الرى والتسميد فى الزراعات المحمية

دورة تدريبية في الزراعات المحمية

بالتعاون مع

المركز الدولى للبحوث الزراعية فى المناطق الجافة
البرنامج الإقليمى لشبه الجزيرة العربية
ICARDA-APRP

2005

الفهرس

المقدمة:.....3

أولاً: الرى: 3

طرق الري المستخدمة فى الزراعة المحمية 3
أهمية ومميزات الري بالتنقيط 4
مشاكل الرى بالتنقيط 4
الإحتياطات والتوصيات العامة لتركيب وتشغيل أجهزة الري بالتنقيط.....6
تقدير المقننات المائية داخل البيوت المحمية.....6

ثانياً التسميد 12

انواع الأسمدة المضافة عند الري في البيوت المحمية 12
الرسمدة أو التسميد من خلال الري(Fertigation).....13
مميزات نظام الرسمدة 13
مشاكل الرسمدة.....13
الأسمدة العضوية ومصادرها وفائدتها 13
تحليل التربة.....13

ثالثا العناصر الغذائية الضرورية للنبات.....14

العناصر السمادية الكبرى 14
العناصر السمادية الصغرى.....14
الأحتياجات السمادية للمحاصيل المحمية.....14

أعراض نقص العناصر الغذائية.....18

أعراض نقص العناصر الغذائية على نباتات الخضر فى الزراعة المحمية:.....18
أولاً: أعراض نقص بعض العناصر المتحركة على نبات الخيار:.....18
ثانياً: أعراض نقص بعض العناصر الغير متحركة على نبات الخيار: 21
أهم أعراض تسمم النبات التى تنشأ عن زيادة تركيز العناصر:.....24

الرى والتسميد فى الزراعات المحمية

المقدمة:

تعتبر الزراعة المحمية من التقنيات الحديثة في التكثيف الزراعي لإنتاج بعض محاصيل الخضر في غير موعدها وذلك من خلال تغطية سطح التربة والنبات لحمايتها ضد العوامل المناخية غير الملائمة مثل درجة الحرارة والضوء وتركيز غاز ثاني أكسيد الكربون والرطوبة النسبية وغيرها. وتطبيق هذه التقنية بالطرق الصحيحة يحقق عائد اقتصادي للمنتجين. ويبلغ إنتاج المتر المربع الواحد من الزراعة المحمية 3 – 4 مرات عن الزراعة المكشوفة. وتعتبر نباتات الخضر التابعة للعوائل الباذنجانية والقرعية مثل الفلفل والطماطم والخيار من اكثر النباتات التي تزرع في البيوت البلاستيكية. ونظراً لأن النباتات المنزرعة فى الزراعة المحمية تعطى إنتاجية عالية ، فيجب الاهتمام بالرى والتسميد وإعطاء النباتات احتياجاتها من المياه والسماد بالكميات التى تحتاج إليها على حسب عمرها ومراحل نموها ، حتى يتمكن النبات الإنتاج بكامل طاقته وإعطاء الإنتاجية المرجوة منه.

أولاً: الرى:

المياه هى الحياة لكل كائن حى. كما أنها هي وسيلة نقل العناصر الغذائية للنباتات. وتختلف كمية المياه المطلوبة لكل نبات حسب نوع التربة والمياه والمساحة المطلوب ريها وعمر النباتات وطور النمو والظروف المناخية السائدة.

طرق الري المستخدمة فى الزراعة المحمية

- **الري اليدوي(Manual Irrigation)** تستخدم الخراطيم أو الأوعية لتوزيع المياه على النباتات.ويقوم العمال بهذه العملية التي تزداد فيها تكاليف الرى مع عدم انتظام توزيع المياه للنباتات.
- الري السطحي(**Surface Irrigation**) حيث يتم استخدام الخطوط (Furrow) كما فى الحقول المكشوفة وتوزع المياه عن طريق فتح وغلق المداخل المائية بصورة يدوية ويتم اختبار ميل الخطوط وطولها والتصرف الداخل لكل خط طبقاً لنوع التربة والمحاصيل المنزرعة.
- الري بالتنقيط (**Drip Irrigation**) يعتبر نظام الرى بالتنقيط هو الأمثل للرى في الزراعات المحمية (البيوت المحمية والأنفاق)

شكل يوضح توزيع خطوط الرى بالتنقيط على المصاطب داخل البيت لامحى

أهمية ومميزات الري بالتنقيط

1- توفير المياه
2- الحد من مشاكل الصرف
3- توفير العمالة والطاقة
4- زيادة في الانتاج وتحسن فى نوعية المحاصيل.
5- التوفير في استخدام الاسمدة ورفع كفاءة التسميد
6 - إمكانية إستخدام المياه ذات الملوحة العالية نسبياً
7- يمكن من خلالها توزيع بعض المبيدات بصورة اقتصادية

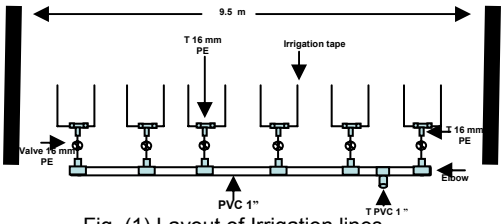


Fig. (1) Layout of Irrigation lines.
مخطط لشبكة الرى داخل البيت المحمى

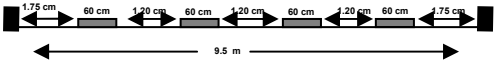


Fig. (2) Layout of Growing beds.
مخطط لمصاطب الزراعة داخل البيت المحمى

مشاكل الرى بالتنقيط

أهم مشاكل الرى بالتنقيط هى إنسداد المنقطات ، و ذلك بسبب الشوائب والأوساخ فى مياه الرى أو الفطريات أو تفاعل وترسب الأسمدة المستخدمة فى شبكة الرى لذلك يجب تركيب فلاتر على شبكة الرى لمنع هذه الشوائب من الوصول إلى المنقطات داخل خراطيم الرى وبالتالى لا تحدث لها انسداد ، ولتنظيف شبكة الرى يمكن استخدام مختلفة مثل حامض الفوسفوريك الذى يساعد على ذوبان المترسبان وأيضاً يساعد على تعديل pH التربة، أيضا يستخدم لحل مشاكل الفطريات فى الشبكة عن طريق إضافة الكلور أو كبريتات النحاس أو برمنجانات النحاس.

بعض مكونات شبكة الرى بالتنقيط

وصلة		Easy Fit Coupling
كوع		Easy Fit Elbow
تى		Easy Fit Tee

1/2" MPT Adapter		وصلة ذكر
1/2" FPT Adapter		وصلة نتاية
Emitters		المنقطات
Lateral lines		أنابيب التنقيط
Control head		وحدة التحكم
Fertilizer unit		وحدة التسميد

الإحتياطات والتوصيات العامة لتركيب وتشغيل أجهزة الري بالتنقيط

- تستخدم مواسير البلاستيك من مادة PVC والتي لابد أن تدفن فى التربة حيث أن أشعة الشمس وخاصة الأشعة الفوق بنفسجية هي من أشد أعداء البلاستيك.
- أيضا يمكن استخدام مواسير (خراطيم) البولي أيثلين PE والتي يمكن أن تترك فوق سطح التربة أو تدفن.
- يجب الاحتراس من استخدام المواسير المجلفنة لما تسببه من أضرار عند استخدام الأسمدة فى شبكة الرى
- تدفن مواسير (خراطيم) الري بخنادق وبشكل كامل الإستقامة دون تعرج او انحناء عند دفن الخراطيم يجب تجنب وجود صخور أو أحجار تحت او حول الخراطيم قبل إعادة وضع الاتربة حولها.
- اذا استخدمت خراطيم ذات قطر كبير يجب ملئ نصف الخندق بالأتربة أو الرمل ثم يغمر بالماء للمساعدة على اندماج التربة حول المواسير ثم تتم عملية الردم كاملة بعد ذلك.
- تركيب محابس الخطوط الفرعية لاجراء غسيل لها حسب الحاجة.
- تغسل شبكة الري بالماء بعد تركيبها وقبل تركيب المنقطات ثم تغسل مرة اخرى بعد تركيب المنقطات بفتح محابس النهايات.
- يجب العناية اثناء قطع الخراطيم بالمنشار او توصيلها مع بعض او عند تثقيبها لوضع النقاطات بحيث لا تترك شوائب داخل الانبوب مما قد يسبب غلقها.
- يجب عدم مرور الات ثقيلة فوق خراطيم الشبكة قبل ردمها بشكل جيد.
- استخدام مياه نظيفة عند الري كي لا تتعطل شبكة المنقطات على ضرورة تركيب فلتر.

تقدير المقننات المائية داخل البيوت المحمية

يعتبر حساب الاحتياجات المائية للمحاصيل المختلفة من أهم عوامل النجاح في الإنتاج الزراعي. لذلك فأن الإنتاج يعتمد بصورة أساسية على إدارة الرى و التسميد
وتعتمد طريقة الحساب على أسس ثلاث هي: معلومات خاصة بمنطقة الزراعة وظروفها الجوية – معلومات خاصة بالنبات مثل عمر النبات، عمق الجذر الفعال، مدى تحمل المحصول لنقص الرطوبة الأرضية - معلومات خاصة بنوع التربة المنزرع فيها المحصول (حجم الماء الميسر) – بالإضافة إلى احتياجات الغسيل ومدى كفاءة شبكة الرى المستخدمة. وسوف يتم تناول كل هذه النقاط في صورة مثال عل نبات الخيار ويمكن بالمثل إتباع نفس خطوات الحساب مع أي نبات أخر مع مراعاة توفر المعلومات الخاصة بكل نبات على حده.

للحصول على محصول وفير وعالي الجودة يجب الاعتماد على الإدارة المتكاملة للبيت المحمى وآلتي يعتبر من أحد عناصرها حسابات المياه والتسميد
وهذا مثال توضيحي لحساب المقنن المائي لمحصول الخيار

المعطيات

1- المحصول = خيار (عمر 60 يوم)
2- حد الاستنزاف المسموح به = 30%
3- احتياجات الغسيل = 20%

4- كفاءة شبكة الرى = 80%
5- الماء الميسر بالتربة = 60 مم / 100 سم

المطلوب

1- تحديد أقصى كمية مياه ري يمكن إضافتها للبيت المحمى 9 X 60 م (540 م^2) في اليوم بالمتر المكعب عند عمر 60 يوم من الزراعة.
2- حساب الفترة بين الريات إذا كان متوسط البخر نتح القياسي (ET_0) = 4 مم / يوم

خطوات الحل

حدد عمق الجذر الفعال " الذي يقوم بعملية الامتصاص وليس عمق الجذر الكلى " وبفرض أنه يصل إلى = 40 سم
تذكر أن عوامل إضافة الماء في النظام النباتي
أ- ماء المطر
ب- ماء الرى
ج- الماء الأرضي
حيث يعتبر كل من العوامل الثلاثة مصدر لحصول النبات على احتياجاته المائية مع اعتبار ماء المطر غير متوفر كذلك المصدر الثالث وهو (الماء الأرضي) قد ينتج عنه بعض المشاكل تقلل من الاعتماد عليه في حصول النبات على احتياجاته مثل سوء التهوية – سوء الصرف – تمليح التربة.
لذلك يعتبر الرى بوجه عام هو العامل الأساسي فى حصول النبات على احتياجاته من الماء فى البيوت المحمية وعلى الجانب الأخر اذا نظرنا الى عوامل الفقد نجد أنها تنحصر فى العوامل الأربعة التالية:
1- النتح من ثغور أوراق النبات
2- البخر من سطح التربة والنبات
3- الجريان السطحي
4- الماء الزائد عن قدرة حفظ التربة (الراشح)
معنى ذلك أن عوامل الفقد ما هي إلا عاملين هما البخر من سطح التربة والنبات والنتح من ثغور أوراق النبات ولعل عامل البخر من سطح التربة يلجأ البعض للتغلب عليه أحيانا عن طريق تغطية سطح التربة بالبلاستيك آو بالمخلفات النباتية (الملش)

نستخلص مما سبق أن عوامل إضافة الماء فى النظام النباتي هى ماء الرى وعوامل الفقد هى البخر والنتح والرشح.
وعندما ندقق النظر فى عملية جدولة الرى وحساب الاحتياجات المائية للمحاصيل المختلفة فإننا نجد أنها ترتكز حول محاور ثلاث هى:
أ- عوامل مناخية:
يتم من خلالها حساب البخر نتح القياسي (ET_0) باستخدام إحدى المعادلات التى تعتمد فى مدخلاتها على بيانات الأرصاد الجوية للمنطقة محل الدراسة والموجود بها المحصول الذى نريد حساب احتياجاته المائية.
ب- عوامل نباتية:

- عمر النبات المراد حساب الاحتياجات المائية عنده وبناء عليه يتم تحديد ما يسمى بمعامل المحصول(Kc) الذى يمثل النسبة بين البخر نتح الفعلي (Etc) والبخر نتح القياسي (ET_0) – عمق الجذر الفعال عند هذا العمر – بالإضافة الى معرفة مقدار تحمل النبات للنقص فى الرطوبة الأرضية عن مستوى السعة الحقلية أو ما يسمى " بمستوى الاستنزاف الرطوبى " ويختلف من نبات لأخر ومن مرحلة نباتية لأخرى لنفس النبات.

ج- عوامل أرضية:

ومنها يتم التعرف على مقدار الماء الميسر (A.W) الذى يمكن للتربة أن تحتفظ به بين مسامها والذي يختلف من تربة لأخرى بناء على حجم الحبيبات التى تحدد قوام هذه التربة – كذلك مدى احتوائها من المادة العضوية.

نوع التربة	حد الاستنزاف المسموح به
رملية	%30
طينية	%40
طميية	%50

المعادلة العامة المستخدمة فى حساب الاحتياجات المائية هى:

البخر نتح (المحصولى) = البخر نتح (القياسي) X معامل المحصول

من المعطيات السابق ذكرها فى بداية التمرين نجد أن قيمة ETo = 4 مم / يوم (وحدة طول / وحدة زمن) وذلك بعد 60 يوم من الزراعة مثلا. حيث تكون قيمة Kc لمحصول الخيار فى حدود 0.9 معنى ذلك أن:

البخر نتح (الخيار) = 4 X 0.9 = 3.6 مم / يوم

أي أن قيمة البخر نتح الفعلي = 3.6 مم / يوم أي أنها تقل عن قيمة البخر نتح القياسي بمقدار 0.4 مم / يوم

نفهم من ذلك ببساطة أن قيمة معامل المحصول ما هو إلا معامل يحدد ما اذا كانت قيمة البخر نتح المحصولى سوف تساوى أو تزيد عن أو تقل عن قيمة البخر نتح القياسي المقدرة بواسطة بيانات الأرصاد الجوية فإذا كانت قيمة معامل المحصول (Kc) = 1 معنى ذلك أن بخر نتح هذا المحصول سوف يساوى بخر نتح المحصول القياسي وإذا قلت القيمة عن الواحد الصحيح يعنى هذا أن قيمة البخر نتح الفعلي (المحصولى) سوف تقل عن قيمة البخر نتح القياسي وهكذا.....

حتى الآن تم حساب كمية المياه التى يجب أضافتها لهذا المحصول نظريا ولتعديل ذلك الى الواقع فانه يجب تعديل قيمة البخر نتح المحصولى الناتجة (3.6 مم / يوم) مرتين بناءا على:

الاحتياجات الغسيلية:

فمن المعلوم أن مياه الرى تحتوى على تركيزات مختلفة من الأملاح وباستمرار ري الأرض وتبخير الماء من سطح التربة تبقى الملاح داخل التربة، وبقائها وتراكمها قد يؤدى مع مرور الوقت الى تمليح التربة. كما أن استخدام الأسمدة وأضافتها الى التربة يرفع من تركيز الأملاح بداخلها لذلك يجب إضافة كمية من المياه زائدة عن الاحتياجات الفعلية تستخدم فى غسيل الأملاح وإزالتها من منطقة انتشار الجذور لمنطقة اسفل منها، وتستخدم المعادلة التالية فى حساب احتياجات الغسيل:

ملوحة ماء الرى / ملوحة ماء الصرف = عمق ماء الصرف / عمق ماء الرى

حيث أنها عبارة عن:
ملوحة ماء الرى (ملليموز / سم)
ملوحة ماء الصرف (ملليموز / سم)
عمق ماء الرى (مم / يوم)
عمق ماء الصرف (مم / يوم)
وهناك معادلات أخرى خاصة بكل نظام ري على حده اكثر تفصيلا و لا داعي للخوض فيها حيث يمكن بوجه عام استخدام المعادلة السابقة أو إضافة احتياجات غسيل بنسبة تتراوح بين 10 – 25 % على حسب الحاجة.

التطبيق

البخر نتح (الخيار) = البخر نتح (البرسيم الحجازي) X معامل (الخيار) X معامل الغسيل

= 8 X 0.9 X 1.2 = 4.32 مم / يوم
معنى ذلك آن قيمة البخر نتح المحصولى للخيار بعد إضافة احتياجات غسيل قدرها 20 % "معطيات فى التمرين" أصبحت = 4.32 مم / يوم.

كفاءة نظام الرى
ويقصد بها كفاءة النظام نفسه فى توصيل الماء الى النبات حيث نجد أن نظام الرى بالتنقيط (85 %) أعلى كفاءة من نظام الرى بالرش (75 %) أعلى كفاءة من الرى بالغمر (65 %) بالإضافة لكفاءة الشبكة ومكوناتها داخل النظام نفسه فقد تختلف شبكة الرى بالتنقيط حديثة التركيب والمكونات عن شبكة ري بالتنقيط قديمة، معنى ذلك أن شبكة ري بالتنقيط ذات الكفاءة المنخفضة يكون تصرف النقاط فيها 3 لتر / س بدلا من 4 لتر / س مما يعنى أن هذه الشبكة كفاءتها 75 % وبالتالي يلزم زيادة الكمية المضافة عن 4 لتر / س. وذلك لتلافى هذا الفرق يتم تعديل الكمية المضافة بضرب الكمية الأصلية فى مقلوب كفاءة نظام الشبكة:
أي أن الكمية المعدلة = 4 X 0.80 = 3.2 لتر / س.

التطبيق

البخر نتح (الخيار) = البخر نتح (البرسيم الحجازي) X معامل (الخيار) X معامل الغسيل X مقلوب كفاءة الشبكة

= 4 X 0.9 X 1.2 X 80/100
مع ملاحظة أن تكون الوحدات المستخدمة واحدة (المتر مثلا) ولتحديد حجم الماء المستهلك لابد من تحديد المساحة وهذه المساحة تختلف باختلاف نوع الزراعة ففي حالة المحاصيل الحقلية التى تزرع زراعة كثيفة مثل القمح – الشعير الذرة ... غالبا ما يشغل النبات معظم آو كل المساحة، بينما فى حالة محاصيل الخضار نجد أن النباتات تشغل حوالي 2/3 مساحة الأرض أي حوالي 66 %.
أي أن البخر نتح (الخيار) = البخر نتح (البرسيم الحجازي) X معامل (الخيار) X معامل الغسيل X مقلوب كفاءة الشبكة X 540

= 4 X 0.9 X 80/100 X 540 = 2916 لتر/ بيت محمى/ يوم

أي أن الاحتياجات المائية = 2916 لتر/ بيت محمى/ يوم وبالقسمة على 1000 ينتج 2.916 م^3 / بيت محمى / يوم.

ولكن هناك تساؤل هل محصول الخيار يشغل كل المساحة الأرضية ؟ أي انه كل مساحة البيت المحمى المزروع بالخيار يحدث منه بخر نتح ؟ الإجابة لا، لذلك يتم تحديد نسبة ما يشغله النبات من مساحة الفدان وبفرض أنها تمثل 66 % اذا:

التطبيق:

الاحتياجات المائية لمحصول الخيار بعد 60 يوم من الزراعة = 2.916 X 0.66

= 1.92 م^3/ بيت محمى/ يوم.

يجب الأخذ فى الاعتبار أن معامل البلاستيك للبيت المحمى يجب أن يؤخذ فى الاعتبار وبشكل عام يتم الضرب فى 0.7 لتعديل البخر نتح للحقل المكشوف وبذلك فان الاحتياجات المائية لمحصول الخيار داخل البيت المحمى = 1.92 X 0.7 = 1.35 م^3 / بيت محمى / يوم.

حتى الخطوة السابقة تم الإجابة على السؤال الأول وهو ما هى أقصى كمية مياه ري يمكن إضافتها للبيت المحمى (540 م^2) فى اليوم بالمتر المكعب عند عمر 60 يوم ؟

وفى المرحلة التالية سوف يتم الإجابة على الجزء الثاني وهو تحديد الفترة بين الريات ؟

- **تذكر:**

أ- أن قدرة التربة على حفظ الرطوبة الأرضية تختلف من نوع لأخر وأنها تبلغ أقصاها فى الأرض الطميية ومتوسطها فى الأرض الطينية أدناها فى الأرض الرملية.

ب- أن الماء الميسر (Available Water) هو الماء المحصور بين السعة الحقلية ونقطة الذبول.

ج- أن الرطوبة عند السعة الحقلية هي أنسب رطوبة يستطيع النبات أن يمتصها مع توفر قدر مناسب من التهوية حيث تقع الرطوبة تحت قوة شد ضعيفة مقدارها 0.33 بار فى الأراضي الطينية و 0.10 بار فى الأرض الرملية.

د- أن الرطوبة عند نقطة الذبول يستحيل على النبات أن يحصل عليها لوقوع تلك الرطوبة تحت قوة شد رطوبى من قبل حبيبات التربة تفوق قدرة جذور النبات على امتصاصها وتقدر تلك القوة ب 15 بار.

يعبر عن الماء الميسر بوحدة عمق الماء/ وحدة عمق تربة فمثلا كما هو موضح فى المعطيات فان الماء الميسر فى التربة المنزرع بها محصول الخيار هو 60 مم / 100 سم ومن هذا الرقم يمكن الاستدلال على نوع التربة وهو غالبا لأرض رملية الى رملية ناعمة ويعنى هذا الرقم ان كل 1 م تربة يحتوى بداخله ماء ميسر قدره 60 مم = 6 سم.

ولكن جذر النبات الفعال الذى يقوم بعملية الامتصاص يصل لعمق 40 سم فيلزم من ذلك حساب الماء الميسر فى التربة لعمق 40 سم وليس 100 سم وهى علاقة نسبة وتناسب بسيطة.

100 سم عمق تربة تحتوى على 60 مم ماء ميسر

40 سم عمق تربة تحتوى على س مم ماء ميسر

اذا س = (60 X 80) / 100= 24 مم

يتم تحويل عمق الماء الميسر هذا (24) الى حجم ماء ميسر فى التربة بنفس الأسلوب الذى تم استخدامه سابقا حيث يتم ضرب قيمة عمق الماء الميسر فى المساحة المنزرعة.

التطبيق
الماء الميسر = 24 X 4.2 = 11.96 م^3 / بيت محمى
ولكن النبات يشغل مساحة قدرها 66 % من مساحة النبات على سبيل المثال معنى ذلك أن الماء الميسر للنبات = 11.96 X 0.66 = 7.894 م^3 / بيت محمى / لعمق 40 سم
ويعنى هذا الرقم أن الخزان الأرضي يحتوى على ماء ميسر يقع بين السعة الحقلية ونقطة الذبول وقدره 7.894 م^3 / بيت محمى / لعمق 40 سم
فهل يعتقد انه فى كل مرة يتم فيها ري الأرض (لمساحة بيت محمى) سوف يتم إضافة 7.894 ثم الانتظار لعدة أيام حتى يتم استهلاك هذا القدر بواسطة النبات (النتح)
أو بواسطة النبات والتربة (البخر) حتى يصبح الخزان الأرضي = صفر م^3 / بيت محمى / لعمق 40 سم ؟
الإجابة: لا فهناك حد معين يجب الوقوف عنده يسمى حد الاستنزاف المسموح به فى الخزان الأرضي وهو 30 % كما هو موضح فى معطيات التمرين.
مما يعنى انه سوف يسمح للنبات باستنفاذ 30 % من الخزان الأرضي ثم تعويض هذا الفاقد و إعادة ملء الخزان مرة أخري.

فكم تكون قمية آل 30 % تلك ؟ آي لابد من تحويلها لكمية ماء وذلك كما يلي:
كمية الماء التى سوف يسمح باستنفاذها من المحلول الأرضي = 7.894 X 0.30 = 2.368 م^3 / بيت محمى / لعمق 40 سم
اذا سوف يتم إضافة 2.368 م^3 / بيت محمى وبعد استنفاذها يتم ملء الخزان مرة أخرى وبما أن النبات يستهلك فى اليوم 1.35 م^3 / بيت محمى (الخطوة الأولى).
اذا 2.368 م^3 سوف يتم استهلاكها فى 1.7 يوم ولكن 0.7 يوم لا يمكن تطبيقها عمليا لذا يلزم التعديل بأحد طريقين:
1- الرى كل يومين أي استهلاك 2.7 م^3 / بيت محمى / يومين مما يعنى رفع مستوى الاستنزاف الرطوبى من 30 % الى 46 % وهذا قرار مدير المزرعة هل الرى كل يومين سوف يؤثر على النبات ويضعه تحت إجهاد أم لا ؟
2- أو الرى كل يوم بمقدار 1.35 م^3 / بيت محمى / يوم مما يعنى خفض مستوى الاستنزاف الرطوبى من 30 % الى 23 % وهذا أيضا قرار مدير المزرعة هل تشغيل طلمبة الرى وتوفر العمالة الخاصة بالرى يوميا ملائم أم لا ؟
لذا يسمى الأستنذاف الرطوبى فى هذه الحالة بالأستنذاف الرطوبى المسموح به إداريا ويعبر عنه بالرمز MAD .
وهنا نكون قد اجبنا على السؤال الثاني الخاص بتحديد الفترة بين الريات وبأتباع نفس المنهاج يمكن حساب الأحتياجات المائية لعمر فسيولوجى آخر أو لمحصول أخر فى تربة أخرى فالأسلوب واحد والشرط هو تحديد العوامل المؤثرة فى كل حالة على حده.

تذكر أن : جدولة الرى عملية الغرض منها حساب متى تتم عملية الرى وما هى الكمية المطلوب إضافتها فالجدولة إجابة عن سؤالين متى وكم ؟

ولابد أن نعى انه :-

- **تختلف الأصناف عن بعضها البعض داخل نفس المزرعة.**
- **تؤثر عمليات التسميد والخدمة على قوة نمو النبات وبالتالي على نسبة الغطاء النباتي.**
- **إذا كان هناك تباين فى نوع التربة بالمزرعة..... يؤخذ ذلك فى الاعتبار إذا كانت كل قطعة على محبس، أما إذا كان التباين فى التربة على نفس المحبس يؤخذ المتوسط والأعم.**
- **عملية الحساب السابق ذكرها هي طريق ممهد وبالتالي يجب متابعة العمق الذي تصل أليه الرطوبة عمليا وتعديل ما يلزم فى المعادلات أو استنباط معامل خاص بالمزرعة.**
- **تحليل عينة التربة يخدم العمليات الزراعية الأخرى علاوة على تحديد الماء الميسر بها وفى هذه الحالة يفضل اخذ عينات على أعماق مختلفة.**
- **استخدام أجهزة تقدير ومتابعة الرطوبة الأرضية يساعد على تدقيق عمليات الرى للحفاظ على موارد المياه وكذلك الطاقة المبذولة وتجنب مشاكل ارتفاع الماء الأرضي وغيرها**

ثانياً التسميد

الأسمدة هي عبارة عن عناصر كيميائية او طبيعية مغذية للنبات. بعض الاسمدة تصنع في المعامل والبعض الاخر يتواجد بالطبيعة، مثل الأسمدة النتراتية والفوسفورية او اسمدة المخلفات النباتية والحيوانية. والغرض منها تحسين إنتاج المحصول ويتضمن إضافة الأسمدة وأى إضافات أخرى ويؤخذ فى الإعتبار عند إستخدام المخصبات تأثيرها داخل النظام.

انواع الأسمدة المضافة عند الري في البيوت المحمية

يجب إذابة جميع أنواع الأسمدة فى تنك منفصل قبل إضافتها إلى جهاز التسميد ، حتى لا تترسب بعض الشوائب فى شبكة الرى وتؤدى إلى إنسداد الفلتر بصوره سريعة وأيضاً المنقطات.

النتروجين: من أكثر الأسمدة التي تضاف الى مياه الري وهي سريعة الذوبان وليس لها اثار جانبية في مياه الري.

الفوسفور: وتميل الأسمدة الفوسفورية عادة للترسيب فى المياه خاصة التى تحتوى على أيونات الكالسيوم مما يؤدى إلى إنسداد المنقطات مسبباً مشاكل فى إنتظام توزيع مياه الرى للنباتات المختلفة ، لذلك يفضل إضافة الفوسفور فى صورة حامض فوسفوريك.

- **البوتاسيوم**: يضاف سماد سلفات البوتاسيوم بعد اذابتة بشكل جيد في نظام الري واستخدام الرائق منه. ولكن معظم الأسمدة البوتاسية النقية ذائبة فى الماء.
- **العناصر الصغرى**: وتضاف بكميات قليله وتشمل عناصر الحديد والبورون والزنك والنحاس والمنجنيز. ويفضل أن تضاف فى صورة املاح مخلبية.

ويتوقف تركيز الكيماويات المحقونة فى ماء الرى على الغرض من استخدامها ونوع النبات ومرحلة النمو ونوع التربة والعوامل الجوية ونوع المادة المضافة.

الرسمدة أو التسميد من خلال الري(Fertigation)

الرسمدة هي عملية اضافة الأسمدة بكميات محددة ومتوازنة وعلى فترات قصيرة مباشرة في مياه الري (اي اذابة وخلط الأسمدة بماء الري)، ويتم الحقن بواسطة شبكة انابيب الري ومنها النقاطات بجانب النبات مباشرة.

مميزات نظام الرسمدة

1- التوزيع المنتظم والجيد للأسمدة والكيماويات فى منطقة الجذور.
2- توفير فى الطاقة والعمالة اللازمة لإضافتها مما تجعله اقتصاديا.
3- سهولة توقيت وزمن الإضافة للأسمدة والكيماويات فى مرحلة نمو النباتات المختلفة.
4- التوفير فى كمية الأسمدة والاستفادة الكاملة من الأسمدة والكيماويات المضافة.
5- التقليل من إنضغاط سطح التربة لعدم استخدام معدات الإضافة العادية التي تُحمل على الجرارات الزراعية.
6- التقليل من مخاطر المقاومة بالطرق التقليدية.
7- التقليل من التلوث البيئي.

مشاكل الرسمدة

1- انخفاض كفاءة التوزيع فى حالة عدم إنتظامية توزيع مياه الرى لسوء تصميم الشبكة أو لمشاكل الإنسداد بها (إرتباط وثيق مع كفاءة نظام الرى).
2- التفاعل بين المركبات المضافة مما يؤدى إلى تكوين مركبات جديدة تعمل إلى إنسداد مخارج الرى (المنقطات).

الأسمدة العضوية ومصادرها وفائدتها

- يطلق اسم الأسمدة العضوية على مخلفات حيوانات ودواجن المزرعة والتى تحتوى على بعض العناصر الغذائية ومن أهم فوائد الأسمدة العضوية هو تحسين خواص التربة. ولا يفضل إستخدام مخلفات الأغنام كسماد بلدي وذلك لاحتوائها على بذور الحشائش وهي مصدر لنقل كثير من الأمراض. وأفضل أنواع الأسمدة البلدية التي يمكن إضافتها في الزراعات المحمية هو زرق الحمام وذلك لغناه بعناصر النتروجين والفوسفوروالبوتاسيوم.

تحليل التربة

من الضروري إجراء تحليل التربة قبل إضافة الأسمدة وذلك لأن التحليل سيظهر لك نسبة وكمية العناصر السمادية المختلفة في التربة بالاضافة الى pH التربة. ان معرفة الـ pH هو

كمؤشر لامتصاص العناصر المغذية للنبات من التربة. اذا انخفض او زاد الـ pH عن حد معين فان النبات لايستطيع امتصاص هذه العناصر بسبب خلل في توازن محلول التربة. وأن معظم محاصيل الخضار تنشط جذورها في وسط بين pH = 5.8 و pH = 6.8 حيث تكون قابلية امتصاص العناصر هي المثلى. ويمكن تحليل التربة في اي وقت. لكن يفضل اجراء التحليل قبل الزراعة وذلك لمعرفة احتياجات النبات من العناصر الغذائية.

ثالثا العناصر الغذائية الضرورية للنبات

العناصر السمادية الكبرى

النتروجين - من العناصر السمادية المهمة للنبات حيث يساعد في قوة نمو النبات وزيادة اخضرار الاوراق بالاضافة الى أنه يعتبر أساسي في نمو وتشكل الثمار. النبات يحتوى على عنصر النتروجين بكمية اكثر من باقي العناصر السمادية الاخرى ويحصل عليه من التربة. يمتص النبات النتروجين والعناصر الاخرى بواسطة الجذور من بداية تشكلها حتى النضج التام للنبات. تعتبر المراحل الاولى للنمو من أكثر احتياجات النبات للنتروجين من باقي المراحل الاخرى. النباتات تستعمل النتروجين لنمو الأوراق وزيادة اخضرارها. لذلك فان موعد اضافة النتروجين ضروري لنمو النبات بشكل جيد. ان زيادة التسميد وفي وقت غير مناسب يسبب ضرراً للنبات حيث يعمل السماد على إصفرار الأوراق والتاخر في ظهور الأزهار. وزيادة التسميد قد تسبب موت النبات وذلك لتركز الأملاح السمادية حول الجذور مسببا حروقاً في الجذور والأوراق.

الفوسفور – من العناصر السمادية الضرورية لتشكل جذور النبات ولتطور ونمو الثمار. لا يرشح الفوسفور بالقدر الذى يحصل للنتروجين. لكن الكمية من الفوسفور الباقية في التربة والتي لا يستعملها النبات تدمص على حبيبات التربة، وعند حصول إنجراف للتربة فان الفوسفور المعلق بالتربة ايضاً ينجرف مسببا تلوث للمياه.

البوتاسيوم – وهو العنصر السمادي الثالث ضمن مجموعة العناصر الكبرى ويعتبر ضروريا لتعزيز قوة النبات. ويدخل في تركيب الكربوهيدرات والبروتين. وهو ضروري لإنقسام الخلايا ويساعد في إعطاء سوق قوية للنبات. كما أن وجودة يعزز النبات على مقاومة الأمراض ويحسن من نوعية الثمار ويساعد على التقليل من إحتياجات النبات للماء. لا يحصل له غسيل أسفل التربة لكنه يتحرك مع إنجراف التربة.

العناصر السمادية الصغرى

هذه العناصر ضرورية للنبات إذ تساعده على قوة النمو في المراحل المختلفة له. وتشمل كل من: البورون والكالسيوم والكوبالت والنحاس والحديد والمنجنيز والزنك وغيرها.

الأحتياجات السمادية للمحاصيل المحمية

تقدر الاحتياجات السمادية لمحاصيل الخضر حسب نوع المحصول ومرحلة النمو السائدة من والجداول التالية تبين الكميات السمادية وتركيز المغذيات لكلا من الخيار والفلفل الطماطم

الأسمدة المطلوبة (كجم) لتجهيز 100 لتر محلول مركز سمادي لتسميد الخيار باستخدام الرى بالتنقيط									
محلول مركز (أ)			محلول مركز (ب)						
الأسبوع	نترات كالسيوم	نترات بوتاسيوم	نترات أمونيوم	أحادى فوسفات	كبريتات ماغنسيوم	نترات ملغنسيوم	حديد مخلبى	منجنيز مخلبى	زنك مخلبى
1	5.1	0.0	0.0	2.0	2.0	0.0	0.100	0.060	0.010
2	5.5	3.5	0.0	2.8	2.2	0.0	0.100	0.060	0.010
3	5.7	4.0	1.0	1.5	2.3	0.0	0.100	0.060	0.010
4	5.7	4.2	1.5	1.5	2.5	0.0	0.100	0.060	0.010
5	5.4	5.4	1.5	1.5	2.5	0.0	0.100	0.060	0.010
6	5.2	6.0	1.5	1.5	2.5	0.0	0.100	0.060	0.010
7-10	5.0	6.2	1.5	1.5	2.5	1.5	0.100	0.060	0.010
11-13	4.6	5.7	1.5	1.5	2.5	1.2	0.100	0.060	0.010
13-16	3.8	5.0	1.0	1.5	2.3	1.0	0.100	0.060	0.010
16 end	3.0	4.0	0.5	1.5	2.0	1.0	0.100	0.060	0.010

ملحوظة إذا كانت الحاوية الرئيسية 5 م^3 ، يتم تجهيز خزان محلول 50 لتر وتضاف 10 لتر لكل 1 م^3 مياه

تركيز المغذيات(ppm) المطلوبة لمحصول الخيار طبقا لعمر النبات(أسبوع) فى الزراعة الأرضية								
الأسبوع	نيتروجين	فوسفور	بوتاسيوم	كالسيوم	ماغنسيوم	حديد	منجنيز	زنك
1	76.8	45.4	57.4	97.3	19.6	1.2	0.72	0.12
2	130.8	63.6	215.5	104.5	21.6	1.2	0.72	0.12
3	173.7	34.1	197.5	108.3	22.5	1.2	0.72	0.12
4	192.2	34.1	205.2	107.4	24.5	1.2	0.72	0.12
5	205.0	34.1	251.5	102.6	24.5	1.2	0.72	0.12
6	210.3	34.1	274.7	98.8	24.5	1.2	0.72	0.12
7-10	226.0	34.1	282.4	95.0	38.7	1.2	0.72	0.12
11-13	210.3	34.1	263.1	87.4	35.9	1.2	0.72	0.12
13-16	169.9	34.1	236.1	72.2	32.0	1.2	0.72	0.12
end16	127.6	34.1	197.5	57.0	29.1	1.2	0.72	0.12

الأسمدة المطلوبة (كجم) لتجهيز 100 لتر محلول مركز سمادي لتسميد الطماطم باستخدام الرى بالتنقيط									
محلول مركز (أ)			محلول مركز (ب)						
الأسبوع	نترات كالسيوم	نترات بوتاسيوم	نترات أمونيوم	أحادى فوسفات	كبريتات ماغنسيوم	نترات مغنسيوم	حديد مخلبى	منجنيز مخلبى	زنك مخلبى
1-2	5.3	0.5	0.0	2.0	2.1	0.0	0.120	0.066	0.012
3-4	6.2	4.0	0.0	2.8	2.3	0.0	0.120	0.066	0.012
5-7	6.6	4.6	1.0	1.5	2.4	0.0	0.120	0.066	0.012
7-9	7.3	4.8	1.5	1.5	2.6	0.0	0.120	0.066	0.012
9-10	6.5	6.0	1.5	1.5	2.6	0.0	0.120	0.066	0.012
10-13	6.4	6.4	1.5	1.5	2.6	0.0	0.120	0.066	0.012
14-16	5.5	6.8	1.5	1.5	2.6	1.5	0.120	0.066	0.012
17-20	4.8	7.2	1.5	1.5	2.6	1.2	0.120	0.066	0.012
20-24	4.6	6.7	1.0	1.5	2.4	1.0	0.120	0.066	0.012
-end 25	3.5	6.4	0.5	1.5	2.0	1.0	0.120	0.066	0.012

ملحوظة اذا كانت الحاوية الرئيسية 5 م^3 ، يتم تجهيز خزان محلول 50 لتر وتضاف 10 لتر لكل 1 م^3 مياه

تركيز المغذيات(ppm) المطلوبة لمحصول الطماطم طبقا لعمر النبات(أسبوع)								
الأسبوع	نيتروجين	فوسفور	بوتاسيوم	كالسيوم	ماغنسيوم	حديد	منجنيز	زنك
1-2	86.7	45.4	76.7	101.1	20.6	1.44	0.792	0.144
3-4	148.2	63.6	234.8	117.8	22.1	1.44	0.792	0.144
5-7	195.5	34.1	220.6	125.4	23.0	1.44	0.792	0.144
7-9	225.2	34.1	228.3	138.7	25.0	1.44	0.792	0.144
9-10	229.8	34.1	274.7	123.5	25.0	1.44	0.792	0.144
10-13	233.8	34.1	290.1	121.6	25.0	1.44	0.792	0.144
14-16	242.2	34.1	305.5	104.5	39.2	1.44	0.792	0.144
17-20	234.0	34.1	321.0	91.2	36.4	1.44	0.792	0.144
20-24	205.4	34.1	301.7	87.4	32.5	1.44	0.792	0.144
-End 25	168.3	34.1	290.1	66.5	29.1	1.44	0.792	0.144

الأسمدة المطلوبة (كجم) لتجهيز 100 لتر محلول مركز سمادي لتسميد الفلفل باستخدام الرى بالتنقيط									
محلول مركز (أ)			محلول مركز (ب)						
الأسبوع	نترات كالسيوم	نترات بوتاسيوم	نترات أمونيوم	أحادى فوسفات	كبريتات ماغنسيوم	نترات ملغنسيوم	حديد مخلبى	منجنيز مخلبى	زنك مخلبى
1	6.0	0.6	0.0	2.0	2.0	0.0	0.10	0.06	0.01
2	6.6	3.2	0.0	2.8	2.1	0.0	0.10	0.06	0.01
3	6.6	4.0	1.0	1.5	2.2	0.0	0.10	0.06	0.01
4	6.4	4.2	0.8	1.5	2.4	0.0	0.10	0.06	0.01
5	6.0	5.1	0.8	1.5	2.4	0.0	0.10	0.06	0.01
6	5.8	5.6	0.8	1.5	2.4	0.0	0.10	0.06	0.01
7-10	5.3	5.8	0.7	1.5	2.4	0.0	0.10	0.06	0.01
11-13	5.0	5.5	0.6	1.5	2.4	0.8	0.10	0.06	0.01
13-16	4.5	5.5	0.5	1.5	2.1	0.7	0.10	0.06	0.01
16-end	3.8	5.0	0.4	1.5	1.9	0.4	0.10	0.06	0.01

ملحوظة اذا كانت الحاوية الرئيسية 5 م^3 ، يتم تجهيز خزان محلول 50 لتر وتضاف 10 لتر لكل 1 م^3 مياه

تركيز المغذيات(ppm) المطلوبة لمحصول الفلفل طبقا لعمر النبات(أسبوع)								
الأسبوع	نيتروجين	فوسفور	بوتاسيوم	كالسيوم	ماغنسيوم	حديد	منجنيز	زنك
1	98.3	45.4	80.6	114.0	19.6	1.2	0.66	0.096
2	143.5	63.6	203.9	125.9	20.6	1.2	0.66	0.096
3	187.6	34.1	197.5	125.9	21.5	1.2	0.66	0.098
4	180.0	34.1	205.2	121.1	23.5	1.2	0.66	0.096
5	186.8	34.1	239.9	114.0	23.5	1.2	0.66	0.096
6	189.9	34.1	259.2	109.3	23.5	1.2	0.66	0.096
7-10	181.9	34.1	266.9	99.8	23.5	1.2	0.66	0.096
11-13	179.4	34.1	255.4	95.0	31.1	1.2	0.66	0.096
13-16	167.6	34.1	255.4	85.5	28.2	1.2	0.66	0.096
end16	142.8	34.1	236.1	71.3	22.4	1.2	0.66	0.096

أعراض نقص العناصر الغذائية

يتميز إنتاج الزراعات المحمية بكثرة الانتاج لذلك فهي بحاجة الى إضافة العناصر السمادية الكبرى (Macronutrients) مثل النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والماغنسيوم والكالسيوم والكبريت والعناصر الصغرى (Micronutrients) مثل الحديد والمنجنيز والنحاس والموليبدنيم والبورون والكلوريد. والعناصر الصغرى تكون ضرورية للنمو تماماً مثل العناصر الكبرى إلا أن الكمية التى تحتاجها النباتات من العناصر الصغرى قليلة.

أعراض نقص العناصر الغذائية على نباتات الخضر فى الزراعة المحمية:

تنقسم العناصر الغذائية حسب قدرتها على الحركة داخل النبات من الجذر إلى المجموع الخضرى إلى مجموعتين هما:

1- عناصر متحركة (Mobile elements) : وهى تتميز بسهولة حركتها داخل النبات وبالتالى فإن نقص محتوى هذه العناصر فى النبات ينعكس أولاً على النشاط الفسيولوجى للأوراق السفلى ومن هذه العناصر: النيتروجين – الفوسفور – البوتاسيوم – الماغنسيوم – الزنك.

2- عناصر غير متحركة (Immobile elements): وهى تتميز بصعوبة حركتها داخل النبات وبالتالى فإن نقص محتوى النبات من هذه العناصر ينعكس اولاً على النشاط الفسيولوجى للأوراق العليا ومن هذه العناصر : الكالسيوم – الحديد – النحاس – المنجنيز – البورون – الموليبدنم.

أولاً: أعراض نقص بعض العناصر المتحركة على نبات الخيار:

1- أعراض نقص النتروجين:

تتلون الأوراق السفلية بلون أخضر مصفر يتحول إلى الاصفرار تدريجياً ، وفى نفس الوقت يبدأ إنتشار اللون الأخضر المصفر (الباهت) على الأوراق التالية لأعلى وبتقدم الحالة تجف الأوراق السفلى تدريجياً بدءاً من الحواف إلى داخل الورقة وينتشر اللون الأخضر المصفر على جميع أجزاء النبات ، ويكون معدل نمو النبات بطئ بصفة عامة مع عدم إنتظام حجم الثمار على نفس النبات وتلوينها باللون الأخضر الفاتح وعادة ما تظهر ثمار الخيار بشكل مندمج من الطرف السفلي بعيداً عن العنق مع إلتفاف الثمار وأحياناً تظهر بعض النتؤ الاشوكية على ثمار الخيار من الحالات المتقدمة وتكون الثمار قصيرة. ونلاحظ أن جميع العروق الوسطية تأخذ اللون الأصفر أيضاً.

أعراض نقص النتروجين

2- أعراض نقص الفوسفور:

تتلون حواف الأوراق السفلية بلون أخضر محمر (يميل إلى البنفسجى) خاصة فى الحواف القريبة من عنق الورقة ، وقد يظهر نفس اللون على الجزء السفلى من الساق وقد يمتد هذا اللون إلى داخل نصل الورقة ومع تقدم حالة النقص تجف الأجزاء الملونة وتتحول إلى اللون البنى المائل للإحمرار وعادة يظهر نفس اللون على الجزء السفلى من نصل الورقة وعلى السيقان ، ويؤدى نقص الفوسفور عموماً إلى ضعف النمو وتكون السيقان رفيعة ومتخشبة وتقل عدد الأزهار على النبات ويتأخر عقد ونضج الثمار ، ويلاحظ أيضاً أن تلون الحواف لا يكون منتظماً على طول حافة الورقة حتى في الحالات المتقدمة من نقص هذا العنصر – وبالرغم من تطور الحالة فإن باقى نصل الورقة يأخذ لون أخضر قاتم.

أعراض نقص الفوسفور

3- أعراض نقص البوتاسيوم:

- تتلون حواف الأوراق السفلية باللون الأصفر الذى يتقدم إلى داخل نصل الورقة بإنتظام ، حيث يكون هذا اللون مستمر على طول حافة الورقة ويتحول لون الورقة إلى الأخضر الباهت أو المصفر ويؤدى نقص البوتاسيوم خلال مرحلة نضج الثمار إلى آثار خطيرة على المحصول حيث يقل المحصول بدرجة كبيرة نتيجة لقلة معدل نضج الثمار وتأخذ ثمار الخيار أشكالاً غير منتظمة ، حيث تكون منتفخة من الطرف البعيد عن حامل الثمار وتكون غير ملتوية وتأخذ ثمار الطماطم لوناً أخضر خاصة عند إتصال الثمرة مع العنق وتؤدى هذه التشوهات إلى خفض نوعية الثمار المنتجة.

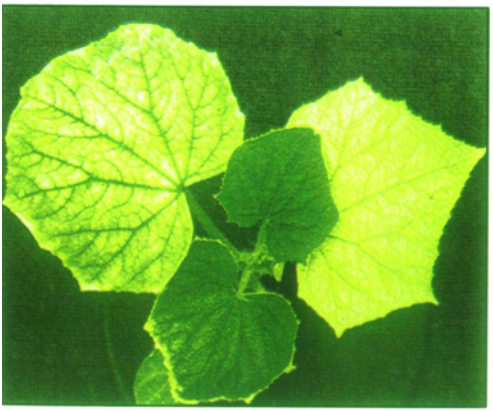
أعراض نقص البوتاسيوم

4- أعراض نقص الماغنسيوم:

يؤدى نقص الماغنسيوم إلى وجود بقع مصفرة بين الأوراق السفلية ومع تقدم الحالة تأخذ الأوراق اللون الأصفر الباهت (Chlorosis and necorosis) وتلتف الأوراق إلى الداخل لأعلى مع إنتشار بقع بنية ميته على نصل الورقة وبين العروق التى تظل خضراء. وعادة ما ينتشر الإصفرار من الداخل إلى الخارج وبعيداً عن العرق الوسطى.

5- أعراض نقص الزنك:

تتلون الاوراق السفلية أو الوسطى باللون الاصفر الباهت الذى يميل إلى الأبيض مع إلتفاف الأوراق للخارج وتظل العروق خضراء ، وكذلك يلاحظ صغر حجم الأوراق ومع تقدم الحالة تظهر بقع منقرشة بنية على نصل الورقة (necrosis) وتتطور أعراض نقص الزنك بسرعة لتمتد إلى الأوراق العليا الحديثة ، ويؤدى أيضاً نقص الزنك إلى بطؤ نمو الأفرع الجانبية خاصة فى نباتات الخيار والفلفل.



أعراض نقص الزنك

6- أعراض نقص الكبريت:

تظهر أعراض نقص الكبريت على شكل لون أخضر فاتح باهت علي جميع أجزاء النبات و الأوراق السفلية لونها أخضر باهت إلي أصفر بتطور النقص، ويؤدى إلى بطيء في النمو وتقزم مع تأخر نضج النبات.

أعراض نقص الكبريت

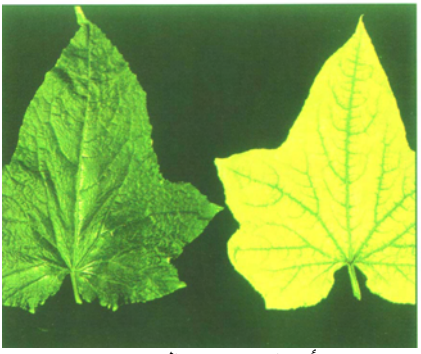
ثانياً: أعراض نقص بعض العناصر الغير متحركة على نبات الخيار:

1- أعراض نقص الكالسيوم:

تظهر أعراض نقص الكالسيوم أولاً على الأوراق الحديثة ، حيث أنه لا ينتقل بسرعة من الأنسجة القديمة إلى الأنسجة الحديثة ، ويؤدى نقص الكالسيوم إلى تلون الأوراق بلون أصفر باهت مع إلتفاف حواف الأوراق إلى أسفل أى للخارج وتنتقل هذه الأعراض من أعلى إلى أسفل. ويؤدى أيضاً إلى موت البراعم الطرفية- كما تكون الأوراق صلبة قابلة للتقصف. ومن أهم مظاهر نقص الكالسيوم على ثمار الطماطم والفلفل عفن الطرف الزهرى (BER) والذى يظهر بالرغم من أن جميع أجزاء النبات فىالحالة الطبيعية. ويرجع ذلك إلى حساسية ثمار الطماطم والفلفل لنقص عنصر الكالسيوم. وترتبط ظاهرة (BER) بجميع العوامل التى تؤدىإلى نقص إمتصاص الكالسيوم بواسطة النباتات مثل إنخفاض درجة الحرارة وزيادة الرطوبة أو إرتفاع ملوحة التربة أو نقص المحتوى الرطوبى بها.

2- أعراض نقص الحديد:

تظهر أعراض نقص الحديد على شكل إصفرار متجانس للأوراق الحديثة مع ملاحظة بدء الإصفرار من جزء الورقة القريب من العنق. وعادة ما تكون العروق الرئيسية خضراء داكنة فى المرحلة الأولى من ظهور أعراض نقص الحديد ثم تتحول الورقة بكاملها بعد ذلك ومع تطور الحالة إلى اللون الأصفر أو المائل إلى البياض.



أعراض نقص الحديد

أعراض نقص الكالسيوم

3- أعراض نقص النحاس:

تظهر أعراض نقص النحاس على الأوراق الحديثة وتبدأ بتلون حواف هذه الأوراق باللون الأصفر خاصة فى الجزء من الحواف البعيدة عن العنق ويلاحظ استمرار اللون الأخضر لباقى أجزاء الورقة. ويؤدى أيضاً نقص النحاس إلى صغر حجم الأوراق وبطئ نموها مع ملاحظة إصفرار حواف أوراق الخيار وتطور هذا الاصفرار إلى داخل نصل الورقة على هيئة تبرقش مصفر أو تأخذ شكل التبرقش البنى.

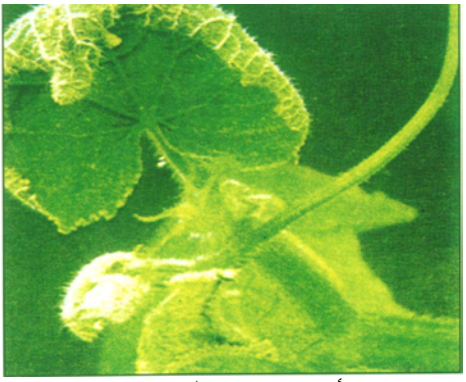
أعراض نقص المنجنيز

4- أعراض نقص المنجنيز:

يظهر أعراض نقص المنجنيز على الأوراق الوسطى ثم تنتشر بسرعة إلى الأوراق العليا ، ويؤدى نقص المنجنيز إلى تلون الأنسجة بين العروق باللون الأصفر أو البقع المصفرة (تبرقش) ثم يتحول لون هذه الأنسجة إلى اللون البنى أو تصبح شفافة وتبقى العروق الوسطية خضراء. وهناك تشابه كبير بين أعراض نقص الماغنسيوم والمنجنيز غير أن الماغنسيوم يظهر على الأوراق السفلية بينما المنجنيز يظهر على الأوراق العليا.

5- أعراض نقص البورون:

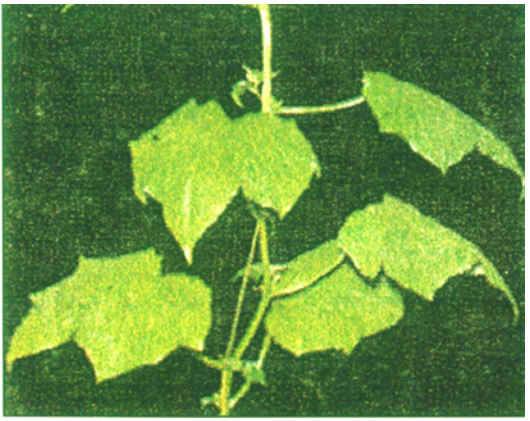
يؤدى نقص البورون إلى موت البرعم الطرفى كما تتشوه الأوراق العليا الحديثة ، وعادة ما تتلون حواف الأوراق باللون الأصفر الباهت وتنحنى حواف الأوراق إلى الخارج وتظهر بعض الخطوط البيضاء الخشنة على ثمار الخيار ووجود بعض التشققات على ثمار الطماطم وتؤدى زيادة البورون إلى تلون حواف الأوراق الحديثة باللون الأصفر أو الأبيض وتنحنى الحواف إلى أعلى وقد تظهر زيادة البورون على هيئة بقع بنية على الأوراق.



أعراض نقص البورون

7-اعراض نقص المولبدينم:

يظهر نقص المولبدينم على الأوراق الصغيرة العليا حيث يلاحظ البرقشة والتشوه على هذه الأوراق وقد يظهر على الحواف الأمامية لنصل الورقة بلون يكون مائل للبياض ومع تطور الحالة قد يموت البرعم الطرفى. وعادة ما تلتف حواف الأوراق إلى أسفل



أعراض نقص المولبدينم

أهم أعراض تسمم النبات التى تنشأ عن زيادة تركيز العناصر:

1- تؤدى زيادة تركيز النيتروجين النتراتى فى المرحلة الأولى من نمو نباتات الطماطم (حتى ما قبل مرحلة عقد الثمار) إلى وقف إمتصاص عنصر البورون ، وموت القمة النامية ، وقصر السيقان بوضوح ، وتضخم الأزهار ، مع قلة أو إنعدام تكون حبوب اللقاح بها.

2- تؤدى زيادة عنصر الفوسفور إلى ترسيب الحديد ، وظهور أعراض نقصه.

3- يؤثر البوتاسيوم والكالسيوم على بعضهما البعض ، فتؤدى زيادة الكالسيوم إلى ظهور أعراض نقص البوتاسيوم ، والعكس صحيح.

4- تؤدى زيادة عنصر الحديد إلى الإضرار بالجذور ، وتقليل إمتصاص المنجنيز ، وظهور أعراض نقصه ، كما قد يترسب الفوسفور ، وتظهر أعراض نقصه كذلك.

5- تظهر أعراض التسمم من البورون عند زيادة تركيزه عن 20 جزء فى المليون. ويكون ذلك بظهور مناطق شفافة على نصل الأوراق على إمتداد العروق لا تلبث أن تتحول إلى اللون البنى.

6- أما عناصر الكبريت والكلور فإن النباتات تتحمل زيادة تركيزهما إلى حد كبير.

ولعلاج حالات زيادة تركيز العناصر ، يجب إما خفض التركيز المستعمل أو غسل البيئة التى تنمو فيها الجذور بالماء لعدة أيام. كما تعالج بعض الحالات الخاصة لزيادة العناصر كالتالى:

1- تعالج زيادة تركيز البورون بإضافة سليكات الصوديوم إلى الماء المستخدم فى غسل بيئة نمو الجذور بمعدل 25 جم لكل متر مكعب من مياه الرى.

2- تعالج زيادة تركيز عناصر الحديد ، والمنجنيز ، والزنك بمعاملة بيئة نمو الجذور بمحلول حامض كبرتيك بتركيز 0.1%