وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الانبار – كلية الزراعة
قسم علوم التربة والموارد المائية
المرحلة الثالثة

بسم الله الرحمن الرحيم

المادة العضوية في التربة
(الجزء النظري)
أ.د. بسام رمضان سرهيد
المحاضرة الخامسة

المركبات المخلبية (الكيلاتية) Chelates Compounds

من استعراضنا لنوعية الأسمدة المستخدمة كمصادر للعناصر المغذية الصغرى نجد أن معظم هذه العناصر يُفضل إضافتها على صورة مركبات مخلبية وخاصة فى الأراضى القاعدية والكلسية. وعلى ذلك أصبح وجوباً علينا التعرف على هذه المركبات ولو بشيء من الإيجاز.

تقسم المركبات المخلبية الى

اولاً : المركبات المخلبية الصناعية Synthetic Chelates Compounds

إن اصطلاح كلمة Chelates أو "مخلبيات " يُنسب إلى الكلمة اليونانية Claw والتى تعنى المخلب أو "الكيلاتى". وعلى هذا فالمركبات المخلبية هى مركبات لها القدرة على خلب أو مسك بعض المعادن وحفظها بداخلها، ووسيلة الخلب هنا هى الشحنات الكهربائية. والمركبات المخلبية المستخدمة فى المجال الزراعى وخاصة فى تغذية النبات هى مركبات عضوية تتحد مع بعض الأيونات المعدنية مثل الحديد، النحاس، المنغنيز أو الزنك وتكون مركب كيلاتى للمعدن Metal chelates وهو مركب ذا بناء حلقى مع أحد هذه الكاتيونات، ويؤدى ذلك إلى فقد هذا الأيون (العنصر) المرتبط لخواصه الأيونية، وعلى ذلك ينعدم نشاطه وبالتالى لا يتفاعل هذا العنصر مع أى أيونات أخرى موجودة فى التربة والشكل (4–7) يوضح هذه الفكرة.

وعلى هذا يمكن إضافة العنصر المغذى فى صورة مخلبية لتغذية النباتات النامية فى ترب ذات مشاكل تعمل على تثبيت هذا العنصر دون الخوف من دخول هذا العنصر فى تفاعلات كيميائية أو حدوث تبادل أيونى له حيث تحافظ هذه المركبات على العنصر فى صورة قابلة للامتصاص بواسطة النبات. ولتوضيح ذلك نسوق المثال التالى: عند إضافة الحديد إلى التربة فى صورة أملاح معدنية وليكن كبريتات الحديديك فنجد أن هناك احتمال حدوث تفاعل أو أكثر من التفاعلات الآتية :

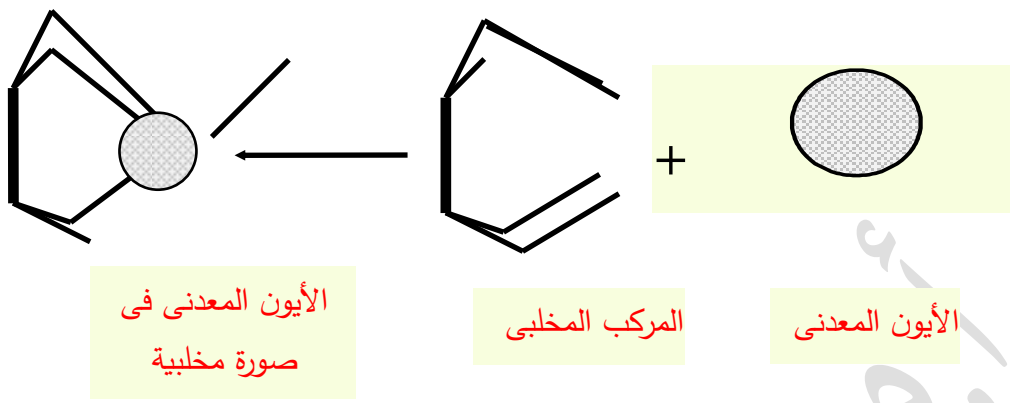
$$Fe^{3+} + 3OH^{-} \Rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow$$

$$Fe^{3+} + PO_4^{3-} \Rightarrow Fe\,Po_4 \downarrow$$

$$Fe^{3+} + 3\,CO_3^{\,2-} \Rightarrow Fe_2(CO_3)_3 \downarrow$$

ويرجع ذلك لاحتمال وجود أيونات الهيدرروكسيل، الفوسفات أو الكربونات فى المحلول الأرضى. وعلى هذا يحدث ترسيب للحديد فى صورة هيدروكسد حديديك أوفوسفات حديديك أو كربونات حديديك ويصبح فى صورة غير ميسرة للنبات.

ما هى فكرة المركب المخلبى ؟



شكل (7-4)

رسم تخطيطى يوضح فكرة تكوين المركب المخلبى للعناصر المعدنية

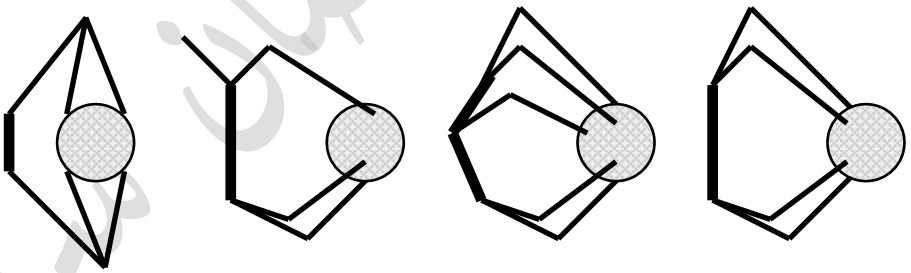
بينما فى حالة إضافة هذا العنصر فى صورة مخلبية فيمكن حمايته من الترسيب، وهناك العديد من هذه المركبات المخلبية الصناعية يوضحها شكل (7-5).

EDTA: Ethyline diamine tetra acetic acid.

DTPA: Diethyline triamine penta acetic acid.

HEDTA: Hydroxyle Ethyline diamine tri acetic acid.

EDDHA: Ethyline diamine di-o-hydroxyphenyl acetic acid.

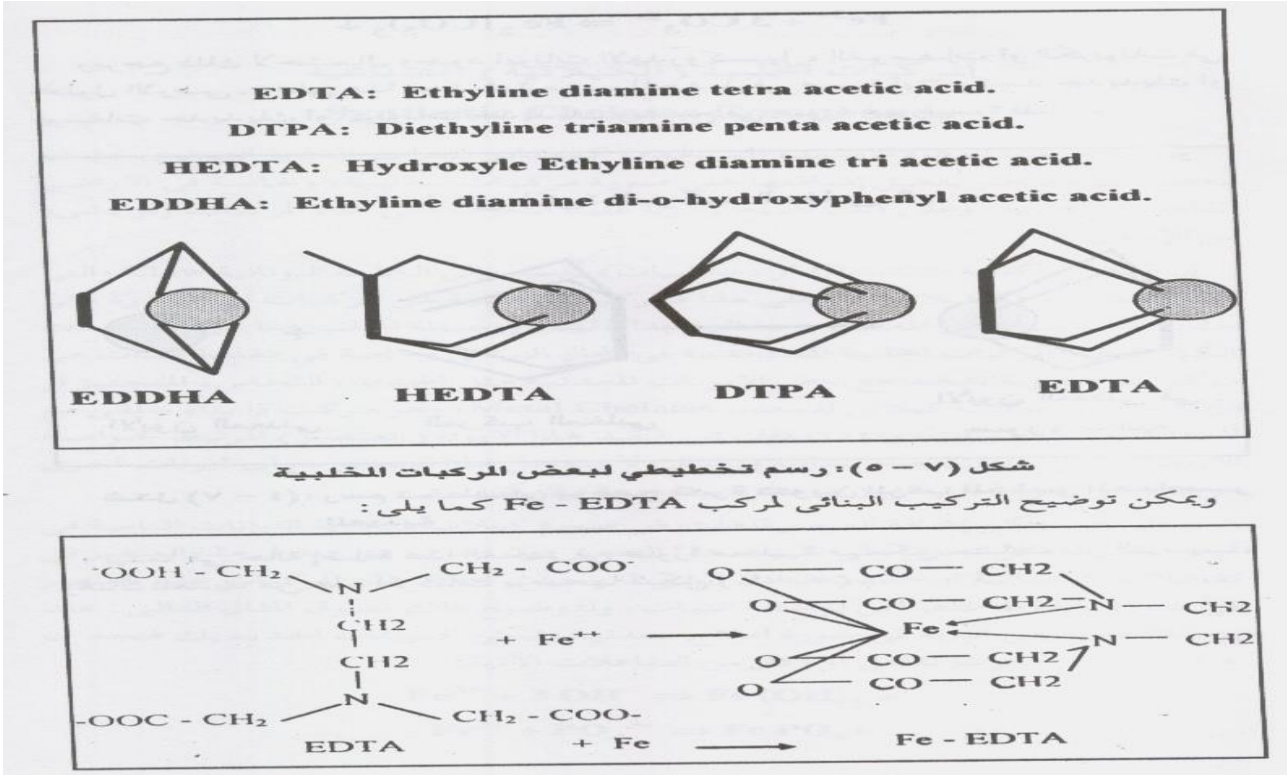


EDDHA **HEDTA** **DTPA** **EDTA**

شكل (7-5)

رسم تخطيطى لبعض المركبات المخلبية

ويمكن توضيح التركيب البنائى لمركب Fe - EDTA كما يلى:



واستعمال هذه المركبات كمصدر لإمداد النبات بالحديد عملية واسعة الانتشار وناجحة طالما يتم اختيار المركب المناسب تبعا لصفات الأرض وخاصة رقم الـ pH ويمكن توضيح ذلك كما يلى:

pH < 6 : Fe - EDTA

pH < 7 : Fe - DTPA }}} }} (+ Cu , Mn , Zn - EDTA)

pH > 7 : Fe - EDDHA

وترتب مركبات الحديد المخلبية من حيث درجة ثباتها فى الأرض كما يلى:

Fe - EDDHA > Fe - DTPA > Fe - HEDTA > Fe - EDTA

وتعتبر معادن المركبات المخلبية ذائبة فى الماء وحيث أن ثوابت تأين هذه المركبات منخفضة فإن التربة لا تستطيع تثبيت عناصرها. وتوجد المركبات المخلبية فى حالة عدم وجود العناصر المعدنية مثل الحديد والنحاس والزنك أو المنجنيز على صورة أملاح صوديوم أو أحماض عضوية وعند إضافتها إلى الأرض يكون لها القدرة على جذب العناصر المعدنية الثقيلة من صورها الغير ذائبة فى الأرض. حيث وجد أنه من الممكن معالجة نقص الحديد بواسطة إضافة مركبات الصوديوم المخلبية مباشرة إلى الأرض فى منطقة نمو الجذور.

ومن الجدير بالذكر أن من نواتج تحلل المخلفات النباتية والحيوانية فى الأرض مركبات عضوية مثل حمض الهيوميك ، حامض الفولفيك وأحماض عضوية أخرى بسيطة. مثل هذه المركبات تعتبر مواد مخلبية طبيعية لها القدرة على تكوين مركبات حلقية معقدة مع بعض العناصر ، وبالتالى تحفظ هذه العناصر لفترة من الترسيب. كما

أن هذه المركبات الطبيعية قد تعمل على إذابة بعض العناصر الصغرى مما يزيد من تيسر هذه العناصر وتجعلها فى الصورة الصالحة للنبات.

ثانياً: المركبات المخلبية الطبيعية Natural Chelates Compounds

من المعروف أن من نواتج التحلل النهائي للمخلفات النباتية والحيوانية في التربة مركبات عضوية دباليه مثل حامض الهيوميك وحامض الفولفيك، هذه المركبات تعد مواد مخلبية طبيعية لها القدرة على تكوين معقدات عضوية معدنية (Organ–metal Complexes) مع بعض العناصر ومن ثَمّ تحفظ هذه العناصر من الترسيبة لمدة معينة كما أن هذه المركبات الطبيعية قد تعمل على إذابة بعض العناصر الصغرى مما يزيد من جاهزيتها للنبات ، وقد اشار Hodgson (1963) و Schnitzer وSkineer (1966) إلى ان كلا من حامضي الهيوميك والفولفيك يؤديان دوراً مهماً في خلب الزنك ويعدان من المخلبيات الطبيعية التي من الممكن ان تكون بديلاً عن المخلبيات الصناعية في إبقاء الزنك مدة أطول وبصورة جاهزة للامتصاص من قبل النبات في محلول التربة وأقل عرضة للمسك من المصادر الأخرى. وبالإمكان ان يتبادل أيون مع أيون آخر في الجدول الدوري اعتمادا على الـ pH إن الحديد بالصيغة المخلوبة يمكن ان يزاح بوساطة (Zn^{2+}) والعكس بالعكس (Lindsay، 1974).

وهناك مركبات أخرى لأسمدة الزنك العضوية الطبيعية مثل Zn– Polyflavonoid (الزنك متعدد الفلافونويدات) و Zn–lignin Sulfonate (لكنين الزنك السليفوني) وهذه المركبات هي من نواتج الخشب الجانبية خلال عملية تصنع الورق وتسمى جميعها معقدات عضوية طبيعية . (قوليت وآخرين، 1995). وفي دراسة قامت بها التميمي (1997) لمقارنة تفاعلات الأسمدة المخلبية الطبيعية المصنعة مع الزنك من حامضي الهيوميك والفولفيك المستخلصة من مخلفات الماعز مع مصادر الزنك الأخرى ($ZnSO_4.7H_2O$ و Zn–EDTA و Zn–DTPA) في نمو محصولي الباقلاء والذرة الصفراء المزروعين في أصص، وجدت ان الأسمدة المخلبية الطبيعية المصنعة للزنك تفوقت في زيادة الكفاءة الإنتاجية وكفاءة الامتصاص وخفض نسبة التدهور بالمقارنة مع الأسمدة المخلبية الصناعية والأسمدة المعدنية إذ اتخذت الترتيب الآتي:

$ZnSO_4.7H_2O$ < Zn–EDTA < Zn–DTPA < Zn–HA < Zn–FA لتؤكد أهمية استخدام الأسمدة المخلبية المصنعة لمعالجة حالات نقص الزنك وتوفير كميات مناسبة منه لمدة أطول في الترب الكلسية .

ويمكن إيجاز أهم مميزات المركبات المخلبية فى النقاط التالية :

1- يمكن إستخدام معظم العناصر الصغرى على هذه الصورة المخلبية.
2- لا يحدث ترسيب للعناصر المرتبطة معها فى المدى الملائم من pH المحلول لهذه المركبات.
3- تكون العناصر الصغرى فى صيغة جاهزة للامتصاص من قبل النبات حتى فى الترب القاعدية او الكلسية.
4- يمكن إضافتها مع العناصر الكبرى مثل NPK أو مع المبيدات الحشرية.
5- لها القدرة على مقاومة التحلل بالكائنات الأرضية الدقيقة.