جامعة بنها الزمن : ساعتان

كلية الزراعة بمشتهر الفصل الدراسي الثاني

قسم الأراضي والمياه ٢٠١٤-٢٠١٥

إجابة امتحان مادة: التقييم الخصوبى للتربة (المستوى الرابع - شعبة الأراضى و المياه)

إجابة السؤال الأول:

(أ). الطور الصلب ينقسم إلى جزء معدني ويتمثل في

نوع معادن الطين وتأثير ذلك على عملية التمدد والإنكماش وأثر ذلك على السطح النوعي للمعدن الذي ينعكس بدوره على كمية العناصر المدمصة على السطح.

كذلك تأثير ذلك على عمليات التبادل الكاتيوني والأنيوني الذي ينعكس بدوره على خصوبة التربة.

السعة التبادلية الكاتيونية للتربة CEC ودورها في خصوبة التربة

الجزءالعضوي ودره في خصوبة التربة.

(ب). يتم فقد النيتروجين من التربة بعدة طرق:

فقد كيماوي - فقد طبيعي - فقد بالتطاير - فقد حيوي ثم يوضح كل نوع من أنواع الفقد بالمعادلات الدالة عليه.

إجابة السؤال الثاني:

(أ). تأثير الـ pH على تيسر عنصر الفسفور

أولاً : في حالة الـ pH المنخفض أقل من ٥

تحدث تفاعلات الإدمصاص حيث يسود الحديد والألومنيوم وتسبب ترسيب الفسفور

ثانياً : في حالة الـ pH المرتفع أعلى من ٧

تحدث تفاعلات الترسيب بجميع انواعها

(ب). البوتاسيوم يشذ عن باقي العناصر حيث أنه

لا يوجد في الأجزاء العضوية

لا يدخل البللورة مثل باقي العناصر

الإستهلاك الترفي

ميكانيكية تثبيت البوتاسيوم

يدخل بين طبقات معادن الطين في حالة التمدد ويثبت في حالة الإنكماش بين طبقات معادن الطين

العوامل التي تؤثر عليه

تعاقب الترطيب والتجفيف

درجة الحرارة

إجابة السؤال الثالث:

أ) من الملاحظ أن كمية العناصر المغذية الصغرى مثل: الحديد والزنك والمنجنيز فى الأراضى المصرية فى تناقص مستمر ، وذلك لعدة أسباب منها :

١- التكثيف الزراعى وذلك بزراعة أكثر من محصول على نفس المساحة من الأرض خلال العام ، أو زراعة الأصناف من المحاصيل الحقلية والبستانية عالية الإنتاجية وقصيرة العمر مما يؤدى إلى استنزاف كمية كبيرة من العناصر المغذية .

٢- عدم الاهتمام بإضافة المادة العضوية والأسمدة البلدية والتى تعيد للتربة حيويتها وتعويض مااستنزف منها وتزيد من خصوبتها .

٣- عدم تعويض التربة عما فقدته من العناصر خاصةً بعد حجز كميات طمى النيل أمام السد العالى . كذلك ارتفاع مستوى الماء الأرضى فى بعض مناطق الجمهورية مما أثر على الصفات الطبيعية والكيماوية للأرض .

٤- اكتشاف طرق أكثر دقة لاختبارات التربة وتحاليل النبات . وتحديد مجموعة من المعايير الثابتة التى بها يمكن توضيح نقص العناصر المغذية وخاصة الصغرى منها.

بالإضافة للنقاط السابقة يزداد نقص العناصر الصغرى فى الأراضى المصرية وبالتالى الطلب على استخدامها إلى :

- ارتفاع معدلات التسميد بالعناصر الكبرى والذى أدى إلى زيادة المحصول وبالتالى زيادة الكمية المستنفزة من العناصر الصغرى من الأرض .
- التطور والتقدم فى صناعة أسمدة العناصر الكبرى أدى إلى استخدام الأسمدة بدرجة عالية من النقاوة بدلاً من الأسمدة التجارية التى كانت تحوى العناصر الصغرى كشوائب وأدى هذا إلى ظهور أعراض نقص العناصر الصغرى .
- ارتفاع رقم الـ*pH* للأراضى المصرية .
- التوسع فى زراعة الأراضى الصحراوية قليلة الخصوبة.

ب) وجد أن زيادة الفوسفور الذائب فى التربة يقلل من امتصاص الحديد (كما هو فى حالة تأثير الفوسفور على الزنك) ويعتقد بأن الفوسفات تساعد على ترسيب الحديد فى وسط النمو وتجعله فى صورة غير صالحة للامتصاص بواسطة النبات، وهناك رأى آخر يقول بإن تأثير زيادة الفوسفات على ظهور الاصفرار الناتج عن نقص الحديد يرجع إلى زيادة نسبة الفوسفور إلى الحديد (P / Fe) داخل النبات.

جـ) يعتبر النحاس أكثرهم ارتباطاً مع المادة العضوية. وهذا يفسر سبب زيادة ظهور أعراض نقص عنصر النحاس على النباتات النامية فى الأراضى العضوية كما فى أراضى البيت والمك *Peat and muck soils* ويرجع ذلك لقوة ارتباط النحاس مع المادة العضوية. وعادةً تكون معقدات النحاس مع المادة العضوية ذات الوزن الجزيئى المرتفع (أكثر من ٥٠٠) قليلة الذوبان بالمقارنة بمعقدات النحاس العضوية ذات الوزن الجزيئى المنخفض (أقل من ١٠٠).

إجابة السؤال الرابع:

أ) للحصول على إختبار صحيح لخصوبة التربة فى أحد العناصر الصغرى بإستخدام الأسبرجيلس نيجر يجب إتباع ما يلى:-

١- يجب أن يكون الكائن محتاجا فى نوه إلى هذا العنصر بالذات و ألا يكون قادرا على إستبداله بعنصر آخر.

٢- يجب أن تكون البيئة بسيطة نسبيا و يفضل أن تحتوى السكر أو الأحماض العضوية كمصدر للكربون و بعض الأملاح غير العضوية التى يمكن الحصول عليها نقية.

٣- يجب أن يكون هذا الكائن هوائيا و غير مرضى قادرا على النمو السريع المنتظم دون إنتاج مواد سامة قد توقف النمو.

٤- يجب أن يكون الكائن المختار مستقر وراثيا و ليس معرض للطفرات.

٥- يجب أن يكون تأثير التغيرات فى البيئة على تيسر العناصر الدقيقة أقل ما يمكن.

٦- يجب أن يقاس النمو كميا.

٧- يجب أن يكون التقدير الكمى للعنصر ممكنا.

٨- يجب أن يكون هناك إرتباط بين نتائج الإختبار و نمو النبات بالتربة.

ب)

١- عنصر الحديد:

يوجد الحديد فى الأرض على عدة صور يمكن إيجازها فيما يلى :

- فى تركيب المعادن السليكاتية والتى تعرف بإسم الـ *Ferromagnesian silicates* مثل الأوليفين *olivine*، والهورنبلند *Hornblende* ، والبيوتيت *Biotite* والتى تمثل المصدر الرئيسى للحديد *Fe*. وأيضاً يوجد ضمن تركيب بعض المعادن الثانوية.

- فى بعض المركبات و التى يكون فيها بتركيز مرتفع كما فى الهيماتيت *Fe2O3* الماجنيتيت *Fe3O4* وهى أكاسيد حديد وكذلك يوجد فى صورة كربونات حديدوز كما هو الحال فى مركب السيدريت *FeCO3* و كربونات الحديديك *Fe2(CO3)3* ، سلفيد كما فى البيريت *FeS2*، والليمونيت *Fe2O3.3H2O* والذى ربما يتكون كناتج من حدوث عمليتى التأدرت *Hydration* والأكسدة *Oxidation* لمركب السيدريت .

- كمية قليلة من الحديد الكلى الموجود بالأرض توجد على صورة متبادلة.

- يوجد الحديد ضمن مكونات بعض المواد العضوية، على هيئة معقدات أو مركبات كيلاتيه وهى مركبات مهمه من ناحية تغذية النبات.

- الحديد الذائب فى المحلول الأرضى منخفض جداً ويشمل بجانب المركبات العضوية، أيون ألحديدوز *Fe+2*، الحديديك *Fe+3* وأيدروكسيد الحديدوز *Fe(OH)2* علماً بأنه فى الأراضى جيدة التهويه قد ينعدم أيون الحديدوز.

الحديد الكلى:

يختلف الحديد عن باقى العناصر الصغرى من حيث كميته بالأرض، حيث يوجد بكمية كبيرة فى معظم أنواع الأراضى لدخوله فى التركيب الكيميائى لكثير من المعادن المكونة للقشرة الأرضية. ومن الطبيعى أن تختلف كميتة من أرض إلى أخرى حسب محتوى تلك الأراضى على المعادن الحاملة لهذا العنصر،وكمتوسط عام للأراضى المختلفة يكون الحديد موجود بنسبة ٥% على أساس الوزن. وفى الأراضى الغنية بالحديد *Ferroginous soils* يتواجد الحديد بها بنسبة تفوق ١٠%. وفى الأراضى الرملية تكون الكمية الكلية قليلة حيث تصل النسبة إلى حوالى ١%، وتنخفض النسبة عن ١% فى الأراضى الرملية التى تتعرض للغسيل بواسطة مياة الأمطار. وليس معنى وجود الحديد الكلى بكمية كبيرة فى أرض ما بأن النباتات النامية بتلك الأرض قد لا تعانى من نقص الحديد لأن ذلك يتوقف على الكمية الميسرة من هذا العنصر للنباتً.

الحديد الميسر:

تعتبر كمية الحديد الميسرة بالأرض الزراعية قليلة جداً بالمقارنة بكمية الحديد الكلية بنفس الأرض. ويوجد الحديد الميسر (الذائب) فى المحلول الأرضى إما على هيئة صورة معدنية مثل $Fe+2$, $Fe+3$, $Fe(OH)2+$, $FeOH+2$ أوعلى صورة عضوية ذائبة مثل *Fe-organic complexes* معقدات الحديد العضوية . ويتوقف ظهور أعراض نقص للحديد على النباتات على الكمية الميسرة والتى تتحكم فيها عدة عوامل يمكن إيجازها فيما يلى :

١- رقم الـ *pH* : تعتمد درجة ذوبان الحديد بدرجة كبيرة على *pH* الوسط، لدرجة أنه يحدث إنخفاض فى تركيز الحديد الذائب قدره ١٠٠٠ ضعف مع كل زيادة فى الـ *pH* قدرها وحدة واحدة. وبالتالى يكون من الواضح أن تيسر الحديد للنبات يقل بدرجة عنيفة مع ارتفاع رقم الـ *pH*. وعلى ذلك يكون نقص الحديد الميسر فى الأراضى الجيرية فى الغالب نتيجة ارتفاع رقم الـ *pH* لها حيث يصبح أيون الحديديك هو السائد. ويمكن التقليل من شدة هذا النقص بخفض الـ *pH* بإضافة المركبات ذات التأثير الحامضى مثل الكبريت المعدنى لمثل هذه الأراضى. وعلى ذلك يمكن زيادة صلاحية الحديد للنبات فى الأراضى القاعدية بإضافة المواد العضوية لتلك الأراضى. وعكس ذلك فى الأراضى شديدة الحموضة يمكن أن يتواجد أيون الحديدوز بتركيز مرتفع قد يصل إلى حد السمية للنباتات النامية فى تلك الأراضى.

٢- المادة العضوية: يزداد الحديد الميسر للنبات بوجود المادة العضوية حيث يوجد فى صورة مركبات مخلبية ذائبة فى المحلول الأرضى حتى ولو كان *pH* التربة مرتفعاً. وعلى ذلك يمكن القول بإن الأراضى الفقيرة فى محتواها من المادة العضوية قد تعانى من نقص الحديد الصالح للنبات.

٣- قوام التربة: الأراضى خشنة القوام كما هو فى حالة الأراضى الرملية والتى تحتوى أصلاً على كمية قليلة من الحديد الكلى، نتوقع أن تكون كمية الحديد الميسرة بها قليلة، وبالتالى تعانى النباتات النامية بها من نقص فى الحديد.

٤- تأثير كربونات الكالسيوم: بجانب تأثيركربونات الكالسيوم على رفع رقم الـ *pH* والذى يؤثر سلبياً على تيسر الحديد الصالح للنبات فى مثل هذه الأراضى، تلعب كربونات الكالسيوم والماغنسيوم دوراً مهماً ومباشراً فى درجة ذوبان الحديد، حيث تؤدى زيادة كمية الكربونات إلى تحويل أيون الحديدوز الذائب إلى صورة غير ذائبة كأكسيد الحديديك أوهيدروكسيد الحديديك ويتضح ذلك من المعادلات الآتية:

$$Fe2+ + CaCO3 \quad FeCO3 + Ca2+$$

$$2\,FeCO3 + Ca(HCO3)2 + O2 \quad Fe2(CO3)3 + Ca(OH)2$$

$$Fe2(CO3)3 + 3\,H2O \quad Fe2O3\downarrow + 3\,H2CO3$$

وعلى ذلك فوجود الكربونات بالأرض يشجع على نقص الحديد الميسر للنبات وبالتالى ظهور الاصفرار على النباتات النامى بها. وهناك تفسير آخر لظهور الاصفرار على النباتات النامية فى الأراضى الجيرية وهو أن السبب يرجع إلى عرقلة أيون البيكربونات $HCO3-$ لامتصاص أيون الحديد وانتقاله داخل النبات. ويعتبر أيون البيكربونات ناتج طبيعى من عملية التحلل المائى لكربونات الكالسيوم كما فى المعادلة التالية:

$$CaCO3 + CO2 + H2O \quad Ca2+ + 2HCO3-$$

وقد فسر *Mengle and Kirkby* سنة ١٩٨٧، تأثير أيون البيكربونات على امتصاص الحديد بواسطة النبات، بأن امتصاص هذا الأيون يؤدى إلى رفع *pH* خلايا الجذور (فى الفراغات الحرة *Free space*) وأنسجة الأوراق وهذا يؤدى إلى ترسيب الحديد داخل النبات (الجذور)، وبالتالى تقل حركته مما يؤدى إلى ظهور الاصفرار على النموات الحديثة. وهنا يجب الإشارة إلى أن الاصفرار ليس ناتجاً من نقص الحديد الميسر بالتربة، بل نتيجة تأثير الكربونات وهو ما يعرف *Lime induced iron chlorosis*، ويمكن التقليل من ظاهرة الاصفرار الناتج عن نقص الحديد فى الأراضى الجيرية بمراعاة ما يلى:

- عدم زيادة الرطوبة الأرضية أكثر من اللازم تجنباً لحدوث عملية التحلل المائى للكربونات.

- يمكن الإقلال من تاثير أيون $OH-$ الناتج من التحلل المائى للكربونات بزيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون $CO2$ فى الهواء الأرضى.

- يمكن إضافة بعض المركبات ذات التأثير الحامضى إلى مثل هذه الأراضى مثل الكبريت المعدنى.

٥- محتوى الأرض من الرطوبة: مع ارتفاع رطوبة التربة الزراعية تقل بها التهوية، وبالتالى يتأثر نمو النبات حيث يصبح ضعيف ويكون أكثر قابلية للتعرض لنقص الحديد وخاصةً فى الأراضى الجيرية. ويشذ عن ذلك أراضى المنزرعة بالأرز والمغمورة بالماء باستمرار حيث يحدث اختزال للحديديك ويصبح فى صورة حديدوز ذائبة وصالحة للنبات وبالتالى لا تعانى معظم نباتات الأرز من نقص الحديد. وعلى ذلك فى الأراضى الجيرية يجب الحذر من ارتفاع المحتوى الرطوبى بها وذلك بتجنب الرى الذائد حيث لوحظ ظهور الاصفرار على النباتات النامية تحت هذه الظروف نتيجة حدوث التحلل المائى لكربونات الكالسيوم.

٦- تأثير التضاد بين الأيونات *Antagonistic ions*: من الأسباب التى تؤدى إلى ظهور الاصفرار الناتج عن نقص الحديد على النباتات هو وجود أو إضافة أسمدة عناصر معينة، حيث وجد أن زيادة الفوسفور الذائب فى التربة يقلل من امتصاص الحديد (كما هو فى حالة تأثير الفوسفور على الزنك) ويعتقد بأن الفوسفات تساعد على ترسيب الحديد فى وسط النمو وتجعله فى صورة غير صالحة للامتصاص بواسطة النبات، وهناك رأى آخر يقول بإن تأثير زيادة الفوسفات على ظهور الاصفرار الناتج عن نقص الحديد يرجع إلى زيادة نسبة الفوسفور إلى الحديد *(P / Fe)* داخل النبات. أيضاً نفس التأثير وجد مع زيادة *Cu , Mn , Mo and Zn* فى وسط النمو حيث يحدث تداخل أو تضاد مع امتصاص الحديد بواسطة النبات، وبالتالى يمكن أن تظهر أعراض نقص الحديد تحت هذه الظروف. وقد أشارت بعض الأبحاث أن زيادة مستوى التسميد النيتروجينى وخاصة إذا كان فى صورة نترات يؤدى إلى ظهور أعراض نقص الحديد، ويرتبط التداخل بين الحديد والنيتروجين بعدة آراء غالبيتها تؤكد أن إضافة الحديد مع التسميد النيتروجينى يزيد الإنتاج إذا أضيف النيتروجين فى صورة الأمونيوم *NH4+* وذلك للتأثير الحامضى لهذا السماد والعكس مع إضافته فى صورة نترات *NO3-* ذات التأثير القاعدى. وأن زيادة التسميد النيتروجينى بصفة عامة يزيد النمو الخضرى وبالتالى المادة الجافة مما يسبب تخفيف تركيز الحديد فى النبات.

٧- درجة الحرارة: بجانب العوامل السابق ذكرها على تيسر الحديد فى التربة، وجد أن درجة الحرارة تلعب دوراً أيضاً، حيث وجد أنه مع انخفاض درجة الحرارة ينخفض معدل نمو النبات، وأيضاً يقل معدل معدنة المادة العضوية والتى تساهم بجزء أساسى من الحديد الميسر نتيجة لقلة نشاط الكائنات الدقيقة تحت هذه الظروف وبالتالى يمكن ظهور الاصفرار الناتج من نقص الحديد الميسر.

٢- عنصر الزنك:

يوجد الزنك فى الأرض على عدة صور منها:

- داخل التركيب الكيميائى لبعض المعادن مثل: معادن الـ *Ferromagnesium* والأوجيت *Augite* ، الهورنبلند *Hornblende* والبيوتيت *Biotite* .

- فى صورة ملح مثل: كبريتيد الزنك *Sphalarite (ZnS)* ؛ الزنكيت *Zincite (ZnO)* كربونات الزنك *Smithsonite (ZnCO3)* ، وسيليكات الزنك *Willemite (ZnSiO3 and ZnSiO4)* .

- الزنك (*Zn*) المدمص على معقدات التبادل بالأرض .

- الزنك الموجود فى صورة معقدات عضوية ، ومنه الذائب وغير الذائب .

- الزنك الذائب فى الماء ، ويشمل أيون الزنك *Zn2+* والموجود مع المادة العضوية فى صورة معقدات ذائبة.

معظم الزنك الموجود بالأرض يوجد فى تركيب المعادن الأولية . ويرجع انتشار الزنك فى كثير من المعادن الأرضية بسبب إحلاله محل أيون الماغنسيوم أو محل أيون الحديدوز ، ومع حدوث التجوية لهذه المعادن يحدث تحرر لجزء من كمية هذا العنصر إلى محلول التربة ، مما يكون له تأثيره الإيجابى على تغذية النبات بهذا العنصر علماً بأن الكمية الذائبة تكون قليلة جداً (٠.٠٠٢ -٠.٢ جزء لكل مليون جزء) .

الكمية الكلية من الزنك فى الأرض:

تختلف الأراضى فى المحتوى الكلى من الزنك اختلافاً كبيراً ، حيث يتراوح هذا المحتوى من ١٠ إلى ٣٠٠ جزء فى المليون ، وبمتوسط عام ٨٠ جزء فى المليون . وبصفة عامة لا تعبر الكمية الكلية من العنصر فى الأرض على مدى حاجة

النبات إلى التسميد من هذا العنصر من عدمه ، حيث يتوقف ذلك على الكمية الميسرة والصالحة للامتصاص بواسطة النبات .

كمية الزنك الميسرة بالتربة:

تعتبر كلُ من الصورة الذائبة والمتبادلة ذات درجة تيسر مرتفعة للنبات ، وإن كان هناك جزء قليل من الزنك غير المتبادل والموجود داخل تركيب المعادن قد لا يفى بحاجة النبات حيث يتحرر بمعدل بطئ أثناء حدوث تجوية لهذه المعادن . وبصفة عامة وفى معظم الأراضى فإن تركيز الكمية الذائبة فى المحلول الأرضى لا تتعدى أجزاء قليلة من المليون ، وفى الغالب تكون أقل من واحد جزء فى المليون . وهناك عدة عوامل تؤثر على سلوك ودرجة تيسر الزنك فى الأرض وتشمل:

١- رقم الـ *pH*

درجة تيسر الزنك تتوقف بدرجة كبيرة على *pH* التربة ، حيث يزداد التيسر بانخفاض الـ*pH* ، ويتضح ذلك فى الأراضى الحامضية . وعلى العكس من ذلك نجد فى الأراضى القاعدية تكون الكمية الميسرة قليلة جداً ، حيث وجد أن تركيز الزنك يقل ١٠٠ مرة مع كل وحدة زيادة فى قيمة الـ*pH* . ويعزى ظهور أعراض النقص للزنك على النباتات النامية فى الأراضى الجيرية إلى هذا السبب بصورة أساسية . وعلى ذلك فأى عامل يؤثر على خفض أو رفع الـ*pH* من شأنه أن يؤثر على زيادة أوانخفاض درجة تيسر الزنك للنبات . فمثلاً إضافة الجير للأراضى الحامضية يرفع رقم الـ*pH* ، وبالتالى يقلل من تيسر هذا العنصر ، بينما الاستخدام المستمر للأسمدة ذات التأثير الفسيولوجى الحامضى مثل كبريتات الأمونيوم يؤدى إلى خفض الـ*pH* ، وبالتالى زيادة تيسر الزنك . وفى بعض الأراضى الحامضية يزداد التيسر لدرجة وصول التركيز لدرجة السمية . وعموماً وجد أن أفضل رقم *pH* للتربة يكون عنده الزنك ميسر هو فى مدى من ٥.٥ - ٦.٥ .

٢- المادة العضوية:

مع تحلل المادة العضوية بالتربة تنطلق المركبات العضوية والتى تعمل عمل المركبات المخلبية مما تزيد من تيسر الزنك . وأوضحت كثير من الدراسات بأن الأراضى الفقيرة فى المادة العضوية تعانى من نقص فى الزنك الميسر ، وتزداد الكمية الميسرة فى نفس الأرض مع إضافة المادة العضوية . وقد يختلف تأثير المادة العضوية على تيسر الزنك وذلك حسب نوع المركب الناتج من التحلل والمرتبط مع الزنك . فالأحماض العضوية ذات الوزن الجزيئى المنخفض مثل حمض الفولفيك *Fulvic acids* تكون معقدات زنك ذائبة فى الماء ، بينما المركبات ذات الوزن الجزيئى المرتفع مثل اللجنين والمركبات التى تحوى أحماض الدباليك *Humic acids* تكون معقدات غير ذائبة فى الماء . ويلاحظ أن إضافة المادة العضوية للأراضى القاعدية والجيرية يزيد من تيسر الزنك بها سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة عن طريق خفض رقم الـ*pH* للأرض .

٣- كربونات الكالسيوم:

كثير من الأبحاث أوضحت بأن هناك تأثيراً سلبياً لكربونات الكالسيوم على تيسر الزنك فى التربة الزراعية . وهناك العديد من التفسيرات التى توضح هذا التأثير ومنها : أولاً: تأثير غير مباشر وذلك لتأثير كربونات الكالسيوم على رفع رقم *pH* الأرض. ثانياً: قد يحدث تفاعل بين الكربونات والزنك وخاصةً فى حالة وجود كربونات الماغنسيوم (الماغنيسيت *MgCO3* والدولوميت *Mg Ca (CO3)2*) وذلك بإحلال الزنك محل الماغنسيوم الموجود بهذه المركبات . ثالثاً: حدوث ادمصاص للزنك على أسطح كربونات الكالسيوم، وبالتالى تقل الكمية الميسرة .

٤- تأثير قوام التربة:

الأراضى الخفيفة خشنة القوام قدرتها على الاحتفاظ بالزنك قليلة ، وعلى ذلك فإن الأراضى الرملية يعانى النبات النامى فيها من نقص الزنك ، بينما العكس فى الأراضى الطينية ناعمة القوام . ولقد وجد أن لبعض معادن الطين القدرة على ادمصاص الزنك على أسطحها ، بل أكثر من ذلك فإنه قد يحدث تثبيت للزنك ويصبح فى صورة غير صالحة للنبات ، فمعادن البروسيت *Brucite* والفيرميكيولايت *Vermiculite* ، وأيضاً الطين المشبع بالماغنسيوم *Mg- Saturated Clay* تكون قدرتها على تثبيت الزنك مرتفعة بالمقارنة بمعادن المسكوفيت *Muscovite* ، البينتونايت *Bentonite* ،

الكاؤولينيت *Kaolinite* ، البيروفيلليت *Pyrophillite* والبيوتيت *Biotite* فإنها ذات قدرة محدودة على التثبيت . كما تلعب الأاكاسيد الحرة فى الأراضى الحامضية دوراً أساسياً فى تقليل درجة تيسر الزنك فى هذه الأراضى .

٥- تأثير مستوى الفوسفات فى التربة:

التركيز المرتفع من الفوسفات الذائبة ، سواء الموجودة أصلاً بالتربة *Native phosphorus* أو الناتجة من التسميد الزائد بالفوسفات يؤدى إلى تأثير عكسى على الزنك كعنصر مغذى للعديد من المحاصيل . ويكون التضاد *Antagonistic* متفاقم فى الأراضى الجيرية . وهناك عدة تفسيرات لذلك ذكرها عواد سنة ١٩٨٧ :

أولاً: قد يحدث ترسيب للزنك فى صورة فوسفات الزنك *Zn3(PO4)2* وهى مركبات قليلة الذوبان وقد أُعتبر هذا المركب هو المسئول عن نقص الزنك الميسر فى كثير من الأراضى .

ثانياً: إن قدرة الفوسفور على زيادة النمو للنبات تفوق كثيراً قدرة الزنك وهذا بالطبع يؤدى إلى انخفاض تركيز الزنك فى النبات وخاصةً فى القمة ، كنتيجة لتأثير التخفيف *Dilution effect* .

ثالثاً: حدوث اضطراب حيوى داخل النبات لعدم حدوث التوازن المطلوب بين العنصرين داخل النبات ، أى أن الفوسفور يشجع على ظهور أعراض نقص الزنك بسبب عدم التوازن بين نسبة الفوسفور إلى الزنك *P / Zn* وهذا نتيجة اختلاف معدل حركة الزنك والفوسفور من الجذر إلى القمة .

رابعاً: فسر بعض الباحثين بأن السبب يرجع إلى تكوين معقدات بين الزنك والبروتين داخل المجموع الجذرى وأن الفوسفور يشجع على تكوين هذه المعقدات .

خامساً: حدوث إعاقة لامتصاص الزنك نتيجة لزيادة تركيز الكالسيوم فى المحلول الأرضى مع إضافة الأسمدة الفوسفاتية .

٦- تأثير الأسمدة الأزوتية:

أشارت نتائج كثير من الباحثين بأن إضافة الأسمدة النيتروجينية تؤدى إلى نقص الزنك الميسر للنبات ، وبالتالى تظهر أعراض نقص هذا العنصر على النباتات . وهناك عدة تفسيرات منها : أن الزنك يتحد مع النترات ويتكون نترات الزنك وهو مركب عالٍ فى درجة ذوبانه فى الماء، وبالتالى يتحرك مع مياه الصرف ويحدث غسيل للزنك من منطقة نمو الجذور ، ومن جهة أُخرى فإن نترات الزنك المتكونة تكون مصدر لإمداد النبات بالزنك الميسر . أما التفسير الآخر هو قابلية النبات لتثبيت الزنك فى المجموع الجذرى وذلك عن طريق تكوين معقدات مع البروتينات غير متحركة *Immobile Zn-protein complexes* ، وبالتالى تتقيد حركة الزنك داخل النبات وتظهر الأعراض على النموات الحديثة . وتجدر الإشارة أن الأسمدة النيتروجينية ذات التأثير الحامضى تزيد من تيسر الزنك وذلك نتيجة لخفض رقم الـ*pH* والعكس مع الأسمدة القاعدية التأثير .

٣- عنصر المنجنيز:

يتشابه المنجنيز مع الحديد فى صفاته الكيميائية والتراكيب الجيولوجية بالأرض، ويحتل المركز الثانى بعد الحديد من ناحية كميته فى مكونات القشرة الأرضية. ويوجد المنجنيز فى الأرض على عدة صور أهمها:

- مركبات ذو تركيزات مرتفعة من المنجنيز كما فى بعض المعادن الثانوية وأهم هذه المعادن البيرولوسيت *Pyrolusite (MnO2)*، المنجانيت *Manganite (MnO(OH)* والبرونيت *Braunite (Mn2O3)* ، والهوسمنيت *Hausmannite (Mn3O4)*.
- المنجنيز من العناصر متعددة التكافؤ حيث يكون ثنائياً، ثلاثياً، رباعياً، سداسياً أو سباعياً، وتعتبر الصورة الثنائية +Mn2 من أهم صور المنجنيز بالتربة الزراعية وذلك لكونها أفضل الصور الصالحة للامتصاص بواسطة النبات وهى تعرف بالصورة النشطة. وبحدوث الأكسدة لهذه الصورة تتحول إلى الصورة الثلاثية ثم الرباعية. وقد يوجد المنجنيز مرافق للمادة العضوية بالتربة.

- المنجنيز الثنائى التكافؤ قد يكون ذائباً تماماً فى المحلول الأرضى أو مدمصاً على أسطح الغرويات الأرضية سواء معدنية كما فى الأكاسيد السداسية أو عضوية.

ويوجد حالة من التوازن بين الصورة الثنائية التكافؤ والصور عالية التكافؤ، وهذا الاتزان والتغير فى التكافؤ يحكمه ظروف التأكسد والاختزال بالأرض. أيضاً يتوقف مستوى المنجنيز الذائب بالأرض على رقم الـ *pH*، حيث يزداد المنجنيز الذائب $Mn2+$ بانخفاض الـ *pH*. بينما فى الأراضى القاعدية والأراضى جيدة التهوية يزداد وجود المنجنيز عالى التكافؤ.

المنجنيز الكلى:

تختلف الأراضى فيما بينها اختلافاً كبيراً فى محتواها من المنجنيز الكلى. فهناك أراضى يكون محتواها من المنجنيز الكلى قليل جداً قد يصل فى ندرته إلى آثار، بينما أراضى أخرى قد يزيد محتواها من هذا العنصر عن ١٠%. وفى الغالب يكون متوسط تركيز المنجنيز الكلى ما بين ٢٠٠ - ٣٠٠ جزء فى المليون. ويعتبر المنجنيز الثنائى التكافؤ قابل للحركة مما يجعله يتعرض للغسيل وخاصة فى أراضى البودزول الحامضية، وعلى هذا يقلل من محتوى الأرض من المنجنيز الكلى. وهنا يجب التذكرة بأن المنجنيز الكلى بالأرض ليس دليل على خصوبتها من هذا العنصر بالنسبة للنبات لأن ذلك يتوقف على الكمية الصالحة والموجودة فى صورة ميسرة للنبات.

المنجنيز الميسر:

من دورة المنجنيز فى الأرض نلاحظ أن الصورة الثنائية من المنجنيز هى الصورة الأكثر أهمية وذلك لعلاقتها المباشرة بتغذية النبات. وعلى ذلك فإن حالة التوازن بين الصور الثلاثة تحدد الكمية النشطة والذائبة فى محلول التربة. ويوجد عدة عوامل تؤثر على كمية المنجنيز الميسرة (الذائبة) للنبات يمكن إيجازها كما يلى:

١- درجة الـ pH:

ارتفاع pH التربة يؤدى إلى خفض الكمية الميسرة من المنجنيز إلى الدرجة التى لا تسمح بإمداد النباتات النامية فى هذه الأراضى بحاجتها من هذا العنصر حيث يتأكسد المزيد من المنجنيز الثنائى تحت هذه الظروف. و يتضح ذلك جلياً فى الأراضى الجيرية حيث إن محتوى هذه الأراضى من المنجنيز الكلى كبير ولكن الكمية الميسرة منه قليلة جداً وذلك يرجع إلى ارتفاع pH هذه الأراضى. وعلى ذلك فمن المفيد استخدام الأسمدة ذات التأثير الحامضى والتى تزيد من المنجنيز الميسر نتيجة لخفضها pH التربة. كذلك هناك تأثير آخر لـ pH التربة، حيث يؤثر على نشاط الكائنات الدقيقة والتى لها دور هام فى عمليتى الأكسدة والاختزال للمنجنيز حيث وجد أن هذه الكائنات تقوم بعملية الأكسدة عند قيم من pH حول رقم ٧ ويتحول Mn^{2+} إلى صور Mn^{3+}, Mn^{4+} غير الميسرة للنبات. وعكس ذلك فى الأراضى الحامضية حيث يزداد تيسر المنجنيز إلى الدرجة التى قد يصبح معها تركيزه فى المحلول الأرضى ساماً مما يسبب مشاكل للنباتات النامية بتلك الأراضى.

٢- المادة العضوية:

كما هو معروف تعمل المادة العضوية على خفض الـ pH للأراضى التى تضاف إليها وبالتالى يكون من المتوقع أن يكون الوسط الحامضى هذا ملائم لحدوث عملية الاختزال وبالتالى تيسر المنجنيز للنبات، وبجانب هذا ومع تحلل المادة العضوية تنطلق بعض الأحماض العضوية ذات الوزن الجزيئى المنخفض والتى تعمل كمركب مخلبى يرتبط مع المنجنيز ويجعله فى صورة صالحة للنبات. قد تعانى النباتات النامية فى الأراضى القاعدية وذات المحتوى المرتفع من المادة العضوية من نقص المنجنيز وذلك لأن ارتفاع pH الأرض يساعد على تكوين معقدات ثابتة للمنجنيز مع المادة العضوية مما يقلل من صلاحية هذا العنصر.

٣- قوام التربة:

ذعموماً الأراضى الرملية يكون محتواها الكلى من المنجنيز قليل، وعلى ذلك يكون من المتوقع أن يكون المنجنيز الميسر بهذه الأراضى قليل.

٤- محتوى الأرض من الرطوبة:

نظراً لأن المنجنيز من العناصر متعددة التكافؤ مثله مثل الحديد، فنجد أن ظروف التهوية تلعب دوراً أساسياً فى تحديد الكمية الصالحة من هذا العنصر (Mn^{2+}). وعلى ذلك نجد أنه تحت ظروف التهوية السيئة ونقص الأكسجين تزداد كمية Mn^{2+} نتيجة لحدوث عملية الاختزال للصور العالية التكافؤ من المنجنيز، وتلعب المادة العضوية سهلة التحلل دور مهم فى زيادة هذه الكمية وذلك لأن مع تحللها تنطلق الطاقة التى تستخدمها الكائنات الدقيقة المسئولة عن عملية الاختزال. وعلى ذلك فالنباتات المائية ومن أمثلتها الأرز قد لا تعانى من نقص المنجنيز لزيادة ذوبانة تحت هذه الظروف. كما أنه فى بعض المناطق يحدث فى وقتٍ واحد زيادة فى كلٍ من الكمية الميسرة نتيجة لظروف الاختزال، والكمية المفقودة من هذه الصورة نتيجة لعملية الغسيل، كما فى المناطق الرطبة الممطرة.

٥- تأثير الأيونات المغذية الأخرى:

وجد أن هناك بعض الأيونات التى تؤثر سلبياً على المنجنيز الممتص بواسطة النبات أى هناك ما يعرف باسم ظاهرة التضاد Antagonism بين المنجنيز وهذه الأيونات. ومن الأمثلة الواضحة فى هذا المجال التضاد مع أيون الحديد، حيث إن المستوى المرتفع من الحديد الميسر بالتربة يؤدى إلى ظهور أعراض نقص المنجنيز على النبات. ولقد أثبتت الدراسات بأن أقصى درجة لنمو النبات تحدث عندما تكون نسبة الحديد : المنجنيز Fe: Mn ratio فى وسط النمو تنحصر بين ١.٥ - ٢.٥. ففى حالة ارتفاع النسبة عن ٢.٥ تؤدى إلى ظهور أعراض نقص المنجنيز على النبات، بينما بانخفاض هذه النسبة عن ١.٥ تظهر أعراض السمية لهذا العنصر. ومثل الحديد، فى هذه المستويات المرتفعة من النحاس والزنك حيث يعرقل كل منهما امتصاص المنجنيز.

٦- العوامل المناخية:

تظهر أعراض النقص لعنصر المنجنيز على النباتات النامية فى المناطق ذات المناخ البارد، وأيضاً فى المناخ الجاف قد تعانى نقصاً فى امتصاص المنجنيز. وعلى العكس من ذلك فإن زيادة شدة الضوء تزيد من المنجنيز الممتص.