

کلات آهن

تقریباً همه خاک‌ها به طور طبیعی سطح آهن بالایی دارند، بنابراین اگر گیاهان شما شروع به نشان دادن علائم کمبود آهن کنند، ممکن است گیج شوید. برای اکثر گیاهانی که کمبود آهن دارند، مشکل کمبود آهن در خاک نیست، بلکه مشکل توانایی گیاه در جذب واقعی آهن است.

کلات آهن ترکیبی است که هنگام اتصال آهن به یک عامل کیلیت ایجاد می‌شود. عامل کیلیت مولکولی است که دارای دو یا چند اتم با جفت تک الکترون است که می‌توانند با یک یون فلزی پیوندهای متعددی تشکیل دهند. ساختار شیمیایی کلات آهن شامل یک اتم آهن مرکزی است که توسط عامل کیلیت احاطه شده است. با کلات کردن آهن، جذب آن برای گیاهان آسان‌تر می‌شود و اطمینان حاصل می‌شود که مقدار لازم از این ماده مغذی حیاتی را دریافت می‌کنند. اشکال متنوعی از این محصول وجود دارد که به صورت ترکیبات جامد یا محلول در آب به روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. نقش اساسی و کلی این محصولات تولید کلروفیل و مقابله با استرس‌های محیطی است؛ از این رو برای طیف گسترده‌ای از مزارع، باغات و صیفی جات گرفته تا گیاهان تزئینی و آپارتمانی مصرف می‌شوند. معمولاً کمبود این عنصر در **خاک‌های قلیایی** رایج‌تر است؛

آهن به عنوان یک ریز مغذی، نقش‌های مهمی در فرایندهای متنوع گیاه مانند:

- تنفس
- فتوسنتز
- سنتز DNA

دارد. عدم تعادل این عنصر در خاک، باعث کلروز در گیاه می‌شود. کلروز در واقع شرایطی است که به دلیل کمبود کلروفیل، برگ‌های معمولی به رنگ زرد در می‌آیند. کلروز روی برگ‌های جوانتر به صورت زرد شدن برگ‌ها بین رگبرگ‌ها شروع می‌شود و در نهایت در مراحل شدیدتر باعث مرگ گیاه می‌شود.

کمبود آهن در خاک‌های ایران:

در خاک‌های ایران به دلیل وجود خاک‌های آهکی (قلیائیت بالا) مقدار آهن در دسترس و قابل جذب در خاک کم بوده و گونه‌های آهن به شکل نامحلول و غیر قابل جذب برای گیاهان هستند و اصولاً دارای کمبود عناصر ریز مغذی به خصوص آهن هستند و اگر در این شرایط آهن به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار نگیرد گیاه

دچار کمبود آهن خواهد شد که با علائم کلروز (زرد برگی) و نکروز (سوختگی) خود را نشان میدهد. در حالت کمبود آهن چرخه فتوسنتز دچار اختلال شده و عملکرد کاهش پیدا خواهد کرد.

خاک های ایران به دلیل داشتن مقادیر قابل توجهی از کربنات ها، سولفات کلسیم و منیزیم عمدتاً دارای pH قلیایی بالاتر از ۷,۸ و در صورت وجود نمک های سدیمی در خاک دارای pH بالاتر از ۸ و یا ۸,۵ هستند که سبب رسوب عنصر آهن و غیرفعال شدن این عنصر خواهد شد.

pH از عوامل تاثیر گذار بر روی قابلیت جذب و حلالیت آهن می باشد. در pH ۷,۵ تا ۸,۵ که از مشخصات خاک های آهنکی است، میزان حلالیت آهن حداقل می باشد و این موضوع سبب کمبود آهن در خاکهای قلیایی می شود. بنابراین در جهت رفع کمبود آهن در مزارع و باغات می توان از کودهای کلات آهن استفاده کرد. از جمله عواملی که سبب کمبود آهن در خاک میگردد، آبیاری سنگین، فشردگی خاک، تهویه نامناسب خاک و کمبود مواد آلی می باشد.

در حالت عادی، ریشه گیاهان با ترشح اسیدهای آلی باعث کاهش pH در محیط اطراف خود میگردد و به این ترتیب حلالیت آهن در اطراف ریشه گیاهان (ریزوسفر) افزایش می یابد. کلاتی شدن آهن توسط اسیدهای آلی مثل فولویک اسید و هیومیک اسید، که در روند تجزیه مواد آلی خاک تولید میشوند، نقش مهمی در حلالیت آهن و نگهداری آن در محلول خاک ایفا میکند. از جمله دیگر مواد کلات کننده می توان به اسیدهای آلی، لیگنوسولفانات ها و اسید آمینه اشاره کرد.

کلات چیست ؟

کلات از واژه Chele به معنای چنگ زدن و نگه داشتن توسط چنگال گرفته شده است. کلات یک کمپلکس پایدار بین یک یون فلزی و یک مولکول آلی که لیگاند یا عامل کلات کننده است نامیده می شود. ماده ای که با اتصال به یون های فلزی ساختار حلقه ای پایدار تشکیل می دهد را chelator می گویند.

کلات های آهن علاوه بر تامین آهن مورد نیاز گیاه، در صورت فراهم بودن شرایط خاکی مناسب، می توانند پس از آزاد کردن آهن خود در محیط اطراف ریشه، مقداری از آهن موجود در خاک را نیز به شکل کلات شده در اختیار گیاه قرار دهند که این عملکرد را حالت رفت و برگشتی کلات می نامند.

فرم های کلات شده عناصر ریز مغذی به خصوص آهن از کارایی بالاتری نسبت به ترکیبات مرسوم برخوردار است و استفاده از کلات های آهن یکی از بهترین و اقتصادی ترین روش محلول نگهداشتن عنصر آهن در محیط قلیایی می باشد.

از جمله کارایی کلات ها:

- افزایش میزان دسترسی گیاه به مواد معدنی ریز مغذی در خاک
- افزایش تحرک عناصر ریز مغذی
- جلوگیری از آشبویی عناصر
- جلوگیری از تثبیت عناصر ریز مغذی مخصوصا در شرایط قلیایی

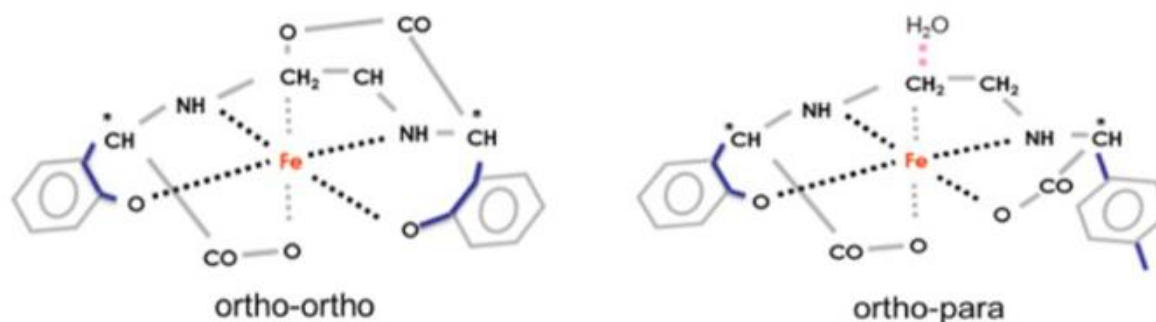
کلات آهن به انتقال آهن از خاک تا ریشه های گیاه کمک می کند؛ در مرحله اول آهن (III) باید از کلات آهن جدا شود تا گیاه بتواند آن را جذب کند؛ در نتیجه این امر عامل کلات کننده به محلول خاک رها می شود.

عامل کلات کننده با جریان آب از سطح ریشه وارد فاز جامد خاک می شود؛ عامل کلات کننده می تواند آهن موجود در خاک را به حالت محلول در بیاورد؛ آهن کلات شده از طریق جریان آب یا انتشار وارد ریشه های خاک می شود.

آشنایی با مفهوم اورتو اورتو در کلات آهن

کلات های آهن در ساختار خود ایزومر اورتو-اورتو، ایزومر-اورتو-پارا و ایزومر پارا-پارا دارند. در پی اچ بالای خاک، آهن در خاک رسوب می دهد و توسط گیاه جذب نمی شوند.

آهن کلات شده، دارای مولکول های بسیار کوچک کلات کننده است که اطراف یون آهن را محاصره می کنند و این امر مانع از رسوب آهن در خاک می شود. با استفاده از این روش، تحت تاثیر پی اچ های بسیار بالا، آهن در خاک رسوب نمی دهد و به صورت قابل جذب در دسترس گیاه قرار می گیرد.



کلات های آهن در ساختار خود ایزومر اورتو-اورتو، ایزومر-اورتو-پارا و ایزومر پارا-پارا دارند.

کلات EDTA-DTPA

عوامل کلات کننده مانند EDTA و DTPA فاقد حلقه های فنولیک بوده و از جمله عوامل کلات کننده ای هستند که برای کمبود آهن از طریق ریشه در خاک های آهنی مناسب نیستند و بیشتر در خاک های خنثی تا اسیدی قابل استفاده هستند.

این دسته کلات ها در خاک های با pH بالا امکان محلول نگه داشتن آهن را ندارند و کلات EDTA بیشتر در محلول پاشی و شرایطی که pH محیط در دامنه ۴-۷ قابل کنترل باشد توصیه می شود و در خاک های قلیایی و آهنی کارایی ندارد.

کلات DTPA بیشتر برای کشت های هیدروپونیک که دامنه pH بین ۴-۹ پایدار است به کار می رود و پایداری آن نسبت به کلات های EDTA بیشتر است. این دو عامل کلات (EDTA-DTPA) در محلول پاشی کاربرد دارد.

کودهای EDTA و DTPA هر چند دارای مقدار بالایی آهن هستند اما این درصد بالای آهن را نمی توانند در محیط های قلیایی به صورت محلول حفظ کنند و در اختیار گیاه قرار دهند و در این pH، به صورت نامحلول رسوب می کنند.

کلات EDDHA

کلات EDDHA دارای دو حلقه فنولیک است تا pH حدود ۹-۱۰ پایدار بوده و امکان محلول نگه داشتن آهن را دارد. این عامل کلات کننده دارای تاثیر مناسبی در رفع کمبود آهن در دامنه وسیعی از pH بوده و بالا بودن قابلیت نگهداری آهن و قابلیت جذب مناسب توسط گیاه از ویژگی های دیگر آن به حساب می آید.

عامل کلات EDDHA برای خاک های قلیایی مناسب بوده همچنین این عامل کلات کننده با قدرت زیادی آهن سه ظرفیتی را نگهداری کرده و از رسوب آن در خاک جلوگیری می کند. بدین ترتیب غلظت آهن در محلول خاک افزایش چشمگیری می یابد.

این نوع کلات ها برای اصلاح کمبود آهن از طریق ریشه در خاک های قلیایی مناسب بوده و به صورت مخلوط با آب آبیاری و برای انواع سیستم های آبیاری مانند قطره ای و سیستم های تحت فشار مناسب می باشند.

کلات های آهن FeEDDHA که دارای مخلوطی از ایزومرهای ارتو-ارتو، ارتو-پارا، پارا-پارا است که در این میان ایزومرهای ارتو-ارتو بیشترین قابلیت جذب را برای گیاه دارد.

نوع پارا-پارا قابلیت تولید آن بسیار کم بوده و با آهن کمپلکسی ندارد و نقش کودی ندارد.

در ایزومر ارتو-پارا، آهن تنها با ۴ اتصال به عامل کلات کننده وصل می شود. بنابراین در خاک بیشتر در معرض نامحلول بودن قرار می گیرد.

ایزومر ارتو-ارتو، برای افزایش حفاظت آهن، ۶ پیوند با عامل کلات کننده برقرار می کند بنابراین پایداری بیشتری در شرایط قلیایی و آهکی دارد و حداکثر میزان آهن موجود در این نوع کلات ۶ درصد است.

به طور کلی هر چه میزان ایزومر ارتو-ارتو بالاتر باشد سبب پایداری بیشتر آهن و در نتیجه جذب بیشتر آن توسط گیاه در مدت زمان طولانی تری می شود.

افزایش میزان ارتو-ارتو باعث افزایش کیفیت کود کلاته و بالا رفتن قدرت جذب آن توسط گیاه می شود.

از بین این سه ایزومر، ایزومر ارتو-ارتو و ارتو-پارا در خاک های قلیایی پایدارتر بوده و توسط گیاه جذب می شود.

کود های آهن در دو حالت جامد و مایع وجود دارند. کودهای جامد با عامل کلات EDDHA باید به صورت خاکی یا آبکود استفاده شوند و مناسب محلول پاشی نیستند و در صورت محلول پاشی باعث بروز سوختگی در برگ ها می شود.

یکی از راه های برطرف کردن کمبود آهن در خاکهایی که دارای pH بالا هستند، محلول پاشی کودهای آهن مایع و یا استفاده از کلات هایی که قابلیت محلول پاشی را دارند می باشد.

کلات EDDHSA-EDDHMA

کلات های EDDHSA و EDDHMA ، نمونه های اصلاح شده ترکیب EDDHA هستند که در این ترکیبات به غیر از ایزومر ارتو-ارتو، امکان تشکیل ایزومرهای دیگر نیست. نکته ای منفی که در این نوع عامل کلات کننده وجود دارد این است که پس از مصرف عنصر آهن توسط گیاه، باقی مانده این کمپلکس ترکیبی است که اثرات زیست محیطی مخربی داشته و جز آلاینده برای طبیعت محسوب میشود.

عامل کلات EDDHSA نیز با قابلیت رهایش تدریجی و همچنین پایداری در طیف وسیع pH ۲ تا ۱۱ نیز می تواند به عنوان منبع تامین عنصر آهن در محصولات باغی و زراعی مطرح گردد.

در این کلات به دلیل بسته بودن موقعیت پارا توسط گروه سولفونات، امکان تشکیل ایزومر پارا نیست اما در این کلات به دلیل وجود گروه سولفونات(سولفونیک اسید)، حلالیت این کلات نسبت به FeEDDHA بیشتر است.

ارزیابی کلات آهن:

یکی از شاخص های ارزیابی کلات آهن، بررسی پایداری آنها در شرایط pH های مختلف می باشد. کلات هایی که در دامنه وسیعی از pH پایداری دارند می توانند راندمان بهتری نیز داشته باشند. کودهای کلات آهن به صورت محلول پاشی و یا خاک قابل استفاده هستند.

تجزیه ضمانت شده: (W/W)

ترکیبات	آهن محلول	آهن کلاته	نیتروژن کل
مقدار درصد	۶٪	۵,۲٪	۷,۳٪

دستور مصرف غذایی:

میزان مصرف	نوع مصرف	محصول
در مرحله باروری ۱۵۰-۷۰ گرم برای هر درخت در شروع باردهی ۲۰-۴۰ گرم برای هر درخت	محلول پاشی و چالکود	مرکبات
شروع باروری ۲۰-۴۰ گرم برای هر درخت، باردهی کامل ۴۰-۸۰ گرم برای هر درخت	قطره ای و چالکود	سایر درختان میوه
۲,۵-۵,۵ کیلوگرم در هکتار	مصرف خاکی	گیاهان زینتی
۵ تا ۵,۵ کیلوگرم در هکتار	مصرف خاکی و قطره ای	سبزی و صیفی جات
۱۷ گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب	غرقابی	کشت هیدروپونیک

منابع:
<https://microlize.com>
<https://www.trees.com/gardening-and-landscaping/chelated-iron>
<http://www.biofertiran.com/>
<https://shimistore.com/>