١٩٨٠١

۸۷/۱/۱۰۵۹۹۸
۸۷/۱۲/۱۱

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته علوم خاک

اثر سه نوع ماده آلی، سطوح روی و زمان بر توزیع شکل های شیمیایی روی در یک خاک آهکی استان فارس

توسط:
سعیده کمالی سروستانی

تحویل واحد اطلاعات و مدارک علمی جهاد
تحویل مدارک

۱۳۸۷ /۱۲/۱ ۱۵

اساتید راهنما:
دکتر عبدالمجید رونقی
دکتر نجفعلی کریمیان

شهریورماه ۱۳۸۷

۱۰۹۸۰۱

به نام خدا

اثر سه نوع ماده آلی، سطوح روی، و زمان بر توزیع شکل های شیمیایی روی در یک خاک آهکی استان فارس

به وسیله:

سعیده کمالی سروستانی

پایان نامه

ارایه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی:

علوم خاک

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: **عالی**

دکتر عبدالمجید رونقی، دانشیار بخش علوم خاک.....(استاد راهنما)

دکتر نجف علی کریمیان، استاد بخش علوم خاک.....(استاد راهنما)

دکتر جعفر یثربی، استادیار بخش علوم خاک..... (استاد مشاور)

دکتر رضا قاسمی فسایی، استادیار بخش علوم خاک..... (استاد مشاور)

شهریورماه ۱۳۸۷

با استعانت از خداوند متعال

تقدیم به:

مادرم

یگانه دریای عطوفت، مظهر الطاف خدا و جلوه گه عشق و صفا
آن اسوه صداقت و یگانه سرچشمه جوشان محبت
تنها مونسی که دعای خیرش همواره بدرقه راه و توشه تلاشم بود.

پدرم

کوشید تا بیاسایم، رنج کشید تا بیارامم
صبر و بردباریش تکیه گاهم، وجود و ایمانش افتخارم
و تداوم سایه اش آرزویم.

خواهر عزیز و برادران مهربانم

محبت و همراهی آنان بهترین پشتیبانم
و شاد زیستن در کنارشان بزرگترین آرمانم.

سپاسگزاری

منت خدای را عز و جل که طاعتش موجب قرب است و به شکر اندرش مزید نعمت.
شکر و سپاس خدای را که در راه زندگی از وجود دو انسان پاک و با اخلاص، پدر بزرگوار و مادر مهربان و نیز خواهر و برادران عزیزم بهره مند گردیده ام؛ همانان که همواره با مهر و گرمای وجودشان جانی تازه یافته و به تلاش و تکاپو ادامه داده ام و از این رهگذر از همکاریها و حمایتهای همه جانبه آنان کمال تشکر و امتنان را دارم. خداوند بلند مرتبه را سپاس که در مسیر کسب علم و دانش، از وجود انسانهای فرهیخته و بزرگواری بهره گرفتم که خود سالیان پر ارزش عمرشان را در به دست آوردن یافته هایی صرف کردند که با اخلاص تقدیمم نموده و با اندیشه های ناب خود درس زندگیم آموختند. پس با چنین اندیشه ای بر من سزاست تا رسم شاگردی را به جای آورده و قدردانی و سپاسم را تقدیمشان کنم؛ تشکر و امتنان بی پایان از اساتید راهنمای بزرگوار و گرانقدر جناب آقای دکتر رونقی و جناب آقای دکتر کریمیان که همواره از همکاریهای مجدانه و راهنماییهای دلسوزانه و ارزشمند این عزیزان بهره برده ام. قدردانی و سپاس فراوان از اساتید مشاور محترم جناب آقای دکتر یثربی و جناب آقای دکتر قاسمی که همواره با روی گشاده پاسخگوی سوالات من بوده اند. همچنین از سایر اساتید محترم بخش علوم خاک جناب آقای دکتر مفتون، جناب آقای دکتر ثامنی، جناب آقای دکتر ابطحی و جناب آقای دکتر باقرنژاد که همواره در طول این دوره از راهنماییهای آنان استفاده نموده ام نهایت قدردانی و تشکر را دارم. سپاس و قدردانی از جناب آقای دکتر ادهمی و جناب آقای دکتر رجایی که در این پایان نامه از همکاری و راهنماییهای بی دریغشان بهره مند گردیده ام. تشکر و سپاس فراوان از اساتید محترم بخش زراعت و اصلاح نباتات، جناب آقای دکتر راضی و جناب آقای دکتر حیدری که همواره با صبر و حوصله فراوان پاسخگوی مسایل آماری این پایان نامه بوده اند. قدردانی و سپاس از کارمندان محترم بخش علوم خاک خانم روح زمین، خانم هاشمی، آقای مهندس غلامی، آقای مقصودی و آقایان اسفندیاری. تشکر و سپاس بی دریغ از دوست بسیار عزیزم خانم مهندس مریم سلیمی زاده که همواره با همکاریها، همفکریها و همدلی های ایشان سختی های راه برایم سهل تر می نمود. تشکر و قدردانی از سایر همکلاسیهای عزیزم که همواره در این راه یار و یاورم بوده اند. همین طور قدردانی و سپاس فراوان از سایر دوستان عزیزم در مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری بخش علوم خاک که همواره در این راه حامی و همراه من بوده اند.

چکیده

اثر سه نوع ماده آلی، سطوح روی و زمان بر شکلهای شیمیایی روی در یک خاک آهکی

به وسیله:

سعیده کمالی سروستانی

روی یک عنصر غذایی ضروری برای گیاه است. گزارشهایی مبنی بر پایین بودن قابلیت استفاده روی در خاکهای آهکی ایران و نیز تاثیر مثبت کاربرد سولفات روی در برطرف کردن این کمبود در دست است. هر چند برخی گزارشها بیانگر بازیابی کم کودهای دارای روی در خاکهای آهکی می باشند. همچنین به دلیل کمبود مواد آلی در خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک، تاثیر مثبت افزودن کودهای آلی بر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی این خاکها گزارش شده است. بنابراین آگاهی از نحوه توزیع روی، برای فهم واکنشهای شیمیایی و زیست فراهمی این عنصر در خاک اهمیت دارد. عصاره گیری دنباله ای، به عنوان روشی مناسب، در تعیین توزیع شکلهای شیمیایی و قابلیت استفاده بالقوه زیستی عنصر روی در خاکهای آهکی به کار رفته است. هر چند ظرفیت اجزای مختلف خاک برای جذب و نگهداری این عنصر و تغییر و تبدیل شکلهای شیمیایی آن با گذشت زمان کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بنا براین آزمایشی به صورت فاکتوریل، در قالب طرح کاملا تصادفی و در سه تکرار اجرا گردید که در آن سه نوع ماده آلی (کاه و کلش گندم، کود گاوی و ورمی کمپوست) با دو سطح (صفر و ۱٪) و همچنین سه سطح روی (۰، ۵ و ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک) به یک خاک آهکی (Fine-loamy, carbonatic, thermic, Typic Calcixerepts) افزوده شدند. نمونه های خاک به مدت ۱۵، ۴۵ و ۹۰ روز و در رطوبت حدود ۸۰ درصد ظرفیت زراعی خوابانده شدند. در پایان هر زمان خواباندن، با برداشت نمونه های خاک و هوا خشک نمودن آنها، شکلهای شیمیایی روی شامل محلول و تبادلی، کربناتی، آلی، متصل به اکسیدهای منگنز، متصل به اکسیدهای آهن بی شکل، متصل به اکسیدهای آهن متبلور و تتمه به روش عصاره گیری دنباله ای جدا شدند. نتایج نشان داد که با ا فزایش روی مصرفی، همه شکل های روی در خاک به طور معنی داری ا فزایش یافتند، اما این ا فزایش به ظرفیت اجزای مختلف خاک برای نگهداری این فلز بستگی داشت و بیشترین افزایش مربوط به شکل کربناتی روی بود. افزودن هر سه نوع ماده آلی سبب افزایش معنی دار شکل های روی به جز شکل همراه با اکسید های منگنز گردید که نشان دهنده ا فزایش در زیست فراهمی روی در خاک می باشد. غلظت شکل محلول و تبادلی روی، در نمونه های تیمار شده با کود گاوی بیشتر از سایر مواد آلی بود. اما شکل های دیگر روی، در ورمی کمپوست نسبت به مواد آلی دیگر، افزایش بیشتری یافتند. تاثیر زمان، بر تغییر شکل روی در خاک معنی دار بود و افزایش زمان خواباندن سبب کاهش فراهمی زیستی این عنصر در خاک گردید.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه و هدف ها	۱
فصل دوم: مروری بر پژوهشهای انجام شده	۷
۲-۱- عصاره گیری دنباله ای عناصر	۷
۲-۲- شکل های مختلف روی در خاک و عصاره گیرهای مورد استفاده	۸
۲-۲-۱- شکل محلول و تبادلی	۸
۲-۲-۲- شکل کربناتی	۹
۲-۲-۳- شکل پیوند شده با مواد آلی	۱۰
۲-۲-۴- شکل همراه با اکسیدهای منگنز	۱۱
۲-۲-۵- شکل های همراه با اکسیدهای آهن بی شکل و متبلور	۱۲
۲-۲-۶- شکل تتمه	۱۳
۲-۳- روش های جداسازی شکل های مختلف روی	۱۴
۲-۴- تاثیر ماده آلی بر شکل های مختلف شیمیایی روی در خاک	۱۶
۲-۵- تغییر شکل سولفات روی کاربردی در خاک	۲۰
۲-۶- اثر زمان بر تغییر و تبدیل روی درخاک	۲۱
۲-۷- تاثیر ماده آلی و زمان بر تغییر شکل روی در خاک	۲۲
فصل سوم: مواد و روش های تحقیق	۲۵
۳-۱- انتخاب و جمع آوری خاک	۲۵
۳-۲- کودهای آلی مورد استفاده	۲۷
۳-۳- تیمار کردن خاک ها	۲۷
۳-۴- مطالعه شکل های شیمیایی روی	۲۸
۳-۴-۱- روی محلول و تبادلی(WsEx-Zn)	۲۹
۳-۴-۲- روی کربناتی (Car-Zn)	۲۹
۳-۴-۳- روی همراه با مواد آلی(OM-Zn)	۲۹

۳-۴-۴- روی همراه با اکسید های منگنز (MnOx-Zn) ۳۰
۳-۴-۵- روی همراه با اکسیدهای آهن بی شکل (AFeOx-Zn) ۳۰
۳-۴-۶- روی همراه با اکسیدهای آهن متبلور (CFeOx-Zn) ۳۰
۳-۴-۷- روی تتمه (Res-Zn) ۳۰
فصل چهارم: نتایج و بحث ۳۳
۴-۱- شکل محلول و تبادلی روی (WsEx-Zn) ۳۳
۴-۲- شکل کربناتی روی (Car-Zn) ۴۰
۴-۳- روی همراه با مواد آلی (Om-Zn) ۴۸
۴-۴- روی همراه با اکسیدهای منگنز (MnOx-Zn) ۵۷
۴-۵- روی همراه با اکسیدهای آهن بی شکل (AFeOx-Zn) ۶۳
۴-۶- روی همراه با اکسیدهای آهن متبلور (CFeOx-Zn) ۷۱
۴-۷- شکل تتمه روی (Res-Zn) ۷۸
۴-۸- تبدیل مقادیر مختلف روی مصرفی به شکلهای شیمیایی روی در خاک ۸۶
۴- ۹- ضرایب همبستگی بین شکلهای شیمیایی روی ۸۹
۴- ۱۰- معادله های رگرسیون خطی بین شکل های شیمیایی روی ۹۱
نتیجه گیری کلی و پیشنهادها ۹۶
منابع ۱۰۴

فهرست جدول ها

عنوان صفحه

جدول ۳-۱- برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش ۲۶
جدول ۳-۲- برخی خصوصیات مواد آلی مورد استفاده ۲۸
جدول ۳-۳. روش عصاره گیری دنباله ای سینگ و همکاران (۱۹۸۸) ۳۱
جدول ۴-۱- اثر سطوح روی مصرفی و زمان خواباندن بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی محلول و تبادلی خاک (میانگین مواد آلی) ۳۴
جدول ۴-۲- اثر مواد آلی و سطوح روی مصرفی بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی محلول و تبادلی خاک (میانگین زمان ها) ۳۴
جدول ۴-۳- اثر مواد آلی و زمان خواباندن بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی محلول و تبادلی خاک (میانگین سطوح روی) ۳۵
جدول ۴-۴- اثر سطوح روی مصرفی، زمان خواباندن و مواد آلی مختلف بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی محلول و تبادلی خاک ۳۷
جدول ۴-۵- اثر سطوح روی مصرفی، زمان خواباندن و مواد آلی مختلف بر میزان نسبی (درصد) روی محلول و تبادلی خاک ۳۹
جدول ۴-۶- اثر سطوح روی مصرفی و زمان خواباندن بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی کربناتی خاک (میانگین مواد آلی) ۴۱
جدول ۴-۷- اثر مواد آلی و سطوح روی مصرفی بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی کربناتی خاک (میانگین زمان ها) ۴۱
جدول ۴-۸- اثر مواد آلی و زمان خواباندن بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی کربناتی خاک (میانگین سطوح روی) ۴۲
جدول ۴-۹- اثر سطوح روی مصرفی، زمان خواباندن و مواد آلی مختلف بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی کربناتی خاک ۴۴
جدول ۴-۱۰- اثر سطوح روی مصرفی، زمان خواباندن و مواد آلی مختلف بر میزان نسبی (درصد) روی کربناتی خاک ۴۶
جدول ۴-۱۱- اثر سطوح روی مصرفی و زمان خواباندن بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی آلی خاک (میانگین مواد آلی) ۴۹
جدول ۴-۱۲- اثر مواد آلی و سطوح روی مصرفی بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم ۴۹

خاک) روی آلی خاک (میانگین زمان ها)
جدول ۴-۱۳- اثر مواد آلی و زمان خواباندن بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی آلی خاک (میانگین سطوح روی) ۵۰
جدول ۴-۱۴- اثر سطوح روی مصرفی، زمان خواباندن و مواد آلی مختلف بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی آلی خاک ۵۲
جدول ۴-۱۵- اثر سطوح روی مصرفی، زمان خواباندن و مواد آلی مختلف بر میزان نسبی (درصد) روی آلی خاک ۵۴
جدول ۴-۱۶- اثر سطوح روی مصرفی و زمان خواباندن بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی متصل به اکسیدهای منگنز خاک (میانگین مواد آلی) ۵۸
جدول ۴-۱۷- اثر مواد آلی و سطوح روی مصرفی بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی همراه با اکسیدهای منگنز خاک (میانگین زمان ها) ۵۸
جدول ۴-۱۸- اثر مواد آلی و زمان خواباندن بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی همراه با اکسیدهای منگنز خاک (میانگین سطوح روی) ۵۹
جدول ۴-۱۹- اثر سطوح روی مصرفی، زمان خواباندن و مواد آلی مختلف بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی همراه با اکسیدهای منگنز خاک ۶۰
جدول ۴-۲۰- اثر سطوح روی مصرفی، زمان خواباندن و مواد آلی مختلف بر میزان نسبی (درصد) روی متصل به اکسیدهای منگنز خاک ۶۲
جدول ۴-۲۱- اثر سطوح روی مصرفی و زمان خواباندن بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی متصل به اکسیدهای آهن بی شکل خاک (میانگین مواد آلی) ۶۴
جدول ۴-۲۲- اثر مواد آلی و سطوح روی مصرفی بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی همراه با اکسیدهای آهن بی شکل خاک (میانگین زمان ها) ۶۴
جدول ۴-۲۳- اثر مواد آلی و زمان خواباندن بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی همراه با اکسیدهای آهن بی شکل خاک (میانگین سطوح روی) ۶۶
جدول ۴-۲۴- اثر سطوح روی مصرفی، زمان خواباندن و مواد آلی مختلف بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی همراه با اکسیدهای آهن بی شکل خاک ۶۷
جدول ۴-۲۵ - اثر سطوح روی مصرفی، زمان خواباندن و مواد آلی مختلف بر میزان نسبی (درصد) روی متصل به اکسیدهای آهن بی شکل خاک ۶۹
جدول ۴-۲۶- اثر سطوح روی مصرفی و زمان خواباندن بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی متصل به اکسیدهای آهن متبلور خاک (میانگین مواد آلی) ۷۲
جدول ۴-۲۷- اثر مواد آلی و سطوح روی مصرفی بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی همراه با اکسیدهای آهن متبلور خاک (میانگین زمان ها) ۷۲
جدول ۴-۲۸- اثر مواد آلی و زمان خواباندن بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) ۷۳

روی همراه با اکسیدهای آهن متبلور خاک (میانگین سطوح روی)
جدول ۴-۲۹- اثر سطوح روی مصرفی، زمان خواباندن و مواد آلی مختلف بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی همراه با اکسیدهای آهن متبلور خاک ۷۵
جدول۴-۳۰- اثر سطوح روی مصرفی، زمان خواباندن و مواد آلی مختلف بر میزان نسبی (درصد) روی متصل به اکسیدهای آهن متبلور خاک ۷۷
جدول ۴-۳۱- اثر سطوح روی مصرفی و زمان خواباندن بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی تتمه خاک (میانگین مواد آلی) ۷۹
جدول ۴-۳۲- اثر مواد آلی و سطوح روی مصرفی بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی تتمه خاک (میانگین زمان ها) ۷۹
جدول ۴-۳۳- اثر مواد آلی و زمان خواباندن بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی تتمه خاک (میانگین سطوح روی) ۸۰
جدول ۴-۳۴- اثر سطوح روی مصرفی، زمان خواباندن و مواد آلی مختلف بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) روی تتمه خاک ۸۲
جدول ۴-۳۵- اثر سطوح روی مصرفی، زمان خواباندن و مواد آلی مختلف بر میزان نسبی (درصد) روی تتمه خاک ۸۴
جدول ۴-۳۶- درصد تبدیل روی مصرفی به شکلهای شیمیایی روی در خاک ۸۷
جدول ۴-۳۷- ضرایب همبستگی (r) بین شکلهای شیمیایی روی در تیمارهای مختلف در زمان های مختلف خواباندن ۹۰
جدول ۴-۳۸- معادله های رگرسیون خطی بین شکل های شیمیایی روی (میلی گرم در کیلوگرم خاک) و سطوح روی مصرفی و زمان خواباندن در مواد آلی مختلف ۹۲
جدول ۴-۳۹- معادله های رگرسیون خطی بین شکل های شیمیایی روی (میلی گرم در کیلوگرم خاک) و سطوح روی مصرفی و ماده آلی (کاه و کلش گندم) به تفکیک در هر سه زمان خواباندن ۹۳
جدول ۴-۴۰- معادله های رگرسیون خطی بین شکل های شیمیایی روی (میلی گرم در کیلوگرم خاک) و سطوح روی مصرفی و ماده آلی (کود گاوی) به تفکیک در هر سه زمان خواباندن ۹۴
جدول ۴-۴۱- معادله های رگرسیون خطی بین شکل های شیمیایی روی (میلی گرم در کیلوگرم خاک) و سطوح روی مصرفی و ماده آلی (ورمی کمپوست) به تفکیک در هر سه زمان خواباندن ۹۵

فهرست جدول های پیوست

عنوان	صفحه
جدول پیوست ۱- نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر روی مصرفی، زمان خواباندن و مواد آلی مختلف بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) شکل های شیمیایی روی در خاک	۹۹
جدول پیوست ۲- نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر روی مصرفی، زمان خواباندن و مواد آلی مختلف بر میزان نسبی (درصد) شکل های شیمیایی روی در خاک	۱۰۰
جدول پیوست ۳- اثر سطوح روی مصرفی بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) شکل های شیمیایی روی در خاک	۱۰۱
جدول پیوست ۴- اثر مواد آلی مختلف بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) شکل های شیمیایی روی در خاک	۱۰۱
جدول پیوست ۵- اثر زمان خواباندن بر میانگین (میلی گرم در کیلوگرم خاک) شکل های شیمیایی روی در خاک	۱۰۲
جدول پیوست ۶- اثر سطوح روی مصرفی بر میزان نسبی (درصد) شکل های شیمیایی روی در خاک	۱۰۲
جدول پیوست ۷- اثر مواد آلی مختلف بر میزان نسبی (درصد) شکل های شیمیایی روی در خاک	۱۰۳
جدول پیوست ۸- اثر زمان خواباندن بر میزان نسبی (درصد) شکل های شیمیایی روی در خاک	۱۰۳

فصل اول

مقدمه و هدف ها

روی یک عنصر ضروری کم مصرف برای انسان، حیوان و گیاهان عالی می باشد (کاباتاپندیاس، ۲۰۰۰). غلظت روی در گیاهان عالی کم است و معمولا تا ۱۰۰ میلی گرم در کیلو گرم ماده خشک می رسد. این عنصر در ساختمان برخی آنزیمهایی که نقش اساسی در متابولیسم، تامین انرژی، نسخه برداری و انتقال مواد دارند، عمل می نماید و همین موضوع ضرورت این عنصر را جهت رشد مناسب گیاه به اثبات رسانده است (منگل و کرکبی، ۲۰۰۱). عنصر روی بیشتر به صورت یون دو ظرفیتی Zn^{2+} جذب می شود و در پ‌هاش‌های بالا ممکن است به صورت $Zn(OH)^{+}$ نیز جذب شود. غلظت زیاد دیگر کاتیون‌های دو ظرفیتی مانند کلسیم، آهن و منگنز می تواند از جذب آن جلوگیری کند (مارشنر، ۱۹۸۶).

روی در فعالیت های آنزیمی گوناگون شرکت نموده و به عنوان شکل ساختمانی آنزیم هایی مانند الکل دهیدروژناز[1]، مس- روی سوپر اکسید دیسموتاز[2]، کربونیک آنهیدراز[3]، و پلیمراز- ریبونوکلییک اسید[4] نقش دارد. همچنین این عنصر به عنوان فعال کننده آنزیم های دهیدروژناز[5]، آلدولاز[6]، ایزومراز[7]، ترانسفوسفوریلاز[8]، پلیمراز ریبونوکلییک اسید، و اسید دی اکسی ریبونوکلییک[9] شناخته شده است (مارشنر، ۱۹۸۶). روی برای ساخته شدن تریپتوفان[10] لازم است و چون تریپتوفان ماده اصلی در ساخت اسید ایندول استیک[11] است، بنابراین

---

[1] - Alcohol Dehydrogenase
[2] - Cu- Zn Superoxide Dismutase
[3] - Carbonic Anhydrase
[4] - RNA Polymerase
[5] - Dehydrogenase
[6] - Aldolase
[7] - Isomerase
[8] - Transphosphorylase
[9] - RNA and DNA Polymerase
[10] - Tryptophan
[11] - Indole acetic acid

روی به طور غیر مستقیم در ساخته شدن این ماده محرک رشد موثر است (منگل و کرکبی، ۲۰۰۱)

کمبود روی یکی از معمول ترین کمبودهای عناصر غذایی کم مصرف[1] است (رامهلد و مارشنر، ۱۹۹۱) و به طور جدی سبب کاهش محصول گیاهان زراعی و باغی می گردد. طبق گزارش پریس و همکاران (۱۹۷۲) کمبود روی در گیاه با کاهش RNA و ریبوزوم در سلول همراه می باشد و پیامد آن محدودیت در ساخت پروتیین بوده و در نتیجه باعث تجمع آمینو اسیدهای آزاد، گلوکز و شکل غیر پروتیینی نیتروژن و DNA می گردد.

در گیاهان مبتلا به کمبود روی، غلظت هورمون های گیاهی به خصوص جیبرلین کاهش می یابد (پائول و کلارک، ۱۹۸۱؛ سوگ و همکاران،۱۹۸۶). روی نقش مهمی در تحکیم ساختمان پروتیین های مخصوص غشای سلولی عهده دار بوده و کاهش پایداری غشای سلولی در گیاهان دچار کمبود روی، سبب حساسیت به بیماریهای قارچی شده (اسپارو و گراهام، ۱۹۸۸) و همچنین با افزایش جذب فسفر و تجمع آن در قسمت های هوایی سبب بروز سمیت فسفر در گیاهان می شود (رامهلد و مارشنر، ۱۹۹۱). مهمترین نشانه های کمبود روی در گیاه، کم شدن طول میانگره ها و به وجود آمدن حالت ریزبرگی[2] است که این علایم با سبز زردی برگها[3] همراه است (مارشنر، ۱۹۸۶).

مقدار متوسط روی، در پوسته زمین تقریباً ۸۰ و در خاک در محدوده ۱۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و به طور میانگین در حدود ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک است (هاولین و همکاران، ۱۹۹۹).

از آنجا که شعاع یونی روی بسیار شبیه به Fe^{2+} و Mg^{2+} است، بنابراین روی ممکن است تا حدودی با جانشینی همشکل در ساختمان کانی، مخصوصاً کانیهای فرومنیزیم اوژیت[4]، هورنبلند[5] و بیوتیت[6] جای یون های مذکور را بگیرد. روی موجود در این کانی ها، توده روی بسیاری از خاک ها را تشکیل می دهد (منگل و کرکبی، ۲۰۰۱). در سنگ های رسوبی، بیشترین مقدار روی در رسوبات رسی و شیلها دیده می شود (۸۰ تا ۱۲۰ میلی گرم در کیلوگرم). در حالی که سنگ آهک حاوی ۲۰ میلی گرم و ماسه سنگ ۱۶ میلی گرم در کیلوگرم روی می باشند (هاولین و همکاران، ۱۹۹۹). علاوه بر آن روی، نمک های زیادی از جمله اسفالریت (ZnS)، اسمیتسونیت ($ZnCO_3$) و ویلمیت ($ZnSiO_4$) (منگل و کرکبی، ۲۰۰۱) و فرانکلینیت ($ZnFe_2O_4$) (هاولین و همکاران، ۱۹۹۹) را تشکیل می دهد. غلظت روی در محلول خاک بسیار پایین و در محدوده ۲ تا ۷۰ میکرو گرم در لیتر (ppb) است. بیش

---

[1]- Micronutrients
[2]- Rossete
[3] - Chlorosis
[4]- Augite
[5]- Hornbelende
[6]- Biotite

از نیمی از Zn^{2+} در محلول خاک به صورت کمپلکس با مواد آلی می باشد و در پ هاش بیشتر از ۷/۷ شکل غالب روی در محلول خاک به صورت $Zn(OH)^{+}$ است. حلالیت روی در محلول خاک به شدت وابسته به پ هاش است و برای هر واحد افزایش پ هاش، ۱۰۰ برابر کاهش می یابد (هاولین و همکاران، ۱۹۹۹). به علاوه، عنصر روی ممکن است در مواضع تبادلی کانی های رسی و مواد آلی یا به صورت جذب سطحی شده به سطوح جامد نیز یافت شود. این عنصر ممکن است به صورت Zn^{2+} ، $Zn(OH)^{+}$ و $ZnCl^{+}$ جذب سطحی شود و همچنین روی ممکن است، با وارد شدن به منافذی که معمولاً با Al^{3+} در لایه هشت وجهی اشغال می شود، غیر قابل استخراج گردد (منگل و کرکبی، ۲۰۰۱). مقدار کل روی خاک معیار مناسبی جهت تخمین نیاز گیاه نیست؛ چون ممکن است مقدار کل این عنصر در خاک نسبتاً زیاد بوده، اما مقدار شکل قابل استفاده عنصر روی در خاک کم باشد. کمبود روی در خاک های به شدت هوا دیده اسیدی و یا آهکی مشاهده می شود و این کمبود بیشتر همراه با کمبود آهن در خاکها دیده می شود (مارشنر، ۱۹۸۶). در خاک های آهکی، قابلیت دسترسی روی به مقدار زیادی تحت تاثیر عواملی مانند پ هاش، نوع کانیهای خاک، نوع و مقدار آنیون ها در محلول خاک و حاملهای روی قرار می گیرد (مفتون و کریمیان، ۱۹۸۹؛ اوبرادور و همکاران، ۲۰۰۳). قابلیت استفاده کم روی در خاک های آهکی، به دلیل پهاش بالا و بیشتر به علت جذب سطحی روی توسط رس و یا کربنات کلسیم و یا به دلیل تشکیل $Zn(OH)_2$ و یا $ZnCO_3$ می باشد (مارشنر، ۱۹۸۶). بنابراین کمبود روی در خاکهای آهکی یکی از موانع دستیابی به حداکثر عملکرد محصولات زراعی به شمار می آید و اثرات مثبت مصرف کودهای دارای روی در این خاک ها گزارش شده است (آبدل و همکاران، ۱۹۸۸؛ درجه و همکاران، ۱۹۹۱؛ یثربی، ۱۳۷۰).

روی با مواد آلی خاک ترکیب و کمپلکسهای آلی پایدار روی که ممکن است قابل حل و یا غیر قابل حل باشند تشکیل می دهد (منگل و کرکبی، ۲۰۰۱). همچنین اسیدهای فولویک[1] و هیومیک[2] در جذب سطحی روی نقش برجسته ای دارند. واکنش های روی با مواد آلی به سه دسته تقسیم می شوند:

۱- بی تحرک شدن[3] روی با مواد آلی با وزن مولکولی بالا مانند لیگنین
۲- ایجاد کمپلکس[4] با مواد آلی قابل حل و نهایتاً ایجاد نمک های غیر محلول
۳- حل شدن[5] و متحرک شدن[6] روی با اسیدهای آلی دارای زنجیره کوتاه و بازها

[1] - Fulvic acid
[2] - Humic acid
[3] - Immobilization
[4]- Complexation
[5] - Solubilization
[6] - Mobilization

هنگامی که واکنش های ۱ و یا ۲ غالب شوند، قابلیت دسترسی روی کاهش خواهد یافت (مثل خاک های پیت دچار کمبود روی[1] و خاک های گلی هیومیکی[2]). بر عکس، تشکیل ترکیبات روی کلات شده قابل حل، قابلیت دسترسی روی را با نگهداری آن در محلول زیاد می کند. مواد آلی تازه در خاک، قابلیت زیادی برای کلات کردن با Zn^{2+} را دارند (هاولین و همکاران، ۱۹۹۹). محققان در بررسی های خود نشان دادند که به طور متوسط ۶۰ درصد از روی قابل حل در خاک، به صورت کمپلکسهای آلی قابل حل این عنصر است. همچنین آنان در بررسی منابع علمی، از نظر واکنش های مواد غذایی کم مصرف با مواد آلی، نتیجه گرفتند که کمپلکسهای آلی قابل حل روی، بیشتر در ارتباط با اسیدهای آمینه، آلی، و فولویک هستند، در صورتی که کمپلکسهای آلی غیر قابل حل از اسیدهای هیومیک مشتق می شوند (منگل و کرکبی، ۲۰۰۱).

حلالیت و فراهمی زیستی عناصر فلزی بلافاصله پس از افزوده شدن به خاک زیاد است. با گذشت زمان و ایجاد تعادل بین فلز و خاک بر اثر واکنش هایی همچون جذب سطحی، تبادل یونی، کلاته شدن، رسوب، اکسایش و کاهش، واکنش با اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و منگنز و ورود به شبکه کانیها از قابلیت استفاده آنها کاسته شده و از شکل های با حلالیت زیاد به شکل های کم محلول تر تبدیل می شوند (میزرا و همکاران، ۱۹۹۰؛ لو و همکاران، ۲۰۰۵).

گرچه اغلب فرض می شود که گذشت زمان، قابلیت تحرک فلزات و دسترسی گیاهان به آنها را کاهش می دهد، اما فهم کامل این اثر، به اطلاعات مفصلی از نحوه توزیع شکل های شیمیایی فلزات بعد از زمان های مختلف تماس با خاک[3] نیاز دارد (لو و همکاران، ۲۰۰۵). لذا آگاهی از شکل های شیمیایی روی برای فهم شیمی آن در خاک و همچنین در درک جنبه های حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه اهمیت دارد.

روشهایی که معمولاً برای به دست آوردن اطلاع از وضعیت روی در خاک ها به کار برده می شود، به شرح زیر است:

۱- روشهای مبتنی بر مدل های ریاضی (لوما و دیویس، ۱۹۸۳) که بر اساس خصوصیاتی از قبیل ثابت تعادل، توزیع شکل های مختلف را تعیین می کند. اشکال این روش، لزوم داشتن اطلاع از مقدار دقیق ثابت تعادل واکنش است که امری مشکل می باشد (تسیر و همکاران، ۱۹۸۴).

۲- روشهای مبتنی بر عصاره گیری منفرد که تنها قادر به تشخیص شکل های معینی از عنصر نظیر آلی، تبادلی و شکلهای یونی می باشد (جینگ و لوگان، ۱۹۹۲).

۳- روشهای تقسیم شکلهای موجود در فاز جامد به اجزا مختلف که اهمیت عملی دارند. در این روشها از محلول های با قدرت فزاینده استفاده می شود و تکامل یافته تر از روشهای

---

[1] - Zn- Deficient peats
[2] - Humic gley soils
[3] - Residence time

عصاره گیری منفرد است و به نظر می رسد که کاملترین توصیف رفتار کلی فلزات در خاک بوده و تخمین خوبی از تحرک بالقوه آنهاست (کلر و ودی، ۱۹۹۴). این روشهای جداسازی از طریق انجام عصاره گیری دنباله ای[1] امکان پذیر است. روش عصاره گیری دنباله ای شامل کاربرد متوالی از عصاره گیرهای شیمیایی می باشد که بر روی یک نمونه انجام می شود و برای حل کردن انتخابی اجزای شیمیایی مختلف یک عنصر در نظر گرفته شده اند (هان و بنین، ۱۹۹۵).

استفاده از روشهای عصاره گیری دنباله ای برای عناصر کم مصرف گرچه وقت گیر تر است، اما اطلاعات جامعی از منشا، حالت وقوع، قابلیت استفاده زیستی و حرکت به سمت پایین آنها در خاک‌های آلوده کشاورزی را به دست می دهد (تسیر و همکاران، ۱۹۷۹). روشهای عصاره‌گیری دنباله‌ای گوناگونی برای جداسازی شکل های عناصر کم مصرف و از جمله روی در خاک‌ها و رسوبات ابداع شده است (چائو، ۱۹۷۲؛ تسیر و همکاران، ۱۹۷۹؛ اسپوزیتو و همکاران، ۱۹۸۲؛ چائو و زئو، ۱۹۸۳؛ شومن، ۱۹۸۵؛ سینگ و همکاران، ۱۹۸۸؛ ما و یورن، ۱۹۹۵). اما این روشها استاندارد شده نیستند و هر محقق از روش خاص خود یا از روش های اصلاح شده یا توسعه یافته دیگران استفاده می کند.

در آسیا کمبود روی، بیشتر درمناطق خشک و نیمه خشک گزارش شده است (کریمیان، ۱۳۷۲) و بخش عمده ای از اراضی ایران نیز در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده است. کمبود روی درخاک های ایران عمدتاً به دلیل فقیر بودن خاک ها از نظر کانی های حامل روی، وجود مقدار زیاد آهک در خاک و وجود مقدار قابل توجهی بی کربنات در آب‌های آبیاری، تسطیح خاک های زراعی و عدم مصرف کودهای محتوی عناصر کم مصرف و زیادی فسفر در خاک است (ملکوتی و لطف الهی، ۱۳۷۸). همچنین پایین بودن مواد آلی (کمتر از ۱ درصد) در خاک های مناطق خشک ایران که بیش از ۵۰ درصد از اراضی کشاورزی را شامل می شود، عامل دیگر کمبود روی در خاک های ایران است. بنابراین افزودن مواد آلی به خاک در بهبود وضعیت فیزیکی خاک و افزایش قابلیت استفاده بعضی عناصر غذایی از جمله روی در خاک ها نقش دارد، همچنین اثرات مثبت مصرف کودهای شیمیایی و آلی حاوی روی بر عملکرد گیاهان زراعی گزارش شده است، اما در خاک های آهکی به دلیل تبدیل کودهای محلول در آب روی به شکل های نامحلول، بازیابی ظاهری آنها کمتر از ۵ درصد است (مفتون و کریمیان، ۱۹۸۹)، از سوی دیگر زمان تماس با خاک بر قابلیت دسترسی زیستی فلزات سنگین در خاک اثر دارد (جونر و لیوال، ۲۰۰۱)، از این رو نحوه توزیع روی بومی و افزوده شده و تعیین سرنوشت کود مصرفی (سولفات روی) و روشهای افزایش بازدهی آنها ضروری است (اسپوزیتو و همکاران، ۱۹۸۲).

---

[1] - Sequential extraction

بنابراین با توجه به مطالب فوق این پژوهش با هدفهای زیر انجام شد:

۱- مطالعه اثر سه نوع ماده آلی (ورمی کمپوست، کاه و کلش و کود دامی) بر توزیع شکلهای شیمیایی روی بومی و اضافه شده به یک خاک آهکی.

۲- بررسی اثر سه زمان تماس با خاک بر توزیع شکلهای شیمیایی روی بومی و اضافه شده به یک خاک آهکی.

۳- اثر سطوح مختلف روی بر توزیع شکلهای شیمیایی روی در یک خاک آهکی و تعیین میزان همبستگی بین شکل های شیمیایی روی.

فصل دوم
مروری بر پژوهشهای انجام شده

۲-۱- عصاره گیری دنباله ای عناصر

عصاره گیری دنباله ای از عناصر سنگین در خاکها و رسوبات، روش مفیدی برای تعیین شکل های شیمیایی عناصر در خاک می باشد. مشکل اولیه در روش عصاره گیری دنباله ای انتخاب عوامل شیمیایی و ترتیب و توالی آنها در حل شکل های موجود عنصر در خاک و همچنین انتخاب نسبی آنها برای حالتهای خاص می باشد (حسینی و حاج رسولیها، ۱۳۷۴). اساس این روش، کاربرد متوالی عصاره گیرهای انتخابی بر یک نمونه واحد خاک می باشد. قدرت عصاره گیر از مرحله ای به مرحله بعد افزایش یافته و در نهایت به عصاره گیرهای بسیار قوی و شدیدا اسیدی می رسد که قادر به تخریب شبکه بلوری کانی ها می باشند. به عبارتی هر عصاره گیر به طور انتخابی شکل معدنی یا آلی خاصی از خاک را حل کرده و سبب رها سازی فلزات و عناصر متصل به آن می شود. گر چه عصاره گیری دنباله ای به علت عدم وجود روشی واحد و فراگیر، انتخابی نبودن عصاره گیرها و وابستگی نتایج به نوع روش کاربردی مورد انتقاد قرار گرفته است، اما هنوز به عنوان ابزاری نیرومند در تعیین شکل های شیمیایی عناصر به کار می رود (تسیر و همکاران، ۱۹۷۹).

در عصاره گیری دنباله ای، انتخاب عصاره گیر به عواملی مانند خصوصیات حلال به کار برده شده (محلول عصاره گیر)، پیوند بین عنصر مورد نظر و شکل جذب کننده خاک، نسبت نمونه به محلول و مدت زمان عصاره گیری بستگی دارد. همچنین علاوه بر نوع محلول عصاره گیر، پ هاش عصاره گیر، دما و زمان عصاره گیری نیز مهم می باشد (تسیر و همکاران، ۱۹۷۹؛ هالووی و همکاران، ۲۰۰۴).

گرچه عبارت اجزاء مختلف احتمالا کاربردی تر از معنی شیمیایی آنهاست، در روش های عصاره گیری دنباله ای، هر عصاره گیر، یک شکل عمده را هدف قرار می دهد. بدیهی است که هیچ عصاره گیری به تنهایی نمی تواند همه شکل های شیمیایی را بدون تحت تاثیر قرار دادن اجزاء دیگر جداسازی کند (هان و همکاران، ۲۰۰۱).

باید توجه داشت که انتخاب عصاره گیر برای استخراج یک شکل ویژه از یک عنصر از خاک و توالی عصاره گیری، نه تنها نسبت به دست آمده برای آن فلز در بین شکل های گوناگون، بلکه مقدار کل به دست آمده آن عنصر در آن شکل را نیز تحت تاثیر قرارمی دهد (ما و یورن، ۱۹۹۵). لذا تا حد ممکن باید دقت شود که از عصاره گیرهایی استفاده گردد که در هر مرحله تنها یک شکل ویژه عنصر را تحت تاثیر قرار دهند.

۲-۲- شکل های مختلف روی در خاک و عصاره گیرهای مورد استفاده

۲-۲-۱- شکل محلول و تبادلی

محلول خاک مرکز فرایندهای مهم شیمیایی خاک است (لیندسی، ۱۹۷۲). غلظت عناصر غذایی در محلول خاک به وسیله عواملی مانند رطوبت، پ هاش، دما، حالت اکسایش و کاهش، کاربرد کود و جذب به وسیله گیاه تحت تاثیر قرار می گیرد. تحت شرایط مرطوب، بسیاری از عناصر حل می شوند و یا تحت تاثیر نیروی جاذبه، همراه آب حرکت می کنند. وقتی خاک خشک می شود یونها در محلول خاک متمرکز شده و یا رسوب می کنند و یا جذب ذرات خاک می شوند. بیشتر عناصر غذایی فلزی در محلول خاک به شکل یونی آزاد نیستند، بلکه در ترکیب با لیگاندهای آلی و غیر آلی می باشند (اسپوزیتو، ۱۹۸۳).

جداسازی فلزاتی که پیوند ضعیف الکتروستاتیکی دارند اغلب از طریق تبادل کاتیونی صورت می گیرد (یور ، ۱۹۹۶). تعداد زیادی عصاره گیر، برای عصاره گیری عناصر کم مصرف که با شکل تبادلی پیوند یافته اند، مورد استفاده قرار گرفته اند و این در حالی است که مقادیر این شکل معمولا با جذب گیاهی همبستگی خوبی دارند (شومن، ۱۹۷۹). اما به طور کلی مناسب بودن یک عصاره گیر به قدرت یونی آنها نیز بستگی دارد (یور ، ۱۹۹۶). گرچه شکل های تبادلی و قابل حل در آب، در نخستین مرحله و معمولا با یک عصاره گیر جداسازی می گردند، در بعضی موارد این دو شکل به طور مجزا عصاره گیری می شوند (ما و یورن، ۱۹۹۸؛ لئو و همکاران، ۲۰۰۳). مک لارن و کرافورد (۱۹۷۳) برای عصاره گیری شکل تبادلی روی از کلرید کلسیم ۰/۰۵ مولار استفاده کردند. کلرید کلسیم ۱ مولار نیز توسط ساها و مندال (a و b ۲۰۰۰) برای جداسازی شکل های قابل حل در آب و تبادلی روی استفاده شده است. گوپتا و چن (۱۹۷۵) و گیبسن و فارمر (۱۹۸۶) از استات آمونیوم ۱ مولار برای عصاره گیری شکل تبادلی استفاده نمودند. مونگیا و باندیوپدیای (۱۹۹۲) روی تبادلی را با استات آمونیوم ۱ مولار در پ هاش ۷ و کاشم و سینگ (۲۰۰۴) نیز شکل تبادلی و قابل حل در آب این عنصر را