

ارزیابی برخی فلزات سنگین در ریزگردها و روند جذب آنها توسط برودار (*Quercus brantii* Lindl.) (مطالعه موردی: رویشگاه مله‌سیاه ایلام)

الهام نوری^{*۱}، محمد متینی‌زاده^۲، علیرضا مشکی^۲، طاهره انصافی‌مقدم^۴ و محمد رحیمی^۳

*۱- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران. پست الکترونیک: elhamnoori68@yahoo.com

۲- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- استادیار، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

۴- مربی پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۹/۲۸

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۳/۱۴

چکیده

پژوهش پیش‌رو به منظور ارزیابی ماهیت ریزگردها از نظر دارا بودن فلزات سنگین و چگونگی تغییرات آنها در خاک و همچنین در برگ و شاخه برودار (*Quercus brantii* Lindl.) در رویشگاه مله‌سیاه استان ایلام انجام شد. چهار عنصر روی، نیکل، سرب و کادمیم طی دو نوبت در ابتدای اربیهشت و انتهای شهریورماه ۱۳۹۳ و متناسب با وقوع ریزگردها از دو گروه درختان سالم و در حال خشکیدن سنجش و ارزیابی شدند. نتایج بیانگر آن بود که با گذشت زمان مقدار عناصر به‌جز عنصر روی به‌صورت معنی‌داری در نمونه‌های خاک زیر تاج‌پوشش هر دو گروه درختان افزایش یافت. تمامی چهار عنصر جذب‌شده توسط برگ درختان سالم و در حال خشکیدن برودار طی اوایل بهار تا اواخر تابستان افزایش یافتند و تفاوت آنها در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار بود. اما در شاخه‌های درختان سالم عناصر سرب، کادمیم و نیکل افزایش یافت در حالی که افزایش معنی‌داری برای این چهار عنصر در شاخه‌های درختان در حال خشکیدن مشاهده نشد. همچنین به‌جز میزان عنصر روی موجود در برگها در دوره دوم نمونه‌برداری، هیچ اختلاف معنی‌داری میان درختان سالم و در حال خشکیدن از نظر عناصر مورد مطالعه دیده نشد. این تحقیق نشان داد که طوفان‌های گردوغبار عناصر سنگین به‌همراه دارند و این عناصر از طریق برگ و ریشه برودار جذب می‌شوند. این عامل می‌تواند در کاهش مقاومت درختان برودار در برابر عوامل تنش‌زای دیگر از جمله تغییرات آب و هوایی، خشکسالی، هجوم آفات و چرای دام نقش داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: خشکیدگی بلوط، روی، سرب، کادمیم، گردوغبار، نیکل.

مقدمه

جنگل‌های زاگرس که با مساحت حدود شش میلیون هکتار از جنبه‌های متعدد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی از اهمیت زیادی برخوردارند، با مخاطرات و شرایط ناگواری مواجهه شود. به‌طوری‌که فشارهای سخت ناشی از

اکوسیستم‌های جنگلی به‌ویژه در نواحی نیمه‌خشک در دهه‌های اخیر با چالش‌های گوناگونی روبه‌رو بوده‌اند. در ایران نیز متأسفانه عوامل متعددی سبب شده است تا آینده

آلاینده‌ها هستند شامل آلومینیوم، سزیم، کبالت، منگنز، مولیبدن، استرانسیم و اورانیم می‌باشند (Kabata-Pendias *et al.*, 1993). گیاهان با محیط زیست در تعامل هستند و در نتیجه، تغییر در محیط، مانند اختلال کیفیت هوا می‌تواند در وضعیت فیزیولوژیکی گیاهان منعکس شود و در موارد شدید، آلاینده‌ها می‌توانند آسیب‌های گیاهی و در برخی موارد شدیدتر، حتی مرگ گیاه را سبب شوند (Oliva & Rautio, 2005).

هدف از این پژوهش بررسی ماهیت ریزگردها برای داشتن فلزات سنگین تعیین شده و روند جذب آنها توسط خاک و برگ و شاخه با افزایش روزهای توأم با گردوغبار و چگونگی ایجاد تغییرات در خاک و همچنین در برگ و شاخه برودار (*Quercus brantii* Lindl.) در رویشگاه مله‌سیاه در استان ایلام است. در این تحقیق چهار عنصر روی، نیکل، سرب و کادمیم طی چهار نوبت در زمان‌های مختلف رویشی و متناسب با وقوع ریزگردها در دو گروه از درختان سالم و رو به خشکیدگی سنجش و ارزیابی شدند.

مواد و روش‌ها

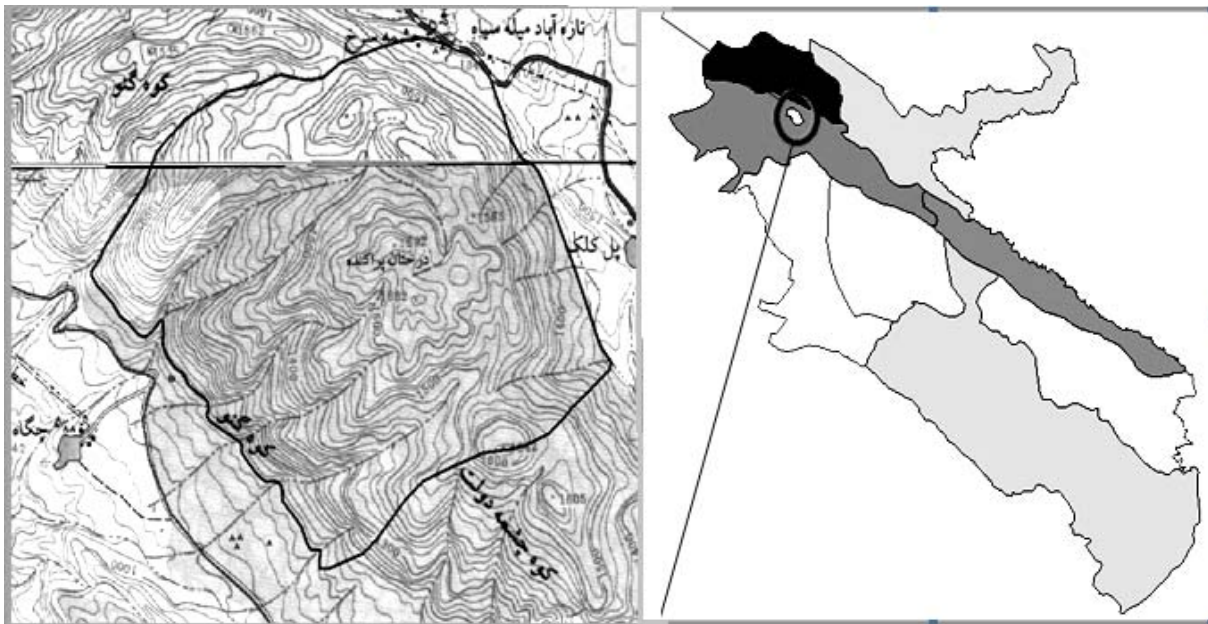
منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بخشی از جنگل حاج بختیار (منطقه مله‌سیاه) در شمال استان ایلام با مختصات جغرافیایی ۳۰° ۴۵' ۳۴" تا ۳۳° ۴۳' ۲۳" شمالی و ۴۵° ۱۴' ۴۶" تا ۵۱° ۱۱' ۴۶" شرقی است که نسبت به جنگل‌های اطراف از شدت خشکیدگی بیشتری برخوردار است و گونه درختی غالب آن برودار می‌باشد. این منطقه در محدوده ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۱۷۵۰ متر از سطح دریا واقع شده است و از شیب متوسط ۳۰ درصد در جهت‌های جغرافیای مختلف برخوردار است. براساس شاخص‌های خشکی معتبر (Z و SPI) شهرستان ایلام در محدوده خشکسالی شدید تا خیلی شدید قرار گرفته است (Hosseini *et al.*, 2012).

بهره‌برداری بی‌رویه انسان، توسعه زمین‌های زراعی و تعلیف دام از یک سو و تغییرات اقلیمی، بروز خشکسالی‌ها و پدیده‌های نوظهوری همچون ریزگردها از سوی دیگر، موجبات ضعف و نابودی روزافزون این جنگل‌ها را فراهم کرده است (Anonymous, 2011).

طوفان‌های گردوغبار یک نوع پدیده جوی‌اند که در اغلب موارد نتیجه بادهای آشفته از جمله جریان‌های همرفتی هستند و سبب بالارفت مقدار زیادی از ذرات خاک موجود در سطوح بیابانی به هوا و در نتیجه کاهش قدرت دید به کمتر از یک کیلومتر می‌شوند (Miller *et al.*, 2008). غلظت این گردوغبارها در شدیدترین حالت به بیشتر از ۶۰۰۰ میکروگرم بر مترمکعب هم خواهد رسید (Song *et al.*, 2007). گردوغبارها می‌توانند تا هزاران کیلومتر انتقال یابند و در مسیر بادهای مرطوب و خشک فرو بنشینند (O'Hara *et al.*, 2006).

ریزگردهای موجود در هوا یکی از آلاینده‌های محیط زیست هستند که سبب ایجاد تغییرات نامطلوب در مشخصات فیزیکی، شیمیایی و زیستی منابع اصلی حیات یعنی آب، هوا و خاک می‌وند و زندگی موجودات را به خطر می‌اندازند و یا فعالیت آنها را محدود می‌کنند (Markert, 1993). ریزگردها می‌توانند از یک سو با مسدود کردن روزنه‌ها و در نتیجه ایجاد اختلال در تبادلات گازی و از سوی دیگر به واسطه دارا بودن عناصر فلزی و آلاینده سبب بروز اختلالات فیزیولوژیکی برای گونه‌های درختی شوند و بسیار آسیب‌رسان باشند. تجمعات فلزی در گردوغبار معمولاً کمتر از یک تا ۱۰۰۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر است. صرف‌نظر از مبدأ فلزات، مقادیر بیشتر از اندازه آنها می‌تواند به کاهش کیفیت خاک، کاهش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی و ایجاد خطرات خاص برای سلامت انسان، حیوانات و اکوسیستم منتهی شود. این گونه فلزات شامل آرسنیک، کادمیم، کروم، مس، سرب، جیوه و روی می‌باشند. سایر گونه‌های شبه‌فلزی غیرمعمول‌تر که جزو



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه و موقعیت آن بر روی نقشه استان ایلام

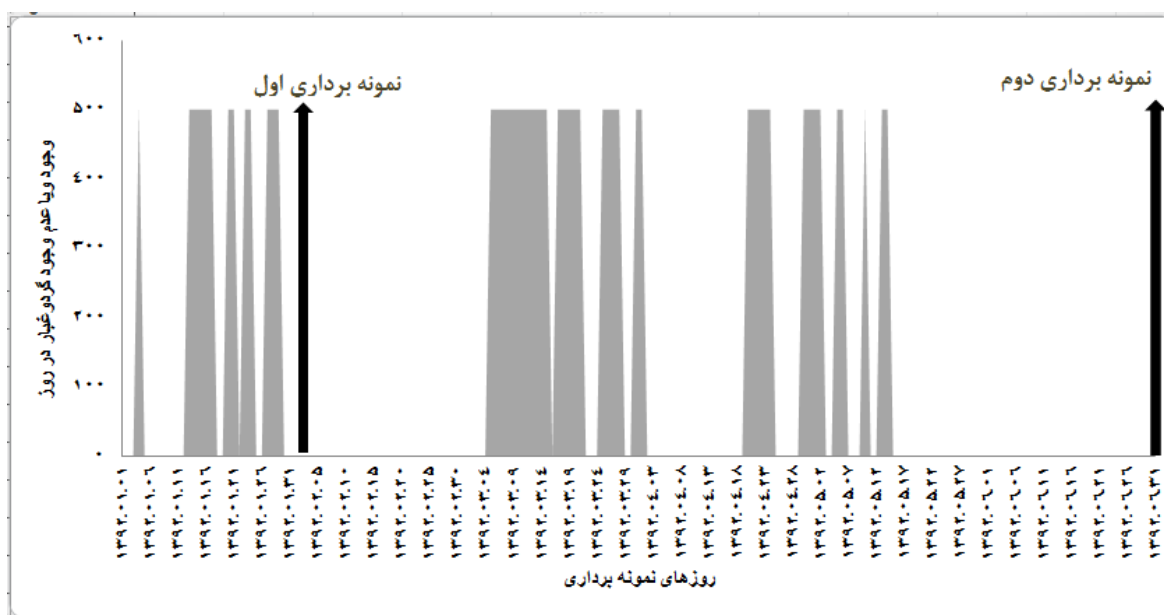
روش پژوهش

پس از مشخص شدن محدوده نمونه برداری، سه درخت سالم و سه درخت در حال خشکیدن (دارای خشکیدگی ظاهری تاج پوشش بین ۴۰ تا ۸۰ درصد) برودار انتخاب شد. در شش ماهه نخست ۱۳۹۲، دو نوبت نمونه برداری (ابتدای اردیبهشت ابتدای اردیبهشت و پایان خرداد) پس از وقوع ریزگرد (با اعلام سازمان هواشناسی و سازمان حفاظت محیط زیست) انجام شد (شکل های ۲ و ۳). نمونه برداری از خاک زیر تاج پوشش و در عمق صفر تا ۱۰ سانتی متر و همچنین از برگ و شاخه درختان انجام گرفت. نمونه های برگ و شاخه پس از انتقال به آزمایشگاه شستشو داده شد و سپس در آون خشک و با آسیاب پودر شدند. عمل هضم در کوره موفلی در دمای ۶۵۰ درجه سانتی گراد با اسید نیتریک انجام شد (Aksoy & Demirezen, 2006). نمونه های خاک نیز پس از هوا خشک کردن و عبور از الک دو میلی متری در اسید نیتریک غلیظ هضم شد. سنجش چهار عنصر کادمیم، سرب، نیکل و روی با دستگاه ICP (Inductively Couple Plasma, integra XL) ساخت

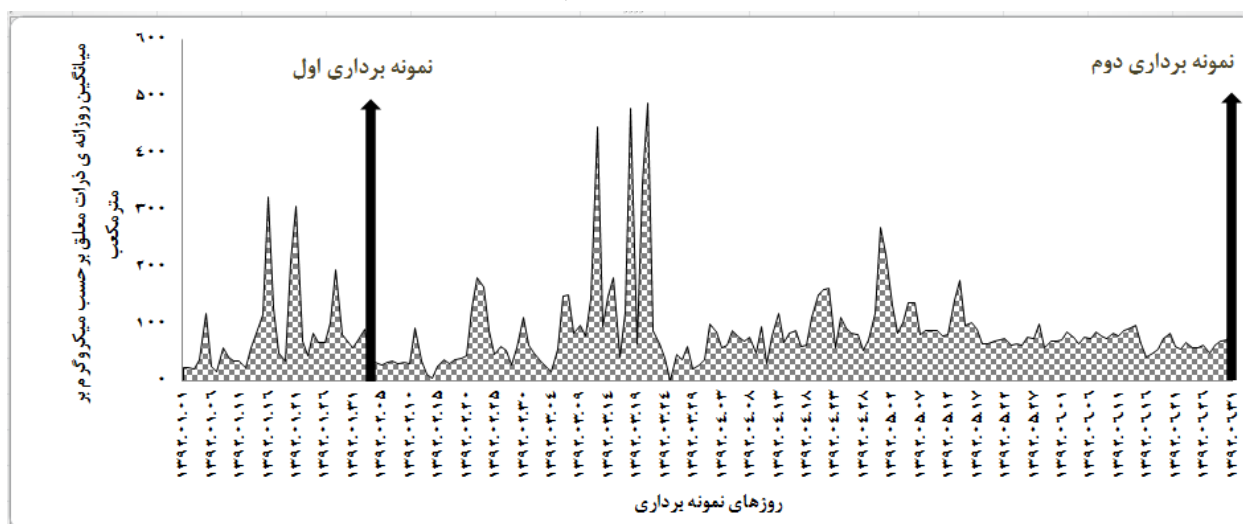
کمپانی GBS استرالیا) در حد تشخیص کمتر از یک واحد در بیلیون (ppb) انجام شد. میانگین میزان عناصر اندازه گیری شده در خاک، برگ و سرشاخه درختان سالم و درحال خشکیدن با استفاده از آزمون t مستقل و مقایسه دوره های مختلف نمونه برداری با استفاده از آزمون t جفتی در نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج

پس از دریافت داده های مربوط به روزهای همراه با گردوغبار از اداره هواشناسی استان ایلام و داده های ذرات معلق هوا از اداره کل حفاظت محیط زیست استان ایلام، نمودارهای مربوط به آنها در بازه زمانی بهار و تابستان ۱۳۹۲ رسم شد. همان طور که در شکل های ۲ و ۳ مشاهده می شود، روزهایی که با گردوغبار همراهند، کاملاً با روزهای دارای حداکثر ذرات معلق موجود در هوا در همان بازه زمانی منطبق هستند.



شکل ۲- روزهای همراه با گردوغبار ایلام در شش ماهه اول سال ۱۳۹۲



شکل ۳- میانگین روزانه ذرات معلق ایلام در شش ماهه اول سال ۱۳۹۲

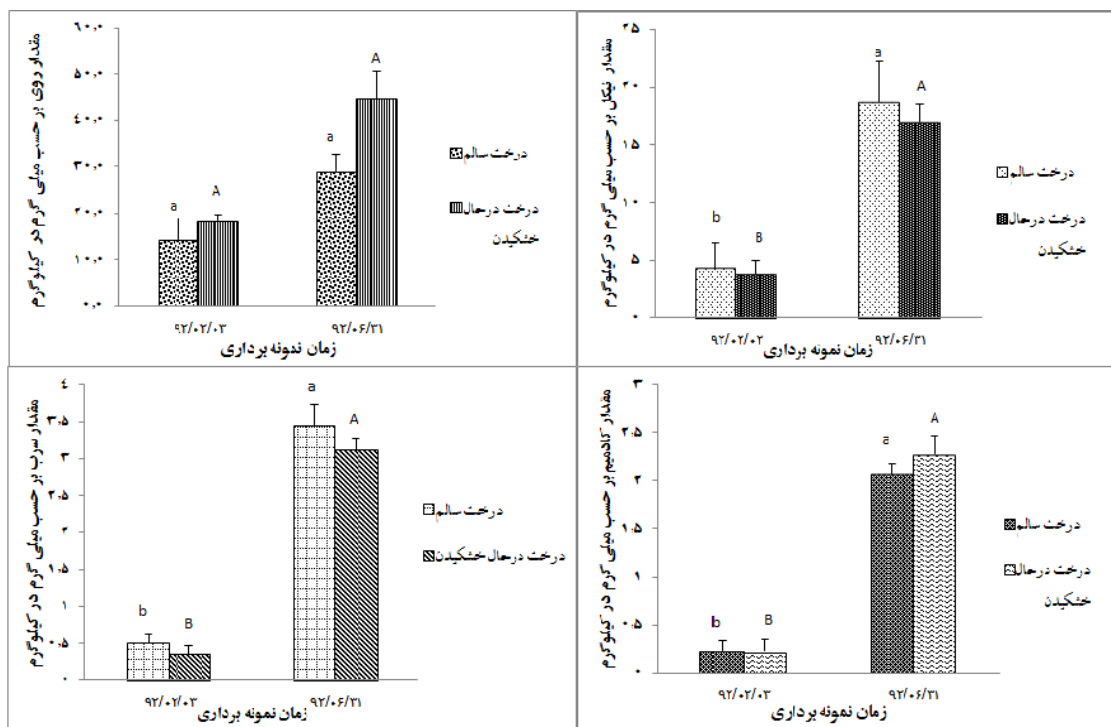
تمامی عناصر به جز عنصر روی و در نمونه برداری دوم به جز عناصر روی و کادمیم موجود در نمونه های خاک درختان در حال خشکیدن کمتر از درختان سالم بود، اما به طور کلی بین دو گروه خاک زیر تاج پوشش پایه های سالم و در حال خشکیدن اختلاف معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده نشد.

عناصر فلزی سنگین در خاک در طی دو زمان نمونه برداری با توجه به شکل ۴ و جدول ۱ نتایج بیانگر آن بود که با گذشت زمان به جز عنصر روی مقدار سایر عناصر اندازه گیری شده در نمونه های خاک زیر تاج پوشش هر دو گروه درختان به صورت معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد افزایش یافت. در نمونه برداری اول

جدول ۱- مقایسه میانگین عناصر در خاک زیر تاج پوشش درختان برودار در شش ماهه اول ۱۳۹۲ با استفاده از آزمون t مستقل

عنصر (میلی گرم در کیلوگرم)	زمان نمونه برداری	درخت سالم	درخت در حال خشکیدن	معنی داری
روی	نمونه برداری اول	۱۴/۳۵±۴/۴۵	۱۸/۳۸±۱/۲۲	۰/۵۷۱ ^{NS}
	نمونه برداری دوم	۲۸/۹۴±۳/۷۷	۴۴/۸۳±۵/۹۴	۰/۵۹۱ ^{NS}
نیکل	نمونه برداری اول	۴/۲۲±۲/۳۰	۳/۷۵±۱/۲۵	۰/۶ ^{NS}
	نمونه برداری دوم	۱۸/۷۴±۳/۵۱	۱۷/۰۱±۱/۵۳	۰/۵۷۶ ^{NS}
کادمیم	نمونه برداری اول	۰/۲۳±۰/۱۰	۰/۲۳±۰/۱۳	۰/۹۹ ^{NS}
	نمونه برداری دوم	۲/۰۷±۰/۱۱	۲/۲۸±۰/۱۹	۰/۳۲۲ ^{NS}
سرب	نمونه برداری اول	۰/۵۰±۰/۱۲	۰/۳۵±۰/۱۳	۰/۰۹۶ ^{NS}
	نمونه برداری دوم	۳/۴۴±۰/۳۰	۳/۱۲±۰/۱۵	۰/۴۱۶ ^{NS}

NS غیر معنی دار

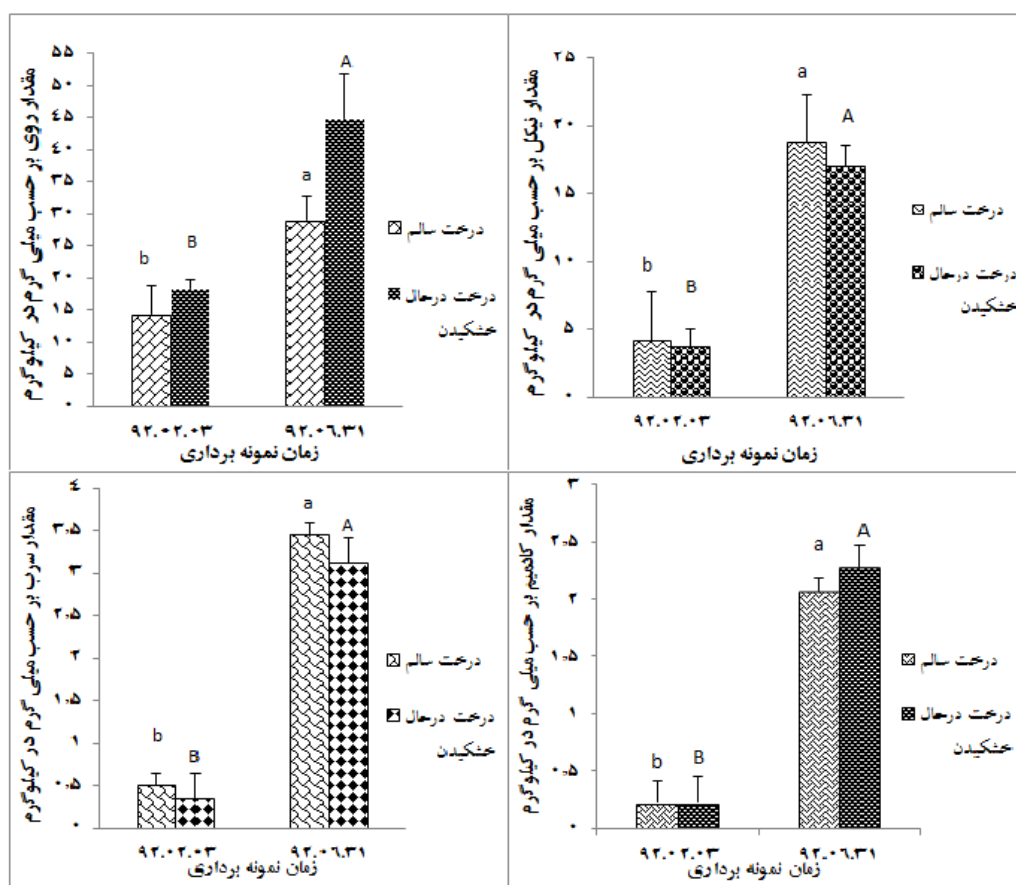


شکل ۴- مقدار چهار عنصر جذب شده در خاک زیر تاج پوشش درختان برودار در دوره شش ماهه بهار و تابستان ۱۳۹۲ (حروف نامشابه بزرگ نشانگر معنی دار بودن اختلاف میانگین‌ها در درختان رو به خشکیدن و حروف نامشابه کوچک نشانگر معنی دار بودن اختلاف میانگین‌ها در درختان سالم هستند.)

عناصر فلزی سنگین در برگ

بر اساس نتایج به دست آمده، جذب هر چهار عنصر سرب، روی، کادمیم و نیکل توسط برگ در پایه‌های سالم و پایه‌های در حال خشکیدن برودار طی اوایل بهار تا اواخر تابستان تفاوت داشت که در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی دار بود (جدول ۲ و شکل ۵). میزان هر چهار عنصر در

پایان دوره رویش به مقدار چندین برابر افزایش یافته بود، اما به طور کلی به جز عنصر روی در دوره دوم نمونه برداری، برای سایر عناصر بین دو گروه برگ پایه‌های سالم و در حال خشکیدن اختلاف معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد مشاهده نشد.



شکل ۵- مقدار چهار عنصر جذب شده در برگ درخت برودار در دوره شش ماهه بهار و تابستان ۱۳۹۲ (حروف نامشابه بزرگ نشانگر معنی دار بودن اختلاف میانگین‌ها در درختان رو به خشکیدن و حروف نامشابه کوچک نشانگر معنی دار بودن اختلاف میانگین‌ها در درختان سالم هستند).

جدول ۲- مقایسه میانگین عناصر در برگ‌های درختان برودار در شش ماهه اول سال ۱۳۹۲ با استفاده از آزمون t مستقل

عنصر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	زمان نمونه‌برداری	درخت سالم	درخت در حال خشکیدن	معنی‌داری
روی	نمونه‌برداری اول	۱۴/۳۵±۲/۳۰	۱۸/۳۸±۱/۲۵	۰/۲۰۴ ^{ns}
	نمونه‌برداری دوم	۲۸/۹۴±۳/۵۱	۴۴/۸۳±۱/۵۳	۰/۰۳۵*
نیکل	نمونه‌برداری اول	۴/۲۲±۲/۳۰	۳/۷۵±۱/۲۵	۰/۸۲۷ ^{ns}
	نمونه‌برداری دوم	۱۸/۷۴±۳/۵۱	۱۷/۰۱±۱/۵۳	۰/۵۶۳ ^{ns}
کادمیم	نمونه‌برداری اول	۰/۲۳±۰/۱۸	۰/۲۳±۰/۲۲	۰/۹۹ ^{ns}
	نمونه‌برداری دوم	۲/۰۷±۰/۱۱	۲/۲۷±۰/۱۸	۰/۳۹۳ ^{ns}
سرب	نمونه‌برداری اول	۰/۵±۰/۱۱	۰/۳۵±۰/۱۲	۰/۴۳۶ ^{ns}
	نمونه‌برداری دوم	۳/۴۴±۰/۲۹	۳/۱۲±۰/۱۴	۰/۶۴۸ ^{ns}

* معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ^{ns} غیرمعنی‌دار

عناصر فلزی سنگین در شاخه

همان‌طور که در شکل ۶ و جدول ۳ مشاهده می‌شود، همه عناصر جذب شده شاخه درختان در حال خشکیدن در

نمونه‌برداری اول و در نمونه‌برداری دوم به‌جز نیکل و سرب هرچند به صورت غیرمعنی‌دار بیشتر از درختان سالم است. همچنین جذب هر چهار عنصر در سطح اطمینان ۹۵ درصد

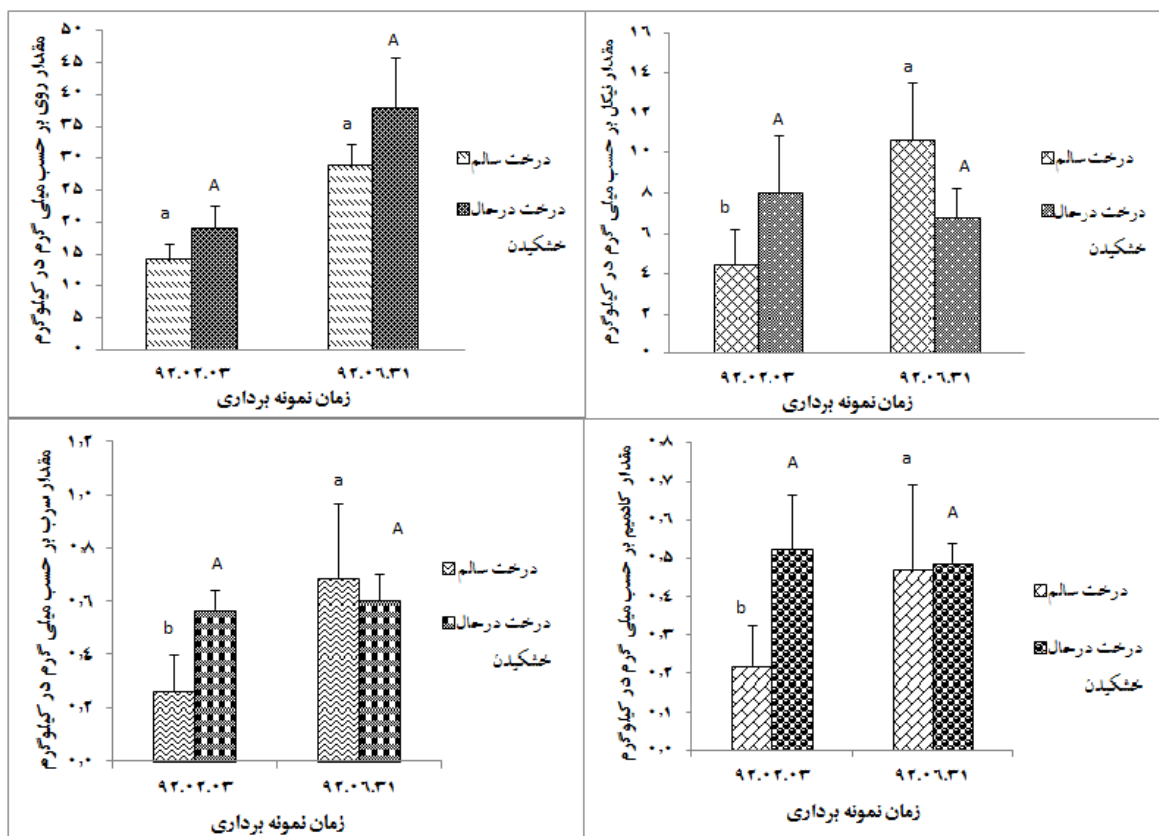
در طی دو زمان نمونه‌برداری در شاخه‌های درختان در حال خشکیدن دارای اختلاف معنی‌دار بوده و با گذشت زمان افزایش یافته بودند.

در طی دو زمان نمونه‌برداری در شاخه‌های درختان در حال خشکیدن دارای اختلاف معنی‌دار نبود، اما در درختان سالم به‌جز عنصر روی دیگر عناصر در سطح اطمینان ۹۵ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین عناصر در شاخه‌های درختان برودار در شش ماهه اول سال ۱۳۹۲ با استفاده از آزمون t مستقل

عناصر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	زمان نمونه‌برداری	درخت سالم	درخت در حال خشکیدن	معنی‌داری
روی	نمونه‌برداری اول	۱۴/۱۰±۲/۴۹	۱۸/۹۶±۳/۵۲	۰/۳۳ ^{ns}
	نمونه‌برداری دوم	۲۸/۶۶±۳/۵۲	۳۷/۷۷±۸/۰۵	۰/۷۷۳ ^{ns}
نیکل	نمونه‌برداری اول	۴/۴۶±۱/۷۴	۷/۹۶±۲/۸۶	۰/۵۳۵ ^{ns}
	نمونه‌برداری دوم	۱۰/۶۱±۲/۹۱	۶/۸۰±۱/۴۶	۰/۴۱۲ ^{ns}
کادمیم	نمونه‌برداری اول	۰/۲۲±۰/۱۰	۰/۵۲±۰/۱۴	۰/۱۶۱ ^{ns}
	نمونه‌برداری دوم	۰/۴۷±۰/۲۲	۰/۴۹±۰/۰۵	۰/۹۴۷ ^{ns}
سرب	نمونه‌برداری اول	۰/۲۶±۰/۱۴	۰/۵۷±۰/۰۷	۰/۱۱۶ ^{ns}
	نمونه‌برداری دوم	۰/۶۹±۰/۲۸	۰/۶±۰/۱۰	۰/۸۸۷ ^{ns}

^{ns} عدم معنی‌داری



شکل ۶- مقدار چهار عنصر جذب شده در شاخه‌های درخت برودار در دوره شش‌ماهه بهار و تابستان ۱۳۹۲ (حروف نامشابه بزرگ نشانگر معنی‌داری بودن اختلاف میانگین‌ها در درختان رو به خشکیدن و حروف نامشابه کوچک نشانگر معنی‌داری بودن اختلاف میانگین‌ها در درختان سالم هستند).

بحث

عامل‌های گوناگونی برای به‌هم‌ریختگی اکوسیستم زاگرس و بروز پدیده خشکیدگی بلوط ذکر می‌شود که یکی از آنها وقوع طوفان‌های گردوغبار و ریزگردهاست. این پدیده در دوره شش‌ماهه نخست سال ۱۳۹۲ به صورت مکرر در رویشگاه‌های بلوط ایلام روی داد و ثبت روزهای همراه با گردوغبار و میزان ذرات معلق، انطباق به‌نسبت کامل آنها را در منطقه ارزیابی‌شده نشان می‌دهد. در بررسی و تحلیل آماری سینوپتیک روزهای همراه با گردوغبار، شرایط پیدایش، منشأ، مسیر و فراوانی سیستم‌های گردوغبار در جنوب‌غربی و غرب ایران، با مطالعه الگوهای سینوپتیک سطوح فوقانی جو و سطح زمین، تصاویر ماهواره‌ای و نحوه قرارگیری فرودها و کم فشارها در ماه‌های مختلف مشخص شده است که مهمترین منبع گردوغبار وارد شده به منطقه، بیابان‌های عراق (منطقه غرب بغداد و موصل تا بحرالملح و منطقه هورالعظیم)، بیابان‌های سوریه، اردن، شبه‌جزیره عربستان و تا حدودی شمال‌شرقی آفریقا می‌باشد و علت آن استقرار محور فرودهای به‌نسبت عمیق در محدوده ۲۰ تا ۴۵ درجه طول شرقی و ۲۰ تا ۵۵ درجه عرض شمالی است (Ahmadi, 2010).

مطابق نظر Srinivas و همکاران (۲۰۰۹) فلزات اتمسفری از طریق بارندگی و گردوغبار روی سطح برگ قرار می‌گیرند. از سوی دیگر آلاینده‌های هوا می‌توانند روی سطح برگ‌ها باقی مانده و برخی از آنها می‌توانند از طریق روزنه‌ها وارد برگ شده و در بافت‌های آن تجمع یابند. در پژوهش‌های مختلف، از درختان به‌عنوان شاخص‌های زیستی برای نشان دادن آلاینده‌های موجود در هوا استفاده شده است، اما این تحقیقات بیشتر در محیط‌های شهری، پارک‌ها و کنار جاده‌ها انجام شده است (Motto et al., 1970; Sawidis et al., 1995; Aksoy & Öztürk, 1997; Momani et al., 2000; Scerbo et al., 2002). Mesanza و Casado (۱۹۹۴) با استفاده از برگ‌های گونه *Pinus radiata* آلودگی هوای بزرگراه‌ها را به فلزات سنگین نشان دادند و تأثیر منفی آنها را بر اختلال‌های

فیزیولوژیکی پایه‌های کاج ثابت کردند. Demirezen و Aksoy (۲۰۰۶) با تحقیق خود در مناطق شهری گونه زبان‌گنجشک (*Fraxinus excelsior*) را گونه‌ای زیست‌ردیاب معرفی کردند. فلزات سنگین موجود در هوا قدرت نفوذ در برگ و همچنین ورود به گیاه از طریق ریشه را دارا هستند (Kabata-Pendias et al., 1993). Ali Ahmad Korori و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که می‌توان آلودگی محیطی ناشی از جنگ خلیج فارس را با ردیابی فلزات سنگین سرب و کادمیم در دواير رويشي چند گونه درختی به اثبات رساند.

در این تحقیق نوبت اول نمونه‌برداری که چند روز پس از وقوع این رویداد و نوبت آخر نیز در پایان تابستان انجام شد. در طی زمان نمونه‌برداری نتایج بیانگر آن بود که با گذشت زمان هرچهار عنصر روی در نمونه‌های خاک زیر تاج‌پوشش هر دو گروه درختان افزایش یافت. این افزایش فلزات تا آخرین نوبت نمونه‌برداری در پایان شهریور چندین برابر مقادیر آنها در نخستین نمونه‌برداری در ابتدای اردیبهشت بود. گزارش Rahmani و همکاران (۲۰۰۰) و Pydt و همکاران (۱۹۹۹) حاکی از آن است که غلظت سرب در خاک ارتباط معنی‌داری با حجم آلودگی هوا و ذرات معلق دارد.

تمامی چهار عنصر جذب‌شده توسط برگ درختان سالم و رو به خشکیدگی بلوط اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بین دوره اول و دوره آخر نمونه‌برداری نشان دادند. میزان جذب عناصر در پایه‌های سالم و رو به خشکیدگی در مجموع نزدیک به هم اما برای عنصر روی در پایه‌های رو به خشکیدگی به‌صورت معنی‌داری بیشتر از پایه‌های سالم بود. سنجش نمونه‌های شاخه نیز افزایش بیش از دو برابری عناصر را برای درختان سالم در پایان تابستان در مقایسه با نخستین نمونه‌برداری در ابتدای اردیبهشت نشان داد اما به طور کلی بین هیچ کدام از پایه های سالم و روبه خشکیدگی اختلاف معنی‌داری در جذب عناصر دیده نشد.

روی یک عنصر ضروری برای گیاهان است و عامل

مطابق تحقیق Al-Shayeb و Seaward (۱۹۹۵) بالاترین غلظت‌های نیکل به موتور خودروها مربوط می‌شود. این عنصر نیز مانند عناصر دیگر در این پژوهش در طی زمان‌های نمونه‌برداری روندی افزایشی داشت و مقادیر آن در خاک، برگ و شاخه درختان سالم در آخرین نوبت به ترتیب ۱۸/۷۴، ۱۸/۷۴ و ۱۰/۶۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. این عنصر در مقادیر کم برای گیاه ضروری محسوب شده و سریع و به آسانی جذب می‌شود و حد معمول آن ۰/۵ تا ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بیان شده است (Allen, 1989). بنابراین در نتایج به دست آمده مقدار نیکل نیز در پایان تابستان از حد طبیعی بیشتر است.

به جز میزان کادمیم و نیکل موجود در شاخه درختان خشکیده، تمامی عناصر آزمون شده در روند نمونه‌برداری و با ظهور گردوغبار و ریزگردها در نمونه‌های خاک، شاخه و برگ افزایش یافت. این افزایش به ویژه در برگها و خاک برای برخی عناصر به چهار برابر نیز رسید. با توجه به اینکه منطقه دور از هرگونه آلودگی معمول مانند جاده و کارخانه‌های صنعتی است، ریزگردها می‌توانند عامل افزایش عناصر سنگین در خاک، برگ و شاخه باشند و این مهم با توجه به نوع نمونه‌برداری که پس از وقوع ریزگردها انجام می‌شد، در یافته‌های این پژوهش نمایان است.

این تحقیق به خوبی نشان داد که پایه‌های برودار عناصر سنگین را جذب می‌کنند که مقادیر جذب شده برای سه عنصر سرب، کادمیم و نیکل بیشتر از حد طبیعی است. اگرچه از برخی گیاهان برای پالایش هوا و خاک استفاده می‌کنند، اما با توجه به شرایط دشوار حاکم بر مناطق رویشی زاگرس از جمله تغییرات آب و هوایی، خشکسالی، هجوم آفات و چرای دام این آلاینده‌ها می‌توانند با اختلال در قدرت فیزیولوژیکی درخت سبب کاهش مقاومت آنها در برابر تنش‌های محیطی شوند.

سپاسگزاری

این پژوهش قسمتی از طرح تحقیقاتی مصوب مؤسسه

مهمی برای بیوسنتز آنزیم‌ها، اکسین‌ها و برخی پروتئین‌ها می‌باشد. وقتی غلظت آن به سطح معینی برسد به یک عامل سمی تبدیل شده و سبب تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مختلف می‌شود. حد طبیعی روی در شاخ و برگ گیاهان ۱۵ تا ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (Yilmaz & Zengin, 2004). با توجه به این دامنه، غلظت روی در درختان و منطقه‌ی نمونه‌برداری شده در طی نمونه برداری اول در درختان سالم کمتر از حد طبیعی است و در بقیه‌ی موارد در این محدوده نرمال قرار می‌گیرد.

مقدار سرب در روند نمونه‌برداری و با ظهور گردوغبار و ریزگردها در نمونه‌های خاک و برگ هر دو گروه درختان و نمونه‌های شاخه درختان سالم به صورت معنی‌داری افزایش یافت. این افزایش در آخرین نوبت نمونه‌برداری در شهر یور در برگ و خاک هر دو گروه درختان تا چهار برابر نیز رسید. آلاینده سرب که بیشتر از سوخت بنزین به دست می‌آید، حتی در مقادیر اندک نیز سمیت فزاینده و خطرناک دارد که می‌تواند گیرنده‌های عصبی را در انسان از بین ببرد (Koepp et al., 1981). مقدار طبیعی سرب در گیاه کمتر از سه (Allen, 1989) و بین ۰/۰۵-۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم (Dmuchowski & Bytnerowicz, 1995) تعریف شده است و با این توصیف در شهر یور درختان نمونه‌برداری شده سالم و رو به خشکیدگی، سرب را بیش از حد طبیعی در برگ خود داشتند.

یافته‌های پژوهش مقدار کادمیم را در برگ درختان سالم و رو به خشکیدگی در آخرین زمان برداشت، در شهر یور به ترتیب ۲/۰۷ و ۲/۲۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم نشان داد که این غلظت، برای درخت در حد بحرانی و بیشتر از حد طبیعی ۰/۰۱ تا ۰/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم است (Scheffer & Schachtschabel, 1989). برخی محققان منشأ اصلی آلاینده کادمیم را صنایع فولاد ذکر می‌کنند و لاستیک خودرو، روغن‌های معدنی و فاضلاب را از دیگر عوامل ورود آن به طبیعت می‌دانند که سبب افزایش سطوح آن در گیاهان می‌شود (Güne et al., 2004; Viard et al., 2004).

- Hosseini, S.M., Rahmani, A. and Azadfar, D. 2012. Effect of tree mortality on structure of Brant's oak (*Quercus brantii*) forests of Ilam province of Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research Vol. 20 No. 4, 665-577.
- Kabata-Pendias, A., Piotrowska, M., and Dutka, S. 1993. Trace metals in legumes and monocotyledons and their suitability for the assessment of soil contamination: 413-424. In: Markert, B. (Ed.). Plants as Biomonitors: Indicators for Heavy Metals in the Terrestrial Environment. Wiley-Blackwell, Weinheim, New York, 644p.
- Koepp, D.E., 1981. Lead: Understanding the minimal toxicity of lead in plants: 55-76. In: Lepp, N.W. (Ed.). Effect of Heavy Metal Pollution on Plants, Vol. 1: Effects of Trace Metals on Plant Function. Applied Science Publishers, London, England, 256p.
- Markert, B., 1993. Plants as Biomonitors: Indicators for Heavy Metals in the Terrestrial Environment. Wiley-Blackwell, Weinheim, New York, 644p.
- Mesanza, J.M. and Casado, H., 1994. Effect of atmospheric pollution on forested areas of *Pinus radiata* in the Basque Country (Spain): Influence of highways. Science of the Total Environment, 146-147: 125-130.
- Miller, S.D., Kuciauskas, A.P., Liu, M., Ji, Q., Reid, J.S., Breed, D.W., Walker, A.L. and Al-Mandoos, A., 2008. Haboob dust storms of the southern Arabian Peninsula. Journal of Geophysical Research, 113: (D1) D01202.
- Momani, K., Jiries, A. and Jaradat, Q., 2000. Atmospheric deposition of Pb, Zn, Cu and Cd in Amman, Jordan. Turkish Journal of Chemistry, 24: 231-237.
- Motto, H.L., Danies, R.P., Chilko, D.M. and Motto, C.K., 1970. Lead in soils and plants: its relationship to traffic volume and proximity to highways. Environmental Science and Technology, 4: 231-237.
- Pydtt, F.B., 1999. Comparison of foliar and stem bioaccumulation of heavy metals by Corsican pines in the Mount Olympus area of Cyprus. Ecotoxicology and Environmental Safety, 42: 57-61.
- O'Hara, S.L., Clarke, M.L. and Elatrash, M.S., 2006. Field measurements of desert dust deposition in Libya. Atmospheric Environment,

تحقیقات جنگلها و مراتع کشور بوده است. لازم است که از همکاری‌های ارزشمند آقایان دکتر بانج شفیعی، مهندس فرهاد خاکساریان و خانم مهندس آناهیتا شریعت کمال قدردانی به عمل آید.

References

- Ahmadi, F., 2010. Effect of climatic factors on dust formation in west of Iran. M.Sc. Thesis in Natural Geography (Climatology), Payame Noor University of Isfahan, 112p (In Persian).
- Aksoy, A. and Demirezen, D., 2006. *Fraxinus excelsior* as a biomonitor of heavy metal pollution. Polish Journal of Environmental Studies, 15(1): 27-33.
- Aksoy, A. and Öztürk, M., 1997. *Nerium oleander* L. as a biomonitor of lead and other heavy metal pollution in Mediterranean environments. Science of The Total Environment, 205(2-3): 145-150.
- Ali Ahmad Korori, S., Khoshnevis, M., Shirvany, A. and Matinizadeh, M., 2012. Pollution effects of the Persian Gulf War on the southern regions of Iran. Iranian Student Book Agency, 369p. (In Persian).
- Allen, S.E., 1989. Analysis of Ecological Materials, 2nd edition, Blackwell Scientific Publications, Oxford, England, 368p.
- AL-Shayeb, S.M., Seaward, M.R.D. and Al-Rajhi, M.A., 1995. The date palm (*Phoenix dactylifera* L.) as a biomonitor of lead and other elements in arid environments. Science of The Total Environment, 168(1): 1-10.
- Anonymous, 2011. National plan for prevention and control of oak forests decline in the forest ecosystems. Forest Resources Office, Department of Arid and Semi-arid, Forests, Range and Watershed Management Organization, 68p (In Persian).
- Dmuchowski, W. and Bytnerowicz, A., 1995. Monitoring environmental pollution in Poland by chemical analysis of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) needles. Environmental Pollution: 87(1): 87-104.
- Güne, A., Alpaslan, M. and Ina, L.A. 2004. Plant Growth and Fertilizer. Ankara University, Agriculture Publications, Ankara, Turkey, 422p.

- Scheffer, F. and Schachtschabel, P., 1989. Lehrbuch der Bodenkunde 12th edition, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, Germany, 424p.
- Srinivas N.S., Ramakrishnarao, K. and Suresh Kuma, R., 2009. Trace metal accumulation in vegetables grown in industrial and semi-urban areas, a case study. Applied Ecology and Environmental Research, 7(2): 131-139.
- Song, Z., Wang, J. and Wang, S., 2007. Quantitative classification of northeast Asian dust events. Journal of Geophysical Research, 112: 1-8.
- Viard, B.F., Pihan, S. and Promeprat, C., 2004. Integrated assessment of heavy metal (Pb, Zn, Cd) highway pollution: bioaccumulation in soil, Gramineae and land snails. Chemosphere, 55: 1349-1359.
- Yilmaz, S. and Zengin, M., 2004. Monitoring environmental pollution in Erzurum by chemical analysis of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) needles. Environment International, 29(8): 1041-1047.
- Oliva, S.R. and Rautio, P., 2005. Spatiotemporal patterns in foliar element concentrations in *Ficus microcarpa* L.f. growing in an urban area: Implications for biomonitoring studies. Ecological Indicators, 5: 97-107.
- Rahmani, H.R., Kalbasi, M. and Haj-Rasouliha, Sh., 2000. Soil contamination by liberated lead in some expressways of Iran. Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources, 4(4): 31-42 (In Persian).
- Sawidis, T., Mamasidis, A., Zachariadis, G. and Stratis, J., 1995. A study of air pollution with heavy metals in Thessaloniki city (Greece) using trees as biological indicators. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 28: 118-124.
- Scerbo, R., Possenti, L., Lampugnami, L., Ristori, T., Barale, R. and Barghigiani, C., 2002. Lichen (*Xantoria parietiana*) biomonitoring of trace element contamination and air quality assessment in Livorno province (Tuscany, Italy). Science of The Total Environment, 286(1-3): 27-40.

Evaluating the amount of heavy metals in dusts and their absorption by Brant's oak (*Quercus brantii* Lindl.) (Case study: Meleh Siah, Ilam)

E. Nouri^{1*}, M. Matinizadeh², A.R. Moshki³, T. Ensafi Moghadam⁴ and M. Rahimi³

1*- Corresponding author, M.Sc. Student, Faculty of Desert Studies, University of Semnan, Semnan, Iran

E-mail: elhamnoori68@yahoo.com

2- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

3- Assistant Prof., Faculty of Desert Studies, University of Semnan, Semnan, Iran

4- Senior Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: 04.06.2014

Accepted: 19.12.2014

Abstract

This study was designed to evaluate the presence of some heavy metals in dust as well as their influences on soil, leaves and twigs of Brant's oak (*Quercus brantii* Lindl.) at a study site located in Meleh-Siah, Ilam province. For two groups intact and declined trees, we measured four elements including Pb, Zn, Ni and Cd in two different time spots (April and September 2013) during the growth period corresponding to the dust events. Sampling results showed an increase in the amount of all elements except for zinc in the sub-canopy soil for both groups of trees. By showing a significant increase ($p < 0.05$) during early spring to late summer, all four elements were shown to be absorbed by both declining and intact oak trees. At twigs samples of intact trees Pb, Ni and Cd elements showed increased concentration at the end of growth period while similar significant increases wasn't noticed in twigs of declined trees. Also, apart from Zn content of leaves at second inventory phase, there was no significant difference between declined and intact trees whit respect to studied elements. This study concludes that the heavy metals in dust are highly able to be absorbed by leaf and root. Furthermore, these might be amongst the reasons which decrease the resilience of oak trees against stress factors such as climate change, drought, pest infestations, and overgrazing.

Keywords: Oak decline, Zinc, Lead, Cadmium, dust, Nickel.