications in 2012, in Yasouj University seed lab. Factors included of four levels of seed priming with SA (0, 0.3, 0.6, and 0.9 mM) and eight levels of cadmium nitrate (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35 mM). In all Cd treatments, SA 0.9 mM had maximum germination percentage (84% in 0 mM Cd) and rate (6.58 seed day^{-1} in 5 mM Cd), radical length (4.21 cm in 0 mM Cd) and stem (3.29 cm in 0 mM Cd), radical dry mater (2.25 mg in 0 mM Cd), shoot dry mater (0.94 mg in 0 mM Cd) and seed vigor index (6.30 in 0 mM Cd). Generally, seed priming with SA decreased impact of Cd on seed germination and SA 0.9 mM was the best treatment.

Keywords: Germination percentage, Germination rate, Root weight, Seed vigor

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.23831251.1394.2.2.1.5]

[DOI: 10.29252/yujs.2.2.179]