بررسی خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و حاصل‌خیزی باطله‌های زغال سنگ به‌منظور استفاده در کشاورزی (مورد: زغال‌های باطله در کارخانه زغال‌شوئی زرند کرمان)

مجید حیدری زاده[۱]، هرمزد نقوی[۲] و محمد رضا مقدم[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۵/۰۲

چکیده

استخراج از معادن زغال سنگ، ضمن این که مقدار قابل توجهی باطله زغال بدون استفاده از خود بجای می گذارد، اثرات زیست محیطی آن نیز جای تامل است. از سویی، خاک‌های اراضی زراعی و غیر زراعی نیاز مبرمی به مواد افزودنی به منظور افزایش حاصل‌خیزی و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دارند. لذا، این پژوهش با هدف بررسی خصوصیات شیمیایی، فیزیکی و حاصل‌خیزی باطله‌های زغال سنگ کارخانه زغال‌شوئی زرند کرمان به منظور استفاده در بخش کشاورزی ساماندهی شد. در این پژوهش، با آزمایش‌های فیزیکی، شیمیائی و حاصل‌خیزی بر روی نمونه هائی از زغال خالص و همچنین افزودن زغال با خاک سبک و سنگین در سطوح مختلف ۵، ۱۰، ۲۵ و ۵۰ تن در هکتار با سه تکرار در کشت گلخانه‌ای گیاه ذرت انجام شد. در این پژوهش، منظور از خواص فیزیکی بافت، تخلخل، وزن مخصوص و آب قابل استفاده، منظور از خواص شیمیائی آنیون‌ها و کاتیون‌ها، هدایت الکتریکی عصاره اشباع و اسیدیته گل اشباع خاک و منظور از خواص تغذیه‌ای زغال و مخلوط آن با خاک ازت، فسفر قابل استفاده، پتاسیم محلول، آهن، منگنز، مس و روی قابل جذب است. در این رابطه، مقدار عناصر سنگین سرب، جیوه و کادمیم در باطله‌های زغال و باقیمانده گیاه نیز اندازه‌گیری شد. نتایج نشان می‌دهد بافت زغال شن لومی با جرم حجمی ۱/۹۵ و جرم ظاهری ۰/۸۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. هرچند تخلخل کل زغال ۵۵ درصد است ولی میزان آب قابل استفاده زغال خالص کم و به میزان ۵/۵ درصد است. محلول نمونه‌های زغال دارای محیط اسیدی با متوسط اسیدیته ۵،۸ می باشد. افزودن زغال به خاک سبک و سنگین در تمام سطوح مختلف موجب تغییر معنی‌دار در سطح ۵ درصد درمقادیر محلول یون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم و همچنین کربنات، بیکربنات، و کلر نشده است اما در افزایش مقادیر کربن آلی و آهن در خاک سبک و افزایش سولفات در خاک‌های سنگین مؤثر بوده است. مقدار عناصر سنگین سرب، کادمیم و جیوه در زغال از حد مجاز استاندارد کم‌تر است و با افزودن زغال به خاک و مقایسه با شاهد مشخص شد که مقدار افزایش عناصر سنگین در مخلوط خاک با زغال و بقایای گیاهی حاصل از آن قابل ملاحظه نمی‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آهن محلول، زغال باطله، سولفات، عناصر سنگین، کرمان، کشت گلخانه‌ای.

[۱] استادیار و سرپرست گروه پژوهشی خشکسالی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، ایران،
تلفن تماس ۴۴۹۰۱۷۲۳- ۰۲۱ آدرس پست الکترونیکی heydarizadeh1@gmail.com
[۲] استادیار، بخش تحقیقات آب و خاک، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، کرمان، ایران،
آدرس پست الکترونیکی naghavii@yahoo.com
[۳] مربی پژوهشی و رئیس دانشگاه علمی کاربردی شرکت زغال سنگ کرمان
آدرس پست الکترونیکی moghadam90002000@yahoo.com

مقدمه

معادن زغال سنگ کرمان در قسمت جنوب شرقی ایران و در محدوده چین خوردگی های کرمان - یزد واقع شده است. معادن این منطقه به فاصله ۵۰ تا ۲۲۰ کیلومتری شمال غرب کرمان واقع و از نظر ساختمان زمین شناسی جزء ناودیس کرمان- مهاباد محسوب می شوند. کارخانه زغال شوئی کرمان در جوار شهر زرند واقع شده است و باطله های زغال سنگ نیز در همان محدوده کارخانه و در قسمت جنوبی آن انبار می شوند. در حال حاضر به میزان تقریبی ۶,۵ میلیون تن باطله یا بقایای زغال سنگ تنها در جوار کارخانه زغال شوئی و در حومه شهر زرند انبار شده است. هر ساله هم حدود ۴۰۰ هزار تن به مقدار آن اضافه می شود. به همین میزان نیز باطله زغال سنگ در معادن محل استخراج زغال انباشت می‌شود.

عمده پژوهش های انجام گرفته برای استفاده از باطله های زغال سنگ بیشتر مربوط به تثبیت و احیاء زغال های دور ریخته شده و ایجاد فضای سبز در معادن و محیط های صنعتی زغال شوئی است و بطور مثال می توان به معادن زغال سنگ ویرجینیای آمریکا اشاره کرد. در معادن زغال سنگ ویرجینیای آمریکا برای امکان سنجی کاشت درختان و گیاهان مقاوم بر روی دپوی زغال های باطله تحقیقات ویژه انجام شده است (ستوارت و همکاران، ۱۹۹۰ و ۱۹۹۲؛ استورات، ب.ر. ۱۹۹۰ و دنیلز و همکاران، ۱۹۹۰). در این پژوهش‌ها به pH کم محیط اشاره کرده اند و همچنین بقایای زغال از لحاظ عناصر کلسیم، منیزیم و پتاسیم کافی قلمداد شده است و در مقابل اشاره به اضافه نمودن ازت، فسفر و پتاسیم برای تکمیل حاصلخیزی زغال باطله شده است.

جوست و همکاران (۱۹۸۵) برای اصلاح اسید ناشی از زغال باطله برای استقرار و رشد سه گونه علوفه ای از مخلوط پودر سنگ آهک و لجن فاضلاب استفاده کردند. در تحقیق آنها، آنالیز فیزیکی و شیمیائی خاک نشان داد که مواد ارگانیک لجن بعد از دو سال تجزیه و تثبیت شده و تخلخل ماکرو و درشت خاک افزایش پیدا می‌کند. رقم اسیدیته زغال در سال اول از ۲,۷ به ۴,۴ و در سال دوم به ۵,۲ افزایش پیدا می کند. در پژوهش یادشده مشخص شد که برای احیای فضای سبز بر روی ذغال های باطله نیازی به آوردن خاک زراعی و ریختن بر روی باطله های زغال و کاشت گیاهان نیست، بلکه با لجن فاضلاب و پودر سنگ آهک می توان آن را اصلاح نمود.

در تحقیق دیگری، یوهانگ و همکاران (۲۰۰۸) برای تعیین عمق و لایه پوشش خاک برای ایجاد پوشش سبز در معدن زغال‌سنگ و باطله‌های زغال اقدام به پوشش آن ها با عمق های مختلف لایه خاک کردند. نتایج به دست آمده نشان داد از میان عمق‌های پوشش خاک ۳۰، ۷۰ و ۱۰۰ سانتی‌متر، عمق پوشش ۷۰ سانتی‌متر یک عمق نسبتا اقتصادی و منطقی برای بازسازی انباشت باطله‌های زغال و معدن محل برداشت زغال می‌باشد.

بر روی مشتقات احتراقی و باقیمانده زغال پس از سوختن نیز تحقیقات متنوعی انجام شده است. کدینگ و همکاران (۱۹۹۷) با بکار بردن مشتقات احتراقی زغال برای اصلاح خاک اسیدی، دریافتند که برای اصلاح این نوع خاک‌ها مفید هستند و باعث بالا رفتن اسیدیته خاک می‌شوند. ولی در این شرایط عناصر مضر نظیر سلنیوم، ارسنیک و مولیبدن در محیط خاک آزاد شده و جذب گیاهان و دام مصرف کننده آن‌ها خواهد شد. همین محقق در سال ۲۰۰۰ دریافت که ترکیبات کلسیمی این خاکستر می‌تواند از محلولیت فسفر در خاک‌های اسیدی بکاهد و در نتیجه غلظت فسفر و منیزیم گیاه را کاهش دهد. ضمنا خاکسترهای زغال دارای بر نیز می باشند. کلارک و همکاران (۱۹۹۷) توانستند مقدار مناسب ترکیب خاکستر زغال را که هم رشد زیاد ذرت را به همراه داشته باشد و هم سمیت بر را نداشته باشد، پیدا کنند.

در ایران و در دانشگاه صنعتی اصفهان بر روی سربارههای کورههای ذوب آهن اصفهان برای مصارف کشاورزی تحقیقاتی صورت گرفته است (شریعتمداری و همکاران، ۱۳۸۵ و کاظمی و همکاران ۱۳۹۱). نتایج نشان داد که کاربرد سرباره و لجن کنورتور طی سه سال متوالی باعث افزایش معنی دار شکل های شیمیایی آهن و آهن قابل جذب در خاک می شود.

هدف از پژوهش حاضر دستیابی به شناخت و تاثیر استفاده از باطله های زغال سنگ به عنوان مواد اصلاحی در خواص فیزیکی، شیمیائی و حاصلخیزی خاک است و دارای اهداف فرعی دستیابی به مقدار عناصر سنگین در زغال و مقایسه آن با مقدار استاندارد محیط زیست، امکان یابی متاثر شدن گیاه در سطوح مختلف افزودن زغال به خاک نسبت به مقدار جذب عناصر سنگین و همچنین تعیین تاثیرات ثانوی اسیدیته زغال در آزاد سازی آنیون ها و کاتیون های موجود در مخلوط زغال با خاک می باشد.

مواد و روش‌ها

الف- منطقه مورد مطالعه:

منطقه مورد پژوهش، همان انباشت های ذخیره شده زغال باطله با وزن تقریبی ۶/۵ میلیون تنی کارخانه زغال شوئی واقع در شرق شهر زرند در استان کرمان است. به علت گسترش شهر زرند هم اکنون کارخانه زغال شوئی در شرق این شهر واقع شده و انباشت زغال های باطله نیز در جوار جنوبی کارخانه انجام می شود. استخراج زغال از معادن مختلف ارتفاعات زرند و کوهبنان انجام می گیرد و سپس برای زغال شوئی به این کارخانه حمل می شوند. لذا انباشت باطله ها نیز مجموعه ای از باطله های معادن مختلف استان کرمان است. ۱۵ نمونه تصادفی هر کدام به وزن ۱۵ کیلوگرم که نماینده این انباشت باشد انتخاب شد. هر نمونه نیز از مخلوط مساوی ۵ کیلوئی از اعماق ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد تهیه و جمعا مقدار ۱۵۰ کیلوگرم زغال باطله به محل آزمایشگاه خاکشناسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمان حمل گردید.

ب- روش و نحوه کار:

در این پژوهش، برای تحلیل بهتر تغییرات آنیون ها و کاتیون ها که در خواص شیمیائی و حاصلخیزی مخلوط زغال با خاک نقش دارند از طرح بلوک‌های کامل تصادفی استفاده شد. در این روش سعی می شود که واحد های آزمایشی طوری گروه‌بندی شوند که تعداد واحدها در هر تیمار مساوی باشد. این کار بدین منظور است که واحدهای هر بلوک حتی الامکان مشابه باشند و تمام عملیات زراعی و مشاهدات بطور یکنواخت در آنها عملی گردد. تیمار ها عبارتند از پنج سطح مختلف مخلوط زغال با خاک. لذا برای تهیه مخلوط زغال سنگ با خاک مزرعه به نسبتهای مخلوط ۰ (شاهد)، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۵۰ تن در هکتار و در دو طرح خاک سنگین (رسی) و خاک سبک (شنی) انجام گرفت. با توجه به این که گلدانهای استفاده شده در طرح دارای گنجایش پنج کیلوگرم بود، لذا برای هر گلدان با توجه به تیمار مربوطه میزان زغال محاسبه و به خاک افزوده شد. برای محاسبه میزان زغال، وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۴۵ گرم بر سانتی متر مکعب و عمق خاک زراعی ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. در مجموع، کل تیمارهای مورد آزمایش شامل ۳۰ گلدان با کشت ذرت هیبرید بود. نتایج تجزیه شیمیائی محلول بدست آمده از خاک بعد از کشت، مورد تجزیه و تحلیل آماری معنی دار بودن تغییرات آنیون ها و کاتیون ها با سطح تغییرات تیمارها با استفاده از نرم افزار MSTAT قرار گرفت.

جزئیات کار بدین شرح است که با توجه به اینکه برای هر تیمار سه تکرار وجود داشت، لذا ابتدا پس از محاسبه میزان باطله زغال سنگ، میزان خاک لازم برای سه تکرار آماده و مقدار زغال باطله برای سه تکرار توزین و به خاک اضافه و به‌طور کامل مخلوط شد. سپس، این مخلوط خاک و زغال در سه گلدان تقسیم شد. برای مثال برای تیمار پنج تن در هکتار، ابتدا ۱۵ کیلوگرم خاک با ۳۷/۵ گرم باطله زغال سنگ بطور کامل مخلوط و در سه گلدان بطور مساوی ریخته شد. بعد گلدانها به گلخانه منتقل و به‌صورت تصادفی در سه ردیف قرار داده شدند. سپس، کاشت ذرت انجام شد. در هر گلدان سه عدد بذر ذرت به فاصله مناسب از هم و از دیواره گلدان کشت شد. پس از کاشت گیاه ذرت آبیاری آنجام شد، به طوری که بر روی خاک کاغذ صافی گذاشته شد تا از بهم خوردن خاک جلوگیری شود. در طول سه ماه کشت ذرت مراقبتهای لازم از قبیل آبیاری، تهویه، تنظیم درجه حرارت، میزان تابش خورشید انجام شد. بعد گیاه ذرت در تیمارهای مختلف به منظور تجزیه های شیمیائی برای اندازه گیری مقادیر عناصر سنگین کف بر شدند.

ج- متغیر های مورد اندازه گیری برای تحلیل آماری

- خواص فیزیکی: در این پژوهش، زغال به عنوان خاک لحاظ شده و پارامترهای فیزیکی بافت، جرم حجمی ظاهری و واقعی، تخلخل شامل تخلخل ریز و درشت، رنگ خاک و مقدار آب در زغال اندازه‌گیری شد. برای این دسته از خواص فیزیکی صرفا مقدار متوسط بدست آمده نمونه ها به عنوان خواص فیزیکی زغال شناخته شد.

- خواص شیمیائی و حاصل‌خیزی مخلوط زغال با خاک: کلیه عناصر و مواد یونی عمده محلول در خاک که به خواص شیمیائی و حاصلخیزی خاک مربوط می‌شود، اندازه گیری شد. این یون های محلول بشرح ذیل بوده است:

کاتیون‌ها: H^+، Ca^{++}، Mg^+، Na^+، K^+ و $NH4^+$

آنیون‌ها: OH^-، Cl^-، HCO_3^-، NO_3^-، SO_4^{-} و CO_3^{-}

- عناصر سنگین در زغال: عناصر سنگین سرب، کادمیم و جیوه در زغال خالص و در مخلوط زغال با خاک و در انساج گیاهی اندازه‌گیری شدند و سپس با مقدار مجاز عناصر سنگین استاندارد زیست محیطی مورد مقایسه قرار گرفتند. در اینجا از مرجع استاندارد عناصر SRM695 (Standard Refrence Material) طبق جدول(۱) استفاده شده است. مقادیر این جدول، مقدار مجاز عناصر سنگین در کودها را نشان می‌دهد.

جدول (۱)- مقدار مجاز عناصر سنگین در کودهای چند عنصری بر اساس استاندارد SRM695 (Mackey et al. 2007)

آلاینده	غلظت (mg/kg)
ارسنیک(As)	۲۰۰
کادمیم (Cd)	۱۶,۹
کروم (Cr)	۲۴۴
جیوه (Hg)	۲۰
نیکل (Ni)	۱۳۵
سرب (Pb)	۲۷۳

نتایج و بحث

عناصر سنگین در زغال باطله

چون در این طرح قرار است زغال‌های باطله برای بهبود خواص فیزیکی و شیمیائی خاک استفاده شود لذا در ابتدا میزان عناصر سنگین در زغال مورد توجه و الویت کار آزمایشی قرار گرفت. در جدول(۲) میزان عناصر سرب، کادمیم و جیوه زغال باطله خالص ارائه شده است. یکی از عناصر محدود کننده باطله‌های زغال سنگ می‌تواند عنصر سرب باشد. مقدار سرب از ۱۷/۶ تا ۸۷ میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر است. طبق جدول(۱)، حد استاندارد قابل قبول میزان سرب ۲۷۳ میلی‌گرم در کیلوگرم است. از سویی، حداکثر نسبت مخلوط زغال با خاک ۲/۵ درصد است. بنابراین، میزان آن کاهش و تقریبا به ۰/۵ الی ۲/۲ میلی گرم در کیلوگرم خاک خواهد رسید.

جدول (۲)- مقدار عناصر سنگین سرب، کادمیم و جیوه (قسمت در میلیون) در باطله های زغال سنگ

عناصر	Pb	Cd	Hg
زغال خالص (۱)	۷۰/۷	۰/۱۵	۰/۳۲
زغال خالص (۲)	۳۴/۲	۰/۸۷	۰/۲۸
زغال خالص (۳)	۱۷/۶	<۰/۱	۰/۲۹
زغال باطله درشت واسطه سنگین (۱)	۸۷	<۱	-
زغال باطله درشت واسطه سنگین (۲)	۳۲	<۱	-
محصول میانی کارخانه (۳)	۴۸	<۱	-

طبق جدول(۲)، میزان عنصر کادمیم از ۰/۱ الی یک میلی‌گرم در کیلوگرم بدست آمده است. در حالی که میزان حداکثر مجاز آن طبق جدول(۱) تا ۱۶,۹ میلی گرم در کیلوگرم می تواند متغیر باشد. این مقدار نیز با توجه به درصد مخلوط حداکثر به ۰/۰۲۵ میلی گرم در کیلوگرم خواهد رسید. لذا، میزان کادمیم زغال هیچ گونه مشکل زیست محیطی نخواهد داشت.

در خصوص عنصر جیوه، مقدار آن از ۰/۲۸ الی ۰/۳۲ میلی گرم در کیلوگرم بدست آمده است. در حالی که میزان حداکثر مجاز آن طبق جدول(۱) ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌تواند باشد. این مقدار نیز با توجه به درصد مخلوط حداکثر به ۰/۰۱ میلی‌گرم در کیلوگرم خواهد رسید. بنابراین، میزان جیوه زغال افزوده شده به خاک نیز هیچ گونه مشکل زیست محیطی نخواهد داشت.

خواص فیزیکی زغال

خواص فیزیکی زغال‌ها در جدول (۳) و جدول (۴) درج شده است. در جدول (۵) خلاصه نتایج این دو جدول ارائه شده است. ملاحظه می شود که زغال از لحاظ بافت، دارای ۸۰ درصد شن، ۱۰ درصد سیلت و ۱۰ درصد رس می باشد و در مثلث بافت خاک، نوع شن لومی را به خود اختصاص می‌دهد. بافت شن‌لومی به علت نداشتن دانه‌های ریزکلوئیدی از چسبندگی کافی برخوردار نیستند و قادر به تشکیل خاکدانه نمی‌باشند. قدرت نگهداری آب در آن‌ها ضعیف بوده و آب را به سرعت از خود خود عبور می‌دهند. در صورت افزودن مقدار کافی از ماده آلی، معایب این دسته از خاک‌ها به ویژه کمبود کلوئیدی و توانائی ضعیف نگهداری آب و عناصر غذائی به تدریج برطرف می شود. این نوع مواد می‌تواند به عنوان اصلاح کننده خاک‌های سنگین رسی بکار رود.

متوسط دانسیته ظاهری زغال برابر ۰/۸۸ گرم بر سانتی مترمکعب بدست آمده است. لازم به توضیح است که میزان وزن مخصوص ظاهری در افق های سطحی خاک‌های زراعی معمولاً از ۰/۸ تا ۱/۸ گرم بر سانتی مترمکعب تغییر می کند. متوسط دانسیته واقعی زغال برابر ۱/۹۵ گرم بر سانتی مترمکعب بدست آمده است. از آنجایی که قسمت اعظم مواد جامد تشکل دهنده خاک ها دارای جرم حجمی بین ۲/۵ تا ۲/۸ گرم بر سانتی مترمکعب می باشند، این عدد نشان دهنده کاهش وزن مخصوص واقعی و مواد تشکیل دهنده زغال با خاک‌های معمولی است.

از لحاظ فضای خلل و فرج با داشتن میزان ۵۵ درصد فضای خالی، برای عمل تهویه خاک مناسب است. ولی زغال نمی‌تواند آب قابل استفاده زیادی برای گیاه داشته باشد. زیرا میزان آن از چهار الی ۹ درصد متغیر و متوسطی در حدود ۵/۵ درصد دارد. با توجه به هدایت هیدرولیکی زیاد زغال، مخلوط آن با خاک رس محدودیت آبگذری و تهویه خاک را جبران خواهد کرد، ولی مخلوط زغال با خاک سبک شنی مزایای فیزیکی نخواهد داشت. هدایت الکتریکی عصاره اشباع زغال کمتر ۴/۲ دسی زیمنس بر سانتی‌متر است.

خوشبختانه باطله های زغال عاری از لحاظ سمیت سدیم هستند و EC مطلوبی دارند. طبق جدول (۵) اسیدیته بین ۱/ ۴ و ۷/۶ با متوسط ۵/۸ متغیر است. لذا

اسیدیته زغال کم و محیط محلول زغال اسیدی است. یکی از محدودیت‌های خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک ایران بویژه استان کرمان قلیائی بودن خاک است. در این محیط، بسیاری از املاح مفید و مورد نیاز گیاه بصورت محلول و قابل استفاده گیاه قرار نمی‌گیرند. بنابراین، اسیدیته کم باطله های زغال یک ویژگی مفید برای آن در کشاورزی می باشد.

جدول (۳)- خواص فیزیکی نمونه های زغال سنگ باطله

شماره آزمایش	مشخصات نمونه	EC	pH	Bulk density (gr/cm^3)	Particle density (gr/cm^3)	Sand %	Silt %	Clay %	Texture
۱	۲۰ غربی معدن جو	۱,۱۴	۷,۶	-	۱,۷۲	۸۵	۶	۹	Loamy Sand
۲	کوه شیران	۳,۳	۶,۶	-	۱,۹۷	۸۵	۴	۱۱	Loamy Sand
۳	هکتار بزرگ ۱۲ دولتی	۱,۱۵	۷,۰	-	۱,۷۷	۸۱	۸	۱۱	Loamy Sand
۴	″	۴,۰	۶,۷	-	۱,۷۸	۸۵	۶	۹	Loamy Sand
۵	گلتوت	۰,۳۴	۴,۱	-	۲,۴۵	۸۱	۱۴	۵	Loamy Sand
۶	کمسار	۱,۴۴	۴,۴	-	۱,۸۱	۸۱	۸	۱۱	Loamy Sand
۷	همکار	۳,۰	۶,۲	-	۲,۱۴	۸۳	۸	۹	Loamy Sand
۸	اسدآباد	۴,۱۴	۴,۳	۰,۸۴۸	۱,۷۷	۷۷	۱۲	۱۱	Sandy Loam
۹	باب نیزو	۴,۲	۴,۸	۰,۸۱۷	۱,۷۷	۷۹	۱۴	۷	Loamy Sand
۱۰	چاه هجده	۳,۶	۶,۱	۰,۸۲۳	۲,۴۵	۸۱	۱۲	۷	Loamy Sand
۱۱	چاه اشکی دولتی	۵,۰	۵,۹	۱,۰۳۳	۱,۷۹	۸۳	۱۰	۷	Loamy Sand

جدول (۴)- خواص فیزیکی مربوط به فضای متخلخل و هیدرولیکی نمونه های زغال سنگ باطله

شماره آزمایش	مشخصات نمونه	FC %	PWP %	آب قابل استفاده %	هدایت هیدرولیکی اشباع Cm/hr
۱	۲۰ غربی معدن جو	۹,۴۷	۴,۷۳	۴,۷۴	۳,۵۵
۲	کوه شیران	۸,۴۰	۴,۲۰	۴,۲۰	۱,۵۸
۳	هکتار بزرگ ۱۲ دولتی	۸,۲۹	۴,۱۱	۴,۱۸	۱,۵۷
۴	-	۸,۵۸	۴,۲۷	۴,۳۱	۳,۳۰
۵	گلتوت	۱۱,۴۷	۵,۷۴	۵,۷۳	۶,۶۴
۶	کمسار	۱۱,۸۵	۵,۷۹	۶,۰۶	۲,۰۱
۷	همکار	۸,۶۱	۴,۳۰	۴,۳۱	۳,۴۹
۸	اسدآباد	۱۶,۸۳	۸,۴۱	۸,۴۲	۱,۳۱
۹	باب نیزو	۱۷,۸۹	۸,۹۴	۸,۹۵	۴,۶۷
۱۰	چاه هجده	۱۲,۳۵	۶,۱۷	۶,۱۸	۴,۴۸
۱۱	چاه اشکی دولتی	۹,۳۷	۴,۶۸	۴,۶۹	۴,۹۱

جدول (۵)- نتایج پارامتر های خواص فیزیکی زغال

پارامتر	مقدار
بافت زغال	شن لومی
جرم حجمی (gr/cm^3)	۱/۹۵
جرم حجمی ظاهری (gr/cm^3)	۰/۸۸
تخلخل کل و ظرفیت اشباع(٪)	۵۵
تخلخل ریز(٪)	۱۱
تخلخل درشت(٪)	۵۵
ظرفیت مزرعه (٪)	۱۱/۲
نقطه پژمردگی (٪)	۵/۶

خصوصیات شیمیائی و حاصلخیزی زغال

آنالیز باطله‌های خالص زغال و حاصلخیزی آن (زغال قبل از کشت) مطابق با جدول (۶)، بدست آمده است. مقایسه این عناصر با آنالیز نمونه خاک‌های منطقه جدول (۷) نشان می دهد که ازت طبیعی زغال ها، بیشتر از نمونه خاک‌های معمولی است. میزان فسفر زغال بین ۰/۸ و ۱/۲ میلی گرم در کیلوگرم متغیر است، ولی میزان فسفر خاک‌های کشاورزی منطقه بیشتر از مقدار فوق است. همین نتایج نیز برای عنصر مفید پتاسیم قابل انتظار است. سایر عناصر میکرو روی، آهن و مس زغال در مقایسه با خاک‌های کشاورزی استان از اهمیت چندانی برخوردار نیستند. اسیدیته کم محیط محلول زغال از خواص مناسب شیمیایی زغال برای اصلاح خاک‌های شور و سدیمی می باشد. برای تعیین نقش آن آزمایش عملی افزودن زغال، آبیاری و کشت که در ادامه آمده است، انجام گرفته است. نتایج نشان می دهد که pH کم محیط محلول زغال ناشی از وجود آنیون سولفات در زغال است.

جدول(۶) –خصوصیات حاصلخیزی (عناصر ماکرو و ۴ عنصر میکرو) در زغال باطله

مشخصات	مقدار
ازت کل N (%)	۰/۳۲
کربن آلی OC (%)	۵/۴۴
فسفر محلول P (mg/kg)	۰/۸
پتاسیم محلول K (mg/kg)	۶۰/۸
آهن قابل جذب Fe (ava.) (mg/kg)	۰/۲
منگنز قابل جذب Mn(ava.) (mg/kg)	۱/۲
روی قابل جذب Zn(ava.) (mg/kg)	۰/۱
مس قابل جذب Cu(ava.) (mg/kg)	۰/۱

جدول (۷)- برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی نمونه‌های خاک منطقه برای انجام آزمایش گلدانی

شماره خاک	HCO_3^- (mqe/lit)	Cl^- (meq/lit)	کربن آلی (%)	$Ca^{2+} + Mg^{2+}$ (meq/lit)	آهک (%)	سدیم (meq/lit)	هدایت الکتریکی (dS/m)	رس (%)	سیلت (%)	رُس (%)	بافت خاک
۱	۱۲	۱۰	۰/۰۵	۷۰	-	۱۴	۷/۱	۴	۸	۸۸	LS
۲	۳/۲	۱۲	۰/۰۷	۵۵	-	۱۴	۷/۷	۳۳	۳۶	۳۱	CL

(LS: خاک سبک شنی لومی، CL: خاک سنگین لومی رسی)

عناصر سنگین با افزودن زغال با خاک کشت شده

جدول (۸) مقدار عناصر سنگین سرب، کادمیم و جیوه در محیط کشت شده (شکل ۱) در خاک‌های سبک و سنگین با و بدون افزودن باطله زغال را نشان می دهد. میزان سرب در خاک سنگین افزوده شده زغال کمتر از شاهد (خاک بدون افزودن زغال) است. علت این است که نمونه مورد پژوهش میزان قابل توجهی عنصر سنگین سرب را وارد خاک نکرده است. به‌طوری که دقت دستگاه های آزمایشگاهی قادر به تشخیص آنها نبود. در خاک سبک مقدار کمی تاثیر داشته، ولی از مقدار حد مجاز جدول (۱) بسیار کمتر می باشد.

جدول (۸)- عناصر سنگین سرب، کادمیم و جیوه در محیط کشت شده خاک‌های سبک وسنگین با و بدون افزودن باطله زغال

نمونه (۰ یا ۵۰ تن در هکتار مخلوط زغال)	Pb (ppm)	Cd (ppm)	Hg (ppm)
خاک سبک شاهد ۰	4.86	<0.1	0.26
خاک سبک و زغال ۵۰	6.41	<0.1	0.53
خاک سنگین شاهد ۰	9.47	<0.1	0.45
خاک سنگین و زغال ۵۰	7.17	<0.1	0.55

شکل (۱)- نمائی از گلدانهای کشت شده در گلخانه

ارقام جدول (۹) نشان می دهد که با اضافه کردن ۵۰ تن در هکتار از بقایای زغال، اثر قابل توجهی از عناصر سنگین بر بافت گیاهی بر جای نمی‌گذارد. زیرا آزمایش میزان عناصر سنگین در خاک‌های شاهد بدون افزودن زغال و در خاک‌های با افزودن زغال نتایج یکسانی از وجود عناصر سنگین نشان می‌دهد. در صورتی‌که باید نتیجه با میزان بیشتر و قابل اندازه گیری عناصر سنگین در انساج گیاهی حاصل از خاک‌های مخلوط شده با زغال باشد.

جدول (۹)- مقدار عناصر سنگین سرب، کادمیم و جیوه در تیمارهای مورد پژوهش

نمونه	Pb (ppm)	Cd (ppm)	Hg (ppm)
گیاه – HS50 (در خاک سنگین با ۵۰ تن در هکتار زغال)	<0.2	<0.05	<0.1
گیاه – HS0 (در خاک سنگین شاهد بدون زغال)	<0.2	<0.05	<0.1
گیاه – LS50 (در خاک سبک با ۵۰ تن در هکتار زغال)	<0.2	<0.05	<0.1
گیاه – LS0 (در خاک سبک شاهد بدون زغال)	<0.2	<0.05	<0.1

خواص فیزیکی مخلوط زغال با خاک آماده کشت

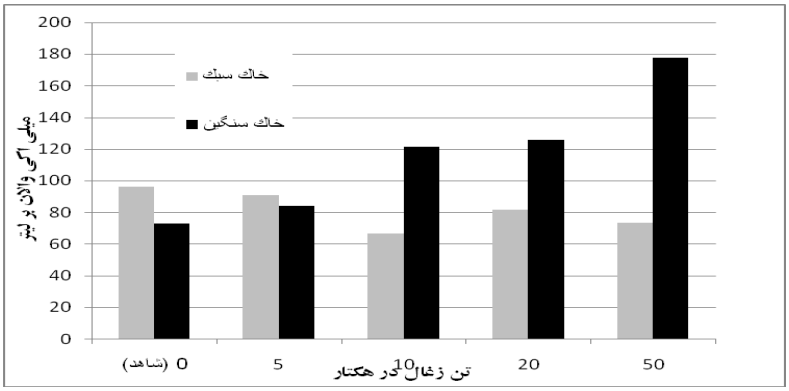
نتایج آزمایشگاهی و تجزیه‌های آماری حاصل از وزن مخصوص ظاهری خاک‌های مورد مطالعه نشان داد، افزودن بقایای زغال سنگ تا در سطح ۵۰ تن در هکتار نتوانسته است موجب تغییر قابل ملاحظه در وزن مخصوص هر دو خاک سنگین و سبک شود. همچنین، بررسی نتایج بدست آمده از تاثیر تیمارهای بقایای زغال سنگ بر فراوانی درصد ذرات بنیادی بافت خاک (شامل: شن، سیلت و رس) حاکی از آن است که مواد مورد آزمایش در تمام سطوح مطالعاتی تاثیر معنی‌داری بر مقدار فراوانی ذرات بنیادی هر دو نوع خاک نداشته است. بررسی داده‌های حاصل از رنگ هر دو خاک در تمام تیمارهای افزودن بقایای زغال سنگ نشان داد که افزایش مواد فوق تا سطح ۵۰ تن در هکتار نتوانسته‌است موجب تغییر رنگ خاک در حد مقیاس تشخیص رنگ مانسل بنماید.

تاثیر بقایای زغال سنگ بر خصوصیات شیمیایی و حاصلخیزی خاک

نتایج آزمایشگاهی (جدول ۱۰) و تجزیه‌های آماری با نرم افزار MSTAT با متغیرهای حاصل از هدایت الکتریکی، اسدیته گل اشباع، کربن آلی، یون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم و همچنین آنیون‌های کربنات، بیکربنات، و کلر (جدول ۱۱) نشان می دهد که افزودن سطوح مختلف باطله زغالسنگ موجب افزایش معنی‌دار (در سطح ۵٪) سولفات محلول در عصاره اشباع خاک سنگین و کربن آلی خاک سبک شده است (جدول ۱۰، $p=0.0369$). شکل (۲) نمودار تغییرات سولفات را در خاک سنگین و سبک نشان می دهد. کاهش میزان سولفات در خاک سبک می تواند نفوذ زیاد و آبشوئی خاک سبک در مقایسه با خاک سنگین و از دسترس خارج شدن آن باشد. لازم به توضیح است که سولفات یکی از ضروری ترین املاح مورد نیاز خاک های شور و قلیا جهت اصلاح شیمیائی است.

جدول (۱۰) - مقادیر میانگین کاتیون‌ها و آنیون‌های غالب محلول در عصاره اشباع هر دو خاک مورد آزمایش و برای تمام تیمارهای افزودن زغال سنگ (میلی اکی‌والان بر لیتر)

سطح تیمار	سدیم		کلسیم+منیزیم		کلر		سولفات		بیکربنات	
	خاک سبک	خاک سنگین	خاک سبک	خاک سنگین	خاک سبک	خاک سنگین	خاک سبک	خاک سنگین	خاک سبک	خاک سنگین
شاهد	۱۷,۳۳	۱۸,۰۰	۹۴,۳۳	۶۸,۳۳۳	۹,۴۰	۱۵,۸۶	۹۶,۳۳	۷۳,۰	۹,۰۶۷	۵,۰۰
۵ تن در هکتار	۲۱,۳۳	۳۷,۳۳	۹۲,۶۷	۱۹۳,۶۷	۸,۸۰	۳۴,۶۶	۹۰,۶۷	۸۴,۰	۱۳,۹۳	۱۳,۰
۱۰ تن در هکتار	۱۲,۳۳	۳۱,۳۳	۷۱,۰۰	۱۱۹,۳۳	۴,۴۷	۱۹,۰۰	۶۶,۳۳	۱۲۱,۳	۹,۲۷	۱۰,۰
۲۰ تن در هکتار	۱۹,۱۷	۳۶,۶۷	۸۰,۶۷	۱۴۳,۳۳	۸,۶۰	۱۷,۳۳	۸۱,۳۳	۱۲۵,۷	۹,۴۰	۱۴,۳
۵۰ تن در هکتار	۱۷,۰۰	۳۷	۷۲,۶۷	۱۷۳,۳۳	۷,۷۳	۱۹,۳۳	۷۳,۳۳	۱۷۷,۷	۷,۳۳	۱۳,۳



شکل (۲) – نمودار تاثیر بقایای زغال بر مقدار سولفات خاک

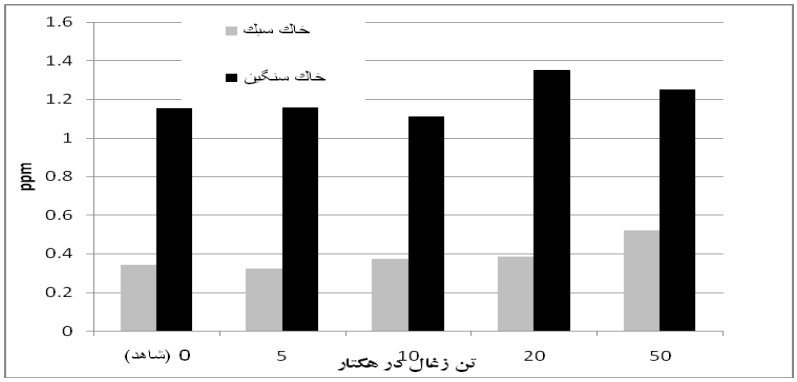
جدول (۱۱) - تجزیه واریانس مربوط به مقدار سولفات محلول در عصاره اشباع خاک سنگین تحت تاثیر افزایش سطوح مورد مطالعه باطله زغال سنگ

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مجذورات	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح احتمال خطای نوع اول
تکرار	۲	۳۳۳,۷۳۳	۱۶۶,۸۶۷	۰,۱۱۰۴	
زغال سنگ	۴	۲۶۲۷۱,۳۳۳	۶۵۶۷,۸۳۳	۴,۳۴۶۶	۰,۰۳۶۹
خطا	۴	۱۲۰۸۸,۲۶۷	۱۵۱۱,۰۳۳		

تجزیه و تحلیل‌های آماری مشابه بر روی داده‌های حاصلخیزی خاک بدست آمده از آزمایشگاه (جدول ۱۲ و ۱۳) نشان داد که افزودن ماده مورد نظر در این پژوهش در تمام سطوح مطالعاتی، خصوصیات حاصلخیزی مورد مطالعه در این پژوهش را به استثنای مقدار آهن قابل جذب در خاک سبک تغییر نداده است. خصوصیاتی که در این پژوهش اندازه‌گیری شد شامل ازت، پتاسیم، فسفر قابل جذب (عناصر ماکرو) و آهن، روی، منیزیم و مس قابل جذب (عناصر میکرو) است. بنابراین به نظر می‌رسد کاربرد بیش از ۵۰ تن در هکتار باطله زغال سنگ قادر باشد برخی از عناصر مغذی گیاه خصوصا آهن را تا حدی تامین نماید (شکل ۳).

جدول (۱۲) - مقادیر میانگین عناصر ماکرو و میکرو مورد مطالعه در هر دو خاک و برای تمام تیمارها

سطح تیمار	ppm پتاسیم		ppmفسفر		ppmآهن		ppmروی		ppmمس		ppmمنگنز	
	سبک	سنگین	سبک	سنگین	سبک	سنگین	سبک	سنگین	سبک	سنگین	سبک	سنگین
شاهد	۱۱۷,۳۳	۲۷۶,۷	۷,۳۲	۱۱,۳۳	۰,۳۴	۱,۱۵۵	۰,۵۶	۳,۳۱۹	۰,۱۱۹	۰,۴۱۷	۰,۵۱۹	۱,۸۰
۵ تن	۱۱۶,۰۰	۳۶۵,۰	۶,۶۷	۱۰,۶۷	۰,۳۲۳	۱,۱۵۹	۰,۴۶	۴,۶۷۱	۰,۰۹۷	۰,۴۲۲	۰,۵۰۴	۱,۵۱
۱۰ تن	۱۱۳,۳۳	۳۱۷	۷,۰۰	۱۲,۶۷	۰,۳۷۱	۱,۱۱۱	۰,۹۳	۴,۳۴۹	۰,۰۹۱	۰,۳۵۶	۰,۵۵۴	۱,۸۷
۲۰تن	۱۲۲,۶۷	۳۲۵	۸,۶۷	۱۴,۰۰	۰,۳۸۶	۱,۳۵۱	۰,۵۳	۶,۰۶۵	۰,۱۱۸	۰,۴۴۹	۰,۵۹۵	۱,۹۶
۵۰ تن	۱۳۴,۶۷	۳۲۰	۶,۳۳	۱۲,۰۰	۰,۵۲۱	۱,۲۵۱	۰,۶۳	۵,۳۷۱	۰,۱۲۹	۰,۴۳۵	۰,۶۹۰	۱,۸۲



شکل (۳) – نمودار تاثیر بقایای زغال بر مقدار آهن خاک

جدول (۱۳) - تجزیه واریانس مربوط به مقدار آهن قابل استفاده خاک سبک تحت تاثیر افزایش سطوح مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مجذورات	میانگین مجذورات	مقدار F	سطح احتمال خطای نوع اول
تکرار	۲	۰,۰۱۹	۰,۰۰۹	۲,۰۶۰۷	۰,۱۸۹۷
زغال سنگ	۴	۰,۰۷۴	۰,۰۱۸	۴,۰۴۶۹	۰,۰۴۴۰
خطا	۴	۰,۰۳۷	۰,۰۰۵		

تاثیر افزودن بقایای زغال سنگ بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه کشت شده (ذرت)

در این پژوهش، تاثیر افزایش بقایای زغال سنگ بر خصوصیات گیاه ذرت که در هر دو خاک به‌صورت گلدانی کاشت شده بود، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایشگاهی و هم‌چنین تجزیه‌های آماری انجام شده نشان داده که افزودن بقایای زغال سنگ موجب تغییر معنی‌دار (سطح ۵٪) خصوصیات تغذیه‌ای گیاه ذرت در هر دو خاک نشده است. خصوصیات تغذیه‌ای که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت، شامل ازت، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز کل بافت‌های گیاهی بوده است. این نتایج نشان می‌دهد که از مواد فوق به عنوان مواد تغذیه‌ای نمی‌توان در کشاورزی مشابه با پژوهش جاری استفاده کرد. البته این نکته نیز باید در نظر گرفته شود که افزودن بقایای زغال سنگ موجب تضعیف خصوصیات تغذیه‌ای گیاه مورد مطالعه نشده است. در خصوص عناصر سنگین نیز نتایج نشان داد که تا ریختن ۵۰ تن در هکتار از بقایای زغال، هیچگونه اثر قابل اندازه گیری از عناصر سنگین بر بافت گیاهی بر جای نمی‌گذارد.

آبدوست و جاذب آب در خاک نمی‌تواند نقش داشته باشد. با اندازه گیری عناصر مورد نیاز گیاه در زغال و با توجه به عناصر موجود در خاک‌های منطقه، می توان افزایش ازت را ملاحظه نمود. واکنش اسیدی محلول زغال می تواند اثرات مثبتی روی واکنش‌های شیمیائی خاک و آزاد سازی املاح مورد نیاز گیاه داشته باشد. با توجه به تجزیه‌هایی که از باطله‌های زغال سنگ به عمل آمده است، تنها تاثیر در این سطوح مربوط به افزایش سولفات در خاک سنگین و افزایش آهن محلول در خاک سبک بوده است.

نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده، عناصر سنگین سرب و کادمیم را در باطله های زغال نشان می دهد. اما مقدار آن از حد استاندارد زیست محیطی کمتر بوده است. با افزودن ۵۰ تن در هکتار از زغال و کشت گیاه مشخص شد که افزایش عناصر سنگین قابل ملاحظه نبوده است. میزان آب قابل استفاده زغال پنج درصد حجمی زغال است و مقدار آن کم می باشد. در نتیجه زغال به عنوان ماده

عدم تاثیر کاربرد باطله‌های زغال سنگ در تمام سطوح مورد مطالعه بر رنگ خاک در حد دقت دفترچه رنگ مانسل، نشان دهنده این موضوع است اگر این ماده حداکثر به میزان ۵۰ تن در هکتار در خاک‌هایی مانند خاک‌های مورد مطالعه افزوده شود و تا عمق شخم (cm ۳۰) با خاک مزرعه مخلوط شود، تاثیری بر رنگ خاک در حد مقیاس دفترچه رنگ مانسل ندارد. در صورت کشت گیاهان بر روی پشته های زغال به منظور اصلاح منظر منطقه و تثبیت مواد و جلوگیری از فرسایش بادی، اضافه نمودن مستقیم کود های شیمیائی نیاز می باشد. دیگر از عناصر مورد نیاز فسفر P است. برای غنی کردن (واقع در یزد) که پروژه را مورد حمایت قرار دادند و بویژه از رئیس این مرکز آقای مهندس رمضانی که پیوسته پیگیر اجرای مراحل تحقیقی این پروژه بوده اند، تشکر و قدردانی می شود. برای اندازه گیری فلزات سنگین جای دارد از مؤسسه تحقیقات آب و خاک و سازمان انرژی اتمی ایران نیز قدردانی شود.

زغال باطله باید از کود های فسفره مانند سوپر فسفات استفاده کرد. سومین عنصر مورد نیاز که باید به باطله های زغال اضافه شود پتاسیم K است. در ویرجینیای آمریکا از کود شیمیائی NPK ۱۰-۲۰-۱۰ و همچنین از لجن فاضلاب و مالچ فیبر و کاه استفاده می شود (Daniels, W.L.,et al. 1990). برای باطله های زغال سنگ کرمان نیاز است در ابتدا خاک قرضه که باید برای مخلوط کردن با زغال بکار رود مشخص شده و با تجزیه شیمیائی میزان کمبود عناصر فوق مشخص شود. سپس مقدار کود مورد نیاز به زغال مشخص شود.

تشکر و قدردانی

از کلیه همکاران در شرکت معادن زغال سنگ کرمان و در مراکز تحقیقاتی از جمله زغال سنگ زرند و کشاورزی و منابع طبیعی کرمان که مراحل نمونه گیری و انجام آزمایش‌هارا انجام داده اند، بویژه از خانمها ایرانمنش و ماهانی و آقای مهندس امیری تشکر و قدردانی می شود. از مرکز تحقیقات مواد معدنی ایران

منابع

۱. رضائی، ب. ۱۳۸۰. تکنولوژی زغال شویی، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، مرکز نشر دانشگاه، شابک: ۸-۰۹۹-۴۶۳-۹۴۶.

۲. شریعتمداری، ح. و م. کلباسی. ۱۳۸۵. مطالعه و بررسی پیرامون بررسی اثرات بلندمدت استفاده از سرباره فولادسازی و لجن کنورتر در امر کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان. سایت شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان. (http://www.esfahansteel.com/).

۳. کاظمی، ع.ر.، ح. شریعتمداری و م. کلباسی. ۱۳۹۱. شکل های شیمیایی و قابل استخراج به وسیله DTPA آهن در خاک های تیمار شده توسط سرباره و لجن کنورتور کارخانه ذوب آهن اصفهان. فصلنامه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، بهار ۱۳۹۱، 16(59):87-99.

4. Clark R.B., Zeto S.K. and Baligar V., 1997. Boron accumulation by maize grown in acidic soil amended with coal combustion by-products. Agricultural Research Service, http://www.ars.usda.gov/services/TekTran.htm, 1997

5. Codling E. and Wright R., 2000. Biomass yield and phosphorus availability for wheat grown on high Phosphate soils amended with Phosphate-inactivating residues. III. Fluidized bed coal combustion ash, Agricultural Research Service, http://www.ars.usda.gov/services/TekTran.htm.

6. Daniels W.L., Haering K.C. and Dove D.C., 1989. Long-term strategies for reclaiming and managing coal refuse disposal areas. Virginia Coal and Energy Journal, 1(1):45-59. Virginia Center for Coal and Energy Research, Virginia Tech, Blacksburg.

7. Daniels W.L., Haering K.C., Stewart B.R., Ruark R.V. and Dove D.C., 1990. New technologies for the stabilization and reclamation of coal refuse materials. p. 1-20 In: Proceedings, 1990 Powell River Project Symposium. Powell River Project, Virginia Tech, Blacksburg.

8. Herson Y.C. and Hensley D.L., 1986. Efficacy of a Hydrophilic gel as transplant. Horst Science 21 (4): 991-992.

9. Joost, R.E., Olsen F. J. and Jones J.H. 1985. Revegetation and minesoil development of coal refuse amended with sewage sludge and limestone. Journal of Environmental Quality, 16(1):65-68.

10. Mackey E. A., Cronise M. P., Fales C.N., Greenberg R.R., Leigh S.D., Long S.E., Marlow A.F., Murphy K.E., Oflaz R., Sieber J.R., Rearick M.S., Wood L.J., Yu L.L., Wilson S.A., Briggs P.H., Brown Z.A., Budahn J., Kane P.F., and Hall W.L. 2007. Development and certification of the new SRM 695 trace elements in multi-nutrient fertilizer. Anal Bioanal Chem., 387: 2401-2409.

11. Stewart, B.R. 1990. Physical and Chemical Properties of Coarse Coal Refuse from Southwest Virginia, M.S. Thesis. Dept. of Crop and Soil Environmental Sciences, Virginia Tech, Blacksburg.

12. Stewart, B.R. and W.L. Daniels. 1992. Physical and chemical properties of coal refuse from southwest Virginia. Journal of Environmental Quality, 21:635-642.

13. Youhong G., 2008. Research on depth of the covering layer on reclaimed cultivated land backfilled with coal refuse in subsidence area. Mine Surveying; http://www.en.cnki.com.cn.

Study of the chemical, physical characteristics and reject coal fertility to use in the agriculture activities (Case study: Coal washing plant Zarand-Kerman)

Majid Heydarizadeh [1], Hormozd Naghavi[2], Mohammad Reza Moghaadam[3]

Abstract

Coal mining takes place a great plenty of reject coals which impacts considerable effects on the environment. On the other hands, croplands and bare soils need the addition elements to increase their own fertility and so improve their physical and chemical properties. This study aimed to investigate the chemical, physical and fertility of coal plant reject laundering of Zarand-Kerman in order to use in the agricultural activities. In this study, the physical, chemical and fertility were experimented on the pure coal samples and then, added to light and heavy soils in levels of 5, 10, 25 and 50 ton per hectare with 3 frequencies in the face of green-house implantation of corn. In this study, physical characteristics consist texture, porosity, density and usable water, and chemical characteristics consist anions, cations, saturation extract EC and PH and also, the nutritional properties of coal and mixing them with soil that contain nitrogen, usable phosphorus, soluble potassium and iron, manganese, copper and zinc. In this experiment, the heavy elements such as plumb, mercury and cadmium have been measured in reject coals and stubbles. Results indicate that the usable water deal in the pure coal were little and about 5 percent. Add a more coal to soils led to reduce PH in the mixture. Adding the coal to soils was effective in increasing iron in the light soils and sulfate in the heavy soils in significant of 5 percent. The deals of heavy elements such as plumb, cadmium and mercury are less than the standard level in pure coal. It was seen that adding them to soil and compare with indices, have not effective roles on soils and stubbles in significant.

Keywords: Agricultural, Greenhouse plant, Heavy metals, Kerman, Reject coal, Soulphat.

1- Assistant Professor, Department of drought, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran, Iran, Phone: 44901723 - 021 E-mail heydarizadeh1@gmail.com
2- Assistant Professor, Division of Soil and Water Research, Agriculture and Natural Resources Research Center, Kerman, Iran, e-mail address naghavii@yahoo.com
3- Research Mentor, and Boss of Science and technology University Kerman Coal Co., Iran, e-mail address moghadam90002000@yahoo.com