اثر کادمیوم خاک بر برخی خصوصیات روزنه برگ بلوط بلندمازو

(*Quercus castaneifoila* C. A. Mey)

سمیه اسماعیل پور[1]، ویلما بایرام زاده[2]، توفیق احمدی[3]

تاریخ دریافت: 90/9/10 تاریخ پذیرش: 90/11/8

چکیده

کادمیوم ازجمله فلزات سنگینی است که سمیت بالایی داشته و درعین حال می‌تواند در گیاهان انباشته‌شده و باعث تغییرات آناتومیکی در آن‌ها شود. کشف تغییرات آناتومیکی در گیاهان چوبی صنعتی که در معرض خاک‌های آلوده به کادمیوم قرارمی گیرند، مهم است زیرا این تغییرات به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر کیفیت و کمیت چوب اثر می‌گذارد. در این مطالعه اثر غلظت‌های مختلف کادمیوم خاک (0، 30، 60، 120 میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) بر برخی خصوصیات روزنه بلوط بلند مازو (*Quercus castaneifoila* C. A. Mey) نظیرتعداد سلول‌های روزنه در واحد سطح میلی‌متر مربع و طول دهانه روزنه میکرومتر برگ مورد ارزیابی قرارگرفت. این تحقیق برپایه طرح کاملا تصادفی با 4 تیمار در 5 تکرار انجام شد. نهال-های گلدانی یکساله انتخاب وخاک آن‌ها با غلظت‌های مختلف کادمیوم آلوده شد. نتایج نشان داد که در خاک مورد مطالعه و درغلظت‌های استفاده‌شده از کادمیوم تفاوت معنی‌داری درسطح 5% بین صفاتی که مورد مطالعه قرار گرفت وجود ندارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که غلظت‌های کادمیوم به‌کارگرفته‌شده برخصوصیات روزنه مطالعه‌شده در این تحقیق تاثیری نداشته است.

واژه‌های کلیدی: کادمیوم، تعداد سلول‌های روزنه، طول دهانه روزنه، بلوط بلند مازو

1- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، گروه خاکشناسی کرج، ایران

Esmaeilpour.esmaeilpour@ Yahoo. com

2- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، گروه خاکشناسی کرج، ایران

3- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

مقدمه

خطرات ناشی از فلزات سنگین، به‌ویژه کادمیوم، بر سلامت انسان و حیوان که روز به روز با پیشرفت صنعت بر مقدار و انتشار آن‌ها افزوده می‌شود، از موضوعات بسیار مهم است. راه‌های ورود کادمیوم به محیط از طریق ضایعات صنعتی ناشی از فرایندهای آب‌کاری، تولید پلاستیک، معدن‌کاری، تولید مواد رنگی، تولید آلیاژها و باتری‌هاست [9]. همچنین اثاثیه منازل، اتومبیل‌ها، کامیون‌ها، ابزارآلات کشاورزی و قطعات هواپیما، ابزارهای صنعتی و انواع اتصال دهنده‌ها از جمله انواع مهره‌ها، پیچ‌ها، آچارها و میخ‌ها عموما دارای پوشش کادمیومی هستند [2و 7]. کادمیوم در مقادیر بسیار کم، سمیت بالایی ایجاد می‌کند.

این عنصر در گیاهان باعث تغییرات مورفو-آناتومیکی از جمله کاهش بیوماس و کاهش فتوسنتز [4]، کاهش هدایت روزنه‌ای (stomatal conductance) [6] و همچنین اختلال در فعالیت‌های متابولیکی [13و14] می‌شود. کشف این تغییرات در گیاهان چوبی صنعتی که در معرض خاک‌های آلوده به کادمیوم قرار می‌گیرند، مهم است زیرا این تغییرات به‌طور مستقیم و غیر مستقیم بر کیفیت و کمیت تولید چوب اثر می‌گذارد.

هدف از تحقیق حاضر مطالعه اثر آلودگی کادمیومی خاک بر برخی صفات‌روزنه بلوط بلند-مازو است.

از آن‌جایی‌که درخت بلوط بلندمازو در جنگل‌های شمال ایران از مناطق جلگه که خاک این مناطق به‌دلیل نزدیکی به مراکز صنعتی و شهری در معرض آلودگی‌های صنعتی قرار دارد تا ارتفاعات بالا پراکنده است و به‌طور وسیعی برای تولید ماده خام صنایع و سوخت چوبی مورد استفاده قرار می‌گیرد برای این تحقیق انتخاب شد.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه، زمان انجام آزمایش و مطالعات آماری

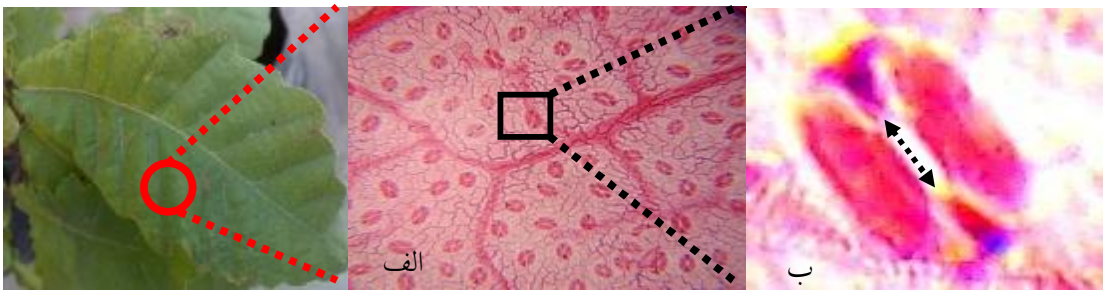
منطقه مورد مطالعه در این تحقیق نهالستان عجو در منطقه کجور شهرستان نوشهر می‌باشد. منطقه کجور در محدوده بین 25 تا 60 کیلومتری نوشهر قرار داشته و طول جغرافیایی آن 51 درجه و 15 دقیقه تا 51 درجه و50 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی آن 36 درجه و 15 دقیقه تا 36 درجه و 45 دقیقه شمالی می‌باشد. کجور از مغرب به چالوس و کلارستاق، از مشرق به سولده نور، از سمت جنوب به بلوکنور و از سمت شمال به بخش مرکزی نوشهر محدود و ارتفاع از سطح دریای آزاد بین 250تا1800 متر می‌باشد. با توجه به عدم وجود ایستگاه هواشناسی در منطقه کجور اطلاعات دقیقی از وضعیت اقلیمی منطقه وجود ندارد. نزدیکترین ایستگاه هواشناسی در منطقه ایستگاه پل‌ذغال در مرزن آباد می‌باشد که برای برخی نقاط مجاور قابل استفاده است. با توجه به اطلاعات ایستگاه هواشناسی (1366 تا 1379) متوسط بارندگی

سالیانه در حدود 400 میلی متر است. در نقاط کوهستانی میزان بارندگی تا 650 میلی‌متر هم می‌رسد. داده‌های ایستگاه نشان می‌دهد که حداقل دما 5 درجه سانتی‌گراد در بهمن ماه و حداکثر 22 درجه سانتی‌گراد در مرداد ماه می‌باشد. در حالی که حدا قل دما در برخی نقاط منطقه تا 10 - درجه سانتی‌گراد در فصول سرد می رسد. بارش برف از آذرماه آغاز و اغلب تا اواخر اسفندماه ادامه دارد. نهال‌های(گلدانی) یک‌ساله و سالم بلوط بلندمازو انتخاب و مورد آزمایش قرار گرفتند. از آن‌جایی‌که فعالیت‌های فیزیولوژیکی در تیر و مرداد به حداکثر مقدار خود می‌رسد، لذا در واسط تیرماه 1389 خاک گلدان‌ها با غلظت‌های مختلف کادمیوم (صفر، 30، 60 و 120 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) (کلرید کادمیوم محلول در آب مقطر) آغشته شد و نهال‌ها تا اواسط مهرماه (90روز) در شرایط یکسان نگهداری و مورد آبیاری و مراقبت مستمر قرار گرفتند. این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی با 4 تیمار در 5 تکرار انجام گرفت.

مطالعات آزمایشگاهی

- اندازه‌گیری تعداد روزنه و طول دهانه آن

برای اندازه‌گیری این صفات، چند نمونه از برگ هرنهال با کمک پانچ تهیه شد. برای تهیه اسلاید و عکسبرداری ازآن، نمونه‌ها درون محلول FAA(18ml اتانول50% + 1ml اسیداستیک + 1ml فرمالدئید) قرارگرفته و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه محلول FAA تخلیه و نمونه‌ها بعد از شستشو با آب مقطر به مدت 10 روز درسود 8% قرار داده شدند. بعد از این مدت نمونه‌ها را از سود خارج‌کرده و مراحل رنگ‌آمیزی به‌ترتیب با قرارگرفتن درآب ژاول، آب مقطر، سافرانین، غلظت‌های مختلف اتانول (به‌ترتیب 50%، 75%، 96% و 100%) و قرار گرفتن در محلول xylol، انجام گرفت(1). ازاسلایدهای تهیه شده توسط دوربین دیجیتال (Sony DSC-W130) متصل به میکروسکوپ نوری(Nikon) عکسبرداری شدند. ویژگی‌های آناتومیکی ازقبیل طول دهانه‌روزنه میکرومتر (شکل1- ب) و تعداد سلول‌های روزنه در واحد سطح میلی‌مترمربع (شکل 1- الف) با استفاده از نرم‌افزار Image J [5] به‌دست آمد.



شکل 1- (الف) سلول‌های روزنه در سطح برگ با بزرگنمایی40زیر میکروسکوپ نوری، (ب) طول دهانه روزنه(µm)

- **وزن‌خشک گیاه**

برای این منظور ابتدا نهال‌ها به‌طور جدا از هم شسته و سپس به مدت 48 ساعت درون Oven در دمای 76 درجه سانتی‌گراد قرار داده تا خشک شدند(تا حدی که به حالت شکنندگی درآمده و به وزن ثابتی برسند). در نهایت با ترازوی دیجیتالی وزن خشک هر نهال اندازه‌گیری و یادداشت شد.

- **اندازه‌گیری کادمیوم در گیاه**

برای اندازه‌گیری کادمیوم موجود در گیاه، از روش هضم خشک و اسیدکلریدریک استفاده شد. برای این منظور ریشه ساقه و برگ در دمای 550 درجه سانتی‌گراد درون کوره به مدت 4 الی 12 ساعت قرارداده و خاکستر شدند. سپس 10 میلی-لیتر اسید هیدروکلریدریک 2 مول به آن اضافه شد. کروزه‌ها را روی حمام بن‌ماری که دمای آن به80 درجه سانتی‌گراد رسیده است قرار داده تا خاکستر درون اسید حل شود. با مشاهده اولین بخارات اسید، محتویات کروزه از کاغذ صافی‌ریز (fine) به داخل بالن ژوژه 25 میلی‌لیتری صاف شدند. محلول حاصله را برای سنجش میزان کادمیم با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شده است.

- **پارامترهای مربوط به خاک**

برخی خصوصیات خاک نظیر بافت‌خاک به روش هیدرومتری[10]، کربنات‌کلسیم با معرف فنل فتالئین و تیتراسیون با سودنرمال، اسیدیته خاک در عصاره گل اشباع با استفاده از آب‌مقطر و به وسیله pH متر اندازه‌گیری شد. هدایت-الکتریکی خاک در عصاره گل اشباع توسط دستگاه EC سنج (هدایت‌سنج الکتریکی) بر حسب دسی زیمنس بر متر به‌دست‌آمد. کربن آلی به روش اکسیداسیون با بی‌کرومات پتاسیم به همراه اسیدسولفوریک غلیظ و معرف ارتوفنانترولین و تیتراسیون با فروآمونیوم سولفات اندازه‌گیری شده‌است و ماده آلی خاک نیز از ضرب کربن آلی (OC) خاک در 1/724 به‌دست-آمده‌است [12].

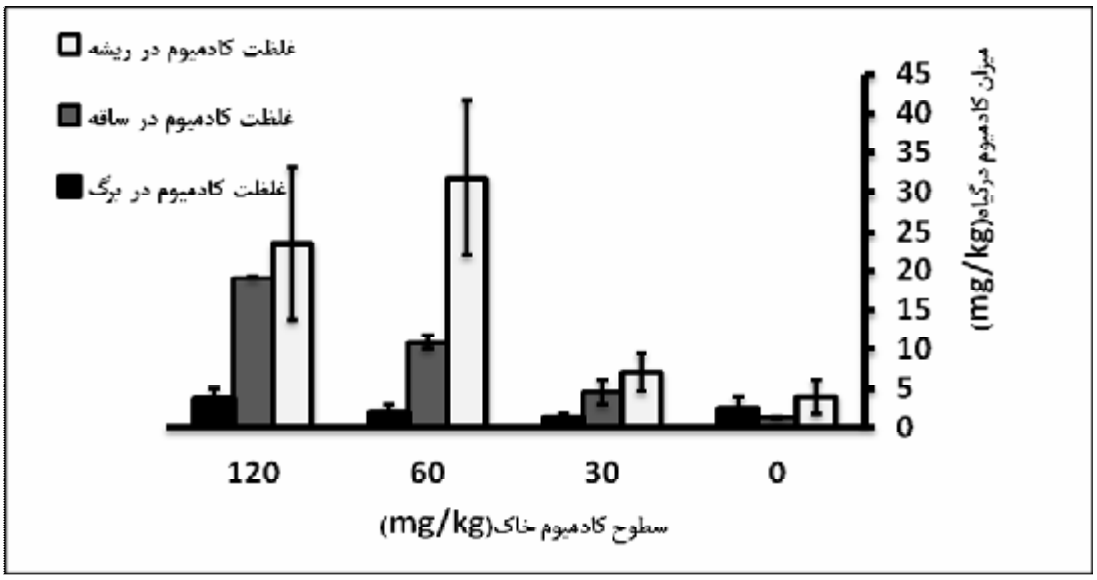
تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار Stat Graphics Plus 5.1(Stat Point, Inc., Northern Virginia, USA) و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. به منظور مقایسه میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده از آزمون Fisher (LSD) استفاده گردیده است.

نتایج

میزان کادمیوم در گیاه

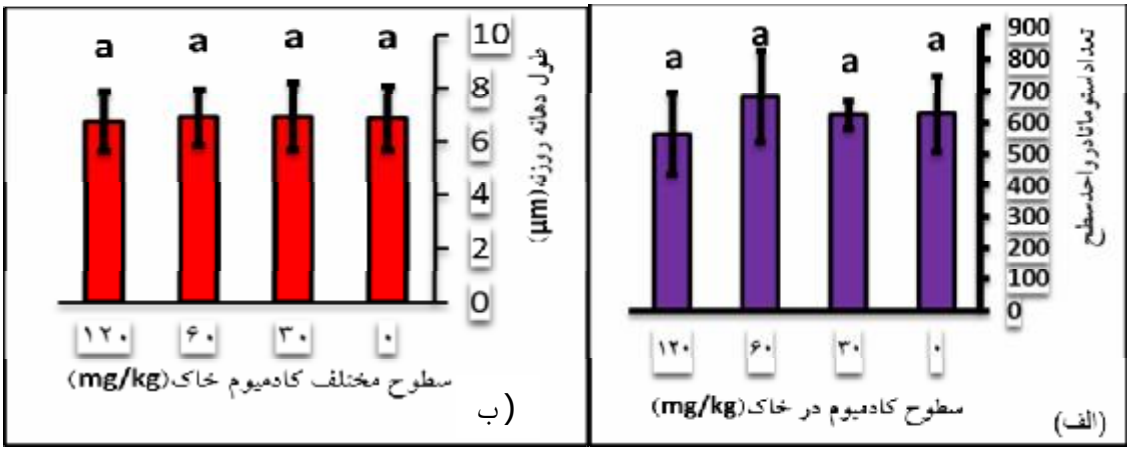
شکل2 مقدار کادمیوم در اندام‌های گیاه را نشان می‌دهد. همان‌طوری‌که مشاهده می‌شود میزان کادمیوم در ریشه و ساقه در تیمارهای مختلف در سطح 5% متفاوت می‌باشد. به‌این-ترتیب که با افزایش غلظت کادمیوم خاک، جذب کادمیوم توسط ریشه و ساقه افزایش می‌یابد. ولی در سطح 5% اختلاف معنی‌داری در میزان کادمیوم موجود در برگ تیمارهای مختلف وجود ندارد.



شکل2- میزان کادمیوم در اندام‌های گیاهی برحسب میلی‌گرم / کیلو گرم وزن خشک در تیمارهای مختلف

تأثیر سطوح مختلف کادمیم خاک بر تعداد و طول روزنه‌ها

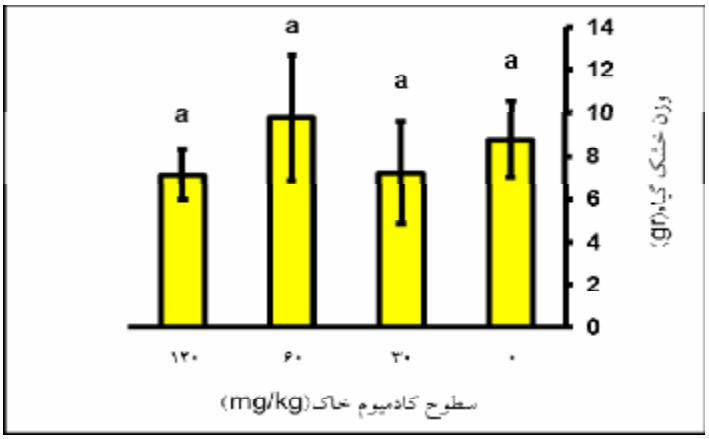
تفاوت معنی‌داری (سطح 5%) در تعداد و طول دهانه روزنه‌ها در سطوح مختلف کادمیوم خاک وجود ندارد(شکل -3).



شکل -3 تأثیرسطوح مختلف کادمیوم بر تعداد سلول‌های روزنه در واحدسطح میلی متر مربع برگ بلندمازو(الف)، تأثیرسطوح مختلف کادمیوم بر طول دهانه روزنه میکرومتر برگ بلندماز(ب)

نتایج تأثیر سطوح مختلف کادمیم خاک بروزن خشک نهال‌ها

نتایج آنالیز آماری در سطح 5% نشان‌داد که اختلاف معنی‌داری بین وزن خشک نهال‌ها در سطوح مختلف کادمیوم خاک وجود ندارد.



شکل4- تأثیرسطوح مختلف کادمیوم بر وزن خشک نهال بلندمازو

نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک

نتایج آزمایش‌های تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول-1 نشان داده‌شده‌است.

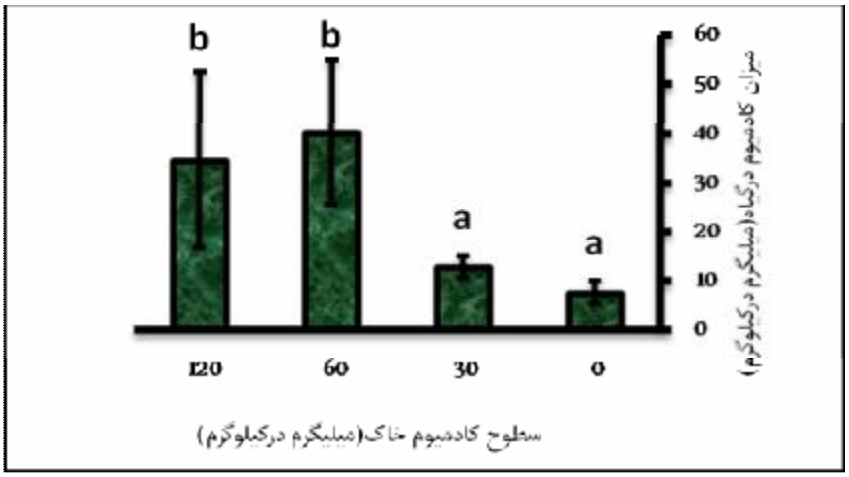
جدول1 - برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

خصوصیات اندازه‌گیری شده	مقدار
بافت خاک	رسی
اسیدیته خاک(H_2O)	7/72
اسیدیته خاک(KCL)	7/29
کربن آلی(%)	0/58
ماده آلی(%)	1
املاح محلول(EC)	2/02
کربنات کلسیم(%)	13

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان‌داد که دوزهای به‌کار رفته از عنصرکادمیوم دراین پژوهش، تأثیری روی تعداد روزنه در واحد سطح میلی متر مربع و طول دهانه روزنه‌ها میکرومتر در برگ گونه مورد مطالعه (بلوط بلندمازو) نداشته است. برای تفسیر این امر چند دلیل می‌تواند وجود داشته باشد: 1) عدم جذب کادمیوم توسط گیاه 2) عدم انتقال کادمیوم از ریشه به سایر قسمت‌های گیاه 3) مقاومت صفات مطالعه شده به تنش‌های محیطی به‌طور ژنتیکی. مورد اول می‌تواند به‌دلیل رسی بودن خاک، میزان نسبتا بالای کربنات کلسیم و همچنین پایین‌بودن میزان EC، اتفاق بیفتد، در واقع این عوامل هر یک سبب رسوب کادمیوم در

خاک‌شده و این عنصر را از دسترس گیاه خارج ساخته‌اند. ولی از آن‌جایی‌که میزان کادمیوم در گیاه بیشتر از حد مجاز است (mg/kg 3-10) [3] مورد اول نمی‌تواند سبب عدم تفاوت صفات روزنه در تیمارهای مختلف باشد و همان‌طورکه در شکل5 مشاهده می‌شود، میزان کادمیوم در گیاه حداکثر تا 40 میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک است.



شکل 5- میزان جذب کادمیوم در گیاه در سطوح مختلف کادمیوم خاک

از آن‌جایی‌که میزان کادمیوم در برگ تیمارهای مختلف در سطح 5% تفاوت معنی‌داری را نشان نداد می‌توان گفت که یکی از دلایل عدم تفاوت صفات روزنه در تیمارهای مختلف، عدم انتقال کادمیوم جذب شده به برگ است در ضمن منابعی که تأثیر شرایط محیطی بر برگ گیاهان متعلق به جنس فاگاسه را مطالعه کردند، موید این مطلب است که کنترل صفات مربوط به روزنه‌ها در جنس فاگاسه(Fagaceae) که بلوط هم متعلق به این جنس است، ژنتیکی بوده [8] وکم‌تر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرند. پس می‌توان نتیجه گرفت که بلوط بلند مازو کادمیوم جذب شده از خاک را در ریشه جمع می‌کند و همین امر باعث می‌شود که بقیه اندام‌های گیاه و تولید ماده خشک از خطر تاثیر کادمیوم در امان باشد.

منابع

1- شاهپوری ز.، 1389. تأثیر آلودگی‌های سرب و کادمیوم خاک بر خصوصیات آناتومیک عناصر آوندی افراپلت. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع-طبیعی، دانشگاه آزاد واحد کرج، 89 صفحه

2- Adriano D.C., 2001. Trace Elements in Terrestrial Environments. Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals. Springer-Verlag, New York

3- Bahlsberg-Pahlsson A.M., 1989. Toxicity of heavy metals (Zn, Cu, Cd, Pb) to vascular plants. Water, Air, and Soil Pollution.47: 287-319.

4- Baszyński T., Wajda L., Król M., Wolińska D., Krupa Z., Tukendorf A., 1980. Photosynthetic activities of cadmium treated tomato plants. Plant Physiology. 48: 365-370.

5- Bayramzadeh V., Funada R., Kubo T., 2008. Relationships between vessel element anatomy and physiological as well as morphological traits of leaves in *Faguscrenata* seedlings originating from different provenances. Trees.22: 217–224.

6- Burzyński, M., Żurek, A.: Effects of copper and cadmium on photosynthesis in cucumber cotyledons. – Photosynthetica. 45: 239-244, 2007.

7- Cordero B., Lodeiro P., Herrero R., Esteban M., 2004. Biosorption of cadmium by Fucusspiralis. Environmental Chemistry. 1: 180–187.

8- Hovenden M.J., BRODRIBB T.J.,2000. Altitude of origin influences stomatal conductance and therefore maximum assimilation rate in Southern Beech, *Nothofaguscunninghamii*. Australian Journal of PlantPhysiology.27: 451-456.

9- John R., Ahmad P., GadgilK., Sharma S., 2008. Effect of cadmium and lead on growth.biochemical parametersand uptake in *Lemnapolyrrhiza*L. Plant, Soil and Environment. 54: 262–270.

10- Klut A., 1986. Method of Soil Analysis. Part 1.Physical and Mineralogical Properties. Advertising Standards Authority, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.

11- Lagriffoul A., Mocquot B., MenchM.,Vangronsveld J., 1998. Cadmium toxicity effects on growth andchlorophyll contents and activities of stress related enzymes in young mayz plants (*Zeamayz*). Plant and Soil 2000: 241 – 250.

12- Page AL., Miller RH., Keeney DR.,1982. Method of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Advertising Standards Authority, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.

13- Sharma S.S., Schat H., Vooijs R.,1998. In vitro alleviation of heavy metal-induced enzyme inhibition by proline. Phytochemistry 49: 1531-1535.

14- Van Assche F., Cardinaels C., Clijsters H.,1988. Induction of enzyme capacity in plants as a result of heavy metal toxicity:dose–response relation in *Phaseolus vulgaris* L., treated with zinc and cadmium. Environment Pollution. 52: 103-115.