تاثیر نسبت های مختلف نانو آهن صفر ظرفیتی به کلات آهن در pH های مختلف بر عملکرد، شاخص SPAD و سطح برگ کلم بروکلی رشد یافته در سیستم فلوتینگ

ادریس شعبانی[1*]، صاحبعلی بلندنظر[2]، سید جلال طباطبایی[3] و همت الله پیردشتی[4]

۱-کاندیدای دکتری علوم باغبانی، دانشگاه تبریز. ۲-دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه تبریز. ۳-استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه شاهد. ۴-دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

*نویسنده مسئول. Edris.shabani@gmail.com

چکیده

با توجه به غلظت بالای بیکربنات خاک و آب ایران، دستاورد های جدید باید در راستای کاهش کمبود آهن در گیاه و نهایتاً افزایش کیفیت تغذیه ای آنها باشد. در این راستا آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. در این آزمایش نسبت های مختلف نانو آهن صفر ظرفیتی به کلات آهن (۰:۱۰۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰) با غلظت ۱/۵ mg/L و سطح استاندارد هوگلند با غلظت 3 mg/L آهن (شاهد) در سه سطح pH اسیدی (۵/۵)، خنثی (۷) و بازی (۸/۵) مورد ارزیابی قرار گرفت. یافته های این پژوهش نشان داد که اثر نسبت های مختلف نانو آهن صفر ظرفیتی به کلات آهن و محلول غذایی بر عملکرد، شاخص SPAD و سطح برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بوده است (تاثیر pH بر سطح برگ در سطح احتمال ۵ درصد معنادار بوده است). اثر متقابل نسبت های مختلف نانو به کلات و pH محلول غذایی بر شاخص SPAD و سطح برگ در سطح احتمال ۵ درصد و عملکرد در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بوده است. یافته های این پژوهش نشان می‌دهد افزایش نانو آهن صفر ظرفیتی تا نسبت ۲۵:۷۵ به لحاظ عملکرد در هر سه سطح pH و به لحاظ سطح برگ و شاخص SPAD در pH= ۸/۵ وضعیت بهتری را نسبت به شاهد نشان داده است و در بقیه موارد اختلاف معنی داری با شاهد نداشت. ولی با افزایش غلظت نانو آهن کاهش معنی داری در هر یک از صفات مورد مطالعه رخ داده است. بنابراین توصیه می شود که به‌جای واحد غلظتی mg/L، از غلظت های µg/L نانو آهن صفر ظرفیتی به منظور بهبود ویژگی های رشدی گیاهان استفاده شود.

کلمات کلیدی: فلوتینگ، کلات آهن، کلم بروکلی، نانو آهن صفر ظرفیتی.

مقدمه

کلم بروکلی (*Brassica oleraseae* var. Italica) به عنوان یک منبع غذایی سلامت بخش قوی[1]، حاوی انواع آنتی اکسیدان هایی مانند ویتامین ها و گلوکوزینولات ها[2] می باشد (Yuan et al., 2010). آهن چهارمین عنصر فراوان در پوسته زمین است ولی بیش از ۳۰ درصد زمین های زراعی دنیا دارای کمبود آهن هستند. آهن کاتالیت کننده یا قسمتی از سیستم آنزیمی تولید کلروفیل می باشد. در سنتز کلروفیل، آهن در سه مرحله اساسی به عنوان کوآنزیم سبب تولید مواد میانی سنتز کلروفیل می شود (طباطبایی، ۱۳۹۲). قلیائیت آب مصرفی برای آبیاری محصولات گلخانه‌ای یک نگرانی عمده ایجاد کرده، زیرا تاثیر زیان‌آوری بر روی تغذیه و رشد گیاهان دارد. (Carter et al., 2005). نشان داده شده که EDTA دارای اثرات سمی روی تقسیم سلولی، سنتز کلروفیل و تولید بیوماس موجودات فتوسنتز کننده می باشد (Dufkova, 1984). با توجه به غلظت بالایYuan بیکربنات خاک و آب

[1] - Health-promoting compound
[2] - Glucosinolates

کشاورزی استفاده از کلات آهن تا به امروز در کشاورزی اجتناب ناپذیر بوده است. بنابراین دستاورد های جدید باید در راستای کاهش کمبود آهن در گیاه و نهایتاً افزایش کیفیت تغذیه ای محصولات کشاورزی باشد (Oviedo & Rodriguez, 2003). سطح ویژه بالای نانو ذرات سبب افزایش دسترسی آنها برای بوته و افزایش انحلال پذیری آنها در آب می شود. ذرات نانو به دلیل حلال پوشی بیشتر (به دلیل تعداد بیشتر یون در سطحی کمتر) از قدرت جذب بیشتر و به دلیل سطح ویژه بالاتر از واکنش پذیری بالاتری برخوردار می باشند (Sheykhbaglou et al., 2010). در این پژوهش نیز به بررسی تاثیرات نانو آهن به کلات آهن بر عملکرد، سطح برگ و شاخص SPAD کلم بروکلی به خصوص در pH های مختلف پرداخته می شود.

مواد و روش‌ها

بذرها ابتدا در سینی‌های کشت حاوی پرلایت و کوکوپیت کشت شده و پس از جوانه زنی تا زمان ظهور کامل برگهای لپه ای با محلول ¼ تغییر یافته هوگلند (KNO_3:50، $Ca(NO_3)_2.4H_2O$:40، KH_2PO_4:8، $MgSO_4.7H_20$:10 (g/100 L) و H_3BO_3:20، $MnSO_4.4H_2$:17، $ZnSO_4.7H_2O$:15، $CuSO_4.5H_2O$:4 و $H_2MoO_4.H20$:1 (به نسبت ۱:۱۰۰ رقیق گردید) و پس از آن تا زمان ظهور ۴ برگ حقیقی از محلول ½ تغییر یافته هوگلند استفاده خواهد شد. در این مرحله نشاهای یکنواخت انتخاب و به سیستم فلوتینگ انتقال یافت. در مرحله بعد تاثیر ۵ سطح از نسبت های مختلف نانو آهن صفر ظرفیتی به کلات آهن (۰:۱۰۰، ۲۵:۷۵، ۵۰:۵۰، ۷۵:۲۵ و ۱۰۰:۰) با غلظت ۱/۵ mg/L و سطح استاندارد هوگلند با غلظت 3 mg/L آهن (شاهد) در سه سطح pH (اسیدی (۵/۵)، خنثی (۷) و بازی (۸/۵) مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور تنظیم pH در سطوح پایین از H_2SO_4 و در سطح بازی از بیکربنات پتاسیم استفاده شد. به منظور جلوگیری از تغییرات فاحش pH محلول غذایی، این فاکتور هر روز توسط دستگاه pH سنج کنترل شده و محلول غذایی داخل گلدان هر هفته تعویض گردید. شاخص SPAD در طول دوره رشد (با دستگاه کلروفیل سنج)، عملکرد (یا وزن تر هد توسط ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم) و سطح برگ (با دستگاه سطح برگ سنج) در پایان آزمایش مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. در پایان آزمایش داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه آماری شده و در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن مورد مقایسه میانگین قرار گرفتند.

نتایج و بحث

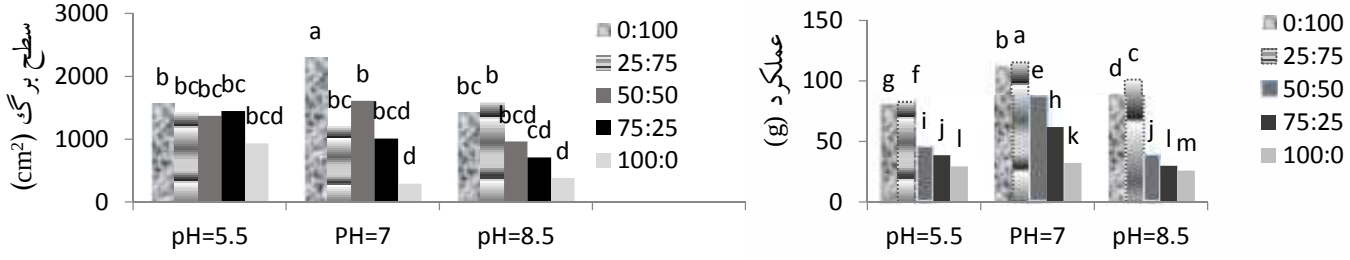
جدول مقایسات میانگین (جدول ۱) نشان می‌دهد که اثر نسبت‌های مختلف نانوآهن صفرظرفیتی به کلات‌آهن بر عملکرد ، شاخص SPAD و سطح برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است. تاثیر pH محلول غذایی بر عملکرد و شاخص SPAD در سطح احتمال ۱ درصد و بر مقدار سطح برگ در سطح ۵ درصد معنادار بوده است؛ به گونه ای که در pH=7 بالاترین میزان عملکرد و سطح pH=5/5 بیشترین میزان شاخص SPAD و سطح برگ را داشته است. اثر متقابل نسبت‌های مختلف نانو به کلات و pH بر خصوصیات رشد و نموی حاکی از آن است که تاثیر هر دو فاکتور بر سطح برگ و شاخص SPAD در سطح احتمال ۵ درصد (شکل۲ و۳) و عملکرد (شکل ۱) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد افزایش نانو آهن صفر ظرفیتی تا نسبت ۲۵:۷۵ به لحاظ عملکرد در هر سه سطح pH و به لحاظ سطح برگ و SPAD وضعیت بهتری را نسبت به شاهد نشان داده است و در بقیه موارد اختلاف معنی داری با شاهد نداشت. ولی با افزایش غلظت نانوآهن کاهش معنی داری در هر یک از صفات مورد مطالعه رخ داده است. احتمال بر آن است که بدلیل غلظت بالای یون آهن آزاد شده از نانو آهن صفر ظرفیتی و تشکیل رسوب های آهن ناشی از حضور زیاد آن در محیط کشت، به جای بهبود ویژگی های رشدی کاهش معنی داری در صفات فوق رخ داده است.

جدول ۱- جدول مقایسات میانگین نسبت های مختلف نانو آهن به کلات آهن بر خصوصیات رشدی و شاخص SPAD کلم بروکلی

صفات مورد بررسی	نسبت های مختلف نانو آهن صفر ظرفیتی به کلات آهن					معنی داری	pH محلول غذایی			معنی داری
	۰:۱۰۰	۲۵:۷۵	۵۰:۵۰	۷۵:۲۵	۱۰۰:۰		۵/۵	۷	۸/۵	
عملکرد (g)	۹۹/۵۴ a	۹۳/۹۴ a	۵۶/۴۸ b	۴۳/۴۰ c	۲۹/۱۴ d	**	۵۴/۸۶ c	۸۱/۴۹ a	۵۶/۵۵ b	**
سطح برگ (cm^2)	۱۷۵۱/۱ a	۱۳۹۹/۳ ab	۱۳۱۴/۴ b	۱۰۵۲/۷ b	۵۳۵/۴ c	**	۱۳۴۳/۱ a	۱۲۷۸/۴ ab	۱۰۱۰/۲ b	*
شاخص SPAD	۶۱/۲۵ a	۵۷/۲۸ ab	۵۲/۹۶ bc	۴۷/۹۱ c	۳۵/۰۳ d	**	۶۰/۵۰ a	۴۸/۶۸ b	۴۳/۴۹ b	**

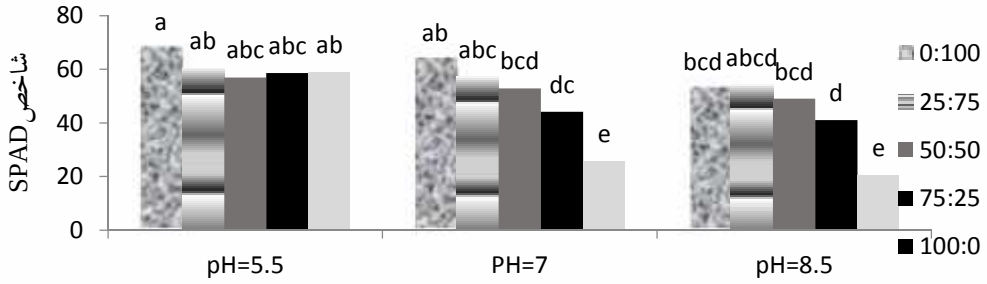
** و * به ترتیب معنی داری در سطوح ۱٪ و ۵٪.

Ghafariyan et al., (2013) بیان داشتند که غلظت کلروفیل در برگهای زیر انتهایی گیاه سویا تحت تاثیر نانو ذرات ابر مغناطیس اکسید آهن به طور موثری افزایش یافت. در پژوهشی نشان دادند که توزیع جرم خشک کلم بروکلی در گیاهانی که در معرض بیش از حد Fe^{2+} هستند، به شدت کاهش یافت (Pena-Olmos et al., 2014). در پژوهشی در گیاه خیار و جو نشان داده شد که جذب آهن در گیاهان خیار دارای کمبود آهن به سرعت با افزایش pH از ۵ تا ۸/۵ کاهش پیدا کرد. این تاثیر pH بر جذب آهن در خیار، به علت عمل بازدارنده pH بالا بر فعالیت آنزیم Fe (III) ردوکتاز در سطح ریشه می باشد. نسبت جذب آهن در گیاهان جو دارای کمبود آهن کمتر تحت تاثیر اثر بازدارنده pH بالا قرار گرفت. این پژوهش نشان داد که کارآمدی pH بر جذب آهن توسط گیاه به مراتب بیشتر از نحوه قرار گیری در شرایط کمبود یا کفایت آهن است (Romheld & Marschne, 1986). با تحلیل مطالب فوق می توان اظهار داشت که نانو آهن صفر ظرفیتی احتمالا یا به دلیل غلظت بالای یون های آهن و یا به دلیل رسوب بالای ترکیبات اکسیدی آهن نتوانسته است وضعیت بهتری را نسبت به شاهد (کلات آهن) ایجاد نماید. بنابراین توصیه می شود که در تحقیقات آینده به جای واحد غلظتی mg/L، از غلظت های µg/L نانو آهن صفر ظرفیتی جهت حصول خواص مثبت نانو به منظور بهبود ویژگی های رشدی گیاهان استفاده شود.



شکل ۱: تاثیر نانو به کلات‌آهن و pH محلول غذایی بر عملکرد کلم‌بروکلی

شکل ۲: تاثیر نانو به کلات‌آهن و pH محلول غذایی بر سطح برگ کلم‌بروکلی



شکل ۳: تاثیر نانو به کلات‌آهن و pH محلول غذایی بر شاخص SPAD کلم‌بروکلی

منابع

۱. طباطبایی، س. ج. ۱۳۹۲. اصول تغذیه معدنی گیاهان. انتشارات دانشگاه تبریز. ۵۴۴ صفحه.

2. Carter, C.T., Grieve, C. M. and Poss, J. A. 2005. Salinity effects on emergence, survival and ion accumulation of Limonium perezii. Journal of Plant Nutrition. 28: 1243–1257.

3. Dufkova, V. 1984. EDTA in algal culture media. Archiv fot *hydrobiologie. Supplement* Algological studies. 37: 479−492.

4. Ghafariyan, M.H., Malakouti, M.J., Dadpour, M.R., Stroeve, P. and Mahmoudi, M. 2013. Effects of Magnetite Nanoparticles on Soybean Chlorophyll. Environmental Science and Technology. 47: 10645-10652.

5. Oviedo, C. and Rodriguez, J. 2003. EDTA: The chelating agent under environmental scrutiny. Quim. Nova. 26(6): 901−905.

6. Pena-Olmos, J.E., Casierra-Posada, F. and Olmos-Cubides, M.A. 2014. The effect of high iron doses (Fe^{2+}) on the growth of broccoli plants (*Brassica oleracea* var. Italica). Agronomia Colombiana. 32(1): 22-28.

7. Romheld, V. and Marschner, H. 1986. Evidence for a specific uptake system for iron phytosiderophores in roots of grasses. Plant Physiology. 80: 175-180.

8. Sheykhbaglou, R., Sedghi, M., Shishevan, MT. and Sharifi, R.S. 2010. Effects of nano-iron oxide particles on agronomic traits of soybean. Notulae Scientia Biologicae. 2(2): 112–113.

9. Yuan, G., Wang, X., Guo, R. and Wang Q. 2010. Effect of salt stress on phenolic compounds, glucosinolates, myrosinase and antioxidant activity in radish sprouts. Food Chemistry, 121(4): 1014- 1019.

The effect of various ratio of nanoscale zero-valent iron to iron chelate in different pH on yield, SPAD index and leaf area of broccoli grown in floating system

Shabani, E[1]*. Bolandnazar, S.A[2]. Tabatabaei, S.J[3] and Pirdashti, H[4]

1-Ph.D. Candidate of Horticultural Science, University of Tabriz. 2- Associate Professor, Dep. of Horticultural Science, University of Tabriz. 3- Professor, Dep. of Horticultural Science, University of Shahed. 4- Dep. of Agronomy, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

*Corresponding author: edris.shabani@gmail.com

Abstract

Due to the high concentration of bicarbonate in soil and water of Iran, new approaches should be developed for alleviation of Fe-deficiency in plants. In this regard, a factorial experiment in a completely randomized design was done with three replications. In this experiment, the various ratio of zero-valent iron nanoparticles of iron (0: 100, 25:75, 50:50, 75:25 and 100: 0) at a concentration of 1.5 mg/L and standard level Hoagland with a concentration of 3 mg/L iron (control) in three levels of

acidic pH (5.5), neutral (7) and alkaline (8.)5 were evaluated. The findings showed that different ratios of zero-valent iron nanoparticles to iron chelate and nutrient solution pH on yield, SPAD index and leaf area was significant at 1% level (the effect of pH on the leaf surface was significant at 5% level). The interaction of different ratio nano to chelate and nutrient solution pH on SPAD index and leaf area at 5% level and yield at 1% level was significant. The findings indicated that an increase zero-valent iron nanoparticles to ratio of 25:75 in terms of yield at all three levels of pH and in terms of leaf area and SPAD index at pH=8.5 have better condition than control and in other cases a significant difference was observed. But with increasing concentration of nano iron decreased significantly in each of the studied property occurred. Therefore it is recommended that instead of concentration of mg/L, the concentration of µg/L zero-valent iron nanoparticles to be used to improve plant growth characteristics.

Key words: Floating, Iron Chelate, Broccoli, Nanoscale Zero-Valent Iron.