



## تأثیر کاربرد بیوچار باگاس نیشکر بر برخی خصوصیات رشدی گیاه ذرت در ستون خاک آلوده به سرب

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۲- هادی عامری خواه<sup>۲</sup>، علی چعب<sup>۴</sup> میلاد بی ریا<sup>۱</sup>، عبدالامیر معزی<sup>۲</sup>، ۳- دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز، ۴- دانشجوی دکتری گروه خاکشناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز

### چکیده

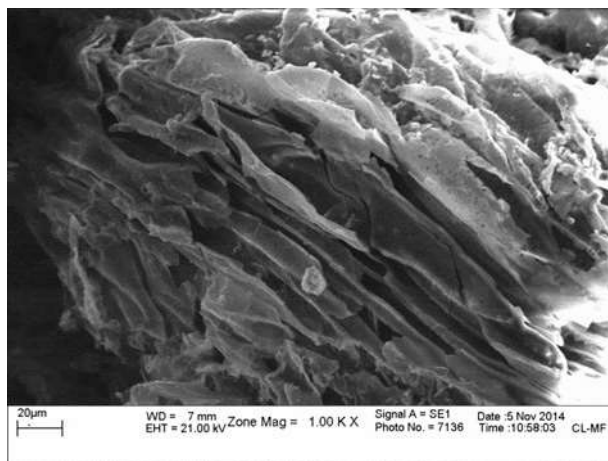
بیوچار محصول تجزیه حرارتی پسماندهای زیستی در غیاب ویا حضور اندک اکسیژن می باشد. این محصول بدلیل سطح ویژه و ظرفیت تبادل کاتیونی بالای خود، موجب فراهمی عناصر غذایی و کاهش عناصر آلاینده در دسترس برای گیاه می شود. این پژوهش، به منظور بررسی تأثیر بیوچار باگاس نیشکر بر برخی خصوصیات کمی گیاه ذرت بصورت آزمایشی در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل دوسطح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم سرب و دو سطح صفر و ۴ درصد وزنی بیوچار با کاشت گیاه ذرت در ستونهای خاک آلوده به سرب انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد که سرب موجب کاهش ارتفاع، وزن خشک ساقه و ریشه، شاخص کلروفیل و سطح برگ گیاه ذرت شد. نتایج بدست آمده بیانگر این حقیقت می باشد، که بیوچار قادر به اصلاح خاک و بهبود رشد گیاه می باشد و می توان از آن برای بهبود خصوصیات خاک استفاده نمود. کلمات کلیدی: بیوچار، سرب، ذرت

### مقدمه

بیوچار ماده ای که در اثر تجزیه حرارتی پسماندهای زیستی در حضور اندک اکسیژن و یا بدون حضور آن تولید می شود. این ماده حاوی مقدار قابل ملاحظه ای از عناصر غذایی، املاح محلول و مقدار کمی از برخی عناصر سنگین می باشد. بیوچار به خاطر این خصوصیات ذاتی خود، قادر به تقویت خاک بوده و در نتیجه موجب بهبود رشد محصولات کشاورزی در خاک می شود (Glasser & Lehman, ۲۰۰۲). بسیاری از دانشمندان، در مطالعات خود به مزایای فراوان بیوچار اشاره کردند. از جمله این موارد، می توان به ذخیره سازی کربن و کاهش جذب فلزات سنگین در گیاه اشاره کرد (Sohi et al ۲۰۰۹). یکی از فلزات سنگین و از عوامل آلوده کننده محیط، سرب است که با ایجاد اثرات سمی شدید بر انسان و دیگر جانداران نقش مهمی در آلودگی محیط زیست در قرن حاضر دارد که مستقیماً با مصارف زیاد صنعتی آن در ارتباط است. سرب یکی از پر دوام ترین فلزات است که می تواند ۵۰ تا ۱۵۰ سال در خاک باقی بماند، این عنصر با ورود به زنجیره غذایی، در بدن انسان و حیوانات تجمع یافته و بوسیله ایجاد جهش اثرات سرطان زایی می کند (Kabata-pondias, ۲۰۰۰). امروزه آلودگی خاکها به عناصر سنگین سنگین به یک معضل جهانی محیط زیستی تبدیل شده است. استفاده از جاذب های ارزانیقیمت یکی از راهکارهای مفید برای مقابله با این پدیده می باشد. از انواع جاذب های ارزانیقیمت بیوچار می باشد. یکی از مزایای مهم بیوچار، مدیریت ضایعات کشاورزی می باشد (احسان حمزه ایی و همکاران، ۱۳۹۱). این ماده با توجه به ظرفیت جذب بالای عناصر سنگین می توان به عنوان یک راهکار مفید برای پالایش خاک و حذف عناصر سنگین از خاک انجام شود. آزمایش حاضر به منظور بررسی کاربرد بیوچار باگاس نیشکر بر برخی خصوصیات رشدی گیاه ذرت در خاکهای آلوده به سرب انجام شد.

### مواد و روش ها

این تحقیق در بهار و تابستان سال ۱۳۹۳، در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل دو سطح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم سرب ( $pb500$  &  $pb1000$ ) و دو سطح صفر و ۴ درصد وزنی بیوچار ( $b0$  &  $b4$ ) با کاشت گیاه ذرت در ستونهای خاک در سه تکرار بود. خاک مورد نظر از مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید چمران اهواز جمع آوری شد. برای تهیه بیوچار مورد استفاده از ماده اولیه باگاس نیشکر استفاده شد. بدین منظور ابتدا باگاس ها خشک و سپس کوبیده و از الک ۲ میلیمتر عبور داده شدند تا همگن شوند. سپس در یک کوره دست ساز تحت تجزیه حرارتی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. دما نیز توسط ترمومتر لیزری کنترل گردید. به منظور ایجاد شرایط خلاء کف جعبه های فلزی درب بسته با شمع حرارت داده شد تا اکسیژن آن به حداقل برسد. بعد از آماده سازی بیوچار، مرفولوژی آن با دستگاه SEM تعیین شد (Rajkovich et al, ۲۰۱۱). در شکل ۱، ساختار مرفولوژی بیوچار باگاس نیشکر، آورده شده است.



شکل ۱- تصویر میکروسکوپ الکترونی رویشی بیوچار باگاس نیشکر مورد استفاده

برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک و بیوچار نیز تعیین گردید. بافت خاک به روش هیدرومتری با تبعیت از روش page et al ۱۹۸۲ اندازه گیری شد. کربنات کلسیم هم از طریق تیتراسیون با تیترا اندازه گیری شد. (Tempel et al, ۱۹۸۱). همچنین برای اندازه گیری EC و pH خاک ابتدا از نمونه خاک گل اشباع تهیه و سپس عصاره گیری گردید، آنگاه هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع بوسیله دستگاه هدایت سنجی (EC-متر) قرائت گردید. سپس با دستگاه pH متر دیجیتالی pH گل اشباع قرائت گردید (Rahoads et al, ۱۹۷۰). اندازه گیری مواد آلی توسط اکسیداسیون تر انجام شد. و کربن آلی خاک توسط روش والکلی بلک تعیین شد. ظرفیت تبادل کاتیونی خاک نیز توسط روش استات سدیم اندازه گیری شد. برای اندازه گیری pH بیوچار، ۱۰ میلی لیتر کلرید کلسیم ۰/۱ مولار، به یک گرم بیوچار خشک شده اضافه می گردد (نسبت یک به ده بیوچار به محلول). سپس نمونه تکان داده شده و پس از ۲۴ ساعت، pH آن خوانده شد. برای اندازه گیری هدایت الکتریکی بیوچار نیز همانند pH موارد گفته شده انجام و سپس توسط EC سنج قرائت گردید. اندازه گیری کربن، ازت، گوگرد، اکسیژن و هیدروژن در بیوچار با استفاده از دستگاه آنالیز عنصری در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شهید چمران اهواز صورت پذیرفت. همچنین سرب بیوچار نیز با استفاده از روش هضم تر و قرائت توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد (Rajkovich et al, ۲۰۱۱). برای انجام آزمایش، ابتدا خاک ها آلوده شده و بعد از ۲ تا ۳ هفته تیمارهای بیوچار به آن اعمال شد. سپس، این خاک ها را به مدت ۴۵ روز در رطوبت ۷۰ درصد ظرفیت زراعی (FC) قرار داده، تا تعادل در خاک ایجاد گردد. سپس نمونه های خاک انکوبه شده که قبلاً خشک شده اند، به ستون ها منتقل شد. مقدار خاک در هر ستون به طور یکنواخت توزین شده و به ستون منتقل شد. که این مقدار برای هر ستون سه کیلوگرم بود. برای این مورد، خاک مورد نیاز با توجه به جرم مخصوص ظاهری خاک و ابعاد ستون ها محاسبه گردید. لازم به ذکر است که برای تهیه ستونهای مورد نیاز برای پژوهش، از ستونهایی از جنس لوله پلی اتیلن با ارتفاع ۳۰ سانتی متر و قطر ۴ اینچ (معادل ۱۰ سانتی متر) استفاده شد (مهناز غلامی کدرجی و همکاران، ۱۳۹۱). در هر ستون ۳ بذر ذرت کاشته شد. بعد از ۲ هفته تعداد بذرها در هر ستون به ۱ عدد کاهش داده شد. سپس، بعد از هشت هفته آنها را برداشت نموده و خصوصیات آنها اندازه گیری شد. ارتفاع گیاه با خط کش T، شاخص کلروفیل با کلروفیل متر SPAD ۵۰۲، شاخص سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه گیری سطح برگ<sup>۱۳۴</sup> (Divises LTD, UK) (Delta T) موجود در گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز و وزن خشک ساقه و ریشه با استفاده از ترازوی دیجیتالی اندازه گیری شد (رویا کریمی و همکاران، ۱۳۹۰). جهت آنالیز داده ها از نرم افزار SAS و برای مقایسات میانگین از آزمون دانکن استفاده شد.

#### نتایج و بحث

در راستای اهداف طرح، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و بیوچار مورد مطالعه در جداول ۱ و ۲ ارائه گردیده است :

جدول ۱- ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

بافت خاک	سن (%)	سینت (%)	رس (%)	ظرفیت تبادل کاتیونی (cmol/kg)	اسیدیته (گل اشباع)
سینت	18.6	74.5	6.9	18.2	7.5

ادامه جدول ۱

<sup>۱۳۴</sup> - Leaf area metter

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

کربنات کلسیم معادل (%)	هدایت الکتریکی (ds/m)	کربن آلی (%)	ماده آلی (%)	سرب (mg/kg)	نیترژن (mg/kg)
45.6	5.46	0.357	0.612	4.9	0.5

جدول ۲- خصوصیات بیوجار مورد مطالعه

pH	EC (ds/m)	نیترژن (%)	هیدروژن (%)	اکسیژن (%)	درصد خاکستر (%)	سرب (mg/kg)
7.55	0.84	0.279	3.83	19.51	5.5	1.75

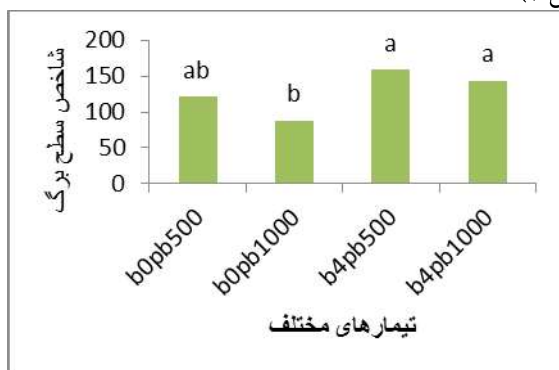
تاثیر کاربرد تیمارهای بیوجار بر خصوصیات مختلف گیاه ذرت در ستون های خاک آلوده به سرب در این آزمایش تاثیر کاربرد تیمارهای مختلف بیوجار در خاک های آلوده به کادمیوم بر خصوصیات مختلف گیاه ذرت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بیوجار بر شاخصهای وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، کلروفیل، سطح برگ و ارتفاع گیاه در سطح احتمال ۱% معنیدار شد.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای بیوجار بر میزان وزن خشک اندام هوایی و ریشه، کلروفیل، سطح برگ و ارتفاع گیاه در خاک های آلوده به کادمیوم

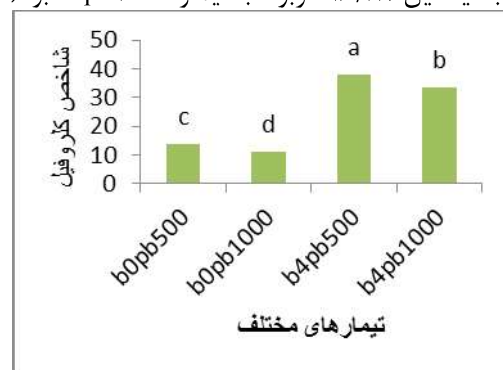
میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییرات
ارتفاع گیاه	سطح برگ	کلروفیل	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی		
۶۶/۳۱۵**	۳۸/۱۵۸۱۰**	۱۶/۵۶۵	۰۷/۲**	۹۵/۵**	۳	تیمار
۹۱/۱۳	۴۷/۱۰	۰۲/۳	۰۱/۰	۰۹/۰	۶	خطای کل
۷۳/۱۴	۴۰/۱۴	۸۷/۱۴	۴۵/۱۵	۲۴/۱۶	-	ضریب تغییرات (درصد)

بهترتیب تفاوت معنیدار در سطح ۱%، تفاوت معنیدار در سطح ۵% و عدم وجود اختلاف معنیدار ns و \*، \*\*

نتایج تاثیر کاربرد تیمارهای مختلف بیوجار بر میزان شاخص کلروفیل در خاک های آلوده به سرب نشان داد، بیشترین میزان کلروفیل با میانگین ۱۸/۳۸ مربوط به تیمار b۴pb۵۰۰ بود که با همه تیمارها در سطح احتمال ۵% اختلاف معنیداری داشت. کمترین میزان آن نیز با میانگین ۳۳/۱۱ مربوط به تیمار b۰pb۱۰۰۰ بود (شکل ۲). همچنین بیوجار تاثیر خوبی بر میزان شاخص سطح برگ گذاشت. به گونه ای که، بیشترین میزان سطح برگ با میانگین ۳۹/۱۵۸ مربوط به تیمار b۴pb۵۰۰ بود و کمترین آن نیز با میانگین ۹۶/۸۷ مربوط به تیمار b۰pb۱۰۰۰ بود (شکل ۳).

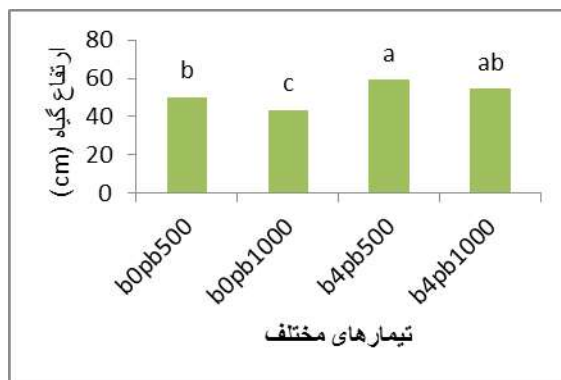


شکل ۳- تاثیر بیوجار بر میزان سطح برگ گیاه ذرت



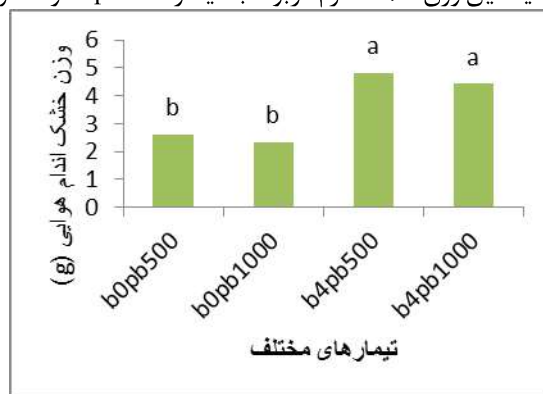
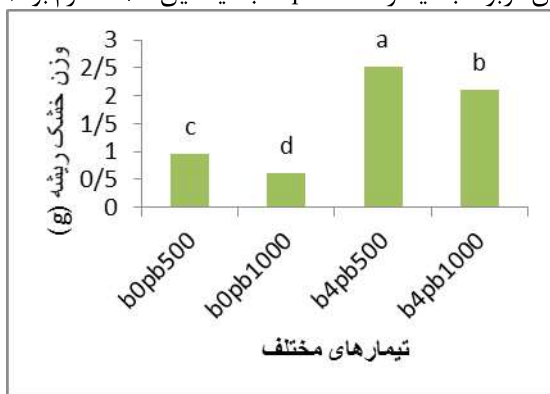
شکل ۲- تاثیر بیوجار بر میزان کلروفیل گیاه ذرت

نتایج تاثیر کاربرد تیمارهای مختلف بیوجار در خاک های آلوده به سرب بر ارتفاع گیاه ذرت نشان داد، بیشترین ارتفاع گیاه با میانگین ۱۶/۵۹ سانتی متر مربوط به تیمار b۴pb۵۰۰ بود و کمترین آن نیز با میانگین ۱۳/۴۳ سانتی متر در تیمار b۰pb۱۰۰۰ گزارش شد (شکل ۴).



شکل ۴- تاثیر بیوچار بر ارتفاع گیاه ذرت

نتایج تاثیر کاربرد تیمارهای مختلف بیوچار بر میزان وزن خشک اندام هوایی در خاک های آلوده به سرب نشان داد، بیشترین وزن خشک اندام هوایی با میانگین وزن ۸۱/۴ گرم مربوط به تیمار b4pb500 بود که با همه تیمارها جز تیمار b4pb1000 (میانگین وزن ۴۲/۴ گرم) در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری داشت. کمترین میزان آن نیز با میانگین ۳۲/۲ گرم در تیمار b0pb1000 مشاهده شد. (شکل ۴). همچنین، بیوچار وزن خشک ریشه را نیز افزایش داد. به گونه ای که، بیشترین وزن خشک اندام هوایی با میانگین وزن ۸۱/۴ گرم مربوط به تیمار b4pb500 و کمترین آن مربوط به تیمار b0pb1000 با میانگین ۶۱/۰ گرم بود (شکل ۵).



شکل ۵- تاثیر بیوچار بر وزن خشک ریشه گیاه ذرت

شکل ۴- تاثیر بیوچار بر وزن خشک اندام هوایی گیاه ذرت

سرب دارای سمیت زیادی برای گیاهان می باشد. سرب در بازدارندگی فتوسنتز و تنفس به وسیله تاثیر مکانیزم های انتقال نقش دارند. این عنصر حتی به مقدار کم نیز می تواند روی تنفس میتوکندریایی موثر می باشد. بدین ترتیب، سرب از میزان کلروفیل گیاهان نیز خواهد کاست (Orcutt and Nilsen, ۲۰۰۰). سرب با ممانعت از انجام فتوسنتز و تنفس و همچنین کاهش جذب مواد غذایی به وسیله گیاه، موجب کاهش و رشد آن می شود (مهدی رضائی و ثریا فاسمی، ۱۳۹۰). در نتیجه شاخص سطح برگ کاهش یافته و به دنبال آن، ارتفاع گیاه نیز کاهش خواهد یافت. همچنین وزن خشک اندام هوایی و ریشه نیز کاهش می یابد. کاربرد بیوچار در خاکهای آلوده به فلزات سنگین، موجب کاهش جذب عناصر سنگین توسط گیاه خواهد شد و در نتیجه ما شاهد افزایش رشد گیاه خواهیم بود. یو وای ایکس و همکاران نیز در مطالعه ای، به کاهش غلظت عناصر سنگین در گیاهان موجود در خاکهای تیمار شده با بیوچار و بهبود رشد گیاه اشاره کردند.

#### نتیجه گیری کلی

بیوچار به دلیل سطح ویژه بالا، بهبود مصرف آب توسط گیاه و افزایش فراهمی عناصر غذایی برای گیاه، موجب افزایش رشد گیاه ذرت می شود. علاوه بر این، کاربرد بیوچار، نقش موثری را در تثبیت فلزات سنگین و در نتیجه کاهش قابلیت دسترسی و جذب آنها را در گیاه خواهد داشت. بدین ترتیب، با جذب و تثبیت فلزات سنگین از جمله سرب، تنش ناشی از فلزات سنگین را که از عوامل اصلی کاهش کارایی و رشد گیاه می باشد را، خواهد کاست. بدین ترتیب، استفاده از بیوچار با توجه به تولید اقتصادی و کارایی بالای آن می تواند یک راهکار نوین و مفید در جهت کاهش آلودگیهای خاک و افزایش رشد گیاه مورد استفاده قرار گیرد.



## چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - شیمی حاصلخیزی و تغذیه گیاه

### منابع

- احسان حمزه ایبی، امیر لکزینان، علیرضا آستارایی و امیر فتوت. تاثیر بیوجار و فاضلاب بر غلظت کادمیوم قابل جذب خاک و رشد گیاه ماش. سومین همایش ملی مدیریت جامع منابع آب. شهریورماه ۱۳۹۱.
- مهدی رمضانی و ثریا قاسمی. بررسی گیاه پالایی سرب توسط گیاه ذرت (*Zea mays L.*). اولین همایش ملی گیاه پالایی. کرمان، بهمن ماه ۱۳۹۰.
- ( مهناز غلامی کذرجی، عبدالامیر معزی، هادی عامری خواه. ۱۳۹۱. مطالعه حرکت سرب در خاک آهکی در حضور EDTA و سورفکتانت آنیونی. اولین همایش ملی گردشگری و طبیعت گردی ایران زمین.
- رویا کریمی، مصطفی چرم، محمود صلحی. ۱۳۹۰. ارزیابی پتانسیل پالایش خاکهای آلوده به سرب، کادمیم و نیکل توسط جو و کلزا. اولین همایش ملی راهبردهای دستیابی به کشاورزی پایدار. دانشگاه پیام نور، استان خوزستان.
- Δ. Glaser, B. Lehmann, J. Zech, W. ۲۰۰۲. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal: A Review. *Biol Fertil Soils* ۳۵: ۲۱۹-۲۳۰.
- Han, X.F., Kingery, W. L., Selim, H.M. and Gerard, D. P., ۲۰۰۰. Accumulation of heavy metals in a long-term poultry waste-amended soil. *Soil Science*, ۱۶۵(۳): ۲۶۰-۲۶۸.
- Kabata-Pendias, A. ۲۰۰۰. *Trace elements in soils and plants*. London. CRC Press
- Lehmann, J. Kern, D. C. Glaser, B. Woods, W. I. ۲۰۰۳. *Amazonian Dark Earths: Origin, Properties and Management*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
۹. Orcutt and Nilsen, ۲۰۰۰. *Plant physiology under stress*. John Willy Inc.
- Page, A. L., ۱۹۷۴. Fact and effects of trace element in sewage sludge when applied to agricultural lands. *Environ. Technol. Ser*, EPA-۶۷۰/۲-۷۴۰۰۵. Cincinnati Ohio.
۱۱. Rahoads, J. D., Ingvabon, R. D. and Hatcher, D. d. ۱۹۷۰. Laboratory determination Leacheable soil boron. *Soil Sci Soc. Am. Proc.*, ۳۴: ۸۷۱-۸۷۵.
- Shelby Rajkovich & Akio Enders & Kelly Hanley & Charles Hyland & Andrew R. Zimmerman. Johannes Lehmann. ۲۰۱۱. Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil. *Biol Fertil Soils*
- Sohi, S. Lopez-Capel, E. Krull, E. Bol, R. ۲۰۰۹. Biochar's role in soil and climate change: a review of research needs. *CSIRO Land and Water Science Report* ۵۹: ۱-۵۷.
- Yu, X. Y. Ying, G. G. Kookana, R. S. ۲۰۰۹. Reduced plant uptake of pesticides with biochar additions to soil. *Chemosphere* ۷۶: ۶۶۵-۶۷۱.
۱۵. Wal kely, A. and I. A. Black. ۱۹۳۴. An examination of the degty are method for determination of soil organic matter and proposed modification of chronic acid method. *Soil. Sc. Vol.* ۳۷: ۲۹-۳۸.

### Abstract

Biochar thermal decomposition of organic waste in the absence or presence of oxygen is low. The product due to its high specific surface area and cation exchange capacity, availability of nutrients and reduction of pollutant elements available to the plant. This study was to evaluate the effect on some quantity of corn or sugar cane bagasse Biochar experimental design was a randomized complete block. The treatments consisted of two levels of ۵۰۰ and ۱۰۰۰ mg kg lead and both zero and ۴% by weight Biochar by planting corn in soil columns were contaminated with lead. The results showed that lead to a decrease in plant height, stem and root dry weight, chlorophyll and leaf area index and plant maize. The results showed that the fact is, that Biochar able to improve soil and promote plant growth and can be used to improve soil properties.