Archive of SID

اثرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ناشی از آلودگی سرب در دانه رستهای ذرت(*Zea mays* L.)

رضا حیدری، مسعود خیامی و طیبه فربودنیا

دانشگاه ارومیه، دانشکده علوم، گروه زیست شناسی

چکیده

در این تحقیق بعلت اهمیت شناسایی اثرات ناشی از مسمومیت فلزات سنگین از جمله سرب در گیاهان ،اثر غلظتهای مختلف ۰/۲۵ ، ۰/۵ ، ۱ و ۲ میلی مولار نیترات سرب با pH ٦ بر روی دانه رستهای چهار روزه ذرت هیبرید سینگل کراس(تک آمیزش) ۷۰٤ مورد مطالعه قرارگرفت. آزمایش در شرایط کنترل شده بمدت ۷۲ ساعت در سه تکرار انجام گردید. پس ازاین مدت ریشه و اندام هوایی دانه رستها بطور جداگانه برداشت ،و وزن تر، وزن خشک و طول آنها اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که مسمومیت سرب در درجه اول بر روی ریشه اثر کرده وموجب کاهش طول، وزن تر و وزن خشک ریشه می شود. ولی تغییر طول، وزن تر وخشک ساقه جز در تیمارهای بالاتر از ۱ میلی مولار معنی دار نمی باشد . اندازه گیری میزان سرب با دستگاه جذب اتمی (AA) نیز نشان داد که اولاً جذب سرب با افزایش غلظت آن در محیط رشد افزایش می یابد. ثانیاً تجمع آن در ریشه بیشتر از اندام هوایی می باشد. افزایش قندهای محلول(اندازه گیری با روش فنل سولفوریک) در ریشه متناسب با شدت تنش در محیط رشدو معنی دار است، در حالیکه تغییرات آنها در اندام هوایی معنی دار نیست. آزمایش همچنین کاهش معنی دار میزان پروتئین کل را نشان می دهد. .بررسی باند های پروتئینهای تفکیک شده با الکتروفورز SDS-PAGE افزایش پروتئینهای ٥٦ ، ٦۰ و٧٤ کیلو دالتونی را در ریشه دانه رستها نشان می دهد. (با توجه به Rm های بدست آمده و مقایسه باندهای هم سطح با پروتئینهای استاندارد احتمال دارد پروتئین ٥٦ کیلو دالتونی مربوط گلوتامات دهیدروژناز باشد). آنچه در این تحقیق قابل توجه است تحمل دانه رستهای ذرت نسبت به تنش سرب در غلظتهای اعمال شده وتوانایی آن درجذب مقادیر زیاد سرب در pH ٦ محیط کشت می باشد. این امر نشان می دهد که خطر مسمومیت گیاه در محیطهای آلوده مانند مناطق نزدیک کارخانجات ذوب فلزات ، مسیرهای ترافیک جاده ای وشهری جدی است لذا اهمیت بررسی اثرات این آلودگی ومکانیسمهای تحمل گیاه را بیشتر جلوه گر می سازد.

واژه های کلیدی: آلودگی سرب، الکتروفورز، ذرت(*Zea mays* L.)

مقدمه

آلودگی سرب یکی از مخاطرات مهم زیست محیطی در مناطق آلوده است. غلظت آن در خاکهای اسیدی غیر آلوده ٤۰- ۱۰ میلی گرم در کیلو گرم ودر پوسته ی زمین بطور متوسط ۱٥ میلی گرم در کیلو کرم است(۱۱). ولی در سالهای اخیرآلودگی محیطی ناشی از فلزات سنگین بر اثر سوختن زغال و سایر سوختهای فسیلی، فعالیتهای استخراج وذوب فلزات، افزایش حمل و نقل و ترافیک جاده ای(۹) و استفاده از کودهای آلی ومعدنی (۱٥و۲۲) افزایش یافته است. تحقیقات نشان می دهد که غلظت برخی از یونها (As, Cd, Pb) حتی به ۱۰۰۰ برابر بیشتر از حد طبیعی می رسد(۱۱). چنین شرایطی موجب مسمومیت گیاه،

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش رشد و میزان محصول (۸)، زردی برگهای جوان، کاهش جذب برخی عناصر ضروری مانند آهن، موجب کاهش میزان فتوسنتز (۲۱) و فعالیتهای داخل سلول (١٤) می شود. حتی گاهی وجود سرب در میوه ها و دانه ها در غلات و حبوبات گزارش می شود(٢٤). مطالعات نشان می دهد که گیاهان در برابر این آلودگی واکنشهای متفاوت نشان می دهند بطوریکه برخی حساس و عده ای دیگر تحمل می کنند و مقادیر زیادی فلزات سنگین از جمله سرب را جذب می نمایند. گر چه ممکن است دراین گیاهان آثار مسمومیت بارز نباشد، ولی میزان محتوی فلزی آنها سلامتی انسان یا حیوانی را که از این گیاهان تغذیه می کند بخطر می اندازد (۲۰). عده ی دیگری از گیاهان (Allysum, Thalaspi) انبوه ساز فلزات سنگین می باشند و معمولاً بعلت اینکه انرژی زیادی برای جذب و تجمع فلزات سنگین صرف می کنند، گیاهانی کوچک بوده و از زیست تودهٔ کمی برخوردارند(۷). بعلاوه افزایش فلزات سنگین در خاک باعث تغییر ویژگیهای زراعی خاک بخصوص ظرفیت تبادل کاتیونی، کاهش میزان فسفات و سولفات قابل استفاده گیاه، تغییرات شیمیایی دیگردر خاک (۸ و ۱۱) وکاهش فعالیت موجودات ذره بینی شده(۱۹) و از این طریق نیز بر فعالیتهای فیزیولوژیکی و بیو شیمیایی گیاه اثر می گذارند. بنابراین مطالعهٔ اثر آنها برروی گیاهان، از طرفی برای شناسایی گیاهان مقاوم و انبوه ساز و استفاده از آنها جهت پاکسازی خاکهای آلوده و از طرف دیگر ایجاد گیاهان ترانسژن مقاوم و انبوه ساز لازم و ضروری می باشد. بهمین جهت در این تحقیق اثر سمیت سرب بر روی برخی ویژگیهای فیزیولوژیکی و بیو شیمیایی دانه رستهای ذرت مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روشها

بذر گیاه ذرت واریته سینگل کراس(تک آمیزش) ۷۰٤ از مرکز تحقیقات اداره کشاورزی استان آذربایجان غربی تهیه گردید. بذرها ابتدا با آب شسته و مدت ۱۰ دقیقه در محلول هیپو کلریت سدیم ۱۰٪ ضدعفونی گردید وسپس دو بار با آب مقطر شسته شد و در پتریهای بقطر ۱۵cm کشت و برای جوانه زنی در داخل انکوباتور در دمای ۲۵°C قرار گرفت. بعد از چهار روز دانه رستهای یک اندازه و تقریباً مشابه انتخاب و بتعداد ۹ عدد به لیوانهای پلاستیکی بقطر ۷ سانتیمتر حاوی ۵۰ میلی لیتر نیترات سرب به غلظتهای ۰/۲۵ ، ۰/۵، ۱و ۲ میلی مولار با٦ pH منتقل شد و بمدت ۷۲ ساعت تحت شرایط کنترل شده (دمای شب و روز ۲٤/۱۸ وشدت نور ۱٦۰۰۰ لوگس و رطوبت ٦۰درصد و هوادهی با پمپ هوا) بطور کاملاً تصادفی قرار گرفت. (هر تیماردارای سه تکرار و هر تکرار دارای نه دانه رست بود). در پایان مدت آزمایش ریشه و اندام هوایی دانه رستها بطور جداگانه برداشت ، طول، وزن تر و وزن خشک آنها اندازه گیری شد.

اندازه گیری میزان سرب در ریشه و اندام هوایی: برای تعیین میزان سرب در ریشه و اندام هوایی دانه رستهای چهار روزه بترتیب فوق کشت و تیمار شد. پس از پایان مدت تیمار، گیاهان با آب مقطر شسته شد و مدت ۳۰ دقیقه در اسید سیتریک یک مولار، در دمای ٤ درجه سانتیگراد قرار گرفت تا سرب سطحی آنها شسته شود(۲۷). بعد از نیم ساعت مجدداً با آب مقطر شسته شد، ریشه و اندام هوایی بطور جداگانه برداشت و در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد بمدت ۳ روز در آون قرار گرفت تا خشک شود. سپس مواد خشک شده در هاون کاملاً خرد و بصورت پودر درآمد.

۰/۱ گرم از پودر مواد خشک مدت ۱/۵ ساعت در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد با ۵ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ هضم و بعد از سرد شدن در دمای آزمایشگاه، یک میلی

www.SID.ir

Archive of SID

لیتر آب اکسیژنه ۳۰ درصد به آن اضافه گردید، دوباره مدت ۲۰ دقیقه در ۱۸۰ درجهٔ سانتیگراد قرار گرفت و مجدداً خنک شد. در نهایت حجم هر نمونه با آب مقطر به ۵۰ml رسانده شد و میزان سرب توسط دستگاه جذب اتمی (Atomic Absorption spectrophotometer) مدل ٦٣٠٠-AA, Shimadzu اندازه گیری و بر حسب میلی گرم در کیلو گرم مشخص گردید (٢٦).

اندازه گیری پروتئین کل بروش لوری(Lowry *etal* ۱۹۵۱): برای تعیین پروتئین کل ۰/۰۲گرم ماده خشک از ریشه و اندام هوایی نمونه‌های گیاهی کشت و تیمار شده بترتیب فوق وزن و بهر یک ٤ میلی لیتر بافرتریس اسید کلریدریک با pH ۸ (۵۰۰ ml تریس ۰/۲ نرمال، ۲٦/۸ میلی لیتر HCl ۰/۲ نرمال، ۱۷/۲ گرم ساکارز، ۰/۱ گرم اسید اسکوربیک ۰/۱ گرم سیستئین کلراید)اضافه گردید، و مدت ۳۰ دقیقه در همزن قرار گرفت. سپس بمدت ۳۰ دقیقه در g ۵۰۰۰ سانتریفیوژ شد و فاز رویی بعنوان عصاره پروتئین مورد استفاده قرار گرفت. به یک میلی لیتر از این عصاره ، ٤ *ml* از محلول واکنش لوری اضافه و در نهایت پس از بهم زدن با ۱/۵ میلی لیتر محلول فولن (۱ به ۹) مخلوط شد و مدت نیمساعت در تاریکی قرار گرفت. در نهایت جذب نمونه ها در ٦٦٠ نانومتر با اسپکتروفتومتراندازه گیری و با استفاده از منحنی استاندارد پروتئین، و میزان پروتئین هر نمونه برحسب (میلی گرم در گرم مادهٔ خشک) و کل پروتئین تعیین گردید(۱۷ و ١٦).

اندازه گیری میزان قندهای محلول (Kuchert ۱۹۷۸): برای اندازه گیری قندهای محلول بر ۰/۲ گرم ماده خشک از ریشه و اندام هوایی نمونه های گیاهی ۱۰ میلی لیتر اتانول ۸۰درصد ریخته مدت یک هفته در یخچال قرار داده سپس بر روی یک میلی لیتر از محلول بالایی یک میلی لیتر فنل ۵درصد ریخته بهم زده و ۵ میلی لیتراسید سولفوریک غلیظ با فشار اضافه شد. نیمساعت بحال خود گذاشته سپس میزان جذب را در ٥٤٠ نانومتر با اسپکتروفتومتر اندازه گیری و با استفاده از منحنی استاندارد قندهای محلول، میزان قند برحسب (میلی گرم در گرم مادهٔ خشک) در ریشه و اندام هوایی گیاهان شاهد و تحت تیمار تعیین گردید.

الکتروفورز پروتئینها : برای الکترو فورز پروتئینها به روش SDS-PAGE به ۰/۰۱ گرم ماده خشک ریشه و اندام هوایی ۲۵۰ میکرولیتر بافرتریس بوریک با pH ۸ (تریس ۰/۰۹ مولار۰، اسید بوریک ۰۸/ مولار Na_2-EDTA ۰/۹۳ مولار) و۲۵۰ میکرولیتر محلول ساکارز (برای جلوگیری از انتشار نمونه به بافر محافظ) اضافه و در هاون کاملاً له شد سپس ۳ میکرولیتر مرکاپتواتانول امین، ۲ میلی گرم اسکوربیک اسید نیز اضافه گردید (۲) و محلول هموژن حاصل را ده دقیقه در g ۱۰۰۰۰ سانتریفوژ کرده واز محلول رویی برای نمونه گذاری استفاده شد. ۵۰ میکرولیتر از محلول رویی با حجم مساوی از محلول لاملی۲x (۱/۲۵ml تریس یک مولار باpH ٦/۸ ، ۰/٤ گرم SDS، ۰/۸ ml گلیسرول، ml ۰/۰۹ ۲-ME، ml ۰/۱ برومونفل آبی ۰/۵درصد) مخلوط گردید. پس از آماده کردن ژل و فراهم کردن شرایط لازم برای انجام آزمایش از این مخلوط، ۳۰ میکرولیتر با سرنگ مخصوص درچاهکهای ژل ریخته شد. عمل الکتروفورز با استفاده از دستگاه پاورسپلای مدل $PS-1002$ اختریان با مدل تانک $VSS-1100$ اختریان با جریان ثابت و ۲۵ ولت انجام شد پس از برداشت ژل، رنگ آمیزی، فیکس(تثبیت) کردن (٤)، تهیه عکس و غیره) بطور مرتب انجام گرفت. در نهایت Rm ووزن مولکولی باندهای ظاهر شده با استفاده از پروتئینهای استاندارد با وزن ملکولی مشخص محاسبه گردید.

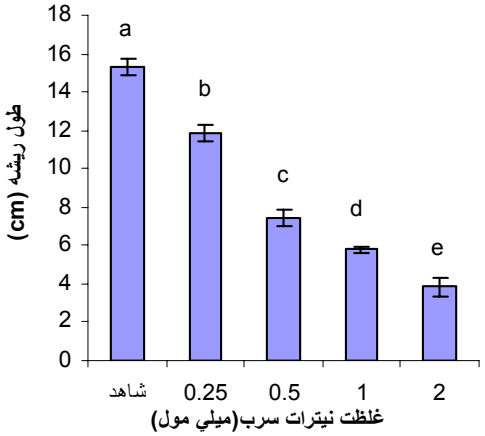
www.SID.ir

Archive of SID

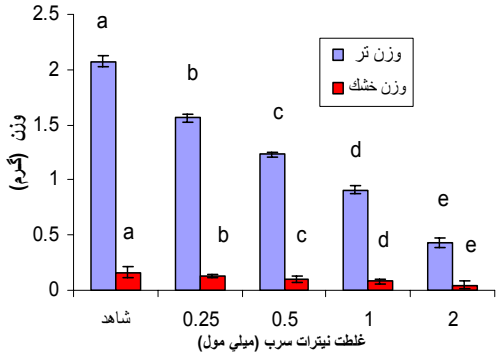
روش آنالیز: آنالیز داده ها با ANOVA1 (طرح بلوکهای کاملاً تصادفی) با استفاده از نرم افزار SPSS، مقایسه میانگینها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ ، رسم نمودارها با نرم افزار EXCEL انجام گرفته و ارقام نشانگرSE ± میانگین سه تکرار می باشد.

نتایج

آنالیز داده های مربوط به رشد ریشه و اندام هوایی دانه رستها نشان داد که مسمومیت سرب در درجه اول باعث کاهش معنی داری در طول ریشه(شکلهای ۱و۲)، و

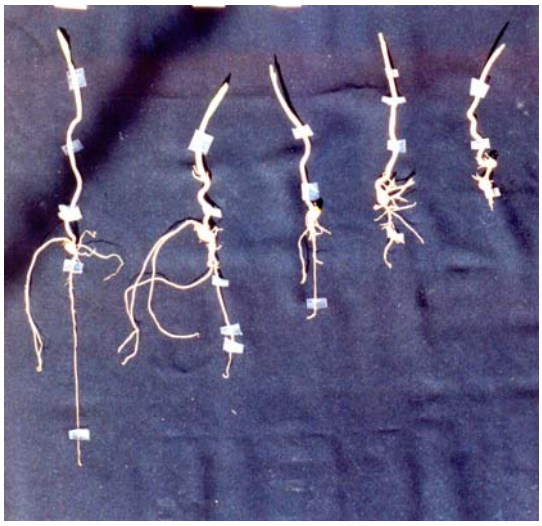


شکل ۱: تغییرات طول ریشهٔ دانه رستهای ذرت تحت اثرغلظتهای مختلف نیترات سرب(ارقام نشانگر SE± میانکین سه تکرار).

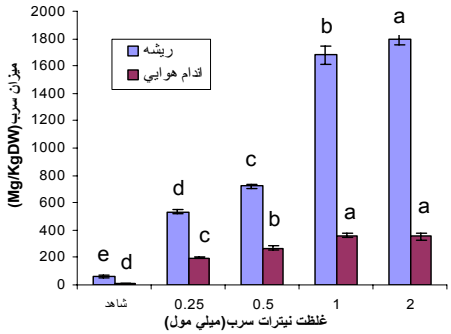


شـــکل ۳: تغییرات وزن تر و خشک ریشهٔ دانه رستهای ذرت تحت اثـر غلظتهای
مختلف نیترات سرب، ارقام نشانگر SE ± میانکین سه

وزن تر و خشک ریشه شده است (شکل۳)، در حالیکه تغییر این پارامترها در اندام هوایی جز در غلظتهای بالاترازیک میلی مولار معنی دار نمی باشد. اندازه گیری میزان سرب در ریشه و اندام هوایی دانه رستها نشان داد که اولاً میزان جذب سرب متناسب با غلظت سرب محیط افزایش می یابد ثانیاً تجمع آن در ریشه بطور معنی دار بیشتر از اندام هوایی می باشد (شکل٤).



شکل ۲: کاهش طول ریشهٔ دانه رستهای ذرت تحت اثر غلظتهای مختلف نیترات سرب(از چپ به راست نمونه های شاهد و غلظتهای ۰/۲۵، ۰/۵، ۱ و۲ میلی مولار نیترات سرب)



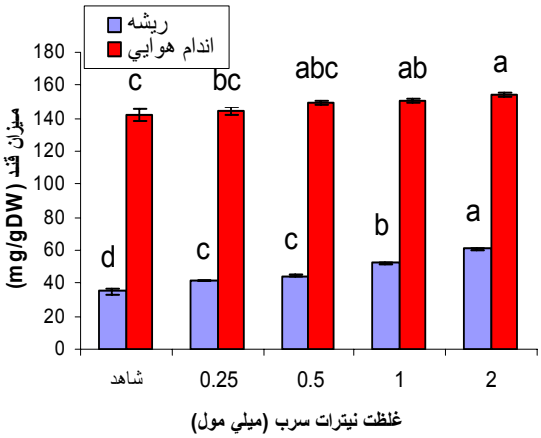
شکل ٤: میزان تجمع سرب در ریشه و اندام هوایی دانه رستهای ذرت تحت اثر غلظتهای مختلف نیترات سرب، ارقام نشانگر SE ± میانکین سه

www.SID.ir

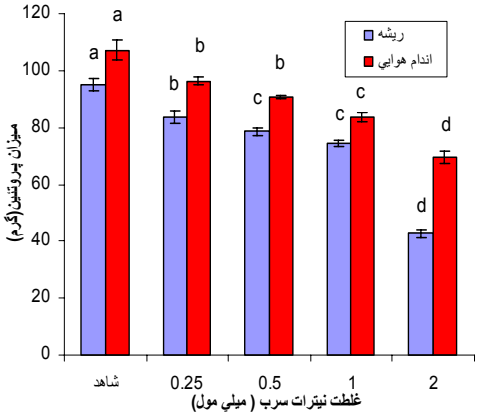
Archive of SID

میزان قندهای محلول در اندام هوایی کلاً بیشتر از ریشه می باشد که در ریشه بر اثر تنش سرب افزایش معنی دار است ولی تغییر آن در اندام هوایی معنی دار نیست (شکل ۵). میزان پروتئین کل هم در ریشه و هم در اندام هوایی کاهش معنی داری نشان می دهد (شکل٦).

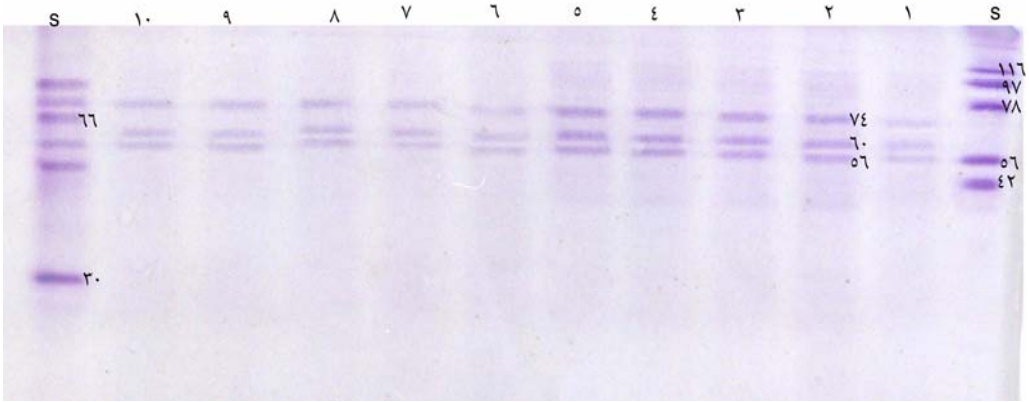
بررسی پروفیل پروتئینها تغییر برخی پروتئینها از جمله افزایش پروتئینهای ٥٦ ،٦٠و ٧٤ کیلو دالتونی را در ریشه دانه رستها نشان می دهد(شکل ۷)



شکل ۵: تغییرات میزان قندهای محلول درریشه و اندام هوایی
دانه رستهای ذرت(ارقام نشانگر SE ± میانکین سه تکرار).



شکل ٦: تغییرات میزان پروتئینهای محلول در ریشه و اندام هوایی دانه رستهای ذرت
تحت اثر غلظتهای مختلف نیترات سرب(ارقام



شکل ۷: الکتروفوروگرام پروتئینهای ریشه و اندام هوایی دانه رستهای ذرت تحت تیمار غلظتهای مختلف نیترات سرب بترتیب از راست به چپ : S پروتئین استاندارد (۱ الی ۵)، باندهای پروتئین مربوط به ریشه دانه رستهای گیاهان شاهد و گیاهان تحت تیمارغلظتهای ۰/۲۵ ، ۰/۵ ، ۱و ۲ میلی مولار و(٦-۱۰) باندها ی پروتئین مربوط به اندام هوایی دانه رستهای گیاهان شاهد و گیاهان تحت تیمار غلظتهای ۰/۲۵ ، ۰/۵ ، ۱ و ۲ میلی مولار نیترات سرب.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل نشان داد مسمومیت با سرب در درجه اول بازدارنده رشد ریشه است، که بدلیل تجمع زیاد سرب در ریشه و اثر سمی آن می باشد. این نتایج در مطالعات انجام گرفته بر روی این گیاه و گیاهان دیگر نیز مشاهده شده است (۲۷). طبق اظهارات Foy (٦) قسمت اعظم سرب جذب شده در دیواره سلولهای ریشه رسوب کرده، موجب ایجاد شکافهایی در دیواره شده، و در نتیجه از رشد طولی ریشه را ممانعت می کند. Ma (۱۸) در آزمایشهای خود بر روی گندم بیان می کند که فلزات سنگین ویسکوزیته و قابلیت ارتجاع دیواره سلولی ریشه را کاهش داده موجب کاهش رشد طولی ریشه می گردد. وزن تر و خشک ریشه نیز بدلیل مسمومیت با سرب و توقف رشد کاهش می یابد. اثرکاهش زیست توده ریشه و رشد آن در اثر مسمومیت با سرب در گیاهان دیگر نیز گزارش شده است (۸ و۱۸).

اندازه گیری میزان سرب نشان داد که تجمع سرب همانند مطالعات مشابه (۱۳و۱۸) در ریشه گیاهان تحت تیمار با افزایش غلظت آن در محیط رشد افزایش یافته و در ریشه بطور معنی دار(بیشترین میزان سرب در ریشه ۱۸۰۰ ودر اندام هوایی حداکثر ٤۰۰ میلی گرم بر کیلو گرم مادهٔ خشک می باشد) بیشتر از اندام هوایی است و این نتایج تحرک کم این فلز و انتقال اندک آنرا در گیاه نشان می دهد (۲۸).

افزایش معنی دار قندهای محلول در ریشه دانه رستها و معنی دارنبودن تغییرات آنها در اندام هوایی نیز نشانگر مسمومیت بیشتر ریشه با سرب نسبت به اندام هوایی است. این افزایش ممکن است در اثر تجمع قندهای محلول حاصل از تجزیه نشاسته باشد که بخصوص در مراحل اولیه رشد دانه رستها نشاسته موجود در دانه بر اثر فعالیت آمیلازها تجزیه شده به ریشه و اندام هوایی رسیده و مصرف می شود. بطوریکه آزمایش نشان می دهد افزایش قندهای محلول در اندام هوایی معنی دار نیست و این نتیجه با تغییرات اندک رشد و میزان سرب (کمتر نسبت به ریشه) اندام هوایی دانه رستها نیز مطابقت دارد. افزایش قندهای محلول، در اغلب شرایط تنش زا بعنوان یک مکانیسم تحمل در برابر تنش است و در واقع باعث تنظیم پتانسیل آب سلول در بخش سیتوسول، برای مقابله با غلظت بالای یونهای جذب شده و تجمع یافته درواکوئل ، می گردد (۱۲).

در این آزمایش نیز افزایش معنی دار قندهای محلول در ریشه که تحت تنش شیمیایی شدید محیط رشد است و عدم افزایش آن در اندام هوایی که مقدار کمتری سرب دریافت کرده می تواند یک مکانیسم تحمل در این گیاه محسوب گردد. برعکس میزان پروتئینهای کل، هم در ریشه و هم در ساقه کاهش یافته است. این کاهش ممکن است ناشی از کاهش سنتز پروتئینها , مهار رشد گیاه بر اثر سمیت با سرب باشد، ولی احتیاج به آنالیزهای دقیق تری است تا مشخص شود این کاهش به کدامیک از مکانیسمها و پروتئینها مربوط می شود زیرا بررسی ژل پروتئینها با الکتروفورز SDS-PAGE افزایش برخی دیگر از پروتئینها از جمله پروتئینهای٥٦ ،٦۰ و٧٤ کیلو دالتونی را نشان می دهد(شکل ۷). در این آزمایش با توجه به مشابه بودن Rm باند ٥٦ کیلو دالتونی با باند گلوتامات دهیدروژناز نمونهٔ استاندارد نظر بر این است که شاید این پروتئین گلوتامات دهیدروژناز ، یا پروتئینی با وزن مولکولی مشابه آن باشد، البته در این مورد احتیاج به بررسیهای بیشتر می باشد تا این نظر تأیید ویا رد گردد. بنابراین ، مقایسهٔ نتایج این دو آزمایش نشان می دهد که در اثر تنش اعمال شده، برخی پروتئینها مانند آنچه در فوق ذکر شد و یا آنزیمهای آنتی

www.SID.ir

Archive of SID

اکسیدان افزایش یافته و فعال تر می شوند و برخی دیگر مانند پروتئینهای غشایی و دیواره ای بعلت نشست سرب بر دیواره وآسیب کانالهای یونی غشا ها (۲۸) کاهش می یابند.

بطور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که اولاً تنش سرب باعث کاهش رشد ریشه و تغییرات بیوشیمیایی در این گیاه شده، ثانیاً با توجه به مقادیر سرب جذب شده (شکل۳)می توان گفت که ذرت یک گیاه مقاوم به تنش سرب است . زیرا مقایسهٔ نتایج مطالعات انجام گرفته بوسیلهٔ (Yell Yang) با نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که ۵۰۰ میکرو مولار سرب رشد طولی ریشه را ۵۰درصد باز می دارد در حالیکه ۱۰ میکرو مولار سرب رشد ریشهٔ واریته های حساس برنج را ۸۰درصد کاهش می دهد. مقاومت ذرت در برابر تنش در مطالعات محققان دیگر نیز گزارش شده است (۲۳و۲۵). بعلاوه این رقم ذرت یک گیاه دو منظوره است که هم برای تغذیهٔ انسان و هم می تواند بعنوان ذرت علوفه ای مورد استفاده قرار گیرد. ضمناً بعلت مقاوم بودن و داشتن ریشه های زیاد و عمقی تر (۱) نسبت به گیاهان انبوه ساز مانند (Allysum, Thalaspi)، می توان برای پاکسازی خاکهای آلوده به فلزات سنگین نیز از آن استفاده نمود (۵) گر چه ممکن است (بدلیل شرایط موجود) مقرون به صرفه نباشد. همچنین می توان با انتقال عوامل مقاومت آن به گیاهان غیر اقتصادی با بیوماس زیاد ، گیاهان ترانسژن ایجادو در پاکسازی خاکهای آلوده از آنها استفاده کرد.

نکته دیگر اینکه این گیاه می تواند مقادیر قابل توجهی سرب (<2g/kg DW) در٦ pH از خاک جذب نماید و به اندام هوایی و حتی دانه منتقل نماید بدون اینکه آثار مسمومیت بارزی در قسمت هوایی نشان دهد (۱۰و۲٤)، آنالیز دانه این گیاه در این تحقیق نیز مقدار ۳۲۱/۵ میلی گرم بر کیلو گرم سرب نشان داده است، البته این مقدار سرب بدلیل اینکه بین یک کیلوگرم بذرذرت یعنی حدود ٦۰۰۰ بذر تقسیم می گردد(تقریبا ٦ عدد بذر ذرت یک گرم وزن دارد) تأثیری در نتایج آزمایش نخواهد داشت. بنابراین در صورت تغذیه انسان و حیوان از چنین گیاهانی عوارض ناشی از آلودگی آنها، بایستی مورد توجه قرار گیرد، قبل از کشت آن میزان آلودگی خاک بررسی گردد و حتی الامکان از کشت آن در مناطق آلوده (بمنظور تغذیه انسان و دام) خودداری گردد. بخصوص که سرب هیچ نقش ضروری در متابولیسم گیاه نداشته و یک آلودگی شیمیایی مهم محیطی ویک ماده سمی برای گیاه و جانور محسوب می شود (۳).

تشکر و سپاس: از آقای دکتر عباس صمدی و آقای بهنام دولتی جهت فراهم آوردن امکان استفاده از دستگاه جذب اتمی سپاسگزارم و از کمکهای آقای رشید جامعی و خانم لطیفه پوراکبرکارشناسان آزمایشگاه بیوشیمی و فیزیولوژی گیاهی در انجام این تحقیق کمال تشکر را داریم.

منابع

۱- فیض، ع.م. (۱۳۵۵). زراعت گیاهان علوفه ای و احداث چراگاه - انتشارات دانشگاه ارومیه، ٥٧٦ص.

2-Bayer, R. (2000). Modern Experimental. Oxford University Press. PP. 111- 130.

3-Broyer, T. C., Johnson, C. N., and Paul, R. E., (1972). Some aspects of lead in plant nutrition plant Soil, 36, 301.

4-Creighton,T.(1997). Protein structure. Oxford University Press. PP. 1- 27.

5-Felix, H. R., Kayser, A., and Schullkin, R. (1999). Phytoremediation, field trials in the years 1993-1998. Proc.5th Int. Conf. Biogeochem. Trace element, Vienna, 11-15 July, 8.

www.SID.ir

Archive of SID

6-Foy, C. D., Chaney, R.L. and White, M. C. (1978). The physiology of metal toxicity Annu. Rev. physiol. 29, 511.

7Gaspar, G. M. and Anton, A., (2002). Heavy metal uptake by two radish Varieties. Hungarian Congress on plant physiology Vol. 46(3-4): 113-114.

8-Georgieva, V. and Tasev, C., (1997). Growth, yield, lead, zinc end cadmium content of radish, pea, and pepper plants as influenced by level of single and multiple contamination of soil. Bul. G.J. Plant physiol, 23 (1-2), 12-23

9-Jackson, D. R. and Watson, A.P., (1977). Disruption of nutrient pools and transport of heavy metals in a forested watershed near a lead smelter. J.Environ .Qual.6.331-338.

10-Kabata-Pendias A. and Pendias, H. (1999). Biogeochemistry of trace elements, 2nd ed, wyd, Nauk PWN, War saw, 400 (PO)

11-kabata-pendias A, (2001).Trace elements in soils and plants. Third Edition, PP. 413

12-kameli, A. and Losel, D.M. (1993). Carbohydrates and water stress in wheat plants under water stress. New Phytologist. 125 (3): 609-614.

13-Kovalevskiy, A. L., (1979). Biogeochemical exploration for mineral deposits, published for the USDI and the NSF, American publ. Co. pvt, new Delhi, 136.

14-Larbi, A., Morales, F. and Abadia, A., (2003). Effects of Cd and Pb in sugar beat plants grown in nutrient solution: induced Fe deficiency and growth inhibition. Functional plant Biology, 20 (12) 1453-1464

15-Levine, M. B., Stall, A. T. and Barrett, G.W. and Taylor, D.H., (1989). Heavy metal concentration during ten years of sludge treatment to an old-field community J. Eviron. Qual. 18: 411-418.

16-Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A.L. and Randal, R.J., (1951). Folin Cioalleu. J. Biochemistry 193, 265-267.

17-Ma, J.F. (2004). Role of organic acids in detoxification of Aluminum in higher plants. Plant cell physiol. 41, 383–390

18-Marry, R. H., Tiller, K.G. and Alston, A. M., (1986). The effects of contamination of soil with copper, lead, and arsenic on the growth and composition of plants. Effects of season, genotype, soil temperature and fertilizers. Plant and Soil, 91, 115- 128.

19-Niyazova, G. A., and Letunova, S.V., (1981). Microelements accumulation by soil microflora at the conditions of the Sumsarsky lead-zinc biogeochemical Province in Kirghizya. Ekologiya, 5, 89.

20-Oliver, D. and Naidu, R., (2003). Uptake of copper(Cu), lead(Pb), cadmium (Cd) arsenic (As) and Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) by vegetables Grown in urban environments. Environmental protection and Heritage Council (EPHC) P: 151 -161.

21-Prasad, M.N.V. and Strzalka, k. (1999). Impact of heavy metals on photosynthesis in heavy metal stress in plants. Prasad , M.N.V. and Hagemeyer, J. Eds. Springer Heidelberg, 117.

22-Ross, S. M., (1994). Toxic metals in Soil . John Willey & Sons Ltd.

23-Schmidt U (2003). Enhancing phytoextraction: The effect of chemical soil manipulation on mobility, plant accumulation and leaching of heavy metals. J. Environ. Qual 32: 1939-1954.

24-Shaffer M. (2001) Waste lands: The treat of toxic fertilizer. California's Advocate for the Public Interest, Los Angeles, CA.

25-Simon, L., (1999). Heavy metal phytoextraction capacity of several agricultural crop plant species pros. 5th int. conf. Biogeochem. Trace elements, Vienna July 11-15, PP. 892.

26-Vassil, A. D., Kapulnik, Y., Raskin, I. and Salt, D.E., (1998). The role of EDTA in lead transport and accumulation by Indian mustard. plant physiol. 117: 447-451

27-Yell Yang, Y., Young Jung, J., Yong Song, W., Soo Suh, H. and Sook Lee, Y., (2000). Identification of Rice varieties with high tolerance or sensitivity to lead and characterization of the Mechanism of to tolerance. Plant physiol, Nov.2000 Vol. 124, PP. 1019-1026.

28-Zimdahl, R.L., (1975). Entry and movement in vegetation of lead derived from air and soil sources, paper presented at 68th Annu. Meeting of air pollution control association. Boston M.A.,June,5,2.

www.SID.ir

Archive of SID

Physiological and biochemical effects of Pb on *Zea mays L.* seedlings

Hiedari R., khaiami M., Farboodnia T.

Department of Biology, Faculty of science, University of Urmia

Abstract

In this research the effects of 0.25, 0.5, 1 and 2mM $pb(NO_3)_2$ adjusted to pH 6 were examined on the four day old seedlings of *Zea mays L.* in the controlled condition for 72h. At the end of treatment the roots and shoots of seedlings were harvested separately.The length, dry weigh and fresh weigh of the roots and shoots of plants were measured.The results showed that Pb toxicity inhibits significantly root elongation and biomass. Analysing of Pb content in the roots and shoots of different treatments by atomic absorption indicated that: a)Pb absorption goes up by increasing level of Pb in growth solution; b) Pb accumulates in the roots and its transport to the shoots is very low. Determination of the amount of soluble sugars and total proteins indicated that the soluble sugars increased in the roots but their changes in shoots were not significant, while the total proteins were decreased in both roots and shoots. The profile of proteins by SDS-PAGE showed some changes related to control plants such as increasing of 56, 60 and 74 KD proteins.This research indicated that the *Zea mays* is a tolerant plant to Pb and takes up high levels of Pb from growth medium at pH 6. So, it would be necessary to understand the mechanisms of tolerance in this plant.

Key words: Pb toxicity, *Zea mays L.*, electrophoresis

www.SID.ir