Archive of SID

در
زراعت و باغبانی شماره ۸۰، پاییز ۱۳۸۷
پژوهش و سازندگی

تاثیر غلظت های مختلف نفت خام بر پارامترهای رشد گیاهان فسکیو پابلند (*Festuca arundinaceu*) و یونجه (*Medicago sativa*) در یک خاک آهکی

• **ملک حسین شهریاری**
دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی آب و خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
• **غلامرضا ثواقبی فیروزآبادی**
عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی آب و خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
• **داریوش مینایی تهرانی**
عضو هیأت علمی، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید بهشتی
تاریخ دریافت: بهمن ماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: تیر ماه ۱۳۸۶
Email:shahriari396@yahoo.comr

چکیده

آلاینده های هیدروکربنی در خاک ها بسته به نوع و غلظت آنها سمیت زایی متفاوتی را ایجاد می کنند از طرف دیگر گیاهان مختلف نیز بـه دلیل ویژگی های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی متنوع پاسـخ های متفاوتی به غلظت آلاینـده ها می دهند. در این مطالعه تاثیر غلظت های مختلف نفت خام سبک بر درصد سبزشدگی بذور، درصد ماندگاری، زیست توده۱ گیاهی فسکیو پا بلند (*Festuca arundinaceu*) و یونجه(*Medicago sativa*) در خاک آلوده به درصدهای مختلف نفت خام سـبک در یک آزمایش فاکتوریل و طرح کاملا تصادفی با سـه تکرار ارزیابی گردید. برای این منظور خاک غیرآلوده و نفت خام از سـایت بهره برداری سـرکان / ماکو تهیه شـد. گیاهان فسکیو پا بلند و یونجه در گلدان های حاوی خاک غیرآلوده و خاک آلوده به درصدهای مختلف نفت خام (۱، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ درصد) در شرایط آزمایشگاه برای مدت ۴ ماه کشت شد. نتایج نشان داد که درصد سبزشدگی، درصد ماندگاری و زیست توده گیاهی در خاک های آلوده و غیرآلوده به طور معنی داری تفاوت داشـت. رشـد گیاهان نشانه هایی از سـمیت و کاهش زیست توده گیاهی را در خاک های آلوده نشان دادند و با افزایش درصد نفت خام در خاک درصد سـبز شـدگی، درصد ماندگاری و زیست توده گیاهی به طور معنی داری کاهش یافت. گیاه یونجه نسبت به فسـکیو پابلند مقاومت کمتری به سـمیت هیدروکرین های نفتی۲ نشان داد به طوری که در خاک آلوده به ۱۰ درصد نفت خام پس از مدتی جوانه ها از بین رفتند.

کلمات کلیدی: آلاینده، نفت خام سبک، هیدروکربن های نفتی، فسکیو پابلند، یونجه، زیست توده

www.SID.ir

Archive of SID

Pajouhesh & Sazandegi No 80 pp: 203 - 210

Investigation of the effect of different concentration of crude oil on growth parameters of tall fescue (*Festuca arundinaceu*) and Alfalfa (*Medicago sativa*) in the calcareous soil

By: M. H. Shahriari, Gh. Savaghebi Firoozabadi, Soil Science Engineering Department, College of Agriculture and Natural Resourse, Tehran University, Karaj, Iran and D. Minai Tehrani, BioResearch Lab, Biology Department, Faculty of Science, Beheshti University, Tehran, IRAN.

Hydrocarbons contaminants depend on their type and concentration can cause variable toxicity in soils, on the other hand different kind of plants also response concentration of contaminant differently, because of the diversity of physiological and morphological characteristics. In this study the effect of different levels of light crude oil was investigated on emergence and plant biomass of tall fescue (*Festuca arundinaceu*) and alfalfa (*Medicago sativa*). Tall fescue and alfalfa were planted in pots of uncontaminated and contaminated (1, 3, 5, 7 and 10 percent crude oil) soil, and kept to be grown in lab for 4 months. The results indicated that emergence and plant biomass were significantly different in contaminated and uncontaminated soil. Growth rate of plants indicated signs of toxicity and reduced in contaminated soil. Alfalfa showed low resistance to toxicity of petroleum hydrocarbons compare to tall fescue so that the seedlings of alfalfa died after a period of time in soil contaminated with ten percent of crude oil.

Key words: Contaminant, Light crude oil, Petroleum hydrocarbons, Tall fescue, Alfalfa, Biomass

مقدمه

نفت خام و مشتقات آنها در نتیجه استفاده وسیع و جهانی از آن احتمالاً بیشترین آلاینده‌هایی هستند که معمولاً در اکثر مناطق در خاک ها یافت می‌شوند. هر سال تقریباً ۴۰ هزار بشکه نفت خام در نتیجه مشکلات خطوط انتقال بر روی زمین‌ها ریخته می‌شوند(۳۰). خاک‌های آلوده به هیدروکربن‌های نفتی تقریباً در هر جایی که نفت خام یا مشتقات آن در طی استخراج، تولید، پالایش، انتقال و یا ذخیره ریخته یا نشت کنند، پیدا می‌شوند. برای مثال خطوط انتقال نفت در اثر سیل یا خوردگی لوله‌ها شکسته و مقدار زیادی از ترکیبات نفتی به خاک‌ها و آب‌های اطراف رها می شود (۳). حجم سالیانه تولید نفت خام در جهان تقریباً ۷۲ میلیون بشکه در روز می باشد که بیانگر مقیاس و حجم بالایی از استخراج، انتقال و پالایش و مصرف فرآورده‌های آن می‌باشد. چنانچه فرض کنیم حداقل یک درصد از این حجم عظیم از طریق سایت‌های بهره‌برداری نشست از خطوط انتقال، پسماندهای حاصل از پالایش و یا تصاعد آنها به محیط اضافه گردند، چیزی حدود ۲۶۶ میلیون بشکه در سال می‌باشد(۳۲). نفت خام مخلوط اشباعی از آلکان هایی با زنجیره خطی، آلکان هایی با شاخه های کوتاه و آروماتیک ها۳ می باشد(۲۵). نفت خام سبک که سیالیت بالایی دارد به طور کلی بیشتر شامل آروماتیک‌های تک‌حلقه‌ای هستند و آروماتیک‌های چند حلقه‌ای کمتری نسبت به نفت خام سنگین دارند. بخش عمده ای از این برشها از یک نفت خام تا نفت خام دیگر بسیار متنوع است(۲۱) . نتایج متفاوتی از بررسی تاثیر هیدروکربن های نفتی بر رشد گیاهان گزارش شده است که بعضی از این گزارش ها عدم کاهش رشد گیاهان در خاک های آلوده به هیدروکربن های نفتی دلالت دارد(۱۰، ۲۶، ۲۹). اما مطالعات دیگری بیان می کند هیدروکربن های نفتی قادرند با ایجاد سمیت و کاهش حاصل خیزی خاک رشد گیاهان را محدود نمایند که این سمیت به صورت کاهش در درصد جوانه زنی و زیست توده گیاهی در مطالعات متنوعی گزارش شده است(۸، ۱۴، ۱۶،۳۸). بررسی ها بر روی گیاه عدس (*Lens culinaris*) نیز نشان داد که آلوده شدن خاک به نفت خام سنگین و لجن نفتی باعث کاهش وزن اندام هوایی، ریشه و کل زیست توده گیاهی گردید که با افزایش غلظت آلودگی در خاک این تاثیرات منفی شدیدتر شد(۲،۱). همچنین محققان علایم قابل مشاهده‌ای از سمیت شامل کلروسیس۴ برگ‌ها، دهیدراسیون۵ گیاه، رشد ناقص و مرگ گیاهچه های ذرت زمانی که در معرض خاک آلوده به نفت خام (۰ تا ۱۰/۶ درصد) قرار گرفتند را گزارش کردند (۳۷) اما گستره این تغییرات به دلیل تفاوت در نوع و غلظت ترکیبات آلاینده و همچنین بسته به گونه گیاهی متفاوت می باشد. گونه های گیاهی متنوع به دلیل ویژگی های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مختلف تاثیرپذیری متفاوتی نسبت به آلاینده ها دارند بنابراین بررسی پاسخ های گیاهی در خاک آلوده به درصدهای مختلف نفت خام از لحاظ عملکرد و توان تولید خاک حائز اهمیت هستند. از طرف دیگر توانایی گیاهان به جوانه زنی، رشد و تولید زیست توده کافی جهت استفاده از آنها در سیستم گیاه پالایی نیز دارای اهمیت ویژه ای می باشند. در مجموع نگرانی جدی زیست محیطی راجع به وجود هیدروکربن های نفتی در محیط به علت سرطان زایی ترکیبات آنها برای حیوانات، ایجاد جهش در سلول باکتری ها، سمیت آنها برای رشد گیاهان و پتانسیل ویژه برای تجمع زیستی۶ در زنجیره غذایی مطرح می باشد (۱۲، ۱۷، ۲۳). هدف از این تحقیق بررسی تاثیر درصدهای مختلف نفت خام سبک سایت بهره برداری سرکان/ ماکو در غرب کشور بر درصد سبزشدگی، درصد ماندگاری و زیست توده گیاهان فسکیو و یونجه بود.

مواد و روش ها

به دلیل وجود پتانسیل آلودگی خاک‌ها در مناطق بهره‌برداری و نشتی‌های ناشی از خوردگی لوله‌های انتقال نفت خام، خاک غیرآلوده

www.SID.ir

Archive of SID

(به عمق cm ۳۰) و نفت خام از سایت بهره‌برداری چاه‌های نفتی منطقه سرکان/ ماکو تهیه شد.

خاک تهیه شده ابتدا از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد. pH عصاره اشباع خاک با استفاده از pH متر(۳۵)، قابلیت هدایت الکتریکی خاک توسط دستگاه EC سنج(۲۸)، CEC خاک با استفاده از روش باور(۳۳)، آهک خاک به روش حجم سنجی(۲۰)، پتاسیم خاک به روش استات آمونیوم اندازگیری شد (۱۵). اندازه گیری نیتروژن خاک به روش کجلدال(۶). فسفر خاک به روش اولسن(۱۸)، عناصر ضروری کم مصرف شامل آهن (۱۹)، منگنز(۱۳) روی و مس(۲۷) با استفاده از عصاره گیر DTPA استخراج و بادستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد، مواد آلی خاک با استفاده از روش والکلی بلک(۲۴)، بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری(۵) و رطوبت ظرفیت مزرعه(FC) با استفاده از صفحه فشاری۷ (۳۶) اندازه گیری شد. جهت کاشت گیاه در گلدان های یک کیلوگرمی، ابتدا خاک هوا خشک شده توسط غلتک کوبیده شد و سپس از الک ۴میلیمتری عبور داده شد این خاک پس از مخلوط شدن با درصدهای مختلف نفت خام(یک، سه، پنج، هفت و ده درصد) جهت کاشت گیاه آماده گردید. در مرحله بعد با توجه به آزمون خاک میزان کود مصرفی برآورد گردید که نیترات آمونیوم و فسفات پتاسیم به عنوان منابع کودی انتخاب گردید. پس از تهیه گلدان‌ها با توجه به گیاهی (تیمار فسکیو پابلند و تیمار یونجه) نسبت به کاشت بذور آنها در درون گلدان‌ها اقدام گردید. در مورد تیمار فسیکو پابلند تعداد ۳۰ بذر در هر گلدان و در تیمار یونجه تعداد ۲۰ بذر کاشته شد. پس از یک ماه از کاشت تعداد جوانه‌ها در هر گلدان یادداشت گردید و در پایان آزمایش نیز تعداد گیاهان موجود در هر گلدان ثبت گردید، درصد جوانه زنی را در هر گلدان باتوجه به تعداد بذور کشت شده محاسبه شد. در پایان آزمایش گیاهان از خاک خارج گردیدند و با آب شستشو داده شدند تا خاک‌ها از ریشه جدا گردند. سپس با آب مقطر نیز شستشو دوباره انجام شد. وزن تر گیاهان هر گلدان ثبت گردید. به منظور اندازه‌گیری وزن خشک، گیاه را به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلیسیوس آون نگهداشته و وزن خشک کل اندام‌های گیاهی، ثبت گردید طرح به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار انجام شد. رسم نمودارها با نرم افزار Excel رسم شد. تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار Minitab و SAS انجام شد. برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون دانکن درسطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج

آنالیز خاک نشان داد که خاک سایت بهره برداری نفت خام سرکان / ماکو دارای بافتی رسی می باشد. با توجه به آزمون خاک ۷۵ میلی گرم در کیلوگرم خاک نیتروژن و ۳۰ میلی گرم بر گیلوگرم خاک فسفر باید به خاک اضافه گردد، خاک از لحاظ دیگر عناصر ضروری خصوصا عناصر کم مصرف مشکلی نداشت. که بر این اساس نیترات آمونیوم به عنوان منبع ازت و فسفات پتاسیم به عنوان منبع فسفر به خاک اضافه گردید (جدول۱). جدول آنالیز نفت خام (جدول ۲) نشان می دهد که نفت خام استفاده شده دارای ترکیبات هیدروکربنی سبک و فرار بوده که می تواند برای رشد گیاهان ایجاد سمیت نماید.

جدول۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

خصوصیات	مقدار
شن (درصد)	۱۶
سیلت (درصد)	۳۰
رس (درصد)	۵۴
بافت خاک	رسی
pH	۷/۵
رطوبت مزرعه¬ای (درصد)	۲۵
رطوبت اشباع (درصد)	۴۸
(دسی زیمنس بر متر)Ec	۵/۳
کربنات کلسیم معادل (درصد)	۳۱
کربن آلی (درصد)	۰/۸۶
ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی مول بار بر کیلوگرم)	۲۱
نیتروژن (درصد)	۰/۰۵
فسفر قابل جذب (میلی گرم بر گیلوگرم)	۱۲
پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	۲۰۰
اهن قابل استخراج با DTPA (میلی گرم بر گیلوگرم)	۱۰/۶
روی قابل استخراج با DTPA (میلی گرم بر گیلوگرم)	۲/۳
منگنز قابل استخراج با DTPA (میلی گرم بر گیلوگرم)	۱/۳
مس قابل استخراج با DTPA (میلی گرم بر گیلوگرم)	۱/۷۲

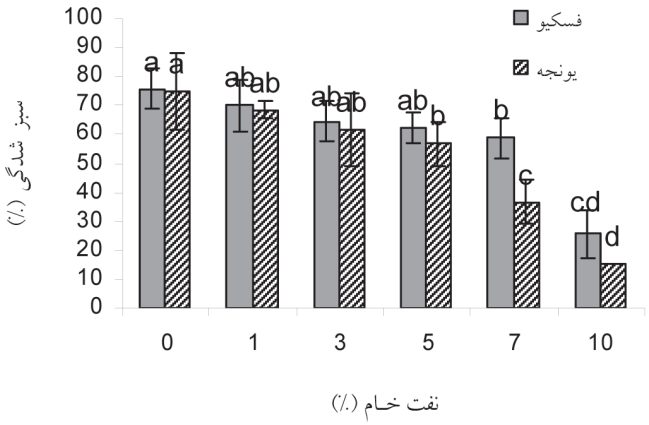
جدول۲- ویژگی های نفت خام مورد استفاده (سرکان – ماکو)

خصوصیات	سرکان – ماکو
وزن مخصوص	۰/۷۹۹
سولفور (٪)	۰/۵
نیتروژن (٪)	۰/۰۲
میزان آب (٪)	<۰/۰۵
مقدار نمک(P.T.B)	۱۲
نیکل (میلی گرم بر لیتر)	<۱/۰
وانادیم (میلی گرم بر لیتر)	<۳
نقطه ذوب	-۲۷
آسفالت	<۰/۵
ترکیبات هیدروکربنی (٪)	
بنزین	۳۲/۵۴
کراسین	۳۰/۲
نفت – گاز	۲۷/۶۴
ترکیبات باقیمانده	۳/۸۷

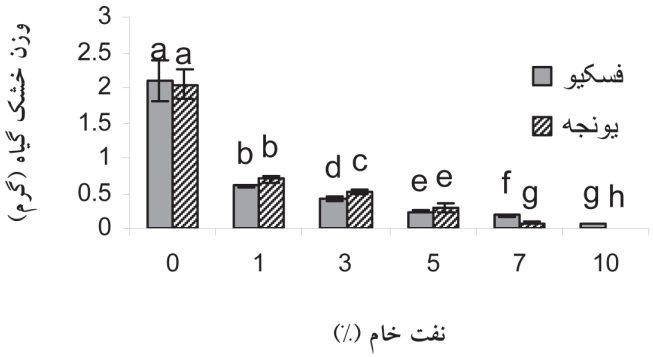
www.SID.ir

Archive of SID

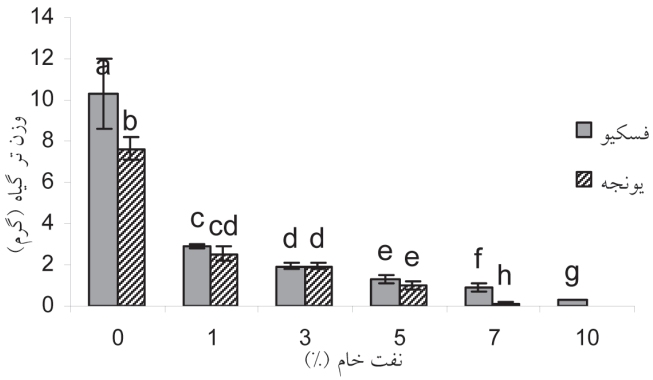
درصد سبز شدگی گیاهان یونجه و فسکیو پابلند در خاک غیرآلوده و خاک آلـوده به درصدهای مختلف نفت خام سـبک (۰، ۱، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ درصد) در زمان ۳۰ روز پس از کاشت بذور نشان داد که به طور کلی در هر دو گیاه با افزایش آلودگی (درصد نفت خام) خاک، درصد سبز شدگی کاهش یافت. اما درتمام درصد های نفت درصد سـبز شـدگی فسـکیو پابلند در مقایسه با گیاه یونجه بیشـتر بود. بررسـی ها نشان داد (شـکل۱) که گیاه یونجه در خـاک آلـوده به ۷ و ۱۰ درصد نفت خام به شـدت دچار افت در درصد سـبز شدگی شد، اما گیاه فسـکیو پابلند تنها در خاک آلوده به ۱۰ درصد نفت خام سـبک افت شدیدی را نشان داد. به طوری که تنها ۳۶/۶۶ درصد بذور یونجه در خاک آلوده با ۷ درصد نفت خام قادر به سـبز شـدن بودند، در حالیکـه ۵۸/۸۹ درصد از بذور گیاه فسـکیو پا بلند در خاک آلوده به ۷ درصد نفت خام سبز شـدند. بیشترین درصد سبز شدگی برای هر دو گیاه فسـکیو پابلند و یونجه به ترتیب ۷۵/۶ و ۷۵ درصد در خاک غیرآلوده بود و کمترین درصد سبزشدگی برای این دو گیاه به ترتیب ۲۵/۶ و ۱۵ درصد در خاک آلوده به ۱۰ درصد نفت خام سـبک مشـاهده شـد. جدول تجزیه واریانس (جدول۳) نشان داد که فاکتور نفت خام در سطح ۱ درصد، فاکتور گیاه در سـطح ۵ درصد معنی دار بود اما اثـرات متقابل گیاه و درصد نفت معنی دار نیست. مقایسه میانگین تیمارها نیز با آزمون چند دامنه ای دانکن درسـطح ۵ درصد انجام شـد. نتایج آماری نشان داد که درصد سبز شدگی خـاک غیرآلوده و خاک آلوده به یـک درصد نفت خام اختلاف معنی داری ندارند، اما خاک غیرآلوده با خاک آلوده با دیگر درصدها اختلاف معنی داری دارند. خاک آلوده با ۱، ۳ و ۵ درصد نیز با هم اختلاف معنی داری نداشت. اما خاک آلوده به ۷ و ۱۰ درصد نفت خام با یکدیگر و دیگر تیمارهای نفت خام اختلاف معنی داری نشان داد(شکل ۱).



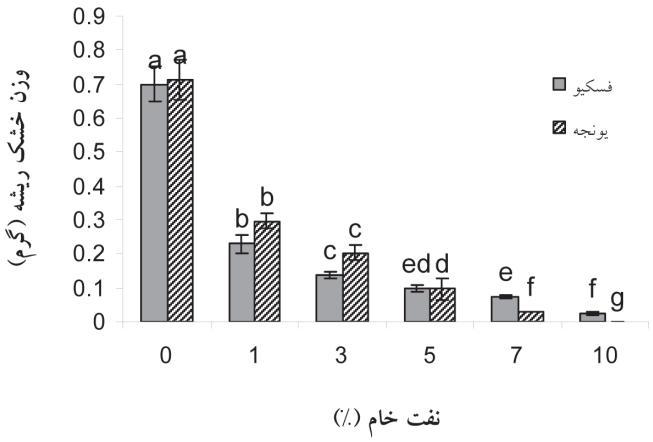
شکل ۱- نمودار تاثیر درصدهای مختلف نفت خام سبک بر درصد سبزشدگی بذور فسکیو و یونجه



شکل۲- نمودار تاثیر درصدهای مختلف نفت خام در خاک بر وزن تر گیاهان فسکیو و یونجه



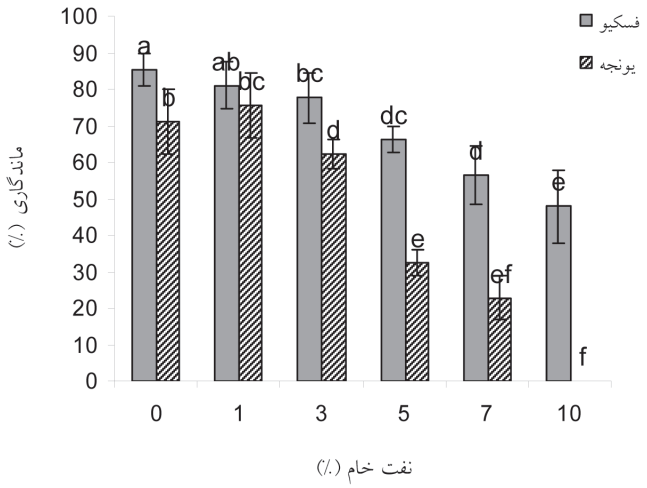
شکل۳- نمودار تاثیر درصدهای مختلف نفت خام سبک بر وزن خشک گیاهان فسکیو و یونجه



شکل ۴ - نمودار تغییرات وزن خشک ریشه فسکیو و یونجه در خاک غیرآلوده و خاک آلوده به درصدهای مختلف نفت خام سبک

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۵- تاثیرخاک آلوده به درصدهای مختلف نفت خام بر درصد ماندگاری فسکیو و یونجه

نتایج وزن تر، وزن خشک کل و وزن خشک ریشه و درصد ماندگاری گیاهان فسکیو و یونجه در پایان دوره آزمایش نشان داد که با افزایش درصد نفت خام خاک موارد مذکور کاهش یافت (اشکال ۲ تا ۵). اما بسته به نوع گیاه، درصد نفت و صفت بررسی شده درجه تغییرات متفاوت بود. بطوریکه خاک آلوده به یک درصد نفت خام کاهش شدیدی در وزن تر، وزن خشک کل و وزن خشک ریشه در هر دو گیاه نسبت به وزن آنها در خاک غیر آلوده نشان داد. در درصدهای بالای نفت خام در خاک، گیاه یونجه کاهش وزن بیشتری را از خود نشان داد به طوری که در خاک آلوده به ۱۰ درصد نفت خام اثری از گیاه یونجه وجود نداشت. آنالیز آماری داده ها نیز اختلاف معنی داری را بین گیاهان مختلف، درصدهای مختلف نفت خام و اثرات متقابل آنها نشان داد. نتایج درصد ماندگاری نشان داد که در درصدهای پایین نفت خام در خاک اختلاف چندانی بین درصدهای نفت خام و حتی بین دو گیاه وجود ندارد اما در درصدهای بالا اختلاف بیشتری بین درصدهای نفت خام و دو گیاه وجود دارد به طوری که بیشترین درصد ماندگاری مربوط به خاک غیرآلوده بوده که برای فسکیو پا بلند و یونجه به ترتیب ۸۵/۲۹ و ۷۱/۱۱ ثبت گردید. و کمترین درصد ماندگاری نسبت به تعداد جوانه های اولیه مربوط به خاک آلوده به ۱۰ درصد نفت خام بود که برای هر دو گیاه فسکیو پا بلند و یونجه به ترتیب حدود ۵۰ و ۰ درصد بود (شکل۵).

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس داده ها

تیمار	درجه آزادی	وزن تر گیاهa	وزن خشک گیاهa	وزن خشک ریشهa	درصد جوانه	درصد ماندگاری
درصد نفتb	۵	۰/۵۰۲**	۰/۲۶۵**	۰/۱۲۸**	۴۱۳۳**	۲۴۹۹/۲۶**
گیاهc	۱	۰/۱۷۴**	/۰۰۷**	۰/۰۰۳**	۷۳۹*	۱۹۲۶/۲۲**
اثرات متقابل	۵	۰/۰۳۷**	/۰۱۰**	/۰۰۶**	۱۸۰/۶۵ns	۸۸/۱ns
خطا	۲۴	۰/۰۰۰۹	/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۳	۱۱۴/۴۲	۲۹/۱۱

a بر روی داده های غیرنرمال تبدیل $\sqrt{Loge(x+1)}$ انجام شد

b درصدهای نفت خام ۰، ۱، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ درصد می باشد

c فاکتور های گیاهی: فسکیو، یونجه

** معنی دار در سطح یک درصد

* معنی دار در سطح ۵ درصد

Ns عدم معنی دار بودن

بحث

مشاهده تغییراتی که گیاهان یونجه و فسکیو پابلند در خاک آلوده به نفت خام سبک متحمل شدند نشاندهنده آن بود که ترکیبات سمی موجود در نفت خام سبک توانسته است رشد و جوانه زنی هر دو گیاه را تحت تاثیر قرار دهد. به طوری که هر چه بر غلظت نفت افزوده شد آسیب های وارده به گیاه بیشتر بود. Chaineau و همکاران(۷) نیز نشان دادند که جوانه زنی بذور آفتابگردان، ذرت، گندم، جو، لوبیا، کاهو و شبدر در خاک های آلوده به نفت نسبت به خاک شاهد کاهش پیدا کرد و بیشترین کاهش نیز مربوط به بیشترین سطح نفت گزارش گردید. Schwendinger (۳۱) در مطالعه ای مشابه نشان داد که با افزایش غلظت نفت خام در خاک درصد جوانه زنی یولاف کاهش یافت. با این حال تعداد اندک جوانه در غلظت آلودگی بالا (۱۰٪) نشان دهنده آن بود که گیاهان یونجه و فسکیو پابلند غلظت های بالای آلودگی را برای جوانه زدن تحمل نموده اند، اما گیاه یونجه در خاک آلوده به ۱۰ درصد نفت خام سبک پس از مدتی به دلیل سمیت بالای ناشی از وجود ترکیبات هیدروکربنی نفت خام، از بین رفته است ولی گیاه فسکیو پابلند توانایی زنده ماندن در خاک آلوده به ده درصد نفت خام سبک را تا پایان دوره آزمایش داشت، هرچند تاثیر سمیت نفت بر روی درصد جوانه زنی (شکل۱)، درصد ماندگاری (شکل۵)، زیست توده گیاهی(اشکال۲، ۳ و ۴) و کلروسیس برگ ها کاملا واضح بود. Udo و Fayemi (۳۷) نیز گزارش دادند که بذور ذرت در خاک آلوده به ۱۰/۶ درصد نفت خام قادر به جوانه زنی نیستند. اما Wiltse و همکاران (۳۸) بیان کردند که بذور یونجه در خاک آلوده به ۵ درصد نفت خام توانایی جوانه زنی را دارند. درصد جوانه زنی و درصد ماندگاری بیشتر فسکیو پابلند نسبت به یونجه در خاک آلوده به درصدهای مختلف نفت خام دلالت بر مقاوم بودن بیشتر گیاه فسکیو به هیدروکربن های نفتی دارد. Epuri و Sorenson (۱۱) نیز نشان دادند که در بین چهار گراس کشت شده در خاک آلوده به هیدروکربن های آروماتیک چندحلقه ای (PAHs)۸ و PCBs۹، فسکیو پابلند بیشترین درصد جوانه زنی را داشت. بنابراین گیاهان به دلیل ویژگی های فیزیولوژیکی متنوع پاسخ های متفاوتی به غلظت های مختلف آلودگی می دهند. اما در تضاد با این نتایج Dibble و Bartha (۱۰) بیان کردند که جوانه زنی بذور گندم و سورگوم در خاک آلوده به کروسین(۰/۳۴ درصد) یکسان بودند اگر چه جوانه زنی در خاک

www.SID.ir

Archive of SID

آلـوده با تاخیر همراه بود. Palmroth و همکاران(۲۶) نیز بیان کردند که بذور گیاهان کاج اسـکاتلندی، بید، لگوم های مخلوط وگراس های مخلوط در خاک آلوده با سـوخت دیزلی در مقایسـه با خاک شاهد به یک نسبت جوانه زدند و افزایش سـوخت دیزلی تاثیری بر جوانه زنی آنها نداشت. عدم تاثیر آلاینده های نفتی در کاهش جوانه زنی بذور گیاهان در دو مورد آخر و تفاوت با این آزمایش می تواند به دلایل غلظت پایین آلاینده ها و سمیت کمتر ترکیبات استفاده شده باشد. چرا که در این آزمایش از نفت خام سبک استفاده شده که به دلیل ترکیبات سبک و فرار بیشتر سمیت بالاتری برای گیاهان ایجاد می کنند.

نتایج نشـان داد که فسکیو پابلند و یونجه در بیشتر درصدهای نفت جوانه زنی و ماندگاری بالایی داشتند (به استثنای خاک آلوده به ۷ و ۱۰ درصد نفـت خام) در صورتی که در مورد زیسـت توده گیاهـی وجود آلودگی به میزان یک درصد نیز تاثیر معنی داری بر کاهش آنها داشـت. در این مورد شاید بتوان بیان کرد که پوست بذور مانع از نفوذ آلودگی به درون بذر شده و سـمیت ترکیبات را کاهش داده است اما با گذشت زمان حرکت ریشه ها در خاک به دلیل سمیت بالای ترکیبات نفتی خاک دچار مشکل جدی شده اسـت که نهایتاً تاثیر منفی این سمیت بر روی اندام های هوایی و کل گیاه ، تعداد برگ ها و ارتفاع آنها ظاهر می شـود. زیسـت توده گیاهی در خاک آلوده به ۱ درصد نفت خام سـبک بشـدت کاهش یافت به طوری که وزن خشـک گیاهان فسکیو پا بلند، یونجه و مخلوط به ترتیب به ۲۸/۶، ۳۳/۸۲ و ۳۴/۴۸ درصد وزن خشـک آنها در خاک غیرآلوده رسـید. Chaîneau و همکاران (۷) در مورد گندم و لوبیا کاهش در زیسـت توده خشـک اندام هوایی گیاه بیشـتر از ۸۰ درصـد زمانی که آنها در خـاک آلوده به هیدرو کربن های نفتی رشـد کردند گزارش دادند و کاهش رشـد گیاه با افزایش غلظـت هیدروکربن های نفتی بیان کردند. Wiltse و همکاران (۳۸) نیز بیـان کردند که عملکرد زراعی یونجه در خاک آلوده شـده با ۲درصد نفت خام، کل محصول علوفه ای در خاک های آلوده شـده به طور متوسـط ۳۲ درصد نسـبت به خاک های غیرآلوده بود در حالی که وزن ریشـه در خاک آلوده ۴۷ درصد وزن ریشـه در خاک غیرآلوده گزارش گردید. علاوه بر آن گیاهـان یونجه در خاک های آلوده کوتاه تر بودند و آهسـته تر به رشـد و تکامل رسـیدند که دلیل کاهش بیشتر زیست توده گیاهی در این آزمایش مـی تـوان به نوع نفت خام اشـاره نمود همانطوریکه جدول ۲ نشـان داد نفت خام اسـتفاده شـده در این آزمایش از نوع سـبک می باشد که دارای ترکیبات فرار و سـمیت زای بیشتری نسبت به نفت خام سنگین می باشد بنابرایـن ترکیبات نفتی با توجه به نـوع ترکیبات آنها می توانند به درجات متفاوتی سمیت ایجاد نمایند. نفت خام سبک که سیالیت بالایی دارد بطور کلی بیشـتر شامل آروماتیک‌های تک‌حلقه‌ای هستند و آروماتیک‌های چند حلقه‌ای کمتری نسـبت به نفت خام سـنگین دارد. آروماتیک های سبک، آلـکان هـا(nC۱۴-nC۹) و آلکیـل نفتالین به عنوان ترکیبات سـمیت زا برای گیاهان نسـبت بـه هیدروکربن های با nC۱۵ و بیشـتر مطرح م ی باشند که دلیل این امر زیست فراهمی ۱۰ بیشتر آنها به دلیل سبک بودن نسبی آنهاسـت(۷). ترکیبات آروماتیک تک حلقه ای به دلیل وزن ملکولی کمتر آنها در آب نسبتا محلول هستند(۲۲). ترکیبات نفتی علاوه بر سمیت مستقیم از طرق غیر مستقیم و با تحریک رشد باکتری های خاک و مصرف عناصـر غذایی ضروری خاک و همچنین کاهش اکسـیژن خاک می توانند بر روی رشـد گیاهان تاثیر گذار باشند.Schwendinger (۳۱) بیان کرد که هیدروکربن های نفتی معمولا دسترسی عناصر غذایی را برای گیاهان و ریزجانداران بوسیله کاهش قابلیت دسترسی آبی که مواد غذایی در آن حل می شـوند محدود می کنند. آنها همچنین زیست فراهمی عناصر غذایی در خاک را کاهش می دهند. زیسـت فراهمی کم مواد غذایی ناشـی از زیادی کربـن هیدروکربن های نفتی می باشـد اما ریزجاندارانـی که نیاز کمتری به نیتروژن و فسـفر دارند قادر به تجزیه هیدروکربن های نفتی هسـتند و تجزیه هیدروکربن های نفتی باعث ایموبیلیزه شدن۱۱ (آلی شدن) نیتروژن و فسـفر می شـود که در نتیجه باعث ظاهر شـدن کمبود نیتروژن و فسفر در خـاک های آلوده به نفت خام بـرای گیاهان می گردد. Biederbeck و همکاران (۴) یافتند که کاربرد باقیمانده های نفتی به خاک شـنی باعث پایین آمدن سـطح نیترات خاک در نتیجه آلی شدن نیتروژن بوسیله رشد سـریع باکتری های تجزیه کننده مـواد هیدروکربنی به همراه جلوگیری از عمـل تثبیت نیتروژن توسـط باکتری های تثبیت کننـده نیتروژن بدلیل کمبود اکسـیژن و عناصر غذایی گردید. این مطالعه نشان داد که نفت خام سبک منطقه سـرکان – ماکو تاثیر سمیت زایی بالایی بر پارامترهای رشد گیاهان مورد استفاده در این تحقیق داشت و با افزایش غلظت نفت خام در خاک این تاثیر بیشتر گردید اما با این حال گیاه فسکیو پابلند قادر به جوانه زنی و رشد محدود در خاک آلوده به ده درصد نفت خام بود.

تشکر و قدردانی

بدینوسـیله از قطب علمـی بهبود کیفیت خاک برای تغذیـه متعادل گیاه گروه مهندسـی علوم خاک دانشکده مهندسی آب و خاک، معاونت محترم پژوهشـی و فنـاوری پردیس کشـاورزی و منابع طبیعی دانشـگاه تهران، شـرکت نفت مناطق مرکزی ایران، آزمایشـگاه تحقیقات زیسـتی دانشگاه شهید بهشـتی و عزیزانی که در اجرای این پژوهش ما را یاری دادند تشکر و قدردانی می نماید.

پاورقی ها

1. Biomass
2. Petroleum Hydrocarbons
3. Aromatic
4. Chlorosis
5. Dehydration
6. Bioaccumulation
7. Pressure plate
8. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons
9. Biphenyls Polychlorinated
10. Bioavailability
11. Immobilization

منابع مورد استفاده

۱۱- پدیـداران، مونـا. نفیسـه پیرصالحی. مهدیـه عزیزی. فائـزه کلانتری و داریوش مینایی تهرانی. ۱۳۸۵. تاثیر خاک آلوده به نفت سنگین بر گیاه عدس (*Lens culinaris*). مجموعه مقالات همایش خاک، محیط زیسـت و توسعه

www.SID.ir

Archive of SID

پایدار، ص۲۷۱-۲۷۲. کرج. دانشگاه تهران
۲- کلانتـری، فائـزه. مهدیـه عزیـزی. ملـک حسـین شـهریاری و داریوش مینایـی تهرانـی.۱۳۸۵ تاثیر خاک آلـوده به لجن نفتی بر رشـد گیاه عدس (*Lens culinaris*). مجموعه مقالات همایش خاک، محیط زیسـت و توسعه پایدار، ص۲۶۷-۲۶۸ . کرج. دانشگاه تهران.

3. Bedient,P.B., H.S. Rifia., and C.J. Newell. 1994. Groundwater contamination: transport and remediation. Prentice Hall, Englewood Cliffs.

4. Biederbeck, V.O., R.M, St. Jacques., D. Curtin., H.J. Geissler., F. Selles., and J. Waddington. 1993. Use of Heavy Oil Waste Sludge for Protection and Improvement of Sandy Soil. Agriculture and Agri-Food Canada, SK, and Environment Canada.

5. Bouyoucos, C.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle-size analysis of soil. Agron. J. 54:464-465.

6. Bremner, J.M. 1996. Nitrogen – Total. P.1085-1122. In D. L Sparks, et al: Method of soil analysis. Published by: Soil Science Society of America, Inc. American society of agronomy , Inc. Madison, WI.

7. Chaineau, C. H., J. L, Morel,. and J. Oudot. 1997. Phytotoxicity and plant uptake of fuel oil hydrocarbons. J. Environ. Qual. 26: 1478-1483.

8. Corseuil, H.X. and F.N. Moreno. 2000. Phytoremediation potential of willow trees for aquifers contaminated with ethanol-blended gasoline. Water Research 35:3013-3017.

9. Davis, L.C., N. Muralidharan,. V.P. Visser,. C. Chaffin,. W.G Fateley,. L.E. Erickson,. and R.M. Hammaker. 1994. Alfalfa plants and associated microorganisms promote biodegradation rather than volatilization of organic substances from ground water. In Bioremediation Through Rhizosphere Technology. T. A. Anderson and J. R. Coats. American Chemical Society: Washington, D.C. ACS Symposium Series 563:112-122.

10. Dibble, J. T. and R. Bartha. 1979. Rehabilation of oil-inundated agricultural land: a case history. Soil Science. 128 (1): 56-60.

11. Epuri, V. and D.L. Sorensen. 1997. Benzo(a)pyrene and hexachlorobiphenyl contaminated soil: phytoremediation potential. In Phytoremediation of Soil and Water Contaminants. E. L. Kruger, T. A. Anderson and J. R. Coats. American Chemical Society: Washington, D.C. ACS Symposium Series 664. 200-222.

12. Fujikawa, K., F.L. Fort., K. Samejima., and Y. Sakamoto. 1993. Genotoxic potency in Drosophila melanogaster of selected aromatic amines and polycylic aromatic hydrocarbons as assayed in the DNA repair test. Mutat Res;290:175– 82.

13. Gambrell, R.P. 1996. Manganese. P. 665- 682. In D. L. Sparks et al: Method of soil analysis. Published by: Soil Science Society of America, Inc. American Society of Agronomy, Inc. Madison, WI.

14. Gunther., T., U. Dornberger., and W. Fritsche. 1996. Effects of ryegrass on biodegradation of hydrocarbons in soil. Chemosphere. 33 (2): 203-215.

15. Hemke, P.H., and D.L. Spark. 1996. Potassium. P.551-574. In D. L. Sparks, et al: Method of soil analysis. Published by: Soil Science Society of America, Inc. American Society of Agronomy , Inc. Madison, WI.

16. Hollowell, G. P., L. D. Kuykendall, W. K. Gillette, F. M. Hashem, L. Hou, H. E. Tatem, and S. K. Dutta. 1999. Genetic transfer and expression of plasmid RP4::TOL in *Sinorhizobium meliloti*, *Bradyrhizobium japonicum* and *B. elkanii*. Soil Biol. and Biochem. 31:1811-1819.

17. Jian, Y., L. Wang., P.F. Peter., and H.T. Yu. 2004. Photomutagenicity of 16 polycyclic aromatic hydrocarbons from the US EPA priority pollutant list. Mutat Res;557:99–108.

18. Kuo, S. 1996. Phosphorus. P. 869-920. In Sparks, D. L. et al, method of soil analysis. Published by: Soil science society of America, Inc. American Society of Agronomy , Inc. Madison, WI.

19. Leoppert, R.L., and W.P. Inskeep. 1996. Iron. P. 639-664. In D. L. Sparks, et al: Method of soil analysis. Published by: Soil Science Society of America, Inc. American Society of Agronomy , Inc. Madison, WI.

20. Loeppert, R.H., and D.L. Suarez.1996. Carbonate and Gypsum. P. 437-474. In D. L. Sparks, et al: Method of soil analysis. Published by: Soil Science Society of America, Inc. American Society of Agronomy , Inc. Madison, WI.

21. Lyons, W.C. 1996. Standard Handbook of Petroleum and Natural Gas Engineering. Gulf Publishing Company: Houston.

22. Mackay, D. 1991. Multimedia Environmental Models: The Fugacity Approach. Lewis Publishers, Inc.: Chelsea, Michigan.

23. Morehead N.R, B.J. Eadie., B. Lake., P.D. Landrum., and D. Berner. 1986. The sorption of PAH onto dissolved organic matter in Lake Michigan waters. Chemosphere:15:403– 12.

24. Nelson, D.W., and L.E. Sommers. 1996. Organic carbon and organic matter. p. 961-1010. In D. L. Sparks, et al: Method of soil analysis. Published by: Soil Science Society of America, Inc. American Society of Agronomy , Inc. Madison, WI.

25 Olah, G. A. and A. Molnar. 1995. Hydrocarbon Chemistry. John Wiley and Sons, Inc.: Toronto.

26. Palmroth, M. R. T., J. Pichtel, and J. A. Puhakka. 2002. Phytoremediation of subartic soil contaminated with diesel fuel. Bioresource Technology 84:221-228.

27. Reed, S.T., and D.C. Martens. 1996. Cooper and Zinc. P. 703-722. In D. L. Sparkset al: Method of soil analysis. Published by: Soil Science Society of America, Inc. American Society of Agronomy

www.SID.ir

Archive of SID

34. Suominen, L., M. Jussila, K. Mäkeläinen, M. Romantschuk, and K. Lindström. 2000. Evaluation of the Galega-Rhizobium galegae system for the bioremediation of oil-contaminated soil. Environmental Pollution 107:239-244

35. Thomas, G.W. 1996. Soil pH and soil acidity.P. 475-490. In Sparks, D. L. et al, method of soil analysis. Published by: soil science society of America, Inc. American society of agronomy , Inc. Madison, Wisconsin, USA.

36. Topp, G.C., B.C. Galynou, B.C. Ball, and M.R. Carter . 1993. Soil water adsorption curve. 569-579. In M.R. Carter (ed)Soil sampling and methods of analysis. Lewis Publishers, Boca Raton, EL.

37. Udo, E. J., and A.A. Fayemi. 1975. The effect of oil pollution of soil on germination, growth and nutrient uptake of corn. J. Environ. Qual. 4 (4): 537-540.

38. Wiltse, C.C., W.L, Rooney., Z. Chen., A. P, Schwab,. and M. K. Banks. 1998. Greenhouse evaluation of agronomic and crude oil-phytoremediation potential among alfalfa genotypes. J. Environ. Qual. 27: 169-173.

, Inc. Madison, WI.

28. Rhoades, J.D. 1996. Electrical conductivity and total dissolved solids. P. 417-436. In D. L. Sparks, et al: Method of soil analysis. Published by: Soil Science Society of America, Inc. American Society of Agronomy , Inc. Madison, WI.

29. Rogers, H. B., C. A. Beyrouty., T. D. Nichols., D. C. Wolf,. and C. M. Reynolds. 1996. Selection of cold-tolerant plants for growth in soils contaminated with organics. J. Soil Contam.. 5 (2): 171-186.

30. Salanitro, J.P. 2001. Bioremediation of petroleum hydrocarbons in soil. Adv Agron 72: 53-105.

31. Schwendinger, R.B. 1968. Reclamation of soil contaminated with oil. Journal of the Institute of Petroleum. 54: 182-197.

32. Singh, A., and O.P. Word. 2004. Appliad Bioremediation and Phytoremediation. Published by Springer-verlag Berlin Heidelberg. Germany.

33. Sumner, M.E. and W..P. Miller. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficients p.1201-1230. In D. L. Sparks, et al: Method of soil analysis. Published by: Soil Science Society of America, Inc. American Society of Agronomy , Inc. Madison, WI.

www.SID.ir