

الكبريت الزراعي (الاصفر)



زهير عبدالله البلاونة

## كيمياء الكبريت sulfur

الكبريت هو عنصر كيميائي لافلزي رمزه S وعدده الذري 16 ؛ ويقع ضمن عناصر الدورة الثالثة وفي المجموعة السادسة عشر) المجموعة السادسة وفق ترقيم المجموعات الرئيسية ( في الجدول الدوري، حيث يقع في المرتبة الثانية في نفس مجموعة الأكسجين، بالتالي فهو من الكالكوجينات. ينتمي عنصر الكبريت إلى اللافلزات وهو متعدّد التكافؤ ويوجد عدداً كبيراً من المركّبات الكيميائية الكبريتية. عُرف الكبريت في الحضارات القديمة المختلفة، وكان للعلماء العرب والمسلمين دوراً في تطوير ونشر المعارف عن الكبريت، خاصّة العالم جابر بن حيان، الذي توصّل إلى اكتشاف حمض الكبريتيك وأسماه «زيت الزاج»، حيث كانت تشير تسمية الزاج إلى أملاح الكبريتات المشتقّة من هذا الحمض.

يوجد الكبريت في الطبيعة على شكله العنصري الطبيعي الخام بشكلٍ وافرٍ نسبياً) العاشر من حيث ترتيب العناصر بالنسبة للكتلة في الكون)، إذ يُصادف في الطبيعة في الشروط القياسية على شكل خام بلّوري أصفر اللون من ثماني الكبريت S<sub>8</sub> ، والذي يعرف باسم «زهر الكبريت». كما يدخل الكبريت في تركيب المعادن في القشرة الأرضية على شكل معادن الكبريتيدات ومعادن الكبريتات؛ كما يدخل أيضاً في تركيب القطفات الثقيلة من النفط. يستحصل على الكبريت حالياً على شكل منتج ثانوي من عملية تكرير النفط، حيث يُحوّل بشكلٍ أساسي إلى حمض الكبريتيك، وهو أحد المواد الكيميائية الأولية المهمّة صناعياً، ومنه إلى مركّبات الكبريت الأخرى المختلفة. يدخل الكبريت في تركيب العديد من المواد الحياتية اليومية مثل الأسمدة والمبيدات وكذلك في عيدان الثقاب. تتميّز مركّبات الكبريت العضوية بأنها ذات رائحة كريهة، ولها دور في الرائحة المنفّرة في النفط والغاز الطبيعي، وكذلك في الثوم والبصل؛

كما أن كبريتيد الهيدروجين مسؤولٌ عن صدور الرائحة الكريهة للبيض العَفِن. من جهةٍ أخرى، فإن لأكاسيد الكبريت أثر بيئي كبير، فهي من مكونات المطر الحمضي

## اهمية الكبريت في التربة الزراعية

الكبريت عنصر من العناصر الكبرى الضرورية للنباتات وخاصة المثمرة فهو عبارة عن بودة اصفر اللون سهل التطاير يستخدم في التعفير على النباتات بالإضافة إلى استخدامه كمحسن لخصوبة التربة فيضاف دائما مع التسميد الأساسي قبل الحرث ولكونه لا يصلح للرش لأنه لا يذوب في الماء لا يكون حتى محلول معلق بل يترسب دائما بالماء.

وهناك نوع آخر منه إلا وهو الكبريت الميكروني ويتميز بصغر حجم جزيئاته ولذلك يستخدم للرش الورقي يكون معلقا ونسبة الكبريت فيه تصل إلى 80% فيما يستخدم النوع الآخر من الكبريت الزراعي السائل بطريقة الرش أيضا على الأوراق الذي نسبة الكبريت فيه 38%، فوائد الكبريت كثيرة منها لمعالجة أنواع التربة الملحية أو القلوية فهو يعمل على تعديل دالة ال (PH) للتربة عن طريقا لتحليل البكتيري كما يساعد في تعفير النباتات للوقاية أو لمعالجة بعض الأمراض الفطرية وهو يعمل على تيسير الكثير من العناصر الغذائية للنبات حيث تعتبر عملية الأكسدة الإحيائية لمصادر مختلفة من الكبريت في التربة الكلسية ذو تأثير على بعض صفات التربة وجاهزية بعض العناصر الغذائية وفي نمو النبات.

وبيت الدراسات أن معاملة التربة بالمصادر الكبريتية المختلفة والمواد العضوية معا تؤدي إلى زيادة في كمية الكبريتات المتجمعة والتوصيل الكهربائي وجاهزية كل من الفسفور والحديد والمنغنيز في التربة وكشفت أبحاث عن وجود الأحياء المجهرية ذاتية التغذية المؤكسدة للثايوكبريتات التي ازدادت أعدادها عند معاملة التربة بالمصادر الكبريتية وقد لوحظت المجموعات الثلاث من أحياء أكسدة الكبريت المجهرية متباينة التغذية (المنتجة للثايو كبريات والمنتجة للكبريتات والمؤكسدة للثايوكبريتات).

الكبريت عنصر سمادي هام جدا مثل النيتروجين والفسفور – لابد من تحويل الكبريت إلى صورة كبريتات (سلفات) لكي يستطيع النبات الاستفادة منه يعني لابد أن يتمعدن (بتأكسد) في التربة وفي بداية الزراعة بفترة كافية

أثبتت دراسة حديثة منشورة في مجلة علوم البيئة والزراعة عام 2019 بعنوان:- The Effect of Sulfur Powder Addition on the Chemical and Physical Properties of Soil in Jordan Valley

قام بها فريق من جامعة الشارقة ومن مختبرات سلطة وادي الاردن متخصص في علم التربة ان الكبريت يحسن من خواص التربة الكيميائية والفيزيائية ويعمل على اذابة العناصر الغذائية غير المتاحة مما يساهم بتقليل اضافة الاسمدة الكيميائية كما اثبتت الدراسة دور الكبريت في خفض امراض التربة المتمثلة بديدان النيما تودا وفطر الفوزاريم

وبالتالي فان إضافة الكبريت الزراعي يساهم في زيادة الإنتاج الزراعي وخفض التكاليف الزراعية

– يوجد علاقة قوية بين الكبريت والنيتروجين بالتالي يجب إضافة الكبريت مع التجهيز ويجب أن يقلب في الطبقة السطحية للتربة ..يعني يفضل إضافته بعد الحرث وقبل الترحيف والتسوية والتخطيط ... بالمعدلات التالية .. المحاصيل البقولية والأرضية بمعدل 10 كجم للدونم .. لمحاصيل الخضار ...بينما اشجار الفاكهة والنخيل والحمضيات يتم اضافة نصف كجم لكل شجرة..

غالبا ما كان يتجاهل المزارعون “عنصر الكبريت” في الماضي ، ولكن اليوم أصبح يُعترف به كمغذٍ أساسي، ويعتبر مهماً بقدر أهمية عنصر النيتروجين، لذلك لا ينبغي نسيانه أو تجاهله عند وضع برامج التسميد (وخصوصاً للمحاصيل الأرضية – البندورة – الباذنجان – بصل ... الخ

يعتبر العديد من العلماء الآن الكبريت هو ثاني أهم المغذيات بعد النيتروجين ومن المؤكد أن الكبريت هو عنصر غذائي أساسي لأنه يرتبط ارتباطاً وثيقاً بالنيتروجين في العمليات البيولوجية، حيث يشكل كلا العنصرين فريقاً لا ينفصل وكان الاعتقاد السابق أن الكبريت محصوراً بدور ثانوي حيث تأخذ النباتات احتياجاتها من الترسيبات الجوية (غاز ثاني اكسيد الكبريت(SO<sub>2</sub>) ، ومع ذلك فقد عاد اليوم إلى مكانه الصحيح كمكون أساسي في الإدارة المثلى للنيتروجين.

تحتوي معظم الأسمدة المركبة المحتوية على الكبريت على النيتروجين، مما يبرز الارتباط الوثيق بين هذين العنصرين. والكبريت هو جزء من إنزيم مطلوب للحصول على إمتصاص النيتروجين وعدم وجوده يمكن أن يعوق بشدة عملية التمثيل الغذائي للنيتروجين،

كما أن وجوده جنباً إلى جنب مع النيتروجين، يمكن الكبريت من تكوين الأحماض الأمينية اللازمة لإنتاج البروتين كما يوجد في الأحماض الدهنية والفيتامينات وله تأثير هام على الجودة والمذاق ورائحة المحاصيل كما يشارك الكبريت بشكل أساسي في التمثيل الضوئي، والتمثيل الغذائي الكلي للطاقة وإنتاج الكربوهيدرات.

وتبرز أهمية الكبريت كونه ذو فائدة كمطهر فطري لأمراض التربة وكذلك يساعد على تكوين الأحماض الأمينية داخل النبات ومن المعروف أن النباتات البقولية كالفول والفاصولية والبازلاء تحمل في جذورها عقداً بكتيرية تحوي على بكتيريا تثبت النيتروجين من الجو في التربة وهنا بالذات تكمن أهميتها إذ بواسطتها نحصل على النتروجين الذي تحتاجه التربة من خلال الجو، وتغذية التربة بالكبريت له الأثر الكبير وأجريت تجربة لدراسة هذا الأثر لوحظ فيها أن إضافة الكبريت للتربة ينتج عنه زيادة في غلة البذور ليكثر من الضعفين وتزيد من تركيز النتروجين في الأوراق وسيقان النباتات كما تساعد على زيادة المحتوى الكلي من النتروجين في الفروع الجديدة وفي كافة مراحل النمو بالمقابل فإن محتوى كلوروفيل الورقة والوزن الجاف لهذه الفروع التي ازدادت بشكل كبير بسبب إضافة الكبريت بعد الأزهار ومرحلة امتلاء القرون على التوالي

## دور الكبريت في تطور النباتات

يساهم الكبريت في نمو النباتات حيث يتم امتصاص هذه المادة عبر الجذور بعد تحلله في التربة وتبقى وظائف الكبريت مرتبطة بوظائف النيتروجين حيث يعملان بشكل متكامل ويدخل الكبريت في تركيب البروتينات باعتباره مكوناً أساسياً لبعض الأحماض الأمينية مثل السيستين والميثونين كما يعتبر مسؤولاً عن رائحة وطعم بعض النباتات كالبصل والثوم الكراث الخردل و الملفوف ويلعب الكبريت دوراً رئيسياً في تكون العقيدات الجذرية للبقوليات وبالإضافة إلى ذلك فإنه يدعم ميكانيزمات الوقاية عند بعض النباتات من خلال تواجده في المكونات النباتية للمبيدات الحيوية أو من خلال انبعاث طيارة عبر الأوراق كمبيد فطري.

## نقص الكبريت

لغاية التسعينات، لم يكن توافر الكبريت مثيراً للقلق، لأن انبعاث ثاني أكسيد الكبريت من الأصول الصناعية كانت تضمن إمدادات كافية وتلقائية للمحاصيل وقد أدى التنظيم البيئي واستخدام الوقود منخفض الكبريت بشكل خاص إلى خفض انبعاثات الكبريت في الوقت نفسه فإن زيادة الإنتاجية والاعتناء بالجودة زادت أيضاً من امتصاص الكبريت من الحقل هذه الأسباب أدت إلى ظهور أعراض نقص الكبريت على النباتات.

وتحدث حالات نقص الكبريت في الظروف التالية:

في التربة الرملية الخفيفة مع انخفاض نسبة المادة العضوية للتربة (محتوى منخفض من الكبريت)

ارتفاع معدل هطول الأمطار خلال فصل الشتاء (غسل الكبريت).

الربيع الجاف (بطء حركة الكبريتات).

درجة حرارة منخفضة (معدل تمعدن منخفض).

مستوى منخفض للمواد العضوية والكبريت المعدني (مستوى منخفض).

البعد عن المواقع الصناعية (ترسبات الكبريت المنخفضة).



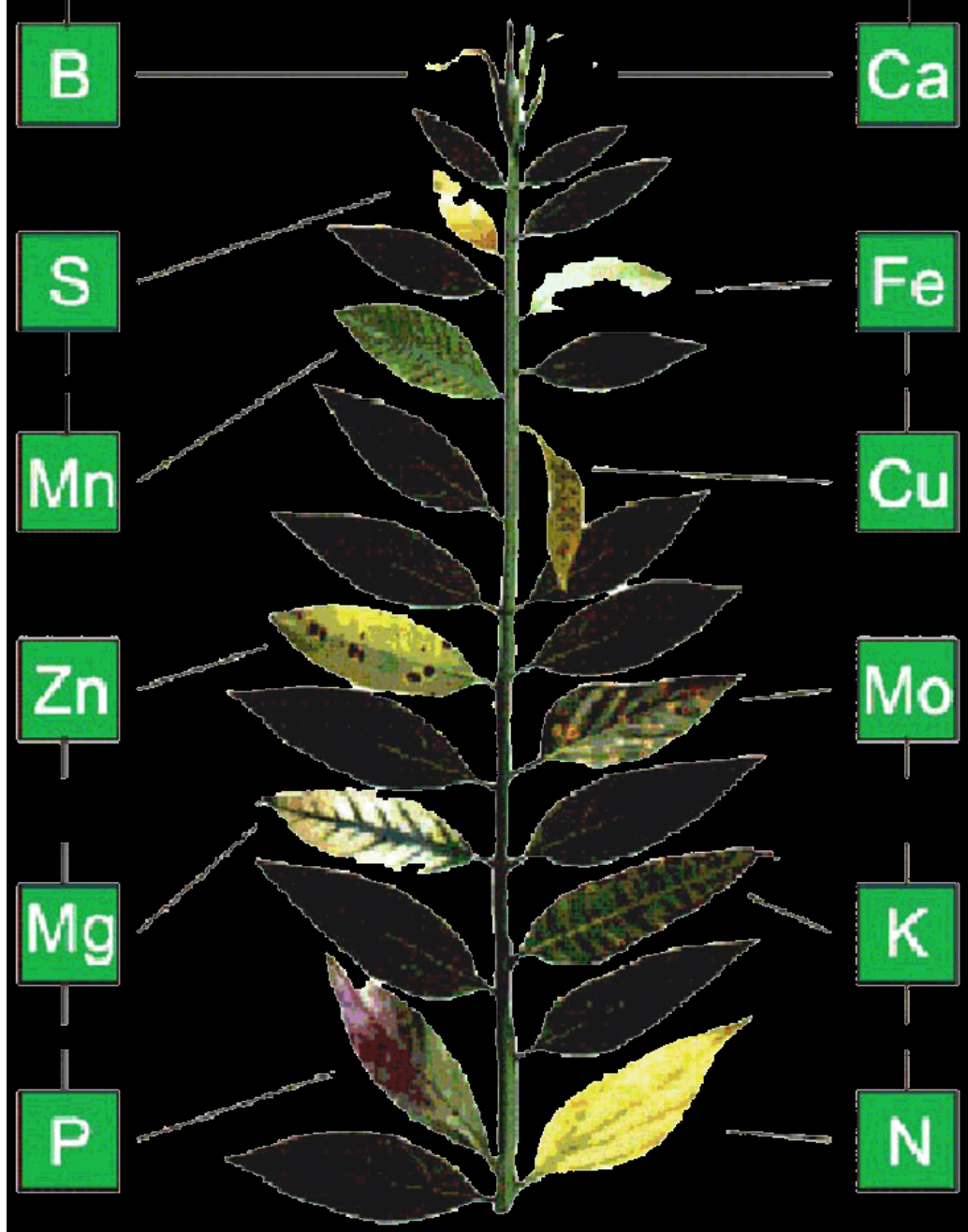
## نقص الكبريت – الأعراض

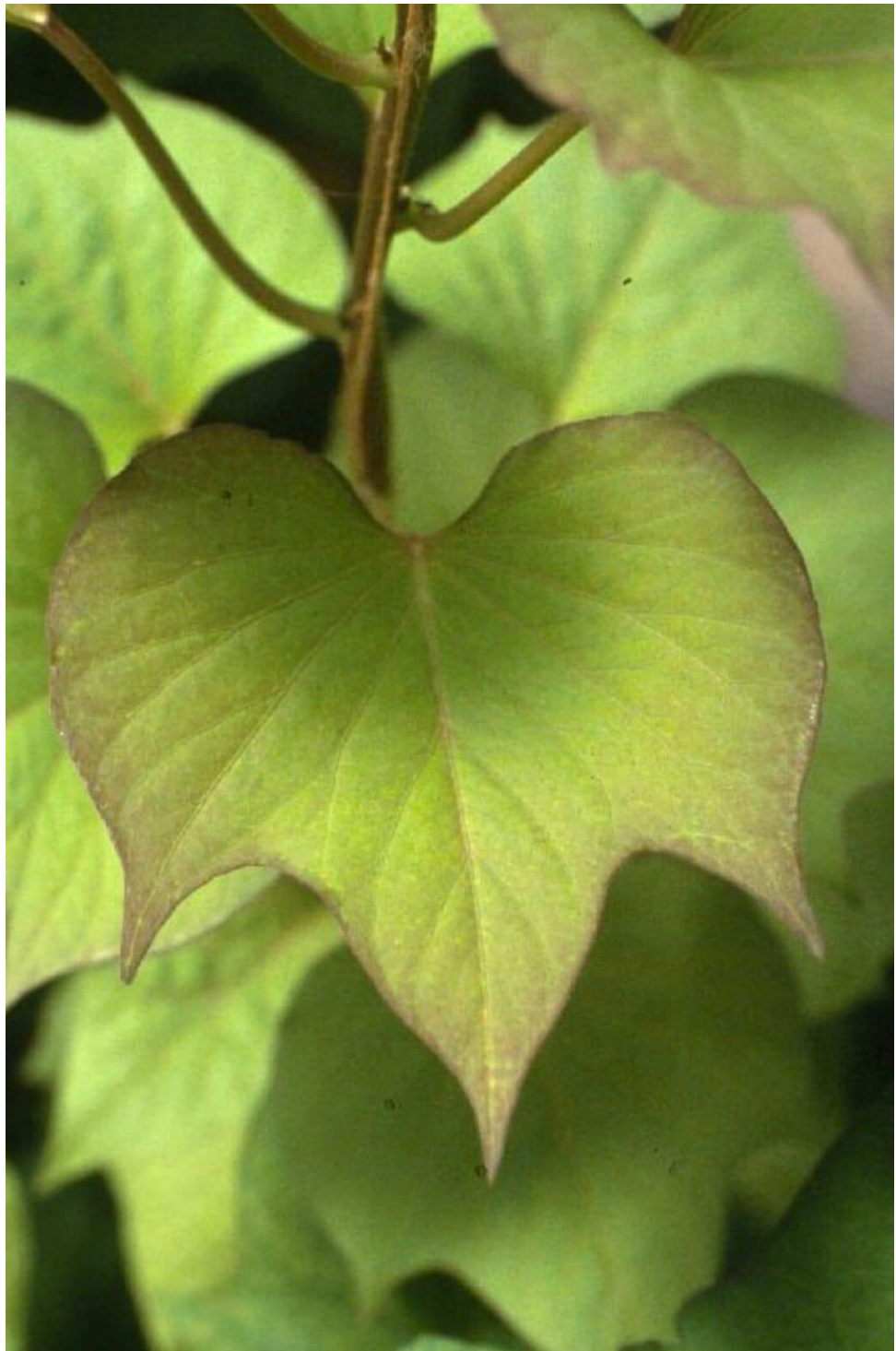
غالباً ما يكون من الصعب تمييز نقص الكبريت عن نقص النيتروجين، الذي قد يرتبط به وتشمل الأعراض اصفرار الأوراق الصغيرة ، كنتيجة للإنتاج المنخفض للكوروفيل و يكون النمو بشكل عام أقل. وفي اغلب الأحيان تظهر أعراض نقص الكبريت متأخرة وغالبا ما يكون النقص الخفي بدون ظهور الأعراض هو أكثر بكثير من ظهور أعراض النقص الحاد. لذا استوجب تضمين برامج التسميد مركبات تحتوي على نسبة من الكبريت تبعا لنوعية المحصول والتحليل المسبق.

من أين يأتي الكبريت في التربة؟



تظهر دورة الكبريت في التربة بعض أوجه التشابه مع دورة النيتروجين. يوجد الكبريت في التربة حيث يكون جزء صغير منه فقط متاح للامتصاص على الفور من قبل النبات ويحتاج الباقي إلى الخضوع لعمليات التحويل أولاً.





## المحاصيل تفضل الكبريتات

يمكن لجذور النبات امتصاص الكبريت فقط كأيونات الكبريتات ( $SO_4^{2-}$ ) كما يمكن أن تأخذ أوراق النبات أيضاً الكبريت من الهواء كثنائي أكسيد الكبريت ( $SO_2$ ) ، لكن هذه المساهمة أصبحت صغيرة الآن ( كما ورد أعلاه ) . و يجب أولاً تعدين كل الكبريت في التربة قبل أن يصبح متاحاً للنباتات.

## مصادر الكبريت

الكبريت من الأسمدة المعدنية : تحتوي الأسمدة المعدنية على الكبريت ككبريتات (سلفات) ، والكبريتات من الأسمدة الكيميائية التي تكون جاهزة كمواد مغذية وتمتصها النباتات بسهولة. تكون الكبريتات عالية الحركة في التربة وتصل جذور النباتات بسرعة. إن استخدام الكبريت خلال مرحلة مبكرة وأثناء نمو النباتات المكثف يجعلها مناسبة للخلط مع الأسمدة الأخرى ، وخاصة النيتروجينية . علما ان النبات لا يستفيد من إضافة الكبريت الى التربة لانه يحتاج إلى أكسدة بواسطة ميكروبات التربة ، الأمر الذي يستغرق وقتاً طويلاً . ويكون للكبريت المضاف تأثير حامضي قوي.

أما الكبريت الموجود في الهواء ، فإنه ينتج عن احتراق الفحم، كما يوجد في الأبخرة المتصاعدة من العديد من المصانع، ويصل إلى الأرض بعد ذوبانه في ماء المطر ، ثم يتأكسد إلى  $SO_4$  ، ثم إلى  $SO_3$  الذي يتفاعل مع الماء ، معطياً حامض الكبريتيك الذي يتفاعل بدوره مع معادن التربة ، مكوناً أملاح الكبريتات وفي المناطق الصناعية تصل إلى التربة كميات كبيرة من الكبريت بهذه الطريقة.

زهير عبدالله البلاونة  
خبير كيميائي في مجال المياه والبيئة  
00962799750730  
Zohuir\_1976@hotmail.com