

تأثیر تنش شوری و کادمیم بر صفات مورفولوژیکی گیاه شاهی (*Lepidium sativum*)

مریم طاهرپور^{۱*}

۱- کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه آزاد اسلامی اهواز

تیمور بابایی نژاد^۲

۲- استادیار گروه مهندسی علوم خاک دانشگاه آزاد اسلامی اهواز

چکیده

به منظور بررسی غلظت‌های مختلف شوری بر جذب کادمیم توسط گیاه شاهی (*Lepidium sativum*) تحقیقی در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز سال زراعی ۹۵-۹۴ آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار با دو فاکتور شوری و مقادیر مختلف کادمیم انجام گردید. در این تحقیق تیمارها شامل دو عامل شوری در چهار سطح شامل شاهد، ۲، ۴ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر و مقادیر مختلف کادمیم با چهار غلظت شامل شاهد، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم بودند. برای تأمین سطوح مختلف شوری و کادمیم در آزمایش به ترتیب از کلرید سدیم و کلرید کادمیم استفاده شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که همه صفات مورد مطالعه تحت تأثیر غلظت‌های مختلف شوری، مقادیر مختلف کادمیم و برهمکنش تیمارها در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفتند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش در میزان شوری و کادمیم سبب کاهش در طول ریشه و طول ساقه گردید. بلندترین طول ریشه و ساقه به ترتیب با ۱۳/۴۶ و ۱۲/۳۲ سانتی‌متر در تیمار عدم شوری و مصرف کادمیم بدست آمد. نتایج نشان داد که ریشه گیاه شاهی نسبت به اندام هوایی آن از قدرت بیش‌اندوزی بیشتری برخوردار است. با توجه به اینکه شاهی گیاهی با دوره رشد نسبتاً کوتاه و عملکرد بالا می‌باشد، می‌توان از این گیاه به عنوان گیاهی بیش‌اندوز برای پالایش خاک‌های آلوده به کادمیم استفاده کرد.

واژگان کلیدی: گیاه شاهی، کلرید سدیم، درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، پالایش خاک



مقدمه

مناطق وسیعی از ایران از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شوند و یکی از مشکلات عمده این مناطق شوری آب و خاک است و شوری عامل محدودیت کننده رشد و نمو گیاهان است. به طور کلی، شوری بر همه فرآیندهای اصلی مانند رشد، فتوسنتز، سنتز پروتئین، لیپید در تمام مراحل رشد گیاه از جوانه زنی تا تولید بذر اثر می‌گذارد (Anderson et al, 2022). تنش شوری از تنش‌های مهم غیر زیستی است که فیزیولوژی گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد و رشد و عملکرد گیاهان را کاهش می‌دهد (Pendias and Pendias, 2001). محققین بیان نمودند که طول ریشه و وزن خشک ریشه زنی با افزایش شوری کاهش پیدا می‌کند (Puvanitha and Mahendran, 2017).

در بین آلاینده‌های خاک و محیط زیست فلزات سنگین از مهمترین آلاینده‌ها می‌باشند و از نظر سمیت و پایداری جزء خطرناک‌ترین گروه آلاینده‌ها طبقه‌بندی می‌شوند و تهدید جدی برای امنیت و ایمنی غذایی می‌باشند (Rojas et al, 2016). تجمع مزمن این فلزات سنگین با کاهش کیفیت و همچنین برهم زدن فعالیت‌های ارگانیسم‌های خاک، اکوسیستم های خاک را به خطر می‌اندازد. امروزه آلودگی فلزات سنگین به طور گسترده‌ای بر روی کره زمین گسترش یافته است و باعث ایجاد آشفته‌گی محیط زیست و خطرات جدی برای سلامتی انسان شده است.

فلزات سنگین به گروهی از فلزات و شبه فلزات با چگالی نسبتاً بالا (>5 گرم بر سانتی‌متر مکعب) همچون کادمیم (Cd)، سرب (Pb)، نیکل (Ni)، آرسنیک (As)، کبالت (Co)، جیوه (Hg)، مس (Cu)، روی (Zn) و کروم (Cr) اشاره دارد که بیشترین اثر سمی را بر روی اکوسیستم می‌گذارند (Oves et al, 2012).

در میان فلزات سنگین برخی از فلزات مانند: کبالت، مس، نیکل، آهن، منگنز، روی، مولیبدن و سلنیوم عناصر ضروری هستند که در مقادیر کم، اما بسیار مهم برای رشد و نمو بهینه گیاه مورد نیاز هستند، و در صورت جذب بیش از حد مورد نیاز گیاه منجر به اثرات سمی می‌شود (Alloway, 2013). در مقابل فلزات غیر ضروری مانند: آلومینیوم، آرسنیک، کادمیم، سرب و جیوه هیچ نقش مفید و عملکرد تغذیه‌ای در گیاهان ندارند و ممکن است به سرعت منجر به سمیت شوند. عناصر ضروری و غیر ضروری به طور مرتب از طریق استفاده بیش از حد مواد شیمیایی زراعی، رسوبات اتمسفری، فاضلاب شهری، پساب‌ها و فعالیت‌های صنعتی به زنجیره غذایی انسان اضافه می‌شوند.

فاکتورهای زیادی بر جذب فلزات تأثیر می‌گذارند که شامل: pH خاک، تهویه خاک، شرایط Eh (به ویژه در محیط‌های آبی)، کوددهی، رقابت بین گونه‌های گیاهی، نوع و اندازه گیاه، سیستم ریشه‌ای، در دسترس بودن عناصر در خاک یا رسوبات برگ، نوع برگ‌ها، رطوبت خاک و تأمین انرژی گیاه به ریشه و برگ‌ها. به دلیل تأثیر عوامل محیطی و نوع خود گیاه، سطوح فلزات سنگین در گیاهان (اعم از زمینی و آبی) بسیار متفاوت است. اگر سایر فاکتورها ثابت باشند، جذب فلزات توسط گونه‌های مختلف گیاهی را می‌توان مقایسه نمود.

Gül (2021) بیان کرد که طول ساقه و ریشه، وزن تر ساقه و ریشه با افزایش شوری به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد.

Jahan (2019) گزارش کرد که ارتفاع گیاه و وزن خشک ریشه در اثر تنش شوری و فلزات سنگین کاهش پیدا کرد.

Gomes-Filho et al (2008) گزارش دادند که جوانه زنی مهمترین مرحله در مقابل تنش‌های محیطی، شوری و فلزات سنگین می‌باشد. کاهش ضعیف رشد ریشه و تأثیر منفی بر رشد گیاهان از عوامل تنش فلزات سنگین بر گیاه است. از آنجا که رشد گیاهان از طریق مراحل فنولوژیک بوده و اکثر گیاهان از نظر تحمل محیطی متفاوت می‌باشند، جوانه زنی تاخیر مستقیمی در طول مراحل رشدی گیاه دارد.



Koyro (2002) بیان کرد که سمیت فلزا سنگین کادمیوم باعث آسیب به جوانه زنی بذر گیاهان خواهد شد و میزان شوری خاک باعث افزایش جذب فلزات سنگین توسط سبزیجات شد. به طور کلی مساله سمیت فلزات سنگین بر جوانه زنی و رشد گیاهچه مساله ثابت شده است (Wang et al, 2023).

بررسی‌های انجام شده نشان دهنده این است که نرخ جذب و تجمع کادمیوم در اندام‌های خوراکی سبزی‌ها بیشتر از سایر گیاهان است. شاهی (ترتیزک)، با نام علمی (*Lepidium sativum*) گیاهی است یک ساله با ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر از خانواده چلیپاییان (*Brassicaceae*) بومی اروپای مرکزی که در نواحی مختلف ایران نیز پرورش می‌یابد. شاهی (تره تیزک) گیاهی است یکساله ساله، علفی، خودرو و خوراکی از تیره چلیپاییان (چتریان) با نام علمی لپیدیوم ساتیوم که طول بوته آن به ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متر می‌رسد و دارای برگ‌هایی بدون کرک و بدون دندانه که به شکل نپخته و خام به عنوان طعم دهنده به غذا و دم‌کرده به مصرف تغذیه انسان می‌رسد. شاهی یا ترک تیزک بومی اروپا و شاید غرب آسیاست و به احتمال زیاد بومی ایران می‌باشد. سابقه کشت آن به ۲۰۰۰ سال پیش می‌رسد. این گیاه را در مازندران «تره تیزک» و در سایر مناطق ایران تره تیزک و «شاهی» می‌نامند. با توجه به اهمیت گیاه پالایی به منظور کاهش آلودگی‌های ناشی از شوری و فلزات سنگین این تحقیق با هدف ارزیابی شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه شاهی (*Lepidium sativum*) تحت تنش شوری و کادمیوم انجام شد.

روش تحقیق

این تحقیق در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز در سال ۹۵-۹۴ انجام شد. آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار با دو فاکتور شوری و مقادیر مختلف کادمیوم انجام گردید. در این تحقیق تیمارها شامل دو عامل شوری در چهار سطح شامل ۲، ۴ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر و مقادیر مختلف کادمیوم با چهار غلظت شامل ۱۰، ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بودند. برای تأمین سطوح مختلف شوری و کادمیوم در آزمایش به ترتیب از کلرید سدیم و کلرید کادمیوم استفاده شد.

در این آزمایش در مجموع از ۴۸ گلدان استفاده شد. در هر گلدان ۵۰ عدد بذر شاهی قرار داده شد و در هر گلدان با توجه به سطوح فاکتورها نسبت به اعمال تیمارها اقدام گردید. بدین منظور در هر ۱۶ گلدان برای هر تکرار سطوح شوری و کادمیوم اعمال شد. همه گلدان‌ها با حجم یکسان از محلول کادمیوم مورد نظر آبیاری شدند. سپس گلدان‌ها در داخل ژرمنیتور با درجه حرارت ± 21 درجه سانتی‌گراد و طول دوره روشنائی ۱۲ ساعت قرار داده شدند. ارزیابی جوانه‌زنی به طور مرتب هر ۲۴ ساعت کنترل گردید و زمانی که تعداد بذور جوانه زده برای دو شمارش متوالی یکسان شده بود به اتمام رسید و این زمان به عنوان پایان جوانه‌زنی در نظر گرفته شد. معیار بذور جوانه زده خروج ریشه‌چه به طول حداقل ۲ میلی‌متر بود. در طول آزمایش در صورت نیاز، در هر گلدان از محلول آماده شده برای سطح آلودگی مربوطه استفاده شد.

صفات مورد مطالعه

در این تحقیق صفات مورد مطالعه شامل طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ریشه و وزن خشک ساقه بودند.

روش و نحوه تهیه نمونه برای محاسبه صفات

طول ریشه و ساقه

پس از جوانه‌زنی هر ۵ روز یکبار طول ریشه و ساقه اندازه‌گیری گردید و در هر مرحله تعداد ۵ بذر جوانه زده انتخاب شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌های آزمایش با نرم افزار MSTATC تجزیه شدند. برای انجام آزمون نرمال بودن داده‌ها (آزمون کولمو گرواسمیرنوف) روی داده‌ها صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم هیستوگرام‌ها و منحنی‌های مربوطه از نرم‌افزار EXCLE استفاده شد.

یافته ها

طول ریشه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که تیمار غلظت‌های مختلف شوری و کادمیوم بر روی طول ریشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین غلظت‌های مختلف شوری (جدول ۲) نشان داد که بلندترین طول ریشه در شاهد (عدم شوری) با ۸/۷۲ سانتی‌متر و کوتاه‌ترین طول ریشه در غلظت شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر با ۶/۲۵ سانتی‌متر به دست آمد (شکل ۱). نتایج بدست آمده بیانگر این موضوع است که شوری تأثیر منفی بر رشد ریشه دارد و با افزایش شوری از طول ریشه کاسته می‌شود که احتمالاً به دلیل تأثیر منفی شوری بر کاهش رشد سلول‌های ریشه می‌باشد و منتج به کاهش طول ریشه می‌گردد.

مقایسه میانگین مصرف مقادیر مختلف کادمیوم (جدول ۲) نشان داد که بلندترین طول ریشه در شاهد (عدم مصرف کادمیوم) با ۱۱/۱۹ سانتی‌متر و کوتاه‌ترین طول ریشه در مصرف ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کادمیوم با ۳/۲۹ سانتی‌متر به دست آمد (شکل ۲). تأثیر منفی مصرف کادمیوم بر طول ریشه احتمالاً بخاطر ایجاد حالت سمیت بر روی سلول‌های ریشه می‌باشد و با افزایش مقدار کادمیوم طول ریشه بیشتر تحت تأثیر قرار گرفته و منجر به کاهش طول ریشه می‌گردد.

مقایسه میانگین اثرات متقابل مصرف مقادیر مختلف شوری و کادمیوم (جدول ۳) نشان داد که بلندترین طول ریشه در تیمارهای شاهد (عدم شوری و کادمیوم) با طول ۱۳/۴۶ سانتی‌متر و کوتاه‌ترین طول ریشه در غلظت شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر و مصرف ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کادمیوم با ۲/۵۱ سانتی‌متر به دست آمد (شکل ۳). با بررسی تأثیر شوری و کادمیوم مشاهده شد که هر دو تیمار هریک به طور جداگانه و همچنین به طور همزمان تأثیر سوئی بر روی طول ریشه دارند و افزایش در شوری همزمان با افزایش کادمیوم سبب می‌شود که حلالیت کادمیوم بیشتر شده و هر دو تیمار اثر تشدید کنندگی بر روی گیاه شاهی داشته باشند و سبب کاهش طول ریشه آن گردند.

جدول ۱- خلاصه نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات طول ریشه و طول ساقه

| منبع تغییر | درجه آزادی | طول ریشه | طول ساقه |
|--------------------|------------|----------|----------|
| شوری | ۳ | ۱۲/۴۵ ** | ۱۱/۹۴ ** |
| کادمیوم | ۳ | ۱۴/۳۸ ** | ۱۳/۷۷ ** |
| اثر متقابل | ۹ | ۱۱/۲۲ ** | ۱۲/۱۳ ** |
| خطا | ۳۰ | ۳.۰۶ | ۲/۸۸ |
| ضریب تغییرات (CV%) | | ۱۰/۸۵ | ۹/۶۳ |

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده مقادیر مختلف غلظت شوری و کادمیوم بر روی صفات طول ریشه و طول ساقه

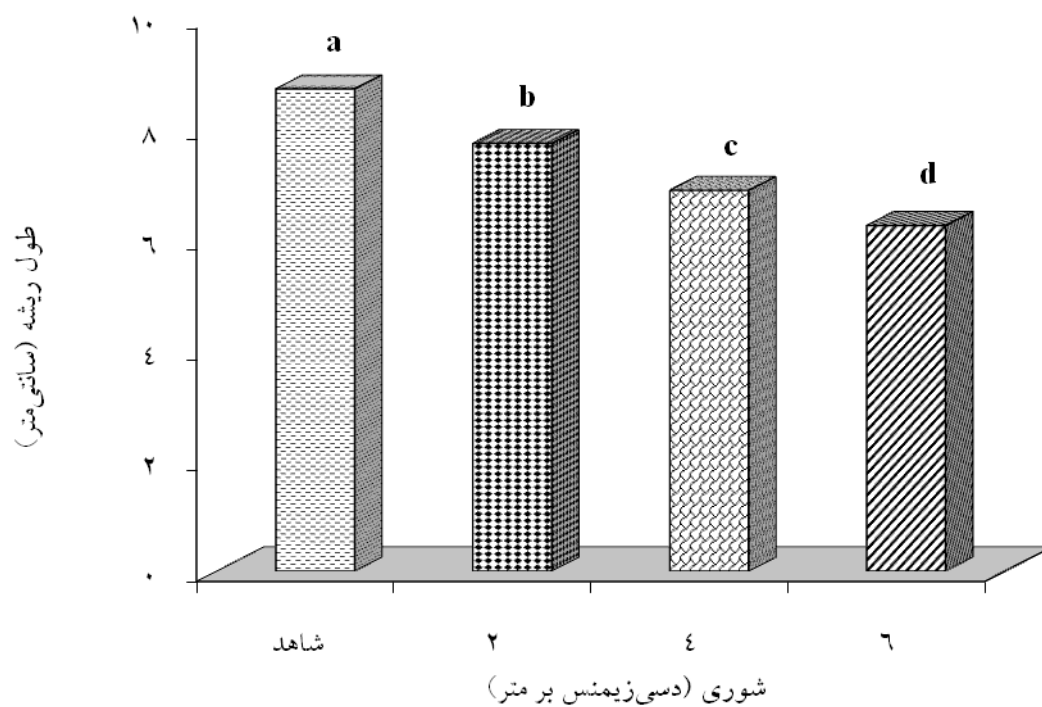
| تیمار | (متر) (سانتی‌طول ریشه) | (متر) (سانتی‌طول ساقه) |
|-------|------------------------|------------------------|
| شاهد | a | ۸/۷۲ |
| ۲ | b | ۷/۷۴ |
| ۴ | c | ۶/۸۹ |
| ۵ | d | ۶/۲۵ |
| شاهد | a | ۱۱/۱۹ |
| ۱۰ | b | ۹/۱۴ |
| ۲۵ | c | ۵/۹۸ |
| ۵۰ | d | ۳/۲۹ |

در هر ستون میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشترک هستند در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

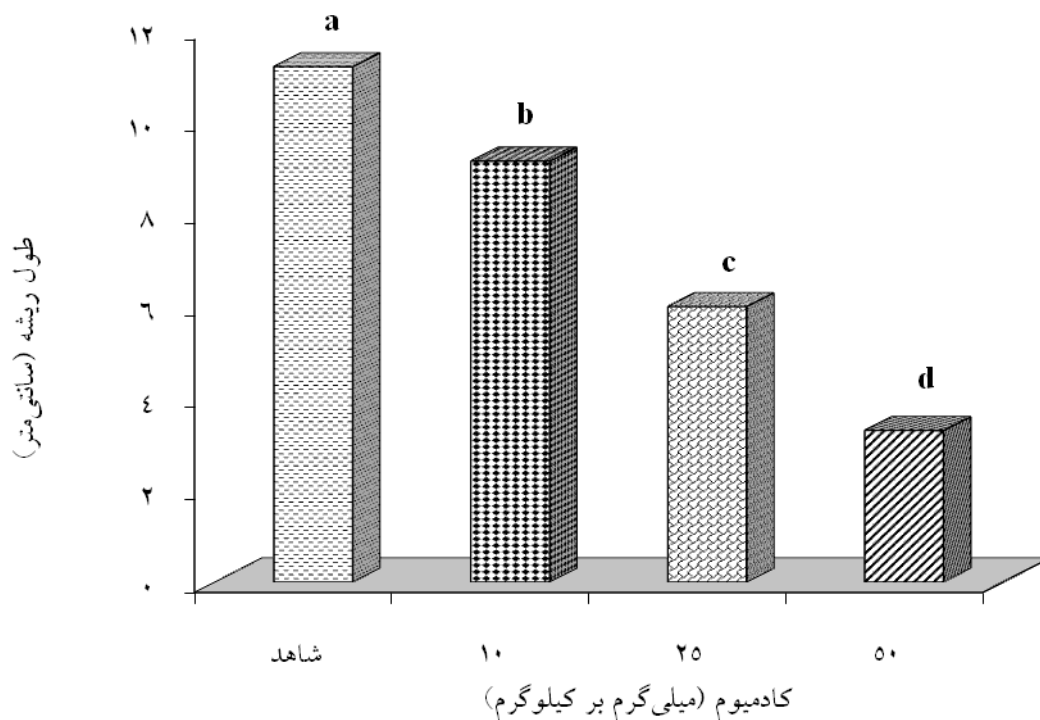
جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل مقادیر مختلف غلظت شوری و کادمیوم بر روی صفات طول ریشه و طول ساقه

| شوری (دسی‌زیمنس بر متر) | | کادمیوم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | | طول ریشه (سانتی‌متر) | طول ساقه (سانتی‌متر) |
|----------------------------|------|----------------------------------|-----|----------------------|----------------------|
| شاهد | شاهد | ۱۳/۴۶ | a | ۱۲/۳۲ | a |
| | ۱۰ | ۱۰/۲۲ | bc | ۹/۱۶ | cd |
| | ۲۵ | ۷ | ef | ۶/۰۳ | fg |
| | ۵۰ | ۴/۲۱ | ghi | ۳/۶۶ | hij |
| ۲ | شاهد | ۱۱/۸۳ | ab | ۱۱/۶۴ | ab |
| | ۱۰ | ۹/۴۳ | cd | ۸/۵۸ | cde |
| | ۲۵ | ۶/۲۳ | f | ۵/۵۲ | gh |
| | ۵۰ | ۳/۴۵ | h | ۳/۰۴ | ij |
| ۴ | شاهد | ۱۰/۱۲ | bc | ۱۰ | bc |
| | ۱۰ | ۸/۷۹ | cd | ۷/۸۹ | def |
| | ۲۵ | ۵/۶۴ | fg | ۴/۹۱ | gh |
| | ۵۰ | ۳ | i | ۲/۳۸ | ij |
| ۶ | شاهد | ۹/۳۴ | cd | ۸/۴۳ | cde |
| | ۱۰ | ۸/۱۱ | de | ۷/۱۱ | ef |
| | ۲۵ | ۵/۰۵ | fgh | ۴/۲۲ | ghi |
| | ۵۰ | ۲/۵۱ | i | ۱/۷۹ | j |

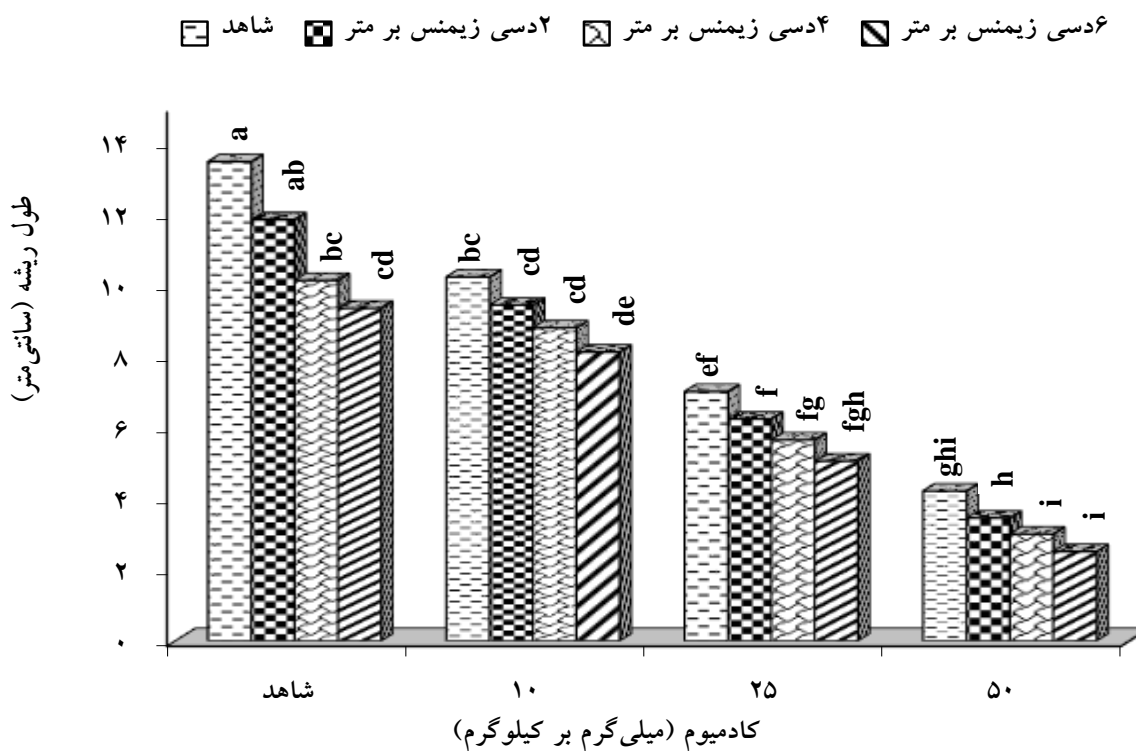
در هر ستون میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشترک هستند در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.



شکل ۱- تأثیر غلظت‌های مختلف شوری بر روی طول ریشه (سانتی متر) گیاه شاهی



شکل ۲- تأثیر مقادیر مختلف کادمیوم بر روی طول ریشه (سانتی متر) گیاه شاهی



شکل ۳- تأثیر غلظت های مختلف شوری و مقادیر مختلف کادمیوم بر روی طول ریشه (سانتی متر) گیاه شاهی

طول ساقه

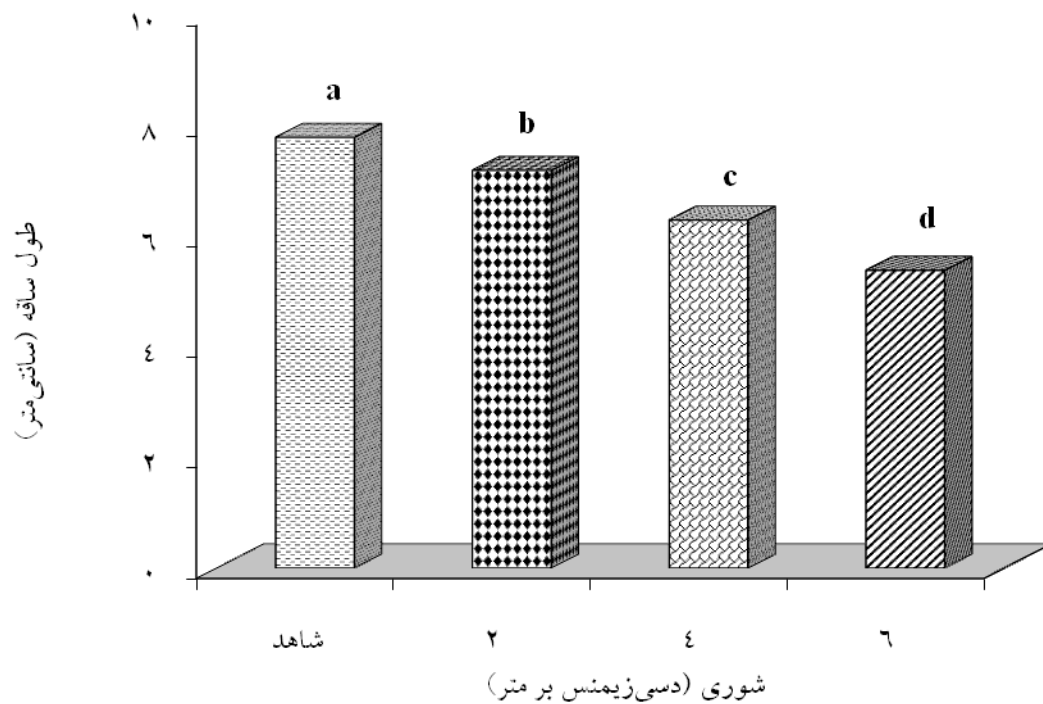
تجزیه واریانس تیمار غلظت‌های مختلف شوری و مصرف مقادیر کادمیوم بر طول ساقه (جدول ۱) نشان داد که در سطح احتمال ۱ درصد دارای تفاوت معنی‌دار بود.

مطالعه تأثیر غلظت‌های مختلف شوری بر روی طول ساقه (جدول ۲) نشان داد که بلندترین طول ساقه با ۷/۷۹ سانتی‌متر و کمترین طول با ۵/۳۹ سانتی‌متر در غلظت شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد (شکل ۴). با بررسی نتایج مشاهده گردید که شوری طولی شدن ساقه را تحت تأثیر قرار داده و هرچه شوری افزایش یابد از طول ساقه کاسته می‌شود. این اتفاق احتمالاً به دلیل تأثیر شوری بر رشد سلول‌ها می‌باشد چرا که شوری در جذب آب اختلال ایجاد می‌کند و با تغییر در پتانسیل اسمزی، میزان آب قابل دسترس گیاه را کاهش می‌دهد.

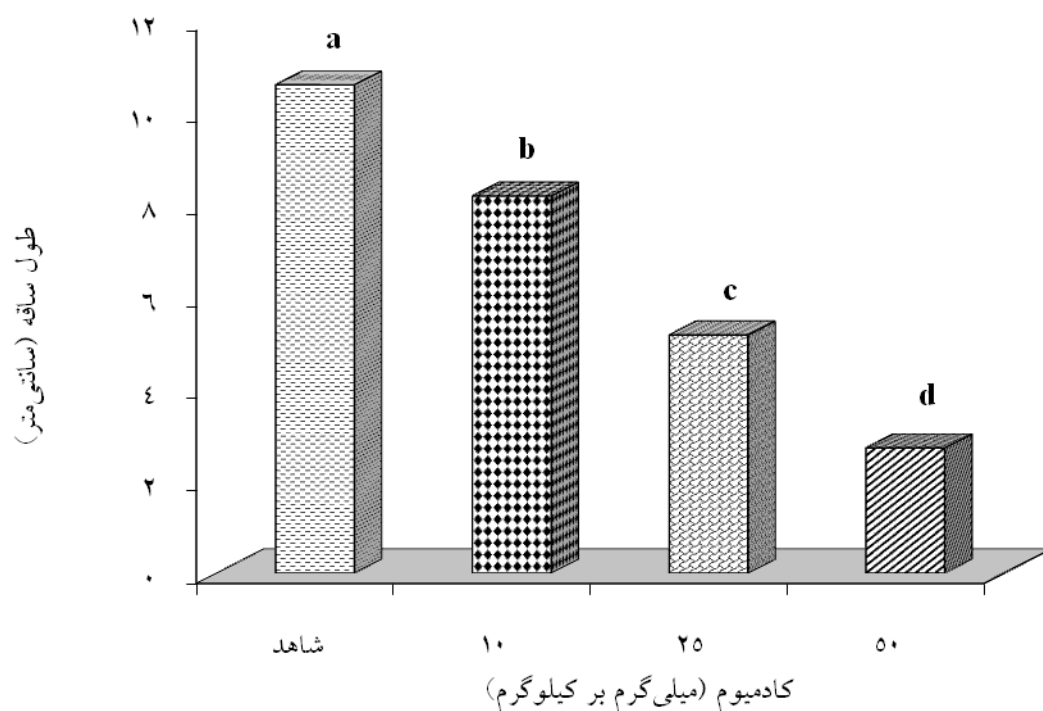
مقایسه میانگین مصرف مقادیر مختلف کادمیوم بر طول ساقه (جدول ۲) نشان داد که بلندترین طول در شاهد (عدم مصرف کادمیوم) با ۱۱/۱۹ سانتی‌متر و کوتاه‌ترین طول ساقه با ۳/۲۹ مربوط به مصرف ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کادمیوم بود (شکل ۵). نتایج حاصل بیانگر کوتاه شدن طول ساقه به موازات افزایش میزان کادمیوم می‌باشد. بر این اساس هرچه بر میزان کادمیوم افزوده گردد از طول ساقه کاسته می‌شود. کوتاه‌تر شده طول ساقه بدلیل سمیت ایجاد شده توسط کادمیوم برای سلول‌های ساقه بوده که رشد آنها ممانعت می‌نماید و به نظر می‌رسد این کاهش احتمالاً بخاطر تداخل در فعالیت هورمون‌های رشد و به ویژه اکسین و جبریلین رخ داده است.

برهمکنش تیمارهای شوری و کادمیوم نشان (جدول ۳) داد که بلندترین طول ساقه با ۱۲/۳۲ سانتی‌متر متعلق به تیمار شاهد (عدم مصرف شوری و کادمیوم) و کوتاه‌ترین طول با ۱/۷۹ سانتی‌متر مربوط به تیمار غلظت شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر و مصرف ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کادمیوم بود (شکل ۴-۶). اثرات متقابل نشان داد که هر دو تیمار طول ساقه را به صورت معکوس و منفی تحت تأثیر قرار می‌دهند و طولی شدن ساقه به هنگام کاهش شوری و کمتر شدن میزان کادمیوم اتفاق می‌افتد و هرچه میزان شوری و کادمیوم بیشتر گردد از طول ساقه کاسته می‌شود.

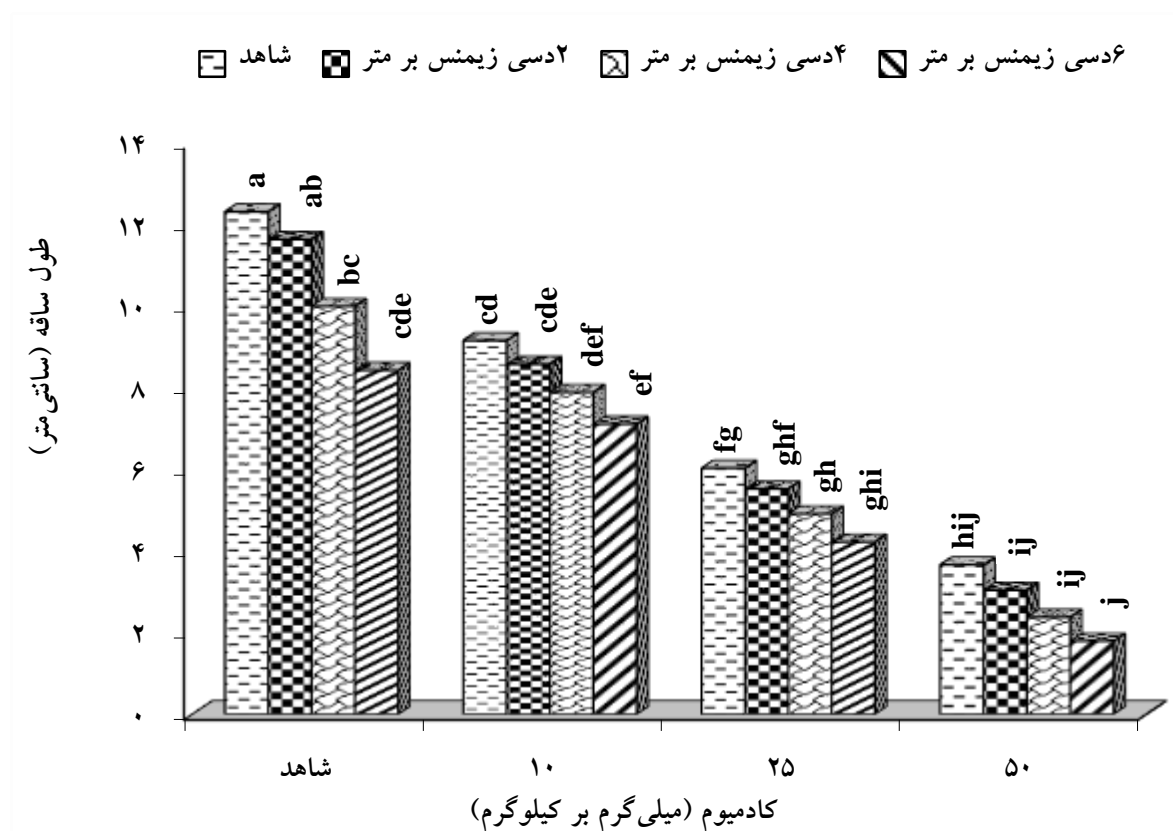
(Singh and Tewari (2003 کاهش ارتفاع گیاه و مساحت سطح برگ در شرایط شور را گزارش نمود.



شکل ۴- تأثیر غلظت های مختلف شوری بر روی طول ساقه (سانتی متر) گیاه شاهی



شکل ۵- تأثیر مقادیر مختلف کادمیوم بر روی طول ساقه (سانتی متر) گیاه شاهی



شکل ۶- تأثیر غلظت‌های مختلف شوری و مقادیر مختلف کادمیوم بر روی طول ساقه (سانتی متر) گیاه شاهی

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت بارز گیاهان در تغذیه انسان که همه ساله تقاضای جهانی برای تولید آن افزایش پیدا می‌کند و محدودیت منابع تولید، لزوم شناسایی مکانیسم‌های فیزیولوژیکی مؤثر در تحمل به تنش شوری جهت استفاده در گزینش ارقام متحمل ضروری است. تنش شوری تنها بر یک مرحله رشدی گیاه تأثیر سوء نمی‌گذارد بلکه با توجه به شدت تنش، نوع تنش، میزان مقاومت گیاه، مراحل مختلف رشدی و نوع بافت و اندام گیاهی (سیر تکاملی) متفاوت می‌باشد. افزایش فعالیت‌های صنعتی در طی سال‌های اخیر و به دنبال آن ورود انواع آلاینده‌های مضر محیطی به آب و خاک محل زیست از جمله کادمیوم از مشکلاتی است که سلامت بشر را تهدید می‌کند. گیاه پالایی از جمله روشهای پیشنهادی است که با انباشت عناصر سنگین در اندام گیاهان، خروج این عناصر را از خاک‌های آلوده امکانپذیر می‌کند. با توجه به این که پالایش خاک‌های آلوده به فلزات سنگین بسیار دشوار است و نیز برای پالایش فلزات سنگین، حذف کامل آن‌ها از خاک لازم نمی‌باشد لذا، در شرایطی که شدت آلودگی فراتر از تحمل گیاه نباشد پالایش گیاهی روش مناسبی برای آلودگی زدایی خاک‌های آلوده به فلزات سنگین است. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش تنش شوری و کادمیم طول ریشه و ساقه کاهش می‌یابد. توان بیش اندوزی شاهی (*Lepidium sativum* L) برای پالایش خاک‌های آلوده به کادمیم نشان داد که ریشه گیاه شاهی نسبت به اندام هوایی آن از قدرت بیش اندوزی بیشتری برخوردار بوده و می‌توان از ریشه شاهی به عنوان بیش‌اندوز کادمیم

استفاده کرد. بنابراین با توجه به اینکه شاهی گیاهی با دوره رشد نسبتاً کوتاه و عملکرد بالا می باشد، می توان از این گیاه به عنوان گیاهی بیش اندوز برای پالایش خاک های آلوده به کادمیم استفاده کرد.

منابع

- چراتی آرای، ع. و م. خانلریان. ۱۳۸۷. بررسی تأثیر سرب بر جوانه زنی، مقدار پروتئین و پرولین و ارزش تحمل به سرب در دو رقم کلزا (*Brasica napus* L.). علوم محیطی. ۵(۳): ۴۵-۵۱.
- Alloway, B.J. (2013). Heavy Metals in soils. Springer, John Wiley and Sons, INC, New York, USA. 613p.
- Anderson, A., Anbarasu, A., Pasupuleti, R.R., Sekar, M., Praveenkumar, T. and Kumar, J.A., 2022. Treatment of heavy metals containing wastewater using biodegradable adsorbents: A review of mechanism and future trends. *Chemosphere*. 133724.
- Gül, E., 2021. First report of *Peronospora variabilis* on *Chenopodium quinoa* in Turkey. *Journal of Plant Pathology*. 103(1): 389-390.
- Singh, P. K. and Tewari, R. K., 2003. Cadmium toxicity induced changes in plant water relations and oxidative metabolism of *Brassica juncea* L. plants. *J. Environ. Biol.* 24(1):107-112.
- Gomes-Filho, E., Machado Lima, C., Costa, J., da Silva, A., d Guia Silva, L.M., de Lacerda, C.F. and Prisco, J.T., 2008. Cowpea ribonuclease: Properties and effect of NaCl-salinity on its activation during seed germination and seedling establishment. *Plant Cell Reports*. 27: 147-157.
- Koyro, H.W., 2002. Ultrastructural effects of salinity in higher plants. *Salinity: Environment-Plants-Molecules*: Springer. 139-157.
- Jahan, I., Hossain, M.M. and Karim, M.R., 2019. Effect of salinity stress on plant growth and root yield of carrot. *Progressive Agriculture*, 30(3), pp.263-274.
- Oves, M., Khan, M.S., Zaidi, A. and Ahmad, E. (2012). Soil contamination, nutritive value, and human health risk assessment of heavy metals: an overview, pp. 1-27.
- Pendias, K.A. and Pendias, H., 2001. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press.
- Puvanitha, S. and Mahendran, S., 2017. Effect of salinity on plant height, shoot and root dry weight of selected rice cultivars. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*, 4(4), pp.126-131.
- Rojas, R.V., Achouri, M., Maroulis, J. and Caon, L. (2016). Healthy soils: a prerequisite for sustainable food security. *Environmental Earth Sciences*. 75 (3): 1-10.
- Wang, L., Qin, L., Sun, X., Zhao, S., Yu, L., Chen, S. and Wang, M., 2023. Salt stress-induced changes in soil metabolites promote cadmium transport into wheat tissues. *Journal of Environmental Sciences*, 127, pp.577-588.

Effect of salinity and cadmium stress on morphological traits of garden cress (*Lepidium sativum*)

Maryam taherpour¹

1-Department of Soil Science, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, Iran

Teimour Babaeinejad²

2-Department of Soil Science, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, Iran

Abstract

In order to investigate different concentrations of salinity on the absorption of cadmium by *Lepidium sativum*, a research was carried out in the research laboratory of the Islamic Azad University of Ahvaz in the crop year 2014-2015 in the form of a factorial experiment in the form of a completely randomized design in three replications with two salinity factors and different amounts of cadmium. In this research, the treatments included two salinity factors at four levels, including the control, 2, 4, and 6 dS/m, and different amounts of cadmium with four concentrations, including the control, 10, 25, and 50 mg/kg. To provide different levels of salinity and cadmium in the experiment, sodium chloride and cadmium chloride were used respectively. The results of analysis of variance showed that all studied traits were affected by different concentrations of salinity, different amounts of cadmium and the interaction of treatments at the probability level of 1%. The results of the mean comparison showed that increasing the amount of salinity and cadmium caused a decrease in root length and stem length. The longest root and stem length were obtained with 13.46 and 12.32 cm respectively in the treatment of no salinity and cadmium application. The results showed that the root of the royal plant has more reproductive power than its aerial parts. Considering that watercress is a plant with a relatively short growth period and high yield, this plant can be used as a high-yielding plant to purify soils contaminated with cadmium.

Key words: watercress, sodium chloride, germination percentage, germination speed, soil treatment