بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به

پدر بزرگوارم

سبزترین سایهٔ بالای سرم، محکم‌ترین تکیه‌گاهم، او که پیچک مهربانی‌اش را میهمان وجودم نمود، او که پیشانی بلندش طلوع هزاران خورشید است.

مادر مهربانم

عروس آفرینش، گل هستی، محبت بی‌تمنا، رساترین معنای عاطفه، لطیف‌ترین احساس بودن، مظهر ایثار، سخی‌ترین چشمهٔ خدا، او که زمستانی‌ترین لحظاتم با وجودش بهار می‌شود.

دو بزرگواری که لبانشان بارگاه دعاست و شبنم نگاهشان بدرقهٔ همیشگی راه، بودنشان نعمتی عظیم و ماندنشان موهبتی عظیم‌تر، وجودشان همیشه پرفروغ.

و همهٔ آنهایی که دوستشان دارم و دوستم دارند.

تقدیر و تشکر

با حمد و سپاس به درگاه پروردگار متعال که توفیق انجام این تحقیق را به بندهٔ حقیر ارزانی داشت، اکنون بر خود واجب می‌دانم از تمامی عزیزانی که به نحوی مرا در اجرای این امر یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم.

سپاس اولین و برترین معلمان زندگی، **پدر** و **مادر** مهربانم را، که بودنم و تمام توفیقاتم را مدیون قلب مهربانشان هستم و در سایهٔ دعای خیرشان، تحمل تمام مشکلات برایم مقدور می‌گردد.

از محضر استاد راهنمای ارجمندم **جناب آقای دکتر کاظم هاشمی مجد** کمال سپاسگزاری را دارم که همواره با صبر و حوصلهٔ فراوان، راهنمایی این رساله را انجام داده و با نظرهای ارزشمند و راهگشای خویش، با درایت تمام مرا در امر تهیه و تدوین مطالب یاری نمودند.

از زحمات و راهنمایی‌های استاد مشاور ارجمند، **جناب آقای دکتر محمود کلباسی** که مرا در طول اجرای پایان‌نامه راهنمایی و مساعدت کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم.

از زحمات جناب آقای مهندس محمد انوار کارشناس محترم آزمایشگاه‌های گروه علوم خاک بسیار سپاسگزارم.

در پایان از همهٔ دوستان و همکلاسی‌های عزیزم، خانم مهندس شقایق کوچک‌پور، خانم مهندس فرشته کمکلایی خانم مهندس صدیقه شکربیگی، خانم مهندس الهام صنعتگر، خانم مهندس سمیه افتخاری، خانم مهندس معصومه اسماعیلی،خانم مهندس سما فتح‌الهی، خانم مهندس فاطمه عرفانی، خانم مهندس مریم بیرانوند، خانم مهندس زهرا دستغیب و آقایان مهندس علی عبدالهی، مهندس مجید هماپور و مهندس علی یعقوبی بسیار سپاسگزارم که در طول تحصیل و انجام این پژوهش همراه من بودند و کمک‌های شایانی به این حقیر نمودند.

نام خانوادگی دانشجو: محمدی فرانی نام: طیبه
عنوان پایان نامه: بررسی تأثیر مواد اسیدزا بر خصوصیات شیمیایی و قابلیت استفاده عناصر غذایی در خاک
استاد راهنما: دکتر کاظم هاشمی‌مجد استاد مشاور: دکتر محمود کلباسی
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی کشاورزی گرایش: علوم خاک دانشگاه: محقق اردبیلی دانشکده: کشاورزی تاریخ فارغ التحصیلی: ۸۸/۱۰/۲۴ تعداد صفحه: ۱۲۵
کلید واژه‌ها: مواد اسیدزا، pH، هدایت الکتریکی، عناصر غذایی
چکیده: یک روش نسبتا ارزان برای افزایش قابلیت استفاده عناصر غذایی بخصوص عناصر کم‌مصرف در خاک، استفاده از مواد اسیدزا به منظور پایین آوردن pH خاک است. برای این منظور، دو نوع خاك با خصوصیات متفاوت از مزارع اطراف روستاهاي نیار و گرجان در حومه اردبیل، برداشت شد. تیمارهاي آزمایشي شامل گوگرد عنصری پودری در سه سطح (معادل ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ گرم در کیلوگرم خاک)، کودآلی (کمپوست کود گاوی) در سه سطح (معادل ۲/۵، ۵ و ۱۰ گرم در کیلوگرم خاک)، گوگرد عنصری * ماده آلی در سه سطح (همان مقادیر گوگرد با ۵ گرم در کیلوگرم کود گاوی)، پیت موس بیولن در سه سطح (معادل ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ سانتي‌متر مکعب در کیلوگرم)، اسید سولفوریک در سه سطح (معادل ۰/۴۳، ۰/۸۵ و ۱/۷ میلي‌لیتر)، و اسید نیتریک در سه سطح (معادل ۱، ۲ و ۴ میلي‌لیتر) و شاهد بود. در زمان‌های ٤، ٨، ١٦ و ٣٢ هفته نمونه‌های مرکب از خاک گلدان‌ها برداشت شده و pH، هدایت الکتریکي، کربن آلي، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و غلظت عناصر کم-مصرف آنها اندازه‌گیری شد. تأثیر تیمارهای آزمایشی بر کاهش pH، افزایش هدایت الکتریکي، کربن آلي و غلظت روي در خاك رسي کمتر بوده ولی میزان افزایش نیتروژن، فسفر، پتاسیم و سایر عناصر کم‌مصرف در خاك رسي بیشتر از خاک لومی بود. بیشترین اثر تیمارها بر خصوصیات خاك در زمان‌هاي ۸ و ۱۶ هفته مشاهده شد و پس از آن کاهش یافت. مقدار ۱ گرم گوگرد، ۱/۷ میلي‌لیتر اسید سولفوریك و ۴ میلي‌لیتر اسید نیتریك در کیلوگرم خاك، بیشترین اثر را بر کاهش pH داشتند اما تفاوت بین آنها معني‌دار نبود. تیمارهاي کمپوست و پیت موس بیولن نیز pH خاك را افزایش دادند. تمامی تیمارها بجز پیت موس بیولن و کمپوست، هدایت الکتریکي خاك را افزایش دادند و بیشترین افزایش به اسید نیتریك مربوط بود. اثر هیچ کدام از تیمارها بر درصد کربن آلي خاك معني‌دار نبود و همه تیمارها به جز گوگرد باعث افزایش معني‌دار نیتروژن کل گردیدند. تمامي تیمارها به جز پیت موس بیولن باعث افزایش معني‌دار غلظت فسفر، آهن، روي، مس و منگنز خاك گردیدند. تیمارهاي کمپوست، گوگرد- کمپوست و پیت موس بیولن غلظت پتاسیم خاك را بطور معني‌داري افزایش دادند و اثر بقیه تیمارها معني‌دار نبود. بالاترین سطح تیمارها

بیشترین اثر را بر خصوصیات خاک ایجاد نمود.

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول: مقدمه و مروري بر تحقیقات گذشته .....
.....۱
۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- مروري بر تحقیقات گذشته ۴
۱-۲-۱ تعریف واکنش خاک..... ۴

۱-۲-۲ تاثیر pH بر فعالیت عناصر غذایي در خاک ۶
۱-۲-۳- تاثیر pH بر رشد گیاه و تفاوت ارقام گیاهان ۹
۱-۲-۴- روشهاي کاهش pH خاکهاي آهکي ۹
۱-۲-۴-۱- مواد اسیدزاي گوگردي ۱۰
۱-۲-۴-۲- کودها ۱۲
۱-۲- ۵- گوگرد عنصري ۱۳
۱-۲-۵-۱- تولید و مصرف گوگرد عنصري در کشور ۱۳
۱-۲-۵- ۲- اکسیداسیون گوگرد عنصري ۱۴
۱-۲-۵- ۳- اثرات ترکیبات گوگردي بر برخي خصوصیات خاک ۱۶
۱-۲-۶- اثرات مصرف اسیدها بر خصوصیات خاک و رشد گیاه ۲۱
۱-۲-۷- تأثیر برخي کودهاي معدني بر خصوصیات خاک ۲۲
۱-۲- ۸- تأثیر برخي مواد آلي بر خصوصیات خاک ۲۴
۱-۲-۹- تأثیر استفاده همزمان گوگرد و ماده آلي ۲۹
۱-۳- اهداف پژوهش ۳۳
فصل دوم: مواد و روش تحقیق ۳۴
۲-۱- آمادهسازي نمونههاي آزمایش ۳۵
۲-۲- آمادهسازي گلدانها ۳۵
۲-۳- طرح آزمایش ۳۵
۲-۴- اجراي آزمایش ۳۶
۲-۵- تجزیه واریانس و مقایسه میانگینها ۳۸
فصل سوم: نتایج و بحث ۴۰
۳-۱- نتایج تجزیه واریانس خصوصیات خاک ۴۱
۳-۲- تأثیر تیمارهاي آزمایشي بر خصوصیات خاک بر حسب نوع خاک ۴۱
۳-۳- اثر زمان انکوباسیون بر تغییرات خصوصیات خاك ۴۷
۳-۴- اثر مواد افزودني بر خصوصیات خاک ۵۳

۳-۵- مقایسه اثرات ساده سطوح مواد افزودني بر صفات خاک ۶۰
۳-۶- اثرات سطوح مواد افزودني بر صفات خاك رسي در زمان‌هاي مختلف انکوباسیون ۶۴
۳-۶-۱- pH خاك ۶۴
۳-۶-۲- هدایت الکتریکي خاك ۷۱
۳-۶-۳- درصد کربن آلي خاك ۷۳
۳-۶-۴- درصد نیتروژن کل خاك ۷۳
۳-۶-۵- غلظت فسفر خاك ۷۵
۳-۶-۶- غلظت پتاسیم خاك ۷۷
۳-۶-۷- غلظت آهن خاك ۷۹
۳-۶-۸- غلظت روي خاك ۸۱
۳-۶-۹- غلظت مس خاك ۸۴
۳-۶-۱۰- غلظت منگنز خاك ۸۶
۳-۷- اثرات سطوح مواد افزودني بر صفات خاك لومي در زمان‌هاي مختلف انکوباسیون ۸۸
۳-۷-۱- pH خاك ۸۸
۳-۷-۲- هدایت الکتریکي خاك ۹۴
۳-۷-۳- درصد کربن آلي خاك ۹۷
۳-۷-۴- درصد نیتروژن کل خاك ۹۷
۳-۷-۵- غلظت فسفر خاك ۹۹
۳-۷-۶- غلظت پتاسیم خاك ۱۰۱
۳-۷-۷- غلظت آهن خاك ۱۰۴
۳-۷-۸- غلظت روي خاك ۱۰۶
۳-۷-۹- غلظت مس خاك ۱۰۸
۳-۷-۱۰- غلظت منگنز خاك ۱۱۰
فصل چهارم: نتیجه‌گیري و پیشنهادات ۱۱۳
۴-۱- نتیجه‌گیري ۱۱۴
۴-۲- پیشنهادها ۱۱۶
منابع ۱۱۷

فهرست اشکال

عنوان

صفحه

شکل۳-۱- اثر نوع خاک بر تغییرات میانگین pH (a) و هدایت الکتریکي (b) خاک ۴۲
شکل۳-۲- اثر نوع خاک بر تغییرات میانگین درصد کربن آلي (a) و نیتروژن کل (b) خاک ۴۵
شکل۳-۳- اثر نوع خاک بر تغییرات میانگین غلظت فسفر (a) و پتاسیم (b) خاک ۴۵
شکل۳-۴- اثر نوع خاک بر تغییرات میانگین غلظت آهن (a) و روي (b) خاک ۴۶
شکل۳-۵- اثر نوع خاک بر تغییرات میانگین غلظت مس (a) و منگنز (b) خاک ۴۶
شکل۳-۶- تغییرات میانگین pH خاک‌ها در زمان‌هاي مختلف۴۸
شکل۳-۷- تغییرات میانگین هدایت الکتریکي خاک‌ها در زمان‌هاي مختلف ۴۸
شکل۳-۸- تغییرات میانگین درصد کربن آلي خاک‌ها در زمان-هاي مختلف ۴۸
شکل۳-۹- تغییرات میانگین درصد نیتروژن کل خاک‌ها در زمان‌هاي مختلف ۴۹
شکل۳-۱۰- تغییرات میانگین غلظت فسفر خاک‌ها در زمان‌هاي مختلف ۵۰

شکل۳-۱۱- تغییرات میانگین غلظت پتاسیم خاک‌ها در زمان-های مختلف ۵۰
شکل۳-۱۲- تغییرات میانگین غلظت آهن خاک‌ها در زمان‌های مختلف ۵۱
شکل۳-۱۳- تغییرات میانگین غلظت روي خاک‌ها در زمان‌های مختلف ۵۲
شکل۳-۱۴- تغییرات میانگین غلظت مس خاک‌ها در زمان‌های مختلف ۵۲
شکل۳-۱۵- تغییرات میانگین غلظت منگنز خاک‌ها در زمان-های مختلف ۵۳
شکل۳-۱۶- تغییرات میانگین pH خاک با اعمال تیمارها ۵۴
شکل۳-۱۷- تغییرات میانگین هدایت الکتریکي خاک با اعمال تیمارها ۵۵
شکل۳-۱۸- تغییرات میانگین درصد نیتروژن کل خاک با اعمال تیمارها ۵۶
شکل۳-۱۹- تغییرات میانگین غلظت فسفر خاک با اعمال تیمارها ۵۷
شکل۳-۲۰- تغییرات میانگین غلظت پتاسیم خاک با اعمال تیمارها ۵۷
شکل۳-۲۱- تغییرات میانگین غلظت آهن خاک با اعمال تیمارها ۵۸
شکل۳-۲۲- تغییرات میانگین غلظت روي خاک با اعمال تیمارها ۵۹
شکل۳-۲۳- تغییرات میانگین غلظت مس خاک با اعمال تیمارها ۵۹
شکل۳-۲۴- تغییرات میانگین غلظت منگنز خاک با اعمال تیمارها ۶۰
شکل۳-۲۵- اثر سطوح تیمارها بر pH و هدایت الکتریکي خاک ۶۱
شکل۳-۲۶- اثر سطوح تیمارها بر غلظت فسفر، پتاسیم و آهن خاک ۶۲
شکل۳-۲۷- اثر سطوح تیمارها بر غلظت روي، مس و منگنز خاک ۶۳

شکل۳-۲۸- تغییرات میانگین pH خاک رسي در زمان ٤ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۶۵
شکل۳-۲۹- تغییرات میانگین pH خاک رسي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۶۵
شکل۳-۳۰- تغییرات میانگین pH خاک رسي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۶۶
شکل۳-۳۱- تغییرات میانگین pH خاک رسي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۶۶
شکل۳-۳۲- تغییرات میانگین هدایت الکتریکي خاک رسي در زمان ٤ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۷۲
شکل۳-۳۳- تغییرات میانگین هدایت الکتریکي خاک رسي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۷۲
شکل۳-۳۴- تغییرات میانگین هدایت الکتریکي خاک رسي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۷۲
شکل۳-۳۵- تغییرات میانگین هدایت الکتریکي خاک رسي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۷۳
شکل۳-۳۶- تغییرات میانگین درصد نیتروژن کل خاک رسي در زمان ٤ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۷۴
شکل۳-۳۷- تغییرات میانگین درصد نیتروژن کل خاک رسي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۷۴
شکل۳-۳۸- تغییرات میانگین درصد نیتروژن کل خاک رسي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۷۴
شکل۳-۳۹- تغییرات میانگین درصد نیتروژن کل خاک رسي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۷۵
شکل۳-۴۰- تغییرات میانگین غلظت فسفر خاک رسي در زمان ٤ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۷۶
شکل۳-۴۱- تغییرات میانگین غلظت فسفر خاک رسي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۷۶
شکل۳-۴۲- تغییرات میانگین غلظت فسفر خاک رسي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۷۶
شکل۳-۴۳- تغییرات میانگین غلظت فسفر خاک رسي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۷۷

شکل۳-۴۴- تغییرات میانگین غلظت پتاسیم خاک رسي در زمان ٤ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۷۸
شکل۳-۴۵- تغییرات میانگین غلظت پتاسیم خاک رسي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۷۸
شکل۳-۴۶- تغییرات میانگین غلظت پتاسیم خاک رسي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۷۸
شکل۳-۴۷- تغییرات میانگین غلظت پتاسیم خاک رسي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۷۹
شکل۳-۴۸- تغییرات میانگین غلظت آهن خاک رسي در زمان ٤ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۰
شکل۳-۴۹- تغییرات میانگین غلظت آهن خاک رسي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۰
شکل۳-۵۰- تغییرات میانگین غلظت آهن خاک رسي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۱
شکل۳-۵۱- تغییرات میانگین غلظت آهن خاک رسي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۱
شکل۳-۵۲- تغییرات میانگین غلظت روي خاک رسي در زمان ٤ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۲
شکل۳-۵۳- تغییرات میانگین غلظت روي خاک رسي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۳
شکل۳-۵۴- تغییرات میانگین غلظت روي خاک رسي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۳
شکل۳-۵۵- تغییرات میانگین غلظت روي خاک رسي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۳
شکل۳-۵۶- تغییرات میانگین غلظت مس خاک رسي در زمان ٤ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۵
شکل۳-۵۷- تغییرات میانگین غلظت مس خاک رسي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۵
شکل۳-۵۸- تغییرات میانگین غلظت مس خاک رسي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۵
شکل۳-۵۹- تغییرات میانگین غلظت مس خاک رسي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۶

شکل۳-۶۰- تغییرات میانگین غلظت منگنز خاک رسي در زمان ٤ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۷
شکل۳-۶۱- تغییرات میانگین غلظت منگنز خاک رسي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۷
شکل۳-۶۲- تغییرات میانگین غلظت منگنز خاک رسي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۷
شکل۳-۶۳- تغییرات میانگین غلظت منگنز خاک رسي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۸
شکل۳-۶۴- تغییرات میانگین pH خاک لومي در زمان ٤ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۹
شکل۳-۶۵- تغییرات میانگین pH خاک لومي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۸۹
شکل۳-۶۶- تغییرات میانگین pH خاک لومي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۹۴
شکل۳-۶۷- تغییرات میانگین pH خاک لومي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۹۴
شکل۳-۶۸- تغییرات میانگین هدایت الکتریکي خاک لومي در زمان ٤ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۹۵
شکل۳-۶۹- تغییرات میانگین هدایت الکتریکي خاک لومي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۹۶
شکل۳-۷۰- تغییرات میانگین هدایت الکتریکي خاک لومي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۹۶
شکل۳-۷۱- تغییرات میانگین هدایت الکتریکي خاک لومي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۹۶
شکل۳-۷۲- تغییرات میانگین درصد نیتروژن کل خاک لومي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۹۸
شکل۳-۷۳- تغییرات میانگین درصد نیتروژن کل خاک لومي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۹۸
شکل۲-۷۴- تغییرات میانگین درصد نیتروژن کل خاک لومي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۹۸
شکل۳-۷۵- تغییرات میانگین غلظت فسفر خاک لومي در زمان ٤ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۰

شکل۳-۷۶- تغییرات میانگین غلظت فسفر خاک لومي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۰
شکل۳-۷۷- تغییرات میانگین غلظت فسفر خاک لومي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۱
شکل۳-۷۸- تغییرات میانگین غلظت فسفر خاک لومي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۱
شکل۳-۷۹- تغییرات میانگین غلظت پتاسیم خاک لومي در زمان ٤ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۳
شکل۳-۸۰- تغییرات میانگین غلظت پتاسیم خاک لومي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۳
شکل۳-۸۱- تغییرات میانگین غلظت پتاسیم خاک لومي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۳
شکل۳-۸۲- تغییرات میانگین غلظت پتاسیم خاک رسي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۴
شکل۳-۸۳- تغییرات میانگین غلظت آهن خاک لومي در زمان ٤ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۵
شکل۳-۸۴- تغییرات میانگین غلظت آهن خاک لومي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۵
شکل۳-۸۵- تغییرات میانگین غلظت آهن خاک لو.مي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۵
شکل۳-۸۶- تغییرات میانگین غلظت آهن خاک لومي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۶
شکل۳-۸۷- تغییرات میانگین غلظت روي خاک لومي در زمان ٤ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۷
شکل۳-۸۸- تغییرات میانگین غلظت روي خاک لومي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۷
شکل۳-۸۹- تغییرات میانگین غلظت روي خاک لومي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۷

شکل۳-۹۰- تغییرات میانگین غلظت روي خاک لومي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۸
شکل۳-۹۱- تغییرات میانگین غلظت مس خاک لومي در زمان ٤ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۹
شکل۳-۹۲- تغییرات میانگین غلظت مس خاک لومي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۰۹
شکل۳-۹۳- تغییرات میانگین غلظت مس خاک لومي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۱۰
شکل۳-۹۴- تغییرات میانگین غلظت مس خاک لومي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۱۰
شکل۳-۹۵- تغییرات میانگین غلظت منگنز خاک لومي در زمان ٤ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۱۱
شکل۳-۹۶- تغییرات میانگین غلظت منگنز خاک لومي در زمان ۸ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۱۲
شکل۳-۹۷- تغییرات میانگین غلظت منگنز خاک لومي در زمان ۱٦ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۱۲
شکل۳-۹۸- تغییرات میانگین غلظت منگنز خاک لومي در زمان ۳۲ هفته با اعمال سطوح مختلف تیمارها ۱۱۲

فهرست جداول

عنوان

صفحه

جدول۲-۱- خصوصيات اوليه خاك‌هاي مورد آزمايش ۳۹

جدول۲-۲- خصوصيات كمپوست كود گاوي و پيتموس بيولن ۳۹
جدول۳-۱- نتايج تجزيه واريانس اثر تيمار، زمان و نوع خاك ۴۳
ادامه جدول۳-۱- نتايج تجزيه واريانس اثر تيمار، زمان و نوع خاك ۴۴
جدول۳-۲- خلاصه تجزيه واريانس صفات خاك رسي در زمان ۴ هفته ۶۷
جدول۳-۳- خلاصه تجزيه واريانس صفات خاك رسي در زمان ۸ هفته ۶۸
جدول۳-۴- خلاصه تجزيه واريانس صفات خاك رسي در زمان ۱۶ هفته ۶۹
جدول۳-۵- خلاصه تجزيه واريانس صفات خاك رسي در زمان ۳۲ هفته ۷۰
جدول۳-۶- خلاصه تجزيه واريانس صفات خاك لومي در زمان ۴ هفته ۹۰
جدول۳-۷- خلاصه تجزيه واريانس صفات خاك لومي در زمان ۸ هفته ۹۱
جدول۳-۸- خلاصه تجزيه واريانس صفات خاك لومي در زمان ۱۶ هفته ۹۲
جدول۳-۹- خلاصه تجزيه واريانس صفات خاك لومي در زمان ۳۲ هفته ۹۳

فصل اول

مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- مقدمه

جمعيت جهان هر ۴۰ سال، ۲ برابر مي‌گردد. همراه با رشد جمعيت، يک سيستم کشاورزي برنامه‌ريزي شده براي تأمين نيازهاي غذايي بشر لازم مي‌باشد و بايد روش‌هاي پيشرفته کشاورزي براي افزايش عملکرد محصول در واحد سطح به‌کار گرفته شود. با افزايش نياز براي توليد غذا در جهان و کاهش زمين‌هاي خوب، افزايش عملکرد و کيفيت محصولات بايد مورد توجه قرار گيرد (تابرنا[1]، ۲۰۰۶).

توان توليد و باروري خاك به فرآيندهاي فيزيکي، شيميايي و بيولوژي خاك مربوط است. توازن پايدار اين فرآيندها همراه با مديريت مناسب بهره‌برداري از خاك موجب تداوم باروري مي‌شود. هر گونه اقدام در جهت بر هم زدن اين تعادل اثراتي جبران‌ناپذير به دنبال دارد. از طرفي افزايش جمعيت با نرخ بيش از ۲ درصد در درازمدت شرايطي ناپايدار به وجود خواهد آورد. در بسياري از کشورها، براي ۵۰ تا ۱۰۰ سال آينده، توليدات کشاورزي بايد دست کم سالانه ۳ درصد رشد داشته باشد. تحقق اين اهداف نياز به بهره‌برداري بيشتر از مواد غذايي خاك دارد. مشکل اساسي رسيدن به اين مقدار، رشد در توليدات کشاورزي مي‌باشد که در آن کميت منابع محيط و ظرفيت توليد اراضي و منابع آبي حفظ شود. مديريت پايدار منابع و کاربرد فناوري مناسب در ارتباط با بهره‌وري از منابع آب و خاك و منابع غذايي بايد به گونه‌اي باشد که هدف فوق تحقق يابد (ملکوتي، ۱۳۸۲).

ازآنجا که خاک يک منبع غير تجديد شونده در مدت زمان عمر بشر است بايد خصوصيات زمين‌هايي که مناسب توليد محصول نيستند بهبود يابد. بهبود بافت، ساختمان و خصوصيات خاک موثر در رشد گياهان، همه با استفاده از بهسازها امکان‌پذير است. در تعريف ساده، بهسازها موادي هستند که با هدف تغيير خصوصيات فيزيکي يا شيميايي خاکها به آنها اضافه مي‌گردند (ريچارد[2]، ۲۰۰۷). خاک منبع تأمين چهار نياز اساسي براي گياهان مي‌باشد که

[1]. Taberna [2]. Prichard

شامل تکیه‌گاه، بستر ریشه و منبع آب، اکسیژن و مواد غذایي است. مواد غذایي شامل عناصر ضروري براي رشد گیاه هستند. گیاهان حداقل ۱۹ عنصر مختلف را جذب مي‌کنند که برخي از آنها براي رشد گیاه لازم بوده و برخي لازم نیستند. ۱۷ عنصر ضروري براي رشد گیاه توسط محققان شناخته شده است. کربن، هیدروژن و اکسیژن به عنوان عناصر معدني مطرح نبوده اما عناصر غالب در ساختار گیاهان هستند. ۱۴ عنصر باقیمانده در غالب عناصر پرمصرف و کم‌مصرف طبقه‌بندي مي‌شوند. عناصر پرمصرف شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد بوده و عناصر کم - مصرف شامل آهن، روي، منگنز، مس، بر، کلر، مولیبدن و نیکل مي‌باشند. عناصر غذایي به چهار صورت در خاک موجود هستند که شامل ۱) کاني‌هاي خاک ۲) مواد آلي ۳) عناصر جذب سطحي شده و ۴) عناصر محلول مي‌باشند. کاني‌ها بزرگترین منبع براي تأمین مواد غذایي خاک غیر از نیتروژن بوده و عناصر موجود در آنها توسط فرآیند هوادیدگي و به مرور زمان آزاد مي‌شوند. مواد آلي منبع بزرگ مواد غذایي به‌خصوص نیتروژن است. عناصر جذب سطحي شده در خاک، روي سطوح رس و هوموس نگهداري مي‌شوند. یون - هاي محلول، قابل دسترس‌ترین فرم عناصر غذایي براي گیاه در خاک هستند. مخلوط یون‌ها و آب خاک، محلول خاک نامیده مي‌شود. این عناصر ممکن است مصرف شده و یا به راحتي با آبشویي از خاک خارج شوند. برهم‌کنش میان خصوصیات متعدد فیزیکي، بیولوژیکي و شیمیایي در خاک، قابلیت دسترسي عناصر غذایي در خاک را کنترل مي‌نماید. pH خاک یکي از مهمترین خصوصیات خاک براي تولید محصول است. pH خاک فعالیت یون هیدروژن در محلول خاک است. مهمترین نقش pH، کنترل حلالیت عناصر غذایي در خاک مي‌باشد. معمولاً با افزایش pH حلالیت عناصر غذایي کاهش مي‌یابد (هاولین و همکاران، ۲۰۰۵).

در خاک‌هاي آهکي که قسمت عمده کشور ما را تشکیل مي- دهند به دلیل بالا بودن pH، قابلیت استفاده عناصر غذایي به‌خصوص عناصر کم‌مصرف کم بوده که این موضوع باعث افت

كمي و كيفي محصولات كشاورزي شده و به‌دنبال آن، كمبود عناصر در دامها و انسان نيز بسيار شايع مي‌باشد. فقر آهن يكي از شايعترين اختلالات تغذيه‌اي در كشورهاي در حال توسعه و مهمترين علت كم‌خوني تغذيه‌اي در كودكان و زنان باردار و شيرده محسوب مي‌شود. آنچه مسلم است كمبود آهن عمدتاً در خاك‌هاي آهكي و قليايي شايع است (ملكوتي، ۱۳۷۳).

روش‌هاي رفع مشكل كمبود عناصر غذايي در خاك شامل مصرف كودهاي حاوي اين عناصر، محلول‌پاشي، مصرف مكمل‌هاي غذايي و غيره است. يک روش نسبتاً ارزان مصرف مواد اسيدزا به منظور پايين آوردن pH خاک است. مواد متفاوتي براي اين منظور پيشنهاد شده است. از جمله اين مواد گوگرد عنصري، سولفات آمونيوم، پلي سولفيد آمونيوم و موادآلي را مي‌توان ذكر كرد (هاولين و همكاران، ۲۰۰۵). ولي تحقيقات محدودي در زمينه مقايسه تأثير مواد مختلف اسيدزا بر خصوصيات شيميايي خاک و قابليت استفاده عناصر در سطح كشور ما به عمل آمده است. در مطالعه اوليه‌اي كه با نمونه‌برداري از خاک ۶۰ منطقه اطراف اردبيل انجام گرفت مشاهده شد كه pH خاک‌هاي اين منطقه در محدوده ۷/۲۴ تا ۸/۰۳ مي‌باشد. با توجه به اينكه مشكلات ذكرشده در خاک‌هاي آهكي در اين منطقه هم وجود دارد در اين تحقيق، تاثير چند ماده اسيدزا شامل گوگرد عنصري، ماده آلي، اسيد سولفوريک، اسيد نيتريک و پيت موس بر pH، خصوصيات شيميايي خاک و قابليت استفاده عناصر غذايي بررسي و مناسبترين مديريت براي استفاده از اين مواد براي اصلاح خصوصيات خاک‌هاي آهكي تعيين شد. همچنين با توجه به اينكه در كشور ما تحقيقي در مورد تاثير مصرف گوگرد عنصري به صورت همزمان با ماده آلي (كمپوست كود گاوي) بر pH و فراهمي عناصر غذايي در خاک انجام نشده است، در اين تحقيق اثرات كاربرد توأم سطوح مختلف آنها نيز بررسي شد.

۱-۲ – مروري بر تحقيقات گذشته

۱-۲-۱- تعريف واكنش خاک

آب و عناصر حل‌شده در آن که در بین ذرات خاک نگهداري مي‌شود محلول خاک نامیده مي شود. pH خاک، فعالیت یون هیدروژن در محلول خاک است که معمولاً با دستگاه الکترود شیشه‌اي اندازه‌گیري مي‌شود. pH یا واکنش خاک بیانگر اسیدیته یا قلیائیت خاک مي باشد. این مقیاس از ۰ تا ۱۴ درجه بندي شده است که درجه ۰ تا ۷ اسیدي و ۷ تا ۱۴ قلیایي یا بازي است و درجه ۷ خنثي است. مقیاس pH، چگونگي اسیدي یا بازي‌بودن را با غلظت یون‌هاي هیدروژن نشان مي‌دهد. تعادل میان یون‌هاي هیدروژن و هیدروکسیل، pH خاک را بیان مي‌نماید. pH خاک ناشي از تقابل میان کاني‌هاي خاک و یون‌هاي محلول است (پلاستر[1]، ۱۹۹۷).

pH خاک تحت تأثیر مواد مادري و محیط است. خاکهاي تکامل یافته از سنگ‌هاي بازي داراي pH بالاتري از خاک-هاي تشکیل شده از سنگ‌هاي اسیدي هستند. همچنین بارندگي و دما بر pH خاک موثر هستند. آب باران هنگام عبور از خاك کاتیون‌هاي بازي مانند کلسیم و منیزیم را مي‌شوید. به این دلیل خاك‌هاي تشکیل شده تحت شرایط بارندگي زیاد اسیدي‌تر از خاك‌هاي تشکیل شده تحت شرایط خشك هستند. (هورنک[2] و همکاران، ۲۰۰۴). خاک‌ها به دلیل خروج کاتیون-هاي بازي مانند کلسیم، پتاسیم، منیزیم و سدیم از طریق آبشویي، جذب توسط گیاه، تجزیه موادآلي و استفاده از کودهاي اسیدزا، اسیدي مي‌شوند (تیسدال[3] و همکاران، ۱۹۸۵). اسیدیته به صورت دو جزء اسیدیته فعال (یون H^+ در محلول خاک) و اسیدیته ذخیره (Al^{3+} در سطوح تبادلي کاتیونها) تعریف مي‌شود (اسلاتون[4]، ۱۹۹۸).

۲۵ تا ۳۰ درصد خاکهاي جهان اسیدي است که علت اسیدي‌شدن آنها شامل بارندگي، تجزیه موادآلي، جذب و تغییرشکل مواد غذایي، آبشویي، نوع رس، اکسیدهاي آهن و آلومینیوم، نمك‌هاي محلول و مصرف کودها هستند (هاولین[5] و همکاران، ۲۰۰۵).

خاك‌هاي آهکي داراي مقادیر قابل اندازه‌گیري از کربنات کلسیم طبیعي هستند. خاك‌هاي سطحي آهکي اغلب در مناطق خشك و نیمه خشك وجود دارند جایي که بارندگي

[1]. Plaster [2]. Horneck [3]. Tisdale [4]. Slaton [5]. Havlin