Archive of SID

ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی و تغییرات بیوشیمیایی دو رقم گندم (*Triticum aestivum*) تحت شرایط تنش سرب

سید علی طباطبایی [۱]، امید انصاری [۲،*]

چکیده مبسوط

مقدمه: آلودگی فلزات سنگین امروزه یکی از مشکلات مهم محیط زیست می‌باشد. این دسته فلزات با تجمع در زنجیره غذایی خطرات بسیار زیادی برای بشر و جانداران دارند. در بین فلزات سنگین سرب به‌عنوان خطرناکترین فلز سنگین آلاینده محیط زیست بوده که بیشتر از طریق صنایع ساخت باطری‌های سربی، افزودنی‌های رنگ و بنزین، حشره کش‌ها، کودهای شیمیائی، اگزوز اتومبیل و لحیم کاری وارد محیط زیست می‌گردد. از این‌رو این پژوهش به‌منظور بررسی اثر سرب بر خصوصیات جوانه‌زنی و تغییرات بیوشیمیایی دو رقم گندم (ارقام چمران و کوهدشت) به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی و تغییرات بیوشیمیایی دو رقم گندم تحت شرایط تنش سرب با استفاده از مدل سیگموئیدی سه پارامتره، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصافی با سه تکرار انجام شد. عامل اول شامل دو رقم چمران و کوهدشت و عامل دوم شامل ۶ تنش نیترات سرب (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر) بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد با افزایش سطوح نیترات سرب درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، درصد گیاهچه طبیعی، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه و بنیه گیاهچه برای هر دو رقم کاهش یافت. نتایج مربوط به برازش مدل سیگموئیدی سه پارامتره نشان داد که حداکثر میزان صفات اندازه‌گیری شده و غلظتی از تنش سرب که صفات اندازه‌گیری شده به ۵۰ درصد نهایی رسیدند مربوط به رقم چمران بود. بالاترین درصد جوانه‌زنی (۹۶ درصد)، سرعت جوانه‌زنی (۲۳ بذر در روز)، درصد گیاهچه طبیعی (۹۳/۳۳ درصد)، طول گیاهچه (۱۳/۰۷ سانتی‌متر)، وزن خشک گیاهچه (۰/۰۷ گرم) و بنیه گیاهچه (۱۲/۱۸) مربوط به رقم چمران و شرایط بدون تنش بود ولی با رقم کوهدشت اختلاف معنی‌داری نداشت. به‌طورکلی با افزایش شدت تنش سرب از صفر به ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر، درصد جوانه‌زنی برای ارقام چمران و کوهدشت به‌ترتیب کاهشی ۸۲ و ۹۳ درصدی و درصد گیاهچه طبیعی کاهشی ۹۵ و ۱۰۰ درصدی را نشان داد. با افزایش شدت تنش فلز سنگین سرب میزان پرولین و آنزیم کاتالاز در هر دو رقم افزایش یافت. در هر دو رقم با افزایش شدت تنش میزان پروتئین به‌شدت کاهش یافت.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی نتایج نشان داد که تنش سرب به‌طور معنی‌داری بر شاخص‌های جوانه‌زنی و کاتالاز، پرولین و پروتئین گندم تأثیر داشت. در نهایت می‌توان بیان داشت که در مناطق با تجمع فلز سنگین سرب می‌توان با انتخاب رقم مناسب تا حدودی خسارات ناشی از تنش سرب را جبران نمود که از بین دو رقم چمران و کوهدشت جهت کشت در چنین شرایطی رقم چمران به‌نظر مناسب‌تر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، پرولین، کاتالاز، مدل سیگموئیدی

جنبه‌های نوآوری:

۱- بررسی اثر تنش سرب بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر گندم

۲- استفاده از تابع سه پارامتره سیگموئیدی جهت بررسی روند تغییرات بیوشیمیایی و جوانه‌زنی بذر گندم تحت شرایط تنش سرب.

[۱] دانشیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

[۲] دانشجوی دکتری علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه گرگان

[*] رایانامه نویسنده مسئول: Ansari_O@ut.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۰۲)

DOR: 98.1000/2383-1251.1397.5.15.10.2.1575.1576

DOI: 10.29252/yujs.5.2.15

CrossMark

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

آلودگی فلزات سنگین امروزه یکی از مشکلات مهم محیط زیست می‌باشد. این دسته فلزات با تجمع در زنجیره غذایی خطرات بسیار زیادی برای بشر و جانداران دارند (آلووای[1]، ۱۹۹۰). در بین فلزات سنگین سرب به‌عنوان خطرناکترین فلز سنگین آلاینده محیط زیست بوده که بیشتر از طریق صنایع ساخت باطری‌های سربی، افزودنی‌های رنگ و بنزین، حشره‌کش‌ها، کودهای شیمیائی، اگزوز اتومبیل و لحیم‌کاری وارد محیط زیست می‌گردد (ایک[2] و همکاران، ۱۹۹۹) در ایران آماری از آلودگی‌های سربی به‌صورت مکتوب وجود ندارد اما این آلودگی‌ها در مناطق مرکزی و جنوبی کشور به‌دلیل حضور کارخانجات صنعتی متفاوت و همچنین آلودگی‌های نفتی و گازی مشهود می‌باشد. آلودگی سرب در خاک موجب کاهش در درصد جوانه‌زنی گشته و اثرات مضری بر رشد و متابولیسم گیاه بر جای می‌گذارد (لین[3] و همکاران، ۲۰۰۹). سمیت سرب همچنین در گیاهان موجب جلوگیری از طویل شدن ریشه می‌گردد (یل‌یانگ[4]، ۲۰۰۰). مطالعات نشان داده است که گیاهان در برابر آلودگی ناشی از سرب واکنش‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند. برخی از گونه‌های گیاهی حساس بوده و عده‌ای دیگر مقادیر زیادی از این فلز را جذب می‌نمایند (الیور و نیادو[5]، ۲۰۰۳). در برخی مناطق دنیا غلظت‌های نسبتاً بالایی از آلایندگی سرب گزارش شده است. برای مثال غلظت‌هایی در حدود ۷۰۰۰ میلی‌گرم در گرم در خاک‌های کنار جاده و ۱۳۳۸۰ میلی‌گرم در گرم در خاک‌های اطراف معادن از این فلز گزارش شده است (کناسمولر[6] و همکاران، ۱۹۹۸).

در گیاهان مختلف نشان داده شده است که تنش فلزات سنگین سبب کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی می‌شود (رمضانی[7] و همکاران، ۲۰۱۴؛ طویلی[8] و همکاران، ۲۰۱۳؛ چراتی آرایی و خانلیران خطیری[9]، ۲۰۰۹). بیان شده است که تنش سرب سبب کاهش طول ریشه، ساقه و تولید بیومس در گیاه ذرت شده است (لین و همکاران، ۲۰۰۹). مسمویت سرب در درجه اول بازدارنده رشد ریشه است که به‌دلیل تجمع زیاد سرب در ریشه و اثر سمی آن می‌باشد (یل‌یانگ، ۲۰۰۰).

آثار سمی فلزات سنگین بر گیاهان ناشی از تولید انواع اکسیژن فعال مانند سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال هیدروکسیل می‌باشد که این اشکال مختلف اکسیژن فعال معمولاً با ایجاد آسیب‌های غشایی فرآیندهای مختلف سلولی را دچار اختلال می‌نمایند (پریرا[10] و همکاران، ۲۰۰۲). سرب به‌عنوان یک فلز سنگین به‌ویژه در غلظت‌های بالا موجب بروز تنش اکسیداتیو می‌شود، اما سلول‌های گیاهی برای حفاظت در مقابل این شرایط مجهز به یک سیستم جاروب کننده رادیکال‌های آزاد می‌باشند که شامل آنزیم‌های آنتی اکسیدان مانند کاتالاز و گایاکول پرواکسیداز و نیز سیستم آنتی اکسیدان غیر آنزیمی می‌باشد (چو و پارک[11]، ۲۰۰۰). سمیت سرب به‌دلیل افزایش این عنصر به محیط رشد گیاه به شکل‌های مختلف گزارش شده است که شامل کاهش پتانسیل آبی، اختلال در تغذیه معدنی گیاه، تغییر در تراوایی غشای سلولی، کاهش در مقادیر هورمونی گیاه و فعالیت‌های انتقال الکترون، بازدارندگی در رشد ریشه، ایجاد کلروز یا زردی، توقف رشد ساقه، بازدارندگی یا افزایش فعالیت آنزیمی، کاهش در سنتز DNA، RNA، پروتئین و جوانه‌زنی می‌باشد (شارما و دوبی[12]، ۲۰۰۵). همچنین گزارش شده است که تغییرات سطحی پرولین و القای فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان از جمله پاسخ‌های عمومی گیاهان در برابر فلزات سنگین می‌باشند (وان آسچه و کلیجسترس[13]، ۱۹۹۰).

در بسیاری از گیاهان از مدل‌های سیگموئیدی جهت کمی‌سازی واکنش جوانه‌زنی به‌عوامل مختلف محیطی

[1] Alloway
[2] Eick
[3] Lin
[4] Yell Yang
[5] Oliver and Naidu
[6] Knasmuller
[7] Ramezani
[8] Tavili
[9] Cherati Araei and Khanlarian Khatiri
[10] Pereira
[11] Cho and Park
[12] Sharma and Dubey
[13] Van Assche and Clijsters

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده شده است (چاهوان[1] و همکاران، ۲۰۰۶؛ انصاری[2] انصاری[2] و همکاران، ۲۰۱۶).

گندم با نام علمی *Triticum aestivum* L. مهم‌ترین غلات مورد مصرف انسان و دام است. عناصر سنگین سبب کاهش در عملکرد گندم شده و تجمع این عناصر در مواد غذایی از قبیل آرد گندم را به‌دنبال خواهد داشت، بنابراین سبب جذب این عناصر توسط انسان و دام شده و همین امر موجب بروز بیماری خواهد شد. از آنجایی که امروزه بیش از اندازه از کودهای شیمیایی و لجن فاضلاب جهت آبیاری برخی مزارع استفاده می‌شود (در استان‌های جنوبی کشور مشاهده شده است) روز به روز فلزات سنگین بیشتری وارد خاک خواهند شد و نقش این عناصر در کاهش عملکرد و بیماری‌ها پر رنگ‌ترخواهند شد؛ بنابراین این پژوهش به‌منظور بررسی روند تغییرات جوانه‌زنی گندم تحت شرایط تنش فلز سنگین سرب به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ در آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار به اجرا درآمد. رقم‌های استفاده شده، رقم چمران و کوهدشت بود.

جهت اعمال تیمار تنش فلز سنگین سرب، ابتدا محلول نیترات سرب ($Pb(NO3)2_2$) (نیترات سرب با خلوص بیش از ۹۹ درصد از شرکت مرک) با غلظت‌های ۰، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر تهیه شد.

قبل از کشت بذرها با هیپوکلریت سدیم ۲ درصد ضدعفونی سطحی شدند و تست جوانه‌زنی استاندارد با ۳ تکرار ۵۰ بذری در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۸ روز و به‌صورت روی کاغذی انجام شد. در هر پتری ۵ میلی‌لیتر از محلول‌های نیترات سرب اضافه و پتری‌ها جهت جلوگیری از هدر روی آب در کیسه‌های فریزری قرار داده شدند و کیسه‌های فریزری بسته شدند. در پایان روز هشتم درصد جوانه‌زنی، درصد گیاهچه طبیعی، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، بنیه گیاهچه و سرعت جوانه‌زنی محاسبه شدند. همچنین میزان پروتئین و پرولین و فعالیت آنزیم کاتالاز اندازه‌گیری شد. جهت توجیه روند تغییرات این صفات از تابع سه پارامتره سیگموئیدی استفاده شد که معادله آن به‌صورت زیر می‌باشد (بهاگیرث[3] و همکاران، ۲۰۰۸):

$$Y=a/ (1+\exp (-(x-x_{50})/b)$$

که Y: میزان برآورد شده صفات اندازه‌گیری شده در سطوح مختلف تنش سرب در دو رقم گندم، a: حداکثر میزان صفات اندازه‌گیری شده، x_{50}: سطح تنش سرب که صفات بیان شده به ۵۰ درصد حداکثر مقدار خود می‌رسند و b: سرعت کاهش را نشان می‌دهد.

جهت اندازه‌گیری تغییرات بیوشیمیایی ابتدا بذرها برای مدت زمان ۴۸ ساعت تحت شرایط تنش سرب قرار گرفتند سپس میزان پروتئین، پرولین و فعالیت آنزیم کاتالاز اندازه‌گیری شد.

مقدار پروتئین بر طبق روش ارائه شده به‌وسیله برادفورد[4] (۱۹۷۶)، تعیین شد. به این منظور یک میلی لیتر از محلول برادفورد به همراه ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی پس از مخلوط شدن کامل، در دستگاه طیف سنج قرار داده شد و جذب محلول در طول موج ۵۹۵ نانومتر ثبت شد. غلظت پروتئین بر حسب میلی گرم در گرم بافت تازه با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری میزان پرولین از روش بتس[5] و همکاران (۱۹۷۳) استفاده شد و جذب در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد. غلظت پرولین بر حسب میکرومول بر گرم بافت تازه با استفاده از منحنی استاندارد تعیین شد.

فعالیت آنزیم کاتالاز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و به روش اسپکتوفتومتری و به روش جاندا[6] و همکاران (۱۹۹۹) اندازه‌گیری شد.

سرعت جوانه‌زنی (GR) با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد:

رابطه ۱:

[1] Chauhan
[2] Ansari
[3] Bhagirath
[4] Bradford
[5] Bates
[6] Janda

www.SID.ir

Archive of SID

$GR=\sum_{n}^{1} Ni/Di$

در فرمول Ni تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز i ام و Di تعداد روزها از شروع آزمون (هنگام کشت) تا شمارش iام (پایان دوره آزمون)، می‌باشد.

بنیه گیاهچه با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد:

رابطه ۲:

طول گیاهچه × ۱۰۰/درصد گیاهچه طبیعی = بنیه گیاهچه

تجزیه‌های آماری با نرم افزار SAS و SigmaPlot11 انجام شد؛ و در نهایت نمودارها سیگموئیدی با استفاده از نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر رقم و تنش سرب بر شاخص‌های جوانه‌زنی و تغییرات بیوشیمیایی بذر ارقام گندم نشان داد که اثر رقم، تنش سرب و اثر متقابل رقم و تنش سرب بر درصد جوانه‌زنی، درصد گیاهچه طبیعی، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، بنیه گیاهچه، سرعت جوانه‌زنی، فعالیت آنزیم کاتالاز، میزان پرولین و پروتئین در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

نتایج مربوط به روند تغییرات درصد جوانه‌زنی، درصد گیاهچه طبیعی، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، بنیه گیاهچه و سرعت جوانه‌زنی بذر ارقام گندم تحت شرایط تنش فلز سنگین سرب نشان داد که با افزایش شدت تنش شاخص‌های جوانه‌زنی ذکر شده در هر دو رقم چمران و کوهدشت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. نتایج نشان داد که کاهش در شاخص‌های جوانه‌زنی از روند سیگموئیدی پیروی نمودند. با توجه به شکل‌های ۱ تا ۴ مشخص شد که رقم کوهدشت کاهش نسبتاً بیشتری نسبت به رقم چمران تحت شرایط تنش سرب دارد. بیشترین درصد جوانه‌زنی و درصد گیاهچه طبیعی برای رقم چمران و کوهدشت تحت شرایط عدم تنش به‌ترتیب با میانگین ۹۶ و ۹۳/۳۳ درصد و ۹۳/۳۳ و ۹۰/۶۷ درصد به‌دست آمد که نشان دهنده عدم اختلاف دو رقم تحت شرایط عدم تنش بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر رقم و تنش نیترات سرب بر شاخص‌های جوانه‌زنی و تغییرات بیوشیمیایی دو رقم گندم.

Table 1. Analysis of variances for effect of cultivars and $Pb(NO_3)_2$ stress on germination indices and biochemical changes of two wheat cultivars.

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	درصد گیاهچه‌های طبیعی Normal seedling percentage	طول گیاهچه Seedling length	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	بنیه گیاهچه Seedling vigor	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	کاتالاز Catalase	پرولین Proline	پروتئین Protein
رقم Cultivar	1	361**	11.312**	6.7**	0.002**	4.71**	84.17**	6.17**	0.0004**	0.05**
تنش سرب $Pb(NO_3)_2$ stress	5	47.6296**	24.7802**	27.222**	0.03**	135.89**	422.97**	731.78**	0.002**	6.05**
Cultivar × $Pb(NO_3)_2$	5	73.44**	31.67**	2.64**	0.0007**	1.36**	7.98**	5.16**	0.00009**	0.01**
اشتباه آزمایشی Error	12	15	44.11	0.64	0.00006	0.35	1.43	0.49	0.00002	0.004
درصد ضریب تغییرات CV (%)	-	16.6	34.6	9.61	12.17	13.87	10.36	10.36	14.33	10.16

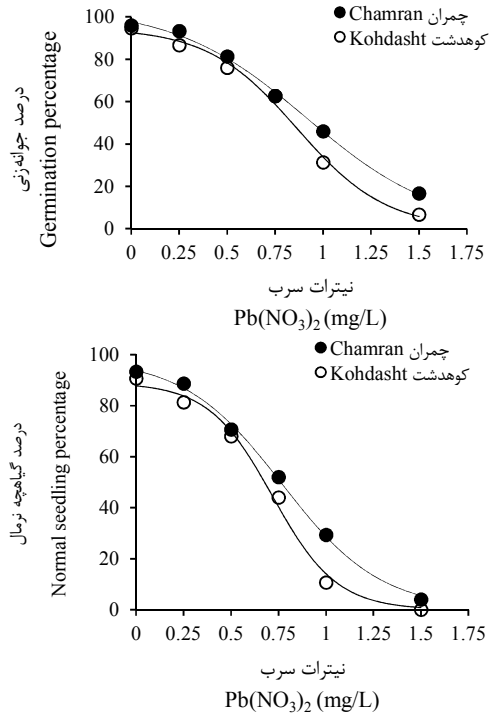
** نشان دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

**Indicates significant difference at 1% probability.

www.SID.ir

با افزایش شدت تنش سرب از صفر به ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر، درصد جوانه‌زنی برای ارقام چمران و کوهدشت به‌ترتیب ۱۶/۶۷ و ۴ درصد و درصد گیاهچه طبیعی ۴ و صفر درصد به‌دست آمد که برای ارقام ذکر شده به‌ترتیب کاهشی ۸۲ و ۹۳ درصدی برای درصد جوانه‌زنی و ۹۵ و ۱۰۰ درصدی برای درصد گیاهچه طبیعی را نشان می‌دهد. قابل ذکر است درصد جوانه‌زنی و درصد گیاهچه طبیعی برای هر دو رقم تا سطح ۰/۸ میلی‌گرم بر لیتر تنش سرب مشابه بوده و با هم اختلافی نداشتند. با توجه به شکل‌های ۱ و ۲ تفاوت در شیب برای هر رقم قابل مشاهده است (شکل ۱). نتایج اثر تنش سرب بر طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه ارقام گندم نشان داد که با افزایش در شدت تنش طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت و این کاهش روند سیگموئیدی را نشان داد. نتایج نشان داد که اثر تنش سرب بر طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه رقم کوهدشت بیشتر بوده به‌طوری که با افزایش سطح تنش کاهش در رقم کوهدشت نسبت به رقم چمران تا سطح ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر تنش سرب بیشتر بود ولی در سطح تنش ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر اختلافی مشاهده نشد (شکل ۲). بیشترین طول گیاهچه برای ارقام چمران و کوهدشت به‌ترتیب با میانگین ۱۳/۰۷ و ۱۲/۷۳ سانتی‌متر و بیشترین وزن خشک گیاهچه به‌ترتیب با میانگین ۰/۰۷۳ و ۰/۰۷۲ گرم مربوط به شرایط عدم تنش بود. با افزایش شدت تنش از صفر به ۰/۷۵ گرم بر لیتر طول گیاهچه برای ارقام چمران و کوهدشت به‌ترتیب ۴۹ و ۷۶ درصد و با افزایش تنش از صفر به ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر به‌ترتیب ۹۷ و ۱۰۰ درصد کاهش یافت. همچنین برای ارقام چمران و کوهدشت با افزایش شدت تنش سرب از صفر به ۰/۷۵ گرم بر لیتر وزن خشک به‌ترتیب کاهش ۹۴ و ۹۵ درصدی و با افزایش تنش از صفر به ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر کاهش ۱۰۰ درصدی نشان داد.

با توجه به نتایج می‌توان بیان داشت که وزن خشک در هر دو رقم به شدت تحت تأثیر تنش سرب قرار می‌گیرد. قابل ذکر است که اثر تنش سرب در سطوح تنش کمتر از ۰/۷۵ میلی‌گرم بر لیتر برای رقم چمران نسبت به کوهدشت کمتر بود (شکل ۲).



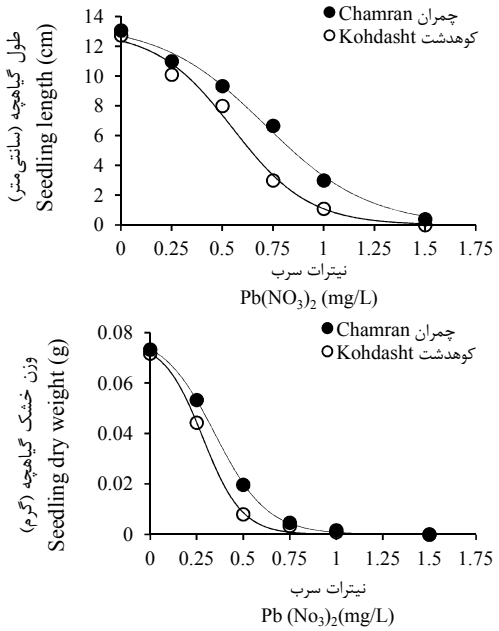
شکل ۱- برازش مدل سیگموئیدی ۳ پارامتره به داده‌های درصد جوانه‌زنی و گیاهچه طبیعی ارقام گندم تحت شرایط تنش نیترات سرب.

Figure 1. Fitting 3 sigmoidal models to germination percentage and normal seedling percentage of wheat under $Pb(NO_3)_2$ stress.

نتایج مربوط به اثر تنش سرب بر سرعت جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه ارقام گندم نشان داد که هر دو رقم با روندی سیگموئیدی تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرند و اثر منفی تنش سرب بر رقم کوهدشت بیشتر بود (شکل ۳). در ادامه نتایج نشان داد که در شرایط عدم تنش و سطوح بالای تنش سرب بین دو رقم تفاوتی وجود ندارد و بیشترین اختلاف در بین دو رقم در سطوح میانی تنش سرب قابل مشاهده است. نتایج نشان داد که بالاترین شاخص بنیه گیاهچه برای هر دو رقم در شرایط عدم تنش و به‌ترتیب با میانگین ۱۲/۱۸ و ۱۱/۵۵ به‌دست آمد. بیشترین سرعت جوانه‌زنی با میانگین ۲۳ بذر در روز مربوط به رقم چمران و شرایط بدون تنش بود که با رقم کوهدشت و با میانگین ۲۲/۳۳ بذر در روز اختلافی نداشت (شکل ۳).

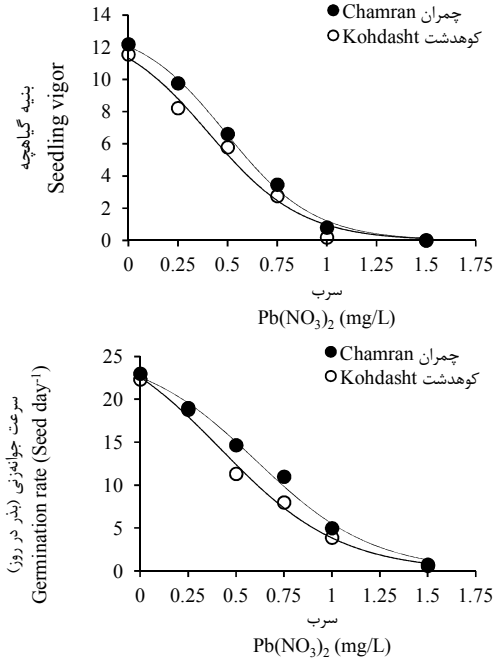
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- برازش مدل سیگموئیدی ۳ پارامتره به داده‌های طول و وزن خشک گیاهچه ارقام گندم تحت شرایط تنش نیترات سرب.

Figure 2. Fitting 3 sigmoidal models to seedling dry weight and length of wheat under $Pb(NO_3)_2$ stress.



شکل ۳- برازش مدل سیگموئیدی ۳ پارامتره به داده‌های بنیه گیاهچه و سرعت جوانه‌زنی ارقام گندم تحت شرایط تنش نیترات سرب.

Figure 3. Fitting 3 sigmoidal models to germination rate and seedling vigor of wheat under $Pb(NO_3)_2$ stress.

نتایج مربوط به تغییرات بیوشیمیایی در بذر دو رقم گندم نشان داد که برای هر دو رقم چمران و کوهدشت با افزایش میزان غلظت سرب میزان پروتئین کاهش یافت و کاهش در رقم کوهدشت بیشتر بود (شکل ۴). با افزایش در غلظت سرب نتایج نشان داد که میزان پرولین و فعالیت آنزیم کاتالاز افزایش یافت و افزایش در رقم چمران نسبت به رقم کوهدشت بیشتر بود. بیشترین میزان پروتئین و پرولین و همچنین فعالیت آنزیم کاتالاز تحت شرایط عدم تنش به‌دست آمد و اختلافی بین دو رقم از لحاظ میزان پرولین مشاهده نشد ولی تحت شرایط عدم تنش میزان پروتئین رقم چمران بیشتر بود. بیشترین اختلاف میان ارقام گندم از لحاظ میزان پرولین و فعالیت آنزیم کاتالاز در سطوح بالای تنش سرب مشاهده شد (شکل ۴).

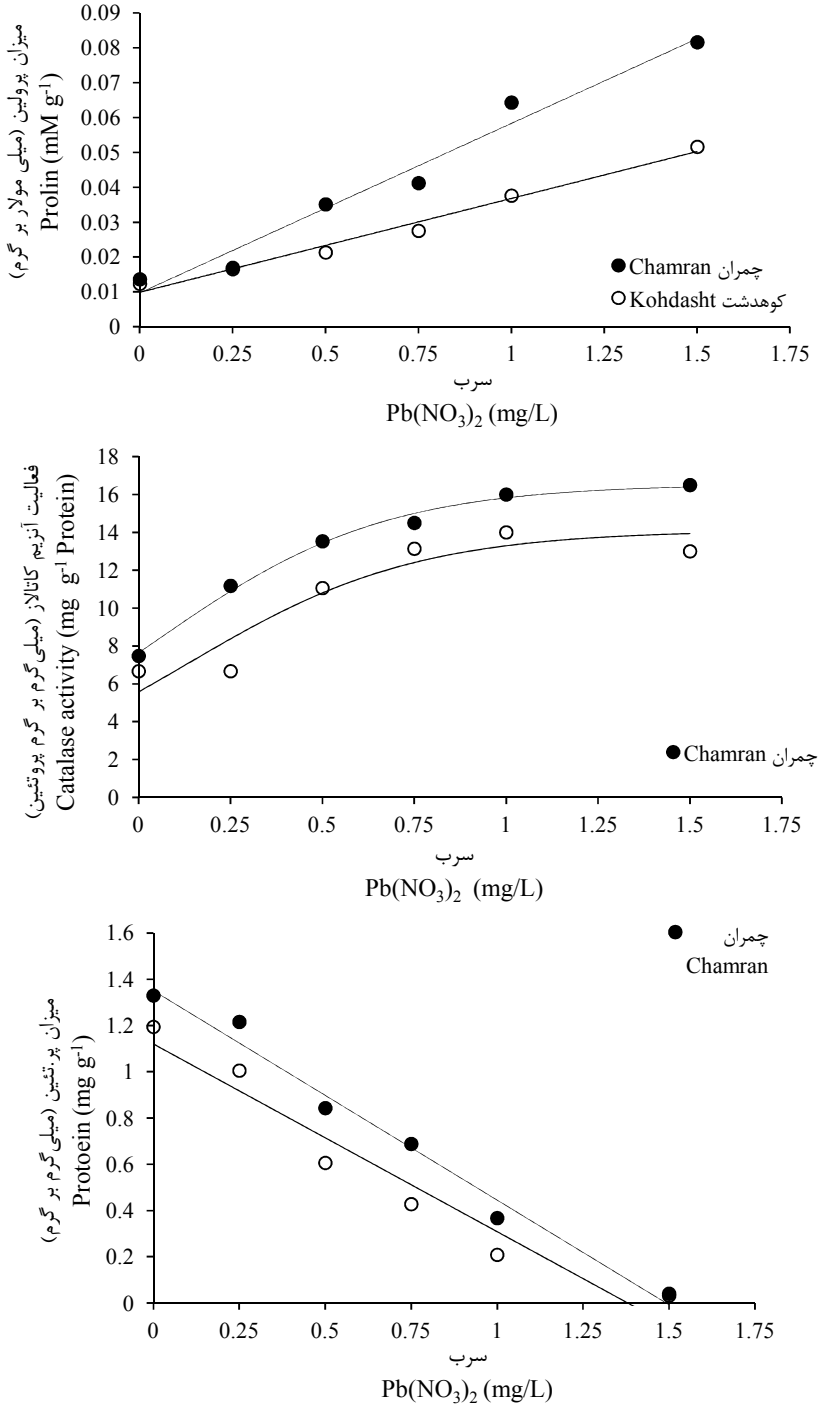
در جدول‌های ۲ تا ۴ ضرایب مدل سیگموئیدی سه پارامتره برازش داده شده به داده‌ها قابل مشاهده است. با توجه به نتایج ضرایب مدل برازش داده شده مشخص شد که برای صفات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری بین حداکثر میزان صفات وجود ندارد، اما این میزان برای رقم چمران بیشتر بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که سطح تنش سرب که صفات اندازه‌گیری شده به ۵۰ درصد حداکثر مقدار خود می‌رسند برای رقم چمران برای صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، بنیه گیاهچه و میزان پروتئین بیشتر از رقم کوهدشت بود ولی برای درصد گیاهچه طبیعی و وزن خشک گیاهچه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، این پارامتر برای میزان پرولین و فعالیت آنزیم کاتالاز برای رقم کوهدشت بیشتر بود (جدول ۲). نتایج مربوط به پارامتر c مدل نشان داد که کاهش و افزایش در صفات اندازه‌گیری شده با شیب‌های متفاوتی اتفاق افتاده است و در بین ارقام چمران و کوهدشت متفاوت است.

بسیاری از محققین از توابع سیگموئیدی جهت بررسی روند تغییرات درصد جوانه‌زنی تجمعی تحت شرایط مختلف استفاده کردند (درخشان[1] و همکاران، ۲۰۱۳؛ کامکار[2] و همکاران، ۲۰۱۱؛ انصاری و همکاران،

[1] Derakhshan
[2] Kamkar

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- برازش مدل سیگموئیدی ۳ پارامتره به داده‌های کاتالاز و برازش مدل ساده خطی به داده‌های پروتئین و پرولین ارقام گندم تحت شرایط تنش سرب. مدل ساده خطی برای میزان پرولین رقم چمران و کوهدشت به‌ترتیب y = -0.9054x + 1.3511 و y = -0.8118x + 1.1203 و برای میزان پرولین به‌ترتیب y = 0.0486x + 0.0097 و y = 0.0269x + 0.0099 بود.

Figure 4. Fitting 3 sigmoidal models to catalase and fitting regression model to protein and proline of wheat cultivar under $Pb(NO_3)_2$ stress. Regression model for proline of Chamran and Kohdasht cultivars was y = -0.9054x + 1.3511 and y = -0.8118x + 1.1203 and for protein it was y = 0.0486x + 0.0097 and y = 0.0269x + 0.0099 receptivity.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- برآورد پارامتر a با استفاده از مدل سه پارامتره سیگموئیدی برای ارقام گندم در سطوح مختلف تنش نیترات سرب (± اعداد نشان دهنده Se میان تکرارها می‌باشد).

Table 2. Estimating parameter a using 3 sigmoidal models for wheat cultivar under different $Pb(NO_3)_2$ stress (±represent standard error).

رقم Cultivar	کاتالاز Catalase	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	بنیه گیاهچه Seedling vigor	وزن خشک Dry weight	طول گیاهچه Seedling length	درصد گیاهچه طبیعی Normal seedling percentage	درصد جوانه‌زنی Germination percentage
چمران Chamran	16.55±0.31	25.66±2.4	13.3±0.78	0.079±0.004	13.47±0.83	98.68±2.92	99.51±3.26
کوهدشت Kohdasht	14.11±1.48	25.52±0.4	13.3±2.09	0.076±0.004	13.02±0.96	91.44±5.64	97.81±3.85

جدول ۳- برآورد پارامتر b با استفاده از مدل سه پارامتره سیگموئیدی برای ارقام گندم در سطوح مختلف تنش نیترات سرب (± اعداد نشان دهنده Se میان تکرارها می‌باشد).

Table 3. Estimating parameter b using 3 sigmoidal models for wheat cultivar under different $Pb(NO_3)_2$ stress (± represent standard error).

رقم Cultivar	کاتالاز Catalase	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	بنیه گیاهچه Seed vigor	وزن خشک Dry weight	طول گیاهچه Seedling length	درصد گیاهچه طبیعی Normal seedling percentage	درصد جوانه‌زنی Germination percentage
چمران Chamran	0.05±0.02	0.62±0.08	0.49±0.04	0.35±0.02	0.71±0.05	0.77±0.04	0.91±0.03
کوهدشت Kohdasht	0.13±0.01	0.42±0.11	0.41±0.01	0.28±0.02	0.55±0.05	0.77±005	0.86±0.04

جدول ۴- برآورد پارامتر c با استفاده از مدل سه پارامتره سیگموئیدی در سطوح مختلف تنش نیترات سرب (± اعداد نشان دهنده Se میان تکرارها می‌باشد).

Table 4. Estimating parameter c using 3 sigmoidal models for wheat cultivar under different $Pb(NO_3)_2$ stress (± represent standard error).

رقم Cultivar	کاتالاز Catalase	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	بنیه گیاهچه Seed vigor	وزن خشک Dry weight	طول گیاهچه Seedling length	درصد گیاهچه طبیعی Normal seedling percentage	درصد جوانه‌زنی Germination percentage
چمران Chamran	0.31±0.04	-0.3±0.07	-0.22±02.0	-0.14±0.005	-0.27±0.04	-0.26±0.02	-0.34±0.03
کوهدشت Kohdasht	0.31±0.04	-0.31±0.05	-0.23±0.06	-0.1±0.01	-0.19±0.04	-0.17±0.01	-0.23±0.03

۲۰۱۶).

به‌طور کلی گزارش‌های مختلف حاکی از آن است که تنش سرب و سایر فلزات سنگین سبب کاهش در شاخص‌های جوانه‌زنی می‌شود (تقی‌زاده[1] و همکاران، ۲۰۱۱؛ رحمان خان و محمود خان[2]، ۲۰۱۰).

تقی‌زاده و همکاران (۲۰۱۱) بیان داشتند که اثر فلز سنگین سرب بر جوانه‌زنی و شاخص‌های جوانه‌زنی

[1] Taghizadeh
[2] Rahman Khan and Mahmud Khan

www.SID.ir

Archive of SID

جنس‌های مختلف چمن متفاوت می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت پایین سرب (۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر) اثری بر درصد جوانه‌زنی و درصد گیاهچه طبیعی ارقام گندم نداشت، به عبارت دیگر غلظت پایین سرب عامل بازدارندگی جوانه‌زنی در بذر گندم نبود که با نتایج تعدادی از محققین همخوانی دارد (والتر[1] و همکاران، ۲۰۰۶؛ باشماکو[2] و همکاران، ۲۰۰۵).

در این تحقیق کاهش در طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه در مقابل سطوح مختلف تنش سرب مشاهده شد، چنین اثر بازدارندگی توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (پرالتا[3] و همکاران، ۲۰۰۰؛ ژیونگ[4]، ۱۹۹۸؛ ورما و دابی[5]، ۲۰۰۱). فلزات سنگین به روش‌های مختلف مانع رشد گیاهان می‌شوند. این فلزات با کاهش تورژسانس سلولی سبب کاهش تقسیم سلولی و مهار رشد سلولی شده و از طرف دیگر با تجمع در دیواره سلولی و ورود به ستوپلاسم در متابولیسم طبیعی سلول اختلال ایجاد کرده و باعث کاهش رشد می‌گردند (مولاسیوتیس[6] و همکاران، ۲۰۰۵؛ کبیر[7] و همکاران، ۲۰۰۸). در گزارشی دیگر بیان شده است که تنش فلزات سنگین میزان چوب پنبه‌ای شدن دیواره سلولی را افزایش داده، باعث استحکام و عدم انعطاف دیواره سلولی می‌شود (دیاز[8] و همکاران، ۲۰۰۱؛ گجوسکا و اسکلدوسکی[9]، ۲۰۰۷). این پدیده می‌تواند دلیل احتمالی کاهش رشد طولی گیاهچه در حضور سرب باشد. به‌طور کلی انباشته شدن فلزات سنگین در محیط ریشه سبب کاهش جذب آب و مواد غذایی، کاهش انتقال آب و بر هم خوردن تعادل آب، مهار فعالیت آنزیم‌ها، کاهش متابولیسم سلولی، کاهش فتوسنتز، تنفس و تعرق، کمبود نیتروژن و فسفر و در نتیجه مهار رشد، تسریع پیری و حتی مرگ گیاه می‌گردد (چنگ و هانگ[10]، ۲۰۰۶؛ پاندی و شارما[11]، ۲۰۰۲).

به‌طور کلی بنیه گیاهچه از حاصلضرب درصد گیاهچه طبیعی در طول گیاهچه به‌دست می‌آید که کاهش در بنیه گیاهچه در اثر افزایش شدت تنش را می‌توان به کاهش در اجزای محاسباتی آن نسبت داد (انصاری و همکاران، ۲۰۱۲). کاهش در بنیه گیاهچه در نتیجه افزایش شدت تنش عناصر مختلف فلزات سنگین نیز گزارش شده است (صابری[12] و همکاران، ۲۰۱۰). گزارش شده است که تنش‌های غیر زنده (محیطی) با محدود کردن آب قابل دسترس بذر و در نتیجه کند کردن خروج ریشه‌چه سرعت جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (انصاری و همکاران، ۲۰۱۶). بنابراین کاهش در سرعت جوانه‌زنی در ارقام گندم تحت شرایط تنش سرب را می‌توان به محدودیت در آب قابل دسترس گیاه برای شروع فرآیندهای جوانه‌زنی نسبت داد.

تفاوت بین ارقام از لحاظ شاخص‌های جوانه‌زنی از قبیل طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه و بنیه گیاهچه را می‌توان به تفاوت در مصرف مواد ذخیره‌ای بذر ارتباط داد به‌طوری که در ارقام با توانایی بالاتر برای مصرف سریع‌تر مواد غذایی توانایی تحمل به شرایط تنش بیشتر بوده و این ارقام در شرایط تنش مواد بیشتری از ذخایر بذری را مصرف نموده در نتیجه طول و وزن گیاهچه و به دنبال آن بنیه گیاهچه افزایش می‌یابد و در پی آن به دلیل انتقال بیشتر و سریع‌تر مواد به محور ریشه‌چه، خروج ریشه‌چه با سرعت بیشتری اتفاق می‌افتد و در پی آن سرعت جوانه‌زنی افزایش می‌یابد (سلطانی[13] و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین با توجه به این مطالب می‌توان بیان داشت بیشتر بودن شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گندم رقم چمران ممکن است به این دلیل باشد.

نتایج نشان داد که در ارقام گندم با افزایش در شدت تنش سرب میزان پروتئین کاهش یافته و فعالیت آنزیم کاتالاز و میزان پرولین افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد افزایش در میزان پرولین و آنزیم کاتالاز از جمله راه‌کارها جهت تحمل بیشتر شرایط تنش در گیاه باشد. تولید پرولین و فعالیت آنزیم آسکوربات پرواکسیداز و کاتالاز

[1] Walter
[2] Bashmakov
[3] Peralta
[4] Xiong
[5] Verma and Dubey
[6] Molassiotis
[7] Kabir
[8] Diaz
[9] Gajewska and Sklodowska
[10] Cheng and Huang
[11] Pandey and Sharma
[12] Saberi
[13] Soltani

www.SID.ir

Archive of SID

یکی از سازوکارهای مهم سمیت زدایی فلزات سنگین سمی در اکثر گیاهان بوده و تجمع پرولین و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی در گیاهانی که در معرض تنش‌های محیطی و تنش فلزات سنگین می‌باشند، موجب کاهش آسیب به غشاء و پروتئین‌ها می‌گردد (ورما[1]، ۱۹۹۹؛ چراتی آرایی و خانلیران خطیری، ۲۰۰۹).

سلول‌های گیاهی برای حفاظت در مقابل آسیب‌های اکسیداتیو مجهز به یک سیستم حذف کننده رادیکال‌های آزاد می‌باشند. بخشی از این سیستم شامل آنزیم‌های آنتی اکسیدان می‌باشند (چو و پارک، ۲۰۰۰). گزارش شده است که فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه برنج در اثر افزایش تنش ناشی از فلز سنگین سرب تا غلظتی از تنش افزایش و سپس کاهش یافته است (ورما و دابی، ۲۰۰۳).

کاتالاز در مقایسه با سایر آنزیم‌های آنتی اکسیدانی حساسیت بیشتری را نسبت به تنش‌های فلز سنگین دارد و احتمال دارد با افزایش تنش فلزات سنگین به بالاتر از حد آستانه و یا در سطوح بسیار بالای تنش به‌دلیل خسارت وارد شده به سیستم‌های دفاعی فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی کاهش یابد (رمضانی و همکاران، ۲۰۱۴) که چنین نتیجه‌ای برای رقم کوهدشت به‌دست آمد. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان بیان داشت که کاهش در میزان پروتئین در نتیجه افزایش سطوح تنش سرب می‌تواند به‌دلیل تخریب ساختار پروتئین باشد که این تخریب در سطح‌های بالای تنش سرب بیشتر بود.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که با افزایش در شدت تنش فلز سنگین سرب شاخص‌های جوانه‌زنی و میزان پروتئین کاهش، ولی میزان پرولین و فعالیت آنزیم کاتالاز افزایش یافت. در سطوح بالای تنش سرب تا سطح ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر، رقم چمران دارای شاخص‌های جوانه‌زنی بیشتری نسبت به رقم کوهدشت بود. در بین دو رقم چمران و کوهدشت با افزایش شدت تنش تفاوت در میزان پرولین و فعالیت آنزیم کاتالاز بیشتر مشاهده شد که این موضوع می‌تواند دلیل بر تحمل بیشتر این رقم تحت شرایط تنش سرب باشد. به‌طوری که نتایج نشان داد که با افزایش شدت تنش سرب رقم چمران از شاخص‌های جوانه‌زنی بالاتری برخوردار بود. در هر دو رقم با افزایش شدت تنش سرب میزان پروتئین به‌شدت کاهش یافت که نشان دهنده این امر است که فعالیت آنزیم کاتالاز و افزایش در میزان پرولین نتوانست در شدت بالای تنش از تخریب پروتئین جلوگیری کند، بنابراین کمترین تفاوت در بین شاخص‌های اندازه‌گیری شده در سطح ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر تنش سرب مشاهده شد. در میان پارامترهای برآورد شده توسط مدل سیگموئیدی پارامتر b از اهمیت بالاتری برخودار است زیرا که این پارامتر سطحی از تنش را نشان می‌دهد که میزان شاخص‌های اندازه‌گیری شده به کمتر از ۵۰ درصد حداکثر خود می‌رسند. بنابراین با توجه به این پارامتر نیز مشخص شد که رقم چمران نست به شرایط تنش سرب از تحمل بالاتری برخوردار است. در نهایت می‌توان بیان داشت که در مناطق با تجمع فلز سنگین سرب می‌توان با انتخاب رقم مناسب تا حدودی خسارات را جبران نمود که از بین دو رقم چمران و کوهدشت جهت کشت در چنین شرایطی رقم چمران به‌نظر مناسب‌تر می‌باشد.

[1] Verma

www.SID.ir

منابع

Ansari, O., Choghazardi, H. R., Sharif Zadeh, F., and Nazarli, H. 2012. Seed reserve utilization and seedling growth of treated seeds of mountain rye (*Secale montanum*) as affected by drought stress. Cercetări Agronomice în Moldova, 45(2): 43-48. https://doi.org/10.2478/v10298-012-0013-x

Ansari, O., Gherekhloo, J., Kamkar, B., and Ghaderi-Far, F. 2016. Breaking seed dormancy and determining cardinal temperatures for *Malva sylvestris* using nonlinear regression. Seed Science and Technology, 44(3): 1-14. https://doi.org/10.15258/sst.2016.44.3.05

Bashmakov, D. I., Lukatkin, A.S., Revin, V.V., Duchovskis, P., Brazaitytë, A., and Baranauskis, K. 2005. Growth of maize seedlings affected by different concentrations of heavy metals. Ekologija, 3: 22-27.

Bates, L.S., Waldern, R.P., and Teave, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39: 205-207. https://doi.org/10.1007/BF00018060

Bhagirath, S., Chauhan, B.S. David, E., and Johnson, M.A.K. 2008. seed germination and seedling Emergence of giant sensitive plant (*Mimosa invisa* L.). Weed Science, 56(2): 244-248. https://doi.org/10.1614/WS-07-120.1

Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Annual Review of Biochemistry, 72: 248-254. https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3

Chauhan, B.S., Gill, G., and Preston, C. 2006. Factors affecting seed germination of threehorn bedstraw (*Galium tricornatum*) in Australia. Weed Science, 54: 471-477. https://doi.org/10.1614/WS-06-067.1 https://doi.org/10.1614/WS-06-060R1.1 https://doi.org/10.1614/WS-05-176R1.1 https://doi.org/10.1614/WS-06-047R.1 https://doi.org/10.1614/WS-06-061R.1

Cheng, S., and Huang, C. 2006. Influence of cadmium on growth of root vegetable and accumulation of cadmium in the edible root. International Journal of Applied Science and Engineering, 3: 243-252.

Cherati Araei, A., and Khanlarian Khatiri, M. 2009. The Effects of Lead on germination, protein and proline contents and index of tolerance in two varieties of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Environmental Sciences, 5(3): 41-52. [In Persian with English Summary].

Cho, U.H., and Park, J.O. 2000. Mercury-induced oxidative stress in tomato seedlings. Plant Science, 156: 1-9. https://doi.org/10.1016/S0168-9452(00)00227-2

Derakhshan, A., Gherekhloo, J., Vidal, R.B., and De Prado, R. 2013. Quantitative description of the germination of littleseed canarygrass (*Phalaris minor*) in response to temperature. Weed Science, 62: 250-257. https://doi.org/10.1614/WS-D-13-00055.1

Diaz, J., Bernal, A., Pomar, F., and Merino, F. 2001. Induction of shikimate dehydrogenase and peroxidase in pepper (*Capsicum annuum* L.) seedlings in response to copper stress and its relation to lignification. Plant Science, 161(1): 179-188. https://doi.org/10.1016/S0168-9452(01)00410-1

Eick, M.J., Peak, J.D., Brady P.V., and Pesek J.D. 1999. Kinetics of lead absorption and desorption on goethite: Residence time effect. Soil Science, 164: 28-39. https://doi.org/10.1097/00010694-199901000-00005

Gajewska, E., and Sklodowska, M. 2007. Effect of nickel on ROS content and oxidative enzyme activities in wheat leaves. Biometals, 20(1): 27-36. https://doi.org/10.1007/s10534-006-9011-5

Janda, T., Szalai, G., Tari I., and Paldi, E. 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. Planta, 208: 175-180. https://doi.org/10.1007/s004250050547

www.SID.ir

Archive of SID

Kabir, M., Iqbal, M.Z., Shafigh, M., and Faroogi, Z.R. 2008. Reduction in germination and seedling growth of *Thespesia populnea* L. caused by lead and cadmium treatments. Pakistan Journal of Botany, 40(6): 2419-2426.

Kamkar, B., Jami Al-Ahmadi, M., Mahdavi-Damghani, A. and Villalobos, F.J. 2011. Quantification of the cardinal temperatures and thermal time requirement of opium poppy (*Papaver somniferum* L.) seeds germinate using non-linear regression models. Industrial Crops and Products, 35: 192-198. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.06.033

Knasmuller, S., Gottmann, E., Steinkellner, H., Fomin, A., Pickl, C., Paschke, A., God, R., and Kundi, M. 1998. Detection of genotoxic effects of heavy metal contaminated soils with plant bioassays. Mutation Research, 420: 37-48. https://doi.org/10.1016/S1383-5718(98)00145-4

Lin, C.J., Liu, L., Liu, T., Zhu, L., Sheng, D., and Wang, D. 2009. Soil amendment application frequency contributes to phytoextraction of lead by sunflower at different nutrient levels. Environmental and Experimental Botany, 65: 410-416. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2008.12.003

Molassiotis, A., Satipoulos, T., Tanou, G., Diamantidis, G., and Therios, I. 2005. Boron-induced oxidative damage and antioxidant and nucleolytic responses in shoot tips culture of apple rootstock EM9 (*Malus domestica* Borkh). Environmental and Experimental Botany, 7: 24-32.

Oliver, D., and Naidu, R. 2003. Uptake of Cu, Pb, Cd, As and DDT by vegetables grown in urban environments. Environmental Protection and Heritage Council, 151-161.

Pandey, N., and Sharma, C.P. 2002. Effect of heavy metals Co_2+, Ni_2+ and Cd_2+ on growth and metabolism of cabbage. Journal of Plant Science, 163(4): 753-758. https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00210-8

Peralta, J.R., Gardea-Torresdey, J.L., Tiemann, K.J., Gomez, E., Arteaga, S., Rascon, E., and Parsons, J. G. 2000. Study of the effects of heavy metals on seed germination and plant growth on alfafa plant (*Medicago sativa*) growth in solid media. In: Proceedings of the Conference on Hazardous Waste Research, CO. 135-140.

Pereira, G. J., Molina, G., and Zevedo, R.A. 2002. Activity of antioxidant enzymes in responses to pb in *Crotalaria juncea*. Plant and Soil, 239(1): 123-132. https://doi.org/10.1023/A:1014951524286

Rahman Khan, M., and Mahmud Khan, M. 2010. Effect of varying concentration of nickel and cobalt on the plant growth and yield of chickpea. Australian Journal Basic and Applied Science, 4(6): 1036-1046.

Ramezani, F., Shayanfar, A., Tavakkol Afshari, R., and Rashayi, K. 2014. Effects of silver, nickel, zinc and zinc – copper nanoparticles on germination, seedling establishment and enzyme activity of alfalfa (*Medicago sativa*) seed. Iranian Journal of Field Crop Science, 45(1): 107-118 [In Persian with English Summary].

Saberi, M., Tavili, A., Jafari, M., and Heidari, M. 2010. The effect of heavy metal on germination and seedling growth of *Atripex lentiformis*. Journal of Rangeland, 4(1): 112-120 [In Persian with English Summary].

Sharma, P.R, and Dubey, S. 2005. Lead toxicity in plants. Brazilian Journal Plant Physiology, 17(1): 35-52. https://doi.org/10.1590/S1677-04202005000100004

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: 195-200. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2004.10.012

Taghizadeh, M., Kafi, M., Fatahi Moghadam., M.R., and Savaghebi, Gh.R. 2011. Effects of lead concentrations on seed germination of turfgrass genus and its potential for phytoremediation. Iranian Journal of Horticultural Science, 42(3): 277-289 [In Persian with English Summary].

www.SID.ir

Archive of SID

Tavili, A., Saberi, M., Shariari, A., and Heidari, M. 2013. Salicylic acid effect on *Bromus tomentellus* germination and initial growth properties under cadmium stress. Journal Plant Research (Iranian Journal of Biology), 26(2): 208-216 [In Persian with English Summary].

Van Assche, F., and Clijsters, H. 1990. A biological test system for the evaluation of the phyto-toxicity of metal contaminated soils. Environmental Pollution, 66: 157-172. https://doi.org/10.1016/0269-7491(90)90118-V

Verma, D.P.S. 1999. Osmotic stress tolerance in plant: Role of proline and sulfur metabolism. In Molecular Responses to Cold, Drought, Heat and Salt Stress in Higher Plant, K. Shinozaki and K. Yamaguchi- shinozaki, (eds). R.G. Landes Company, pp:153-168.

Verma, S., and Dubey, R.S. 2001. Effect of cadmium on soluble sugars and enzymes of heir metabolism in rice. Biologia Plantarum, 44(1): 117-123. https://doi.org/10.1023/A:1017938809311

Walter, I., Martinez, F., and Cala, V. 2006. Heavy metal speciation and phytotoxic effects of three representative sewage sludges for agricultural uses. Environmental Pollution, 139: 507-514. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.05.020

Xiong, Z.T. 1998. Lead uptake and effects on seed germination and plant growth in a Pb hyper accumulator *Brassica pekinensis* Rupr. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 60(2): 285-291. https://doi.org/10.1007/s001289900623

Yell Yang, Y. 2000. Identification of rice varieties with high tolerance or sensity to lead and characterization of the mechanism of tolerance. Plant Physiology, 124: 1019-1026. https://doi.org/10.1104/pp.124.3.1019

www.SID.ir

Archive of SID
Iranian Journal of Seed Research, Vol: 5(2), 2019

Evaluation of Germination and Biochemical Changes of Two Wheat (*Triticum aestivum*) Cultivars Under $Pb(NO_3)_2$ Stress

Seyyed Ali Tabatabaei [1], Omid Ansari [2, *]

Extended abstract

Introduction: Heavy metal pollution is one of the most serious environmental problems. These metals which accumulate in food chain bring about a lot of hazards to both humans and animals. Among heavy metals, lead is considered to be the most dangerous heavy metal in the environment. It contaminates the environment through the lead-acid battery industry, paint and gasoline additives, insecticides, chemical fertilizers, car exhaust pipes and soldering. The objective of this study was to investigate the effect of $Pb(NO_3)_2$ on germination characteristics and biochemical changes of two wheat cultivars (Chamran and Kohdasht cultivars).

Materials and Methods: The objective of this research was to evaluate germination and biochemical changes of two wheat cultivars under $Pb(NO_3)_2$ stress, using three-parameter sigmoid model. The experimental design adopted was factorial with a completely randomized design, as the base design, with 3 replications. The first factor was 2 wheat cultivars (Kohdasht and Chamran), and the second factor was 6 levels of $Pb(NO_3)_2$ (0, 0.25, 0.5, 0.75, 1 and 1.5 mg.L).

Results: The results showed that with increases in levels of $Pb(NO_3)_2$ stress, germination percentage, germination rate, normal seedling percentage, seedling length, seedling weight and seed vigor index reduced for both wheat cultivars. The results of fitting three-parameter sigmoidal to characteristics indicated that the highest characteristics and X50 were obtained from the Chamran cultivar. The highest germination percentage (96%), germination rate (23 seeds per day), normal seedling percentage (93.33%), seedling length (13.07 cm), seedling weight (0.07) and seedling vigor index (12.18) were obtained from the Chamran cultivar under non-stress conditions. $Pb(NO_3)_2$ stress increased proline and catalase activity but reduced protein, proline and protein for the Chamran cultivar, as compared with the Kohdasht cultivar.

Conclusion: Generally speaking, the results showed that $Pb(NO_3)_2$ had a significant effect on germination characteristics and catalase, proline and protein of wheat. Finally, it could be said that in copper-accumulated areas, choosing proper cultivars can slightly mitigate the damages caused by copper. The Chamran cultivar seems to be a better candidate for these conditions.

Keywords: Catalase, Proline, Protein, Sigmoid model

***Highlights*:**

1. Evaluation of the effect of $Pb(NO_3)_2$ stress on germination characteristics of wheat.
2. Using three-parameter sigmoid model for the evaluation of biochemical changes and germination of wheat under $Pb(NO_3)_2$ stress.

[1] Associate Professor, Seed and Plant Improvement Research Department, Yazd Agricultural and Natural Resources and Education Center, AREEO, Yazd, Iran.

[2] Ph.D. Student of Seed Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran.

[*] Corresponding author, E-mail address: Ansari_O@ut.ac.ir

(Received: 02.02.2018; Accepted: 23.06.2018)

DOR: 98.1000/2383-1251.1397.5.15.10.2.1575.1576

DOI: 10.29252/yujs.5.2.15

CrossMark

www.SID.ir