تأثیر مصرف توأم نیکل و آهن بر شد ذرت در یک خاک آهکی

منیره عیدی [۱]، عادل ریحانی‌تبار [۲]، نصرت اله نجفی [۲]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز ،۲-دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

چکیده
تحقیق حاضر به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط گلخانه‌ای در سه تکرار و در یک خاک آهکی انجام گرفت. فاکتورها شامل غلظت نیکل در چهار سطح (۰، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک) از منبع سولفات نیکل خالص و آهن نیز از دو منبع سولفات آهن و سکوسترین آهن تجاری در پنج سطح (۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم آهن بر کیلو گرم خاک) به خاک مورد نظر افزوده شد. نتایج نشان داد که در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک، وزن خشک بخش هوایی به ترتیب ۲۱/۱۶ و ۹۵/۳۱ درصد و وزن خشک ریشه به ترتیب ۵۷/۲۸ و ۸۲/۳۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافتند. ارتفاع ساقه در حضور ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک، ۰۲/۱۴ درصد کاهش و همچنین قطر ساقه در هر دو سطح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک ۸/۹ درصد کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: نیکل، آهن، تعادل عناصر غذایی، برهمکنش

مقدمه
نیکل (Ni) یکی از جدیدترین عنصرهای اضافه شده به فهرست عناصر ضروری کم مصرف برای گیاهان است. نیکل ۵ حالت اکسایشی دارد (۰، ۱+، ۲+، ۳+، ۴+) که معمول‌ترین حالت اکسیداسیون نیکل در خاک و شکل قابل جذب آن توسط گیاهان Ni^{+2} می‌باشد (Greenwood and Earnshaw, ۱۹۹۷). از میان حالت‌های اکسیداسیونی نیکل، فقط Ni^{+2} در محدوده وسیعی از pH و شرایط اکسید و احیایی موجود در محیط خاک، پایدار است. به دنبال گزارش غلظت زیاد نیکل در خاک و آب‌های زیر زمینی در مقیاس جهانی، نگرانی درباره سمیّت نیکل برای بشر و سایر موجودات زنده افزایش یافته است. نیکل از راه‌های گوناگون همچون هوادیدگی موادمادری، فاضلاب‌های صنعتی وآفت‌کش‌ها به اراضی کشاورزی وارد می‌شود. این عنصر می‌تواند به آسانی جانشین فلزات ضروری موجود در آنزیم‌ها شود و در نتیجه باعث اختلال در مسیرهای متابولیک ایجاد می‌شود (Alloway, ۱۹۹۰). مقادیر بالاتر از ۶۰ mg/kg در خاک (EPA, ۱۹۹۵) و ۲۰ ng/kg در بدن انسان (Naidu et al, ۲۰۰۳) مقادیر مخاطره‌آمیز نیکل می‌باشند. دامنه کفایت نیکل در گیاهان از ۰۱/۰ تا ۱۰ میلی‌گرم برکیلوگرم وزن خشک متغیر است (Gerendas Macher, ۱۹۹۷). گزارش اخیر در مورد پاسخ رشدی به افزودن نیکل در شرایط آزمایشگاهی نشان داد که کمبود نیکل اثرات منفی زیادی بر رشد و متابولیسم گیاه دارد. این اثرات شامل کاهش رشد گیاه، پیری زودرس گیاه، اختلال در متابولیسم نیتروژن و جذب آهن می‌باشد (Brown et al, ۱۹۸۷). اکثر تحقیقات در مورد بکارگیری نیکل در محیط رشد گیاهان به ویژه در ایران در سیستم‌های هیدروپونیک انجام یافته و گزارش شده است که نیکل در غلظت‌های پایین باعث افزایش رشد اسفناج (Khan et al, ۱۹۹۷)، کلم، ذرت و شبدر (Yang et al, ۱۹۹۶) و خیار (Tabatabaei, ۲۰۰۹) شده، یافته‌های طباطبایی نشان داد که مصرف ۵/۰ میلی‌گرم نیکل بر لیتر سبب افزایش معنی‌دار سطح برگ و عملکرد خیار شد و مقادیر بالا (۱ میلی گرم بر لیتر) و پایین‌تر نیکل، رشد گیاه خیار را دچار اختلال کرد. لذا هدف از انجام این تحقیق بررسی پاسخ گیاه ذرت به سطوح نیکل و آهن و همچنین بررسی تأثیر توأم نیکل و آهن بر میزان رشد گیاه ذرت 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 کیلو گرم خاک 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. ارتفاع گیاه

به وسیله خط‌کش و قطر ساقه در محل طوقه به وسیله کولیس اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها با آب مقطر شسته و در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت در آون خشک شدند. بعد از اتمام این مدت، نمونه‌ها از آون خارج گردید و با ترازوی دیجیتالی و با دقت (±۰/۰۰۱g) وزن خشک آن‌ها تعیین گردید. نمونه‌ها پس از خشک شدن با استفاده از آسیاب برقی با تیغه آلومینیومی خرد شدند. به منظور جلوگیری از آلودگی نمونه‌ها، پس از آسیاب نمودن هر نمونه، محفظه کاملاً با آب مقطر شسته شده و خشک گردید. 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.

جدول۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش گلخانه‌ای

کلاس بافت	شن	رس	سیلت (درصد)	ماده آلی	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*

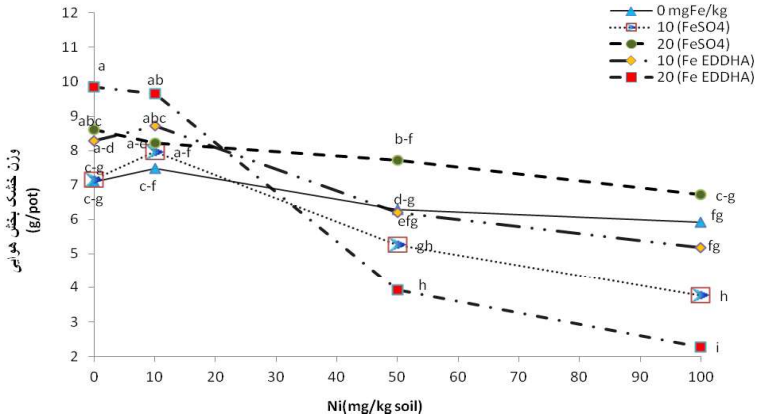
وزن خشک بخش هوایی و ریشه

اثر اصلی نیکل بر وزن خشک بخش هوایی و ریشه‌ی گیاه ذرت در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک نسبت به شاهد معنی‌دار بود، در حالی که تأثیر ۱۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک بر وزن خشک بخش هوایی و ریشه نسبت به شاهد معنی‌دار نبود؛ به طوری که در سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک، وزن خشک بخش هوایی به ترتیب ۲۱/۱۶ و ۹۵/۳۱ درصد و همچنین وزن خشک ریشه به ترتیب ۵۷/۲۸ و ۸۲/۳۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافتند (جدول ۲). افزایش سطوح آهن (سولفات آهن و سکوسترین آهن) در مقایسه با شاهد، باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک بخش هوایی و ریشه شد، به استثناء وزن خشک ریشه که حضور ۱۰ میلی‌گرم آهن بر کیلوگرم خاک از منبع سولفات آهن اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل نیکل و آهن نشان داد که با افزایش سطوح نیکل، وزن خشک بخش‌هوایی فقط در سطح ۲۰ میلی‌گرم آهن از منبع سکوسترین آهن کاهش معنی‌دار مشاهده شد (شکل ۱). با افزایش سطوح نیکل از صفر به ۱۰۰ میلی‌گرم، تغییرات وزن خشک ریشه در سطح شاهد آهن، فقط در بین سطوح صفر و ۱۰۰ میلی گرم نیکل معنی‌دار بود، اما در سطح ۲۰ میلی‌گرم آهن از منبع سکوسترین آهن فقط در سطح ۵۰ میلی‌گرم نیکل کاهش معنی‌دار مشاهده شد (شکل ۲).

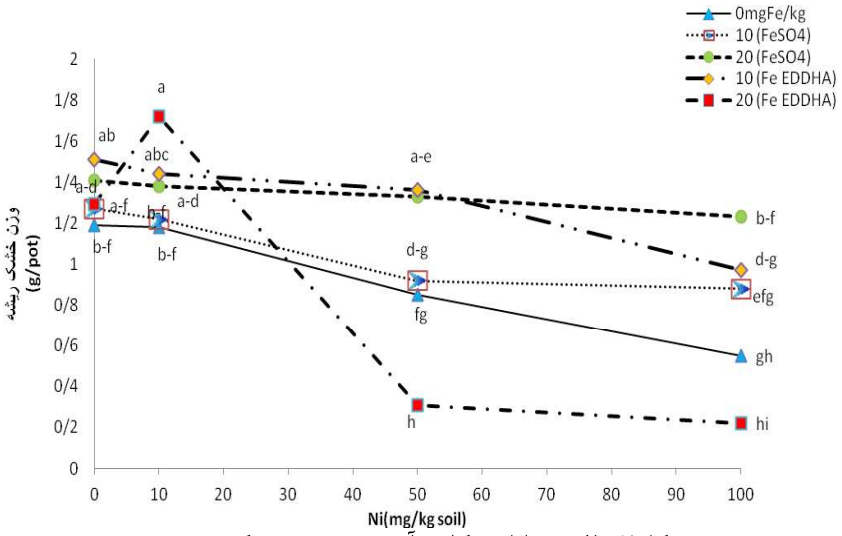
در گیاه ذرت Fe و Niجدول۲- وزن خشک بخش‌هوایی و ریشه، ارتفاع و قطر ساقه تحت اثر اصلی

اثر اصلی	سطوح	وزن خشک بخش هوایی	وزن خشک ریشه	ارتفاع ساقه	قطر ساقه
		(g/pot)		(cm)	
نیکل	۰	a۲۰/۸	a۳۳/۱	a۴۹/۹۸	a۵۱/۰
	۱۰	a۴۰/۸	a۳۸/۱	ab۶۶/۹۳	a۵۲/۰
	۵۰	b۸۷/۶	b۹۵/۰	ab۵۴/۹۱	b۴۶/۰
	۱۰۰	b۵۸/۵	b۹۲/۰	b۶۸/۸۴	b۴۶/۰
آهن	۰	d۲۸/۵	c۹۶/۰	c۸۳/۵۵	d۲۸/۰
	۱۰) ۱(	c۰۲/۶	c۰۷/۱	b۴۲/۶۶	c۴۶/۰
	۲۰ (۱)	a۲۳/۸	b۳۶/۱	a۳۴/۹۶	b۵۱/۰
	۱۰ (۲)	b ۰۱/۸	b۳۹/۱	b۸۰/۶۹	b۵۱/۰
	۲۰ (۲)	b۹۳/۸	a۸۵/۱	a۸۸/۱۰۲	a۶۲/۰

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



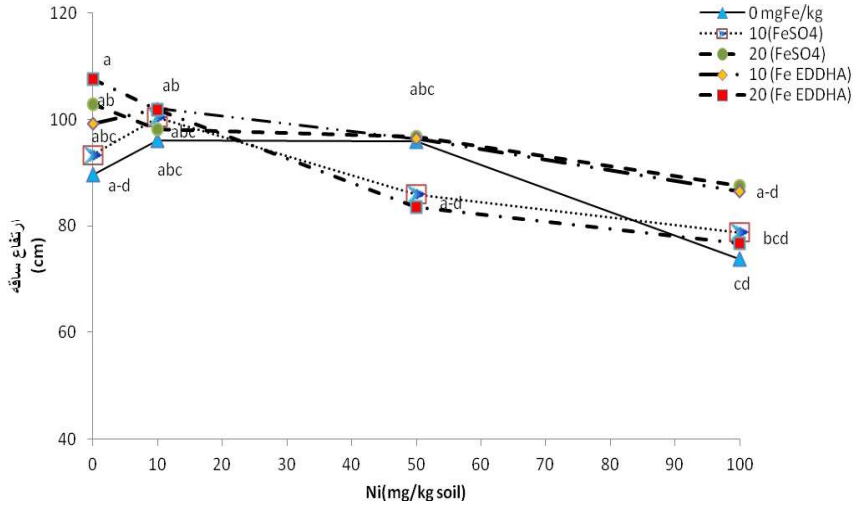
شکل ۱- اثر متقابل نیکل و آهن بر وزن خشک بخش هوایی



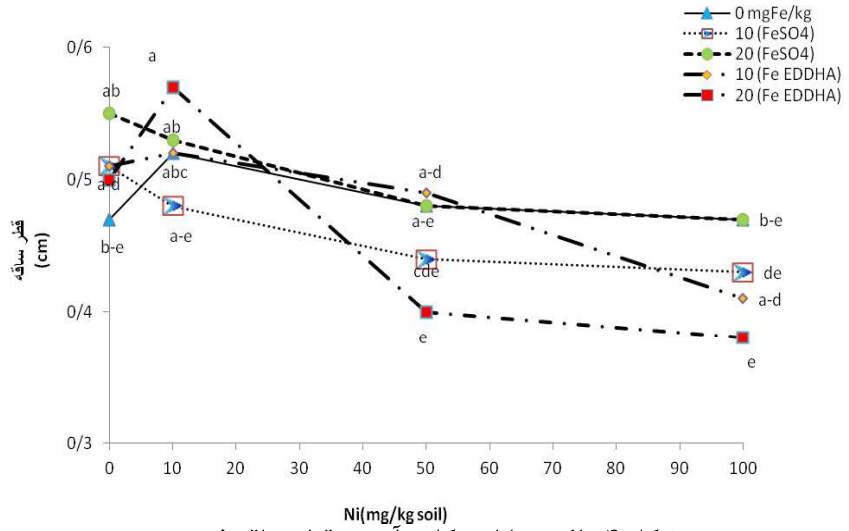
شکل۲- اثر متقابل نیکل و آهن بر وزن خشک ریشه

ارتفاع و قطر ساقه

اثر اصلی نیکل بر ارتفاع ساقه ذرت در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک نسبت به شاهد معنی‌دار، در حالی که تأثیر ۱۰ و ۵۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک بر ارتفاع ساقه نسبت به شاهد غیرمعنی‌دار بود؛ به طوری که ارتفاع ساقه در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک، ۰۲/۱۴ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (جدول ۲). افزایش سطوح آهن (سولفات آهن و سکوسترین آهن) در مقایسه با شاهد، باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع ساقه ریشه شد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل نیکل و آهن نشان داد که با افزایش سطوح نیکل تغییرات معنی‌داری در هیچ کدام از سطوح آهن مشاهده نشد (شکل ۳). اثر اصلی نیکل بر قطر ساقه ذرت در سطح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک نسبت به شاهد معنی‌دار بود ؛ به طوری که در هر دو سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک ۸/۹ درصد نسبت به شاهد کاهش مشاهده شد. در حالی که تأثیر ۱۰میلی‌گرم نیکل بر کیلوگرم خاک بر قطر ساقه نسبت به شاهد معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل نیکل و آهن نشان داد که با افزایش سطوح نیکل، در سطح ۲۰ میلی‌گرم آهن از منبع سکوسترین آهن، قطر ساقه از ۵/۰ ((cm در سطح شاهد نیکل به ۵۷/۰ ((cm در سطح ۱۰، ۴/۰ ((cm در سطح ۵۰ و ۴۴/۰ ((cm در سطح ۱۰۰ میلی‌گرم نیکل رسید، همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش سطوح نیکل از ۱۰ به ۵۰ میلی‌گرم قطر ساقه به طور معنی‌داری کاهش یافته است (شکل ۴).



شکل ۳- اثر متقابل نیکل و آهن بر ارتفاع ساقه ذرت



شکل ۴- اثر متقابل نیکل و آهن برقطر ساقه ذرت

منابع

Alloway B.J. (Ed). ۱۹۹۰. Heavy Metals in Soils. Blaikie and John Wiley and Sons Inc, : New York.

Brown P.H., Welch R.M and Cary E.E. ۱۹۸۷. Nickel: A micronutrient essential for higher plants. Plant Physiol, ۸۵: ۸۰۱-۸۰۳.

EPA. ۱۹۹۵. Guidelines for the Utilisation of Treated Effluent Irrigation.

Gerendas J and B Sattel Macher. ۱۹۹۷.Significance of Ni supply for growth, urease activity and the concentration of urea, amino acids, and mineral nutrients of urea-grown plants. Plant Soil, ۱۹۰: ۱۵۳-۱۶۲.

Greenwood N.N., Earnshaw A. ۱۹۹۷.Chemistry of the Elements, Second Edition. Butteworth Heinemann.

Khan N.K., Wantanabe M and Wantanabe Y. ۱۹۹۷. Effect of different concentrations of urea with or without nickel on spinach (*Spinacia oleraceae L.*) under hydroponic culture. Pp. ۸۵-۸۶. *In*: Ando, T. et al. (Eds.), Kluwer Academic Publ. Dordrecht.

Naidu R., Bolan N. S., and Owens, G. (۲۰۰۳). Risk based land management: A cost effective tool for contaminated land management. Pp. ۵-۱۹. In: Currie LD, Stewart RB and Anderson CWN(eds). Environmental Management using Soil-Plant Systems, Occasional Report No.۱۶.Fertilizer and Lime Research Center, Massey University, Palmerston North.

Tabatabaei S.J. ۲۰۰۹. Supplements of nickel affect yield, quality, and nitrogen metabolism when urea or nitrate is the sole nitrogen source for cucumber. J. Plant Nutr, ۳۲: ۵, ۷۱۳-۷۲۴.

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.

Yang X., Baligar U.C., Martens D.C and Clark R.B. ۱۹۹۶. Plant tolerance to nickel toxicity: II nickel effects on influx and transport of mineral. J. Plant Nutr, ۱۹: ۲, ۲۶۵-۲۷۹.

Abstract

A factorial study was done in a randomized complete block design with three replications in a greenhouse in a calcareous soil. The Factors included the concentration of nickel in 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, was added to the soil. The results showed that shoot dry weight were decreased at levels ۵۰ and ۱۰۰ mg Ni kg^{-1} soil, respectively, ۲۱.۱۶ and ۳۱.۹۵% and dry weight of root respectively ۳۰.۸۳ and ۲۸.۵۷% compared to control. Stem height decreased in the presence of ۱۰۰ mg Ni kg^{-1} soil, ۲.۱۴% and stem diameter decreased at levels ۵۰ and ۱۰۰ mg Ni/kg soil ۹.۸ % compared to control.