مجله تازه های بیوتکنولوژی سلولی- مولکولی
دوره دوم، شماره پنجم، زمستان ۱۳۹۰

NCMBJ
Research Article
مقاله تحقیقی

تاثیر نانو کلات آهن با کلات آهن بر رشد و فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان مرزه Satureja hortensis

مریم پیوندی[1*]، زهرا کمالی جامکانی[2]، مهدی میرزا[3]

[1] استادیار،گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران-شمال، تهران، ایران
[2] کارشناس ارشد،گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران-شمال، تهران، ایران
[3] دانشیار، موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع، بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی، تهران، ایران

چکیده

سابقه و هدف :جنس مرزه گیاه دارویی، از تیره نعناییان است. این تحقیق به منظور بررسی و مقایسه اثر نانو کود کلات آهن و کود کلات آهن معمولی بر عملکرد و رشد گیاه دارویی مرزه Satureja hortensis انجام گرفت.

مواد و روش ها: آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک های کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا گردید. تیمار های مورد بررسی شامل ۳ تیمار نانو کود کلات آهن در سه غلظت ۱ ، ۳ ، ۵ کیلوگرم در هکتار و ۳ تیمار کود کلات آهن معمولی در ۳ غلظت ۱/۵، ۴/۵، ۷/۵ کیلوگرم در هکتار و تیمار شاهد بود.

یافته ها: فعالیت کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز در تیمار نانو آهن (kgh^{-1} ۴/۵) افزایش معنی داری را نشان داد. کاربرد کلات آهن در تیمار (F1) و همه غلظت های نانو آهن موجب افزایش معنی دار در غلظت chl.a شد. کاربرد کود نانو آهن در همه غلظت ها در افزایش میزان chl.b موثرتر از همه غلظت های کلات آهن بود.

نتیجه گیری: طول ریشه و طول ساقه در تمام تیمارهای نانو کلات آهن کاهش یافت. همچنین با اعمال تیمار های مختلف کودی، تغییرات معنی داری بر محتوای پروتئین نسبت به گروه شاهد مشاهده شد.کاربرد کلات آهن و نانو آهن با غلظت بالا موجب کاهش میزان پروتئین شد. این کاهش در تیمار نانو آهن محسوس تر بود. کلات آهن، موجب کاهش و نانو کود کلات آهن موجب افزایش میزان مجموع کلروفیل های a وb شد.

واژه های کلیدی: مرزه Satureja hortensis، نانو کود کلات آهن، آسکوربات پراکسیداز

مقدمه

مرزه satureja hortensis،گیاهی علفی یک ساله از تیره نعنا عیان است. گونه مرزه تابستانه بومی جنوب اروپاست، ولی در بخشی از آمریکای شمالی به طور طبیعی مستقر گردیده است. مرزه تابستانی به عنوان محرک و نیرو دهنده، تقویت معده، ضد عفونی کننده، تسهیل کننده عمل هضم و ... به عنوان گیاه داروئی مورد استفاده قرار می گیرد (جم زاد، ۱۳۸۸).

آدرس نویسنده مسئول: گروه زیست شناسی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران-شمال، تهران، ایران
Email:m_peyvandi@iau-tnb.ac.ir
تاریخ دریافت مقاله:۹۰/۰۶/۱۵
تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۸/۲۹

آهن از عناصر ضروری و کم مصرف در گیاهان است. این عنصر به عنوان عامل اکسایش و کاهش در بخشی از ساختمان ناقلانی که در ترا فرستی الکترون دخالت دارند، نظیر سیتوکروم ها و پروتئین های غیر هم که در فتوسنتز، تنفس و تثبیت ازت نقش دارند وجود دارد (تایزو زایگر، ۲۰۰۲). نقش این عنصر در تثبیت ازت و فعالیت برخی آنزیم ها، نظیر کاتالاز، پراکسیداز و سیتوکروم اکسیداز به خوبی مورد بررسی قرار گرفته است (Blakrishman, 2000; Ruiz et al., 2000; Welch et al.,1991) علایم کمبود آهن ابتدا در جوان ترین برگ ها به صورت زردی بین رگبرگی بروز می کند و سرانجام پهنک برگ به رنگ زرد یا حتی سفید در می آید (Bienfait

Archive of SID
www.SID.ir

1992; Marschner,1995). هر چند وجود برخی فلزات سنگین از جمله آهن در خاک برای رشد طبیعی گیاهان ضروری است، غلظت های زیاد این عناصر از طریق افزایش رادیکال های آزاد سمی و القا تنش اکسیداتیو می تواند عاملی برای بازدارندگی رشد و ایجاد علائم سمیت گردد (Alvareza et al., 2002 Kampfenkel et al., 1995; Suh et al., 2002). تنش آهن خود به عواملی نظیر متابولیسم، جذب آهن، غلظت بالای HCO^{-3} و بر هم کنش با سایر عناصر مربوط می شود (Korcak, 1987 Longnecker, 1995; Nikolic, 2000). یون کربنات HCO^{-3} که در خاک های آهکی تشکیل می شود مهم ترین عامل خاک در ارتباط با کلروز ناشی از کمبود آهن در بسیاری از گیاهان است (Sudahono, 1994; Mengel et al.,1984; Korcak, 1987)، درباره تاثیر بی کربنات بر کاهش جذب آهن عقیده بر این است که بی کربنات تولید شده در خاک خاصیت بافری دارد، بدین معنی که از کاهش pH در اطراف ریشه ها تا حدی جلوگیری می کند و در نتیجه از حلالیت بیشتر ترکیب های آهن دار و قابلیت جذب آهن کاسته می شود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۸؛ Mengel., 1984) هم چنین بیکربنات با تاثیر بر جذب آهن از سیستم آپوپلاست برگ به داخل سیتوپلاسم از طریق پلاسمالما می توان بر انتقال و توزیع آهن برگ ها هم موثر باشد (Han et al., 1998; Mengel, 1984). مطالعات انجام شده بر روی Origanum vulgare، جنس دیگری از خانواده لامیاسه نشان داده است که افزایش غلظت آهن در محیط سبب کاهش بیوماس گردید. با این وجود هنوز اطلاعات اندکی در رابطه با نقش آهن در تولید متابولیت های ثانویه وجود دارد (Yeritsyan and Economakis ,2002). در تحقیقات انجام گرفته، ضمن بررسی اثر مقادیر مختلف آهن بر فیزیولوژی و عملکرد گوجه فرنگی دریافتند که با کاهش میزان آهن در محیط کشت، نوک ریشه ها و ناحیه های کشنده، ضخیم شده و با کاهش جذب آهن، جذب دیگر عناصر سنگین توسط گیاه افزایش می یابد (ذبیحی و همکاران، ۱۳۸۴). مطالعات دیگر نشان می دهد که مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار سکوسترین آهن موجب ۱۶ درصد افزایش عملکرد ذرت دانه ای در استان فارس و ۴۲ درصد افزایش عملکرد وش پنبه در ورامین گردید (فیضی و همکاران،۱۳۸۶). به دلیل اثرات مضری که کودهای شیمیایی مرسوم بر محیط از کمیت و کیفیت غذا ایجاد می کنند، مدت هاست که استفاده از آن ها مورد نکوهش قرار گرفته است. با به کارگیری نانوکودها به عنوان جایگزین کودهای مرسوم، عناصر غذایی کود به تدریج و به صورت کنترل شده در خاک آزاد می شوند. استفاده از نانوکودها منجر به افزایش کارایی مصرفی عناصر غذایی، کاهش سمیت خاک، به حداقل رسیدن اثرات منفی ناشی از مصرف بیش از حد کود و کاهش تعداد دفعات کاربرد کود می شود (نادری و همکاران، ۱۳۹۰).

مواد و روش ها

در این تحقیق، تاثیر کلات آهن و نانو آهن بر شاخص های رشد و فعالیت آنزیم های آنتی اکسیداتیو بررسی و مقایسه شد. به این منظور آزمایشی در سال ۱۳۸۹، در مزرعه ای واقع در ساوه، ۵۰ درجه و ۲۰ درجه شرقی عرض ۳۵ درجه و ۳ دقیقه شمالی، ارتفاع ۹۶۰ تر از سطح دریا اجرا شد. پس از آزمایش ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک توسط موسسه خاک و آب، کرت هائی به مساحت ۳ متر مربع آماده شد. کود کلات آهن، ساخت شرکت امکس آلمان و کود نانو آهن از شرکت خضراء خریداری شد. بر اساس درصد آهن موجود در کودهای مورد استفاده، نانو کود کلات آهن در سه سطح ۱، ۳ و ۵ کیلو گرم در هکتار و کود کلات آهن معمولی در سه سطح ۱/۵، ۳/۵ و ۷/۵ کیلوگرم در هکتار به خاک اضافه شد. در تیمار شاهد هیچ نوع کود آهن مصرف نشد آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک های کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. به این ترتیب آزمایش با ۷ تیمار در ۴ تکرار (در۲۸ کرت) انجام شد. طول هر کرت ۳ متر و عرض آن ۱ متر، فاصله بین کرت ها ۵۰ سانتی متر و فاصله بین بلوک ها ۱ متر در نظر گرفته شد. بذر مورد نیاز از شرکت گیاه گستر اصفهان تهیه گردید و به مقدارgr ۴۰ در کرت های آماده و مسطح شده کشت شد. دو ماه پس از کشت شاخص های رشد، میزان رنگیزه های کلروفیل و کاروتنوئیدها، فعالیت آنزیم های کاتالاز، پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز برگ گیاهان بررسی شد.

Archive of SID

www.SID.ir

سنجش کلروفیل ها

رنگیزه ها با استن ۸۰٪ استخراج شد. برای سنجش محتوی کلروفیل برگ ها از روش (Arnon, 1949) استفاده شد.

سنجش پروتئین کل

پروتیئن برگ ها با استفاده از ۵ میلی لیتر بافر تریس گلیسین عصاره گیری شد. استخراج پروتیئن به روش برادفورد (Arnon, 1949) صورت گرفت.

سنجش فعالیت کاتالاز

سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز با استفاده از روش (Pereira et al.,2002) انجام گرفت.

سنجش فعالیت پراکسیداز

فعالیت آنزیم پراکسیداز با استفاده از روش (Koroi, 1989) مورد بررسی قرار گرفت.

سنجش فعالیت سوپراکسید دیسموتاز

فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز با استفاده از روش (Nakano and Asada, 1981) مورد بررسی قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS (var16) انجام گردید. آنالیز واریانس با برنامه ANOVA و گروه بندی میانگین ها با آزمون دانکن ($p\leq 0.05$) انجام شد.

یافته ها

شاخص های رشد نتایج نشان داد، اختلاف میانگین طول اندام هوایی در تیمارهای مختلف معنی دار است. به طوری که بیشترین طول اندام هوایی در تیمار شاهد با میانگین (۴۰/۱۸cm) و کمتر ین مقدار در تیمار nF3 با میانگین (۳۳/۶۲ cm) مشاهده شد. میانگین طول ریشه در تیمارهای کودی مختلف نشان داد، اختلاف بین میانگین ها معنی دار است. به طوری که کمترین میانگین در تیمار (nF1=۹/۳cm) و بیشترین میانگین در تیمار شاهد (c=11/6 cm) مشاهده شد (جدول ۱).

نتایج حاصل نشان داد با افزایش غلظت کلات آهن و نانو آهن، رشد طولی اندام هوائی و ریشه کاهش می یابد و این کاهش در تیمارهای نانو آهن بیش از کلات آهن است. مقایسه میانگین های سایر شاخص های رشد نظیر وزن تر و خشک گیاه نشان داد، تفاوت های معنی داری در تیمارهای مختلف مشاهده نمی شود (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین شاخص های رشد، گروه بندی بر اساس آزمون دانکن ($p\leq 0.05$)

تیمار	طول ساقه (cm)	طول ریشه (cm)	وزن تر اندام هوایی(gr)	وزن تر برگ(gr)	وزن تربرگ(gr)	وزن خشک اندام هوایی (gr)	وزن خشک برگ (gr)	وزن خشک ریشه اندام (gr)
C	۴۰a/۲	۱۱/۶a	۲/۰a	۱/۲a	۰/۲a	۰/۴۱a	۰/۲a	۰/۰۵a
F_1	۳۶a,b/۵	۱۰/۰a,b	۱/۸a	۱/۰a	۰/۱۵a	۰/۳۵a	۰/۲a	۰/۰۵a
F_2	۳۷/۹a,b	۱۱/۰a	۲/۳a	۱/۳a	۰/۲۵a	۰/۴a	۰/۲a	۰/۰۵a
F_3	۳۷/۳a,b	۱۰/۹a,b	۲/۱a	۱/۱a	۰/۲a	۰/۴a	۰/۲a	۰/۰۵a
nF_1	۳۵/۰b	۹/۳b	۲/۱a	۱/۱a	۰/۲a	۰/۳a	۰/۱۵a	۰/۰۴a
nF_2	۳۵/۶b	۱۰/۷a,b	۲/۲a	۰/۹a	۰/۲a	۰/۴a	۰/۲a	۰/۰۴a
nF_3	۳۳/۶b	۱۰/۶a,b	۲/۵a	۱/۴a	۰/۲۵a	۰/۴a	۰/۲a	۰/۰۴ a

علائم اختصاری: C=control، F1 = 1.5 $kgha^{-1}$، F2 = 4.5$kgha^{-1}$، F3 = 7. 5$kgha^{-1}$ ، nF1 = 1 $kgha^{-1}$ nF2 = 3 $kgha^{-1}$، nF3 =5 kgha-1

www.SID.ir

رنگیزه های برگ ها

آنالیز واریانس نتایج نشان داد، اختلاف میانگین کلروفیل های a و b در تیمارهای کودی مختلف معنی دار است (جدول ۲). بیشترین میزان محتوی chl.a در تیمار (nF1 = ۰/۲۸ mg.g^{-1}FW) و کمترین میزان در تیمار (F3 = ۰/۱۶ mg.g^{-1}FW) می باشد. بیشترین میانگین کلروفیل b در تیمار شاهد (۰/۳۹ mg.g^{-1}FW) و کمترین میانگین کلروفیل b در تیمار (F3 = ۰/ ۱۲ mg.g^{-1}FW) مشاهده شد. بیشترین میانگین مجموع کلروفیل a, b در تیمار (nF2 =۰/۵۹ mg.g^{-1}FW) و کمترین میانگین در تیمار (F3 = ۰/۳۱ mg.g^{-1}FW) مشاهده شد.

جدول ۲- میانگین کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل (mg.g^{-1}FW)

تیمار	کلروفیل a mg.g^{-1}FW	کلروفیل b mg.g^{-1}FW	کلروفیل کل mg.g^{-1}FW
C	۰/۲۰a,b	۰/۴۰a	۰/۶۰a
F_1	۰/۲۵a,b	۰/۱۹ b,c	۰/۴۵b,c
F_2	۰/۱۰۵b	۰/۲۰b.c	۰/۳۷b,c
F_3	۰/۲۰a,b	۰/۱۲c	۰/۳۰c
nF_1	۰/۳۰a	۰/۳۰a,b,c	۰/۶۰a
nF_2	۰/۲۵a,b	۰/۳۷a,b	۰/۶۰a
nF_3	۰/۲۵a,b	۰/۳۰a,b,c	۰/۵۵a,b

علائم اختصاری: C=control ،F1 = 1.5kgha^{-1}، F2 = 4.5kgha^{-1}، F3 = 7. 5kgha^{-1}، nF1 = 1 kgha^{-1}، nF2 = 3 kgha^{-1}، nF3 =5 kgha^{-1}

تغییرات محتوی پروتئین و فعالیت آنزیم ها

نتایج نشان داد بیشترین میزان پروتئین در تیمار F1 با میانگین FW $^{-1}$ mg.g ۶/۴۵ و پایین ترین غلظت محتوی پروتئین اندام هوایی در تیمار شاهد با میانگین FW $^{-1}$ mg.g ۴/۵ مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین محتوی پروتئین و فعالیت آنزیم ها در تیمار های مختلف

تیمار	پروتئین mg.g $^{-1}$FW	کاتالاز OD.g^{-1}.FW.min^{-1}	پراکسیداز OD.g^{-1}.FW.min^{-1}	آسکوربات پراکسیداز OD.g^{-1}.FW.min^{-1}
C	۴/۰۵b	۰/۹b	۰/۱۵ b	۰/۵۵c
F_1	a۶/۴۵	۱/۵a	۰/۲ a	۰/۸۵a,b,c
F_2	a,b۵/۱	۱/۵a	۰/۲a	۰/۷۵b,c
F_3	a,b۵/۵	۱/۴a,b	۰/۲a	۰/۸۵a,b,c
nF_1	۵/۳ a,b	۱/۴a,b	۰/۲a	۰/۹۵ a,b
nF_2	۵/۳ a,b	۱/۵a	۰/۲a	۱/۰۵ a
nF_3	۴/۵ a,b	۱/۳a,b	۰/۱۵b	۰/۷ b,c

علائم اختصاری: C=control ،F1 = 1.5kgha^{-1}، F2 = 4.5kgha^{-1}، F3 = 7. 5kgha^{-1}، nF1 = 1 kgha^{-1}، nF2 = 3 kgha^{-1}، nF3 =5 kgha^{-1}

www.SID.ir

با اعمال مقادیر مختلف کودهای کلات آهن و نانو آهن، میانگین فعالیت آنزیم پراکسیداز در مقایسه با شاهد افزایش یافت (جدول۳). به طوری که بالاترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمار F2 با میانگین (۰/۲ $OD.g^{-1}.FW.min^{-1}$) و کمترین در تیمار شاهد با میانگین (۰/۱۳ $OD.g^{-1}FW.min^{-1}$) مشاهده شد. آنالیز واریانس نتایج نشان داد که با اعمال مقادیر مختلف کودی میانگین فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در مقایسه با شاهد افزایش یافت (جدول۳).

بالاترین فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در تیمار nF2 با میانگین (۱/۰۶ $OD.g^{-1}.FW.min^{-1}$) و پایین ترین فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در تیمار شاهد با میانگین (۰/۵۶ $OD.g^{-1}.FW.min^{-1}$) مشاهده شد (جدول۳).

اختلاف میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمارهای کودی مختلف معنی دار است، به طوری که بیشترین مقدار در تیمار (F1 = ۱/۴۹ $OD.g^{-1}.FW.min^{-1}$) و کمترین مقدار در تیمار شاهد (۰/۹۱ $OD.g^{-1}.FW.min^{-1}$) مشاهده شد.

بحث

همان طور که نتایج این بررسی نشان می دهد، اعمال تیمار های مختلف کود کلات آهن و نانو کود کلات آهن بر اکثر شاخص های رشد معنی دار نیست و تغییرات مورفولوژیکی بارزی بین رشد گیاهان تیمار شده و شاهد مشاهده نشده است. اما اندازه گیری طول اندام هوایی و ریشه، افزایش معنی داری را در ارتفاع اندام هوایی در تیمار شاهد نسبت به تیمار نانو آهن نشان داد. نتایج به دست آمده با تحقیقات انجام شده توسط رجب بیگی و همکاران در سال۱۳۸۶، مطابقت دارد. در این بررسی نیز تغییرات مورفولوژیکی بارزی مشاهده نشد، اما اندازه گیری طول ساقه نشان داد که در تمامی گروه های تیمار شده، رشد گیاهان نسبت به گروه شاهد، ۱/۵ درصد کاهش یافته است. نظران و همکاران در سال ۱۳۸۸ در بررسی نانو کود کلات آهن بر خصوصیات کمی و کیفی گندم دیم به این نتیجه رسیدند که محلول پاشی نانو کود آلی کلات آهن سبب افزایش صفات کمی و کیفی نسبت به شاهد شده است. عامری و همکاران در سال ۱۳۸۴ گزارش داده اند که مصرف کود آهن سبب افزایش ۱۱ تنی محصول نیشکر می شود. نتایج این پژوهش نشان داد که تفاوت معنی داری در میزان پروتئین برگ گیاه مرزه تابستانه در مقایسه با شاهد وجود دارد و کاربرد کود های نانو کلات آهن و کلات آهن موجب افزایش محتوی پروتئین می گردد، به طوری که تیمار F1 بیشترین محتوی پروتئین را دارد، اما با افزایش غلظت کلات آهن و نانو آهن موجب کاهش میزان پروتئین می شود این کاهش در تیمار نانو آهن محسوس تر است. در تحقیقات انجام شده توسط بیگی و همکاران در ۱۳۸۹ گزارش شده است که با افزایش محلول پاشی کود آهن، عملکرد دانه و پروتئین دانه گیاه سویا و افزایش معنی داری داشته است. در یک بررسی بر روی بادام زمینی، ملکی و همکاران در سال ۱۳۸۸ اعلام کردند که بین تیمار های مختلف (۲، ۳ و ۴ در هزار از منبع کلات آهن) تفاوت معنی داری از لحاظ درصد پروتئین دانه وجود دارد. کاتالاز ها و پراکسیداز ها از جمله آنزیم هایی به شمار می آیند که نقش بسیار مهمی در پاسخ به تنش غیر زیستی دارند. افزایش غلظت آهن در گیاهان موجب ایجاد سمیت آهن و تولید انواع اکسیژن های فعال می شود که تنش اکسیداتیو را در گیاه القاء می کند. در شرایط طبیعی پر اکسید هیدروژن و رادیکال های آزاد اکسیژن در بخش های مختلف یاخته های گیاهان ایجاد می شود (Bhattacharjee et al., 2005; Alvareza et al., 2002). هر چند در شرایط متداول، مطابق واکنش های ذیل، سوپر اکسید دیسموتاز رادیکال های آزاد را از بین می برد و کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز به سادگی H2O2 را تجزیه می کنند، اما در شرایط سمیت آهن، عدم خنثی شدن رادیکال های اکسیژن و باقیماندن پر اکسید هیدروژن در گیاه منجر به واکنش فنتون و هابر وایس می گردد که در ازای آن رادیکال خطرناک هیدروکسیل تولید می شود که می تواند به صورت پی در پی انواع ماکرومولکول های زیستی از جمله لیپیدها و پروتئین را ناپایدار کند. نتیجه تنش اکسیداتیو ناشی از سمیت آهن در گیاهان کاهش میزان پروتئین ها، قند های محلول، کلروفیل و صدمات برگشت ناپذیر به غشای زیستی و اسید های نوکلئیک است که توسط بسیاری از محققان گزارش شده است (Bhattacharjee et al., 2005; Blokhina et

Archive of SID

www.SID.ir

.(al., 2003; Kuo and Kao, 2004; Yang and Luo , 2001

در این بررسی در بین گروه های شاهد، کاهش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی مشاهده شد و در تیمار های نانو کود کلات آهن و کلات آهن اعمال شده، افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان نسبت به شاهد مشاهده شده است. اما با افزایش غلظت کود کلات آهن و نانو آهن از میزان فعالیت آنزیم ها کاسته می شود. در بررسی اثر آهن در گیاهان دارای ارزش دارویی بر روی گیاه (Bacops monnieril)، استفاده از آهن سبب افزایش فعالیت پراکسیداز در ریشه و کاهش فعالیت پراکسیداز در برگ ها شده است؛ محتوی آسکوربات هم در ریشه و هم برگ در مقایسه با شاهد افزایش نشان داده است (Sinha and Saxena, 2006). با توجه به این که عنصر آهن در ساختار کلروفیل نقش مستقیمی ندارد اما وجود آهن کافی سبب بهبود کلروفیل سازی در گیاه می گردد و وضعیت کلروفیل گیاه می تواند در میزان فتوسنتز تاثیر گذار باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۸).

نتایج نشان داد کاربرد کلات آهن در غلظت کم (F1) و همه غلظت های نانو آهن موجب افزایش در غلظت chl.a می شود. کاربرد کود نانو آهن در همه غلظت ها در افزایش میزان chl.b موثرتر از همه غلظت های کلات آهن بود. نتایج نشان داد، کاربرد کلات آهن موجب کاهش و نانو کود کلات آهن موجب افزایش میزان مجموع کلروفیل های a وb شده است. در این بررسی اختلاف معنا داری در محتوی کارتنوئید بین شاهد و تیمار های اعمال شده مشاهده نشد. گزارش شده است که محلول پاشی آهن، روی و منگنز به تنهایی یا به صورت اختلاط با همدیگر باعث افزایش محصول وش پنبه می شود که این افزایش ناشی از افزایش مقدار کلروفیل و کاروتنوئید برگ و همچنین ارتفاع گیاه است (نوری حسینی، ۱۳۸۴). با توجه به کمبود منابع و تحقیقات کمی که در زمینه کودهای تهیه شده با فناوری نانو انجام شده تحقیقات و بررسی های بیشتری در این زمینه توصیه می گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

بیگی ا، نصری م، اویسی م، طریق اسلامی م، بررسی اثر تنش خشکی و محلول پاشی کود آهن در مرحله گلدهی بر میزان عملکرد دانه، پروتئین و روغن دانه در گیاه سویا، چکیده مقالات همایش ملی دستاورد های نوین در تولید گیاهان با منشاء روغنی. ۱۳۸۹.

تایز ل، زایگر ا، فیزیولوژی گیاهی، خانه زیست شناسی (ویرایش سوم)، تهران، ۲۰۰۲، صفحه ۷۸۰.

جم زاد ز، آویشن ها و مرزه های ایران، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور، ۱۳۸۸.

ذبیحی ح، سبحانی ع، اثر منابع مختلف پتاسیم و مقدار آهن بر عملکرد و رقم گوجه فرنگی، چکیده مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۳۸۴.

رجب بیگی ا، قناتی ف، سفیدکن ف. بررسی تاثیر آهن بر محتوی اسانس گیاه ریحان (L.asilicumb ocimum). مجله علوم دانشگاه تهران. ۱۳۸۶؛ ۳۳ (۵۳): ۴۹-۴۰.

عامری خواه ه، خادم الرسول ع، عبد الهی ل، سراغی ا، بررسی تاثیر سطوح مختلف باکاس و فیلتر کیک بر روی آهن، منگنز و مواد آلی خاک های آهکی تحت کشت نیشکر، چکیده مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۳۸۴.

فیضی ح، کشاورز پ، میراحمدی ا، بررسی اثر کاربرد کودهای سولفات آهن و سولفات روی بر عملکرد و کیفیت غده چغندر قند، چکیده مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۳۸۶.

ملکوتی م، طهرانی م. نقش ریز مغذی ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولت کشاورزی، عناصر خرد با تاثیر کلان. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۱۳۷۸ ؛ ۲۹۹ .

ملکی س، صفرزاده م، پیردشتی ه. تاثیر کاربرد آهن و گوگرد بر خصوصیات کیفی بادام زمینی (Arachis hypogea)، چکیده مقالات اولین همایش ملی دانه های روغنی. ۱۳۸۸.

نادری م، دانش شهرکی ع. کاربرد فناوری نانو در بهینه سازی فرمولاسیون کودهای شیمیایی. ماهنامه فناوری نانو.۱۳۹۰ ؛ ۱۶۵ (۴):۲۰-۲۲.

نظران م، خلج ح ، لبافی حسین آبادی م، شمس آبادی م، رزلزی ع، بررسی اثر محلول پاشی نانو کود آلی کلات آهن بر خصوصیات کمی و کیفی گندم دیم، ۱۶-۱۵ مهر، سالن همایش موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر، چکیده مقالات دومین همایش ملی کاربرد نانو تکنولوژی در کشاورزی. ۱۳۸۸.

نوری حسینی م، اثرات محلول پاشی و مصرف خاکی عناصر آهن و روی بر عملکرد و اجزاء عملکرد پنبه، چکیده مقالات نهمین کنگره علو خاک ایران. ۱۳۸۴.

Alvareza A, Sierra M A Lucena JJ. Reactivity of synthetic Fe chelates with soils and soil components .Plant Soil, 2002; 241: 129-137.

Arnon DI. Copper enzymes in isolated chloroplast, polyphenol oxidase in Beta vulgaris.Journal Plant Physiol, 1949; 24:1-75.

Asada k , Nakano Y. Hydrogen Peroxide is Scavenged by Ascorbate-specific Peroxidase in spinach Chloroplast, Plant Cell Physiol, 1981; Pp:867-880;

Bhattacharjee S. Reactive oxygen species and pxidative stress ,senescence and signal transduction in plants.Curr Sci, 2005; 89: 1113-1121.

Bienfait HF. Some properties of ferric citrate relevant to the iron nutrition of plants .Plant Soil, 1992;143,141-144.

Blakrishman K. Peroxidase activity as an indicator of the iron deficiency banana .Ind J Plant Physiol. 2000; 5:389-391.

Blokhina O ,Virolainen E, Fagerstedt KV.Antioxidants, Oxidative Damage and Oxygen Deprivation Stress:a Review .Annals Bot, 2003; 91: 179-194.

Han ZH, Shen T, Korcak RF and. Baligar VC. Iron absorption by iron-efficient and inefficient species of apples. J Plant Nutr, 1998; 21: 181-190.

Kampfenkel K, Montagu V. Effects of iron Excess on Nicotiana Plumbaginifolia plants (implications to oxidative stress).Plant Physiol, 1995; 107: 725-735.

Korcak RF. Iron deficiency chlorosis. Hort Rev, 1987; 9: 133-175.

Koroi SAA. Gelekektrophers tische and spectral photometrischoe under uchungen zomeinfiuss der temperature auf straktur and aktritat der amylase and peroxidase isoenzyme.Physiol, 1989; 20: 15-23.

Kuo MC and Kao CH. Antioxidant enzyme activities are up regulated in response to cadmium in sensitive, but not in tolerant, rice (oryza sativa l.) seedlings, Bot Bull Acad, 2004 ; 45: 291-299.

Archive of SID

www.SID.ir

Li h, Yang X, Luo A. Ameliorating effect of potassium on iron toxicity in hybrid rice. J Plant Nutr, 2001; 24: 1849- 1860.

Longnecker H, Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, New York. 1995.

Marschner H. Mineral nutrition of higher plants.Acadmic Press London .1995; pp: 313-323.

Mengel M, Breininger TH and Bubl W. Bicarbonate the most important factor inducing iron chlorosis in vine graps on calcareous soil. Plant Soil, 1984; 81: 333-344.

Nikolic M, Kastori R. Effect of bicarbonate and Fe supply on Fe nutrition of grapevine .J Plant Nutr, 2000; 23: 1619-1627.

Pereira GJG, Molina SMG, Lea PJ Azevedo RA. Activity of antioxidant enzyme in response to cadmium in Cro talaria juncea .Plant Soil, 2002 ; 239: 379-389 .

Ruiz JM, Baghour M, Romers L. fficiency of the different genotypes of tomato in relation to foliar content of Fe and the reponse of some bioindicators. J Plant Nutr, 2000 ; 23: 1777-1786.

Sinha S and Saxena R. Effect of iron on lipid peroxidation ,and enzymatic and non-enzymatic antioxidant and bacoside A content in medicinal plant Bacopa monnieril. Chemosphere, 2006; 62(8): 134-135.

Sudahono DHB, Rouse RE. Greenhouse screening of citrus rootstock for tolerance to bicrbonate-induced iron chlorosis. Hort Sci, 1994; 29: 113-116.

Suh H, Kim CH, Lee J, Jung J. Photodynamic effect of iron on photosystem II function in pea plants. Photochem Photobiol, 2002;75: 513-518.

Welch RM, Allaway WH, House WA, Kubota I. Geographic distribution of trace element problems In: Mordavedt,J.J., Cox, F.R.,Shuman L.M.,Weleh R.M.(Eds), Micronutrients in agriculture,Second ed.,SSSA Book series,No.4,Madison,WI USA ,1991; pp: 31-57.

Yeritsyan N, Economakis C. Effect of nutrient solution´s iron concentration on growth and essential oil content of oregano plants growth in solution culture.Acta Hort, 2002; 576: 277-283.

Archive of SID

www.SID.ir