در
زراعت و باغبانی شماره ۸۱، زمستان ۱۳۸۷
پژوهش سازندگی

اثرات ملاس نیشکر بر خصوصیات شیمیایی خاک‌های آهکی

• **علی محمدی ترکاشوند**
استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت
• **احمدرضا بریموندی**
مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت
تاریخ دریافت: دی ماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: تیر ماه ۱۳۸۷
Email: mohammadit_a@yahoo.com

چکیده

ملاس - از فرآورده‌های جنبی صنعت نیشکر- ترکیبی آلی حاوی مقادیر زیادی هیدرات‌های کربن همراه با مقداری پروتئین، موم، صمغ و پکتین است که در این تحقیق، امکان استفاده از آن به عنوان اصلاح کنندهٔ خاک‌های آهکی بررسی شده است. نمونه‌های خاک از عمق ۳۰ - ۰ سانتی‌متری سطح خاک دو منطقه هفت تپه و لوشان در استان‌های خوزستان و گیلان جمع آوری شدند. تیمارها با توجه به جرم مخصوص ظاهری خاک‌ها و عمق ۳۰ - ۰ سانتی‌متری شامل شاهد، مقادیر ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار از ملاس، ۱۰ تن در هکتار ملاس به همراه ۱۰ تن در هکتار گوگرد عنصری و ۱۰ تن در هکتار ملاس به همراه ۴۰ تن باگاس نیشکر بودند. ملاس به صورت مخلوط با آب به نمونه‌های ۵۰۰ گرمی خاک در ظروف پلاستیکی اضافه شد و رطوبت آنها برای مدت سه ماه در حد ظرفیت زراعی ثابت نگه داشته شد. در زمان‌های ۱، ۳۰ و ۹۰ روز پس از شروع آزمایش از نمونه‌ها، نمونه‌های فرعی برداشت و در آنها، pH، EC، نیتروژن کل، مادهٔ آلی و غلظت فسفر و پتاسیم قابل جذب اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که ملاس در همهٔ مقادیر به یک اندازه سبب کاهش معنی‌دار pH خاک نسبت به شاهد شده است. گوگرد عنصری به طور معنی‌دار، pH خاک را کاهش داد، اما باگاس اثری بر pH خاک نداشت. ملاس سبب افزایش هدایت الکتریکی خاک شد که در تیمار ۴۰ تن در هکتار، این افزایش قابل ملاحظه بود. ملاس سبب افزایش ازت کل اما کاهش فسفر قابل جذب خاک شد. تغییرات ازت و فسفر در طول زمان در برخی تیمارها، افزایشی و در برخی دیگر، کاهشی بود. ملاس متناسب با مقدار مصرف سبب افزایش پتاسیم قابل جذب خاک شد. گوگرد عنصری بر ازت کل و فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک، تأثیر قابل ملاحظه‌ای نداشت، اما باگاس بر فسفر و پتاسیم اثر معنی‌دار داشت. در کل ملاس می‌تواند به عنوان یک اصلاح کننده در خاک‌های آهکی استفاده شود، اما پیشنهاد می‌شود که اثر ملاس بر رشد گیاه و خصوصیات شیمیایی خاک‌های آهکی در شرایط گل خانه و مزرعه بررسی شود.

کلمات کلیدی: ملاس، اصلاح کنندهٔ خاک، خاک آهکی، pH، قابلیت هدایت الکتریکی

Pajouhesh & Sazandegi No:81 pp: 47-53

The effects of sugar cane molasses on calcareous soil chemical characteristics

By: A. Mohammadi Torkashvand & A. R. Barimvandi

Molassesa by-product of sugar cane industry is an organic compound containing high amount of carbohydrates with proteins, gum, wax and pectin that in this research the possibility of using cane molasses as amendment for calcareous soils has been investigated. The soil samples were collected from the 0-30 cm depth of a cane field in Haft tappeh and a region of Lowshan in Khoozestan and Guilan provinces, respectively. Treatments with regards to the soil bulk densities and 0-30 cm depth were 0, 2.5, 5, 10, 20 and 40 ton/ha of molasses, 10 ton/ha of molasses with 10 ton/ha of elemental sulfur and 10 ton/ha of molasses with 40 ton/ha of cane bagass. The molasses (mixture with water) was added to 500 gr soil in plastic pots. Soil moisture content was adjusted to near field capacity and changes pH, EC, total nitrogen, organic matter and available phosphorus and potassium were determined at 1, 30 and 60 days. Results indicated that the molasses decreased soil pH in all molasses treatments to some extent compare to blank. Elemental sulfur significantly decreased soil pH, but bagass no influenced it. Molasses increased EC that this was considerable in 40 ton/ha treatment. Molasses increased total nitrogen, but decreased available phosphorus. Total nitrogen and available phosphorus increased in some treatments and decreased in other treatments during the time incubation. The amount of increase in available potassium was proportional to the amount of molasses used. Elemental S had not considerable effect on total N and available P and K, but the bagass had significant effect on available P and K. Results indicates the molasses can be used as a soil amendment in calcareous soils. It is suggested that the effect of molasses on plant growth and chemical characteristics of calcareous soils be studied under greenhouse and field conditions.

Key words: Molasses, Soil amendment, Calcareous soil, pH, Soil electerical conductivity

مقدمه

پهنه وسیعی از خاک‌های کشور با مشکلات عدیده‌ای از جمله pH بالا، ماده آلی ناچیز، آهک زیاد و عدم فعالیت و یا فعالیت اندک میکروارگانیسم‌ها مواجه هستند. حتی در استان گیلان نیز در مناطق جنوبی، همین شرایط وجود دارد. امروزه علاوه بر اصلاح کننده‌های متداول در بهسازی خاک‌ها بسته به pH و خصوصیات خاک، از برخی فرآورده‌های جانبی صنایع نیز در اصلاح خاک‌ها استفاده می‌شود. از این اصلاح کننده‌ها در خاک‌های اسیدی می‌توان به سرباره فولادسازی (۷، ۱۱، ۱۴ ، ۲۰) FBCR[1] (۲۸)، لجن آهکی کارخانه کاغذ (۱۳) و بیوسالیدها (۱۰) و در خاک‌های آهکی به آیرون سل (۳۱)، زباله‌های صنایع پتروشیمی (۱۹)، پودر اکسید آهن ضایعاتی (۴)، لجن کنورتور (۹) و سرباره فولادسازی (۱۴) اشاره کرد.

ملاس نیشکر نیز یکی از این فرآورده‌های جنبی در صنعت شکر می‌باشد که خصلت آلی دارد. ملاس ترکیبی آلی با درصد بالای کربوهیدرات‌ها است که علاوه بر قند، حاوی مواد دیگری چون اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، صمغ‌ها، پکتین‌ها، موم‌ها و ترکیبات رنگی است. ملاس به سادگی با آب مخلوط می‌شود و اگر ملاس کارخانه ذخیره نگردد، به راحتی با آب باران حل شده و به سادگی تخمیر می‌شود. چنین ملاس رقیق شده‌ای وقتی وارد آب رودخانه یا کانال‌ها شود، مشکلات آلودگی و کمبود اکسیژن را در پی دارد (۶).

Story (۲۷)، اثرات ملاس را به عنوان یک کود در خاک بررسی نمود و نتیجه گرفت که ملاس بر پتاسیم خاک، اثرات معنی‌دار و قابل ملاحظه‌ای داشته و متناسب با مقدار مصرف سبب افزایش پتاسیم خاک شده است. King و Rodriguez- Kabana (۲۲) و Stirlin و Vawdrey (۲۹) از ملاس برای کاهش نماتودها در خاک استفاده نمودند. ملاس یک منبع کربن است که نسبت خاک و جمعیت میکروبی را تغییر می‌دهد و به نوبه خود بر عناصر غذایی قابل دسترس خاک اثر می‌گذارد. Schenck (۲۵) در خاک‌های تحت کشت خربزه درختی نتیجه گرفت که استفاده از ملاس تعداد نماتودها را در خاک کاهش داده و سبب بهبود رشد درختان و کیفیت میوه‌ها شده است. Liang و همکاران (۱۸) طی تحقیقی از دو بافر شیمیایی و ملاس به منظور بررسی تصعید گاز از توده آلی در حال تجزیه در فرآیند کمپوست سازی، استفاده نمودند. آنها نتیجه گرفتند که افزودن ملاس به عنوان یک منبع کربن به مواد آلی سبب کاهش تصعید آمونیاک در فرآیند کمپوست‌سازی شده و در نتیجه مقدار نیتروژن کمپوست افزایش می‌یابد. در کارخانه تولید شکر شرکت کشت و صنعت هفت تپه مقدار زیادی ملاس تولید می‌شود که در مخازنی ذخیره می‌گردد. بخش زیادی از آن به عنوان مالچ بر سطح جاده‌های خاکی بین مزارع ریخته می‌شود تا از بروز گرد و خاک در حین تردد خودروها و ادوات کشاورزی برای مدتی جلوگیری شود. بخش ناچیزی از آن صادر می‌شود، اما به دلیل عدم وجود کارخانه‌های فرآوری این فرآورده ارزشمند و تبدیل آن به الکل‌ها، اسیدها، سرکه و غیره، عملاً استفاده مفیدی آز آن نمی‌شود. طبق بررسی‌های به عمل آمده تحقیقی که به طور علمی و آماری، اثرات آن را به عنوان اصلاح کنندهٔ خاک بر خصوصیات مهم خاک بررسی کند، انجام نگرفته است. بنابراین با توجه به طبیعت آهکی خاک‌های منطقه خوزستان

و بخش وسیعی از خاک‌های کشور از جمله جنوب گیلان که ماده آلی ناچیزی نیز دارند، تصمیم گرفته شد در یک تحقیق آزمایشگاهی، اثرات ملاس نیشکر به عنوان اصلاح کننده خاک بر برخی خصوصیات شیمیایی دو خاک از هفت تپه خوزستان و لوشان گیلان بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

نتایج تجزیه شیمیایی ملاس که توسط آزمایشگاه مدیریت مطالعات شرکت کشت و صنعت نیشکر هفت تپه انجام شد. (جدول ۱) نشان داد که ملاس مصرفی دارای pH اسیدی برابر ۵/۲۵ و قابلیت هدایت الکتریکی، ۲۵ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. همچنین حدود ۶ درصد، در ترکیب آن وجود داشت. ملاس یک مایع غلیظ با رنگ قهوه‌ای سیاه است. با توجه به خصوصیات مورد نظر یعنی آهکی بودن و میزان ماده آلی ناچیز، از عمق ۳۰ - ۰ سانتی متری سطح خاک منطقه‌ای از لوشان و خاک یکی از مزارع نیشکر هفت تپه، هر یک به میزان ۵۰ کیلوگرم، نمونه‌برداری شد (سری‌های لوشان و هفت تپه). نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه و خشک شدن در مجاورت هوا با چکش چوبی کوبیده و از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند (۱۷). حدود یک کیلوگرم از هر خاک برای انجام تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی و بقیه به منظور آزمایش انکوباسیون مورد استفاده قرار گرفتند. در هر خاک علاوه بر تعیین pH و ECe ، درصد آهک به روش حجمی (۱)، فسفر به روش Olsen عصاره‌گیری (۸) و سپس غلظت آن به روش فسفومولیبدات (۲۱) اندازه گیری شد. مادهٔ آلی به روش اکسیداسیون سرد یعنی روش والکلی- بلاک (۲۱)، پتاسیم به روش فلیم فتومتری و ازت کل به روش کجلدال اندازه‌گیری شدند (۱۶). نتایج تجزیه خاک‌های سری هفت تپه و لوشان در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

تیمارها با توجه به جرم مخصوص ظاهری خاک ها در منطقه و عمق ۳۰-۰ سانتیمتری عبارت بودند از: تیمار $M_{\cdot}$ (تیمار شاهد) و تیمارهای $M_{۲/۵}$، $M_{۵}$، $M_{۱۰}$، $M_{۲۰}$، $M_{۴۰}$ که به ترتیب بیان گر ۲/۵، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار از ملاس نیشکر و تیمارهای مختلط $S_{۱۰}M_{۱۰}$، $C_{۴۰}M_{۱۰}$ به ترتیب بیانگر ۱۰ تن در هکتار ملاس به همراه ۱۰ تن گوگرد عنصری و تیمار ۱۰ تن در هکتار ملاس به همراه ۴۰ تن باگاس نیشکر است. پس از مخلوط کردن نمونه های ۵۰۰ گرمی از هر خاک با تیمارهای فوق (مقدار ملاس مصرفی برای هر تیمار با آب مورد نیاز برای رساندن رطوبت خاک به ظرفیت مزرعه ای[۲] مخلوط شد و به نمونه های خاک اضافه شد)، نمونه ها به قوطی های پلاستیکی ۷۰۰ گرمی منتقل شدند. سپس درب قوطی ها بسته و روی درب هر قوطی، سه سوراخ به قطر تقریبی یک میلی متر برای تبادل هوا ایجاد شد (۲۱). پس از آن، قوطی ها به داخل انکوباتوری که دمای آن در ۲۵ درجه سانتی گراد تنظیم شده به مدت سه ماه نگهداری شدند. آزمایش با ۲ خاک، ۸ تیمار و در ۳ تکرار به صورت طرح پایه کاملاً تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل اجرا شد. در طول آزمایش (سه ماه)، رطوبت نمونه های خاک با توزین مرتب قوطی ها (۵ روز یک بار) و اضافه کردن آب مقطر به اندازهٔ کاهش وزن هر قوطی، در حد ظرفیت مزرعه ای (FC) ثابت نگه داشته شد. در سه زمان یک روز، یک ماه و سه ماه از نمونه های اصلی، نمونه های فرعی برداشت شد. در نمونه های فرعی برداشت شده پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی متری، pH و EC در عصارهٔ ۲/۵ : ۱ خاک به آب، اندازه گیری شد. فسفر به روش اولسن عصاره گیری (۸) و سپس غلظت آن به روش فسفومولیبدات (۲۱) اندازه گیری شد. ماده آلی به روش اکسایش سرد یعنی روش والکلی- بلاک (۲۱)، پتاسیم به روش فلیم فتومتری و نیتروژن کل به روش کجلدال اندازه گیری شدند (۱۶). در دو نمونه اصلی خاک، pH و EC در عصاره گل اشباع، بافت خاک به روش هیدرومتری (۲۱) و درصد آهک به روش حجمی (۱) نیز اندازه گیری شدند. تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد. کلیه مقایسات میانگین در سطح آماری یک درصد با آزمون دانکن انجام شد. رسم نمودارها با نرم افزار EXCEL صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۳) نشان داد که اثر تیمارها و زمان نگه داری بر pH خاک ها در سطح احتمال یک درصد معنی دار است. جدول ۴ اثر تیمارها و زمان نگه داری بر pH خاک ها را نشان می دهد. در خاک سری هفت تپه، نکته ای که در تمام تیمارهای ملاس به تنهایی و به صورت مخلوط با گوگرد عنصری و باگاس وجود دارد، افزایش pH در زمان یک ماه نسبت به زمان یک روز و کاهش دوباره آن در زمان سه ماه است. در واقع یک پیک افزایش pH در زمان یک ماه وجود دارد. هیچ دلیل خاصی برای این موضوع به نظر نمی رسد. اگر روند کلی تغییرات pH در شروع و انتهای آزمایش در نظر گرفته شود، pH کاهش یافته است. Rodriguez و همکاران (۲۲) کاهش pH در طول زمان را به خاطر هیدرولیز Fe (III) رس های خاک می دانند. مقایسه تیمارهای $M_{۱۰}$ و $S_{۱۰}M_{۱۰}$ نشان می دهد که در زمان یک روزه با تشدید فعالیت میکروارگانیسم ها و متعاقب آن، فعالیت باکتری های اکسیدکنندهٔ گوگرد، pH در زمان یک روزه با کاربرد گوگرد عنصری کاهش یافته است. محمدی ترکاشوند (۷) طی تحقیقی در خاک های آهکی اصفهان نتیجه گرفت که افزودن گوگرد عنصری به خاک در زمان یک روزه سبب کاهش معنی دار pH می شود، اما در ادامه در زمان های یک و دو ماه، pH دوباره به شرایط اولیه برمی گردد. وی این موضوع را به خاطر اکسیداسیون گوگرد در ابتدای آزمایش دانست که در طول زمان، pH تیمارها با آهک خاک به تعادل رسیده و pH به شرایط اولیه برگشته است.

جدول ۵ میانگین اثر تیمارها بر pH خاک ها را نشان می دهد. در خاک سری هفت تپه در تیمارهای ملاس، pH خاک به طور معنی دار نسبت به شاهد کاهش یافته است، اما بین تیمارهای ملاس با یکدیگر اختلاف معنی دار وجود ندارد. میزان pH خاک در تیمار $S_{۱۰}M_{۱۰}$ نسبت به شاهد و تیمار کاهش معنی دار دارد. تیمار $M_{۴۰}$ با تیمار $M_{۱۰}$ اختلاف معنی دار ندارد. بنابراین، افزودن گوگرد عنصری به همراه ملاس، اثر معنی دار بر pH خاک داشته اما باگاس چنین اثری نداشته است. باگاس باقی ماندهٔ فیبری ساقه نیشکر است که پس از عصاره گیری به صورت قطعات ریز تراشه چوب و زرد رنگ است. به نظر می رسد که فرآیند تجزیه باگاس در خاک کند بوده و اثرات کوتاه مدت آن بر خصوصیات خاک ناچیز است.

در تیمارهای شاهد $M_{۲/۵}$، $M_{۵}$، $M_{۱۰}$، $C_{۴۰}M_{۱۰}$ روند کاهشی pH در طول زمان در خاک سری لوشان دیده می شود. کاهش pH در طول زمان در تیمارهایی که مادهٔ آلی دریافت کرده اند در اثر تجزیه این مواد و تولید اسیدهای آلی و $CO_{۲}$ است (۵). مطالعات Lunt و Wallace (۳۰)

نشـان داد که در اثر افزودن ماده آلی به خاک و مرطوب نگه داشـتن خاک در یک دورهٔ یازده روزه، pH خاک بسته به مقدار مادهٔ آلی مصرفی از ۷/۹ در تیمار شـاهد به ۷/۸ تا ۷/۴۵ کاهش یافته اسـت. افزودن ملاس در این خاک در ابتدای آزمایش سـبب تشدید فعالیت میکروارگانیسم ها و کاهش موضعی pH در منافذ کوچک خاک شـده و سـپس فعالیت باکتری های اکسید کننده گوگرد مثل تیوباسیلوس ها در این منافذ، سبب اکسیداسیون گوگرد و کاهش بیشـتر pH شده است. به همین خاطر در شروع آزمایش، گوگرد سـبب کاهش pH شـده امـا در ادامـه، با مصرف ملاس توسـط میکروارگانیسم ها، خاصیت تامپونی خاک سبب افزایش pH شده است. در خاک سـری لوشـان، میانگین اثر تیمارها بر pH خاک نشان داد که تیمار $M_{۲/۵}$ با شاهد اختلاف معنی دار ندارد. کاهش pH در تیمار $M_{۵}$ نسبت به شـاهد معنی دار است، اما با تیمار اختلاف معنی دار ندارد. تیمارهای $M_{۱۰}$ و $M_{۲۰}$ نیـز با تیمـار $M_{۲/۵}$ اختلاف معنی دار ندارند. ملاس دارای خاصیت اسـیدی است و سبب کاهش pH خاک شده است. تنها تیمار $M_{۴۰}$ است کـه با شـاهد و با تیمارهـای دیگر ملاس، اختلاف معنـی دار دارد. گوگرد عنصری همانند خاک هفت تپه همراه ملاس اثر معنی داری در مقایسـه با ملاس تنها دارد. در کل روند تغییرات pH در خاک همانند خاک هفت تپه می باشـد با این تفاوت که کاهش pH در تیمار $M_{۴۰}$ نسبت به تیمارهای دیگر ملاس معنی دار است.

قابلیت هدایت الکتریکی

نتایـج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۳) نشـان می دهد که اثر تیمارها و زمـان نگه داری بر قابلیت هدایت الکتریکی خاک ها در سـطح یک درصد معنـی دار اسـت. جدول ۶ اثر تیمارها و زمان نگـه داری بر قابلیت هدایت الکتریکی خاک ها را نشـان می دهد. روند تغییرات EC در طول زمان در تیمارهای شـاهد، $M_{۲/۵}$ و $M_{۵}$ و $M_{۱۰}$ افزایشـی اسـت. مقایسه pH و EC زمان های یک روزه و سـه ماه یعنی ابتدا و انتهای آزمایش نشـان می دهد که در تیمارهای ملاس و شـاهد (به جز تیمار $M_{۴۰}$)، با کاهش pH، بر میزان EC خاک افزوده شـده اسـت. این می تواند به دلیل حل شـدن ترکیبات کم محلول خاک با کاهش pH باشد که در نتیجه یون های خاک افزایش یافته و منجر به افزایش EC شـده اسـت. در تیمار برخلاف تیمار شاهد و تیمارهای دیگر ملاس، EC در طول زمان کاهش یافته است. دلیل خاصی برای این کاهش به نظر نمی رسـد. روند تغییرات EC در تیمارهای $M_{۱۰}S_{۱۰}$ و $M_{۱۰}$ در طول زمان افزایشـی است. میانگین اثر تیمارها بر EC خاک ها در جدول ۵ مشـاهده می شود. افزودن ملاس در مقادیر ۲/۵، ۵ و ۱۰ تن در هکتار نتوانسـته به طور معنی دار بر EC خاک اثر داشـته باشد. تیمار $M_{۲۰}$ سـبب افزایش معنی دار هدایت الکتریکی در مقایسـه با شاهد و تیمارهای $M_{۲/۵}$ و $M_{۵}$ و $M_{۱۰}$ شـده اسـت. در تیمار نیز میزان قابلیت هدایت الکتریکی به طور بسـیار معنی داری نسـبت به شـاهد و تیمارهای ملاس افزایش یافته اسـت. بنابراین با افزایـش ملاس در مقادیر زیاد یعنی ۱۰ و ۴۰ تن، میزان EC افزایش چشمگیری داشته است. باید توجه داشت که مقادیر EC در همهٔ تیمارها در حد نرمالِ خاک های غیر شـور اسـت، اما در مدیریت خاک ها و اسـتفاده از ملاس باید به نوع محصول هم توجه داشـت (۳). کاهش معنی دار pH در تیمار $M_{۱۰}S_{۱۰}$ نسبت به تیمار $M_{۱۰}$ سبب شده که ترکیبات کم محلول خاک حل شده و با تولید یون ها منجر به افزایش EC شـوند، گرچه حل شـدن گوگرد نیز در افزایش EC مزید علت می باشـد. نتایج خاک سـری لوشان به خوبی نشـان می دهد که در تمام تیمارها اعم از شـاهد، ملاس و ملاس به همراه گوگرد و باگاس، روند افزایشـی EC ملاحظه می گردد. عباسـپور (۹) و فروهر (۱۳۷۸)، افزایش EC در طول زمان انکوباسیون را در نتیجه کاهش pH در طول زمان و حل شـدن ترکیبات کم محلول می دانند. مقایسـه pH و EC تیمارهای خاک لوشـان نیز روند کاهشـی pH و افزایش EC را نشـان می دهد. در تیمار $M_{۴۰}$ که pH با زمان افزایش یافته است، EC در زمان های یک ماه و سه ماه تقریباً یکسان است.

میانگین اثر تیمارها بر قابلیت هدایت الکتریکی خاک لوشـان نشان داد که افـزودن ملاس در مقادیـر ۲/۵، ۵ و ۱۰ تن ملاس در هکتار سـبب تغییر معنی دار EC نشـده اسـت. تیمار $M_{۲۰}$ با تیمار $M_{۱۰}$ اختلاف معنی دار نـدارد، اما افزایش معنـی دار EC($P<۰/۰۱$) با تیمار شـاهد و تیمارهای $M_{۲/۵}$ و $M_{۵}$ ملاحظـه مـی شـود. در تیمـار $M_{۴۰}$ نیـز بـه طور بسـیار معنی داری EC($P<۰/۰۱$) نسـبت به تیمارهای دیگر افزایش یافته است. افزایش EC در این تیمار فراتر از حد مطلوب بوده و سبب محدودیت برای برخی از محصولات زراعی و به ویژه باغی می‌شود (۱۶). تیمار $M_{۱۰}$ با تیمار $M_{۱۰}S_{۱۰}$ اختـلاف معنی دار دارد. کاهش معنی دار pH در تیمار $M_{۱۰}S_{۱۰}$ نسبت به تیمار $M_{۱۰}$ از عوامل افزایش EC بوده است. افزودن باگاس سبب تغییر معنی دار EC نشده است.

نیتروژن کل

اثـر تیمارها و زمان نگه داری بر نیتروژن کل خاک‌ها در سـطح یک درصد معنـی دار اسـت (جدول ۳). اثر تیمارها و زمان نگـه داری بر نیتروژن کل خـاک‌ها در جدول ۷ مشـاهده می‌شـود. در خاک سـری هفـت تپه بین زمـان‌های مختلف نگه داری در تیمار شـاهد، اختـلاف معنی داری وجود ندارد. در تیمار $M_{۲/۵}$ نیتروژن به طور معنی داری در زمان سـه ماه نسبت بـه زمان یک روز و یک ماه افزایش یافته اسـت. مـلاس مقادیری نیتروژن به خاک اضافه می کند، اما موضوع مهم تر، متابولیسـم میکروبی اسـت. با افزودن ملاس به خاک و در دسـترس قرار گرفتن یک منبع غنی از کربن، جمعیـت میکروبی افزایش و متعاقب آن، تقاضا بـرای نیتروژن نیز افزایش مـی یابد (۲). بـه همین خاطر آلی شـدن نیتروژن خـاک رخ می دهد و نیتروژن در سـاختمان سلولی میکروارگانیسـم های خاک قرار می گیرند. آلی شدن نیتروژن سـبب می شود که هدر رفت گونه‌های معدنی نیتروژن کاهـش یابد، و در طـول زمان میزان نیتـروژن آلـی و در نتیجه نیتروژن کل خـاک افزایش یابـد. در ادامه، همیـن نیتروژن در اثـر تجزیه بقایای میکروبـی دوباره وارد خاک می‌شـود (۱۸). در تیمـار $M_{۲۰}$ نیز نیتروژن به طور معنی داری در زمان‌های یک و سه ماه نسبت به زمان یک روز افزایش یافتـه اسـت. در تیمارهـای $M_{۵}$ و $M_{۱۰}$ و $M_{۴۰}$ اختلاف معنی داری بین زمـان‌های مختلـف نگه داری وجـود نـدارد. در تیمار، نیتـروژن به طور معنی دار در طول زمان کاهش یافته اسـت. احتمال دارد که روند کاهشـی نیتـروژن در طول زمان به دلیل روند افزایشـی EC در طول زمان در این تیمار باشـد. افزایش شـوری منجر به افزایش فشار اسـمزی محلول خاک و کاهـش فعالیت میکروارگانیسـم‌ها می‌شـود. در تیمـار $M_{۱۰}C_{۴۰}$ نیز در زمان‌های یک و سـه ماه، نیتروژن به طور معنی دار نسبت به زمان یک روز

افزایش یافته است.

میانگین اثر تیمارها بر نیتروژن خاک هفت تپه (جدول ۵) نشان داد که افزودن ۲/۵ تن در هکتار از ملاس سبب افزایش بسیار معنی دار نیتروژن خاک شده است. در تیمارهای دیگر ملاس یعنی تیمارهای M_{5} و M_{10} و M_{20} و M_{40} نیتروژن خاک به طور معنی دار نسبت به شاهد افزایش یافته است، اما نسبت به تیمار، کاهش معنی دار دارد. بین این تیمارها اختلاف معنی دار ملاحظه نمی شود. در واقع افزودن ملاس سبب افزایش نیتروژن خاک شده است، اما بهترین تیمار از این نظر، تیمار $M_{2/5}$ بوده است. افزودن گوگرد عنصری و باگاس به همراه ۱۰ تن ملاس، سبب اختلاف معنی دار نیتروژن با تیمار ۱۰ تن ملاس تنها، نشده است. ذکر این نکته ضروری است که با افزایش یک منبع غنی کربن، نسبت C/N خاک افزایش یافته و در طول زمان آلی شدن نیتروژن رخ می دهد، اما چون ملاک اندازه گیری، نیتروژن کل خاک بوده نه نیتروژن معدنی، چنین موضوعی در نتایج به چشم نمی خورد. در خاک سری لوشان، اختلاف معنی داری بین زمان های مختلف نگه داری در تیمارهای شاهد، $M_{2/5}$ و M_{5} و M_{10} و $M_{10}C_{40}$ وجود ندارد. در تیمارهای M_{20} و M_{40} و $M_{10}S_{10}$ نیتروژن در طول زمان کاهش یافته است. البته باید توجه داشت که در تیمار M_{40}، نیتروژن در زمان یک ماه افزایش داشته و سپس در زمان سه ماه به طور معنی دار، نسبت به زمان های یک روز و یک ماه کاهش یافته است. احتمال دارد افزایش بسیار زیاد قابلیت هدایت الکتریکی در این تیمارها در طول زمان، ضمن تأثیر بر فشار اسمزی محلول خاک و فعالیت میکروبی، سبب کاهش آلی شدن نیتروژن معدنی و متعاقب آن هدر رفت نیتروژن به صورت گاز شده باشد. شرایط رطوبت ظرفیت مزرعه ای در تیمارهای آزمایشی می تواند منجر به ایجاد شرایط احیایی در منافذ کوچک خاک شده و پدیدهٔ نیترات زدایی را تشدید کند (۸).

در خاک لوشان، نیتروژن کل خاک در تیمارهای $M_{2/5}$ و M_{5} و M_{10} به طور معنی داری نسبت به تیمار شاهد افزایش داشته است. اما بین این تیمارها اختلاف معنی دار وجود ندارد. همان طور که قبلاً گفته شد، ملاس علاوه بر افزودن مقداری نیتروژن به خاک، به عنوان منبع کربن، سبب افزایش فعالیت میکروبی، آلی شدن نیتروژن و کاهش هدر رفت گونه های گازی نیتروژن می شود. نیتروژن آلی بخش مهم نیتروژن کل خاک است. در تیمار M_{20} و نیتروژن خاک به طور معنی داری نسبت به تیمار شاهد و تیمارهای $M_{2/5}$ و M_{5} و M_{10} کاهش یافته است. دلیل خاصی برای این کاهش به نظر نمی رسد. کاهش معنی دار نیتروژن در تیمار نسبت به تیمارهای دیگر ملاس و در تیمار $M_{10}S_{10}$ نسبت به تیمار M_{10} می تواند به دلیل افزایش زیاد EC در این تیمارها باشد. باگاس (تیمار $M_{10}C_{40}$) نیز بر نیتروژن خاک در مقایسه با تیمار M_{10} اثر معنی دار نداشته است.

فسفر قابل دسترس

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۳) نشان می دهد که اثر تیمارها و زمان نگه داری بر فسفر قابل جذب خاک‌ها در سطح یک درصد معنی دار است. جدول ۹ اثر تیمارها و زمان نگه داری بر فسفر قابل جذب خاک ها را نشان می دهد. در خاک هفت تپه، تغییرات فسفر در طول زمان در تیمار شاهد معنی دار نیست. نتایج نشان می دهد که افزودن ملاس در همهٔ تیمارها سبب کاهش معنی دار فسفر قابل جذب در زمان یک روز نسبت به زمان مشابه در تیمار شاهد شده است. محمدی ترکاشوند (۵) در خاک های آهکی دو منطقه از اصفهان متوجه شد که در تیمارهای یک و دو درصد ماده آلی به همراه دو درصد سرباره نسبت به تیمار دو درصد سرباره تنها، میزان فسفر کاهش یافته است. به نظر می رسد تثبیت فسفر توسط میکروارگانیسم ها علت اصلی کاهش فسفر قابل جذب است. افزایش فعالیت میکروارگانیسم ها به خاطر افزودن ملاس به خاک، سبب می شود که فسفر معدنی جذب یاخته های میکروارگانیسم ها شده و فسفر معدنی به فسفر آلی تبدیل شود. البته تحقیقات Singh و Tabatabai(۲۶) و Sanyal و همکاران (۲۴)، همبستگی مثبت بین مقدار مادهٔ آلی خاک و میزان جذب فسفر در خاک را نشان می دهد. عقیده این محققین بر این است که فرم های یونی فسفر در خاک می توانند با جایگزین نمودن گروه های هیدروکسیل مواد آلی، جذب سطحی آنها گردند. در همه تیمارها (بجز تیمار M_{40}) در زمان نگه داری یک ماه، مجدداً میزان فسفر قابل جذب نسبت به زمان یک روز افزایش معنی دار نشان می دهد. غیر متحرک شدن بیولوژیکی فسفر، کوتاه مدت بوده و از تثبیت طولانی مدت فسفر خاک در ساختمان کانی ها جلوگیری می کند (۲). افزایش دوباره فسفر قابل جذب در زمان یک ماه به خاطر تثبیت موقت فسفر توسط میکروارگانیسم ها در زمان یک روز و آزاد شدن مجدد آن در زمان یک ماه است. مقایسه نتایج فسفر قابل جذب با pH نشان می دهد که در زمان یک ماه، در تیمارها، هم فسفر و هم pH افزایش یافته است. یعنی یک پیک افزایش فسفر و pH در زمان یک ماه وجود دارد. محتملاً افزایش فسفر قابل جذب می تواند در اثر افزایش pH به محدودهٔ pH نرمال فعالیت باکتری هایی باشد که سبب معدنی شدن فسفر آلی می شوند (۲). در تیمارهای ملاس، فسفر قابل جذب در زمان سه ماه اندکی نسبت به زمان یک ماه کاهش یافته است. کاهش فسفر قابل جذب در نتیجه رسوب فسفر به صورت ترکیبات کم محلول تری فسفات کلسیم در خاک های آهکی است (۱۷).

میانگین اثر تیمارها بر فسفر قابل جذب خاک هفت تپه (جدول ۵) نشان داد میزان فسفر قابل دسترس در همهٔ تیمارهای ملاس به طور معنی دار نسبت به شاهد کاهش یافته است. تیمار $M_{2/5}$ با تیمار M_{5} ، اختلاف معنی دار ندارد. فسفر در تیمار M_{10} نسبت به تیمارهای $M_{2/5}$ و M_{5} کاهش معنی دار نشان می دهد. فسفر در تیمار M_{20} نیز به طور معنی دار نسبت به تیمار M_{10} کاهش یافته است. همان طور که اشاره شد، غیر متحرک شدن شدید فسفر در ابتدای آزمایش و یا تثبیت فسفر توسط گروه های هیدروکسیل قندهای ملاس، می تواند دلیل کاهش فسفر قابل جذب خاک باشد. همچنین با افزایش ملاس مصرفی (بجز تیمار ۴۰ تن در هکتار)، ظرفیت تثبیت فسفات افزایش یافته و از فسفر قابل جذب خاک، بیشتر کاسته شده است. کاهش فسفر قابل جذب در تیمار M_{40} نسبت به شاهد به اندازهٔ تیمار M_{10} است. گوگرد عنصری بر میزان فسفر قابل جذب اثر معنی دار نداشته است. نکتهٔ قابل توجه این که برخلاف خصوصیات دیگر خاک که تا اینجا بررسی شد، باگاس بر فسفر اثر بسیار معنی داری داشته و سبب افزایش فسفر قابل جذب نسبت به تیمار شاهد شده است. باید توجه داشت که برخی محققین از جمله Yuan (۳۲) نیز عقیده دارند که افزایش مواد آلی سبب کاهش جذب سطحی فسفات در خاک می شود. آنها این پدیده را ناشی از رقابت احتمالی بین فسفر و مواد آلی به منظور جذب در سایت های جذبی اکسیدهای آهن و آلومینیم موجود در خاک میدانند.

شاید اثر باگاس در افزایش فسفر قابل جذب به همین دلیل باشد. در خاک لوشان، پیک افزایش pH در زمان یک ماه همانند خاک هفت تپه وجود ندارد، اما روند کلی نتایج حکایت از کاهش میزان فسفر در تیمارها دارد. کاهش فسفر در طول زمان به علت رسوب فسفات به صورت ترکیبات کم محلول فسفات کلسیم باشد. در تیمار $M_{10} C_{40}$، فسفر در زمان یک ماه به طور معنی دار نسبت به زمان یک روز افزایش یافته و سپس به طور معنی دار نسب به زمان های یک ماه و یک روز کاهش یافته است. پوشش موادآلی از جمله باگاس در کوتاه مدت بر روی رس ها و کربنات کلسیم از ظرفیت جذب آنها برای تثبیت فسفات می کاهد و سبب افزایش فسفر قابل جذب خاک می شود (۸)، اما در بلند مدت با تجزیه مواد آلی، رسوب فسفات به صورت فسفات کلسیم رخ می دهد. روند تغییرات میانگین فسفر قابل جذب در تیمارهای ملاس در این خاک شبیه خاک هفت تپه است. البته در تیمار M_{40}، میزان فسفر به طور بسیار معنی داری نسبت به تیمارهای دیگر ملاس افزایش یافته است. به نظر می رسد افزایش بسیار زیاد قابلیت هدایت الکتریکی خاک در این تیمار و اثر آن بر فشار اسمزی محلول خاک سبب کاهش ظرفیت تثبیت میکروارگانیسم ها برای فسفر و متعاقب آن، افزایش فسفر قابل جذب خاک شده است. تیمار $M_{10} S_{10}$ با تیمار M_{10} اختلاف معنی دار ندارد. افزودن باگاس به همراه ملاس نیز در این خاک، منجر به افزایش فسفر قابل جذب خاک نسبت به ملاس تنها شده است.

پتاسیم قابل دسترس

اثر تیمارها و زمان نگه داری بر پتاسیم قابل جذب خاک ها در سطح یک درصد معنی دار است (جدول ۳). جدول ۸ اثر تیمارها و زمان نگه داری بر پتاسیم قابل جذب خاک ها را نشان می دهد. نکته ای که در همهٔ تیمارها در خاک هفت تپه مشهود است، کاهش پتاسیم قابل جذب خاک در همهٔ تیمارها با زمان است. افزودن ملاس در زمان یک روز سبب افزایش بسیار زیاد پتاسیم قابل جذب، متناسب با مقدار مصرف می شود، اما در ادامه میزان پتاسیم به نحو چشم گیری در زمان های یک ماه و سه ماه کاهش می یابد. ملاس حاوی مقدار زیادی پتاسیم است که متناسب با مقدار مصرف سبب افزایش پتاسیم خاک می شود. طی تحقیقی در خاک های اسیدی گیلان نتیجه گرفته شد که کاهش پتاسیم خاک در طول زمان حاصل تثبیت آن توسط رس ها در اثر حذف پلیمرهای هیدروکسی آلومینیم و آهن در فضای بین لایه ای رس ها (به واسطه افزایش pH خاک) است (۷). محمدی ترکاشوند (۵۰) در خاک های آهکی اصفهان، کاهش پتاسیم در طول زمان در برخی تیمارهای مادهٔ آلی را نتیجه تجزیه میکروبی مادهٔ آلی، کاهش پوشش سطحی رس ها و افزایش تثبیت پتاسیم توسط رس ها دانستند. به نظر می رسد ملاس نیز با پوشش سطح و فضای بین لایه ای رس ها، ظرفیت تثبیت پتاسیم توسط آنها را کاهش داده، اما با تجزیه ملاس در طول زمان، تثبیت پتاسیم توسط رس ها، سبب کاهش پتاسیم قابل جذب خاک شده است.

میانگین اثر تیمارها بر پتاسیم قابل جذب خاک هفت تپه (جدول ۵) نیز نشان داد میزان پتاسیم قابل جذب در تیمار $M_{2/5}$ با شاهد اختلاف معنی داری ندارد، اما تیمارهای دیگر ملاس یعنی M_5 و M_{10} و M_{20} و M_{40} متناسب با مقدار مصرف سبب افزایش پتاسیم خاک یک از فواید افزودن ملاس به خاک است (۲۷). بین تیمار S_{10} M_{10} با تیمار M_{10} اختلاف معنی دار وجود ندارد. در تیمار M_{10}، افزایش معنی دار پتاسیم قابل جذب نسبت به تیمار ?? مشاهده می شود. Detta و Gomez (۱۵) افزایش پتاسیم قابل جذب خاک در اثر مادهٔ آلی را به علل زیر می دانند:

۱- کاهش pH خاک در اثر استفاده از مادهٔ آلی سبب انحلال بیشتر کانی های حاوی پتاسیم و آزادسازی بیشتر این عنصر از این کانی ها می شود.

۲- آمونیوم تبادلی (حاصل از تجزیه مادهٔ آلی)، جایگزین پتاسیم تثبیت شده بین لایه ای رس شده و پتاسیم آزاد می شود.

احتمال دارد که تجزیه باگاس حتی به صورت اندک، منجر به تولید آمونیوم شده و جایگزینی آن با پتاسیم بین لایه ای سبب افزایش پتاسیم در این تیمار در مقایسه با تیمار M_{10} شده باشد. روند تغییرات پتاسیم قابل جذب در خاک لوشان نیز همانند خاک هفت تپه است، یعنی در همهٔ تیمارها، پتاسیم قابل جذب در زمان های یک ماه و سه ماه به طور معنی دار نسبت به زمان یک روز کاهش یافته است، اما در این خاک بین زمان های یک ماه و سه ماه، اختلاف معنی داری وجود ندارد. میانگین اثر تیمارها نیز نشان داد که تیمار $M_{2/5}$ با تیمار ??? شاهد، اختلاف معنی دار ندارد. ملاس در تیمارهای M_5 و M_{10} و M_{20} و M_{40} متناسب با مقدار مصرف سبب افزایش پتاسیم قابل جذب شده است، اما این افزایش در تیمارهای M_5 و M_{10} معنی دار نیست و در تیمارهای M_{20} و M_{40} معنی دار و بسیار زیاد می باشد. در این خاک، گوگرد عنصری و باگاس اثر معنی داری بر پتاسیم قابل جذب در مقایسه با تیمار M_{10} نداشته اند.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصله، ملاس اصلاح کننده مفیدی در خاک های آهکی است و بر میزان pH، نیتروژن و به ویژه پتاسیم خاک اثر مثبت دارد اما از مقادیر زیاد آن به ویژه تیمارهای بیشتر از ۲۰ تن در هکتار، باید اجتناب شود، چرا که بر هدایت الکتریکی به خصوص برای محصولات حساس به شوری، اثر نامطلوب دارد. همچنین در مدیریت استفاده از ملاس، باید رکود فسفات به خاطر افزودن ملاس نیز در نظر گرفته شود. پیشنهاد می شود که اثرات ملاس به عنوان اصلاح‌کنندهٔ خاک‌های آهکی طی آزمایشات گل خانه‌ای و مزرعه ای برای محصولات مورد نظر بررسی گردد. همچنین پیشنهاد می‌شود که اثرات ملاس در مقایسه با مواد آلی دیگر از جمله کاه و کلش، یونجه و کمپوست زباله‌های شهری بر خصوصیات خاک و همچنین اثرات آن بر عناصر کم مصرف خاک نیز بررسی گردد.

پاورقی‌ها

1- Fluidized Bed Combustion Residue

2- Field Capacity

منابع مورد استفاده

۱- زرین کفش، م. ۱۳۷۲، خاکشناسی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۴۲ صفحه.

۲- علی اصغر زاده، ن. ۱۳۷۶، میکروبیولوژی و بیوشیمی خاک (ترجمه)، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تبریز. ۴۲۵ صفحه.

۳- علیزاده، ا. ۱۳۷۴، کیفیت آب در آبیاری (ترجمه)، چاپ چهارم، انتشارات آستان قدس رضوی، ۹۳ صفحه.
۴- فروهر، م. ۱۳۷۸، بررسی امکان استفاده از پودر اکسید آهن ضایعاتی حاصل از فرآیند اسید شوئی فولاد به عنوان کود آهن، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۵- محمدی ترکاشوند، ع. ۱۳۷۹، بررسی امکان استفاده از سرباره کنورتور (فولادسازی) به عنوان اصلاح کننده در خاک‌های اسیدی و کود آهن در خاک‌های آهکی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۶- محمدی ترکاشوند، ع.، ۱۳۸۰، گزارش کار سالیانه، شرکت کشت و صنعت نیشکر هفت تپه، مدیریت مطالعات نیشکر. شوش، ایران.
۷- محمدی ترکاشوند، ع.، م. کلباسی و ح. شریعتمداری، ۱۳۸۳، بررسی آثار سرباره کنورتور بر خصوصیات شیمیایی خاک های اسیدی، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۸ (۴): ۴۷ – ۶۳.
۸- ملکوتی، م. ج. و م. همائی، ۱۳۷۳، حاصلخیزی خاک های مناطق خشک، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۴۹۳ صفحه.

9- Abbaspour, A., M. Kalbasi and H. Shariatmadari. 2004, Effect of steel converter sludge as iron fertilizer and amendment in some calcareous soils. J. Plant Nutr., 27 (2): 377-394.
10- Alves, M. C., A. Paz Gonzalez, G. Colorado, H. Perecin Junior, Vidal Vazquez, 2006, Influence of biosolids rate on chemical properties of an Oxisol in Sao Paulo, Brazil. Commun. in Soil Sci. Plant Anls. 37 (15/20): 2481-2493.
11- Barbosa Filho, M. P., F. J. P. Zimmwrmann, O. F. da. Silva. 2004, Influence of calcium silicate slag on soil acidity and upland rice grain yield. Ciencia e Agrotecnologia. 28 (2): 323-331.
12- Carvalho-Pupatto, J. G., L. T. Bull, C. A. C. Crusciol. 2004, Soil chemical attributes, root growth and rice yield according to slag application. Pesquisa Agropecuaria Brasileria. 39 (12): 1213-1218.
13- Curnoe, W. E., D. C. Irving, C. B. Dow, G. Velema and A. Unc. 2006, Effect of spring application of a paper mill soil conditioner on corn yield. Agronomy J. 98 (3): 423-429.
14- Dawwey, E. L. 1993, Effectiveness of sewage sludges basic slag on wheat plants grown in sandy calcareous and loamy soils. Assiut J. Agric. Sci. 24 (4): 171-184.
15- Detta , S. K . and K. A. Gomez. 1975, Changing in soil fertility under intensive rice cropping with improved varieties. Soil Sci. Soc. Am. J. Madison , WI.
16- Goos, R. J., 1995, A laboratory exercise to demonstrate nitrogen mineralization and immobilization, J. Nat. Resour. Life Sci. Educ., 24: 68-70.
17- Klute , A., 1986, Hethod of soil andysis , part I, chemical ans mocribiological
18- Liang, Y., J. J. Leonard, J. J. Feddes and W. B. McGill. 2006, Influence of carbon and buffer amendment on ammonia volatilization in composting. Bioresource Technology. 97: 748-761.
19- Mortvedt, J.J., 1986, Iron sources and management practices for correcting iron chlorosis problems. J. Plant Nutrition. 5 (4-5): 949-953.
20- Murakami, K., H. Shinoda, F. Nakamura and I. Goto. 2005, The effect of fungicide on the inhibition of clubroot disease by the application of converter slag for soil amendment. Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 76 (1): 59-61.
21- Paye, A.L., R.H. Miller and D.R. Keeny. 1984, Method of soil analysis. Part II. SSSA Inc. Madison, WI.
22- Rodriguez-Kabana, R. and P. S. King, 1980, Use of mixtures of urea and blackstrap molasses for control of root-knot nematodes in soil. Nematropica, 10: 39-44.
23- Rodriguez, M., F. A. Lopez, M. Pinto, N. Balcazar and G. Besga. 1994, Basic Linz-Donawits slag as a liming agent for pastureland. Agron. J., 86: 904-909.
24- Sanyal, S. K., P. Y. Chan and S. K. De Datta, 1990, Phosphate sorption-desorption behavior of some acid soils in south and southeast Asia, Paper present at the 6th Philippine chemistry congress, Cebu city, Philippines. 24-26, may 1990.
25- Schenck, S. 2001, Molasses soil amendment for crop improvement and nematode management. Hawaii Agriculture Research Center. Vegetable report 3.
26- Singh, B. B. and M. A. Tabatabai. 1997, Effects of soil properties on phosphate sorption, Commun. Soil Sci. Plant Anal., 8: 97-107.
27- Story, C. G., 1939, The lasting effects of molasses used as fertilizer. Queensland Agricultural Journal, 52: 310-311.
28- Stuczynski, T. I., G.W. McCarty and R.J. Wright. 1998, Impact of coal combustion product amendments on soil quality: 1. Mobilization of soil organic nitrogen. Soil Sci. Soc. Am. J., 163 (12): 952-959.
29-Vawdrey L. L. and G. R. Stirlin, 1997, Control of root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) on tomato with molasses and other organic amendments. Australasian Plant Pathology. 26 (3): 179-187.
30- Wallace, A. and O. R. Lunt. 1960, Iron chlorosis in horticultural plant. Pro. Amer soc . Hort. Sci., 75: 819-841.
31- Wallace, A., Y. S. Samman, and C. A. Wallace. 1982, Correction of lime-induced chlorosis in soybeans in a calcareous soil with sulfur and an acidifying iron compound. J. Plant Nutrition. 6: 961-974.
32- Yuan, T. 1980, Adsorption of phosphate and water extractable soil organic matter by synthetic aluminum silicures and soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 44: 951-955.