تأثیر توأم نیکل و آهن بر غلظت نیکل و آهن گیاه ذرت در یک خاک آهکی

منیره عیدی [۱]، عادل ریحانی‌تبار [۲]، نصرت اله نجفی [۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز،

۳- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

چکیده

این آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در یک خاک آهکی با تیمارهای نیکل در چهار سطح (۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم از منبع سولفات نیکل خالص) و آهن در پنج سطح (۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم به تفکیک از دو منبع سکوسترین آهن و سولفات آهن) بر گیاه ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴) انجام گرفت. بعد از ۹۰ روز غلظت نیکل و آهن اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که با افزایش سطوح نیکل، غلظت نیکل بخش هوایی در سطوح ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک به ترتیب ۱۸/۷۸، ۴۱/۱۰۶ و ۹۷/۱۱۶ درصد نسبت به شاهد افزایش می‌یابد. با افزایش سطوح نیکل در خاک، غلظت آهن در بخش هوایی در سطوح ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک به ترتیب ۲۷/۸، ۱۱/۱۶ و ۷۳/۳۲ درصد به طور معنی‌دار کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: نیکل، آهن، ذرت

مقدمه

نیکل جدیدترین عناصر غذایی ضروری شناخته شده برای گیاهان عالی می‌باشد. طبق گزارش اسپوزیتو (۱۹۸۹) مقدار متوسط نیکل در خاک ۱۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم و مقدار این عنصر در پوسته زمین ۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و نسبت غنی شدن نیکل (مقدار نیکل در خاک/مقدار نیکل در پوسته زمین) ۲۴/۰ است و این نسبت نشان می‌دهد که این عنصر در خاک تخلیه شدید دارد. غلظت بیشتر از ۶۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک به عنوان غلظت آلاینده محسوب می‌شود (به نقل از نیشابوری و ریحانی تبار، ۱۳۸۹). گیاهان نیکل را به آسانی جذب نموده و در گیاه بسیار متحرک است و بنابراین خطر تجمع بیش از حد آن در اندام‌های گیاه وجود داشته و همچنین باعث کاهش ارزش فراورده‌های گیاهی می‌شود، بنابراین غلظت ۲-۱ میلی‌گرم در لیتر نیکل برای بیشتر گونه‌های گیاهی مسمومیت ایجاد می‌کند (Zdenek, ۱۹۹۹). آهن چهارمین عنصر فراوان پوسته زمین بعد از اکسیژن، سیلیسیم و آلومینیم با میزان ۶/۵% می‌باشد (Lindsay, ۱۹۷۹) و مقدار کل این عنصر در خاک‌ها بین ۱ تا ۲۰ درصد وزنی متغیر و میانگین آن ۴ درصد می‌باشد (سمر و همکاران، ۱۳۸۹). درخاک‌های آهکی ایران به علت فراوانی کربنات کلسیم و pH بالا قابلیت استفاده آهن کم می‌باشد (رونقی و همکاران، ۱۳۸۱). از آنجایی که نیکل و آهن دارای بار مثبت مشابه هستند و به علت تشابه در ویژگی‌های شیمیایی، رفتار آن‌ها در بسیاری از سیستم‌های خاک-گیاه مشابه است. بنابراین نیکل و آهن برای جذب و انتقال از ریشه به بخش‌هوایی رقابت می‌کنند. لذا هدف از انجام این تحقیق بررسی غلظت نیکل و آهن و همچنین بررسی تأثیر توأم نیکل و آهن بر غلظت نیکل و آهن بخش‌هوایی و ریشه گیاه مورد مطالعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مقداری خاک مزرعه از ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز با این هدف که میزان نیکل و آهن قابل جذب آن کم باشد تا بتوان تأثیر مصرف توأم این دو عنصر را بهتر مطالعه کرد نمونه برداری و پس از خشک کردن آن در هوا و مخلوط کردن کامل از الک ۲ میلی‌متری عبور و سپس برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شد. برای افزودن سطوح نیکل به خاک و کشت گلخانه ای ابتدا مقادیر ۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک از منبع سولفات نیکل خالص ($NiSO_4$) در رطوبت ظرفیت مزرعه (FC به خاک مورد نظر (عبوری از الک شمارهٔ ۴ با قطر ۷۵/۴ میلی‌متر) اضافه و به طور متناوب هم زده شدند و سه چرخه مرطوب کردن (تا رطوبت FC) و خشک کردن (تا رطوبت هواخشک) جهت اختلاط کامل نیکل با خاک اعمال شد. سپس آهن از دو منبع سولفات آهن و سکوسترین آهن تجاری (FeEDDHA) در ۵ سطح ۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم آهن بر کیلوگرم خاک به تفکیک از دو منبع به خاک مورد نظر افزوده شد. در نهایت نمونهٔ خاک‌ها هواخشک و سپس در گلدان ریخته و آماده کشت شد. عناصر مس و منگنز به میزان ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ترتیب از منابع سولفات مس و سولفات منگنز و همچنین نیتروژن به میزان

۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم از منبع اوره در سه تقسیط به خاک گلدان‌ها افزوده شدند. سپس ۵ عدد بذر در هر گلدان کشت گردید. بعد از یک هفته گیاهان به ۳ عدد در هر گلدان تنک شدند. بعد از اتمام ۹۰ روز، گیاهان برداشت و اندام‌هوایی و ریشه‌ها از هم جدا شدند. نمونه‌ها با آب مقطر شسته و در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت در آون خشک شدند. نمونه‌ها پس از خشک شدن با استفاده از آسیاب برقی با تیغه آلومینیومی خرد شدند. روش ترسوزانی برای هضم نمونه‌های گیاهی به کار رفت (Waling et al, ۱۹۸۹). غلظت آهن و نیکل گیاه در عصاره حاصل از ترسوزانی با دستگاه جذب اتمی مدل (Shimadzu,AA-۶۳۰۰) اندازه‌گیری شد. رسم نمودارها با Excel و آنالیز آماری با نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین با آزمون LSDدر سطح احتمال ۵% درصد انجام شد.

نتایج و بحث

برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده شده در جدول ۱ آمده است. خاک مورد مطالعه آهکی و دارای بافت متوسط بود.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش گلخانه‌ای

کلاس بافت	شن	رس	سیلت (درصد)	ماده الی	ازت	EC_e dS/m	pH_e	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز (mg/kg)	مس	روی	نیکل
لوم رس شنی	۱۶/۴۹	۲۵	۸۴/۲۵	۷۵/۲	۳۲/۰	۶۸/۰	۱/۸	۳/۴۲	۹/۷۱۸	۶۳/۳	۱۵/۲	۹/۰	۴۴/۱	Nd

*مقادیر تمام عناصر به صورت قابل جذب و مقدار نیکل کل گزارش شده است.

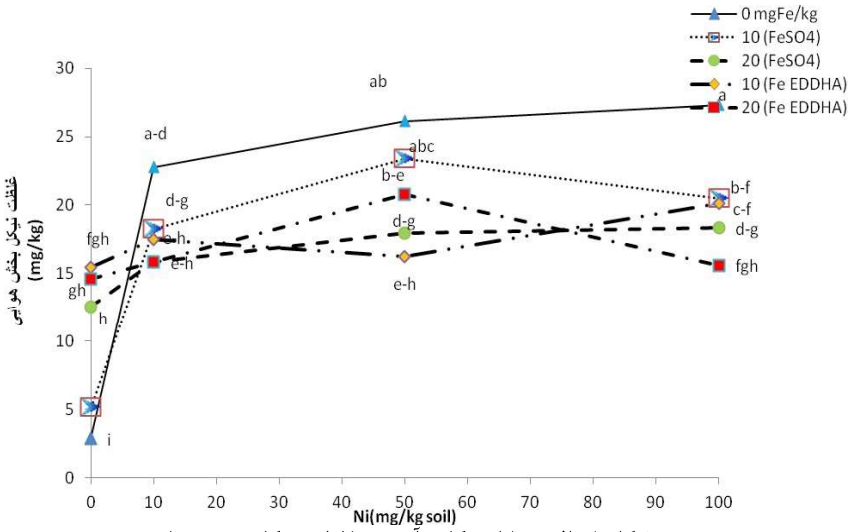
غلظت نیکل بخش هوایی

مقایسه میانگین‌های اثر اصلی نشان داد که مطابق انتظار با افزایش سطح نیکل در خاک غلظت نیکل بخش هوایی ذرت به ترتیب در سطوح ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک ۱۸/۷۸، ۴۱/۱۰۶ و ۹۷/۱۱۶ درصد نسبت به شاهد افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه دامنه کفایت نیکل در بخش‌هوایی گیاهان، از ۰۱/۰ تا ۱۰ میلی‌گرم برکیلوگرم ماده خشک متغیر است، می‌توان نتیجه گرفت که غلظت نیکل بخش‌هوایی درسطوح ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بالاتر از این دامنه قرار دارد. با افزایش سطوح آهن در خاک (هر دو منبع آهن) غلظت نیکل در بخش هوایی به طور معنی‌داری (نسبت به شاهد) کاهش معنی‌دار (به استثناء سطح ۱۰ میلی‌گرم آهن از منبع سکوسترین آهن) یافت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد با افزایش سطوح نیکل، در سطح شاهد آهن غلظت نیکل بخش هوایی در سطوح ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک به ترتیب ۸۵/۶۹۶، ۳۳/۸۱۴ و ۰۹/۸۵۲ درصد افزایش معنی‌داری نسبت به سطح صفر مشاهده شد. همچنین غلظت نیکل بخش هوایی، با افزایش سطوح نیکل از صفر به ۱۰ میلی‌گرم نیکل، در حضور ۱۰ میلی‌گرم آهن از منبع سولفات آهن به طور معنی‌داری ۸۷/۲۵۳ درصد افزایش یافت (شکل ۱).

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر اصلی نیکل و آهن بر غلظت نیکل بخش هوایی و ریشه ذرت

اثر اصلی	سطوح	غلظت نیکل بخش هوایی (mg/kg)		غلظت نیکل ریشه (mg/gr)
نیکل	۰	d ۱۳/۱۰		d ۱۱/۰
	۱۰	c ۰۵/۱۸		c ۲۵/۰
	۵۰	b ۹۱/۲۰	b	۶۲/۰
	۱۰۰	a ۹۸/۲۱		a ۱۲/۱
آهن	۰	a ۲۸/۱۹		b ۵۶/۰
	۱۰ (۱)	b ۸۳/۱۶		c ۴۳/۰
	۲۰ (۱)	b ۱۸/۱۶		c ۴۲/۰
	۱۰ (۲)	ab ۳۳/۱۷		a ۷۷/۰
	۲۰ (۲)	b ۷۲/۱۶		bc ۴۴/۰

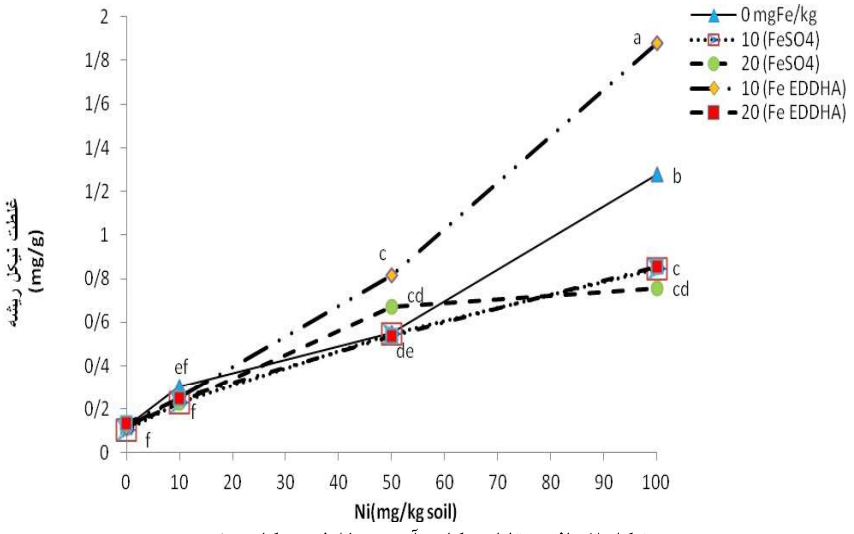
۱ و ۲ به ترتیب اشاره به سولفات آهن و سکوسترین آهن دارد.



شکل ۱- اثر متقابل نیکل و آهن بر غلظت نیکل بخش هوایی

غلظت نیکل ریشه

مقایسه میانگین‌های اثر اصلی نشان داد که با افزایش سطوح نیکل در خاک، غلظت نیکل در ریشه به طور معنی‌داری افزایش یافت. با افزایش سطوح آهن در خاک (منبع سولفات آهن) غلظت نیکل ریشه به طور معنی‌داری (نسبت به شاهد) کاهش یافته، در حالی که غلظت نیکل ریشه در سطح ۱۰ میلی‌گرم آهن بر کیلوگرم خاک (منبع سکوسترین آهن) نسبت به شاهد به طور معنی‌دار افزایش یافته؛ به طوری که این افزایش ۵۰/۳۷ درصد می‌باشد (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین اثر متقابل نشان داد که غلظت نیکل ریشه در سطح شاهد آهن و در حضور ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل، به ترتیب ۳۳/۳۵۸ و ۳۳/۹۵۸ درصد به طور معنی‌دار نسبت به سطح صفر نیکل افزایش یافته است، همچنین با افزایش سطوح نیکل، غلظت نیکل ریشه در حضور ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم آهن (سکوسترین آهن) به طور معنی‌دار افزایش یافت (شکل ۲).



شکل ۲- اثر متقابل نیکل و آهن بر غلظت نیکل ریشه

غلظت آهن بخش هوایی

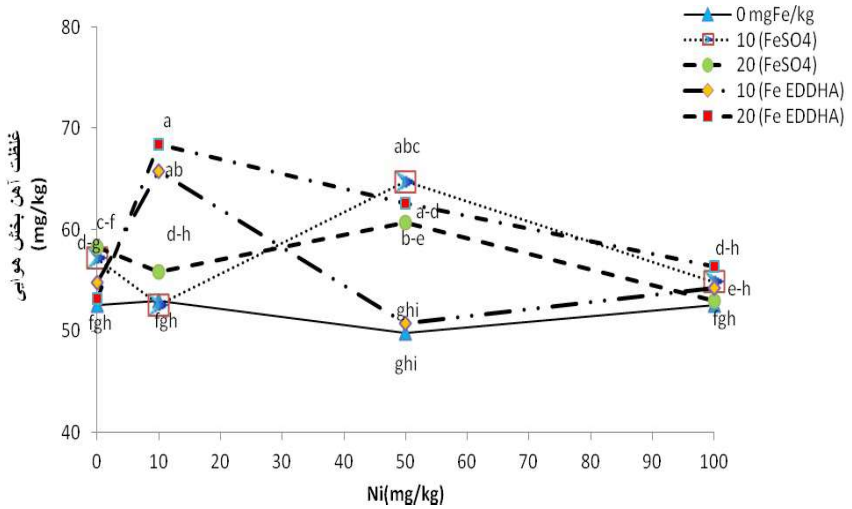
مقایسه میانگین‌های اثر اصلی نشان داد که با افزایش سطوح نیکل در خاک، غلظت آهن در بخش هوایی به طور معنی‌داری کاهش یافت به طوری که این کاهش نسبت به شاهد در سطوح ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک به ترتیب ۲۷/۸، ۱۱/۱۶ و ۷۳/۳۲ درصد می‌باشد. همچنین با افزایش سطوح آهن، غلظت آهن بخش هوایی نسبت به شاهد افزایش یافت اما این

افزایش در سطوح ۱۰ میلی‌گرم آهن بر کیلوگرم خاک از منبع سولفات آهن معنی دار نبود (جدول ۳). مقایسهٔ میانگین اثر متقابل نشان داد که با افزایش سطوح نیکل، با کاربرد ۲۰ میلی‌گرم آهن (سکوسترین آهن) غلظت آهن بخش هوایی در حضور ۱۰ و ۵۰ میلی‌گرم نیکل به ترتیب ۵۷/۲۸ و ۶۶/۱۷ درصد نسبت به سطح صفر نیکل به طور معنی‌دار افزایش یافت، همچنین با افزایش سطح نیکل از صفر به ۱۰ میلی‌گرم، غلظت آهن بخش هوایی در حضور ۱۰ میلی‌گرم آهن از منبع سکوسترین آهن ، ۰۷/۲۰ درصد نسبت به سطح شاهد نیکل افزایش معنی‌دار یافت (شکل ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر اصلی نیکل و آهن بر غلظت نیکل بخش هوایی و ریشه ذرت

اثر اصلی	سطوح	غلظت آهن بخش هوایی (mg/kg)	غلظت آهن ریشه (mg/gr)
نیکل	۰	a ۹۴/۵۹	a ۴۵/۱
	۱۰	b ۹۸/۵۴	a ۴۳/۱
	۵۰	c ۷/۵۰	b ۳۲/۱
	۱۰۰	d ۳۲/۴۰	b ۳۲/۱
آهن	۰	c ۴۸/۵۲	c ۱۴/۱
	۱۰ (۱)	bc ۸۳/۵۴	b ۲۹/۱
	۲۰ (۱)	ab ۹۳/۵۶	a ۴۴/۱
	۱۰ (۲)	ab ۳۱/۵۶	b ۲۸/۱
	۲۰ (۲)	a ۱۹/۵۹	a ۳۹/۱

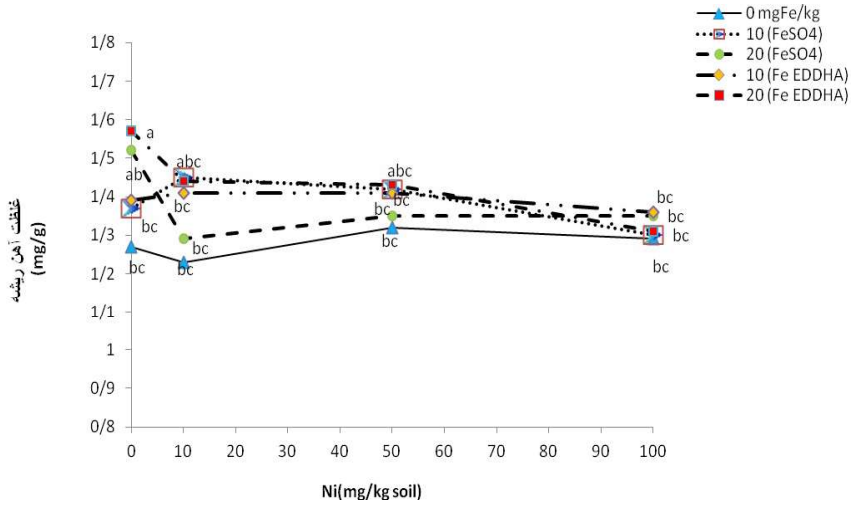
.و ۲ به ترتیب اشاره به سولفات آهن و سکوسترین آهن دارد ۱



شکل ۳- اثر متقابل نیکل و آهن بر غلظت آهن بخش هوایی

غلظت آهن ریشه

میانگین‌های اثر اصلی نشان داد که با افزایش سطوح نیکل در خاک، غلظت آهن ریشه کاهش یافت اما این کاهش در سطح ۱۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک معنی‌دار نبود. همچنین با افزایش سطوح آهن، غلظت آهن ریشه بطور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳). مقایسهٔ میانگین اثر متقابل نشان داد که با افزایش سطوح نیکل، غلظت آهن ریشه در سطح ۲۰ میلی‌گرم آهن از منبع سولفات آهن، ابتدا با کاربرد ۱۰ میلی‌گرم نیکل کاهش و سپس با کاربرد ۵۰ میلی‌گرم نیکل افزایش یافت، در حالی که این تغییرات معنی‌دار نبود (شکل ۴).



شکل ۴- اثر متقابل نیکل و آهن بر غلظت آهن ریشه

منابع

رونقی، ع. چاکرالحسینی، م ر. و کریمیان ن ع. ۱۳۸۱. تأثیر فسفر و آهن بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت. علوم وفنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۶، شماره ۲.ص ۶۵-۵۳.

سمر، س م. سماوات، س. تدین، م س. رضایی، ح. طهرانی،م م. اردکانی، م س. بشارتی، ح. فلاح، ع ر. ۱۳۸۹. آهن در خاک و گیاه. (تألیف) انتشارات مرکز نشر.

نیشابوری، م ر. و ریحانی تبار، ع. ۱۳۸۹. تفسیر نتایج آزمون خاک. (ترجمه) انتشارات دانشگاه تبریز.

Lindsay W.L. ۱۹۷۹. Chemical equilibria in soils. New York: Wiley-Interscience.

Sposito G. ۱۹۸۹. The Chemistry of Soils. Oxford University Press: New York, Oxford.

Waling I., Vark W.V., Houba V.J.G and Vanderlee J.J. ۱۹۸۹. Soil and Plant Analysis, a seris of syllabi. Part ۷. Plant Anal Proce.Wagen Agri Uni, the Netherlands

Zdenek p. ۱۹۹۹. Influence of nickel contaminated soils on lettuce and tomatoes. Scientia Horticulture. ۸۱: ۲۴۳-۲۵۰.

Abstract

A greenhouse experiment were done in a calcareous soil with nickel treatments at four levels (۰, ۱۰, ۵۰ and ۱۰۰ mg Ni kg^{-1} soil) from pure nickel sulfate ($NiSO_4$) (Merck Co) source and iron from iron sulfate and Commercial sequestrine iron in five levels of ۰, ۱۰ and ۲۰ mg Fe kg^{-1} soil, according to two sources sequestrine (FeEDDHA) and iron sulfate on corn (single cross ۷۰۴). After ۹۰ days nickel and iron concentration were measured. The results showed that, with increasing levels of nickel, nickel concentration of shoot increased at levels ۱۰, ۵۰ and ۱۰۰ mg Ni/kg soil, respectively, ۷۸.۱۸%, ۱۰۶.۴۱% and ۱۱۶.۹۷% compared to the control. With increasing levels of nickel in the soil, iron concentration of shoot significantly decreased at levels ۱۰, ۵۰ and ۱۰۰ mg Ni/kg soil, respectively, ۸.۲۷%, ۱۶.۱۱% and ۳۲.۷۳% .