



2024/05/05

داکتر عبدالکریم وزیری
زراعت و مالداري (بخش: کود های کیمیاوی)

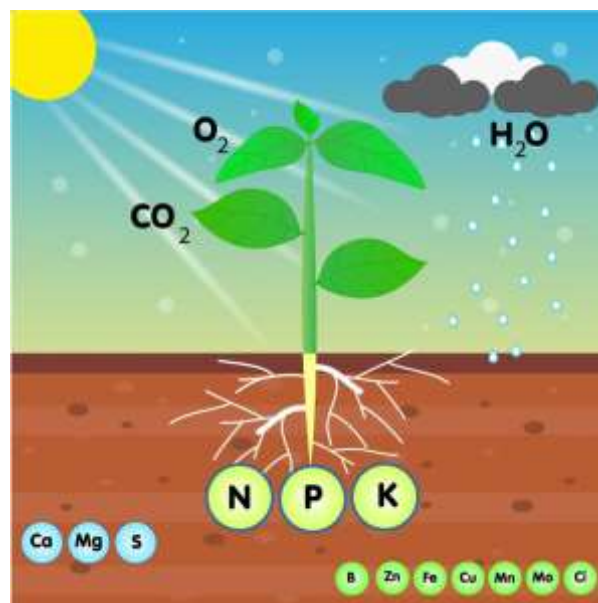
عناصر کمیاب و یا کم مصرف غذائی نبات

Trace elementa	لاتین:
Microelements Trace Elements	انگلیسی:
Spurenelemente, Mikronährstoffe	آلمانی:

عناصر کمیاب و یا کم مصرف غذائی نبات به آن عده از عناصر کیمیاوی اطلاق می شود، که نیازمندی نبات به آنها بسیار کم است.

در علم جیوشیمی به عناصر همراه و یا جانبی سنگهای معدنی و منرالها، در صورتی کلمه کم مصرف و یا کمیاب استعمال می شود، که مقدار و یا غلظت آنها در سنگهای مذکور کمتر از 1000 پی پی ام (1000 ملی گرام در یک کیلوگرام) و یا کمتر از 0,1 % باشد. در حالیکه از دید کیمیاوی زراعتی از عناصر کمیاب و یا کم مصرف غذائی نبات وقتی سخن گفته می شود، که مقدار آنها برای تکافوی نیازمندی نبات، کمتر از 50 ملی گرام در یک کیلوگرام و یا 0,005 % وجود نبات را تشکیل میدهد. در حالیکه این رقم در علم کیمیا کمتر از 100 ملی گرام در یک کیلوگرام و یا 0,01 % تعیین گردیده است.

اگرچه نبات به تناسب عناصر پُر مصرف، به عناصر کم مصرف و یا کمیاب به مراتب کمتر نیاز دارد، ولی فقدان آنها به پیمانه فقدان عناصر پُر مصرف مُنجر به کاهش رشد و انکشاف نبات می گردد.



شکل 1: عناصر پُر مصرف و کم مصرف تغذی نبات (منبع: صفحه انترنیتی کشت)

به طور عموم مواد غذایی نبات به دو دسته تقسیم می شوند. یک دسته به نام مواد غذایی و یا عناصر پرمصرف (Macronutrient) که نایترجن، پتاشیم، فاسفورس، کلسیم، مگنیزیم و سلفر شامل آنها می باشند و دسته دومی عناصر کمیاب و یا کم مصرف (Micronutrient) غذایی مانند آهن، منگیز (منگان)، زینک (جست)، مس، ملیبدن، کوبالت و غیره اند، که فوقاً در شکل 1 مشاهده میشوند.

در جدول 1 مهمترین و ضروری ترین عناصر غذایی نبات با سمبول کیمیای و شکل آنیون آنها که توسط نبات جذب می شوند، به مشاهده می رسند.

اسم عنصر	سمبول	تعریف کیمیای	شکل گتیون قابل جذب توسط نبات
Iron	Fe	Heavy metal	Fe^{2+}
<u>Manganese</u>	Mn	Heavy metal	Mn^{2+}
Zinc	Zn	Heavy metal	Zn^{2+}
Copper	Cu	Heavy metal	Cu^{2+}
<u>Molybdenum</u>	Mo	Heavy metal	MoO_4^{2-}
Cobalt	Co	Heavy metal	Co^{2+}
Boron	B	Metalloid	$H_2BO_3^-$, HBO_3^{2-}

جدول 1: عناصر کمیاب و یا کم مصرف ضروری و حیاتی غذایی نبات

1. آهن (Iron):

آهن یک عنصر کیمیای با سمبول (Fe) و نمبر اتمی 26 است، که درجمله فلزات ثقیله و عنصر مهم حیاتی غذایی کمیاب یا کم مصرف نبات محسوب می شود. آهن اغلباً در خاک به مقدار کافی موجود است، ولی چون در کریستالها و یا بلور های منرالهای مختلف در خاک قید است، نبات به سهولت نمی تواند به آن دسترس داشته باشد. در حالیکه نبات برای رشد خود صرف به مقدار 300 الی 500 گرام آهن در یک هکتار زمین نیاز دارد، با آنهم در بسیاری از خاکهای های زراعتی کمبود آهن دیده می شود. عوامل مهم آن موجودیت زیاد کلسیم، فاسفورس و بلند بودن قیمت pH در خاک می باشد.

منرالهای حاوی آهن تحت تأثیر اکسیجن و آب در خاک از هم پاشیده شده، اوکساید آهن (Iron oxide) و یا هایدروکساید آهن (Iron hydroxide) را تشکیل می دهند. اوکساید آهن (Iron oxide) در خاک نظر به بلندی ریڈکس پوتنشل (Redox potential) به شکل گتیون دو قیمته (Fe^{2+}) و سه قیمته (Fe^{3+}) قرار دارد. در خاکهای که ریڈکس پوتنشل آن ناشی از رطوبت و فقدان اوکسجن باشد، اوکساید آهن (Iron oxide) از گتیون سه قیمته (Fe^{3+}) به گتیون دو قیمته آهن (Fe^{2+}) تبدیل شده، به دسترس نبات قرار می گیرد. بر عکس در خاکهای خشک و دارای اوکسجن کافی گتیون دو قیمته آهن (Fe^{2+}) به سه قیمته آهن (Fe^{3+}) تبدیل می شود، که نبات به آن دسترسی نمی داشته باشد. منحل شدن و یا آزاد شدن عنصر آهن از منرالها با بلند رفتن قیمت pH در خاک کاهش می یابد. با بلند رفتن یک واحد قیمت pH در خاک، آزاد شدن گتیون آهن از منرالها 100 الی 1000 چند تقلیل می یابد. بلندترین دسترسی نبات به آهن در خاکهایی موجود است، که مرطوب بوده و قیمت pH آنها بین 6,0 و 6,5 قرار داشته باشد.

گرفتن گتیون آهن (Fe^{2+}) از محلول خاک مانند دیگر مواد غذایی معمولاً از طریق ریشه صورت می گیرد. طوریکه در بالا ذکر گردید، گتیون سه قیمته آهن (Fe^{3+}) به طور مستقیم توسط نبات جذب شده نمیتواند، به جز اینکه اول باید یا به گتیون دو قیمته تبدیل شود و یا به شکل ژیلات آهن (Iron chelate) در محلول خاک قرار داشته باشد.

آهن در فیزیولوژی نبات نقش کلیدی بازی می کند وبخشی از ساختمان تعداد زیادی از انزایمها در نبات می باشد. در تشکیل کلوروپلاست (Chloroplast) که عامل عمده تولید کلروفیل (Chlorophyll) است، 80 % آهن جذب شده مورد استفاده قرار می گیرد. همچنان آهن در انتقال انرژی، تشکیل پروتین، تولید مواد قندی مستقیماً سهیم است. به این اساس کمبود آهن در نبات باعث بروز کلوروز (Chlorosis) و بعداً نکروز (Necrosis)، مخصوصاً در برگهای جوان گردیده، رشد و نموی نبات را متضرر می سازد.

کود دهی آهن می تواند به شکل کود مایع از طریق برگ هم صورت بگیرد. معمولاً آهن در ترکیب با کودهای مروج در بازار به نبات داده می شود.

کود های آهن عبارت اند از:

- سلفیت آهن ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) با داشتن 20 % آهن که در آب خوب حل می شود،
- Fe- EDTA برای خاکهای اسیدی با قیمت pH کمتر از 6,0
- Fe-HEEDTA برای خاکهای با قیمت pH 6,5 الی 7,0
- Fe-EDDHA برای خاکهای آهکی با قیمت pH بلند تر از 7,5.

2. منگنیز (Manganese)

منگنیز یا منگان یک عنصر کیمیای با سمبول (Mn) و نمبر اتمی 25 است، که درجمله فلزات ثقیله و عناصر مهم حیاتی غذائی کمیاب یا کم مصرف نبات محسوب می شود. اهمیت فیزیولوژیک منگنیز در متابولیسم پروتئین، مواد قندی و مواد شحمی در نبات بلند بوده، یک ماده غذائی حیاتی نبات می باشد. جذب منگنیز از محلول خاک به شکل کتیون Mn^{2+} صورت می گیرد.

تحقیقات نشان می دهند، که منگنیز در تشکیل بیشتر از 35 انزایم مختلف در نبات سهیم است. بر علاوه در پروسه عملیه فوتوزینتیز مشارکت مستقیم دارد. منگنیز در نیاتاتی مانند گندم، جواری و جودر تأثیر بالخصوص داشته، مقاومت آنها را در مقابل یخبندی و امراض بکتریائی تقویه می کند. همچنان در صورت موجودیت کافی مقدار آن در نبات، جوانه زدن نبات و جذب عناصر مانند کلسیم و فاسفورس به وجه بهتر انجام می شود.

فقدان ویا کمبود منگنیز منجر به اخلاص تشکیل مواد حیاتی در نبات می گردد، که کاهش تشکیل سلولوز و مواد قندی در لبلبو، توت زمینی و جواری، کاهش نشایسته در کچالو، کاهش مواد شحمی در شرشم و بلاخره کاهش تشکیل ویتامین C شامل آن می باشد.

جدول 2 کود های مروج منگنیز را با مقادیر مختلف منگنیز نشان میدهد. کود منگنیز سلفیت MnSO_4 به مقدار 30 % در آب منحل شده، کوددهی آن از طریق برگ صورت می گیرد. در این صورت 4 کیلوگرام کود مذکور فی هکتار در 400 لیتر آب منحل شده دو مرتبه به فاصله 4 هفته از همدیگر بالای برگ پاشیده می شود.

این کود را می توان از طریق خاک (5 الی 15 کیلوگرام فی هکتار) هم استفاده نمود، در صورتیکه قیمت pH خاک کمتر از 6,0 باشد، در غیر آن عنصر مذکور قید شده، به دسترس نبات قرار نمی گیرد. برای استفاده از کود اوکساید منگنیز باید قیمت pH خاک کمتر از 6,0 باشد.

شماره	اسم کود	فورمول کیمیای	مقدار منگنیز
1	Manganese sulfate	$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	24 %
2	Manganese sulfate (1-Hydrate)	$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	32 %
3	Mn-Chelate	Mn-EDTA	----
4	Manganese monooxide	MnO	48 %

جدول 2: کود های مروج منگنیز

3. زینک یا جست (Zinc)

زینک یا جست یک عنصر کیمیای با سمبول (Zn) و نمبر اتمی 30 است، که درجمله فلزات ثقیله و عناصر غذائی کمیاب یا کم مصرف نبات محسوب می شود. در پهلوی مواد غذائی پر مصرف مانند نایتروجن، فاسفورس، پُتاشیم و غیره زینک برای رشد و انکشاف نبات یک ماده غذائی ضروری و حیاتی است.

زینک در متابولیزم پروتئین، تشکیل هورمون Auxin و آنزیمها در نبات سهم مهم دارد. مخصوصاً برای استحکام جدار های حشرات حتمی و ضروری است. جذب زینک از محلول خاک به شکل کتیون Zn^{2+} صورت می گیرد

فقدان زینک در جوارى و در درختان میوه در جاهائی به مشاهده می رسد، که زمین خشک، نهایت آفتابی و دارای قیمت بلند pH (القلى) باشد.

برای کوددهی زینک از کود زینک سلفیت ($ZnSO_4$) و کود های سینک ژیلالت (Zn-Chelate) و یا کود های دیگر کیمیای به اضافه عنصر زینک استفاده میشود. زینک هم به وجه خوب و آسان به شکل مایع از طریق برگ داده شده می تواند. برای این منظور برای هر هکتار زمین به مقدار 5,1 کیلو گرام $ZnSO_4$ را در 400 لیتر آب آماده نموده، بالای برگها پاشانده شود.

شماره	اسم کود	فورمول کیمیای	مقدار عنصر زینک
1	Zinc sulfate Heptahydrate	$ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$	% 23
2	Zinc sulfate Hydrate	$ZnSO_4 \cdot H_2O$	% 36
3	Zinc-Chelate	Zn-EDTA	----
4	Zinc sulfate alkaline	$ZnSO_4 \cdot 4 Zn(OH)_2$	% 55
5	Zinc monoxide	ZnO	% 70

جدول 3: کود های مروجۀ زینک

4. مس (Copper)

مس یک عنصر کیمیای با سمبول (Cu) و نمبر اتمی 29 است، که درجمله فلزات ثقیله و عناصر غذائی کمیاب یا کم مصرف نبات محسوب شده، در پهلوی مواد غذائی پر مصرف مانند نایتروجن، فاسفورس، پُتاشیم و غیره برای رشد و انکشاف نبات یک ماده ضروری و حیاتی ست. مس به شکل کتیون Cu^{2+} از طریق ریشه جذب می شود. وظایف عمده مس در نبات عبارت اند از مشارکت آن در پروسۀ فوتوزینتیز، در تشکیل ویتامین ها و در استحکام بخشیدن بدن نبات.

برای کوددهی لازم است از کود های مس ژیلالت (Cu-Chelate) و یا کود های دیگر کیمیای به اضافه مس به حیث ماده جانبی استفاده گردد. چون نیازمندی نبات به مس بسیار کم است، کوددهی از طریق برگ انجام می شود. برای این منظور به مقدار 3,1 کیلو گرام ژیلالت مس Cu-Chelate در هر هکتار در 400 لیتر آب منحل شده، بالای برگها پاشانده می شود.

در جدول 4 کود های مروجۀ مس دیده می شوند.

شماره	اسم کود	فورمول کیمیای	مقدار عنصر مس
1	Copper sulfate pentahydrate	$CuSO_4 \cdot 5 H_2O$	% 25
2	Copper sulfate hydrate	$CuSO_4 \cdot H_2O$	% 36
3	Green copper	$Cu_2Cl(OH)_3$	% 48
4	Copper monooxide	CuO	% 71

جدول 4: کود های مروجۀ مس

5. مولیبدن (Molybdenum) :

مولیبدن یک عنصر کیمیای با سمبول (Mo) و نمبر اتمی 42 است، که درجمله فلزات ثقیله و عناصر غذائی کمیاب یا کم مصرف نبات محسوب می شود، با آنکه نبات به مقدار بسیار کم به مولیبدن نیاز دارد، نقش آن در فیزیولوژی

نبات کلیدی است. مولیبدن کتیون های نایتريت را که در نبات مستقیماً دیگر مورد استفاده قرار نمی گیرند، در حجرات به امینو اسید تبدیل می نماید، که برای تشکیل پروتین بکار می روند. همچنان مولیبدن بخشی از ساختمان هورمون های مختلف در نبات می باشد.

مولیبدن معمولاً به مقدار کافی در خاکها موجود است، که با بلند بردن pH خاک آزاد شده، به دسترس نبات قرار می گیرد. هرگاه فقدان مولیبدن در خاک تشخیص گردد، لازم است برای کوددهی از طریق برگ از کود های امونیم و یا سودیم مولیبدایت $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ و یا Na_2MoO_4 استفاده صورت بگیرد.

شماره	اسم کود	فرمول کیمیاوی	مقدار عنصر مولیبدین
1	Sodium molybdate dihydrate	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	40 %
2	Ammonium molybdate	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	56 %
3	Molybdenum oxide	MoO_3	66 %
4	Calcium molybdate	CaMoO_4	48 %

جدول 5: کود های مروجۀ مولیبدین

6. کوبالت (Cobalt) :

کوبالت یک عنصر کیمیاوی با سمبول (Co) و نمبر اتمی 27 است، که درجمله فلزات ثقیله و عناصر غذائی کمیاب یا کم مصرف نبات محسوب می شود. با آنکه برای اجرای وظایف بیوشیمیائی و فیزیولوژیک نبات به مقدار بسیار کم به کوبلت ضرورت است، لیکن با آنهم برای نبات یک عنصر حیاتی و ضروری ست.

کوبالت در تشکیل و رشد ساقه، غوزه، عملیۀ ترانسپیریشن، تنظیم و مدیریت جذب و تقسیم مواد غذائی در نبات، تشکیل ویتامین B_{12} ، ساختن جدار حجره و غیره سهیم است.

مخصوصاً کوبلت برای یک نوع بکتری به نام (Rheziobia) که به فامیل Rhizobiaceae تعلق دارد، یک عنصر حتمی و ضروری ست. این بکتری در همزیستی (Symbiosis) با نباتات مربوط به فامیل حبوبات (مشنگ، ماش، باقلی، بادام زمینی، لوبیا، رشقه و غیره)، به نام علمی (Fabaceae) و یا (Leguminosae)، به نباتات مذکور توانائی جذب کردن مستقیم نایتروجن مالیکولی (N_2) هوا را به می بخشد.

کودهای کوبالت عبارت اند از کوبلت سلفیت ($\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) با داشتن 21 % کوبلت، کوبلت نایتريت ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2$) و کوبلت کلوراید (CoCl_2).

7. بور یا بورون (Boron)

بور یا بورن یک عنصر کیمیاوی نیمه فلز یا شبه فلز با سمبول (B) و نمبر اتمی 5 است، که درجمله عناصر غذائی کمیاب یا کم مصرف نبات محسوب می شود. در پهلوی مواد غذائی پر مصرف مانند نایتروجن، فاسفورس، پُتاشیم و غیره برای رشد و انکشاف نبات یک ماده ضروری و حیاتی است.

بور در خاک معمولاً به شکل تیزاب بور یا بوریک اسید (H_3BO_3) و یا نمک آن (بوریت) قرار داشته، در ذرات خاک به شکل زورپتیت چسبیده، و یا در بلورهای زیلیکات ها قید می باشد. بیشترین مقدار بور در منرالهای تورمالین (Tourmaline) یافت می شود. دسترسی نبات به بور با بلند رفتن قیمت pH در خاک کاهش می یابد. چون بور در تعامل با آهن، المونیم و ذرات میده خاکی قید شده، به دسترس نبات قرار ندارد.

بور به شکل انیون تیزاب بور H_2BO_3^- و HBO_3^{2-} از طریق ریشه نبات جذب می شود و حرکت آن در نبات از پائین به بالا بسیار بطی است. هر قدر ترانسپیریشن در نبات قوی باشد، به همان اندازه، بور به قسمت بالای نبات انتقال داده می شود.

بور در نبات وظایف متعدد دارد، که عملیه القاح، تشکیل گل، تقسیم و تکثیر حجرات، تقویت و استحکام حجرات و ریشه شامل وظایف آن می باشد. نیازمندی نباتات به بور مختلف است. غله جات نسبت به دیگر نباتات به بور کمتر نیازمند اند. گل آفتاب پرست، لبلبوی قندی، شرشم و جواری بیشتر از سایر نباتات به بور نیاز دارند.

مقدار متوسط بور در خاک بین 5 و 80 ملی گرام، در خاکهای ریگی بین 5 و 20 ملی گرام و در خاکهای دارای مواد عضوی زیاد (هوموس) بین 30 و 80 ملی گرام در یک کیلوگرام می باشد.

در صورت کمبود بور برگهای جوان نبات شرشم شکل لوله ای را به خود می گیرد. در لبلبوی قندی رنگ برگهای جوان زرد شده، بلاخره خشک می شوند. در جواری در تشکیل دانه اخلاص به وجود می آید.

بهترین و آسانترین وسیله کوددهی بور از طریق برگ صورت می گیرد، چون تیزاب بور (H_3BO_3) و یا نمک آن در خاک بسیار متحرک بوده، خطر شسته شدن آن به قسمت های پائین زمین بزرگ است.

شماره	اسم کود	فورمول کیمیاوی	مقدار عنصر بور
1	Borax	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	11 %
2	Borax <u>anhydrous</u>	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	22 %
3	Boric acid	H_3BO_3	18 %
4	Sulobor	$\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	21 %

جدول 6: کود های مروجۀ بور