

## نقش جنگلکاری در کاهش آلاینده های نفتی (عناصر و فلزات سنگین)

هاشم کنشلو<sup>۱\*</sup>، علی اقتصادی<sup>۲</sup>

۱- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۲- استادیار مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۴/۳۰، تاریخ تصویب: ۱۳۹۰/۴/۳۰)

### چکیده

نقش جنگلکاری در کاهش آلاینده های نفتی با مطالعه یک عرصه جنگلکاری سال ۱۳۶۹ مصادف با اوج آلودگی هوا ناشی از سوختن چاه های نفت کویت، در منطقه عباس آباد دزفول مورد بررسی قرار گرفت. در این عرصه ۶ گونه درختی شامل اکالیپتوس کامالدولنسیس (*Eucalyptus camaldulensis*)، اکالیپتوس میکروتکا (*Eucalyptus microtheca*)، شیشم (*Dalbergia sissoo*)، آکاسیا سالیسینا (*Acacia salicina*)، آکاسیا استنوفیلا (*Acacia stenophylla*) و پده (*Populus euphratica*) انتخاب و در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار، با هم مقایسه شد. نتایج تجزیه و تحلیل برگ درختان حاکی از آن است که بین گونه های مختلف از نظر درصد پتاسیم، درصد ازت و مقدار روی اختلاف آماری معنی داری وجود دارد و گونه پده نسبت به سایر گونه ها در الویت قرار دارد. از نظر میزان روی، مس و سرب هر چند بین گونه ها اختلاف معنی داری مشاهده نمی شود اما دو گونه آکاسیا استنوفیلا و پده بیشترین سرب را در خود ذخیره نمودند. تجزیه و تحلیل خاک زیر تاج درختان نشان داد، میزان کادمیم در گونه های مختلف با یکدیگر تفاوت معنی داری داشت و بیشترین مقدار در زیر تاج گونه های اکالیپتوس کامالدولنسیس و شیشم تجمع پیدا کرد. با توجه به نتایج حاصله، جنگلکاری با گونه های پده، شیشم و آکاسیا استنوفیلا نسبت به سایر گونه ها در کاهش خسارات ناشی از آلودگی های نفتی حاصل از آتش سوزی بواسطه جذب عناصر سمی و فلزات سنگین، بیشترین نقش را دارد.

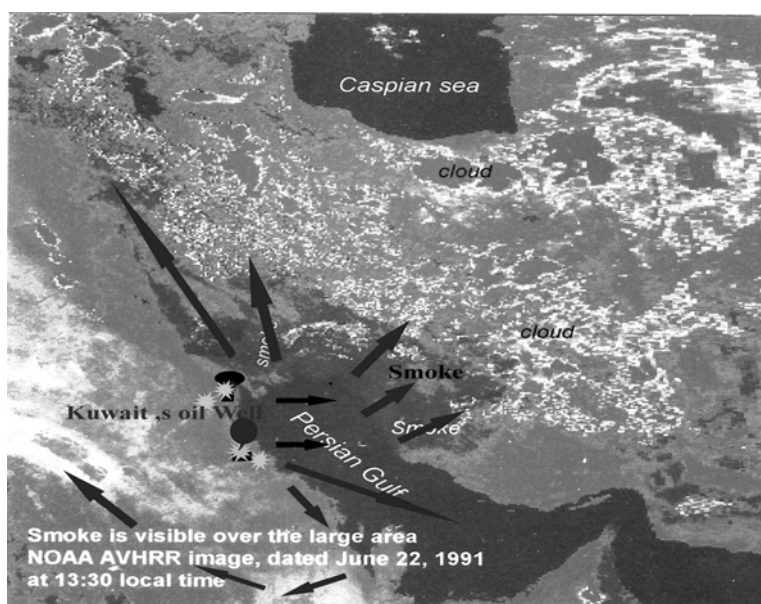
واژه های کلیدی: آلاینده های نفتی، اکالیپتوس، جنگلکاری، آکاسیا، پده، شیشم

## مقدمه

بیشترین آلودگی ناشی از آتش سوزی مربوط به ذرات ریز و کربونیزه (دوده) بود که توده های عظیم دود را تشکیل می داد. در شکل ۱ موقعیت چاه های نفت کویت و مسیر حرکت گازهای سمی و دوده ها، طی فوریه تا اکتبر ۱۹۹۱ (برابر با بهمن تا مهر ۱۳۷۰) را نشان می دهد (Jalali, 1998). از دیگر آلاینده های ناشی از سوخت چاه های نفت، می توان به فلزات سنگین اشاره نمود. این فلزات عمدتاً شامل نیکل، وانادیوم، آهن، آلومینیوم، بریلیوم، کادمیم، کلسیم، کرومیوم، آرسنیک، سیلیکون، روی و سرب است که اکثر آنها به عنوان عناصر مضر و سمی شناخته شده اند. مواد آلاینده ضمن ورود مستقیم به بافت های گیاهی از طریق روزنه های برگ، به طور غیر مستقیم از طریق ترکیب با آب موجود در جو و ریزش باران های اسیدی، وارد خاک و با جذب ریشه ای وارد آوندها و نسوج گیاهان می شود. باران اسیدی با خسارت به جنگل و سایر اجزاء محیط زیست، موجب تغییر خصوصیات شیمیایی خاک، تعادل عناصر، کیفیت تغذیه و کاهش توان تجدید حیات گیاه می شود. در اثر ریزش باران های اسیدی، میزان گوگرد در دوره زمانی تحت تنش محیطی خصوصاً در منطقه خوزستان به شدت بالا رفته است (Korori et al., 1998).

جنگ خلیج فارس با حمله عراق به کویت در ۲ آگوست ۱۹۹۰ (۱۱ مرداد ماه سال ۱۳۶۹) و اشغال کویت آغاز و با این اقدام، زمینه آتش سوزی چاه های نفت کویت فراهم شد. اوج آتش سوزی چاه های نفت روزهای ۲۲-۲۴ فوریه (۳-۵ اسفند) بود به طوری که ۷۵۰ حلقه چاه از ۹۴۳ چاه موجود در ۸ حوزه نفتی، توسط نیروهای متخاصم منهدم و یا به آنها خسارت وارد شد. در اثر این آتش سوزی گسترده و مهیب، توده های عظیمی از دوده وارد فضای منطقه شد که ضمن کاهش کیفیت هوا، مقادیر زیادی گازهای خطرناک دی اکسید گوگرد ( $SO_2$ )، منواکسید کربن ( $CO$ )، سولفید هیدروژن ( $H_2S$ )، دی اکسید کربن ( $CO_2$ )، اکسیدهای ازت ( $NO_x$ ) و مقادیر متنابهی مواد معلق (دوده) وارد جو ایران، ترکیه و آذربایجان نمود که فلزات و هیدروکربورهای سوخته شده زیادی به همراه داشت (Akbari, 2003).

علاوه بر ترکیبات فوق در مواد خروجی چاه های نفت مقادیر متنابهی گاز طبیعی و گاز مایع وجود داشت که ترکیباتی همانند هیدروکربورهای سوزا (متان، پروپان، بوتان، هگزان و پنتان)، دی اکسید کربن، هلیوم، دی اکسید گوگرد ازت و آرگون را وارد جو منطقه نمود.



شکل ۱- موقعیت چاه های کویت و مسیر حرکت گازهای سمی و دوده ها

آلودگی و وزش بادهای غالب از جنوب غرب بیش از دیگر مناطق می باشد.

بررسی ویژگی های بیوشیمیایی، فیزیولوژیک و مورفولوژیک برگ در ختان توس *Betula pendula*، تبریزی *Populus nigra* و نمدار *Tilia cordata* در منطقه صنعتی Yaroslav در لهستان توسط Marakaev و همکاران (2006)، نشان داد. با افزایش آلاینده‌ها در هوا، اختلال در رشد برگ ها شروع شده و نکروز در سطح آنها پدیدار می‌شود، ضمن آنکه میزان آب در برگ ها کاهش و میزان خاکستر افزایش می‌یابد. نتایج تحقیقات نامبردگان حاکی از مقاومت بیشتر گونه تبریزی نسبت به نمدار و توس است. Samani Majd و همکاران (2007) در بررسی آلودگی خاک حاشیه خیابان های شهری به سرب و کادمیم چنین نتیجه گرفتند که بیشترین مقدار غلظت سرب در قسمت سطحی خاک (۰-۵ سانتیمتر) و مربوط به جذب و تثبیت آن در سطح خاک است.

Purkhabbaz و همکاران (2010) میزان جذب فلزات سنگین مانند سرب را در برگ درختان چنار در اثر آلودگی حاصل از سوخت فسیلی را با غلظت آن در محیط مرتبط دانسته اند.

### مواد و روش ها

این مطالعه در ایستگاه تحقیقات جنگلکاری عباس آباد دزفول با ارتفاع ۱۴۳ متر از سطح دریا که در موقعیت جغرافیایی  $31^{\circ}15'32''$  عرض شمالی و  $48^{\circ}20'34''$  طول شرقی به انجام رسید. فاصله این ایستگاه تا منبع آلاینده اصلی (چاه‌های نفت کویت) حدود ۳۰۰ کیلومتر است و دارای اقلیم نیمه استپی گرم می‌باشد. میانگین ۳۶ ساله بارندگی آن  $385/3$  میلیمتر تعیین شد که بیشتر در فصول زمستان و بهار ریزش می نماید. حداکثر مطلق دمای سالانه  $53/6$  درجه سانتیگراد در تیرماه، میانگین دمای سالانه  $23/8$  درجه سانتیگراد، حداقل مطلق دما  $-9$  درجه سانتیگراد در دی‌ماه، میزان رطوبت نسبی سالانه  $46/8\%$  و میانگین تبخیر سالانه  $2518/2$  میلیمتر می‌باشد (Saleheh Shooshtari, 2004). خاکهای این منطقه از رسوب‌های کوارترنری منشأ گرفته و دارای

- مطالعاتی که توسط Fowler و همکاران (1993) بلافاصله پس از شروع جنگ خلیج فارس برای تعیین درجه آلودگی های هیدروکربن های نفت و فلزات سنگین در اثر نشت نفت و آتش سوزی در سواحل خلیج فارس انجام شد، نشان داد که بیشترین آلودگی در سواحل عربستان سعودی بین راس الخیمه و راس الغار به وقوع پیوست که ضمن آلوده نمودن خاک سواحل، نشانه های آن در ماهی ها و صدف های سواحل بحرین، عمان و عربستان نیز مشاهده شد. همچنین تجزیه و تحلیل طیف نگاری نشان داد، مقدار فلزات سنگینی همچون نیکل و اندیم بیشتر از قبل از جنگ است و این آلودگی ها از منبع آلودگی تا ۴۰۰ کیلومتری گسترش یافته بود.

Husain (1995) با نمونه برداری از مکان های مختلف در شرق عربستان در قبل و بعد از آتش سوزی چاه های نفت کویت نتیجه گیری نمود که میزان ذرات معلق بیش از حد مجاز (۳۴۰ میکروگرم در مترمکعب) بود. بررسی های وی همچنین نشان داد در اثر سوختن چاه های نفت کویت (به مدت ۹ ماه) مقادیر متناهی از اکسید سولفور وارد آتمسفر زمین شد. Sharma (1996) اشاره دارد که صدمات به گیاهان با تجمع  $SO_2$  آغاز می شود، این گاز در میزان تولید گیاهان تاثیر دارد و قرار گرفتن گیاه در معرض گاز  $SO_2$  به میزان  $0/8$  ppm با دود زغال برای ۲ ساعت در روز به مدت ۶۰ روز، باعث کاهش رشد رویشی ریشه و ساقه و تعداد برگ‌ها و در نهایت زیتوده و تولید می‌شود.

Jalili (1998) در گزارش کارشناسی خسارت وارد به جنگل ها در اثر آلودگی حاصل از سوختن چاه های کویت، بیان می‌دارد، میزان خسارتی که به رویشگاه های جنگلی و تالاب های استان خوزستان در اثر سوختن چاه های نفت کویت وارد شد به دلیل نزدیکی به مرکز آلودگی و وزش بادهای غالب از جنوب غرب، بیش از دیگر مناطق است. همچنین Akbari (2003) در گزارش کارشناسی خسارت وارده به جنگل ها در اثر آلودگی حاصل از سوختن چاه های نفت کویت بیان می‌دارد، میزان خسارتی که به رویشگاه های جنگلی و تالاب های استان خوزستان وارد شد به دلیل نزدیکی به مراکز

برای ارزیابی اثر آلودگی های شیمیایی ناشی از باران های اسیدی و وارد شدن مقادیر متناهی گوگرد، آهن و سایر عناصر سنگین به اکوسیستم و ورود آنها در چرخه، اقدام به نمونه برداری از برگ های مسن، از چهار جهت تاج درختان شد. جهت تعیین وضعیت آلودگی در خاک و تغییرات احتمالی با توجه به ویژگی های فیزیکوشیمیایی و فعالیت های حیاتی گیاه، در زیر تاج درختان در هر کرت پروفیل های یک متری حفر و از عمق های ۰-۳۰، ۳۰-۶۰ و ۶۰-۹۰ سانتیمتری نمونه برداری شد. نمونه های خاک و برگ در آزمایشگاه خاکشناسی مورد تجزیه قرار گرفت و اطلاعات حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS پردازش شد.

### نتایج

بررسی اطلاعات و تجزیه و تحلیل داده های جمع آوری شده نشان داد از بین ۶ گونه تحت بررسی، بیشترین رشد ارتفاعی مربوط به گونه اکالیپتوس کامالدولنسیس برابر با ۱۴ متر ارتفاع و پس از آن گونه آکاسیا سالیسینا و شیشم به ترتیب به میزان ۱۱/۵۰ و ۱۱ متر قرار دارد. کمترین ارتفاع مربوط به گونه آکاسیا استنوفیلا بود که میانگین ارتفاع آن به ۸ متر می رسد. از نظر رشد قطری نیز سه گونه اکالیپتوس کامالدولنسیس، شیشم و آکاسیا سالیسینا به ترتیب با ۱۶، ۱۵/۳۰ و ۱۵ سانتیمتر نسبت به سایر گونه ها برتری داشت. آمار و ارقام دلالت بر رشد رویشی بیشتر گونه اکالیپتوس کامالدولنسیس، شیشم، پده و آکاسیا سالیسینا دارد و از نظر شادابی تفاوت چندانی بین گونه ها مشاهده نشد و تمامی ۶ گونه از وضعیت خوبی برخوردار بود، نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس مواد موجود در برگ درختان تحت بررسی، نشان می دهد بین گونه های مختلف از نظر درصد پتاسیم، درصد ازت و مقدار روی اختلاف معنی داری مشاهده می شود. اما از نظر میزان کادمیم و سرب، اختلاف چندانی بین گونه های مختلف مشاهده نشد (جدول ۱).

رسوب های ریز و درشت متناوبی در پروفیل خاک است. افق سطحی کم عمق (۲۵-۳۰ سانتیمتر) به رنگ تیره، بافت لومی شنی و با واکنش قلیایی ( $pH = ۸/۲-۷/۸$ )، شوری ۰/۷۵ میلی موس بر سانتیمتر مربع و بدون محدودیت شوری می باشد. پوشش گیاهی عرصه متاثر از آب زیر سطحی و همچنین اقلیم منطقه با غلبه درخت پده (*Populus euphratica*) است و با گونه هایی همچون خارشتر (*Alhagi mannifera*)، جفجغه (*Prosopis farcta*)، علف مار (*Capparis spinosa*)، شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*) و چچم (*Lolium rigidum*) (*Gaudin*) در آشکوب زیرین همراهی می شود.

در سال ۱۳۶۹ (قبل از جنگ خلیج فارس) با هدف دستیابی به مناسب ترین گونه یا گونه های درختی جهت احیاء بیشه زارهای تخریب یافته حاشیه رودخانه های خوزستان، سازگاری ۹ گونه درخت بومی و خارجی در حاشیه رودخانه دز با استفاده از گونه های *Eucalyptus*، *Acacia salicina*، *Dalbergia sissoo*، *microtheca Eucalyptus*، *Acacia Victoria*، *Acaciastenophylla*، *Leucaena*، *Acacia stenophylla*، *camaldulensis*، *Populus euphratica* و *leucocephala* مورد بررسی قرار گرفت. پس از ۹ سال آماربرداری از درصد زنده مانده، رشد ارتفاعی و قطری، شادابی، تاج پوشش، تجدید حیات و مقاومت به تنش های خشکی، به جزء گونه *Leucaena leucocephala* بقیه گونه ها از یک زنده مانده و رشد رویشی خوبی برخوردار بودند. با توجه به اهداف تحقیق و تعیین نقش درختان در کاهش آلودگی، در عرصه مورد بحث، از بین ۹ گونه کاشته شده، ۶ گونه موفق شامل *Acacia Eucalyptus microtheca*، *Dalbergia sissoo camaldulensis*، *Acacia stenophylla*، *salicina Eucalyptus* و *Populus euphratica* انتخاب شد که در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار، برای هدف این مطالعه مورد بررسی واقع شد. در هر کرت که اختصاص به یک گونه داشت، ۵ پایه در وسط انتخاب و نشانه گذاری شد و ویژگی های کمی و کیفی آنها (ارتفاع، قطر تنه، شادابی، آفات و بیماری ها) ثبت شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس مواد موجود در برگ (سایت دزفول)

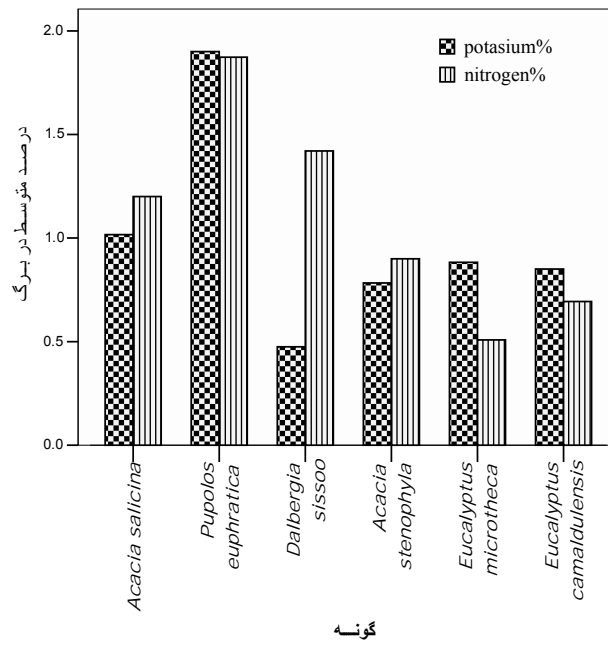
تیمارها	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی دار بودن
پتاسیم %	بین گروه‌ها	۳/۲۲۸	۵	۰/۶۴۶	۲۵/۷۰۴	**
	درون گروه‌ها	۰/۲۷۶	۱۱	۰/۰۲۵		
	کل	۳/۵۰۴	۱۶			
ازت %	بین گروه‌ها	۳/۶۹	۵	۰/۷۳۸	۲۳/۷۴۷	**
	درون گروه‌ها	۰/۳۴۲	۱۱	۰/۰۳۱		
	کل	۴/۰۳۲	۱۶			
آهن mg/kg	بین گروه‌ها	۱۷۲۵۰/۰۴۹	۵	۳۴۵۰/۰۱	۱/۸۰۷	۰/۱۹۲
	درون گروه‌ها	۲۱۰۰۳/۸۳۳	۱۱	۱۹۰۹/۴۳۹		
	کل	۳۸۲۵۳/۸۸۲	۱۶			
روی mg/kg	بین گروه‌ها	۸۴۴۴۰/۰۷۷	۵	۱۶۸۸۸/۰۱۵	۶/۷۵	** ۰/۰۰۴
	درون گروه‌ها	۲۷۵۱۹/۲۷۳	۱۱	۲۵۰۱/۷۵۲		
	کل	۱۱۱۹۵۹/۳۵۱	۱۶			
مس mg/kg	بین گروه‌ها	۲۵۹۹/۷۲۵	۵	۵۱۹/۹۴۵	۱/۹۳۵	ns ۰/۱۶۸
	درون گروه‌ها	۲۹۵۵/۳۳۳	۱۱	۲۶۸/۶۶۷		
	کل	۵۵۵۵/۰۵۹	۱۶			
سرب mg/kg	بین گروه‌ها	۰	۵	۰	۰/۸۳۵	ns ۰/۵۵۱
	درون گروه‌ها	۰	۱۱	۰		
	کل	۰	۱۶			
کادمیم mg/kg	بین گروه‌ها	۰	۵	۰	۰/۹۴۵	ns ۰/۴۹
	درون گروه‌ها	۰	۱۱	۰		
	کل	۰	۱۶			

ns اختلاف معنی دار نمی باشد

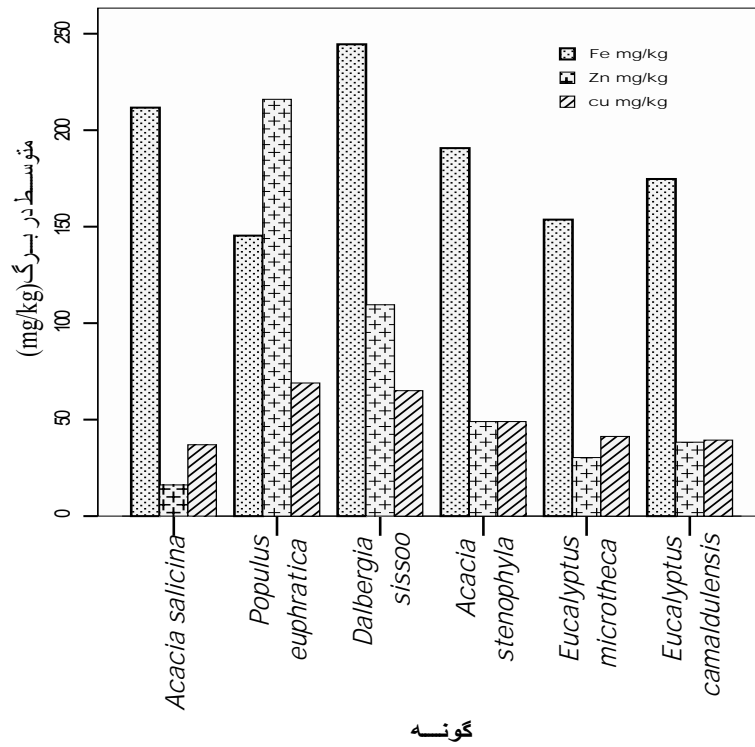
\*\* اختلاف معنی دار در سطح ۱٪

بین گونه‌های آکاسیا استانوفیلا، اکالیپتوس کامالدولنسیس و اکالیپتوس میکروتکا تفاوت چندانی محسوس مشاهده نشد. مقدار آهن موجود در برگ شامل بیشترین مقدار مربوط به گونه *Dalbergia sissoo* و کمترین مربوط به گونه *Populus euphratica* می باشد و بین سایر درختان، تفاوت معنی داری دیده نشد. از نظر میزان مس موجود در برگ، هر چند اختلاف معنی داری بین گونه‌ها مشاهده نشد اما مقدار آن در دو گونه پده و شیشم از دیگر گونه‌ها بیشتر بود (شکل ۳).

نتایج همچنین نشان داد گونه پده بیشترین میزان پتاسیم را در مقایسه با دیگر گونه‌ها در خود ذخیره نموده است. اما بین گونه‌های آکاسیا و اکالیپتوس اختلاف قابل ملاحظه ای مشاهده نشد و گونه شیشم کمترین میزان پتاسیم را دارا می باشد. از نظر میزان ازت، درخت پده بیشترین مقدار و گونه *Eucalyptus microtheca* کمترین میزان را ذخیره نمود و بین سایر گونه‌ها اختلاف چندانی مشاهده نشد (شکل ۲). مقدار روی (Zn) در گونه‌های پده و شیشم به ترتیب بیشترین و در *Acacia salicina* کمترین مقدار بود و

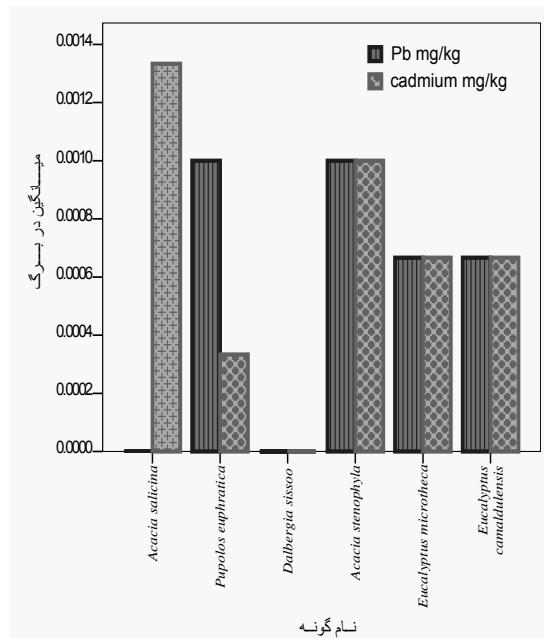


شکل ۲- میزان پتاسیم و ازت در برگ ۶ گونه درختی در سایت دزفول



مشاهده نشد. از لحاظ مقادیر کادمیم بین گونه های تحت بررسی، اختلاف چندانی مشاهده نشد و کمترین مقدار، در برگ های درختان شیشم مشاهده شد. بیشترین میزان کادمیم، مربوط به گونه های جنس آکاسیا بود (شکل ۴).

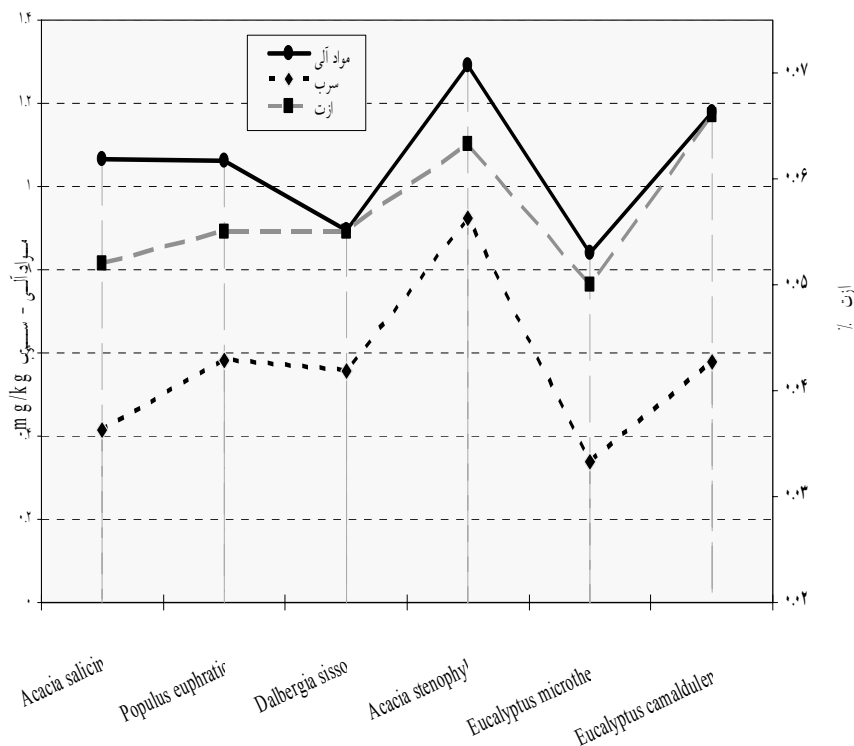
در خصوص میزان سرب، بین گونه ها اختلافی مشاهده نشد اما بیشترین میزان سرب، مربوط به گونه های *Populus euphratica* و *Acacia stenophylla* می باشد. گونه *Acacia salicina* کمترین میزان سرب را در خود ذخیره نمود و بین سایر گونه ها اختلاف چندانی



شکل ۴- مقادیر سرب و کادمیم در برگ های مورد مطالعه

درخت *Dalbergia sissoo* کمترین است. بررسیها، همبستگی بین فاکتورهای موجود در خاک را نشان می دهد، به طوری که بین نوع گونه با هدایت الکتریکی و یون سولفات، همبستگی مثبت و بین عمق خاک با مواد آلی، ازت، اسیدیتیه و فسفر، همبستگی منفی وجود دارد و با افزایش عمق خاک میزان مواد آلی، ازت، اسیدیتیه و میزان فسفر کاهش می یابد. بین مقادیر سرب، ازت و مواد آلی نیز همبستگی مثبت مشاهده شد و زیر تاج درختانی که رشد رویشی بیشتر دارد با تجمع بیشتر لاشبرگ و دیگر مواد آلی، میزان سرب نیز افزایش می یابد. شکل ۵ روند تغییرات میزان مواد آلی، ازت و سرب را در خاک گونه های مختلف نشان می دهد.

نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی افق های مختلف خاک و گونه های مورد مطالعه در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است. تجزیه واریانس مواد موجود در افق های مختلف خاک نشان می دهد که بین گونه های مختلف، از نظر خصوصیات خاک به جز میزان کادمیم، اختلاف آماری معنی داری وجود ندارد هر چند آزمون دانکن انجام شده بین نمونه های برداشت شده، تفاوتی را نشان می دهد. به طوری که در زیر تاج گونه اکالیپتوس مقدار هدایت الکتریکی حداکثر و در پناه گونه شیشم حداقل بود. آزمون ها نشان داد که کمترین میزان کادمیم مربوط به گونه اکالیپتوس کامالدولنسیس و بیشترین مربوط به گونه شیشم است. میزان یون سولفات ( $SO_4^{--}$ ) در خاک زیر تاج *Eucalyptus camaldulensis* بیشترین و در پناه



شکل ۵- روند تغییرات مواد آلی، ازت و سرب در خاک گونه های مختلف

اینکه آسیبی به گیاه وارد شود جذب و از محیط خارج نمود. با توجه به نتایج بدست آمده از خصوصیات کمی و کیفی و همچنین تجزیه برگ و خاک زیر تاج پوشش گونه های مختلف، چنین استنباط می شود که میزان سازگاری، بومی بودن و میزان رشد گونه از جمله مولفه هایی است که قابلیت گیاه را در کاهش آلاینده های محیط تعیین می نمایند. گونه بومی پده با عنایت به میزان رشدی که دارد قادر خواهد بود مقادیر زیادی از ترکیبات ازت، مس، سرب و بخصوص روی را از محیط جذب و در اندامهای خود از جمله برگها ذخیره نماید. این نتیجه همسو با نتایج Baycu و همکاران (2006) است. که *Populus* را به عنوان برترین گونه در جذب روی در برگهای خود معرفی نمودند.

### بحث و نتیجه گیری

درختان با جذب آلاینده ها و گازهای سمی باعث کاهش آلودگی در محیط می شوند. گازهای آلاینده در جو از طریق روزنه ها وارد برگ شده و با آب موجود در برگ جذب می شوند. گیاهان با توجه به سرشت متفاوتی که دارند نسبت به جذب آلاینده ها واکنش متفاوتی نشان می دهند. تعدادی از گونه ها در مقابل آلاینده ها حساسیت زیاد نشان داده و زمانی که در معرض آن قرار می گیرند، صدمات زیادی را متحمل می شوند، در حالی که تعداد دیگری از گیاهان به تاثیرات منفی آلاینده ها بردبار بوده و قادرند ضمن جذب درصد زیادی از مواد آلاینده، اعمال حیاتی خود را نیز انجام دهند.

بنابراین با کاشت این گونه ها می توان مقدار زیادی از آلودگی های موجود بویژه فلزات سمی و سنگین را بدون



جدول ۲- نتایج آزمایشهای خاک مربوط به افقهای مختلف

خصوصیات افق خاک	مواد آلی %	ازت %	pH	هدایت الکتریکی	یون سولفات me/l	فسفر mg/kg	کادمیم mg/kg	سرب mg/kg
افق سطحی	۱/۳۷۱	۰/۰۶۶	۸/۳۶	۱/۷۳	۵/۶۴	۳/۷۷	۰/۰۱۳۶	۰/۸۱۳
افق میانی	۱/۰۷۸	۰/۰۶	۸/۲۲	۲/۰۵	۸/۶	۲/۸۵	۰/۰۰۹۱۶	۰/۳۹۱
افق زیرین	۰/۷۱۵	۰/۰۴۳	۸/۱۴	۲/۳۶	۱۰/۴۲	۱/۶۸	۰/۰۰۹۸	۰/۴۹۳

جدول ۳- نتایج آزمایشهای خاک مربوط به گونه های مورد مطالعه

خصوصیات خاک گونه های درختی	مواد آلی %	ازت %	pH	هدایت الکتریکی	یون سولفات me/l	فسفر mg/kg	کادمیم mg/kg	سرب mg/kg
<i>Acacia salicina</i>	۱/۰۶۶	۰/۰۵۲	۸/۳۲	۱/۲۴	۲/۶	۲/۸۳۳	۰/۰۰۴	۰/۴۱۴
<i>Populus euphratica</i>	۱/۰۶۳۳	۰/۰۵۵	۸/۱۹	۲/۳۵۶	۱۱	۳/۴۳۶	۰/۰۰۶۳	۰/۵۸۲
<i>Dalbergia sissoo</i>	۰/۸۹۳۳	۰/۰۵۵	۸/۳۳	۱/۲۲	۲/۵	۲/۱۲	۰/۰۲۶۶	۰/۵۵۸
<i>Acacia stenophylla</i>	۱/۶۲	۰/۰۶۳۳	۸/۱۹	۲/۲۴۳	۸/۶۹	۴/۵	۰/۰۱۶۶	۰/۹۲۴
<i>Eucalyptus microtheca</i>	۰/۸۴	۰/۰۵	۸/۲۱	۱/۶۷۵	۷/۲۷۳	۱/۹۳۳	۰/۰۰۸۶	۰/۳۴
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	۱/۱۷۶۶	۰/۰۶۶	۸/۲	۳/۵۷	۱۹/۷۸	۲/۷۳۳	۰/۰۰۲۹	۰/۵۷۸

*Acacia stenophylla* توان جذب مقادیر زیادی سرب را داشته و باعث کاهش آن در محیط خواهد شد. این نتایج با تحقیق Purkhabbaz و همکاران (2010) در مورد جذب سرب در برگهای درخت چنار در اثر آلودگی هوا و مطالعات Monk و Murray (1995) که ابراز داشتند میزان جذب سرب توسط گیاهان با غلظت آن در محیط ارتباط معنی داری دارد، همخوانی دارد.

گونه شیشم دومین گونه بومی می باشد که چنانچه در شرایط رویشگاهی مطلوب کاشته شود قادر خواهد بود مقادیر زیادی از ترکیبات روی، مس و آهن را در اندام های خود ذخیره نماید و میزان آنها را در محیط کاهش دهد. این نتایج با پژوهش های Koslowski و Kimerer (1981) در جذب مواد آلاینده در برگ گونه های مختلف گیاهی مطابقت دارد. در بین گونه های خارجی، گونه

جدول ۴ - تجزیه واریانس فاکتورهای خاک در سایت دزفول

فاکتورها	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی دار بودن
مواد آلی	بین گروه ها	۰/۴۲۷۸	۵	۰/۰۸۵۵۶	۰/۵۰۳	۰/۷۶۹ ns
	درون گروه ها	۲/۰۴۰۵	۱۲	۰/۱۷۰۰۴		
	جمع	۲/۴۶۸۳	۱۷			
درصد ازت	بین گروه ها	۰/۰۰۰۶	۵	۰/۰۰۰۱۲	۰/۶۰۹	۰/۶۹۵ ns
	درون گروه ها	۰/۰۰۲۴	۱۲	۰/۰۰۰۲۰		
	جمع	۰/۰۰۳۰	۱۷			
اسیدیته	بین گروه ها	۰/۰۶۸۹	۵	۰/۰۱۳۷۹	۰/۶۵۴	۰/۶۶۴ ns
	درون گروه ها	۰/۲۵۲۹	۱۲	۰/۰۲۱۰۷		
	جمع	۰/۳۲۱۸	۱۷			
هدایت الکتریکی	بین گروه ها	۱۱/۷۵	۵	۲/۳۵۰۰۰	۲/۰۱۱	۰/۱۴۹ ns
	درون گروه ها	۱۴/۰۲۵۵۲	۱۲	۱/۱۶۸۷۶		
	جمع	۲۲/۷۷۵۲	۱۷			
سولفات me/l	بین گروه ها	۷۲۴/۹۰۴۷	۵	۱۴۴/۹۸۰۹۴	۱/۲۸۴	۰/۳۳۳ ns
	درون گروه ها	۱۳۵۴/۶۹۲۵	۱۲	۱۱۲/۸۹۱۰۴		
	جمع	۲۰۷۹/۵۹۷۲	۱۷			
فسفر Mg/kg	بین گروه ها	۱۰/۶۳۴۱	۵	۲/۱۲۶۸۲	۱/۰۳۷	۰/۴۴۳ ns
	درون گروه ها	۲۲/۵۵۰۵	۱۲	۲/۰۵۰۰۴		
	جمع	۳۳/۱۸۴۶	۱۷			
کادمیم Mg/kg	بین گروه ها	۰/۰۰۱۳	۵	۰/۰۰۰۲۵	۹/۲۰۶	۰/۰۰۱ **
	درون گروه ها	۰/۰۰۰۳	۱۲	۰/۰۰۰۰۳		
	جمع	۰/۰۰۱۶	۱۷			
سرب Mg/kg	بین گروه ها	۰/۶۰۹۲	۵	۰/۱۲۱۸۵	۱/۳۵۸	۰/۳۰۶ ns
	درون گروه ها	۱/۰۷۶۸	۱۲	۰/۰۸۹۷۳		
	جمع	۱/۶۸۶۰	۱۷			

ns اختلاف معنی دار نمی باشد

\*\* اختلاف معنی دار در سطح ۱٪

استفاده از این گیاه در استان‌های مشابه جهت مبارزه با آلودگی هوا و خاک توصیه می‌شود. همچنین نظر به اینکه نیاز آبی پده بالا و مقاومت آن نسبت به املاح نیز زیاد است در جنگلکاری‌های حاشیه شهرها و مراکز صنعتی و نیز جنگلکاری با استفاده از پساب و فاضلاب قابل توصیه خواهد بود.

با توجه به نتایج به دست آمده از آزمایش خاک، بیشتر مواد آلاینده در خاک، در اثر گرد و غبار حاصل از سوخت مواد نفتی و ریزش باران‌های اسیدی به خاک رسیده است. همچنین محتمل است پس از رسوب آلاینده‌ها بر برگ‌ها و شاخه درختان، قسمتی از آن توسط برگ‌ها جذب و مقداری نیز توسط آب باران و لاشبرگ‌ها وارد خاک شده و بوسیله ریشه گیاهان جذب شده است. همانطور که جدول ۵ نشان داده شده است، همبستگی بین فاکتورهای موجود در خاک وجود دارد، به طوری که بین نوع گونه با هدایت الکتریکی و یون سولفات همبستگی مثبت و بین عمق خاک با مواد آلی، ازت، اسیدیته و فسفر همبستگی منفی دیده می‌شود. همچنین با افزایش عمق خاک میزان مواد آلی، ازت، اسیدیته و فسفر کاهش می‌یابد. دلیل این عمل وجود آلودگی بیشتر در قسمت سطحی خاک است. همبستگی مثبت سرب با مواد آلی در خاک احتمالاً بعلاظرفیت تبادل کاتیونی (CEC)<sup>۱</sup> زیاد مواد آلی است که باعث جذب بیشتر سرب می‌شود. وجود همبستگی‌های مثبت بین ازت و سرب و همچنین بین ازت و فسفر، احتمالاً به دلیل آنیونهای نیتريت، نترات و فسفات است که با سرب تشکیل نمک می‌دهد. میزان جذب فلزات سنگین در برگ گونه‌های مورد مطالعه با توجه به شکل‌های ۳ و ۴ اهمیت کاشت و جنگلکاری با این گونه‌ها در کاهش آلودگی‌های محیط را نشان می‌دهد. این نتایج با پژوهشهای Baycu (2006) در مورد جذب Ni و Cd و Pb در برگ درختان خزان‌کننده در محیط‌های آلوده شهری مطابقت دارد. با استفاده از نتایج این مطالعه، برای مبارزه با آلاینده‌های محیطی ناشی از آتش‌سوزی چاه‌های نفت و نیز آلودگی ناشی از فعالیت‌های صنعتی در حاشیه شهرهای جنوبی کشور از بین درختان بومی گونه‌های پده و شیشم و در بین درختان خارجی گونه آکاسیا استنوفیلا به عنوان گونه‌های برتر معرفی می‌شود. با عنایت به سازگاری خوب گونه پده در اقلیم‌های خشک،

## References

- 1- Akbari, H. 2003. Reported Effects of the Persian Gulf War (Iraq's Invasion of Kuwait) in Cancer Incidence in the South and Western Provinces of Iran. Ministry of Health and Medical Education, Deputy Secretary of State Coordination and Assemblies, Councils and Boards of Trustees and Staff Follow-up Assessment of Damages Kuwait invasion by Iraq, 20 p. (in Persian)
- 2- Baycu, G.; D. Tolunay; H. Ozden and D. Gunebakan. 2006. Ecophysiological and Seasonal variation in Cd, Pb, Zn and Ni Concentration in Leaves of Urban Deciduous Trees in Istanbul. *Environ. Pollut.*, 143: 545-554.
- 3- Fowler, S.W.; J.W. Readman; J.W.; B. Oregioni; J.P. Villeneuve and K. Mckay .1993. Petroleum Hydrocarbons and Trace-Metal in Nearshore Gulf Sediments and Biota before and after the 1991 War- an Assesment of Temporal and Spatial Trends. *Marine Pollution Bulletin*, 27: 171-182.
- 4- Husain,T. 1995. Kuwait Oil Fires: Regional Environmental Perspectives. Oxford, UK.BPC Wheaton's LTD, 40p.
- 5- Jalali, N., Noroozi., A.Ak., Aminipouri, B and A.Akbar.,1998. Tracking of Oil Spills and Smoke Plumes of Kuwait's Oil Well Fires to the Coast and Territory of I.R. of Iran as a Result of the 1991 Persian Gulf War" Remote Sensing and GIS Application" February 1998, Publication number 59; ISBN 90 61641489. 282p.
- 6- Jalili, A.1998. Expert Report on Damage to Affected Forests Part 5-A: Statement of claim. The Ministry of Jihad-e-sazandegi, Tehran, Iran, 44pp.
- 7- Kimerer, T.O. and W. Koslowski. 1981. Stomatal Conductance and Sulfur Uptake of Five Clones of *Populus tremuloides* Exposed to Sulfur Dioxide. *Plant physiology*, 67: 990-995.
- 8- Korori, S. A. A. Maghuly, F. Salahi, A. Salehi, P. Teimouri , M.Matinizadeh, M. Khshnevis, M. Moragebi, F. and A. Shirvani, 1998. Enzymatic detection of pollution stress on Mangroves and *Ziziphus* plant species. Dep. Education and Research. Ministry of Jihad-e-sazandegi. Tehran, 63 p.
- 9- Marakaev, O; Smirnova, N. and Zagoskina, N. 2006. Technogenic stress and its effect on deciduous trees (An example from parks in Yaroslavl). *Russian Journal of Ecology*. 37(6): 337-377.
- 10- Monk, R.J. and F. Murray. 1995. The Relative Tolerance of some Eucalyptus species to Ozone Exposure. *Water Air and Soil Pollution*, 85: 1405-1411.
- 11-Pourkhabbaz, A.R.; N. Rastin; A. Olbrich; R.L. Heyser and P. Andrea. 2010. Influence of Environmental Pollution on Leaf Properties of Urban Plane Trees, *Platanus orientalis* L. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 86: 251-255.
- 12- Saleheh Shoostari, M. H. Bavi, S. and K. Behnamfar, 2004. Study on compatibility of tree and shrub species with the aim of rehabilitation and extension of riparian lands in the margin of Dez River in Khouzestan province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*. 12(3): 371-390.
- 13- Samani Majd, S.; A. Taebi and M. Afuni. 2007. Pollution of Street Margin Soil to Pb & Cd. *Journal of Environmental Studies*, 33:1-10.
- 14- Sharma, P.D. 1996. Ecology and Environment. Chapter20 : Environmental Pollution. Rastogi publications, Meerut, India, Chapter20 : 414-440.

## The effect of afforestation in reduction oil pollution (heavy metals)

H.keneshloo<sup>\*1</sup>, A.Eghtesadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Scientific Member of Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran

<sup>2</sup>Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran

(Received date: 21/Jul./2010, Accepted date: 21/Jul./2011)

### Abstract

In order to study the effect of afforestation in reduction oil pollution, one planted area in Dezful, affected by pollutions from Kuwaiti oil-wells burning was employed. Six species, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus microtheca*, *Dalbergia sissoo*, *Acacia salicina*, *Acacia stenophylla*, *Populus euphratica* were selected. Growth parameters, leaf samples and soil samples from different depths (0-30, 30-60, 60-90cm) under related crown cover of each species were obtained. Results showed a strong relation of tree's characteristics to the ability of decreasing pollution. Native trees such as *P. euphratica* and *D. sissoo* are better to exotic species, because of their ability to uptake more soil's material. Among exotic trees, *A. stenophylla* species are superior to others. These species have more rules in decreasing of pollution. Investigations on soil in different profiles showed that; *E. camaldulensis* and *D. sissoo* are better than others to uptake soil components like Cd. Thus for afforestation in polluted regions *P. euphratica*, *D. sissoo* and *A. stenophylla* are recommended.

**Key words:** Afforestation, oil pollution, *Eucalyptus*, *Acacia*, *Dalbergia*, *Populus*

\* Corresponding author:

Tel: +9821-44580282-5

Fax: +9821-44580223

Email:hkeneshlo@yahoo.com