**اثر محلول پاشی آهن بر تولیدات کشاورزی**

سولماز کاظم علیلو

دانش آموخته دکتری خاکشناسی، مسئول باشگاه کشاورزان استان آذربایجان غربی

**مقدمه**

مصرف بی رویه کودهای شیمیایی مانند نیتروژن و فسفر، بی کربناته بودن آب آبیاری، عدم مصرف کودهای دارای عناصر کم مصرف، وجود خاکهای آهکی با ماده آلی کم و کشت متناوب اراضی سبب تشدید کمبود عناصر کم مصرف مانند آهن در خاکهای کشور گردیده است. عناصـر کم مصرف اگرچه به مقدار کم مورد نیاز گیاهان مـی باشـند امــا کمبــود آنهــا اثــرات نــامطلوبی بــر فرآینــدهاي فیزیولــوژیکی و متابولیکی گیاهان دارد. کمبود عناصر کم مصرف سبب عدم توازن عناصر غذایی در گیاه، کاهش کمی و کیفی محصول شده و سلامت انسان و گیاهخواران را به خطر می اندازند. تغذيه برگي يکي از راههاي مـؤثر در رفع نيـاز غـذايي گياهـان بـه عناصـر کـم مـصرف اسـت.

**آهن در گیاه**

آهن سومین عنصر محدود کننده رشد گیاهان می باشد. در بین عناصر کم مصرف، آهن نقش کلیدي در تشکیل کلروفیل و فتوسنتز داشته و از اهمیت زیادي در سیستم آنزیمی و تنفس گیاهـان برخوردار می باشد. در گیاهان کروپلاست، غنی ترین اندامک دارای آهن بوده و ممکن است بیش از 80 درصد آهن کل گیاهان را در برگیرد. فرودوکسین یکی دیگر از ترکیبات دربردارنده آهن است که در سیستمهای ریداکس فتوسنتز، احیای نیترات، احیای سولفات و اسیمیلاسیون N2 نقش دارد. آهن عمدتاً به صورت فسفوپروتئینهای فریک به نام فیتوپروتئین ذخیره می شود. همچنین آهن در متابولیسم پروتئین، اسید نوکلئیک و لیپیدها نقش دارد. گیاهانی که کمبود آهن دارند، تجمع نیترات، اسیدهای آمینه و آمیدها را به دلیل تاخیر در سنتز پروتئین نشان می دهند. آهن در گیاهان غیرمتحرک بوده و علائم کمبود ابتدا در برگهای جوان نمایان می شود.

**آهن در خاک**

آهن یک عنصر غذایی ضروری برای همه موجودات زنده بوده و کمبود آن در محصولات زراعی به عنوان یک مشکل جهانی به نوع خاک بستگی دارد. احتمال کمبود آهن در خاک های مناطق خشک، قلیایی، آهکی و بعضی خاکهای شنی دارای کمبود مواد آلی شایع است. در شرایط هوازی، آهن به فریک (آهن سه ظرفیتی-فرم اکسید شده) تبدیل می شود که در خاک غیرمتحرک بوده و سبب کمبود آهن در گیاهان می شود. علاوه بر اینpH خاک در محدوده 5/8-4/7 باعث حلالیت کم مینرالهای حاوی آهن می شود. بنابراین pH خاک نقش مهمی در تعیین حلالیت آهن دارد. همچنین غلظت بی کربنات بالا به ویژه در خاکهای آهکی باعث کاهش جذب آهن توسط گیاهان می شود. در چنین شرایطی به دلیل حلالت پایین آهن در خاک، عدم دسترسی گیاه به آهن و اختلال در انتقال آن توسط گیاه، کلروز ناشی از آهک در گیاهان حساس نمایان می شود. برای حل این مسئله، در بسیاری از سیستم های کشاورزی از محلول پاشی ترکیبات آهن استفاده می شود. مصرف خاکی ترکیبات حاوی آهن برای رفع کمبود آهن در زمین های با pH بالا از نظر اقتصادی امکان پذیر نیست زیرا مشکل کمبود آهن به دلیل pH بالا و کربنات کلسیم بیش از حد در خاک است. به منظور جلوگیری از رسوب آهن در خاک می توان آنها را با کودهای آلی نیز تلفیق کرد.

**کودهای آهن دار**

محلول پاشی آهن یک روش اقتصادی و هدفمند برای رفع کلروز آهن در گیاهان زراعی است ولی استفاده از محلول های بسیار غلیظ ممکن است باعث سوختگی برگ و برگ زدایی شود. محلول پاشی جذب سریع عناصر غذایی را تسهیل کرده و می تواند در تمام طول فصل رشد به ویژه در دوره های اوج نیاز گیاه بدون تعامل با اجزای خاک، ترسیب، جذب بر روی سطح خاک و یا خطر از بین رفتن بر اثر فرسایش انجام شود. نفوذ کودهای محلول پاشی شده به برگ گیاه به اندازه، آب دوستی، چربی دوستی و بار خالص مواد استفاده شده بستگی دارد. جذب عناصر غذایی ممکن است با کاهش اندازه ذرات که به سطح ویژه کود بستگی دارد، افزایش یابد و در نتیجه تماس آن با سطوح گیاه افزایش می یابد. برای رفع کمبود آهن معمولاً از ترکیبات حاوی آهن زیر استفاده می شود.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| نام |  | آهن (درصد) |
| کلات | FeEDDHA | 6 |
| FeDTPA | 10 |
| FeEDTA | 12-9 |
| سولفات آهن | FeSO4.7H2O | 20 |
| سولفات آمونیوم آهن | (NH4)2Fe(SO4)2.6H2O | 20 |
| کودهای آلی آهن دار | - | 11-6 |

کلات های مصنوعی معمولاً موثرترین منابع آهن برای مصرف خاکی و محلول پاشی هستند. کلاتهای آهن مانند Fe-EDTA به راحتی توسط گیاهان جذب و مورد استفاده قرار می گیرد ولی کارایی آنها به pH و میزان آهک خاک بستگی دارد. کلاتهای آهن بر پایه EDDHA در خاک پایدار بوده و برای مدت زمان معینی از رسوب آهن در خاک جلوگیری می کنند. عامل کلات کننده EDDHA آهن فریک را با قدرت بالایی ذخیره می کند و از رسوب آن در خاک جلوگیری می کند. بنابراین غلظت آهن در خاک افزایش می یابد ولی مشکل این کودها، گران قیمت بودن آنهاست.

مصرف کود آهن فقط برای آن دسته از گیاهان زراعی توصیه می شود که به سطح پایین آهن خاک حساس هستند مانند ذرت، سورگوم، سودان، لوبیا و سیب زمینی. در خاکهای قلیایی برای رفع نیاز آهن گیاهان می توان از محلول پاشی ترکیبات محلول آهن استفاده کرد. گرچه محلول پاشی برگی سریعاً نتیجه می دهد ولی این بهبود موقتی است زیرا آهن تنها در منطقه اسپری شده باقیمانده و در داخل گیاه حرکت نخواهد کرد. به دلیل نقش آهن در تشکیل کلروفیل در مواقع کمبود آن علائم کلروز (زردی) بین رگبرگی در برگها نمایان می شود. در صورت تداوم علائم کلروز، به محلول پاشی سولفات آهن (5/0 درصد) نیاز است. بیشترین اثر محلولپاشی در گیاهان جوان و تکرار آن به فاصله 10 روز تا دو هفته است. محلول یک درصد سولفات آهن با افزودن 63/3 کیلوگرم سولفات آهن (20 درصد آهن) در 3/189 لیتر آب دارای سورفکتانت تهیه می شود. مقدار مصرف سولفات آهن برای درختان 27/2 کیلوگرم در 5/378 لیتر آب توصیه شده است و ارتباط مثبتی بین میزان کلروفیل برگ و آهن گیاه وجود دارد. بررسی ها نشان داده است پس از محلول پاشی بیشترین میزان سبز شدن در گیاهان تیمار شده با کلات های مصنوعی و کمپلکس های اسید آمینه است. جدول زیر زمان و مقدار محلولپاشی آهن در گیاهان مختلف را نشان می دهد.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| زمان و مقدار محلولپاشی آهن در گیاهان مختلف (گرم بر هکتار) | | |
| مقدار (g.ha-1) | مرحله رشد | گیاه |
| 5/123 | بعد از هر بار چین کردن | یونجه |
| 5/123 | وقتی گیاهان به ارتفاع 6 تا 8 سانتی رسیدند |
| 5/123 | 7 تا 10 روز پس از محلولپاشی مرحله 2 |
| 3/568 | 2 تا 4 روز قبل از پنجه زنی | گیاهان دانه ریز مانند غلات |
| 3/568 | مرحله زایشی |
| 8/271 | 10 تا 15 روز پس از محلولپاشی مرحله دوم |
| 1112 | مرحله 5 برگی | سورگوم دانه ای |
| 1112 | 7 تا 10 روز پس از مرحله اول |
| 3/568 | مرحله زایشی |
| 3/568 | 7 تا 10 روز پس از مرحله زایشی |
| 8/271 | مرحله 6 تا 8 برگی | ذرت |
| 8/271 | 7 تا 10 روز پس از مرحله اول |
| 8/271 | ظهور کاکل |
| 1/840 | 7 تا 10 روز پس از کاکل دهی |
| 3/1680 | مرحله رویشی V3 تا V4 | لوبیا |
| 3/1680 | 7 تا 10 روز پس از محلولپاشی مرحله اول |
| 3/1680 | مرحله زایشی R3 تا R5 |
| 3/1680 | 7 تا 10 روز پس از مرحله قبلی |

**نانو کود آهن**

نانوذرات، ذرات اتمی یا مولکولی هستند که حداقل یکی از ابعاد آنها بین 1 تا 100 نانومتر است. از جمله ویژگیهای جالب توجه نانو مواد، سبک و کوچک بودن، استفاده در مقادیر کم و صرفه جویی در میزان مواد مصرفی است. با تولید کودهای نانو، ترکیبات نانو به سرعت و به طور کامل توسط گیاهان جذب می شوند. با توجه به قطر نانوذرات، انتظار می رود سرعت جذب، انتقال و انباشت ذرات نانو بیش از ذرات معمول باشد و بالا بودن کارایی جذب و سطح مخصوص نانو ذرات در مقایسه با ذرات معمول، اثرگذاری بیشتر این ذرات را توجیه می کند. پایه کودهای نانو دارای کیفیتی طبیعی بوده و از مواد آلی و معدنی ساخته شده اند. کودهای نانو کاملاً سازگار با محیط زیست و مزارع کشاورزی بوده و مواد آلی را به خاک اضافه می کنند. نانو کود کلات آهن می تواند به عنوان منبعی غنـی و قابـل اعتمـاد از آهن دو ظرفیتی براي گیاهان محسوب شود زیرا پایدار بوده و آهن خود را به تدریج در دامنه وسیعی از pH (3-12) آزاد می سازد .استفاده از نانو کود سبب کنترل دقیق آزادسازی عناصر غذایی و افزایش کارایی عناصر، کاهش سمیت عناصر در خاک، به حداقل رسیدن اثرات منفی ناشی از مصرف بیش از حد کودها و کاهش دفعات مصرف کود می شود. نتایج بررسی های مربوط به مصرف نانو ذرات آهن در گیاهان نشان داد که جذب آهن توسط ریشه یا برگ افزایش، آهن در قسمتهای رویشی و دانه تجمع یافته و رشد گیاه افزایش می یابد.

**منابع**

Bastani, S., Hajiboland, R., Khatamian, M. and Saket-Oskoui, M., 2018. Nano iron (Fe) complex is an effective source of Fe for tobacco plants grown under low Fe supply. *Journal of soil science and plant nutrition*, *18*(2), pp.524-541.

Singh, J., Singh, M., Jain, A., Bhardwaj, S., Singh, A., Singh, D.K., Bhushan, B. and Dubey, S.K., 2013. An introduction of plant nutrients and foliar fertilization: a review. *Precision farming: a new approach, New Delhi: Daya Publishing Company*, pp.252-320.