

بررسی تاثیرات دفن زباله شهری بر خاک و ترکیب گونه‌های گیاهی در جنگل های منطقه

زرندین

سید مهدی اشرفی^۱، مریم ملاشاهی^{۲*}، هومن روانبخش^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته جنگلداری، دانشکده کویر شناسی، دانشگاه سمنان

۲- *استادیار گروه جنگلداری در مناطق خشک، دانشکده کویر شناسی دانشگاه سمنان

۳- استادیار موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: Maryam.mollashahi@semnan.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۰۵

چکیده

انباشت زباله در جنگل باعث افزایش عناصر سنگین مانند سرب، کادمیم، نیکل و کروم می‌شود. بعضی از درختان به شیرابه ناشی از فاضلاب بسیار حساس بوده و آسیب می‌بینند. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر مکان دفن زباله در اراضی جنگلی بر فلزات سنگین خاک (سرب، کادمیم، نیکل و کروم) و گونه های درختی در منطقه زرندین است. برای انجام این تحقیق تعداد ۲۰ نمونه در مکان دفن زباله و کانالی که شیرابه از آن عبور می‌کند و ۱۰ نمونه در منطقه شاهد در نظر گرفته شده است. در هر ایستگاه اقدام به تهیه نمونه خاک جهت انجام عملیات آزمایشگاهی گردید و با برداشت پلات های ۲۰×۲۰ متر برای گونه های درختی و درختچه ای و میکرو پلات های ۱×۱ متر برای زادآوری و گونه های کف، پوشش گیاهی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان pH و EC در خاک منطقه آلوده افزایش یافته است و غلظت تمامی فلزات مورد بررسی در منطقه آلوده نسبت به منطقه شاهد دارای تفاوت معنی داری است (P<0/05). تراکم پایه های درختی انجیلی، مرز و آزاد در پلات آلوده کمتر از پلات شاهد بود، بلوط تفاوت معنی داری را نشان نداد ولی تعداد پایه های افرا در منطقه آلوده افزایش معنی داری در مقایسه با منطقه شاهد داشت. همچنین زادآوری مرز، بلوط و آزاد در منطقه آلوده کاهش معنی دار و زادآوری انجیلی و افرا در پلات آلوده افزایش معنی داری را نشان داد.

کلمات کلیدی: شیرابه زباله، فلزات سنگین، آلودگی، درختان جنگلی، تنوع زیستی

مقدمه

دی اکسید کربن و در نهایت نشست محل اشاره کرد. شیرابه و گاز تولیدی در محل دفن از طریق نفوذ به آب های سطحی؛ زیر زمینی و خاک می توانند موجبات آلودگی این منابع را به دنبال داشته باشند (عابدین زاده و قنبری، ۱۳۹۳). طی آمار برآورد شده حدود ۲۹ مرکز دفع زباله در استان مازندران وجود دارند که مساحتی حدود بیش از ۲۸۰ هکتار از سطح جنگل های شمال ایران را به خود اختصاص می دهند و میانگین روزانه حدود ۲۵۰ تن زباله در آنها دفع می‌گردد (یوسفی، ۱۳۹۱). امروزه به طور متوسط روزانه ۲۰۰۰ تن زباله در جنگل های شمال ایران در مساحتی در حدود ۳۰۰ هکتار انباشت می‌شود (کاظم نژاد و همکاران، ۱۳۹۰). که پیامد این انباشت و شیرابه ناشی از آن می تواند سبب آلودگی محیط و از بین بردن موجودات زنده مسیر خود می شود. بنابراین لزوم بهینه سازی برخی از مراکز دفن غیر بهداشتی کشور و رساندن سطح فعلی آن به سطح قابل قبول بین المللی از یک سو و جامع پوشی به اهداف حفظ سلامت عموم و محیط زیست از سوی دیگر از طریق کنترل شیرابه و گازهای محل دفن ایجاد می گردد (تکدستان، ۱۳۸۵). به عنوان مثال بعضی از درختان به شیرابه ناشی از فاضلاب بسیار حساس بوده و سریع خشک می‌شوند (رضایی و همکاران، ۱۳۸۹). از جمله مطالعات انجام شده در این زمینه می توان به مطالعه عزیززاده و همکاران (۱۳۹۴) اشاره کرد. آنها با مطالعه اثرات دفن پسماند شهری روی خصوصیات خاک جنگلی در منطقه انجیلی سی بابل نشان

جنگل های شمال ایران با وسعت تقریبی ۱/۸ میلیون هکتار دارای بیش از ۸۰ گونه درختی و ۵۰ گونه درختچه ای در آنها شناسایی شده که عمدتاً از دوران سوم زمین شناسی می باشند و به همین لحاظ این جنگل ها از کهن ترین جنگل ها در جهان است و جزء میراث جهانی به حساب می آیند و اهمیت آنها بر همگان واضح و آشکار است (مهاجر، ۱۳۸۵). با رشد روزافزون جمعیت بشر از یکسو و افزایش مصرف و توسعه صنایع از سوی دیگر، تولید انواع زباله ها امری اجتناب ناپذیر جلوه می نماید. با توجه به این که دفن زباله بدون رعایت مسائل زیست محیطی تهدیدات زیادی را به محیط زیست وارد میکند، انتخاب مکان مناسب و مکان یابی برای دفن بهداشتی زباله ضروری است (فرحزادی و نخعی، ۱۳۹۶). در کشور ما تنها ۸ درصد از پسماندهای شهری بازیافت، کمپوست و استفاده مجدد می شوند در حالیکه ۹۲ درصد مواد زائد دفن می شوند که از این روش مدیریتی مواد زائد جامد، حدود ۲۵ درصد دفن اصولی و تقریباً بهداشتی است و مابقی بشکل غیربهداشتی دفن و تلبار می باشند (سرتاج و همکاران، ۱۳۸۶). محل های دفن پسماند در معرض عوامل فیزیکی و بیولوژیکی محیط قرار دارند که تغییراتی را در طول زمان طی می کنند. این تغییرات بسیار نامطلوب اند، زیرا موجب بروز مشکلاتی در محل می شوند. از جمله این تغییرات می توان به تولید شیرابه و نفوذ آن به لایه های تحتانی محل دفن و آلوده کردن آب های زیر زمینی، تولید و انتشار گازهای ناشی از تجزیه پسماند مانند متان و

اکوسیستم های جنگلی، هدف از انجام تحقیق حاضر شناخت تاثیرات منفی مکان های دفن زباله در مناطق جنگلی در منطقه زرندين از توابع شهرستان نکا است. در این منطقه یک مرکز دفن زباله مستقر است که منطقه جنگلی در ضلع شرقی محل دفن زباله قرار دارد و به دلیل قرار گرفتن محل دفن زباله بر روی یال و وجود جنگل در ارتفاعی پایین تر از محل دفن زباله، شیرابه های حاصله از طریق کانالی به داخل منطقه جنگلی جریان می یابد. با بررسی منطقه مشخص شد که تعداد زیادی از درختان حاشیه این کانال خشک شده و از بین رفته اند. لذا تحقیق حاضر به بررسی اثرات شیرابه بر میزان غلظت فلزات سنگین موجود در خاک و تغییرات پوشش گیاهی در منطقه مورد نظر می پردازد. توسط ترازوی دیجیتالی وزن شده و داخل ظروف ارلن مایر ریخته می شود. سپس 10 cc اسید نیتریک غلیظ به آن اضافه شده و روی دستگاه هضم کننده (Hot block digester) قرار داده می شود و در دمای پایین ۱۳۰°C به مدت ۱ ساعت قرار داده و پس از آن 400 cc آب اکسیژنه به آن اضافه می شود و نمونه ها با کاغذ فیلتر S & S در بالن ژوژه هایی با حجم 50 cc فیلتر شده و محلول صاف شده با استفاده از آب دیونیزه به حجم 50cc رسانده شده و در ظروف پلاستیکی ریخته می شوند (Heinrichs et al., 1986).

فاکتور غنی شدگی

به منظور بررسی و ارزیابی آلودگی خاکها در منطقه مورد مطالعه، نتایج آنالیز فلزات سنگین با شاخص NFSI¹ (Utermann et al., 2019)، مقایسه و فاکتور غنی شدگی تمامی نمونه ها محاسبه شد. با استفاده از فاکتور غنی شدگی غلظت عناصر نسبت به غلظت طبیعی مورد سنجش قرار گرفت. از رابطه زیر به منظور محاسبه این فاکتور استفاده شد.

$$EF = Se/Re$$

EF فاکتور غنی شدگی، Se غلظت عناصر در خاک و Re غلظت عناصر در ماده مرجع است. طبقه بندی مقادیر فاکتور غنی شدگی در تعیین درجه آلودگی در جدول ذیل (جدول طبقه بندی مقادیر فاکتور غنی شدگی) آمده است (Bhuiyana et al., 2010).

جدول ۱: طبقه بندی مقادیر فاکتور غنی شدگی

مقدار فاکتور	درجه آلودگی
۰	بدون آلودگی
۱	بدون آلودگی تا آلودگی متوسط
۲	آلودگی متوسط
۳	آلودگی متوسط تا قوی
۴	آلودگی قوی
۵	آلودگی قوی تا خیلی قوی
۶	آلودگی خیلی قوی

دادند که اسیدیته (pH) و غلظت عناصر سرب، آرسنیک، نیکل و کروم در مکان دفن پسماند به طور معنی داری بیشتر از منطقه شاهد است. Bouzayani و همکاران در سال ۲۰۱۴، به بررسی غلظت فلزات سنگین در خاک مرکز دفن زباله در تونس پرداختند و نشان دادند که بیشترین غلظت مربوط به فلزات نیکل و کرم و کمترین غلظت نیز مربوط به عناصر سرب و مس بود. همچنین لایه خاک رس منطقه مانع رسیدن فلزات به عمق گردید. با توجه به اهمیت زیاد جنگل های هیرکانی و تهدید های مختلف طبیعی و انسانی در جهت کاهش سطح آن و آلودگی های روزافزون این اکوسیستم و نیز عدم انجام مطالعات اثرگذار در خصوص تعیین تاثیرات منفی ناشی از مکانهای دفن زباله بر

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه، اکوسیستم جنگلی اطراف دپوی زباله زرندين می باشد که با مساحت حدود ۲۶ هکتار در ۹ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان نکا قرار دارد. از گونه های مختلف درختی و درختچه ای منطقه می توان به آزاد (Zelkova carpinifolia (Pall.))، بلندمازو (k.koch، انجیلی (Parrotia persica C.A.Mey))، بلندمازو (betulus L. افراپلت (Acer velutinum Boiss))، توسکا (Acer subcordata C.A.Mey)، شیردار (Alnus)، خرمندی (Diospyros lotus L.)، ازگیل (Mespilus germanica L.)، ولیک (Crataegus microphylla k.koch)، آلوچه وحشی (Prunus divaricate Ledeb) اشاره نمود. در طول مسیر کانال شیرابه تا فاصله ۱۰۰۰ متری از مکان دفن زباله ۱۰ ایستگاه نمونه برداری در نظر گرفته شد. ایستگاهها با فواصل ۱۰۰ متر در طول کانال انتخاب شدند و سپس در هر ایستگاه نمونه برداری، در دو نقطه یکی در حاشیه کانال و نقطه دوم با فاصله ۲۰ متری از کانال، نمونه های خاک با سه تکرار برداشت گردیدیم. عرصه جنگلی در مجاورت مکان دفن زباله و با ویژگی های محیطی و فلورستیک مشابه منطقه مورد نظر اما دور از تاثیر مستقیم محل دفن زباله، به عنوان منطقه شاهد انتخاب گردید و ۱۰ نمونه در منطقه شاهد در نظر گرفته شده است. برداشت های پوشش گیاهی با آماربرداری از پلات های انتخابی که از لحاظ شیب، جهت عمومی و ارتفاع مشابه هم بودند تا تاثیر شرایط محیطی و توپوگرافی در مقایسات به حداقل برسد صورت پذیرفت. بدین منظور تعداد ۲۰ پلات در نظر گرفته شد که پلات های ۲۰×۲۰ متر برای گونه های درختی و درختچه ای و میکرو پلات های ۱×۱ متر برای زادآوری گونه های درختی و گونه های علفی کف آماربرداری شدند. در هر یک از پلات ها گونه های گیاهی موجود بر اساس مقیاس فراوانی-چیرگی براون-بلانکه ثبت شدند (Braun-Blanquet, 1964).

تعیین غلظت فلزات سنگین

نمونه های خاک جهت تعیین غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل، کادمیوم و کروم مورد آزمایش قرار گرفتند. برای انجام آنالیز شیمیایی غلظت فلزات سنگین موجود در خاک ۱ گرم از هر نمونه خشک شده

¹ National forest soil inventory

است و اختلاف معنی دار آن تنها بین مسیر حرکت شیرابه و حاشیه کانال با پارسل شاهد بوده است. جدول ۴ میانگین عناصر سنگین در خاک مناطق آلوده و شاهد نسبت به میانگین NFSI نشان می دهد.

جدول ۴. جدول میانگین فلزات سنگین در خاک مناطق آلوده و شاهد نسبت به میانگین NFSI

میانگین NFSI	محل دفن زباله		
۰/۶۷	۰/۴	شاهد	سرب
	۰/۶۳	حاشیه کانال	
	۰/۸۷	داخل کانال	
۰/۴۸	۰/۲	شاهد	نیکل
	۰/۸۵	حاشیه کانال	
	۱/۱	داخل کانال	
۰/۰۲	۰/۰۲	شاهد	کادمیوم
	۰/۰۳	حاشیه کانال	
	۰/۱۴	داخل کانال	
۰/۶۷	۰/۱	شاهد	کروم
	۰/۲	حاشیه کانال	
	۱/۱۳	داخل کانال	

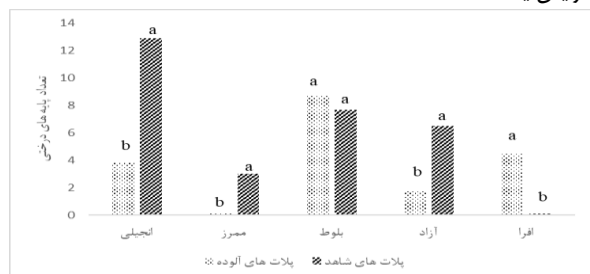
جدول ۵ غنی شدگی فلزات سنگین را نشان می دهد.

جدول ۵. غنی شدگی عناصر (EF)

عناصر	نمونه شاهد	حاشیه کانال	داخل کانال
سرب	۰/۶۰	۰/۹۴	۱/۳۰
کادمیوم	۱/۰۰	۱/۵۰	۷/۰۰
کروم	۰/۱۵	۰/۳۰	۱/۶۹
نیکل	۰/۴۲	۱/۷۷	۲/۲۹

پوشش درختی

بر اساس نتایج به دست آمده گونه های درختی موجود در منطقه آلوده و منطقه شاهد به جز گونه بلوط در تعداد پایه تفاوت معنی داری را نشان می دهند (شکل ۱). در حاشیه کانال تعداد پایه های درختی انجیلی، ممرز و آزاد نسبت به پلات های شاهد کاهش یافته اما تراکم افرا افزایش یافته است.



شکل ۱. تعداد پایه های گونه های درختی در هر یک از پلات های آلوده و

شاهد

تجزیه و تحلیل داده ها

برای تجزیه و تحلیل داده ها و مقایسه فاکتورهای خاک و پوشش گیاهی در دو منطقه آلوده و شاهد از نرم افزار SPSS و برای مقایسات میانگین ANOVA و همچنین از نرم افزار PC-Ord و تحلیل مولفه های اصلی (PCA) استفاده شد.

نتایج

غلظت فلزات سنگین موجود در خاک

جدول ۲ نتایج آنالیز واریانس میزان غلظت عناصر سرب، نیکل، کادمیوم و سرب را خاک در سه منطقه مورد بررسی (داخل کانال، حاشیه کانال و شاهد) نشان می دهد. همان طور که مشاهده می شود غلظت تمامی فلزات تفاوت معنی داری را در خاک سه منطقه تحت نشان می دهند.

جدول ۲. تجزیه واریانس عناصر مختلف

عناصر	میانگین مربعات	df	آزمون F	معنی داری
سرب	۰/۲۲	۲	۷/۱	۰/۰۲
نیکل	۰/۶۵	۲	۱۹/۸۹	۰/۰۲
کادمیوم	۰/۰۱۷	۲	۸۲/۴۷	۰
کروم	۲	۲	۱۳/۳۳	۰

جدول ۲ نتایج میانگین pH و EC خاک و غلظت های اندازه گیری شده هر یک از فلزات مورد بررسی را در نقاط مختلف نشان می دهد. نتایج نشان می دهد که میزان و در داخل کانال حاشیه آن به مراتب بیشتر از منطقه شاهد بوده و خاک حالت قلیائی پیدا کرده است. هم چنین در بیشتر موارد غلظت فلزات سنگین در نمونه های داخل کانال و حاشیه آن با نمونه منطقه شاهد تفاوت نشان می دهد. در جدول ۳ نتایج اندازه گیری pH و EC خاک نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود بالاترین میزان pH و EC در خاک داخل کانال مشاهده می شود. هم چنین نتایج حاصل از اندازه گیری عناصر سرب، نیکل، کروم و کادمیوم در جدول ۲ نشان داده شده است. جدول ۸ میزان غنی شدگی فلزات سنگین را به ترتیب در خاک های داخل کانال، حاشیه کانال، پارسل شاهد و میانگین NFSI نشان می دهد. همانگونه که در نمودار مشاهده می شود، غلظت تمامی عناصر در داخل کانال بیشتر از میانگین NFSI است.

جدول ۳. نتایج آنالیز غلظت فلزات سنگین در خاک (ppm)

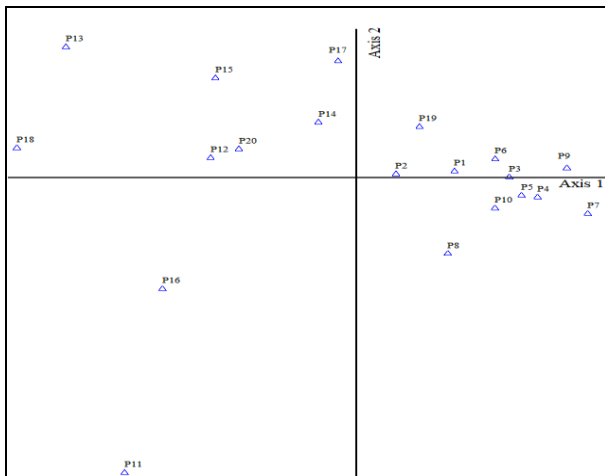
نقطه نمونه برداری	pH	EC ds/cm	سرب	کادمیوم	نیکل	کروم
داخل کانال	۷/۴۷	۳۳۷/۶۶	۰/۸۸	۰/۰۳	۱/۰۲	۰/۶۱
حاشیه کانال	۶/۷۴	۲۲۲	۰/۶۸	۰/۰۳	۰/۲۹	۰/۰۷
شاهد	۵/۴۷	۱۲۷	۰/۶۶	۰/۰۲	۰/۱۹	۰/۰۱

مطابق جدول ۲ و شکل ۱ در مورد غلظت نیکل با توجه به اینکه بیشترین میزان این عنصر در خاک داخل مسیر شیرابه بوده اما اختلاف معنی دار بین میانگین غلظت این عنصر و حاشیه کانال مشاهده نشده

۰/۱۵۹	-۰/۲۴۹	-۰/۶۴۹	-۰/۸۲۲	Carpinus_R
۰/۳۴۰	-۰/۱۷۸	-۰/۷۰۲	-۰/۷۰۷	Quercus_R
۰/۳۰۶	-۰/۱۸۵	-۰/۷۴۸	-۰/۸۳۵	Zelkova_R
-۰/۳۰۶	-۰/۶۴۹	-۰/۱۸۳	-۰/۳۴۶	Acer_R
-۰/۲۵۰	-۰/۱۹۵	۰/۰۵	۰/۱۲۲	Fagus_R
۰/۳۲	۰/۳۶۵	-۰/۳۷۹	-۰/۴۷۹	Rubus sp.
۰/۲۹۱	-۰/۳۰۳	-۰/۲۴۴	-۰/۲۲۸	Ruscus
۰/۴۳۵	-۰/۷۶۱	-۰/۳۳۹	-۰/۴۱۲	Pteris cretica
-۰/۵۴۶	-۰/۵۰۷	۰/۱۰۰	۰/۱۵۵	Cyclamen coum
۰/۱۷۳	-۰/۱۹۲	-۰/۳۹۶	-۰/۵۰۹	Euphorbia amygdaloides
۰/۳۰۹	-۰/۱۸۶	-۰/۳۴۹	-۰/۴۹۲	Carex sp.

توضیح جدول: R به معنی زادآوری گونه است

طبق نتایج PCA مشاهده می شود که دو گروه قطعات نمونه مربوط به بخش آلوده و شاهد بر اساس ترکیب گونه ای به وضوح از یکدیگر تفکیک شده اند به عبارت دیگر ترکیب گونه ای در دو منطقه متفاوت از یکدیگر است. همانطور که در شکل ۴-۹ دیده می شود، قطعات نمونه ۱ تا ۱۰ (منطقه آلوده) در سمت راست محور اول (جهت مثبت محور اول) و قطعات نمونه ۱۱ تا ۲۰ (منطقه شاهد) در سمت چپ محور اول (جهت منفی) قرار گرفته اند.



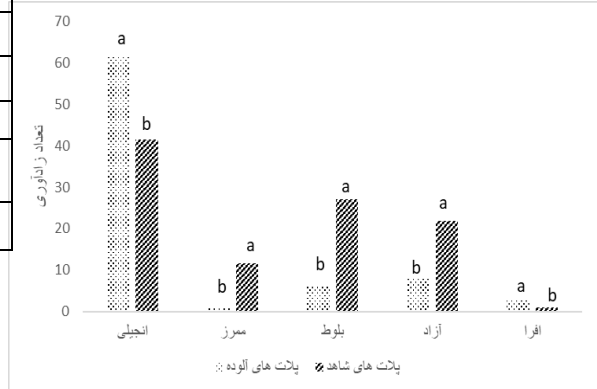
شکل ۳. نمودار PCA

تراکم گونه های درختی بلوط و افرا با محور اول همبستگی مثبت معنی دار دارد. درحالیکه گونه های درختی ممرز و آزاد و زادآوری گونه های ممرز، آزاد، انجیلی، بلوط و همچنین تمشک، کارکس و سرخس با محور اول همبستگی منفی معنی دار دارند. بنابراین می توان گفت دو گونه بلوط و افرا عامل تمایز پلات های منطقه آلوده از پلات های منطقه شاهد هستند در حالیکه در پلات های منطقه شاهد، گونه های درختی ممرز و آزاد و زادآوری گونه های ممرز، آزاد، بلوط و همچنین تمشک، کارکس و سرخس عامل تمایز کننده از پلات های آلوده هستند.

بحث و نتیجه گیری

زادآوری

شکل ۲ میانگین تعداد زادآوری در پلات های آلوده و شاهد را نشان می دهد. همان طور که مشاهده می شود زادآوری گونه های بلوط و ممرز و آزاد در پلات های شاهد به مراتب بیشتر از پلات های آلوده است، اما زادآوری انجیلی و افرا در پلات های آلوده تراکم بیشتری از پلات های شاهد دارد.



شکل ۲. تعداد زادآوری برداشت شده درختی در هر یک از پلات های آلوده و شاهد

ترکیب گونه ای

آنالیز مولفه های اصلی (PCA) جهت بررسی قطعات نمونه بر اساس ترکیب گونه ای شان نشان می دهد که سه محور اول ۶۰ درصد تغییرات را تبیین می کنند و هر سه محور معنی دار و قابل تفسیر هستند (جدول ۶).

جدول ۶. نتایج آنالیز مولفه های اصلی (PCA)

محورها	مقادیر ویژه	درصد تبیین واریانس	درصد تبیین واریانس تجمعی	Broken-stick eigenvalue
۱	۵/۵۲۹	۲۷/۶۴۴	۲۷/۶۴۴	۳/۵۹۸
۲	۳/۵۴۳	۱۷/۷۱۶	۴۵/۳۶۰	۲/۵۹۸
۳	۲/۸۵۴	۱۴/۲۶۸	۵۹/۶۲۸	۲/۰۹۸

جدول ۷. همبستگی گونه ها و زادآوری (R) با مولفه های اصلی PCA

فهرست گونه ها	همبستگی محور اول		همبستگی محور دوم	
	کنندال	پیرسون	کنندال	پیرسون
Parrotia persica	-۰/۳۶۹	-۰/۱۶۱	-۰/۷۵۳	-۰/۳۵۰
Carpinus betulus	-۰/۸۳	-۰/۷۰۷	-۰/۱۵۲	۰/۳۱۸
Quercus castanifolia	۰/۵۴۳	۰/۴۳۶	۰/۲۰۲	۰/۰۸۵
Zelkova carpinifolia	-۰/۶۲۳	-۰/۵۳۵	۰/۵۱۱	۰/۴۴۷
Acer sp	۰/۴۱۷	۰/۳۰۸	-۰/۲۳۳	-۰/۵۱۳
Fagus orientalis	۰/۱۲۲	۰/۰۵۰	-۰/۱۹۵	-۰/۲۵۰
Diospyrus lotus	-۰/۳۰۹	-۰/۲۵۰	-۰/۷۶۲	-۰/۳۱۶
Parrotia_R	-۰/۸۰۶	-۰/۶۱۳	-۰/۲	-۰/۰۰۵

ممرز و برعکس عمیق بودن ریشه ها در گونه بلوط و نیز بالاتر بودن غلظت فلزات سنگین در لایه های سطحی خاک برشمردند. از طرفی به دلیل کاهش تعداد و باز شدن توده گونه های نورپسند و مقاومی چون افرا در پلات های آلوده افزایش داشته است. گونه های مختلف افرا قابلیت جذب بالایی برای فلزات سنگینی چون Fe, Cu, Zn, Mn را دارند اما عناصری چون سرب به دلیل تحرک پذیری کمتر در خاک قابلیت جذب کمتری توسط آنها را دارد (زعیمدار، ۱۳۹۷). بررسی میزان زاد آوری صورت گرفته در دو پارسل نیز حاکی از معنی دار بودن میانگین تعداد زاد آوری بلوط، انجیلی، آزاد و ممرز است به طوری که انجیلی بیشترین میزان زادآوری در دو پارسل را داشته و ممرز کمترین میزان زادآوری در پارسل آلوده نشان داده است. این موضوع نمایانگر این مطلب است که در منطقه آلوده گونه های بلوط و افرا مقاومت بیشتری داشته اند و باقی مانده اند، زادآوری افرا نیز در اثر آلودگی کاهش معنی داری نداشته اما زادآوری بلوط و ممرز و آزاد مانند سایر گونه های درختی کاهش داشته است و در منطقه شاهد بیشتر از منطقه آلوده بوده است. بر طبق مطالعات صورت گرفته درختانی که در محل باقی ماندن شیرابه قرار می گیرند و یا در معرض آبیاری دائم شیرابه قرار دارند، تاثیر منفی بر رشد آنها داشته و باعث کاهش رویش درختان می شود (کاظم نژاد و همکاران، ۱۳۹۰). در پارسل مورد مطالعه نیز در مناطق مشخص شده جهت آماربرداری هرچه از مسیر شیرابه فاصله گرفته می شد، شادابی، کیفیت و حجم در هکتار (تراکم) گونه ها به صورت مشهود افزایش می یافت. نتایج این تحقیق نشان داد که اسیدپته، غلظت عناصر سرب، نیکل، کروم، کادمیوم در خاک منطقه دفن پسماند و حاشیه آن به طور معنی داری بیشتر از خاک منطقه شاهد بود. شیرابه دارای pH اسیدی، شوری نسبتا بالا و غلظت کمی از عناصر سنگین است. اضافه شدن مقادیر زیاد شیرابه به خاک موجب افزایش شوری خاک و در نتیجه کاهش عملکرد گیاهان حساس به این مقدار از شوری می شود (گندمکار و همکاران، ۱۳۸۲). که همین موضوع بر کاهش تنوع و تراکم پوشش گیاهی کف جنگل تاثیر مشهودی داشته است. Opaluwa و همکاران نیز در سال با بررسی غلظت عناصر در خاک مزارع اطراف مراکز دفن زباله میزان غلظت سرب را ۰/۴۹ بدست آوردند و بیان کردند که این میزان بالاتر از حد استاندارد (۰/۰۱) می باشد. بیشترین میزان سرب بدست آمده در مطالعه حاضر برابر ۰/۸۸ میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمد. هم چنین آنها غلظت عناصر Ni, Cd را به ترتیب ۰/۴۸ و ۰/۳۱ میلی گرم بر کیلوگرم بدست آوردند. بیشترین میزان عنصر کادمیوم و نیکل در تحقیق حاضر ۰/۰۳ و ۱/۰۲ میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمده است. Fahmida و Shfi در سال ۲۰۲۱ با مطالعه اثر شیرابه زباله بر میزان فلزات سنگین موجود در آب های منطقه در بین سال های ۲۰۱۱-۲۰۱۸، میزان عنصر نیکل را ۰/۰۴ تا ۴/۵ و عنصر کروم را ۰/۷ تا ۰/۳۶، عنصر سرب را ۰-۰/۳ و کادمیوم را ۰/۱۸ تا ۲ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری نمودند.

نتیجه گیری

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شیرابه بستگی به نوع ترکیبات موجود در زباله دارد (Nagarajan et al., 2019). Behbahaninia و همکاران در سال ۲۰۱۰ بیان کردند که وجود فلزات سنگین Pb, Cd, Cr و Ni در آب شرب موجب سمی شدت آب شده و جابجایی این عناصر در خاک می تواند موجب واکنش این مواد با فاز جامد خاک، تغییر در جذب سطحی خاک و سرعت جابجایی آب در خاک و در نهایت افزایش غلظت این مواد در خاک اطراف مراکز دفن زباله گردد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میانگین غلظت سرب در داخل کانال با غلظت ۰/۸۷ میلی گرم بر کیلوگرم بیشتر از سایر نمونه های خاک بوده و نتایج آنالیز آماری نشان داد که اختلاف آن با میانگین غلظت سرب در پارسل شاهد معنی دار می باشد. غلظت کادمیوم نیز در داخل کانال با ۰/۱۴ میلی گرم بر کیلوگرم بیشترین میزان بوده که پس از تجزیه و آنالیز داده مشخص گردید که اختلاف معنی داری بین غلظت این عنصر در خاک داخل کانال شیرابه، حاشیه کانال و پارسل شاهد وجود دارد. غلظت کروم هم همانطور که در جدول ۳ آمده افزایش قابل توجه غلظت این عنصر در داخل کانال را نشان می دهد به طوری که اختلاف آن با غلظت این عنصر در حاشیه کانال و پارسل شاهد معنی دار بوده است. بنابر موارد ذکر شده نتایج آزمون نشانگر آن بود که تمامی عناصر مورد بررسی در داخل کانال شیرابه میانگین غلظت بیشتری از سایر نمونه ها داشته است. به طوری که این اختلاف در عناصر سرب، کادمیوم، کروم با حاشیه و پارسل شاهد معنی دار بوده و تنها در غلظت عنصر سرب اختلاف معنی داری بین حاشیه کانال و مسیر شیرابه وجود نداشت. همچنین طبق جدول ۴ میزان غلظت تمامی عناصر در مسیر شیرابه از میانگین NFSI بیشتر بوده که به غیر از عنصر سرب، اختلاف میانگین سایر عناصر موجود در داخل مسیر شیرابه با این شاخص معنی دار بوده است. جدول ۵ میزان فاکتور غنی شدگی در نمونه های پارسل شاهد، داخل کانال شیرابه و حاشیه مسیر شیرابه را نشان می دهد. مطابق با طبقه بندی Bhuiyan و همکاران (۲۰۱۰) در داخل کانال شیرابه، کادمیوم میزان آلودگی قوی و نیکل متوسط تا قوی و برای کروم و سرب میزان آلودگی متوسط بدست آمده است. همینطور در حاشیه مسیر شیرابه بیشترین غنی شدگی به ترتیب در عناصر نیکل، سرب، کادمیوم و کروم بدست آمده است. در پارسل شاهد نیز غنی شدگی عناصر به غیر از عنصر کادمیوم مابقی عناصر بدون غنی شدگی عناصر سنگین بوده است. نتایج حاصل از فاکتور غنی شدگی نشان می دهد که با افزایش فاصله از مکان دفن از میزان غلظت عناصر کاسته می شود که این نتایج با نتایج جعفری و همکاران همخوانی داشته است. نتایج حاصل از تراکم پایه های درختی و درختچه ای نیز نشان داد که تفاوت تراکم گونه ایی در دو پارسل آلوده و شاهد به غیر از گونه بلوط در تمامی گونه ها معنی دار بود. تعداد پایه های درختی گونه انجیلی و ممرز و آزاد کاهش معنی داری را در منطقه آلوده نشان داد. کاظم نژاد و همکاران نیز در سال ۱۳۹۰ با بررسی اثرات مکان دفن زباله در جنگل های چالوس بیان کردند که بیشترین درصد پایه های درختی خشک شده در بین گونه های انجیلی و ممرز و کمترین میزان درخت خشک شده مربوط به گونه بلوط بوده است. دلیل این موضوع را هم در سطحی بودن ریشه ها در گونه های انجیلی و

ضروری است. همچنین انجام مطالعات گسترده‌تر به منظور دستیابی به اطلاعات جامع جهت مدیریت بهینه جنگل و کاهش سطح آلودگی و انتشار آن در مناطق جنگلی نیز ضروری است.

در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که دفن پسماند شهری دارای اثرات معنی‌داری بر روی خصوصیات شیمیایی خاک جنگلی است، لذا فراهم کردن امکانات لازم جهت مدیریت پسماند از قبیل تهیه کوره‌های سوزاندن زباله و کارخانجات تهیه کمپوست در این مناطق لازم و

منابع

- کاظم نژاد، ف. احمدی، ت. شیخ الاسلامی، ع. زال نژاد، ح. بهجو، ع.، ۱۳۹۰. بررسی اثر شیرابه زباله بر درختان جنگلی مطالعه موردی: محل دپوی زباله شهرستان چالوس - پلهم کوتی. فصلنامه علوم و فنون منابع طبیعی، ۳(۶)، ۴۳-۵۲.
- عابدین زاده، ن.، قنبری، ف.، ۱۳۹۳. ارزشیابی محیط زیستی محل دفن فعلی پسماندهای شهر سمنان براساس معیارهای مکان یابی محل های دفن، علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۶: ۲۹۹-۳۰۴.
- فرحزادی، ل. نخعی، ج. ۱۳۹۶. برنامه ریزی جهت مکان یابی مکان دفن زباله های شهری با تاکید بر مسایل زیست محیطی. چهارمین کنفرانس بین المللی برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، صفحه ۲۸۹-۲۹۴.
- تکدستان، ا.، ۱۳۸۵. بررسی روش های مختلف مدیریت شیرابه در مکان دفن مواد زائد شهری. اولین همایش محیط زیست و توسعه پایدار، مازندران، صفحه ۹۴-۱۰۳.
- سرتاج، م.، صدوق، م.ب.، جلیلود، ح.، ۱۳۸۶، کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در مکان یابی محل های دفن پسماند ویژه، سومین همایش مدیریت پسماند، ص ۲۷۱-۲۸۱.
- رضایی، ر.، ملکی، م.، سیدخادمی، م.، ۱۳۸۹. بررسی کیفیت شیمیایی آب های زیرزمینی در مجاورت محل دفن مواد زاید جامد شهر گرگان. مجله پژوهشی محیط شناسی، ۳۵: ۷۷-۸۴.
- مجنونیان، ه.، ۱۳۷۶، بررسی طبقه بندی نوین ای یو سی ان از پارکها و مناطق حفاظت شده، مجله محیط شناسی، ۱۹: ۷۵-۹۰.
- سرتاج، م.، جمشیدی، ر.، مدلسازی نحوه انتشار شیرابه درون زائدات موجود در لندفیل، سومین کنگره ملی مهندسی عمران، تبریز.
- مهاجر، م. ر.، ۱۳۸۵، جنگلشناسی و گرورش جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۸ص.
- یوسفی، ذ.، قرنجیک، ا. م. امان پور، ب. عادل، م. ۱۳۹۱. مکانیابی مناسب جهت دفن بهداشتی زباله های شهری با استفاده از سنجش از دور و GIS (مطالعه موردی: شهر گنبد کاووس)، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ۳۱(۱)، ۱۰۵-۱۱۴.
- Behbahaninia, A., Mirbagheri, S.A., Nouri, J., 2010. Effects of sludge from wastewater treatment plants on heavy metals transport to soils and groundwater. *Iran J Environ health sci and eng*, 7(5):401-406.
- Bhuiyan, M.A., Parvez, L., Islam, M., Dampare, S.B., & Suzuki, S. (2010). Heavy metal pollution of coal mine-affected agricultural soils in the northern part of bangladesh. *Journal of hazardous materials*, 173(1-3), 384-392.
- Bouzayani, Fethi, Aydi, Abdelwaheb, & Abichou, Tarek. (2014). Soil contamination by heavy metals in landfills: measurements from an unlined leachate storage basin. *Environmental monitoring and assessment*, 186(8), 5033-5040.
- Braun-Blanquet J. (1946). *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3rd edit. Springer, Berlin, Wien, New York
- Fagmida, P., Shfi, M.T., 2021. impact of landfill leachate contamination on surface and groundwater of Bangladesh: a systematic review and possible public health risks assessment, *Applied Water Science*, (11)1-17.
- Lee, G.F., & Jones, R.A. (1991). Landfills and ground-water quality. *Groundwater*, 29(4), 482-488.
- Nagarajan, R., Thirumalaisamy, S., Lakshumanan, E., 2019. Impact of leachate on groundwater pollution due to non-engineered municipal solid waste landfill ites of erode city, Tamil Nadu, India, *Iranian Journal of Environmental Health Sciences & Engineering*, 9:35.
- Opaluwa, O.D., Aremu, M.O., Ogbo, L.O., Abiola, K.A., Odiba, I.E., Abubakar, M.M., Nweze, N.O., 2012. Heavy metal concentrations in soils, plant leaves and crops grown around dump sites in Lafia Metropolis, Nasarawa State, *Advances in Applied Science Research*, 3 (2):780-784.

Investigating the effects of Urban Landfill on soil and plant biodiversity of Zarandin forest

Ashrafi, S.M¹., Mollashahi Maryam^{*2}, Rvanbakhsh Hooman³

1. Master of science in forestry, Faculty of desert study, Semnan university

*2. Assistant professor of forestry in dry land, Faculty of desert study, Semnan university

3. Assistant Professor, Forest Research Division, Research institute of forests and Rangeland, Agriculture, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

*Email Address: Maryam.mollashahi@semnan.ac.ir

Abstract

Introduction

Caspian forest of Iran with an area of approximately 1.8 million hectares with more than 80 species of trees and 50 species of shrubs have been identified as the oldest forests in the world which belong to the third geological period. Increasing growth of human population and the development of industries to response of its demands, cause to production of various types of waste. Select landfill without regard to environmental issues poses many threats to the environment, choosing the right place and location for landfill is essential. Accumulation of waste in the forest increases heavy metals such as lead, cadmium, nickel and chromium. Some trees are very sensitive to leachate from sewage and dry out quickly. Hyrcanian forests are one of important reserve habitat in our country. There are many various natural and human threats on it that cause many problems in its ecosystem. One of these threats is landfill forest. Also, the lack of effective studies to determine the negative effects of landfills on forest ecosystems, the purpose of the present study identifies the negative effects of landfills in forest areas in Zarandin region of Neka city.

Methodology

The purpose of this study is to investigate the effect of landfills in forest lands on heavy metals (lead, cadmium, nickel and chromium) and tree species in Zarandin region. The study area is a forest ecosystem around Zarandin landfill with an area of about 26 hectares located 9 km southeast of Neka city. The important tree species and shrubs of the area can considered to *Zelkova carpinifolia* (Pall.) k.koch, *Parrotia persica* C.A.Mey, *Quercus castaneifolia* C.A.Mey, *Carpinus betulus* L., *Acer velutinum* Boiss, *Alnus subcordata* C.A.Mey, *Acer cappadocicum* Gled, *Diospyros lotus* L., *Mespilus germanica* L., *Crataegus microphylla* k.koch, *Prunus divaricate* Ledeb. Along the leachate channel, 10 sampling stations were selected up to a distance of 1000 meters from the landfill. Stations were chosen at intervals of 100 meters along the channel. each sampling station includes of two points; one point at the edge of the channel and the second point at a distance of 20 meters from the channel. Soil samples were taken with three replications. A forest area adjacent to the landfill with similar environmental and floristic characteristics but far from the direct impact of the landfill was selected as a control area. in the control section 10 samples were taken. At each station, soil samples were prepared for laboratory operations. Vegetation inventory were also performed in all plots. The selected plots were similar in terms of slope, general direction and height to minimize the impact of environmental conditions and topography on the comparisons. Plots 20 × 20 m were used to study tree and shrub species and plots 1 *1 m were used to analysis of tree species generation and grass coverage.

Determination of heavy metal concentrations

Soil samples were tested to determine the concentrations of the heavy metals lead, nickel, cadmium and chromium. For chemical analysis, the concentration of heavy metals in the soil is weighed 1 gram of each sample dried by a digital scale and poured into Erlenmeyer containers. Then 10 cc of concentrated nitric acid is added to it and placed on a digester (Hot block digester) and placed at a low temperature of 130 ° C for 1 hour and then 400 cc of hydrogen peroxide is added to it. Samples are filtered with S&S filter paper in 50cc c-balloons and the filtered solution is reduced to 50cc using deionized water and poured into plastic containers (Heinrichs et al., 1986).

Enrichment factor

In order to investigate and evaluate soil contamination in the study area, the results of heavy metal analysis with NFSI index (Utermann et al., 2019) were compared and the enrichment factor of all samples was calculated. The concentration of elements compared to the normal concentration was measured using the enrichment factor. The following equation was used to calculate this factor.

$$EF = Se / Re$$

EF is the enrichment factor, Se is the concentration of elements in the soil and Re is the concentration of elements in the reference material. The classification of enrichment factor values in determining the degree of contamination is given in the table below (enrichment factor value classification table) (Bhuiyana et al., 2010).

Table 1: Classification of enrichment factor values

Factor amount	Pollution degree
No pollution	0
No pollution to moderate pollution	1
moderate pollution	2
Medium to strong pollution	3
strong pollution	4
strong pollution to Very strong pollution	5
Very strong pollution	6

The results showed that the pH and EC in the soil of the contaminated area increased and the concentration of all studied metals in the contaminated area compared to the control area showed a significant difference ($P < 0.05$). The density of *Parrotia persica*, *Carpinus betulus* and *Zelkova carpinifolia* in the infected plot was lower than the control plot. *Quecus castanifolia* did not show a significant difference but the number of *Acer sp* in the infected area showed a significant increase. Also, reproduction of *Carpinus betulus*, *Quecus castanifolia* and *Zelkova carpinifolia* in the infected area, a significant decrease and *Parrotia persica* and *Acer* regeneration in the infected plot showed a significant increase.

Conclusion

Finally, the results of this study showed that the acidity, concentration of lead, nickel, chromium, cadmium in the soil of the landfill and its margin was significantly higher than the soil of the control area. Soil factors such as pH and EC was high in soil samples in infected area. Also, the results of density of tree and shrub showed that the difference in species density between infected and control plots was significant in all species except *Quecus castanifolia*. The number of *Parrotia persica* and *Carpinus betulus* and *Zelkova carpinifolia* tree stocks showed a significant decrease in the infected area. Finally, the results of this study showed that municipal waste landfilling has significant effects on the chemical properties of forest soil, so providing the necessary facilities for waste management such as waste incinerators and compost factories in these areas is necessary. It is also necessary to conduct more extensive studies in order to obtain comprehensive information for optimal forest management and reduction of pollution and its spread in forest areas.

Key words

Leached, Heavy metal, Pollution, Forest tree, Biodiversity