السؤال الأول: **(15 درجة)**

1- عرف التأثير المتبادل بين العناصر الدقيقة فى التربة ووضح أنواعه و أسبابه.
2- مزرعة ما ينمو بها نباتات الذرة الشامية و تم إضافة أسمدة فوسفاتية بشكل مفرط لتلك المزرعة و بعد فترة قصيرة ظهرت أعراض نقص بعض العناصر الدقيقة على تلك النباتات. فماذا تتوقع أن تكون تلك العناصر التى ظهرت أعراض نقصها؟ و ما هى اسباب ظهور هذه الأعراض؟

الاجابة:

1-

٣. التأثير المتبادل بين العناصر المغذية

- زيادة تركيز أحد العناصر فى التربة قد يؤثر بالسلب أو الإيجاب على إمتصاص النبات لعنصر آخر أو مجموعة عناصر أخرى.
- وهذا التأثير إما

١ – تأثير إيجابى (Synergistic effect)

حيث تعمل الزيادة فى تركيز عنصر ما على زيادة امتصاص عنصر آخر

٢ – تأثير سلبى (Antagonistic effect)

حيث تعمل الزيادة فى تركيز عنصر ما على تقليل امتصاص عنصر آخر

2- الزنك و الحديد و النحاس.

بالنسبة للزنك:- 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 1987 :

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 .
بالنسبة للحديد:- حيث وجد أن زيادة الفوسفور الذائب فى التربة يقلل من امتصاص الحديد 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.
بالنسبة للنحاس:- وجد أن المستويات المرتفعة من الفوسفور تؤثر عكسياً على التغذية بعنصر النحاس، حيث تظهر أعراض نقص النحاس على النباتات النامية تحت هذه الظروف.

السؤال الثانى : اجب عن اثنين فقط مما يلى (15 درجة)

1- أكتب عن الصور التى يتواجد عليها عنصرى الموليبدينم و البورون فى التربة.

2- كيف فسر Mengle and Kirkby تأثير أيون البيكربونات على امتصاص الحديد بواسطة النبات. و كيف ويمكن التقليل من ظاهرة الاصفرار الناتج عن نقص الحديد فى الأراضى الجيرية

3- علل: ظروف التهوية تلعب دوراً أساسياً فى تحديد الكمية الصالحة من عنصر المنجنيز.
الاجابة:
-1
يوجد الموليبدنم فى التربة بكميات قليلة بالمقارنة بباقى العناصر الصغرى مثل الحديد، المنجنيز، الزنك، والنحاس. وأن الأراضى الناشئة من الصخور القاعدية تحتوى على كمية أكبر من الموليبدنم بالمقارنة بالأراضى الناشئة عن الصخور الحمضية، ويوجد الموليبدنم فى الأرض فى عدة صور وهى:
- المعادن الأرضية:
ومنها الموليبدنايت Molybdenite (MoS2)، Powellite (CoMoO4) ، و الفيروموليبدايت Ferromolybdite (Fe (MoO4)3 .8H2O. وأيضاً يوجد هذا العنصر فى تركيب بعض المعادن السيليكاتية ومنها الفلسبارات والميكا نتيجة حدوث عملية الإحلال المتماثل بين +Mo4 و +AL3 فى صفيحة الأوكتاهيدرا لهذه المعادن. والموليبدنم الموجود فى هذه الصورة درجة ذوبانه قليلة جداً. وفى بعض الأراضى وخاصةً الحمضية منها يوجد الموليبدنم مرتبط مع الأكاسيد السداسية وهذه الروابط تكون ثابتة وعلى هذا يكون الموليبدنم الموجود فى هذه الصورة أيضاً درجة صلاحيته للنبات قليلة جداً.

- الموليبدنم الموجود فى صورة أنيون -MoO42 :

والموجود على أسطح حبيبات التربة (ذات الشحنة الموجبة)، والـ Mo يكون ممسوك بروابط ثابتة وبالتالى تكون درجة تيسرة للنبات قليلة.

- الموليبدنم الموجود فى تركيب المادة العضوية:

يُصنف على أنه ذو أهمية من ناحية تغذية النبات.

- الموليبدنم الذائب فى المحلول الأرضى :

كميته قليلة جداً وتتوقف على رقم الـ pH للتربة حيث يزداد ذوبان هذا العنصر فى الأراضى القاعدية.

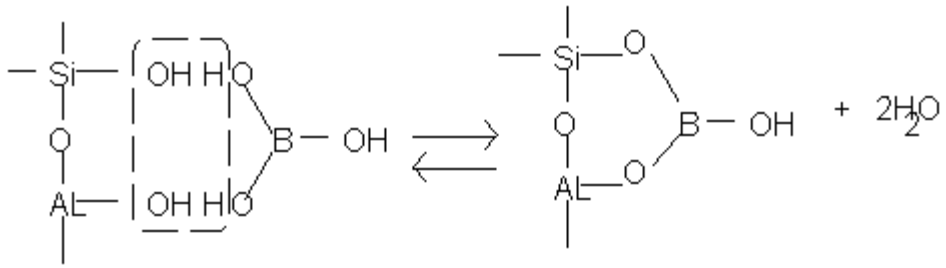
بينما يتواجد البورون فى الصور التالية:-

1- المعادن الأرضية:

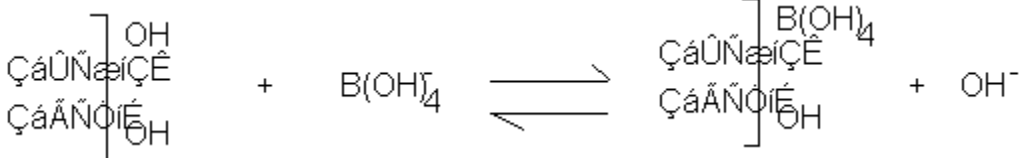
يدخل البورون فى تركيب كثير من المعادن الأرضية وبالتالى فهو ينتشر فى كثير من الأراضى. وأكثر المعادن السيليكاتية شيوعاً والتى تحتوى على البورون هو معدن التورمالين flourin borosilicate - tourmaline ونسبة البورون به من 3-4%، وهذا المعدن مقاوم لعمليات التجوية وبالتالى تعتبر صور البورون فى المركبات المعدنية غير ميسرة للامتصاص بواسطة النبات مباشرةً ما لم يتحرر ويصبح ذائباً فى المحلول الأرضى.

2- البورون المدمص:

يُدمص البورون على أسطح الغرويات الأرضية التى تحمل شحنة موجبة سواء كان على صورة أيون بورات -B(OH)4 أو على هيئة حمض البوريك H3BO3 ويحدث الادمصاص على الحواف المكسورة لمعادن سيليكات الألومنيوم أو على الأكاسيد السداسية الحرة مثل هيدروكسيدات الألومنيوم والحديد. ويحدث الادمصاص لحمض البوريك كما اقترحه Bingham Sims and سنة 1962:



فى الأراضى القاعدية يصبح البورون على صورة أيون البورات -B(OH)4 المتأدرتة فى المحلول الأرضى وبالتالى يحدث لهذه الأنيونات ادمصاص على أسطح الغرويات الأرضية عن طريق تبادله مع أنيون الأيدروكسيل:



ويزداد ادمصاص البورون فى الأراضى القاعدية والجيرية بهذة الطريقة نظراً لزيادة تكوين أنيون البورات فى مثل هذه الأراضى، وهذا يقلل من فقد البورون عن طريق الغسيل. وعموماً يُعتبر البورون المدمص مخزوناً أساسياً للبورون فى الأرض نظراً لوجود حالة من الاتزان بينه وبين البورون الذائب فى المحلول الأرضى حيث يمكن تبادله مع أنيونات الأيدروكسيل الذائبة فى المحلول الأرضى وبالتالى يمكن أن يعوض انخفاض تركيز البورون فى المحلول الأرضى نتيجة امتصاص النبات له.

3- البورون المرتبط مع المادة العضوية: يوجد البورون بكميات محسوسة مرتبطاً مع المادة العضوية. وقد يرتبط البورون مع المجاميع الفعالة للمواد الدُبالية مثل مجموعات الكربوكسيل، والهيدروكسيل مكوناً معقدات مختلفة فى درجة ذوبانها. ويمكن أن يحدث انطلاق للبورون من هذه المعقدات بعد عملية التحلل بفعل الكائنات الدقيقة.

4- البورون الذائب فى المحلول الأرضى: وتُعتبر هذه الصورة من أهم الصور من حيث درجة صلاحيتها للنبات. ويوجد البورون أساساً على صورة حمض البوريك $H3BO3$ وهذا الحمض غير قابل للتأين فى ظروف الـ pH العادية للأراضى الزراعية ولذلك يكون عُرضة للفقد من الأرض عن طريق عملية الغسيل. بينما تحت ظروف الأراضى القاعدية ومع ارتفاع الـ pH يتحد حمض البوريك مع الماء ويتكون أنيون البورات المتأدرتة $B(OH)4^-$ والتى يحدث لها ادمصاص فى المواقع الموجبة الشحنة أو بالتبادل مع مجموعة OH^- على أسطح الغرويات الأرضية.

ومن الجدير بالذكر بأن هناك حالة من الاتزان بين الصور السابق ذكرها، ويعتبر توزيع البورون بين الصورة الذائبة وباقى الصور غير الذائبة ذات أهمية كبرى لأن التركيز المنخفض يؤدى إلى ظهور أعراض النقص بينما الزيادة النسبية منه تؤدى إلى حدوث السمية للنبات، وأن المدى ما بين حدود النقص و السمية ضيق جداً.

2- فسر Mengle and Kirkby سنة 1987، 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.

3- نظراً لأن المنجنيز من العناصر متعددة التكافؤ مثله مثل الحديد، فنجد أن ظروف التهوية تلعب دوراً أساسياً فى تحديد الكمية الصالحة من هذا العنصر ($Mn2+$). وعلى ذلك نجد أنه تحت ظروف التهوية السيئة ونقص الأكسجين تزداد كمية $Mn2+$ 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.

<u>السؤال الثالث :</u> <u>اجب عن ثلاث نقاط فقط مما يلى</u> (30 درجة)

1- ارض يوجد بها معدن ازوريت Azurite على صورة $Cu(OH)_2$

حاصل اذابتة = $2.2 \text{ X } 10^{-20}$ - تحللة كالتالى : $Cu(OH)_2 \leftrightarrow Cu^{+2} + 2\ OH^-$

و معدن ولفنجيت Wulfingite على صورة $Zn(OH)_2$
حاصل اذابتة = $3.0 X 10^{-6}$ - تحللة كالتالى :- $Zn(OH)2 \leftrightarrow Zn^{+2} + 2 OH-$
ماهو تركيز (مليجرام/لتر) Cuو Zn المتوقع عند رقم حموضة = 5. علما بان الاوزان الذرية للعناصر كما يلى:
Zn=65 - Mn=55 – O=16 – H=1

2- اذا وجدت المعادن التالية فى التربة حدد علاقتها :
(أ) Variscite Al PO4.2H2O و ذوبان الالومنيوم فى التربة.
(ب) معدن FeS بيريت Pyrite و ذوبان الحديد فى التربة.
مستخدما النسبة المولرية مع توضيح ما تستنتجة منها. اذا علمت ان log M للعناصر كما يلى : Al=1.42 - P= -0.71 - Fe= 0.83 – S=-0.66

3- اشرح العلاقة بين عاملى القدرة و الكثافة مع الرسم.

4- وضح مايلى : - صفات كيميائية – تواجد فى صخور نارية لعنصر النحاس
- التجوية – علاقة مع معادن الطين – تواجد فى صخور رسوبية لعنصر البورون
- العوامل الموثرة على تيسر عنصر الموليبدنم مع الشرح.

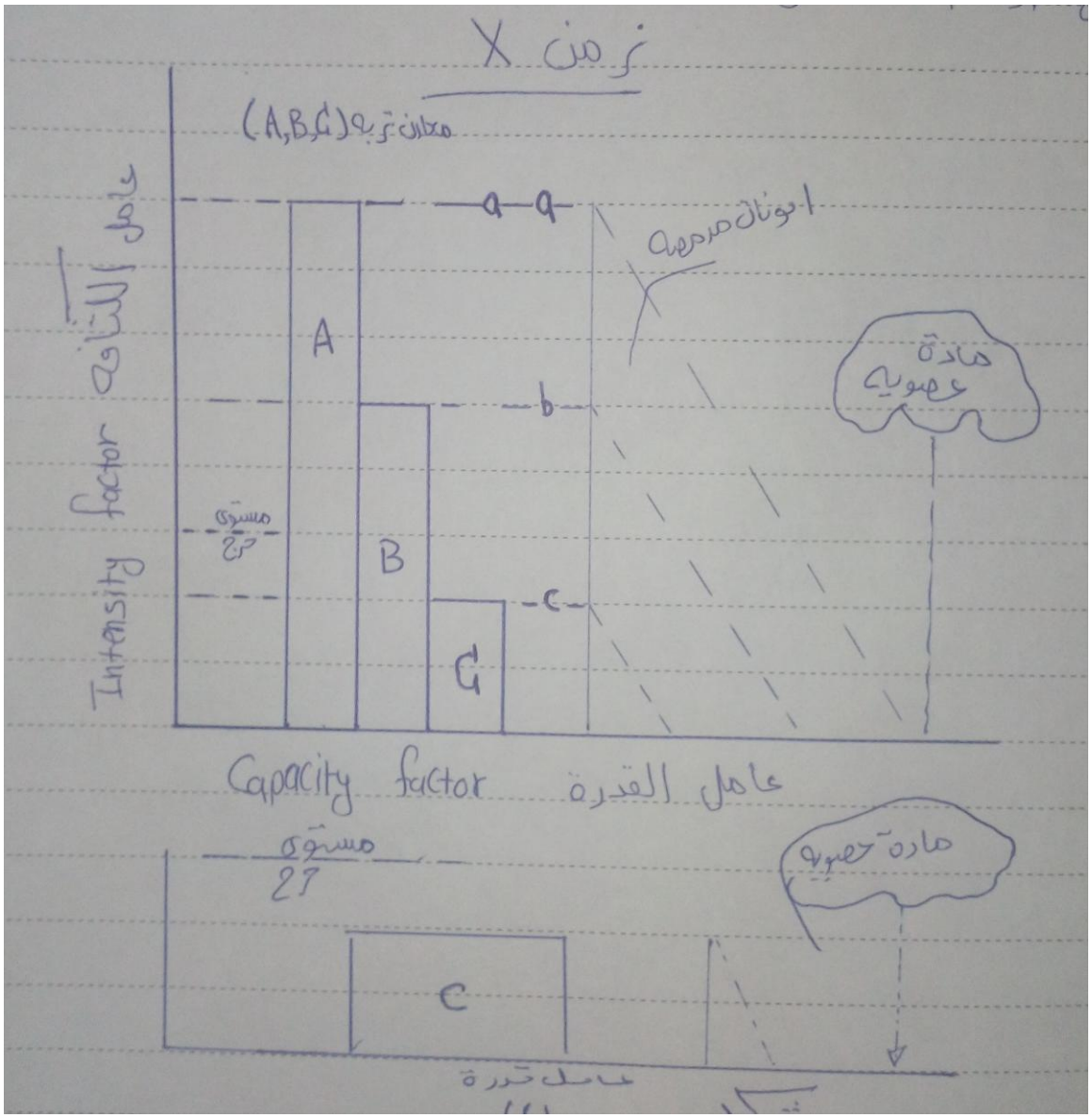
<u>الاجابة:</u>

-1
تركيز Cu = 1.39 مليجرام / لتر - تركيز Zn = $195 X 10^{12}$ مليجرام / لتر .

-2
معدن الفارسيكيت : الالومنيوم يبلغ قدر الفوسفور 135 مرة – كل الفوسفور يتحد مع الالومنيوم لتكوين معدن الفارسيكيت ولكن ليس كل الالومنيوم يتحد مع الفوسفور لان كميتة اكبر بكثير – يوجد اكثر من معدن مسئول عن ذوبان الالومنيوم و معدن واحد مسئول عن ذوبان الفوسفور.

معدن البيريت: الحديد يبلغ قدر الفوسفور 27 مرة – كل الكبريت يتحد مع الحديد لتكوين معدن البيريت ولكن ليس كل الحديد يتحد مع الكبريت لان كميتة اكبر بكثير – يوجد اكثر من معدن مسئول عن ذوبان الحديد و معدن واحد مسئول عن ذوبان الكبريت.

-3
يعرف الطالب عاملى القدرة: قدرة الجزء الصلب من التربة على الحفاظ لتركيز ثابت من العنصر.
عامل الكثافة : هو تركيز العنصر فى محلول التربة.
ثم يرسم العلاقة التالية التى توضح تاثير تواجد ثلاثة معادن مختلفة فى درجة ذوبانها على العلاقة بين العاملين السابقين و يشرحها مستخدما الرسم.



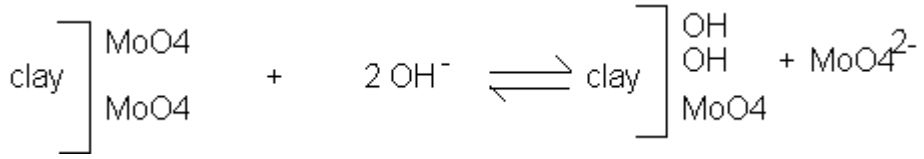
-4

أ-النحاس عدد ذرى = 29 – وزن ذرى = 63.5 – تكافو احادى ، ثنائى . (ثلاثى)
يوجد فى الصخور النارية اكثر من القاعدية – طبقا للتقسيم الجيوكيميائى يعتبر كالكوفيل (مرتبط مع الكبريت). اكثر معادن النحاس تواجدا هو معدن الكالكوبيريت $Cu\ Fe\ S_2$ و يمكن لحاس ان يحل محل الحديد و الماغنسيوم فى معادن الفيروماغنسيوم.
ب- يوجد البورون على صورة اكاسيد قابلة للذوبان – اهم الصور بورات (مرتبطة و غير مرتبطة بالماء) و البوراكس $Na^2\ B^4O^7.10H^2O$ - كما ان محتواة عالى فى مياة البحار (4.4 مليجرام/لتر) و يرجع هذا الى ذوبانة و حركتة العالية.
ادمصاص البورون على معادن الطين معقد نوعا ما حيث لا يعتبر تفاعل عكسى بدرجة عالية و لكن اهميتة ترجع الى حفاظة على البورون من الفقد بالغسيل و الرشح و يمكن اعتبار هذة الايونات المدمصة مصدر من مصادر العنصر للنبات.

محتوى الطفلة منة عالى و هذا يرجع الى الذوبان العالى لة – امكانية تحولة الى الصورة الغازية و انتقالة من البحر الى التربة.

جـ العوامل الموثرة على الموليبدنم :

1- رقم pH الأرض: بعكس باقى العناصر المغذية الأخرى يزداد تيسر الموليبدنم مع زيادة رقم الـ pH للتربة، وبالتالى يزداد تيسره فى الأراضى القاعدية عنه فى الأراضى الحامضية. ويمكن تفسير ذلك بأنه يمكن أن يحدث تبادل أنيونى فى الأرض القاعدية بين أنيون الموليبدات المدمص وأنيون الهيدروكسيل الذائب فى المحلول الأرضى لهذه الأرض كما يمثلها الرسم التالى:



بينما فى الأراضى الحامضية يحدث ادمصاص له على أسطح الغرويات الأرضية وخاصة الأكاسيد السداسية للحديد والألومنيوم والتى يكون قوة الربط بها شديدة، وعلى هذا يُعتبر الادمصاص فى هذه الحالة عملية تثبيت للموليبدنيم وإعاقة لتيسره للنبات.

2- المادة العضوية: وجد أن للمادة العضوية القدرة على تكوين مركبات معقدة مع الموليبدنم -Mo OM complexes قد تحمى الموليبدنم من التثبيت والتحول إلى صورة غير ميسرة للنبات، فبحدوث عملية المعدنة للمادة العضوية يتحول الموليبدنم إلى صورة صالحة للنبات. أيضاً إضافة المادة العضوية للأرض يعزز من تيسر الموليبدنم الموجود أصلاً بالأرض Native Mo.

3- قوام الأرض: يلعب قوام التربة دوراً مهماً فى كمية الموليبدنم الميسرة للنبات، حيث وجد أن الأرض الرملية تعانى من نقص الموليبدنم وذلك لسهولة فقده من محلول التربة وذلك لعدم وجود أسطح ادمصاص لهذه الأرض. والعكس فى الأراضى ثقيلة القوام حيث يحدث ادمصاص للموليبدنيم على أسطح غرويات التربة وتختلف قدرة الأرض الطينية على ادمصاص الموليبدنم حسب نوع معادن الطين السائدة بها.

4- كربونات الكالسيوم: وجد أن كربونات الكالسيوم تلعب دوراً مهماً فى تيسر الموليبدنم للنبات وخاصةً فى الأراضى الحامضية، ويفسر ذلك بتأثير كربونات الكالسيوم على رفع رقم الـ pH للتربة مما يزيد من إنطلاق الموليبدنم المدمص على أسطح الغرويات الأرضية إلى المحلول الأرضى.

5- التداخل بين الأيونات المغذية الأخرى: يعتبر وجود الفوسفات الذائبة فى المحلول الأرضى عامل مشجع على زوبان الموليبدات وامتصاصها بواسطة النبات، وفى بعض الأحيان ترتبط سمية الموليبدنم للنبات بزيادة كميات الفوسفات الذائبة فى المحلول الأرضى. والعكس فى حالة زيادة الكبريتات الذائبة فى المحلول الأرضى حيث يحدث إعاقة لامتصاص الموليبدات بواسطة النبات ويُفسر ذلك بحدوث تنافس بين أنيون الكبريتات SO_4^{2-} وأنيون الموليبدات MoO_4^{2-} على مواقع الادمصاص على أسطح الجذور خلال عملية الامتصاص . وهناك أيضاً ظاهرة التضاد Antagonism بين الموليبدنم والنحاس، حيث إن الزيادة من النحاس الميسر يؤدى إلى خفض الكمية الممتصة من الموليبدنم بواسطة النبات، وأمكن معالجة السمية الناشئة عن الموليبدنم بإضافى النحاس إلى التربة. و أخيراً فإن الزيادة من أكسيد الحديديك Fe_2O_3 تسبب نقص فى الموليبدنم الميسر للنبات.

6- رطوبة التربة : يزداد الموليبدنم الميسر للنبات فى التربة بزيادة رطوبة تلك الأرض.