

Fertilization التسميد

تعتمد المحاصيل الزراعية بصفة عامة على التربة لإمدادها بكل من الماء والعناصر الغذائية الذائبة اللازمة لنمو النبات وذلك من خلال محلول التربة الذي يمتصه النبات بواسطة مجموعته الجذري المنتشر في التربة. ويعتبر التسميد من أهم العوامل المؤثرة في تحسين و زيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية وخاصة تحت ظروف الأراضي الفقيرة في محتواها من العناصر الغذائية الضرورية لنمو النبات.

تعريف السماد وأهميته

هو عبارة عن المادة أو المواد المستخدمة في تحسين خواص التربة و تغذية المحاصيل الزراعية بهدف زيادة الإنتاج حيث تمد النباتات بالعناصر المغذية مباشرة أو غير مباشرة لكي يتحسن نموها ويزيد إنتاجها كما ونوعا. ويطلق على الأسمدة لفظ المخصبات (Enrichments) أي المواد التي تزيد من خصوبة التربة من العناصر الغذائية الميسرة للنبات أي يستطيع النبات امتصاصها. ولقد بدأ إدراك المزارع لأهمية التسميد في توفير العناصر الغذائية اللازمة لزيادة كفاءة إنتاج المحاصيل منذ فترة طويلة. ومنذ عام ١٩٦٠م ومع التقدم في تقنية التسميد واستخدام التغذية المعدنية، بدأت إنتاجية المحاصيل الزراعية بالتحسن كما ونوعا في معظم مناطق العالم وخاصة المتطورة منها (Tisdale et al., 1985). وقد وجد أن ٥٠ % من زيادة وتحسن إنتاجية محصول الذرة وبعض محاصيل الحبوب الأخرى يعزى إلى استخدام الأسمدة التجارية (Gardner et al., 1985) ومن أهم فوائد التسميد ماياتي :-

١- تحسين الخواص الطبيعية والكيميائية للأرض الزراعية.

٢- تحسين نظم الزراعة الكثيفة.

٣- زيادة التوسع الراسي في إنتاج المحاصيل الزراعية.

٤- تحسن صفات المنتجات الزراعية.

٥- زيادة الإنتاج.

العناصر الأساسية لنمو المحاصيل الزراعية

لكي يكون العنصر أساسيا وضروريا لنمو النبات لابد من توفر الشروط الآتية:-

١- لا يستطيع النبات إكمال دورة حياته بدون توفر هذا العنصر.

٢- إمكانية منع أعراض نقص العنصر أو علاجها بإمداد النبات بهذا العنصر وليس بعنصر آخر.

٣- أن يكون العنصر ذا دور مباشر في تغذية النبات.

٤- أن يشكل العنصر جزءا من تركيب مركب داخل النبات فمثلا النتروجين يكون البروتين والفسفور يدخل في تكوين الأحماض الامينية ومركب الطاقة ATP وهكذا بقية العناصر الأساسية.

وعلى العموم تنقسم العناصر الأساسية لنمو المحصول إلى عناصر كبرى (Macro nutrients) وعناصر صغرى أو دقيقة (Micro nutrients). فالعناصر الكبرى هي تلك العناصر التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة تقدر بحوالي واحد جم لكل واحد كجم من المادة الجافة وتشمل الكربون والهيدروجين والأكسجين والنتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم والكبريت. أما العناصر الصغرى فهي تلك العناصر التي يحتاجها النبات بكميات قليلة تقدر بحوالي ٠.١ جم لكل واحد كجم من المادة الجافة وتشمل الحديد والمنجنيز والزنك والنحاس والبورون والمولبدنيوم. وقد وجد أن هناك بعض العناصر الصغرى قد تكون أساسية لنمو بعض المحاصيل الزراعية ومن أهم هذه العناصر الصوديوم والالومنيوم والسليكون والكوبلت والكلورين فقد وجد أن السليكون ضروري لنمو محصولي الأرز والدخن وكذلك قصب السكر والكلورين هام في بنجر السكر بينما الصوديوم ضروري لنمو بعض نباتات رباعية الكربون C₄ وكذلك النباتات العصيرية CAM.

العناصر الأساسية لتغذية النبات

العنصر Element	الرمز الكيميائي Chemical Symbol	شكل الامتصاص Available Form	تركيزه في المادة الجافة (%)	حركته في النبات
العناصر الكبرى				
الكربون	C	CO ₂	٤٥	متحرك
الهيدروجين	H	H ₂ O	٦	متحرك
الأكسجين	O	O ₂ , H ₂ O	٤٥	متحرك
النتروجين	N	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺	١.٥	متحرك
الفسفور	P	HPO ₄ ²⁻ , H ₂ PO ₄ ⁻	٠.٢	متحرك
البوتاسيوم	K	K ⁺	١	متحرك
الكالسيوم	Ca	Ca ⁺⁺	٠.٥	غير متحرك
الماغنسيوم	Mg	Mg ⁺⁺	٠.٢	متحرك
الكبريت	S	SO ₄ ²⁻	٠.١	بطئ
العناصر الصغرى				
الحديد	Fe	Fe ³⁺ , Fe ²⁺	٠.٠١	غير متحرك
المنجنيز	Mn	Mn ⁺⁺	٠.٠٠٥	غير متحرك
الزنك	Zn	Zn ⁺⁺	٠.٠٠٢	متحرك
النحاس	Cu	Cu ⁺ , Cu ⁺⁺	٠.٠٠٠٦	غير متحرك
البورون	B	H ₃ BO ₃	٠.٠٠٢	غير متحرك

المولوبدينوم	Mo	MoO ₄ ²⁻	٠.٠٠٠٠٠١	متحرك
الكلور	Cl	Cl ⁻	٠.٠١	بطئ

المصدر: Salisbury and Ross (1992)

العوامل المؤثرة في قدرة النبات على امتصاص لعناصر الغذائية

يتأثر مقدار ما يمتصه النبات من العناصر الغذائية من الأرض بعدد من العوامل والتي يمكن تقسيمها إلى عوامل داخلية متعلقة بالنبات نفسه وأخرى خارجية تتعلق بالعوامل البيئية التي ينمو فيها النبات.

أولاً: العوامل الداخلية وتشمل النوع النباتي والتركييب الوراثي ومرحلة نمو النبات وصفات المجموع الجذري من حيث التعمق والانتشار والنفاذية وكذلك المجموع الخضري من حيث ازدياد النمو وكبر المساحة الورقية. أيضا هناك بعض العمليات الفسيولوجية التي يقوم بها النبات لها تأثير في قدرة الامتصاص مثل عمليات الأيض والتنفس والنتح .

ثانياً: العوامل الخارجية وتشمل نوع العنصر الغذائي وتركيزه ومدى صلاحيته للامتصاص (الصورة الميسرة للعنصر في التربة) ومدى توزيعه حول جذور النبات وكذلك نوع التربة التي ينمو فيها النبات من حيث التركيب والقوام أيضا فإن ارتفاع تركيز الأملاح في محلول التربة يؤدي إلي التقليل من قدرة الجذور على امتصاص العناصر الغذائية نظرا لزيادة الاسموزية وحدوث تنافس بين بعض العناصر المتشابهة الشحنات الكهربائية. كذلك فإن درجة حرارة التربة وتركيز أيون الهيدروجين وتهوية التربة ومدى تيسر المحتوى الرطوبي بها ، كل هذه العوامل قد تؤثر إما سلباً أو إيجاباً في قدرة النبات على امتصاص العناصر الغذائية من محلول التربة المحيط بالجذور النباتية. كما وجد أن بعض العوامل المناخية المحيطة بالنبات مثل الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية لها تأثيري عمليات الأيض المرتبطة بالامتصاص الايجابي للعناصر الغذائية كما تؤثر على معدل النتح الذي بدوره يؤثر في مقدار العناصر الغذائية التي تنتقل بواسطة آلية التدفق الكتلي للأيونات مع حركة الماء خلال الجذور والتي تزيد بزيادة النتح مما يسهل حركة الأيونات وانتقالها داخل النبات.

تحديد الاحتياجات السمادية للمحاصيل الزراعية

تختلف الاحتياجات السمادية للمحاصيل الزراعية باختلاف نوع المحصول وطبيعة العائد الاقتصادي المراد الحصول عليه وكمية الإنتاج المطلوبة ونوعية العناصر الغذائية المستخدمة.

وعلى العموم فإن هناك العديد من العوامل المتعددة والمتداخلة التي تؤثر في كمية السماد الواجب إضافته لمحصول ما ومن أهم هذه العوامل مايلي:-

١- نوع التربة ويشمل الخواص الطبيعية والكيميائية ومستوى خصوبتها من العناصر الأساسية الضرورية لنمو النبات.

٢- نوع المحصول المراد زراعته.

٣- كمية ونوعية الإنتاج المطلوبة والتي تحقق العائد الاقتصادي من زراعة هذا المحصول.

٤- المعاملات السابقة للتربة ونوعية المحصول السابق (الدورة الزراعية المستخدمة).

٥- كمية ونوعية مياه الري المتاحة وطريقة الري المتبعة.

أنواع الأسمدة

تعرف الأسمدة بأنها مواد تستخدم في تحسين الحالة الغذائية للمحاصيل الزراعية ومدتها بالعناصر الغذائية اللازمة لنموها وزيادة الإنتاج كما ونوعا. ويمكن تقسيم الأسمدة إلى الأنواع التالية:-

أولا : الأسمدة الطبيعية

وهي التي تكونت طبيعيا وتستخدم في صورتها الطبيعية وتشمل:

١- الأسمدة الحيوانية وتتميز باحتوائها على نسبة عالية من المادة العضوية وبعض العناصر الغذائية الضرورية مثل النتروجين والفسفور والبوتاسيوم وعناصر أخرى كما تحتوي الأسمدة الحيوانية على كائنات حية تقوم بتحليل المادة العضوية، أيضا فإن الأسمدة العضوية تحسن من الخواص الطبيعية للتربة كما تخفض درجة الحموضة.

٢- الأسمدة الخضراء وهي عبارة عن نباتات خضراء تزرع وتحترق في التربة بهدف تحسين خواص التربة ومن أهم هذه النباتات المحاصيل البقولية المثبتة للنتروجين الجوي. وهذه الأسمدة لها نفس المميزات التي ذكرت سابقا.

٣- أسمدة عضوية أخرى وتشمل مخلفات المجاري والمجازر وكذلك مخلفات المزرعة الناتجة من محصول سابق وتحتوي هذه الأسمدة على عناصر غذائية تختلف بحسب المصدر الذي صنع منه السماد.

ثانيا : الأسمدة الكيميائية

وهي الأسمدة التي تم تصنيعها عن طريق الإنسان بواسطة تقنيات خاصة وتحتوي على العناصر الغذائية في صورة غير عضوية. والأسمدة الكيماوية يمكن تقسيمها إلى سماد بسيط وسماد مركب فالسماد البسيط هو الذي يحتوي على عنصر مغذى واحد وهو العنصر الذي من أجله يضاف السماد مثل نترات الكالسيوم ونترات الأمونيوم وكلوريد الكالسيوم وغيرها وعلى العموم فأن من أهم الأسمدة البسيطة والأكثر شيوعا هي الأسمدة الأزوتية حيث تحتوي على النيتروجين كعنصر

سمادي بها والأسمدة الفوسفاتية وهي التي تحتوي على الفوسفور كعنصر أساسي والأسمدة البوتاسية التي تحتوي على البوتاسيوم كعنصر سمادي. أما الأسمدة المركبة فهي تلك التي تحتوي على أكثر من عنصر سمادي خاصة تلك التي تحتوي على العناصر الثلاثة الكبرى مثل السماد المركب NPK وقد تحتوي على بعض العناصر الضرورية الأخرى. ويمكن تقسيم الأسمدة حسب طبيعة السماد إلى أسمدة صلبة (جافة) كالتي سبق ذكرها وأسمدة سائلة تستخدم على شكل محاليل ذائبة في الماء حيث تحتوي على جميع العناصر التي يحتاجها النبات وأهميتها الأساسية هي رشها على أوراق النبات وأسمدة غازية ومن أهمها سماد ثاني اوكسيد الكربون (CO₂ enrichment) والذي بدأ استخدامه حديثا في غرف النمو والصوب الزجاجية وأحيانا في الحقل حيث يحقن في التربة مع ماء الري وذلك بهدف زيادة معدل البناء الضوئي في النبات وتحسين الإنتاجية (Thompson and Woodward, 1994; Prior et al., 1991 and 1998; Fangmeier et al., 2000).

بعض أنواع الأسمدة الكيماوية المستخدمة في تسميد المحاصيل الزراعية.*

اسم السماد	الرمز الكيميائي	النسبة(%)
كبريتات الأمونيوم	(NH ₄) ₂ SO ₄	N %٢١ و S %٢٤
كبريتات الماغنسيوم	MgSO ₄	Mg %١٦
كبريتات البوتاسيوم	K ₂ SO ₄	S %١٧ و K ₂ O %٥٠
نترات الكالسيوم	Ca (NO ₃) ₂	N %١٥
نترات البوتاسيوم	KNO ₃	K ₂ O %٤٤ و N %١٣
كلوريد البوتاسيوم	KCL	K ₂ O %٦٠
نترات الأمونيوم	NH ₄ NO ₃	N %٣٣
كلوريد الأمونيوم	NH ₄ CL	N %٢٥
سوبر فوسفات الكالسيوم	-----	P ₂ O ₅ %١٩
سوبر الفوسفات الثلاثي	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	P ₂ O ₅ %٤٦
يوريا	CO(NH ₂) ₂	N %٤٦
سماد مركب	NPK	٠-٢٣-٢٣
سماد مركب	NPK and Tr.	١.٥-٥-١٨-١٨
سماد مركب ذواب	NPK	٢١-٢١-٢١
سماد مركب ذواب	NPK and Tr.	٠.٥٣-٢٠-٢٠-٢٠

*المصدر: الصحاف (١٩٨٩) و Tisdale et al(1985)

طرق إضافة الأسمدة ومواعيدها

- يجب أن تضاف الأسمدة الصلبة بطريقة تضمن وصول العنصر الغذائي إلى منطقة جذور النبات حيث يسهل على النبات امتصاصه ومن أهم طرق إضافة الأسمدة الصلبة (الجافة) للتربة مايلي:
- 1- نثرا أما يدويا أو أليا وهي أكثر الطرق شيوعا في تسميد المحاصيل الزراعية.
 - 1- وضع السماد أليا عند البذار بحيث يكون وضع السماد أعمق من وضع البذور.
 - 2- وضع السماد في سطور أو جور وذلك حسب طبيعة النبات المنزرع.
 - 3- استخدام الطائرات في توزيع السماد خاصة في الحقول الواسعة.

أما الأسمدة السائلة والغازية فيمكن أن تضاف للنبات بأحد الطرق التالية :

- 1- رش الأسمدة السائلة على الأوراق.
- 2- إضافة الأسمدة مع ماء الري.
- 3- حقن التربة بالأسمدة السائلة والغازية.
- 4- إضافة الأسمدة السائلة تحت سطح الأرض.

أما مواعيد إضافة الأسمدة للتربة فهذا يتأثر بعدة عوامل أهمها نوع النبات وطبيعة نموه وطور النمو واحتياجاته الغذائية ونوع العنصر المضاف وطبيعة السماد المراد إضافته. وعلى العموم فإنه يجب أن يكون السماد متوفر للنبات في الوقت الذي يكون النبات بحاجة له وهذا يتحدد حسب العوامل السابق ذكرها.

التسميد وكفاءة الاستهلاك المائي في المحاصيل الزراعية

لقد وجد أن أي عامل نمو (Growth Factor) يزيد من إنتاجية المحصول لاشك أنه سيؤدي إلى تحسين كفاءة الاستهلاك المائي وذلك حسب المعادلة التالية :

$$\text{كفاءة الاستهلاك المائي} = \text{إنتاجية المحصول} / \text{كمية الماء المستهلك.}$$

ومن هذه العوامل التي تؤثر في نمو المحاصيل الزراعية هي نوعية الحرث (Tillage) ، الأصناف ، الكثافة النباتية ، ميعاد الزراعة ، مقاومة الآفات ، التسميد. ويعتبر التسميد من العوامل الهامة المؤثرة في الإنتاجية وبالتالي الاحتياجات المائية للمحصول. لقد وجد في الأراضي ضعيفة الخصوبة أن الاحتياجات المائية للمحصول تزيد بينما تنقص للنصف أو أكثر عند إضافة السماد المناسب، أي أن التسميد أدى إلى تحسين كفاءة الاستهلاك المائي. يعتبر الماء عامل هام ومؤثر في قدرة الجذور على امتصاص العناصر الغذائية من محلول التربة حيث يوجد ثلاث آليات هامة عن

طريقها يتم امتصاص الجذور للعناصر الغذائية وجميعها تتأثر بمدى توفر ماء التربة. وهذه الآليات تشمل :

- الاعتراض الجذري (Root Interception) حيث أن للجذور القدرة العالية على اعتراض وامتصاص العناصر الغذائية من محلول التربة عندما تكون الرطوبة الأرضية متوفرة لأن الجذور تكون أكثر نمواً وتشعباً والشعيرات الجذرية أكثر عدداً وبالتالي يصل الجذر بنموه إلى حيث توجد العناصر الغذائية وبذا يكون أكثر ملائمة للعناصر الذائبة في المحلول الأرضي وذلك بعكس التربة الجافة.

- التدفق الكتلي للأيونات (Mass Flow) حيث تنتقل العناصر إلى سطح الجذور مع حركة الماء وهذه الآلية تساعد الجذور على امتصاص أكبر كمية من العناصر الغذائية نظراً لسرعة تحركها مع حركة الماء لذا فإن توفر الماء يساعد على زيادة حركة العناصر إلى الجذور.

- الانتشار (Diffusion) فقد وجد أن الكمية العظمى من عنصري الفوسفور والبوتاسيوم تتحرك من محلول التربة إلى سطح الجذر بواسطة آلية الانتشار والتي تعتمد على وجود فرق في التركيز Gradient لذا فإن نقص الرطوبة الأرضية يقلل من حركة هذه العناصر وانتشارها وبالتالي حدوث نقص في تغذية النبات بهذين العنصرين. وجد في الأراضي الفقيرة في عنصر الفوسفور أنه عند إضافته للأرض أدى بالإسراع في نضج النبات وبالتالي خفض في الاستهلاك المائي خلال الموسم (Tisdale et al., 1985). أما في الأراضي الفقيرة في البوتاسيوم فإن إضافته أدت إلى زيادة الضغط الانتفاخي للخلية النباتية مما يساعد النبات على الاحتفاظ بحالة مائية جيدة والتقليل من أضرار الجفاف. أيضاً فإنه تحت ظروف الجفاف والحرارة فإن التسميد البوتاسي يساعد على تقليل النتح وذلك عن طريق التحكم في فتح وغلق الثغور النباتية وبالتالي تقليل الفقد في الماء الناتج مما يقلل من الاستهلاك المائي للنبات. تساعد زيادة تركيز العناصر الغذائية في خلايا النبات على زيادة الضغط الأسموزي وبالتالي حماية النبات من فقد الماء أثناء فترات الجفاف، أيضاً فإن عملية التنظيم الأسموزي وهي أحد آليات مقاومة الجفاف تكون أكثر نشاطاً في حالة توفر السماد الكيماوي وخاصة البوتاسيوم.

يؤدي التسميد الجيد والمناسب إلى زيادة نمو النبات في الوزن والحجم مما يزيد من كثافة الغطاء النباتي وبالتالي حماية سطح التربة من فقد الماء بواسطة عملية التبخير وبالتالي التقليل من الاستهلاك المائي وتحسين الكفاءة المائية للمحصول خاصة تحت ظروفنا المحلية والمتميزة بزيادة الحرارة والجفاف. كما وجد أن التسميد النتروجيني أدى إلى زيادة المحصول وفي نفس الوقت زاد

من كفاءة الاستهلاك المائي للنبات وذلك بزيادة كمية المادة الجافة الناتجة من استخدام وحدة واحدة من الماء المستهلك في عملية البخرنتح. وقد وجد حديثاً أن استخدام التسميد الكربوني (CO_2 Enrichment) حيث يحقن هذا الغاز في البيئة النباتية مما يحسن من الكفاءة النباتية في استخدام هذا الغاز وبالتالي زيادة قدرة النبات في عملية البناء الضوئي مما يسبب زيادة في كمية المادة الجافة ومن ثم تحسين كفاءة الاستهلاك المائي للمحاصيل الزراعية.