

## المحاضرة الاولى الاسمدة انواعها وتصنيفها

**السماد Fertilizer** : اي مادة طبيعية او صناعية تحتوي على عنصر غذائي او اكثر ، تضاف الى التربة ( او النبات ) لغرض امداد النبات بما يحتاجه من هذه العناصر من اجل رفع انتاجية التربة من المحاصيل وتحسين نوعية هذا الانتاج ، وتكون هذه الاسمدة اما عضوية او معدنية او حيوية .

### الغرض من التسميد :

- 1 - الوصول بالانتاج الزراعي الى اعلى كمية مع افضل نوعية .
- 2 - صيانة التربة والمحافظة على خصوبتها .

تحتاج المحاصيل الى كمية كبيرة من عناصر  $N, P, K$  ( مقارنة ببقية العناصر الغذائية ) حيث انه في معظم الترب تكون الكمية الموجودة من هذه العناصر غير كافية لامداد النبات بما يحتاجه منها وبالتالي يتوجب اضافتها على شكل اسمدة وتسمى هذه العناصر الثلاثة ( العناصر السمادية ) .

**نوع السماد** : هذا المصطلح مرتبط بنوع العنصر الغذائي الداخل في تركيب السماد كأن يكون سماد نتروجيني لاحتوائه على عنصر النتروجين اوفوسفاتي لاحتوائه على عنصر الفسفور .

**شكل السماد** : وهو وجود السماد بمركبات مختلفة لعنصر سمادي واحد - مثلا السماد النتروجيني قد يوجد بشكل كبريتات امونيوم ( يدخل في تركيبه النتروجين ) او قد يوجد بشكل يوريا ( يدخل في تركيبها النتروجين ) او بشكل نترات امونيوم ( يدخل في تركيبها النتروجين ايضا ) .

### تصنيف الاسمدة : Classification of Fertilizers

تصنف الاسمدة من حيث حالتها الى :

- 1 - **اسمدة صلبة** : وتشمل الاسمدة المعروفة والتي تضاف الى التربة في حالتها الصلبة .
- 2 - **اسمدة سائلة** : وتشمل الاسمدة المذابة بالماء وهذه تضاف عادة اما رشا على النبات

Folair application اومع ماء الري (الرسمة) Fertigation ، وهذه الاسمدة يجب ان تكون سهلة الذوبان بالماء ولا تترسب داخل انابيب شبكة الري وتسبب فتحات المنقطات في حالة الري بالتنقيط كما لا تسبب تاكل انابيب شبكات الري التي تضاف من خلالها بسبب تاثيرها الحامضي او القاعدي .

اما من حيث عدد العناصر الغذائية التي يحتويها السماد فتصنف الاسمدة :

1 - اسمدة بسيطة : وهي الاسمدة التي تحتوي عنصر غذائي واحد من العناصر السمدية N او P او K ، مثل سماد اليوريا  $Co(NH_2)_2$  يحتوي عنصر واحد من العناصر السمدية وهو النتروجين N ، السوبر فوسفات  $Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$  يحتوي عنصر واحد وهو الفسفور P ، كلوريد البوتاسيوم KCl يحتوي عنصر واحد وهو البوتاسيوم K.... وغيرها .

2 - اسمدة مركبة : وتشمل الاسمدة التي تحتوي عنصرين او اكثر من العناصر السمدية الثلاثة مثل سماد نترات البوتاسيوم  $KNO_3$  يحتوي عنصرين من العناصر السمدية وهما النتروجين N والبوتاسيوم K ، فوسفات الامونيوم  $NH_4H_2PO_4$  يحتوي عنصرين من العناصر السمدية وهما النتروجين N والفسفور P ، السماد المركب NPK وهذا يحتوي على العناصر السمدية الثلاثة .

كما تصنف الاسمدة حسب مصادرها الى :

### 1 - اسمدة معدنية 2 - اسمدة عضوية 3 - اسمدة حيوية

1 - الاسمدة معدنية Chemical fertilizers: وتسمى ايضا بالاسمدة الكيميائية وهي الاسمدة المصنعة في معامل صناعة الاسمدة ويكون مصدر هذه الاسمدة الصخور والمعادن والترسبات الطبيعية وتكون على شكل املاح وتشمل الاسمدة النتروجينية والاسمدة الفوسفاتية والاسمدة البوتاسية بالاضافة الى اسمدة الكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت واسمدة العناصر الصغرى .

الاسمدة النتروجينية : وهي الاسمدة التي تحتوي على عنصر النتروجين بنسب معلومة ومحددة وتقسم الى :

1- اسمدة نتروجينية امونومية : وهي الاسمدة النتروجينية التي يوجد فيها النتروجين

على صورة جذر امونيوم  $NH_4^+$  ومن امثلتها :

اسم السماد الصيغة الكيميائية نسبة %N

تقانات الاسمدة النظري ( ا. م . فاتح عبد سيد ، د. رنا سعدالله عزيز )

نسبة %N	الصيغة الكيميائية	اسم السماد
21%	$(NH_4)_2SO_4$	كبريتات الامونيوم
28%	$NH_4Cl$	كلوريد الامونيوم
82%	$NH_3$	الامونيا

2 – اسمدة نيتروجينية نتراتية : وهي الاسمدة النيتروجينية التي يوجد فيها النيتروجين على صورة جذر نترات  $NO_3^-$  ومن امثلتها :

نسبة %N	الصيغة الكيميائية	اسم السماد
15.5%	$Ca(NO_3)_2$	نترات الكالسيوم
16%	$NaNO_3$	نترات الصوديوم

3 – اسمدة نتراتية امونيومية : وهي الاسمدة التي تحتوي على النيتروجين بصورتيه الامونيومي والنتراتي معا مثل :

نسبة %N	الصيغة الكيميائية	اسم السماد
32%	$NH_4NO_3$	نترات الامونيوم
26%	$NH_4NO_3 . (NH_4)_2SO_4$	كبريتات نترات الامونيوم

4 – اسمدة اميدية : وهي الاسمدة النيتروجينية التي يوجد فيها النيتروجين على صورة اميد  $NH_2$  ومن امثلتها :

نسبة %N	الصيغة الكيميائية	اسم السماد
46%	$CO(NH_2)_2$	اليوريا

**الاسمدة الفوسفاتية :** وهي الاسمدة التي تحتوي على عنصر الفسفور بنسب معلومة ومحددة ويوجد العديد من الاسمدة الفوسفاتية منها :

اسم السماد	الصيغة الكيميائية	نسبة
		%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
السوبر فوسفات الاعتيادي	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O	16-22%
السوبر فوسفات الثلاثي	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O	44-52%

**الاسمدة البوتاسية :** وهي الاسمدة التي تحتوي على عنصر البوتاسيوم بنسب معلومة ومحددة ويوجد العديد من الاسمدة البوتاسية منها :

اسم السماد	الصيغة الكيميائية	نسبة K <sub>2</sub> O
كبريتات البوتاسيوم	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	48-52%
كلوريد البوتاسيوم	KCl	48-62%

**2 – اسمدة عضوية Organic fertilizers :** ومصدرها المخلفات الحيوانية او النباتية او كليهما وهذه الاسمدة تجهز النبات بالعديد من العناصر الغذائية في وقت واحد بالإضافة الى دورها الكبير في تحسين خواص التربة الكيميائية والفيزيائية والحيوية .

### الدمن Manure :

فهو مصطلح كان يطلق على السماد بشكل عام الا انه في الوقت الحاضر تقتصر التسمية على الاسمدة العضوية.

بشكل عام كان السماد العضوي الحيواني والنباتي ( هو السماد المستعمل ) ، الا انه وبمرور الوقت تم التحول الى استعمال الاسمدة المعدنية (غير عضوية) والمصنعة مع الاستمرار في اضافة الاسمدة العضوية لاهميتها في تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والحيوية فضلاً عن احتوائها على عدد من العناصر المغذية ولكن بنسب اقل بكثير من الاسمدة المعدنية ، اذ ان الاسمدة المعدنية تحوي على نسب اعلى من العناصر المغذية مقارنة الاسمدة العضوية.

في السنوات الاخيرة هناك جدل حول الزراعة العضوية والمنتجات المنتجة بدون استعمال او

اضافة المواد الكيميائية ومنها الاسمدة . على الرغم من اهمية هذا الموضوع لعلاقته بموضوع

تلوث التربة والبيئة الا انه يباليغ فيه احيانا لعدم الفهم الكامل لطبيعة الاسمدة المصنعة وسلوكها في

التربة وامتصاصها بواسطة جذور النبات.

وهناك جدول (1) يوضح بعض الفروق بين الاسمدة العضوية وغير العضوية ( المعدنية .)

### جدول (1) : بعض الفروق بين الاسمدة غير العضوية ( المعدنية ) والاسمدة العضوية

الاسمدة العضوية	الاسمدة غير العضوية ( المعدنية )
مزيج من بقايا نباتية وحيوانية وبدرجات مختلفة من التحلل	عبارة عن مواد معدنية نقية
ذات محتوى واطئ من العناصر المغذية مع انها تجهز عدد من العناصر وبنسب مختلفة	نسبها ذات محتوى عال من العناصر الغذائية او المغذية
مواد عضوية يجب ان تتمعدن ( تمر بعملية معدنة ) اولا قبل ان تصبح العناصر المعدنية جاهزة ولهذا تحتاج الى وقت للتحلل .	العناصر المغذية تكون جاهزة بشكل مباشر وتتحلل وتحرر العناصر المغذية بشكل سريع ، عدا بالنسبة للاسمدة البطيئة التحرر
تجهز عدد من العناصر المغذية الكبرى والصغرى والهدف الاساس من اضافتها هو لتحسين خصائص التربة الفيزيائية والذي ينعكس لاحقا بالايجاب على نشاط احياء التربة المجهرية وجاهزية المغذيات ومن ثم نمو النبات.	تجهز العناصر المغذية المحددة ( عنصر او اكثر ) حسب نوع السماد المضاف مفردا كان او مركب وحسب تحليل السماد.
التاثير الملحي لها اقل اهمية بشرط انها تكون نظيفة وخالية من الاملاح.	هناك احتمالية ان يكون لها تاثير ملحي عند الاضافة بمستويات عالية ولاسيما للاسمدة ذات التاثير الملحي العالي مثل كلوريد البوتاسيوم عند الاضافة مباشرة بتماس مع البذور او قرب البادرات (

	تأثير وقتي ووموقعي ( التأثير يكون اكثر وضوحا في الترب الملحية هذا فضلا عن انه يحظر الاضافة رشا لمح مثل كلوريد البوتاسيوم في تربة المناطق الجافة والشبة الجافة لتجنب حرق النباتات.
اقل عرضة للفقد بالغسل او عمليات الفقد المختلفة.	اكثر عرضة للفقد بالغسل او عمليات الفقد المختلفة.
تؤثر في خصائص التربة المختلفة ولاسيما عند اضافتها بكميات عالية ولذا تعد هذه الاسمدة من المصلحات للتربة.	عموما لا تؤثر في خصائص التربة المختلفة عدا اضافتها للعناصر الغذائية المحددة وبعض التأثيرات في درجة تفاعل التربة والملوحة ولقسم منها فقط

3- اسمدة حيوية Bio Fertilizer : وهي اسمدة ذات اصل مايكروبي و تشمل الكائنات الحية الدقيقة من بكتريا ( مثل الرايزوبيا ) وفطريات ( مثل المايكورايزا ) وغيرها ، وتعمل هذه الاسمدة على زيادة الانتاج عن طريق زيادة جاهزية العناصر الغذائية للنبات وافراز بعض المواد مثل الانزيمات والهورمونات ، ويتم انتاج هذه الاسمدة عن طريق اختيار النوع المناسب من الاحياء الدقيقة وعزله واكثاره في اوساط اوبيئات ملائمة بعد ذلك يتم تحميلها على مادة عضوية مناسبة واخيرا تضاف الى التربة اوبذور النباتات، وتمتاز هذه الاسمدة بانخفاض تكاليف انتاجها ورخص ثمنها كما انها لاتسبب اي تلوث للبيئة .

#### 4- الاسمدة التركيبية ( اسمدة المخلبيات ) : Synthetic Fertilizers

وهي عبارة عن اسمدة تحتوي على مركبات عضوية تمتاز بقدرتها على مسك واحاطة العنصر الغذائي مكونة معه مواد معقدة وثابتة وبذلك تحمي هذا العنصر الغذائي من التفاعل مع مكونات التربة ، وتستعمل خاصة مع العناصر الصغرى مثل اسمدة الحديد المخلبية ( Fe-EDTA , Fe-EDDHA ) واسمدة الزنك المخلبية ( Zn- DTPA ) وتمتاز هذه الاسمدة بارتفاع اسعارها بسبب مواصفاتها العالية ونوعيتها الجيدة .

5- الاسمدة ذات التأثير الحامضي او القاعدي Fertilizers orAlkalinityProducing "Acidity:" الاسمدة تكون اما ذات تأثير قاعدي او حامضي او متعادل في التربة.

فسماد كبريتات الامونيوم مثال يكون تأثيرها حامضي واليوريا تأثيرها النهائي حامضي على الرغم من رفعها لدرجة تفاعل التربة في البداية واسمدة النترات عموماً تكون ذات

تقانات الاسمدة النظري ( ا. م . فاتح عبد سيد ، د. رنا سعدالله عزيز )

تأثير متعادل الى قاعدي. والمعادلات التالية تبين الحموضة الناتجة من اضافة بعض الاسمدة النتروجينية والكبريتية.

$\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$
$(\text{NH}_2)_2\text{CO} + 4\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 4\text{O}_2 \rightarrow 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{O}_2 \rightarrow 3\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
$2\text{S} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}^+ + 2\text{SO}_4^{2-}$

ومع ان التغيير في درجة تفاعل التربة غير كبير احياناً بسبب القابلية التنظيمية العالية للتربة او ماتسمى بالسعة البفرية الا ان هذا التغيير مهم حتى لو كان وقتي وفي منطقة المحيط الجذري (الرايزوسفير).

## المحاضرة الثانية :-

### الدليل الملحي للسماد : Salt Index

والدليل الملحي عبارة عن النسبة بين الزيادة في الضغط الازموزي الناتج عن اضافة السماد نسبة الى الضغط الازموزي الناتج من اضافة الوزن نفسه من نترات الصوديوم على اساس قيمة النسبية له ( المئة ) على اساس ان الدليل الملحي لنترات الصوديوم واملاح النتروجين و البوتاسيوم تملك دليل ملحي اعلى من الفسفور، اضافة الامونيوم بالقرب من البذور ايضا له محاذير نتيجة لتطاير الامونيا وتأثيرها السلبي في الانسجة النباتية ولاسيما في الترب القاعدية او المائلة الى القاعدية كالترب الكلسية، تؤدي اضافة الاسمدة وخاصة الكيمائية الى زيادة تركيز الاملاح في محلول التربة مما يؤثر سلبا في انبات البذور ونمو الجذور من خلال تأثيرها غير المباشر ( الازموزي ) في خفض كمية الماء الممتصة او التأثير المباشر السمي للايونات المكونة لهذه الاملاح بسبب دخولها بكميات كبيرة الى داخل النبات وتأثيرها السلبي في العمليات الحيوية للنبات ، ويستخدم مصطلح الدليل الملحي للتعرف على هذه الظاهرة وهو عبارة عن نسبة الزيادة في الضغط الازموزي الناتجة عن اضافة السماد الى الضغط الازموزي الناتج عن اضافة نفس الوزن من سماد نترات الصوديوم كما ذكر اعلاه ، وتختلف الاسمدة في تأثيرها الملحي اعتمادا على نوع السماد وكلما كان الدليل الملحي منخفض دل ذلك على جودة السماد المستخدم وعموما فان الدليل الملحي لاملاح النتروجين والبوتاسيوم اعلى من الفسفور كذلك فان الاسمدة ذات التحليل العالي لها دليل ملحي اقل ( ضرر ملحي اقل ) من الاسمدة ذات التحليل المنخفض ، فمثلا عندما يكون المطلوب اضافة 25كغم نتروجين الى التربة فان ذلك يتطلب اضافة 125 كغم من كبريتات الامونيوم (21% نتروجين) بينما يتطلب 75 كغم من نترات الامونيوم (35% نتروجين) وبالتالي ضرر ملحي اقل عند اضافة نترات الامونيوم .



السماد	تحليل السماد ( نسبة العنصر ) %N,P,K	الدليل الملحي في وحدة مغذيات النبات
اسمدة النتروجين		
الامونيا	82.2	0.572
نترات الامونيوم	35	2.990
كبريتات الامونيوم	21.2	3.253
اسمدة الفسفور		
سوبر فوسفات اعتيادي	20	0.390
سوبر فوسفات ثلاثي	48	0.210
اسمدة البوتاسيوم		
كلوريد البوتاسيوم	60	1.936
نترات البوتاسيوم	46.6	1.580
كبريتات البوتاسيوم	54	0.853

### حركة السماد : Movement Of Fertilizer

بعد اضافة السماد الى التربة وذوبان الجزء القابل للذوبان من هذا السماد في محلول التربة المحيط بمنطقة اضافة السماد ، يبدأ السماد بالحركة من هذه المنطقة التي يكون فيها تركيز السماد عالي الى المناطق المجاورة ، ويعتمد معدل ومسافة حركة الاملاح من منطقة الاضافة على طبيعة الاملاح (نوع السماد ) وصفات التربة والظروف المناخية ، يتحرك الفسفور بصورة بطيئة جدا من منطقة وضع السماد لان ايون الفوسفات غير متحرك غالبا بينما تتحرك املاح النتروجين الى الاعلى والاسفل في محلول التربة اعتمادا على حركة الماء ، ولان النترات  $\text{NO}_3^-$  لا تدمص على سطح غرويات التربة فانها تكون سهلة الحركة والفقدان من التربة بعكس ايونات الامونيوم  $\text{NH}_4^+$  والبوتاسيوم  $\text{K}^+$  التي تكون قابلة للادمصاص من قبل غرويات التربة وبالتالي فان هذه الايونات اقل حركة من ايون النترات . يتحرك السماد مع حركة الماء الى اسفل سطح التربة كما يمكن ان يتحرك الى الاعلى بفعل الخاصية الشعرية عند وجود حرارة شمس عالية فيحدث تبخر سريع مسببا جفاف

## تقانات الاسمدة النظري / أ.م. فاتح عبد حسن ، د. رنا سعدالله عزيز

سطح التربة وبالتالي ارتفاع الماء الى الاعلى بالخاصية الشعرية وهذا يؤدي الى تجمع الاملاح الصاعدة مع الماء على سطح التربة والذي يؤثر وبشكل سلبي على نمو النبات ، كما ان لنسجة التربة دور في حركة السماد الذائب وتكون هذه الحركة اسرع في الترب الخفيفة النسجة .

بعض النقاط الواجب مراعاتها عند اجراء التسميد المعدني او العضوي :

1 - مسح التربة : قبل عملية التسميد يجب القيام بفحص ووصف وتصنيف التربة المراد تسميدها لغرض التعرف على مدى حاجتها للتسميد وتحديد نوع وكمية السماد الملائم للتربة .

2- موعد التسميد : وهذا يتوقف بشكل عام على نوع السماد المستعمل - فمثلا السماد العضوي يضاف في وقت مبكر لانه يحتاج فترة للتحلل اما الاسمدة النتروجينية فهي اسمدة سريعة الفقد من التربة بعمليات الغسل والتطاير والتثبيت لهذا فانها تضاف على شكل دفعات مثال على ذلك سماد كبريتات الامونيوم يضاف بشكل عام على دفعتين دفعة اولى عند الزراعة ودفعة ثانية بعد 3 - 4 اسابيع من الزراعة ، كما يجب عدم اضافة الاسمدة النتروجينية قبل النضج لانها تؤدي الى زيادة النمو الخضري على حساب الانتاج .

3 - طريقة التسميد : وهذه تعتمد بشكل عام على نوع المحصول المزروع ، وهناك عدة طرق لاضافة السماد :

أ- طريقة النثر Broadcast : وفيها يضاف السماد بشكل منتظم على سطح التربة نثرا باليد او باستعمال آلة ، تستخدم هذه الطريقة عند تسميد المحاصيل التي تزرع بمساحات واسعة مثل محاصيل الحبوب وذلك قبل الزراعة ، وعند اضافة الاسمدة نثرا بعد الزراعة والانبات ( المحصول موجود ) كما يحصل عند تسميد حقول الحنطة او المراعي او المسطحات الخضراء فتسمى طريقة النثر بعد الزراعة Top- dressing ، وتمتاز طريقة النثر بانها سهلة وغير مكلفة نسبيا ويفضل ان يكون سطح التربة رطبا عند نثر السماد ، لاتستخدم هذه الطريقة عند تسميد الاشجار الكبيرة كما انها لاتستخدم عند اضافة الاسمدة الفوسفاتية حيث ان طريقة النثر تتيح للفسفور الاتصال بحبيبات التربة وبمساحات سطحية كبيرة مما يؤدي الى تثبيت الفسفور .

## تقانات الاسمدة النظري / أ.م. فاتح عبد حسن ، د. رنا سعدالله عزيز

ب- التسميد الموضعي : تستعمل في تسميد الأشجار كاشجار الفاكهة والغابات حيث يضاف السماد بعد حفر خندق حول الساق .

ت- طريقة الاشرطة : وفيها يتم وضع السماد مع البذور عند البذار حيث يوضع السماد في اشرطة ( خطوط ) تحت سطح التربة على عمق 5 - 2.5 سم ، ويراعى في هذه الطريقة ترك مسافة بين خط البذور وخط السماد لتجنب قتل الانبات بسبب التأثير الملحي للسماد .

ث- طريقة التلقيح : وفيها يتم وضع السماد في حفرة صغيرة ( جورة ) على حافة الساق وتستعمل في المحاصيل التي تزرع على خطوط مثل الذرة والقطن .

ج- التسميد الورقي : وهي اضافة الاسمدة على شكل محاليل رشاً على الاوراق ، وتستعمل في حالة اضافة العناصر الصغرى وذلك لتفادي المشاكل التي تظهر عند اضافة هذه العناصر بشكل مباشر الى التربة ، كما انها تستخدم لتصحيح نقص العناصر انيا .

ح- اضافة الاسمدة مع ماء الري Fertigation : يمكن اضافة الاسمدة مع ماء الري (خاصة نظام الري بالتنقيط ) على ان تكون هذه الاسمدة سهلة الذوبان بالماء ولا تسبب تلف الانابيب المستخدمة في منظومة الري .

4 - علاقة التسميد بنوع المحصول : يختلف الاحتياج للعناصر الغذائية من نبات الى اخر ولكن بشكل عام عند تسميد النباتات الورقية ( السلق مثلا ) نركز على الاسمدة النتروجينية لزيادة النمو الخضري بالاضافة الى الاسمدة الاخرى ، اما في حال تسميد المحاصيل الجذرية ( البنجر السكري مثلا ) يكون التركيز على الاسمدة البوتاسية ، بينما في محاصيل الحبوب يكون التركيز على الاسمدة الفوسفاتية مع اضافة الاسمدة الاخرى .

5 - شكل السماد : يتم اختيار شكل السماد المستخدم ( مثلا عند التسميد بالنتروجين هل نختر اليوريا ، كبريتات الامونيوم ، نترات الكالسيوم..... ) اعتمادا على سعر السماد ( قيمة العنصر المغذي في السماد ) ونسبة العنصر في السماد ودرجة ذوبان السماد ومدى ملائمة السماد لخصائص التربة الفيزيائية والكيميائية وغيرها.

تقانات الاسمدة النظري / أ.م. فاتح عبد حسن ، د. رنا سعدالله عزيز

بعض النقاط الواجب مراعاتها عند خزن الاسمدة :

- 1 - وضع السماد في اكياس نايلون او عبوات بلاستيكية للمحافظة على السماد من الرطوبة .
- 2 - يجب ان تكون المخازن جافة ويوضع السماد على الواح خشبية لمنع امتصاص الرطوبة من الارض ، كما يجب ان يكون سطح المخزن مائل لايجمع فوقه الماء .
- 3 - يراعى تاريخ الانتاج عند خزن السماد - كما يجب عدم شراء الاسمدة التي تتلف بالتخزين الطويل الا بكميات محدودة لاستعمالها مباشرة او لتخزينها لفترة قصيرة .
- 4 - لاتوضع اكياس السماد فوق بعضها لارتفاع اكثر من 2.5 متر لان الضغط مع الرطوبة يسبب تكثف السماد .
- 5 - يجب ان يكون المخزن مجهز بآلة اطفاء حريق وصيدلية .
- 6 - عدم التدخين داخل المخزن او استخدام اجهزة التسخين .
- 7 - عدم فتح اكياس السماد الا عند استخدامها كما يجب التخلص من الاكياس الفارغة .

## المحاضرة الثالثة تصنيع الاسمدة الفوسفاتية

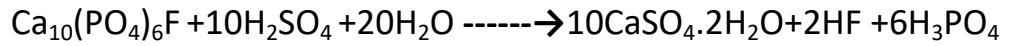
تعتبر الصخور الفوسفاتية Rock Phosphate المصدر الاساس في صناعة الاسمدة الفوسفاتية ، وتوجد هذه الصخور في العديد من الدول ومنها العراق حيث توجد في محافظة الانبار في منطقة الرطبة ، وقد استعملت هذه الصخور بشكل مباشر كاسمدة فوسفاتية و ادى استعمالها الى استجابة العديد من النباتات لاضافة هذه الصخور المطحونة وبالتالي زيادة الحاصل ، الا ان اضافة الفسفور على شكل صخور فوسفاتية يحتاج الى كميات كبيرة من هذه الصخور مقارنة بالكميات التي تضاف من الاسمدة الفوسفاتية الاخرى فقد وجد ان اضافة 717كغم / هكتار من  $P_2O_5$  على شكل صخور فوسفاتية يعطي تأثيرا مشابها لاضافة 157كغم / هكتار من  $P_2O_5$  على شكل سوبر فوسفات .

ان اهم الاسمدة الفوسفاتية الشائعة هي :

### حامض الفسفوريك : Phosphoric Acid

حامض الفسفوريك  $H_3PO_4$  له دور كبير في صناعة الاسمدة الفوسفاتية ، وقد يستعمل بشكل مباشر وبكميات قليلة كسماد مع مائة الري خاصة في الترب القاعدية مع الاشارة الى عدم امكانية استخدامه في الترب الحامضية ، يصنع من :

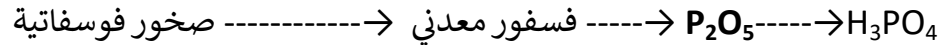
أ. تحميص الصخور الفوسفاتية بحامض الكبريتيك  $H_2SO_4$  تركيز 93% ( الطريقة الرطبة ) اما اذا كان تركيز الحامض 70% او اقل فيكون الناتج سماد السوبر فوسفات الاعتيادي :



يلاحظ من خلال التفاعل الحصول على الجبس  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  وبكميات كبيرة وهذا الجبس يمكن استخدامه كمصلح للتربة الصودية .

حامض الفسفوريك المصنع بهذه الطريقة يطلق عليه الحامض الاخضر green acid لاحتوائه على شوائب .

ب- طريقة الافران ( الحرارة ) : في هذه الطريقة تعرض الصخور الفوسفاتية لحرارة عالية باستخدام افران كهربائية او من خلال تسخين الصخور الفوسفاتية في مرمدة كهربائية Muffle ( Furnace ) لانتاج عنصر الفسفور الذي يتم تفاعله مع الاوكسجين ليعطي  $P_2O_5$  وهذا يشرب بالماء ليكون الناتج النهائي حامض الفسفوريك :

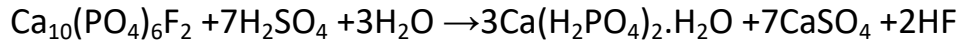


حامض الفسفوريك المصنع بهذه الطريقة يطلق عليه الفسفور الابيض ويكون اكثر نقاوة فتركيز الحامض في هذه الطريقة 80 – 85% لهذا فهو اغلى ثمنا من الحامض المصنع بالطريقة الاولى كما ان هذا الحامض سهل النقل والاستعمال ويستعمل كسماد فوسفاتي وبنجاح باضافته مع ماء الري كما انه يستخدم في صناعة الاسمدة السائلة بسبب نقاوته .

سماد السوبر فوسفات الاعتيادي : Ordinary Super Phosphate ( OSP )  
او Single Super Phosphate ( SSP )



يصنع هذا السماد من تفاعل حامض الكبريتيك المركز (98-93 %) مع الصخور الفوسفاتية المطحونة كما في المعادلة :



يجب ان تحدد كمية حامض الكبريتيك المضاف ، حيث ان زيادة الكمية المضافة من هذا الحامض تؤدي الى تكوين حامض الفسفوريك  $\text{H}_3\text{PO}_4$  وهذا يعتبر احد العيوب الاساسية للسماد يحتوي السماد على  $\text{P}_2\text{O}_5$  %20 (اي 9 % P ) ، 85% من الفسفور الموجود في السماد ذائب في الماء ، حيث ان 85% من فسفور هذا السماد يكون على صورة  $\text{H}_2\text{PO}_4$  القابل للذوبان في الماء والبقية تكون اما على صورة  $\text{HPO}_4$  الاقل ذوبانا او على صورة  $\text{PO}_4$  غير الذائب في الماء .

كذلك يحتوي هذا السماد على 19-22 % كالسيوم و 10-12 كبريت .

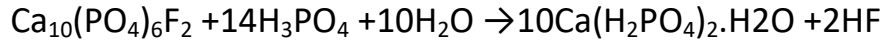
ان استعمال هذا السماد قل في الوقت الحاضر بسبب :

- 1- انخفاض نسبة الفسفور في هذا السماد .
- 2- هناك عدد من المشاكل في تخزين هذا السماد نتيجة الحموضة الزائدة .
- 3- تجمع السماد على شكل كتل .

سماد السوبر فوسفات الثلاثي : Triple Super Phosphate ( TSP )



يصنع هذا السماد من تفاعل حامض الفسفوريك  $\text{H}_3\text{PO}_4$  مع الصخور الفوسفاتية المطحونة :



يحتوي هذا السماد على 45-50 %  $\text{P}_2\text{O}_5$  ( اي 20-22 % P ) كما يحتوي على 16-12 % كالسيوم و 1-2 % كبريت و معظم الفسفور الموجود في السماد قابل للذوبان بالماء (95-99) .

يعد هذا السماد من الاسمدة الفوسفاتية الواسعة الانتشار لثبوت استجابة النباتات المختلفة لهذا السماد عند اضافته لمختلف الترب ، ان الفرق بين هذا السماد وسماد السوبر فوسفات الاعتيادي اضافة الى اختلاف المواد الداخلة في التصنيع هو احتواء السماد على نسبة اعلى من الفسفور على الرغم من تشابه الصيغة الكيميائية لكلا السامدين .

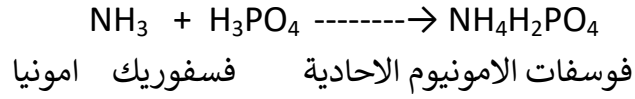
سماد السوبر فوسفات المركز :  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$

يصنع هذا السماد من تفاعل الصخر الفوسفاتي مع حامض الفسفوريك الابيض ، ان فقدان جزيئة الماء من السوبر فوسفات الثلاثي مع جزء من غاز الفلورين ومواد متطايرة اخرى يؤدي الى تكون سماد السوبر فوسفات المركز ، يحتوي هذا السماد على 54%  $\text{P}_2\text{O}_5$  (24% P) .

سماد فوسفات الامونيوم : Ammonium Phosphate

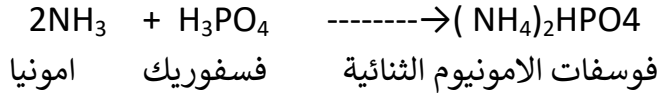
يوجد عدة انواع من هذا السماد :

فوسفات احادي الامونيوم: ( MAP ) Mono Ammonium Phosphate  
يصنع من تفاعل الامونيا مع حامض الفسفوريك كما في المعادلة :



يحتوي السماد على 11% نروجين N و 21% فسفور P ( 48% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ) اي ان تحليل السماد هو 11 : 48 : 0 ، هذا السماد ذائب في الماء وله تاثير حامضي ( pH : 4 ) .

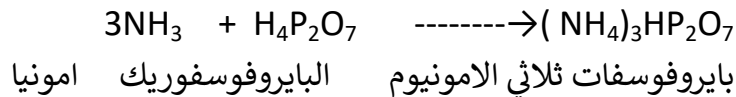
فوسفات اثنائي الامونيوم: ( DAP ) Di Ammonium Phosphate  
هذا السماد يشبه فوسفات احادي الامونيوم ولكنه يحتاج الى 2مول من الامونيا يصنع من تفاعل الامونيا مع حامض الفسفوريك كما في المعادلة :



يحتوي السماد على 16% نروجين N و 48% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> اي ان تحليل السماد هو 16 : 48 : 0 ، هذا السماد ذائب في الماء ويضاف مباشرة الى التربة ، كما ان pH لهذا السماد يصل الى 8 : pH في حين ان ال pH لسماد Mono Ammonium Phosphate هو 4 : pH لذلك في الترب الكلسية قد لا يضاف هذا السماد اكثر من 65 كغم / هـ في حين في الترب الحامضية قد تصل الكمية الى 100 كغم / هـ كذلك اشارت نتائج بعض البحوث الى ان سماد MAP كان افضل من سماد DAP في الترب الكلسية .

معدل ذوبان ال MAP اوطأ من DAP تحت درجات الحرارة المنخفضة وهو 23 غم / 100 مل من المحلول في 10 م° مقابل 39 غم / 100 مل من المحلول في 10 م° على التوالي .

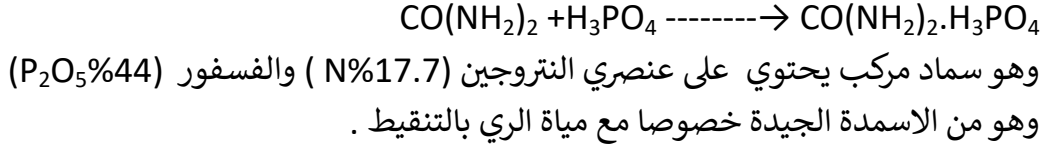
بولي فوسفات الامونيوم Poly Ammonium Phosphate  
يصنع بمعاملة البايروفوسفات H<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> مع الامونيا كما في المعادلة :



حامض البايروفوسفوريك ينتج من ازالة الماء من حامض الفوسفوريك المنتج بالطريقة الرطبة ، وهذا السماد يتصف بتركيز عالي من الفسفور حيث يحتوي على جزيئتين من الاورثوفوسفات بعد فقدان جزيئة ماء واحدة .

فوسفات اليوريا ( UP ) Urea Phosphate

يصنع السماد من تفاعل سماد اليوريا مع حامض الفسفوريك :



### مجمع الاسمدة في القائم

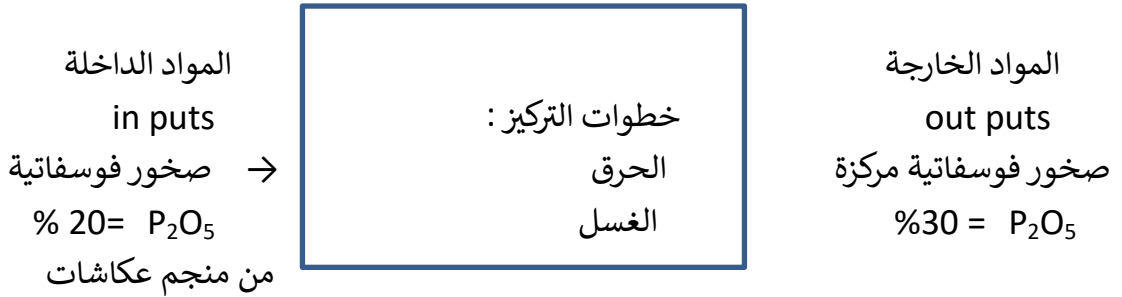
مصدر الصخور الفوسفاتية هو منجم فوسفات عكاشات حيث يبلغ معدل تركيز خامس اوكسيد الفسفور فيها 20% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> يتكون المجمع من عدد من الوحدات الانتاجية التي تسهم بمنتجاتها في صناعة الاسمدة :

اولا - الوحدة 100 (unit 100)

في هذه الوحدة يتم رفع تركيز P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> في الصخور الفوسفاتية من 20% الى 30% عن طريق : الحرق Calcination : الصخور الفوسفاتية التي تم تكسيدها تحرق في فرن دوار لازالة المواد العضوية ومواد اخرى .

الغسل Wet treatment: يتم ازالة المواد الطينية والغرينية والشوائب باضافة الماء الى الصخور التي تم حرقها في الفرن .

### وحدة التركيز U- 100



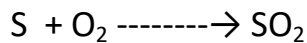
ثانيا - الوحدة 200 (Unit200) معمل صناعة حامض الكبريتيك

لصناعة حامض الكبريتيك من الكبريت الصلب اوالسائل الذي يتم الحصول عليه من كركوك او المشراق او مناطق اخرى .

خطوات انتاج حامض الكبريتيك :

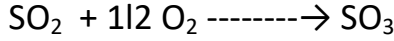
الاكسدة oxidation : يحرق الكبريت في افران بواسطة الاوكسجين الذي يتم الحصول عليه من

الجو لانتاج ثاني اوكسيد الكبريت

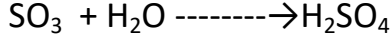




التحويل conversion : تفاعل الناتج من الخطوة الاولى مع مزيد من الاوكسجين لانتاج ثالث اوكسيد الكبريت



الامتصاص absorption : ثالث اوكسيد الكبريت يذوب في الماء لانتاج حامض الكبريتيك



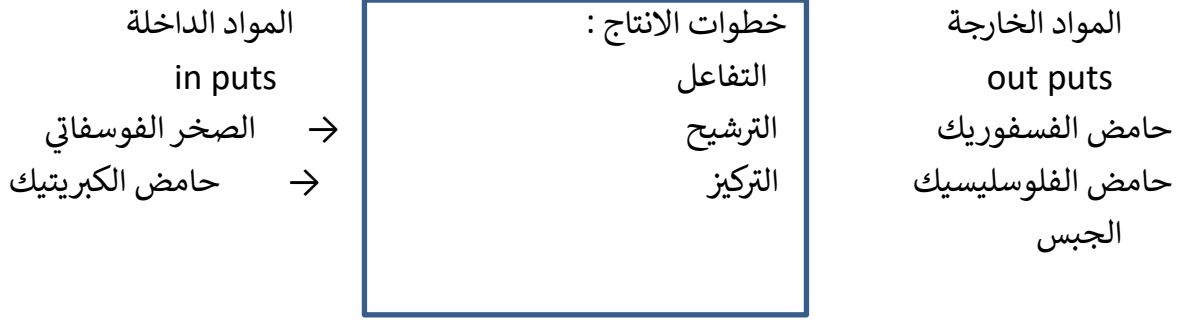
### الوحدة U- 200

المواد الداخلة in puts	خطوات الانتاج : الاكسدة التحويل الامتصاص	المواد الخارجة out puts
→ كبريت S		→ حامض الكبريتيك
→ اوكسجين O <sub>2</sub>		→ بخار الماء

ثالثا – الوحدة 300 معمل صناعة حامض الفسفوريك  
لصناعة حامض الفسفوريك بتركيز 54% من تفاعل صخر الفوسفات المركز الى 30% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> مع  
حامض الكبريتيك المركز الى 98.5%  
مصدر الصخور الفوسفاتية المركزة الى 30% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> هو الوحدة 100  
مصدر حامض الكبريتيك المركز الى 98.5% هو الوحدة 200

خطوات انتاج حامض الفسفوريك :  
التفاعل Reaction : يتفاعل الصخر الفوسفاتي المركز الى 30% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> مع حامض الكبريتيك المركز  
الى 98.5% فينتج مزيج يحتوي على :  
حامض الفسفوريك + حامض الفلوسليسيك + الجبس  
الترشيح Filtration : تتم عملية الترشيح لازالة الجبس فيبقى حامض الفسفوريك + حامض  
الفلوسليسيك  
التركيز Concentration : يمرر الحامض من خلال ثلاث مراحل من المراكز لغرض ازالة حامض  
الفلوسليسيك بواسطة غاسلات وازالة الماء بواسطة التبخير – يرسل حامض الفسفوريك الناتج الى  
الوحدة 400 اما حامض الفلوسليسيك فيرسل الى الوحدة 500 والجبس Gypsum الى النفايات  
الصناعية .

الوحدة U- 300



رابعاً - الوحدة 451 U 451 مصنع الامونيا  
لانتاج الامونيا لغرض استخدامها في صناعة الاسمدة المركبة اضافة الى الاستخدامات الاخرى  
تصنع الامونيا من : أ- الغاز الطبيعي ب- الهواء ج- بخار الماء

مصنع الامونيا



خامساً - الوحدة 400 U400 مصانع الاسمدة  
الهدف من انشاء مصانع الاسمدة :  
لانتاج انواع مختلفة من الاسمدة من الصخور الفوسفاتية المركزة ، حامض الفسفوريك ، حامض  
الكبريتيك ، اليوريا ، الامونيا ، البوتاس ..... الخ .

مصادر المواد الداخلة في صناعة الاسمدة :  
الصخور الفوسفاتية المركزة 30% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> من الوحدة 100

من الوحدة 200	$H_2SO_4$ %98.5	حامض الكبريتيك
من الوحدة 300	تركيز $H_3PO_4$ %54	حامض الفسفوريك
من البصرة وبيجي	$CO(NH_2)_2$	اليوريا
مصنع الامونيا	$NH_3$	الامونيا
يستورد من الاردن	KCL	البوتاس

خطوات الانتاج لكل نوع من انواع الاسمدة :

الاسمدة الفوسفاتية الثلاثية المركزة (TSP) Triple Super Phosphate  
يصنع من تفاعل الصخور الفوسفاتية المركزة الى  $P_2O_5$  %30 مع حامض الفسفوريك تركيز  
%54 .

#### مصنع T.S.P



فوسفات احادي الامونيوم : ( MAP ) Mono Ammonium Phosphate  
يصنع من تفاعل حامض الفسفوريك المركز مع الامونيا :

#### مصنع M.A.P



الاسمدة المركبة (N .P.K)

يتم الحصول على انواع مختلفة منها :

سماد (نتروجين - فوسفات - بوتاسيوم) (N .P.K)

يتم الحصول عليه من المواد التالية ( اليوريا - فوسفات احادي الامونيوم - كلوريد البوتاسيوم ) .

مصنع N.P.K

المواد الداخلة  
→ يوريا  
→ فوسفات احادي  
الامونيوم  
→ كلوريد البوتاسيوم



المواد الخارجة

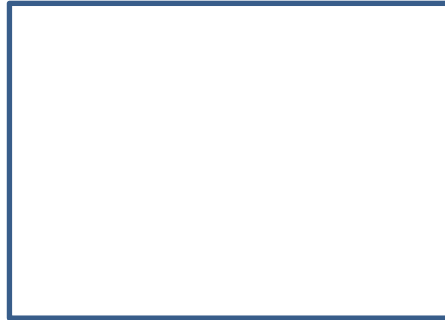
سماد مركب N.P.K  
→ 18:18:18

سماد (نتروجين - فوسفات) (N .P)

يتم الحصول عليه من المواد التالية ( اليوريا - فوسفات احادي الامونيوم ) .

مصنع N.P

المواد الداخلة  
→ يوريا  
→ فوسفات احادي  
الامونيوم



المواد الخارجة

سماد مركب N.P.K  
→ 27:27:0

سماد (فوسفات - بوتاسيوم) ( P.K)  
يتم الحصول عليه من المواد التالية (كلوريد البوتاسيوم - T.S.P SLURRY).

مصنع P.K

المواد الداخلة  
T.S.P SLURRY →

KCL →



المواد الخارجة

→ سماد مركب N.P.K  
0:23:23

سادسا - الوحدة 500 - U املاح الفلورين FLUORINE  
الهدف من انشاء المصنع : انتاج فلوريد الالمنيوم  $AlF_3$  والكريولايت  $Na_3AlF_6$  وذلك من تفاعل  
المواد التالية : (حامض الفلوسليسلك ، هيدروكسيد الالمنيوم ، كربونات الصوديوم)

مصادر المواد الداخلة في صناعة املاح الفلورين :

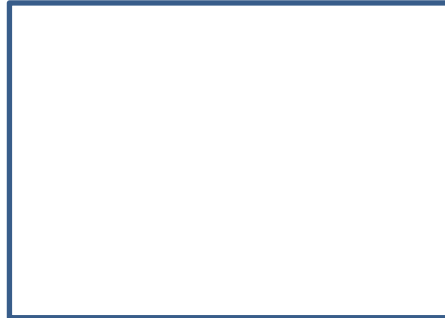
حامض الفلوسليسلك  $H_2SiF_6$  ناتج عرضي من الوحدة 300  
هيدروكسيد الالمنيوم  $Al(OH)_3$  من خارج المنشأة  
كربونات الصوديوم  $Na_2CO_3$  من خارج المنشأة

فلوريد الالمنيوم Aluminium Fluorid  $AlF_3$   
يتم انتاجه من تفاعل حامض الفلوسليسلك مع هيدروكسيد الالمنيوم

مصنع  $AlF_3$

المواد الداخلة  
→ حامض الفلوسليسلك  
 $H_2SiF_6$

→ هيدروكسيد الالمنيوم  
 $Al(OH)_3$



المواد الخارجة

→ فلوريد الالمنيوم  
 $AlF_3$

## الكرايولايت $Na_3AlF_6$

يتم انتاجه من تفاعل حامض الفلوسليسلك مع هيدروكسيد الالمنيوم و كربونات الصوديوم



سابعاً - الوحدة 600 وحدة الخدمات الصناعية U - 600

الهدف من انشاء الوحدة هو توفير الخدمات الرئيسية للمجمع :

تزويد المجمع بالماء بمختلف انواعه ( ماء الشرب ، ماء التبريد ، ماء خالي من الاملاح --- الخ ) .

تزويد المجمع بالطاقة على شكل ( طاقة كهربائية ، غاز طبيعي ، زيت الوقود --- الخ )

تزويد المجمع بالهواء .

توفير المواد الاولية التي يحتاجها المجمع مثل اليوريا ، البوتاس وغيرها وتصدير الاسمدة والمنتجات الاخرى .

ثامناً - الوحدة 700 وحدة الصيانة U - 700

الهدف من انشاء وحدة الصيانة هو توفير الخدمات الرئيسية التالية للمجمع :

ادارة وصيانة جميع الابنية

ادارة الكراجات

صيانة المعامل والمعدات الموجودة في المجمع ( الصيانة الكهربائية ، الصيانة الميكانيكية ، صيانة

الالات الدقيقة )

ادارة المخازن وتوفير المواد الاحتياطية للمعامل والمعدات .

## تقانات اضافة الاسمدة الفوسفاتية :

يتعرض الفسفور المضاف على شكل اسمدة فوسفاتية الى عملية ترسيب او احتفاظ التربة بالفسفور وهذه العملية تعتمد بشكل رئيسي على درجة تفاعل التربة حيث يترسب الفسفور في الترب القاعدية على شكل فوسفات كالسيوم وفي الترب الحامضية على شكل فوسفات حديد وفوسفات المنيوم وبهذا يتحول الفسفور من الصورة الجاهزة الى الصور الاقل جاهزية والغير جاهزة ، وان احد الحلول لهذه المشكلة او الحد منها يكمن في تقنية اضافة السماد الفوسفاتي من خلال :

اضافة السماد على دفعات و حسب حاجة النبات .

اضافة الاسمدة الفوسفاتية البطيئة الذوبان

طريقة اضافة السماد : يفضل الاضافة الموقعية للاسمدة الفوسفاتية قرب النباتات

وذلك بطريقة الخطوط او طريقة الحزم او الحفر (التلقيم) Band Application ولاينصح باضافة الاسمدة الفوسفاتية بطريقة النثر حيث ان طريقة النثر تعرض حبيبات السماد الى مساحة اكبر من سطوح حبيبات التربة و كاربونات الكالسيوم مما يعطي فرصة اكبر لحفظ وتثبيت كمية كبيرة من الفسفور المضاف على عكس الاضافة الموقعية او التلقيم التي تقلل من تماس السماد مع التربة وبالتالي انخفاض معدل احتفاظ التربة بالفسفور وزيادة الجاهز منه للنبات ، ان استخدام طريقة التلقيم Band او الخطوط او الحزم في اضافة الاسمدة الفوسفاتية تعتبر اقتصادية عن طريق :  
الاقتصاد في كمية السماد المضاف حيث يمكن اضافة نصف كمية السماد مقارنة بطريقة النثر .  
Broad casting

الاقتصاد بالوقود المستخدم عن طريق اضافة السماد مرة واحدة مع الحراثة وزراعة البذور ( حراثة - اضافة السماد - زراعة البذور ) .

تقليل عملية تثبيت الفسفور وبالتالي زيادة الجاهز منه للنبات .

من العوامل الاخرى المؤثرة في عملية احتفاظ التربة بالفسفور او ترسيب الفسفور هو حجم حبيبة السماد الفوسفاتي حيث انه لايفضل استخدام الاسمدة الناعمة او الاسمدة على شكل مسحوق بسبب زيادة سطح التلامس مع التربة وبالتالي زيادة عملية التثبيت للفسفور على عكس الاسمدة ذات الحبيبات الخشنة حيث يقل التماس بين التربة والسماد مما يقلل من عملية التثبيت وبالتالي زيادة الفسفور الجاهز للنبات .

## المشاكل البيئية للأسمدة الفوسفاتية :

عملية الاثراء الغذائي Eutrophication

بسبب انخفاض معدل حركة الفسفور في التربة فانه يتجمع في الطبقة السطحية للتربة وهذا يؤدي الى فقدان كميات كبيرة من الفسفور نتيجة انجراف الطبقة السطحية بعملية التعرية المائية ، وهذا الفسفور المفقود يمكن ان ينقل الى المسطحات المائية الذي يشجع بدوره نمو الطحالب والنباتات المائية مما يؤدي الى زيادة الطلب على الاوكسجين المذاب اللازم لتحلل المادة العضوية وبالتالي استهلاك معظم الاوكسجين مما يؤثر سلبا في الحياة المائية من موت الاسماك والاحياء المائية الاخرى، ان السيطرة على التعرية يمكن ان يقلل او ينهي هذه المشكلة .  
محتوى الاسمدة الفوسفاتية من الكاديوم

يحتوي الصخر الفوسفاتي المستخدم في صناعة الاسمدة الفوسفاتية على عناصر ثقيلة خصوصا عنصر الكاديوم السام الذي ينتقل الى الانسان عبر السلسلة الغذائية او عن طريق تناول منتجات زراعية نمت في ترب ملوثة بالكاديوم ، في الترب العراقية لا يوجد خوف من تراكم الكاديوم بسبب ال pH القاعدي ووجود الكربونات التي تقيد الكاديوم وتجعله اقل جاهزية ( وجود العناصر الثقيلة ومنها الكاديوم بشكل جاهز يكون محدود اذا كان pH محلول التربة اكثر من 6.5) .  
الفسفور والفائتين

التسميد العالي بالفسفور يؤدي الى زيادة محتوى البذور والحبوب من الفسفور الذي يوجد على صورة فائتين phytin وهذا يتسبب في تكوين مركبات ومواد غير ذائبة مع الحديد والزنك والنحاس ومن ثم تثبيط حيوية هذه العناصر وما الى ذلك من تاثيرات سلبية في صحة الانسان .  
تاثيرات معامل صناعة الاسمدة الفوسفاتية

الصخر الفوسفاتي يمكن ان يحوي على شوائب من المواد المشعة وبعض العناصر الثقيلة كذلك فان صناعة الاسمدة الفوسفاتية تطرح مواد عرضية او فضلات يطلق عليها الجبس الفوسفاتي وبكميات كبيرة تفوق كمية السماد المصنع ، ويتم تجميع هذه المواد على شكل اكوام بالقرب من المصنع ، ان كمية هذه المواد تزداد يوما بعد يوم والتي تعتبر مصدر من مصادر التلوث للمناطق المجاورة بسبب ذوبانها وانجرافها مع مياه الامطار الساقطة ، ان عملية طمر هذه المادة في اعماق الارض تحتاج الى مساحات واسعة من الاراضي كذلك فان رميها في البحر عملية مكلفة وتحتاج الى اجهزة نقل خاصة ، هناك محاولات للاستفادة من مادة الجبس الفوسفاتي كمادة صناعية او كمصلح للتربة ولكن ضمن حدود معينة وفي ترب ذات مواصفات خاصة .



### مجمع الاسمدة في القائم :-

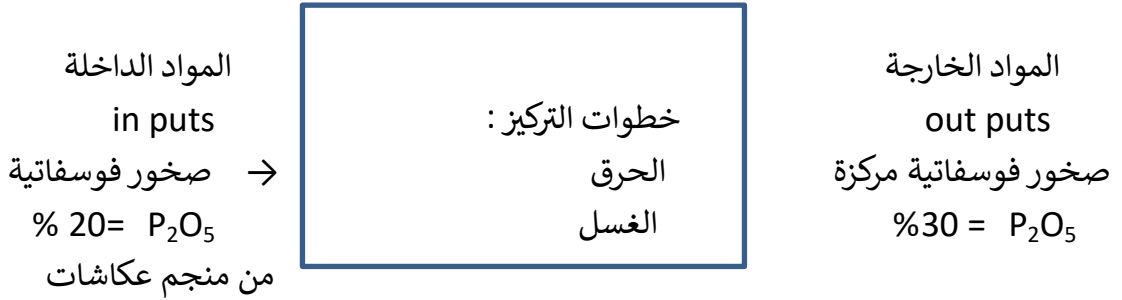
مصدر الصخور الفوسفاتية هو منجم فوسفات عكاشات حيث يبلغ معدل تركيز خامس اوكسيد الفسفور فيها 20%  $P_2O_5$  يتكون المجمع من عدد من الوحدات الانتاجية التي تسهم بمنتجاتها في صناعة الاسمدة :

اولا - الوحدة 100 ( unit 100 )

في هذه الوحدة يتم رفع تركيز  $P_2O_5$  في الصخور الفوسفاتية من 20% الى 30% عن طريق : الحرق Calcination : الصخور الفوسفاتية التي تم تكسيرها تحرق في فرن دوار لازالة المواد العضوية ومواد اخرى .

الغسل Wet treatment : يتم ازالة المواد الطينية والغرينية والشوائب باضافة الماء الى الصخور التي تم حرقها في الفرن .

#### وحدة التركيز U- 100

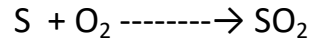


#### ثانيا - الوحدة 200 (Unit200) معمل صناعة حامض الكبريتيك

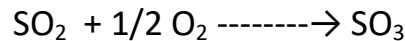
لصناعة حامض الكبريتيك من الكبريت الصلب اوالسائل الذي يتم الحصول عليه من كركوك او المشراق او مناطق اخرى .

خطوات انتاج حامض الكبريتيك :

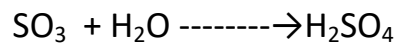
الاكسدة oxidation : يحرق الكبريت في افران بواسطة الاوكسجين الذي يتم الحصول عليه من الجو لانتاج ثاني اوكسيد الكبريت



التحويل convection : تفاعل الناتج من الخطوة الاولى مع مزيد من الاوكسجين لانتاج ثالث اوكسيد الكبريت



الامتصاص absorption : ثالث اوكسيد الكبريت يذوب في الماء لانتاج حامض الكبريتيك



الوحدة U- 200

المواد الداخلة in puts	خطوات الانتاج : الاكسدة التحويل الامتصاص	المواد الخارجة out puts
→ كبريت S		→ حامض الكبريتيك
→ اوكسجين O <sub>2</sub>		→ بخار الماء

ثالثا - الوحدة 300 معمل صناعة حامض الفسفوريك  
 لصناعة حامض الفسفوريك بتركيز 54% من تفاعل صخر الفوسفات المركز الى 30% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> مع  
 حامض الكبريتيك المركز الى 98.5%  
 مصدر الصخور الفوسفاتية المركزة الى 30% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> هو الوحدة 100  
 مصدر حامض الكبريتيك المركز الى 98.5% هو الوحدة 200

خطوات انتاج حامض الفسفوريك :  
 التفاعل Reaction : يتفاعل الصخر الفوسفاتي المركز الى 30% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> مع حامض الكبريتيك المركز  
 الى 98.5% فينتج مزيج يحتوي على :  
 حامض الفسفوريك + حامض الفلوسليسيك + الجبس  
 الترشيح Filtration : تتم عملية الترشيح لازالة الجبس فيبقى حامض الفسفوريك + حامض  
 الفلوسليسيك  
 التركيز Concentration : يمرر الحامض من خلال ثلاث مراحل من المراكز لغرض ازالة حامض  
 الفلوسليسيك بواسطة غاسلات وازالة الماء بواسطة التبخير - يرسل حامض الفسفوريك الناتج الى  
 الوحدة 400 اما حامض الفلوسليسيك فيرسل الى الوحدة 500 والجبس Gypsum الى النفايات  
 الصناعية

الوحدة U- 300

المواد الداخلة in puts	خطوات الانتاج : التفاعل الترشيح التركيز	المواد الخارجة out puts
→ الصخر الفوسفاتي		حامض الفسفوريك
→ حامض الكبريتيك		حامض الفلوسليسيك الجبس

رابعاً - الوحدة 451 U 451 مصنع الامونيا  
 لانتاج الامونيا لغرض استخدامها في صناعة الاسمدة المركبة اضافة الى الاستخدامات الاخرى  
 تصنع الامونيا من : أ- الغاز الطبيعي ب- الهواء ج- بخار الماء

### مصنع الامونيا



خامساً - الوحدة 400 U400 مصانع الاسمدة  
 الهدف من انشاء مصانع الاسمدة :  
 لانتاج انواع مختلفة من الاسمدة من الصخور الفوسفاتية المركزة ، حامض الفسفوريك ، حامض  
 الكبريتيك ، اليوريا ، الامونيا ، البوتاس ..... الخ .

مصادر المواد الداخلة في صناعة الاسمدة :		
من الوحدة 100	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %30	الصخور الفوسفاتية المركزة
من الوحدة 200	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> %98.5	حامض الكبريتيك
من الوحدة 300	تركيز %54 H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	حامض الفسفوريك
من البصرة وبيجي	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	اليوريا
مصنع الامونيا	NH <sub>3</sub>	الامونيا
يستورد من الاردن	KCL	البوتاس

خطوات الانتاج لكل نوع من انواع الاسمدة :  
 الاسمدة الفوسفاتية الثلاثية المركزة Triple Super Phosphate (TSP)  
 يصنع من تفاعل الصخور الفوسفاتية المركزة الى %30 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> مع حامض الفسفوريك تركيز  
 %54 .

مصنع T.S.P

المواد الداخلة

$P_2O_5$  %30 →

$H_3PO_4$  %54 →



المواد الخارجة

السماذ الفوسفاتي

→ الثلاثي المركز

فوسفات احادي الامونيوم : Mono Ammonium Phosphate ( MAP )  
يصنع من تفاعل حامض الفسفوريك المركز مع الامونيا :

مصنع M.A.P

المواد الداخلة

$H_3PO_4$  %54 →

$NH_3$  →



المواد الخارجة

سماذ فوسفات احادي

→ الامونيوم

الاسمدة المركبة (N .P.K)

يتم الحصول على انواع مختلفة منها :

سماذ (نتروجين - فوسفات - بوتاسيوم) (N .P.K)

يتم الحصول عليه من المواد التالية ( اليوريا - فوسفات احادي الامونيوم - كلوريد البوتاسيوم ) .

مصنع N.P.K

المواد الداخلة  
→ يوريا  
→ فوسفات احادي  
الامونيوم  
→ كلوريد البوتاسيوم



المواد الخارجة  
سماد مركب N.P.K  
→ 18:18:18

سماد (نتروجين - فوسفات) (N .P)  
يتم الحصول عليه من المواد التالية ( اليوريا - فوسفات احادي الامونيوم ) .

مصنع N.P

المواد الداخلة  
→ يوريا  
→ فوسفات احادي  
الامونيوم



المواد الخارجة  
سماد مركب N.P.K  
→ 27:27:0

سماد (فوسفات - بوتاسيوم) ( P.K)  
يتم الحصول عليه من المواد التالية ( كلوريد البوتاسيوم - T.S.P SLURRY ) .

مصنع P.K

المواد الداخلة  
→ T.S.P SLURRY  
→ KCL



المواد الخارجة  
سماد مركب N.P.K  
→ 0:23:23

سادسا - الوحدة 500 املاح الفلورين FLUORINE  
الهدف من انشاء المصنع : انتاج فلوريد الالمنيوم  $AlF_3$  والكريوليت  $Na_3AlF_6$  وذلك من تفاعل  
المواد التالية : (حامض الفلوسليسلك ، هيدروكسيد الالمنيوم ، كربونات الصوديوم )

مصادر المواد الداخلة في صناعة املاح الفلورين :

حامض الفلوسليسلك	$H_2SiF_6$	نتاج عرضي من الوحدة 300
هيدروكسيد الالمنيوم	$Al(OH)_3$	من خارج المنشأة
كربونات الصوديوم	$Na_2CO_3$	من خارج المنشأة

فلوريد الالمنيوم  $AlF_3$  Aluminium Fluorid  
يتم انتاجه من تفاعل حامض الفلوسليسلك مع هيدروكسيد الالمنيوم

مصنع  $AlF_3$



## الكرايولايت $Na_3AlF_6$

يتم انتاجه من تفاعل حامض الفلوسليسلك مع هيدروكسيد الالمنيوم و كربونات الصوديوم

### مصنع $AlF_3$



سابعا - الوحدة 600 وحدة الخدمات الصناعية U - 600

الهدف من انشاء الوحدة هو توفير الخدمات الرئيسية للمجمع :

تزويد المجمع بالماء بمختلف انواعه ( ماء الشرب ، ماء التبريد ، ماء خالي من الاملاح ---- الخ ) .

تزويد المجمع بالطاقة على شكل ( طاقة كهربائية ، غاز طبيعي ، زيت الوقود --- الخ )

تزويد المجمع بالهواء .

توفير المواد الاولية التي يحتاجها المجمع مثل اليوريا ، البوتاس وغيرها وتصدير الاسمدة والمنتجات

الاخري .

ثامنا - الوحدة 700 وحدة الصيانة U - 700

الهدف من انشاء وحدة الصيانه هو توفير الخدمات الرئيسية التالية للمجمع :

ادارة وصيانة جميع الابنية

ادارة الكراجات

صيانة المعامل والمعدات الموجودة في المجمع ( الصيانه الكهربائية ، الصيانة الميكانيكية ، صيانة

الالات الدقيقة )

ادارة المخازن وتوفير المواد الاحتياطية للمعامل والمعدات .

## تقانات اضافة الاسمدة الفوسفاتية :

يتعرض الفسفور المضاف على شكل اسمدة فوسفاتية الى عملية ترسيب او احتفاظ التربة بالفسفور وهذه العملية تعتمد بشكل رئيسي على درجة تفاعل التربة حيث يترسب الفسفور في الترب القاعدية على شكل فوسفات كالسيوم وفي الترب الحامضية على شكل فوسفات حديد وفوسفات المنيوم وبهذا يتحول الفسفور من الصورة الجاهزة الى الصور الاقل جاهزية او الغير جاهزة ، وان احد الحلول لهذه المشكلة او الحد منها يكمن في تقنية اضافة السماد الفوسفاتي من خلال :

اضافة السماد على دفعات و حسب حاجة النبات .

اضافة الاسمدة الفوسفاتية البطيئة الذوبان

طريقة اضافة السماد : يفضل الاضافة الموقعية للاسمدة الفوسفاتية قرب النباتات

وذلك بطريقة الخطوط او طريقة الحزم او الحفر (التلقيم) Band Application ولاينصح باضافة الاسمدة الفوسفاتية بطريقة النثر حيث ان طريقة النثر تعرض حبيبات السماد الى مساحة اكبر من سطوح حبيبات التربة و كاربونات الكالسيوم مما يعطي فرصة اكبر لحفظ وتثبيت كمية كبيرة من الفسفور المضاف على عكس الاضافة الموقعية او التلقيم التي تقلل من تماس السماد مع التربة وبالتالي انخفاض معدل احتفاظ التربة بالفسفور وزيادة الجاهز منه للنبات ، ان استخدام طريقة التلقيم Band او الخطوط او الحزم في اضافة الاسمدة الفوسفاتية تعتبر اقتصادية عن طريق :  
الاقتصاد في كمية السماد المضاف حيث يمكن اضافة نصف كمية السماد مقارنة بطريقة النثر . Broad casting

الاقتصاد بالوقود المستخدم عن طريق اضافة السماد مرة واحدة مع الحراثة وزراعة البذور ( حراثة – اضافة السماد – زراعة البذور ) .

تقليل عملية تثبيت الفسفور وبالتالي زيادة الجاهز منه للنبات .

من العوامل الاخرى المؤثرة في عملية احتفاظ التربة بالفسفور او ترسيب الفسفور هو حجم حبيبة السماد الفوسفاتي حيث انه لايفضل استخدام الاسمدة الناعمة او الاسمدة على شكل مسحوق بسبب زيادة سطح التلامس مع التربة وبالتالي زيادة عملية التثبيت للفسفور على عكس الاسمدة ذات الحبيبات الخشنة حيث يقل التماس بين التربة والسماد مما يقلل من عملية التثبيت وبالتالي زيادة الفسفور الجاهز للنبات .



## المشاكل البيئية للأسمدة الفوسفاتية :

### عملية الاثراء الغذائي Eutrophication

بسبب انخفاض معدل حركة الفسفور في التربة فإنه يتجمع في الطبقة السطحية للتربة وهذا يؤدي الى فقدان كميات كبيرة من الفسفور نتيجة انجراف الطبقة السطحية بعملية التعرية المائية ، وهذا الفسفور المفقود يمكن ان ينقل الى المسطحات المائية الذي يشجع بدوره نمو الطحالب والنباتات المائية مما يؤدي الى زيادة الطلب على الاوكسجين المذاب اللازم لتحلل المادة العضوية وبالتالي استهلاك معظم الاوكسجين مما يؤثر سلبا في الحياة المائية من موت الاسماك والاحياء المائية الاخرى، ان السيطرة على التعرية يمكن ان يقلل او ينهي هذه المشكلة .

### محتوى الاسمدة الفوسفاتية من الكاديوم

يحتوي الصخر الفوسفاتي المستخدم في صناعة الاسمدة الفوسفاتية على عناصر ثقيلة خصوصا عنصر الكاديوم السام الذي ينتقل الى الانسان عبر السلسلة الغذائية او عن طريق تناول منتجات زراعية نمت في ترب ملوثة بالكاديوم ، في الترب العراقية لا يوجد خوف من تراكم الكاديوم بسبب ال pH القاعدي ووجود الكربونات التي تقيد الكاديوم وتجعله اقل جاهزية ( وجود العناصر الثقيلة ومنها الكاديوم بشكل جاهز يكون محدود اذا كان pH محلول التربة اكثر من 6.5) .

### الفسفور والفيتين :-

التسميد العالي بالفسفور يؤدي الى زيادة محتوى البذور والحبوب من الفسفور الذي يوجد على صورة فيتين phytin وهذا يتسبب في تكوين مركبات ومواد غير ذائبة مع الحديد والزنك والنحاس ومن ثم تثبيط حيوية هذه العناصر وما الى ذلك من تاثيرات سلبية في صحة الانسان .

### تاثيرات معامل صناعة الاسمدة الفوسفاتية:-

الصخر الفوسفاتي يمكن ان يحوي على شوائب من المواد المشعة وبعض العناصر الثقيلة كذلك فان صناعة الاسمدة الفوسفاتية تطرح مواد عرضية او فضلات يطلق عليها الجبس الفوسفاتي وبكميات كبيرة تفوق كمية السماد المصنع ، ويتم تجميع هذه المواد على شكل اكوام بالقرب من المصنع ، ان كمية هذه المواد تزداد يوما بعد يوم والتي تعتبر مصدر من مصادر التلوث للمناطق المجاورة بسبب ذوبانها وانجرافها مع مياه الامطار الساقطة ، ان عملية طمر هذه المادة في اعماق الارض تحتاج الى مساحات واسعة من الاراضي كذلك فان رميها في البحر عملية مكلفة وتحتاج الى اجهزة نقل خاصة ، هناك محاولات للاستفادة من مادة الجبس الفوسفاتي كمادة صناعية او كمصلح للتربة ولكن ضمن حدود معينة وفي ترب ذات مواصفات خاصة .

## المحاضرة الخامسة :-

### محاليل النتروجين Nitrogen Solution

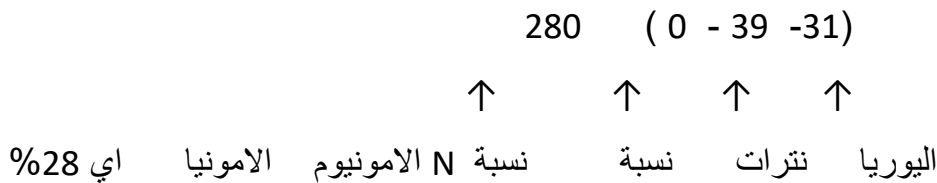
على مدار العشرين سنة الماضية اصبحت اضافة الاسمدة السائلة معروفا ، وهذه الاسمدة بصورة عامة تكون اسهل من الاسمدة الصلبة في عدة امور منها تحتاج الى عمل اقل من حيث النقل والاضافة والصفة الايجابية لها هو الحصول على جودة في التوزيع عند اضافتها للتربة وكذلك تجانس هذه الاسمدة من حيث المحتوى عند خلطها مع الاسمدة الاخرى ومع المبيدات، وعموماً تنتج هذه الاسمدة من اليوريا ونترات الامونيوم وتعرف هذه الاسمدة بـ

(UAN) ( Nitrate Ammonium Urea) ، تصنف محاليل النتروجين الى صنفين رئيسيين اعتماد على وجود او غياب الامونيا الحرة او الضغط البخاري الموجب للامونيا في هذه المحاليل :

محاليل مضغوطة وهي المحاليل التي تحتوي على الامونيا الحرة .  
محاليل غير مضغوطة وهي المحاليل التي لا تحتوي على الامونيا الحرة وهذه تستهلك بكميات اكثر في جميع انحاء العالم وتتكون من نترات الامونيوم واليوريا.

المحاليل المضغوطة تحتوي على تراكيز اعلى من النتروجين حيث تصل فيها نسبة N الى 30-40%  
عدا الامونيا اللامائية حيث يبلغ نسبة النتروجين فيه 82 % بينما المحاليل غير المضغوطة فتحتوي على نسبة نتروجين اقل 28-32% ويمكن اضافتها مع ماء الري او مع المبيدات او مع عناصر اخرى .

محاليل النتروجين توصف برمز خاص وهذا الرمز يوضح نسبة N على اساس وزن كل من الامونيا ثم وزن نترات الامونيوم واخيرا وزن اليوريا – كما موضح :



اما نسبة الماء فتحسب على اساس الفرق وهي في المثال السابق تكون 30% لان مجموع 31 + 39 = 70 .

من الخصائص المهمة لمحاليل النتروجين هي تبلور الاملاح المكونة لهذه المحاليل مع انخفاض درجة الحرارة حيث تبدأ البلورات بالتكون في المحلول استنادا الى انخفاض قابلية ذوبان المركبات مع

انخفاض درجة الحرارة ، وان درجة الحرارة هذه (التي تظهر عندها الاملاح ) تزداد بزيادة تركيز النتروجين في المحلول .

### اسمدة النتروجين بطيئة التحرر Slow Release Nitrogen Fertilizers

ان استفادة النبات من النتروجين المضاف على شكل اسمدة غالبا ماتكون فقيرة واقل من المعدلات المطلوبة وهذا يعود الى تعرض النتروجين المضاف للتربة بشكل سمد إلى عدة عمليات فقد، ومن أهم هذه العمليات هي الفقد بعملية التعرية والفقد بعمليات الغسل وفقدان النتروجين على شكل غازات بعملية الـ (Denitrification) و تطاير الأمونيا بالإضافة الى عملية تثبيت الأمونيوم في التربة ، ولمعالجة هذه المشكلة تم انتاج الاسمدة النتروجينية بطيئة التحرر وهي اسمدة تحرر النتروجين ببطأ مما يقلل من فقدان النتروجين الذي يسبب تلوث الهواء الجوي والمياه الجوفية كذلك يزيد من كفاءة استعمال السماد من قبل النبات وبالتالي زيادة الحاصل كما ان الاسمدة بطيئة التحرر تضاف دفعة واحدة بعكس الاسمدة النتروجينية السريعة الذوبان التي ينصح باضافتها على شكل دفعات ، هذا بالإضافة الى امان هذه الاسمدة وقلة الضرر الذي تسببه للبذور والبادرات مقارنة بالاسمدة سريعة الذوبان .

من المواد المستعملة للسيطرة على تحرر النتروجين هي :

### مثبطات التازت : Nitrification Inhibitors

من أجل تجنب الفقد الكبير للنتروجين على شكل نترات نتيجة لعمليات غسل التربة أو عن طريق تحول هذه النترات إلى غازات تفقد من التربة بواسطة عملية الـ (Denitrification) فإنه تم التوصل إلى إضافة مواد كيميائية مانعة لعملية التازت أي تحوّل الأمونيوم إلى نترات، ومن أهم هذه المواد هي: مادة الـ (N – serve) اوحافظ النتروجين هذه المادة تعمل على إيقاف عملية أكسدة الأمونيوم إلى نترت عن طريق بكتريا نوع (Nitrosomonas)، بينما لا تعمل هذه المادة ضد نشاط البكتريا من نوع (Nitrobacter) التي تقوم بأكسدة النترت إلى نترات في التربة، وهذه المادة أيضا غير مضرّة بالكائنات الحية الدقيقة الأخرى. لهذا فإن هذه المادة تعمل على تقليل أو إيقاف فقد النتروجين بعملية الغسل أو على شكل غازات بواسطة عملية الـ (Denitrification)، وذلك عن طريق إبقاء نتروجين التربة المضاف (الاسمدة النتروجينية الحاوية على الأمونيوم وسماد اليوريا) بصورة امونيوم ( $NH_4^+$ ). إن بقاء النتروجين في التربة بصورة امونيوم له بعض الايجابيات ومن أهمها:تقليل الفقد بالنتروجين بعمليات الغسل والـ (Denitrification) الذي قد يصل في بعض الحالات إلى (50%) من النتروجين

المضاف كذلك تقليل عدد دفعات النتروجين المضاف، إذ أن إضافة النتروجين بدفعة واحدة مع ( N - Serve)، ربما يجهز الكمية المناسبة من النتروجين للمحاصيل التي تحتاج للنتروجين على دفعات.

المركبات واطئة التحرر بالماء Low Water Soluble Compounds  
ان المشكلة المتعلقة بابطاء انطلاق النتروجين من الاسمدة النتروجينية تتم بواسطة اعاقه ذوبان المواد النتروجينية او في تكوين مركبات ذات قابلية ذوبان واطئة بالماء ويجب ان تمر هذه المواد بتحلل كيميائي او حيوي لتحرر النتروجين بشكل جاهز للنبات ، ومن طرق اعاقه انطلاق النتروجين من المواد الذائبة هي بتغليف المركبات الذائبة في الماء بواسطة مواد قليلة الذوبان في الماء لذلك تعيق من دخول الماء الى حبيبة السماد وبالتالي منع خروج النتروجين الى الخارج .

#### اشكال التغليف : Types of Coating

الاعلغة غير النافذة Impermeable Coatings ذات الفتحات الصغيرة التي تسمح بدخول بطئ للماء ومرور بطئ لمركبات النتروجين الذائبة الى خارج المنطقة المغلفة.

الاعلغة غير النافذة Impermeable Coatings التي تحتاج الى الكسر بواسطة المؤثرات الكيميائية او الفيزيائية او الحيوية قبل اذابة العنصر الغذائي .

الاعلغة الشبة نافذة Semipermeable Coatings والتي من خلالها ينتشر الماء ويحدث ضغوط داخلية كافية لتمزيق الاعلغة .

معدل الذوبان يعتمد على حجم حبيبة السماد وطبيعة التغليف و الانضغاط ويفضل ان يكون الغلاف الخارجي للتغليف رقيق لكي تكون عملية تحطيم وتمزيق الغلاف سهلة كما يفضل ان يكون الغلاف نوعا ما غير منتظم الشكل وليس دائري الشكل.

المواد المستخدمة في عملية التغليف هي عبارة عن مواد شمعية ، بوليمرات ، كبريت ، فورمالديهايد ، مواد لاحمة ، اطيان ، ويستخدم الكبريت في تغليف اليوريا ( اليوريا المغلفة بالكبريت Sulfur SCU- Coated Urea ) باستخدام مادة شمعية لتقليل نشاط الكائنات الحية في تحليل السماد مما يؤدي الى تحرر النتروجين ببطا ، ويستخدم الكبريت بنجاح في عملية التغليف فهو عنصر ضروري يحتاجه النبات كذلك بسبب رخص ثمنه وسهولة تداوله والتعامل معه .

#### المشاكل البيئية للأسمدة النتروجينية

تحدث عملية الـ (Denitrification) في الأتربة الغدقة وهذه العملية عبارة عن عملية اختزال بيولوجي للنترات والنترت إلى غازات متطايرة. وتقوم بهذه العملية الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة تحت الظروف اللاهوائية ويكون معدل فقدان النتروجين على شكل غاز نتروجين  $N_2$  واوكسيد النتروز  $N_2O$  عالياً، هذه الغازات لها تأثير سلبي على طبقة الاوزون  $O_3$  والمساهمة بشكل كبير في ظاهرة الاحتباس الحراري .

تلوث المياه الجوفية بالنترات : إن النتروجين على صورة نترات ( $NO_3^-$ ) يكون سهل الفقد بعملية الغسل من التربة ذات النفاذية الجيدة بسبب شحنته السالبة وبالتالي عدم ادمصاصه الى سطح غرويات التربة ولهذا تكون النترات معرضة للغسل عن طريق الري او الامطار الغزيره حيث تغسل الى المياه الجوفية مسببة تلوث تلك المياه ، ان للنترات تأثيرات ضارة على صحة الانسان وخصوصا الاطفال كذلك فان لها تأثيرات سلبية على الحيوانات حيث تختزل داخل معدة الحيوان الى نترت وهذه لها تأثير سلبي في دم الحيوان وتؤدي الى العديد من المشاكل الصحية وخصوصا للابقار ، ان الحد الحرج للنترات في مياه الشرب حسب منظمة الصحة العالمية هو 45 ppm.

يمكن التقليل من فقدان النتروجين بعملية الغسل عن طريق صيانة الغطاء النباتي للتربة والمحافظة عليه وتحديد الموعد الجيد لإضافة الأسمدة النتروجينية.

تلوث الجو الناتج من الغازات المنبعثة من معامل تصنيع الاسمدة النتروجينية خصوصا غاز ثاني اوكسيد الكربون الذي يلعب دور في عملية الاحتباس الحراري كذلك اكاسيد النتروجين والكبريت التي تساهم في الامطار الحامضية .



## المحاضرة السادسة :-

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### خلط الاسمدة Fertilizers Mixin

تعتبر عملية خلط الاسمدة من العمليات المهمة التي قد يلجأ إليها الفلاح وذلك لغرض تسميد محاصيله بأكثر من عنصر سمادي في وقت واحد ، و يقصد بخلط الاسمدة هو الخلط الفيزيائي ( الميكانيكي) وليس الكيميائي، وتتم هذه العملية عن طريق اختيار اسمدة معينة لكل من العناصر السمادية الثلاثة (N ،  $P_2O_5$  ،  $K_2O$  ) و خلطها ببعضها بنسب معلومة في اجهزة خلط ميكانيكية من اجل تحقيق التجانس التام بين هذه الاسمدة فقط ( اي لا يحصل تفاعل كيميائي بين الاسمدة المخلوطة ) ويسمى السماد الناتج عن عملية الخلط هذه بالسماد المخلوط ، وتمتاز هذه العملية ببساطتها حيث يمكن ان تجرى في مخازن المزارع اوحتى في محال بيع الاسمدة ، ويراعى عند اجراء عملية الخلط اختيار الاسمدة التي تمتاز بقابليتها على الخلط بحيث لا تتفاعل مع بعضها كيميائيا ولا يحصل فقد للعناصر الغذائية بعد عملية الخلط كأن يفقد النتروجين بالتطاير على شكل غاز امونيا او يتحول الفسفور الاحادي الكالسيوم الجاهز الى فسفور ثلاثي الكالسيوم غير الجاهز .

### انواع السماد المخلوط :

1- السماد المخلوط الكامل : ويقصد به السماد المخلوط الناتج عن خلط العناصر السمادية الثلاثة ( N ,  $P_2O_5$  ,  $K_2O$  ) ، وتسمى عملية الخلط بالخلط الكامل .

2 – السماد المخلوط غير الكامل : ويقصد به السماد المخلوط الناتج عن خلط اثنين فقط من العناصر السمادية الثلاثة السابقة ، وتسمى عملية الخلط هنا بالخلط غير الكامل .

تحليل السماد Fertilizer Analysis: عبارة عن ارقام تكتب على اكياس السماد او العبوات السمادية ، تشير الى النسبة المئوية لكل من  $K_2O$  ,  $P_2O_5$  , N في السماد على التوالي حيث ان الرقم الاول(من اليسار ) يشير الى النسبة المئوية للنتروجين N والرقم الثاني يشير النسبة المئوية لخامس اوكسيد الفسفور  $P_2O_5$  بينما الرقم الثالث يشير الى نسبة اوكسيد البوتاسيوم  $K_2O$  ، فمثلا السماد 5:10:15- هذا السماد الـ 100 كغم منه تحتوي على 15 كغم N و 10 كغم  $P_2O_5$  و 5 كغم  $K_2O$  ، والسماد 14:14:5 يحتوي الـ 100 كغم منه على 5 كغم N و 14 كغم  $P_2O_5$  و 14 كغم  $K_2O$  .

### فوائد خلط الاسمدة :

للاسمدة المخلوطة فوائد عديدة منها :

- 1 - تسهيل عملية التسميد خاصة للفلاح ذو الخبرة القليلة .
- 2 - الاقتصاد في النفقات والوقت اللازم لعملية التسميد ،
- 3 - سهولة النقل والخرن .
- 4 - توزيع السماد اكثر انتظاما في الحقل مما يزيد من كفاءة السماد ويجعله اكثر فائدة .

#### مساوي خلط الاسمدة :

- 1 - السماد المخلوط ذو تركيب ( تحليل ) لايتغير عند الحاجة .
- 2 - يفتقر السماد المخلوط الى عدد من العناصر الضرورية التي يحتاجها النبات مثل الكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت بالاضافة الى العناصر الصغرى .
- 3 - استخدام السماد المخلوط لايسمح باستعمال كل سماد من الاسمدة المستخدمة في عملية الخلط بصورة مفردة .

#### طرق الخلط :

- 1 - خلط اسمدة كل سماد من الاسمدة المستخدمة في عملية الخلط يحتوي عنصر واحد فقط من العناصر السمادية الثلاثة .

مثال: حضر طن واحد من سماد خليط 10 : 10 : 5 اذا توفرت لديك الاسمدة التالية :

- 1 - كبريتات الامونيوم 21% N
- 2 - سوبرفوسفات الاعتيادي 20 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- 3 - كلوريد البوتاسيوم 60 % K<sub>2</sub>O

الحل : النسب 10 : 10 : 5 تشير الى النسبة المئوية لكل من K<sub>2</sub>O ، P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ، N في السمادعلى التوالي ، اي ان الـ 100 كغم من السماد المطلوب تحضيره يجب ان يحتوي على 5كغم N ، 10 كغم P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> و 10 كغم K<sub>2</sub>O .

اذن الطن من السماد المطلوب تحضيره يجب ان يحتوي على :

50 كغم N ، 100كغم P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ، 100 كغم K<sub>2</sub>O (حولت النسب المئوية الى طن وذلك بضربها

( 10 ×





## الاسمدة الحاوية على البوتاسيوم Potassium Fertilizers

إن عنصر البوتاسيوم كثير الانتشار في قشرة الأرض وأن معدل احتوائها له يقدر بـ 2.3% - 2.6% وزناً. ومحتوى الترب المعدنية من البوتاسيوم - في المعتاد - أكبر بكثير من محتواها من النتروجين أو الفسفور. وأن محتوى الترب الناعمة من البوتاسيوم أعلى من محتوى الترب خشنة النسجه، وذلك بسبب زيادة محتوى الترب الناعمة من مادة الطين. إن نسبة البوتاسيوم بالترب لا تتغير بسرعة ولفترة زمنية طويلة وأن آفاق الترب A و B و C تحتوي تقريباً على نفس النسبة من البوتاسيوم الكلي والتي تتراوح ما بين 0.1% - 4% وزناً في مختلف الترب وأن معدل محتوى الترب يقرب من 1.5%.

محتوى آفاق الترب المختلفة النسجه من البوتاسيوم الكلي

% K			الرتبة	نسجة التربة
أفق C	أفق B	أفق A		
1,9	1,9	1,7	Alfisol	مزيجية سلتية
1,8	1,5	2,3	Aridisol	مزيجية
2,4	1,8	2,1	Inceptisol	مزيجية طينية
0,1	0,1	0,1	Oxisol	طينية
0,2	0,3	0,3	Altisol	مزيجية رملية

أشكال بوتاسيوم التربة ومصادره :

إن مصادر البوتاسيوم هي الصخور الحاوية على معادن البوتاسيوم الأولية التي ينتج عند تحللها المعادن الأولية الحاوية على البوتاسيوم ومن أهم المعادن الأولية هذه:

$KAlSi_3O_8$	Feldspar	الفلدسبار
$KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2$	Moscovite	المسكوفاييت
$KAl(Mg,Fe)_3$	Biotite	البيوتاييت

إن بوتاسيوم البيوتاييت أكثر جاهزية من بوتاسيوم المسكوفاييت وهذا بدوره أكثر جاهزية من بوتاسيوم الفلدسبار.

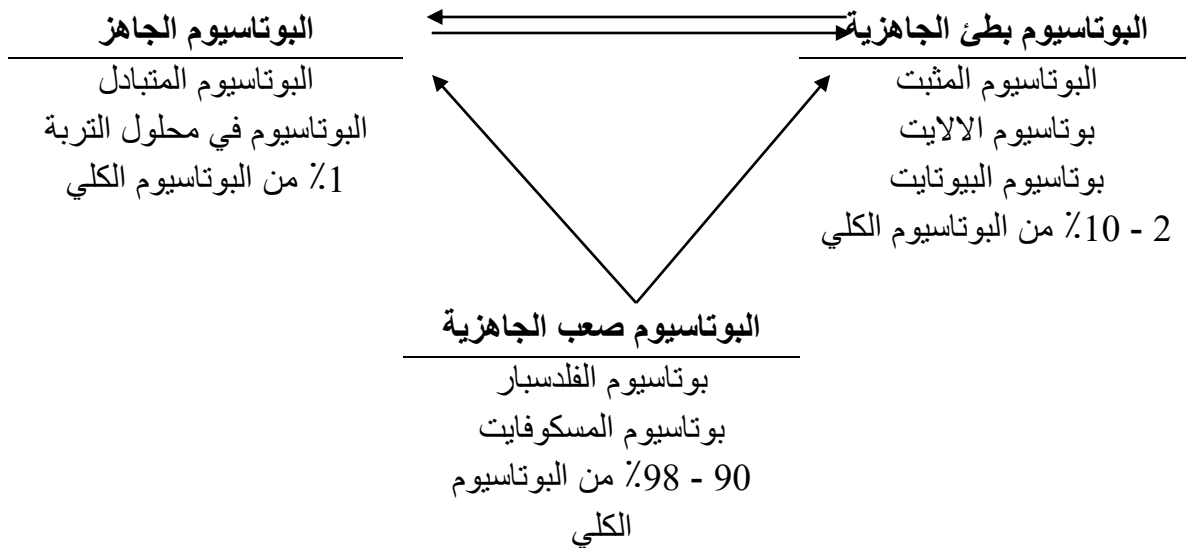
عند تعرض هذه المعادن الأولية إلى عمليات تجوية كيميائية أو لضغط وحرارة عاليين ينشأ عنها المعادن الثانوية التي تجهز محلول التربة بعنصر البوتاسيوم. ومن أهم هذه المعادن الثانوية الحاوية على البوتاسيوم في تركيبها هي معادن الطين ومن أهم معادن الطين الحاوية على البوتاسيوم هي الالاييت بالدرجة الأولى وكذلك معادن الفيرمكيولايت والكلورايت. يضاف إلى هذه المصادر الأسمدة الكيميائية التي تضاف إلى التربة إذ تُعد مصدراً مهماً لبوتاسيوم التربة.

يوجد ثلاث أشكال أو صور لبوتاسيوم التربة استناداً إلى درجة الجاهزية:

**أولاً: البوتاسيوم الصعب الجاهزية:**

إن هذا الشكل لبوتاسيوم التربة يُكوّن 90 - 98% من البوتاسيوم الكلي للتربة. يوجد هذا البوتاسيوم في التركيب البلوري للمعادن الأولية، وهذه عند تعرضها لعمليات التجوية يتحرر البوتاسيوم منها خلال فترة زمنية جيولوجية. وهذا البوتاسيوم المتحرر قد يحدث له:

- فقدان مع ماء الصرف.
  - استخدام الكائنات الحية له.
  - حمله على شكل ايون متبادل على حبيبات الطين.
  - تحوله إلى بوتاسيوم بطئ الجاهزية.
- البوتاسيوم صعب الجاهزية يشارك بجزء قليل لسد احتياجات النبات خلال موسم النمو.

**(شكل يوضح أشكال بوتاسيوم التربة)****ثانياً: البوتاسيوم بطئ الجاهزية:**

يُكوّن البوتاسيوم بهذا الشكل ما يقرب من 2 - 10% من البوتاسيوم الكلي ويعد بوتاسيوم الالايث وبوتاسيوم البيوتايث مصدرين لهذا الشكل من البوتاسيوم. إن تغير جاهزية هذا الشكل تحتاج إلى فترة زمنية طويلة ولكنه أكثر جاهزية من الشكل الأول للبوتاسيوم. هذا الشكل من البوتاسيوم يكون في حالة توازن مع الشكل الجاهز من البوتاسيوم ولذلك يعد مخزناً ومجهزاً لمحلول التربة بالبوتاسيوم الجاهز.

**ثالثاً: البوتاسيوم الجاهز:**

بوتاسيوم هذا الشكل يشكل ما يقرب 1% من البوتاسيوم الكلي للتربة، وهذا البوتاسيوم الجاهز 90% منه يمثل البوتاسيوم المتبادل على سطوح معادن الطين والمادة العضوية و 10% تمثل البوتاسيوم الذائب في محلول التربة، والبوتاسيوم الجاهز هي الصورة الجاهزة والمتيسرة للامتصاص من قبل النبات.

البوتاسيوم غير المتبادل (البوتاسيوم بطئ الجاهزية أو المثبت) يكون في حالة توازن مع البوتاسيوم الجاهز (البوتاسيوم المتبادل والبوتاسيوم الذائب) كما هو واضح في الشكل أعلاه، إذ يعد البوتاسيوم غير المتبادل مجهزاً للبوتاسيوم الجاهز عند استنزافه من التربة، وكذلك يتحول جزء من البوتاسيوم الجاهز

إلى بوتاسيوم بطيء الجاهزية عند زيادة تركيز الأول في محلول التربة نتيجة إضافة البوتاسيوم للتربة عن طريق الأسمدة الكيميائية. البوتاسيوم المثبت لا يعتبر جاهزاً للنبات بشكل مباشر.

### تثبيت البوتاسيوم:

إن عملية تثبيت البوتاسيوم هي عملية كيميائية بين بلورات حبيبات التربة، وهي عملية تحول البوتاسيوم من الصورة الجاهزة (الذائبة في محلول التربة أو المتبادلة على سطوح التبادل للتربة) إلى صورة يكون فيها بطيء الجاهزية، ولكنه أكثر تحرراً لمحلول التربة من البوتاسيوم صعب الجاهزية، الذي يعد جزءاً من التركيب البلوري لمعادن التربة.

إن ميكانيكية تثبيت البوتاسيوم تشابه عملية تثبيت الامونيوم، إذ تدخل ايونات البوتاسيوم الجهات البيئية للمعادن نتيجة استنزاف بوتاسيوم الطبقات البيئية، وان دخول البوتاسيوم هذا يكون في فتحات شبكة الأوكسجين العائدة لطبقة السليكا التي تكون أنصاف أقطارها مشابهة لأنصاف أقطار ايونات البوتاسيوم. وبذلك ترتبط هذه الايونات بقوة وتصبح جزءاً من صفيحة المعدن فتكون لذلك عملية تمدد وانفراج معادن الطين صعبة جداً.

ونظراً لأهمية عملية تثبيت البوتاسيوم من الناحية التطبيقية في الزراعة من حيث تحول السماد المضاف بصورة جاهزة إلى صورة غير جاهزة وأهمية ذلك في وضع الخطط التسميدية للتربة، فقد وجب التعرف على العوامل التي تؤثر في تثبيت البوتاسيوم في التربة ومن أهم هذه العوامل هي:

1. **نوعية معادن الطين:** إن معادن الطين 1:2 تثبت البوتاسيوم بكميات كبيرة ويمكن أن يحصل تثبيت للبوتاسيوم في معادن الطين 1:1 مثل الكاؤولينايت ولكن بكميات قليلة جداً ومن هنا يمكن القول إن تثبيت البوتاسيوم حالة متخصصة لمعادن 1:2. إذ انه كلما ازداد استنزاف البوتاسيوم من هذه المعادن ازداد الجهد التثبيتي للبوتاسيوم، إن القدرة التثبيتية لمعادن الطين 1:2 مختلفة ويعد معدن الفيرمكيولايت أكثر المعادن قابلية على التثبيت يتبعه الالاييت ثم المونتموريللونايت. إن عملية التمدد والانفراج العالية لمعادن الطين 1:2 وكثافة شحناتها تساعد على تثبيت البوتاسيوم. ويعد معدن الفيرمكيولايت أكثر تثبيناً من غيره من معادن الطين 1:2 وذلك لكثافة الشحنات السالبة في طبقة السليكا العائدة له.

2. **درجة الحرارة:** إن زيادة درجة الحرارة يؤدي إلى زيادة عملية التبادل الكاتيوني أي زيادة كمية البوتاسيوم المتبادل عندما يكون تركيزه عالياً في محلول التربة، وهذه الحالة ربما تساعد على زيادة الكمية المثبتة من البوتاسيوم. إن انخفاض درجة حرارة التربة (الانجماد) يتبعه ارتفاع درجة حرارتها أي حصول عملية الانجماد ودفء التربة بالتتابع يؤدي إلى زيادة معدل تحرر البوتاسيوم المثبت.

3. **رطوبة التربة:** إن جفاف التربة الرطبة ذات المحتوى العالي من البوتاسيوم يؤدي إلى قلة البوتاسيوم المتبادل، ولكن عندما يكون محتوى التربة واطناً أو متوسطاً من البوتاسيوم فان جفاف التربة الرطبة هذه يؤدي إلى زيادة البوتاسيوم المتبادل. إن تأثير حصول عملية زيادة رطوبة التربة وجفافها بالتتابع على بوتاسيوم التربة غير واضح، برغم أهميتها للزراعة التطبيقية. إن تجفيف عينات التربة الرطبة قبل تقدير البوتاسيوم فيها يؤدي إلى إعطاء قيمة عالية للبوتاسيوم وهذا بدوره يؤثر في وضع الخطة السمادية لعدد من الترب.

4. **كربونات الكالسيوم:** إن إضافة كربونات الكالسيوم للترب الحامضية يؤدي إلى زيادة مقدرة التربة على تثبيت البوتاسيوم. ولهذا أهمية كبيرة في الزراعة التطبيقية، إذ انه يؤدي إلى التقليل من كمية

البوتاسيوم التي تفقد بعمليات الغسل في أتربة المناطق الرطبة. هذه النقطة مهمة على من كونها تقلل من كمية البوتاسيوم الجاهز.

أهم الأسمدة البوتاسية التي تستعمل في تسميد الأراضي الزراعية هي:

### (1) كلوريد البوتاسيوم:

يصنع سماد كلوريد البوتاسيوم (KCl) على صورة حبيبات أو مسحوق ناعم ذو لون يبدو بين اللون الأبيض والأحمر الخفيف. ويحتوي على 48 – 62.5 % K<sub>2</sub>O (39 - 51 % K) وما يقارب 47% كلوريد. وهو يصنع في المعتاد ذا محتوى قدره 60% K<sub>2</sub>O.

يصنع هذا السماد من الرواسب الطبيعية بعد التنقية والتصفية من كلوريد الصوديوم وذلك إما عن طريق الطفو Flotation أو بوساطة عملية البلورة Crystallization. في طريقة الطفو Flotation تضاف مواد الطفو بكميات قليلة إلى خليط كلوريد البوتاسيوم وكلوريد الصوديوم لتتحد بكلوريد البوتاسيوم وتغلفه وتطفو به إلى السطح. أما في طريقة البلورة Crystallization process فيفصل كلوريد الصوديوم عن كلوريد البوتاسيوم، وذلك بإضافة ماء حار إلى المخلوط ثم التبريد فيفصل كلوريد البوتاسيوم على شكل بلورات مترسبة ويبقى كلوريد الصوديوم في المحلول وبعد ذلك يسحب الراسب وينقى.

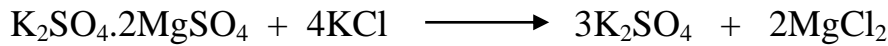
إن سماد كلوريد البوتاسيوم أكثر الأسمدة البوتاسية انتشاراً واستعمالاً في الزراعة وقد قدرت نسبة كلوريد البوتاسيوم بين الأسمدة البوتاسية المباعة في الأسواق التجارية بـ 78% وأثبتت التجارب والدراسات استجابة معظم المحاصيل الزراعية لهذا السماد وفي مختلف الترب.

### (2) كبريتات البوتاسيوم

سماد كبريتات البوتاسيوم (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ملح ابيض اللون يحتوي على 52% K<sub>2</sub>O (43% K) و 16% كبريت وليس أكثر من 2.5% كلوريد. ويحتوي هذا السماد على كميات قليلة جداً من الصوديوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والكلوريد والبرومين. ويصنع هذا السماد بعدة طرق منها:

#### ❖ طريقة Langbeinite :

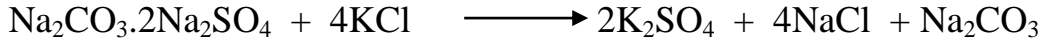
في هذه الطريقة تتم إذابة مادة Langbeinite (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.2MgSO<sub>4</sub>) بالماء مع إضافة محلول مركز من كلوريد البوتاسيوم كما في المعادلة التالية:



وتترسب كبريتات البوتاسيوم، وبعد ذلك تفصل بالطرد المركزي.

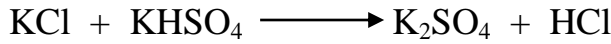
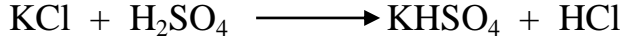
#### ❖ طريقة Trona :

في هذه الطريقة يتفاعل كلوريد البوتاسيوم مع مادة الـ Burkeite (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.2Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) وتتكون نتيجة هذا التفاعل مادة Glaserite cake (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.3K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) التي تتفاعل (بعد فصلها) مع كلوريد البوتاسيوم ذي درجة النقاوة العالية لينتج عن هذا التفاعل كبريتات البوتاسيوم التي ترشح عن كلوريد الصوديوم والمعادلة الآتية تفسر ذلك:



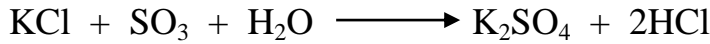
### ❖ طريقة Mannheim :

المعادلات الآتية تفسر هذه الطريقة التي تعتمد على كلوريد البوتاسيوم وحامض الكبريتيك لتصنيع كبريتات البوتاسيوم



### ❖ طريقة Hargreaves :

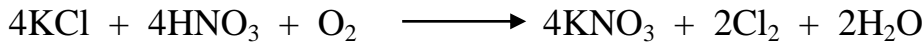
في هذه الطريقة يتم تفاعل كلوريد البوتاسيوم مع الكبريت كما في المعادلة الآتية :



إن درجة استجابة المحاصيل الزراعية لسماد كبريتات البوتاسيوم تشابه درجة استجابتها لسماد كلوريد البوتاسيوم. يستعمل هذا السماد في تسميد محاصيل التبغ والبطاطا والبنجر السكري والذرة الصفراء بدلاً من كلوريد البوتاسيوم وذلك لحساسية هذه المحاصيل للكلوريد وخاصة الكميات الكبيرة منه.

### (3) نترات البوتاسيوم:

يصنع سماد نترات البوتاسيوم ( $\text{KNO}_3$ ) على شكل مسحوق ابيض اللون ويعرف بملح بيتر ( Peter salt) حيث يحتوي على 13% نيتروجين و 44%  $\text{K}_2\text{O}$  (36% K) وهو يصنع من تفاعل كلوريد البوتاسيوم مع حامض النتريك كما في المعادلة الآتية :



إن درجة ذوبان هذا السماد تختلف عن درجة ذوبان الأسمدة البوتاسية الأخرى. فدرجة ذوبان سماد نترات البوتاسيوم في الماء البارد اقل من درجة ذوبان سماد كلوريد البوتاسيوم ولكنه أكثر ذوبان من كبريتات البوتاسيوم. أما درجة ذوبانه في الماء الذي درجة حرارته تقارب درجة حرارة الغرفة فتكون مشابهة لدرجة ذوبان كلوريد البوتاسيوم، ولكنها أعلى من درجة ذوبان كبريتات البوتاسيوم.

ينصح باستعمال هذا السماد مع نبات التبغ وذلك لحساسية نوعية التبغ لكل من الكلوريد والكبريتات. كذلك يفضل استعمال النتروجين على صورة نترات وليس على صورة امونيوم عند تسميد نبات التبغ، كذلك يمكن استعمال هذا السماد بنجاح مع المحاصيل مثل البطاطا والطماطا والذرة الصفراء وأشجار الحمضيات.

### (4) هناك أسمدة بوتاسية أخرى مثل:

أ - مينا فوسفات البوتاسيوم  $\text{K}_6(\text{PO}_3)_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$  : الذي يصنع من تفاعل  $\text{KCl}$  مع  $\text{P}_2\text{O}_5$  تحت درجة حرارة عالية. هذا السماد يحتوي على 40%  $\text{K}_2\text{O}$  (33% K) و 60%  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

ب - سماد كبريتات المغنيسيوم - البوتاسيوم  $K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$  : إن محتوى هذا السماد من البوتاسيوم لا يقل عن 21%  $K_2O$  (18% K)، 18%  $MgO$  (11% Mg) ويحتوي كذلك على 23% كبريت.

ج - سماد **K - Polyphosphate** ( $KPO_3$ ) : هذا السماد يكون على شكل سائل وصلب، يحتوي السائل منه 24%  $K_2O$  و 56%  $P_2O_5$ . أما السماد الصلب فيحتوي على 48%  $K_2O$ .

د - هناك أسمدة أخرى هي كربونات البوتاسيوم ( $K_2CO_3$ ) وبيكربونات البوتاسيوم ( $KHCO_3$ ) وهذه الأسمدة قليلة الاستعمال في المجال التطبيقي الزراعي مقارنة بالأسمدة البوتاسية الأخرى.

#### عدد من الملاحظات المهمة حول الأسمدة البوتاسية:

1. الأسمدة البوتاسية تكون متشابهة من حيث جاهزيتها للنبات ولكن تكون مختلفة بالانبيون المرافق للبوتاسيوم.
2. يفضل إضافة كبريتات البوتاسيوم إلى محاصيل التبغ والقطن والقصب السكري والبطاطا والطماطة والخيار والفريز وأشجار الفاكهة وذلك لحساسية هذه المحاصيل للكوريد.
3. تستعمل نترات البوتاسيوم بصورة رئيسة في أشجار الفاكهة والمحاصيل البستانية وذلك برشها على الأشجار.
4. في الترب الرملية والعضوية ينصح بإضافة السماد البوتاسي قبل زراعة المحصول فيها وذلك من أجل تجنب فقد البوتاسيوم بعملية الغسل في فترات المطر.

## المحاضرة الثامنة :- التوصية السمادية

هي عبارة عن تحديد احتياج كل محصول من العناصر السمادية عن طريق تحديد الجرعة السمادية التي تحقق التوازن الغذائي في التربة وتقلل الاثر البيئي الناتج عن الاستخدام المفرط للاسمدة ، لذلك فان التوصية السمادية تعد الوسيلة المثلى التي تضمن الاحتياج السمادي للمحصول عن طريق توفير توازن غذائي في التربة التي زرع فيها هذا المحصول وذلك لاعطاء اكبر عائد من المحصول واقل تلوث للبيئة .

### اهداف التوصية السمادية :-

اهم اهداف التوصية السمادية هي :

1. تحديد حاجة النبات من كل عنصر مغذي للوصول الى اعلى انتاج اقتصادي للنبات .
2. تقليل الهدر في الاسمدة عن طريق تحديد الجرعة المثلى من السماد الواجب اضافتها لتحقيق الاهداف الاقتصادية المرجوة .
3. تقليل تلوث البيئة بالكميات الزائدة من الاسمدة المضافة عن طريق تحديد الجرعة الواجب اضافتها من السماد التي تلي حاجة المحصول .
4. تحقيق توازن غذائي للعناصر الغذائية في محلول التربة التي سيزرع فيها المحصول بتحديد النسب الواجب اضافتها لكل عنصر مغذي .

### اساليب التوصية السمادية :-

توجد اربعة اساليب متبعة لتوصية الاسمدة الاساسية :

البناء والصيانة

تحقيق الاكتفاء

معدلات التشبع الاساسية الموجبة

النهج الكمي

البناء والصيانة



ان استراتيجية هذا النوع من التوصية السمادية هو الحفاظ على خصوبة التربة للسنوات المقبلة ، والهدف هو توفير المزيد من المواد المغذية في التربة لمدة زمنية مخطط لها والى مستوى اختبارات التربة الحرجة لسد الاستنزاف الحاصل من قبل النبات ولكي يصل مستوى المغذيات في التربة الى المستوى الذي لا يحد من الغلة .

**المستوى الحرج لاختبار التربة :** هو المستوى الذي يتم عنده الحصول على اكبر كمية من الحاصل ، ويتم تحديد هذا المستوى عن طريق سنوات من البحث والتجارب .

تعد ظروف المنطقة المناخية وطبيعة التربة من العوامل المحددة ، ويكون على شكل منحني بين اقصى كمية للحاصل % ومستوى اختبار التربة من العناصر الغذائية ، وفي مثل هذا النوع من التوصيات تستخدم كميات كبيرة من الاسمدة لكي ينخفض خطر نقص العناصر المغذية في التربة الواجب توفرها للنبات وللحفاظ على خصوبة التربة للسنوات المقبلة ، وبالمقابل تنخفض الربحية في السنة الاولى التي تضاف فيها الاسمدة وايضا يكون النبات معرض لمخاطر السمية نتيجة الافراط في التسميد وكذلك الاثار السلبية على البيئة .

#### تحقيق الاكتفاء

في هذا النوع من التوصية السمادية تتم اضافة الاسمدة فقط لتلبية الاحتياجات الغذائية للمحصول ، والهدف من هذا النوع من التوصية هو تعظيم الربحية في سنة معينة مع التقليل من استخدام الاسمدة والتكاليف ، وعندما تكون مستويات اختبار التربة منخفضة يوصى باضافة مستويات سماد اعلى مما يستزفه النبات في موسم النمو بينما عندما تكون مستويات اختبار التربة مرتفعة وتقارب الحد الحرج يقلل من اضافة مستويات السماد الى مستوى الحد الحرج . معظم المختبرات والجامعات تستخدم هذا النهج لتوصيات السماد الخاصة بها ، ولاسيما توصيات عنصر النتروجين بينما تستخدم النهجين 1و2 لاعطاء توصيات اسمدة الفوسفور و البوتاسيوم .

#### معدلات التشبع الاساسية الموجبة

يفترض هذا النهج ان نسبة معينة من الايونات الموجبة يجب ان تكون موجودة في الترب ، وذلك لتحقيق اقصى قدر من العائد ، ويتعلق الامر فقط مع التوصيات للكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم ، ووفقا لهذا المفهوم فان نسبة الكاتيونات يجب ان تكون 65-85 % كالسيوم و 6-12%مغنيسيوم و 2-5%بوتاسيوم .

هذه التوصيات لها العديد من السلبيات فمثلا لايمكن ان تستخدم في الترب الرملية لان الترب الرملية تحتوي على كمية قليلة جدا من الكاتيونات وكذلك لايمكن ان تطبق في الترب الحاوية على كمية كبيرة من البوتاسيوم .

### النهج الكمي

هذا النوع يستخدم قيم اختبارات التربة حيث الكميات الفعلية من العناصر المغذية المتوفرة في التربة ، كمية المغذيات التي لابد من اضافتها هي الفرق بين متطلبات العناصر المغذية الكلية للمحصول وكمية العناصر المغذية المتوفرة في التربة التي تم اختيارها ، ويتم تعديل هذه الكمية بتقسيمها على عامل الكفاءة والتي تتعلق بكفاءة استخدام الاسمدة وكفاءة الجذور في امتصاص العناصر المغذية ، وينبغي استخدام هذا النوع من التوصيات بحذر لان نتائج اختبارات التربة هي في اكثرها تجريبية ولاتصف الكمية الفعلية من العناصر المغذية المتاحة ، ومع ذلك فان هذا النهج من السهل جدا فهمه وتنفيذه ، لهذا فهو يستخدم عادة للعديد من المحاصيل ومن العديد من الاستشاريين والمهندسين الزراعيين .

### مقومات التوصية السمادية

#### فحص التربة Soil Test

تعد عملية فحص التربة وسيلة كيميائية سريعة تستعمل للتنبؤ عن حالة التربة الخصوبية وتتكون من اربع مراحل :

جمع نماذج التحليل

تقديرالعناصر الغذائية الجاهزة

تفسير نتائج التحليل

وضع التوصية السمادية

ان الغرض من اختبار التربة هو وضع اساس للتوصية السمادية ، لذلك يجب ان توضع تلك الاختبارات درجة النقصان او كفاية العنصر الغذائي في التربة لكل محصول يراد زراعته ، ومن الضروري معرفة العناصر الاساسية في تغذية النبات عند القيام بعملية فحص التربة .

تصنف العناصر الغذائية الاساسية للنبات الى اربع مجاميع :

العناصر الغذائية الكبرى غير المعدنية – وهي تشكل 90-95 % من وزن النبات الجاف وهي ، H ، C ، O .

العناصر الغذائية الكبرى الرئيسية K ، P ، N .

العناصر الغذائية الكبرى الثانوية S ، Mg ، Ca .

العناصر الغذائية الصغرى Zn ، Ni ، MO ، Mn ، Fe ، CU ، CO ، Cl ، B .

ان نتائج اختبارات التربة تعتبر ركنا مهما في تحديد الاحتياج السمادي للنبات ، فالتربة هي المخزن للعناصر التي يقوم النبات بامتصاصها ، وبذلك يمكن تحديد الكميات اللازم اضافتها من هذه العناصر للنبات لاستكمال احتياجاته الغذائية لانتاج المحصول الامثل ، ومن مميزات اختبارات التربة انها تحدد الكميات المتيسرة لامتصاص النبات من العناصر المغذية في التربة ، وتحدد ايضا خواص التربة التي تؤثر بدورها في الكمية المتيسرة والكمية المفقودة من السماد

تحليل النبات Plant Analysis

يعتبر تحليل النبات اسلوبا اخر يمكن الاستناد اليه في تقدير جاهزية العناصر الغذائية في التربة ، اذ ان درجة تجهيز العناصر المغذية للمحاصيل تنعكس عموما على تراكيزها داخل النبات ، فاذا ما انخفض التركيز عن حد معين اثر ذلك سلبا في انتاج المحصول وهذا الحد يعرف بالتركيز الحرج Critical concentration .

للعناصر الغذائية مستويات مختلفة داخل انسجة النبات هي :

النقص الشديد Severe Deficiency

النقص المتوسط Mild Deficiency

المستوى الحرج Critical Level

مستوى الافراط Luxury Level

مستوى السمية Toxic Level

ان تركيز العنصر المغذي داخل النبات يلعب دورا مهما في عملية نمو النبات ، اذ ان زيادة كمية العنصر الجاهز في التربة مع توفر الظروف الملائمة الاخرى للنمو تؤدي الى زيادة عملية النمو وزيادة كمية العنصر الغذائي داخل النسيج النباتي الى مستوى الحد الحرج ، الذي هو النسبة المئوية للعنصر

المغذي في النبات وعنده يحصل اعلى معدل نمو ، اما اذا قلت النسبة عن هذا المستوى قل  
الحاصل وانخفضت جودته .

يمكن معرفة الحدود الحرجة والملائمة والسامة لعناصر النبات الغذائية باستخدام التحليل النباتي ، ثم  
معرفة حاجة النبات من هذه العناصر .

يمكن الوقوف على حاجة النبات من العناصر الغذائية عن طريق مقارنة نتائج تحليل النبات بالحد  
الحرج للعنصر الغذائي الذي تم الوصول اليه بعد اجراء التجارب الحقلية والمختبرية وعند ذلك اما  
ان يوصى باضافة العنصر المغذي للتربة على شكل اسمدة او لا يوصى ، وفي حالة عدم معرفة الحد  
الحرج لاي عنصر يجب اجراء تجارب تشتمل على اضافة مستويات مختلفة من الاسمدة الكيميائية  
الخاصة بالعنصر الى التربة التي يزرع فيها النبات المراد ايجاد التوصية به ، ثم يحلل النبات ويقدر  
الحاصل ، وبعد ذلك يمكن ربط نتائج تحليل النبات والحاصل ومستويات الاضافة من العنصر  
المغذي لمعرفة الحد الحرج للعنصر الغذائي ، وبالتالي معرفة الكمية الواجب اضافتها من هذا العنصر  
الى التربة لسد حاجة النبات .

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الاسمدة العضوية

Organic fertilizers

الاسمدة العضوية هي مخلفات نباتية و(او) حيوانية متحللة تحتوي على عدد كبير من العناصر الغذائية ( غير محددة بعدد العناصر ) وان نسب هذه العناصر غير ثابتة حيث تختلف من سماد عضوي لآخر وهي ذات تاثير طويل في التربة ، حيث تحتاج الى وقت لغرض التحلل وهذا مرتبط بالعوامل الجوية ولهذا فهي اقل عرضة للفقد من التربة كذلك فان هذه الاسمدة ليس لها تاثير سلبي على البيئة وتلوثها كما انها ذات تاثير ملحي قليل او معدوم على التربة.

تلعب الاسمدة العضوية دورا مهما في خصوبة التربة من خلال تحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للتربة ، فالاسمدة العضوية تعتبر مصدرا مهما للعناصر الضرورية للنبات كما تلعب دور مهما في زيادة جاهزية العناصر الغذائية من خلال الاحماض العضوية الناتجة من تحلل هذه الاسمدة فتعمل هذه الاحماض على اذابة المعادن واطلاق العناصر الغذائية منها كما تمتاز الاسمدة العضوية بقدرتها العالية على امتصاص الماء والاحتفاظ به وتؤثر في درجة تفاعل التربة (الـ pH) من خلال الاحماض العضوية الناتجة من تحلل هذه الاسمدة ، كما تزيد الاسمدة العضوية من تهوية التربة من خلال زيادة نفاذية التربة ، وتحسن الصفات الحيوية للتربة من خلال زيادة نشاط الكائنات الحية الدقيقة من بكتريا وفطريات التي تقوم بتحليل المادة العضوية واطلاق العناصر الغذائية الضرورية منها .

الدمن Manure : مصطلح كان يطلق على السماد بشكل عام الا انه في الوقت الحاضر تقتصر التسمية على الاسمدة العضوية .

اهمية التسميد العضوي :

- 1 – رفع القيمة الانتاجية للاراضي الزراعية .
- 2 – التقليل من التلوث البيئي الناتج عن الاسراف في استخدام الاسمدة الكيميائية .
- 3 – اعادة تدوير المخلفات العضوية .

بعض النقاط التي تؤخذ على التسميد العضوي :

- 1 - عدم كفاية الاسمدة العضوية لغرض التسميد ، حيث نحتاج الى كميات كبيرة من السماد العضوي خصوصا عند تسميد المحاصيل الحقلية ( الحنطة والشعير وغيرها ) بسبب سعة مساحة الاراضي المزروعة بهذه المحاصيل كما هو الحال في مناطق محافظة نينوى التي تعتبر سلة خبز العراق .
- 2 - الاسمدة العضوية لها تاثيرات سلبية في بعض الاحيان بسبب افراز بعض الحوامض والمواد السامة المضره للنبات ، كما يمكن ان تكون مصدرا لبذور الادغال و المسببات المرضية والفايروسية وذلك في حالة الاسمدة العضوية الغير معالجة جيدا .
- 3 - السماد العضوي يحتاج الى فترة للتحلل لكي يتحول الى صورة معدنية يسهل امتصاصها من قبل النبات وهذه الفترة يمكن الاستغناء عنها في حالة استخدام الاسمدة المعدنية .
- 4 - ارتفاع تكاليف نقل السماد العضوي بسبب كبر حجمه .

تقسم الاسمدة العضوية على اساس محتواها من العناصر الغذائية الى :

- 1- اسمدة النتروجين العضوية : مثل الدم المجفف
- 2- اسمدة الفسفور العضوية : مثل العظام
- 3- اسمدة النتروجين والفسفور العضوية : مثل الدم والعظام
- 4- اسمدة النتروجين والفسفور والبوتاسيوم العضوية : مثل سماد الدواجن

كما تقسم على اساس الحجم والتاثير في خواص التربة الى :

- 1- الاسمدة العضوية غير الحجمية : Non – Bulky Organic Fertilizers  
وهي الاسمدة ذات التاثير القليل في خواص التربة الفيزيائية مثل الدم المجفف.
- 2- الاسمدة العضوية الحجمية : Bulky Organic Fertilizers  
وهي الاسمدة ذات التاثير الكبير في خواص التربة الفيزيائية مثل اسمدة الاغنام والدواجن .

بعض الفروقات الاساسية بين الاسمدة العضوية والاسمدة المعدنية :

- 1 - الاسمدة العضوية هي مخلفات نباتية و(او) حيوانية متحللة اما الاسمدة المعدنية فهي مركبات كيميائية مصنعة .

2 - الاسمدة العضوية تحتوي على عدد كبير من العناصر الغذائية وان نسب هذه العناصر غير ثابتة حيث تختلف من سماد لآخر ، اما الاسمدة المعدنية فهي محددة بعدد العناصر الغذائية ونسبة كل عنصر

3 - الاسمدة العضوية ذات تاثير طويل في التربة ، حيث تحتاج الى وقت لغرض التحلل وهذا مرتبط بالعوامل الجوية ولهذا فهي اقل عرضة للفقد من التربة ، اما الاسمدة المعدنية فهي سريعة الذوبان ولهذا فهي تتعرض لعملية الغسل والفقد من التربة .

4 - الاسمدة العضوية تزيد الانتاج عن طريقين :

الاول : تحسين الصفات الفيزيائية والكيميائية والحيوية للتربة .

الثاني : زيادة تركيز العناصر الغذائية في التربة .

اما الاسمدة المعدنية فتزيد الانتاج عن طريق زيادة تركيز العناصر الغذائية في التربة بشكل عام

5 - تحرر الاسمدة العضوية طاقة حرارية اثناء تحللها لذلك تستعمل في تسميد المحاصيل الشتوية والزراعة المغطاة .

6 - الاسمدة العضوية ذات تاثير ملحي قليل او معدوم على التربة بعكس الاسمدة المعدنية التي تزيد من ملوحة التربة خصوصا عند استخدام الاسمدة التي لها دليل ملحي مرتفع مثل كلوريد البوتاسيوم

7 - الاسمدة العضوية ليس لها تاثير سلبي على البيئة وتلوثها بعكس الاسمدة المعدنية التي يكون بعضها سببا في تلوث التربة والماء والهواء.

**عند اختيار الاسمدة العضوية يجب ملاحظة ماياتي :**

1 - درجة تحلل السماد وتحوله الى دبال ونسبة الكربون الى النتروجين C/N Ratio وبشكل عام فان الاسمدة العضوية القديمة تعتبر افضل من الاسمدة العضوية الحديثة التحضير لان الاخيرة اقل تحللا واحتواءا على العناصر المعدنية الجاهزة مقارنة بالاسمدة القديمة التي تكون غنية بالمواد الدبالية .

2 - نظافة السماد : فالسماد العضوي الجيد يجب ان يكون خالي من الاملاح والشوائب كالحصى وقطع البلاستيك والنايلون ، كما يجب ان يكون نظيفا من بذور الادغال ومن المسببات المرضية والفايروسات .

3- ان يكون عديم الرائحة وذو لون اسود .

4 - يجب ان لا تقل نسبة المادة العضوية في السماد العضوي عن 40% .

5 - عند اختيار الاسمدة العضوية يجب الاخذ بنظر الاعتبار نفقات النقل حيث ان هذه الاسمدة ذات حجم كبير ويكلف نقلها كثيرا خصوصا اذا كان مصدر الحصول عليها بعيدا عن الحقل .

#### مصادر الاسمدة العضوية :

- 1 - المخلفات الحيوانية والنباتية .
- 2 - مخلفات الصناعات المحلية .
- 3 - مخلفات المجازر والمدابغ .
- 4 - مخلفات المياه الثقيلة بعد معاملتها .

#### انواع الاسمدة العضوية :

- 1- السماد الحيواني ( سماد الاسطبل ) 2 - الاسمدة الخضراء
- 3 - سماد مخلفات المذابح والمدابغ ومسحوق العظام 4- السماد العضوي الصناعي
- 5- مخلفات المجاري

#### 1- السماد الحيواني ( سماد الاسطبل )

السماد الحيواني من اهم انواع الاسمدة العضوية باعتباره مصدرا جيدا للدبال كما انه مصلحا جيدا لمختلف الترب ، ويتكون هذا السماد من فضلات الحيوان الصلبة (الروث الغني بالفسفور) والسائلة ( البول الغني بالنتروجين والبوتاسيوم) ومرقد الحيوانات (وهو مايوضع من مواد في الحضائر تحت اقدام الحيوانات مثل التبن او نشارة الخشب لتوفير مرقد مريح للحيوانات ) وان نوعية هذا السماد تعتمد على نوع الحيوان وعمره ونوع غذائه ( عليقة الحيوان ) ، حيث تمتاز مخلفات الاغنام باحتوائها على نسبة اعلى من العناصر الغذائية مقارنة بمخلفات الابقار والخيول ، كما ان مخلفات الحيوانات الكبيرة بالعمر تكون غنية بالعناصر الغذائية على عكس الحيوانات الصغيرة التي تستخدم معظم العناصر الغذائية في العمليات الحيوية وبناء انسجتها .

ومن الاسمدة الحيوانية سماد الطيور والدواجن الذي يعتبر من اجود انواع الاسمدة العضوية وذلك لاحتوائه على نسبة عالية من العناصر الغذائية وخاصة عنصر النتروجين .

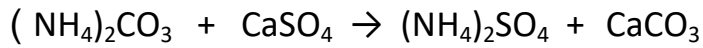
يفضل استخدام السماد الحيواني القديم على السماد الحيواني المحضر حديثا حيث ان السماد القديم اكثر تحللا واحتواءا على المغذيات والمواد الدبالية .



لغرض الحصول على السماد الحيواني توضع طبقة من القش اوتبن الحنطة اونشارة الخشب على ارضية الحظيرة تحت اقدام الحيوانات ( لا يستخدم الرمل لانه اقل امتصاصا واحتفاظا للرطوبة والمواد ) وتقوم هذه الطبقة بامتصاص مخلفات الحيوان الصلبة والسائلة وتختلط معها لتعطي السماد الحيواني ، تتحلل المخلفات العضوية بفعل الاحياء الدقيقة الموجودة في التربة الى مواد بسيطة سهلة الامتصاص من قبل النبات ويكون الناتج الرئيسي لهذا التحلل تكون كاربونات الامونيوم الفلقل السهل التطاير الى الجو على شكل غازي الامونيا وثاني اوكسيد الكربون :



ولمنع فقدان النتروجين وتطايره الى الجو على شكل غازامونيا يجب اضافة الجبس (كبريتات الكالسيوم ) اثناء تحضير السماد العضوي الذي يتفاعل مع كاربونات الامونيوم وينتج عن هذا التفاعل تكون كبريتات الامونيوم الاكثر استقرارا :



## 2- الاسمدة الخضراء

وهي نوع من انواع الاسمدة العضوية - وهي نباتات ( عادة بقولية مثل الباقلاء ، الجت ، البرسيم ، فول الصويا ) لانتزاع بهدف الحصول على انتاج وانما تزرع ثم تقلب في التربة في مرحلة ما قبل التزهير لزيادة نسبة المادة العضوية في التربة فقد وجد ان اعلى نسبة من النتروجين واقل نسبة من الالياف تكون في هذه المرحلة ، وتستعمل المحاصيل البقولية عادة لانها تجهز التربة بكميات كبيرة من المادة العضوية والعناصر المغذية خصوصا عنصر النتروجين ، وعند اجراء هذا النوع من التسميد يجب ان تكون التربة ذات محتوى رطوبي جيد حيث ان الجفاف يوقف عمليات تحلل السماد كما يشترط توفر التهوية لان اغلب تفاعلات تحلل السماد الاخضر هي تفاعلات هوائية .

## 3 - سماد مخلفات المذابح والمدابغ ومسحوق العظام

وهذه تتكون من بقايا ومخلفات المجازر ومعامل الدباغة وتشمل الاجزاء التي لا تؤكل والدم والعظام والقرون والحوافر والشعر والريش ، يضاف الى ذلك الحيوانات النافقة واللحوم الفاسدة تحتوي هذه المخلفات على نسبة مهمة من العناصر الغذائية الضرورية للنبات خصوصا عناصر النتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والتي يمكن الاستفادة منها و اضافتها للتربة كسماد ، تغسل مخلفات المذابح والمدابغ بالماء عدة مرات وتعامل بحامض الكبريتيك وتغلى مع الماء عدة ساعات للتخلص من الدهون ثم تجفف وتطحن ، اما بالنسبة للدم المجفف Dried Blood فيتم الحصول عليه بمعاملة الدم باوكسيد الكالسيوم CaO الذي يقوم بترسيب البروتينات بعد ذلك يجفف هذا الراسب ويطحن ، والدم المجفف غني بعنصر النتروجين الى درجة يمكن ان يحدث حرق للنباتات اذا لم يضاف بشكل جيد ويعتبر هذا السماد من الاسمدة بطيئة التحرر ويجب ان يخلط بالتربة بشكل جيد .

#### 4 – السماد العضوي الصناعي Compost

من الاسمدة العضوية ايضا السماد العضوي المصنع Compost وهو عبارة عن مخلفات نباتية مختلفة يتم تحويلها بطرق عديدة الى سماد عضوي متحلل بواسطة احياء التربة الدقيقة وتسمى عملية التحضير هذه Composting .

البتموس Peat Moss : من الاسمدة العضوية المصنعة ويستخدم بشكل واسع في ترب السنادين وتنمية الشتلات .

#### 6- مخلفات المجاري Sewage Sludge

وتشمل مخلفات بشرية ومخلفات مصانع ومحتوى هذه المخلفات يختلف من مدينة الى اخرى ومن وقت الى اخر.

## المحاضرة العاشرة

### الكالسيوم + المغنيسيوم

#### الكالسيوم Ca:

كالسيوم التربة ومصادره: الكالسيوم احد العناصر الضرورية للنبات ومحتوى قشرة الأرض من هذا العنصر عال يقترب من 3.64% وهذه النسبة تعد أعلى من نسب معظم العناصر الغذائية، إذ يأتي بعد الأوكسجين (46.46% وزن) ، والسليكون (27.61%)، والألمنيوم (8.07%) والحديد (5.06%) كنسبة وزنيه من قشرة الأرض. إن محتوى التربة من عنصر الكالسيوم مختلف باختلاف نوعية التربة ومادة الأصل والظروف المناخية السائدة. إن مصادر كالسيوم التربة هي الصخور والمعادن الأولية والثانوية الحاوية على الكالسيوم، يضاف إلى هذه المصادر الكالسيوم المضاف إلى التربة سماداً.

المعادن الأولية: إن المعادن الأولية تعد مصدراً مهماً لكالسيوم التربة هي:

Calcium Feldspar	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
Tremolite amphibole	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Actinolite	$\text{Ca}_2\text{Fe}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Epidote	$\text{Ca}_2(\text{Al,Fe})_3\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$

المعادن الثانوية: أهم المعادن الثانوية التي يوجد الكالسيوم فيها هي:

Dolomite	$\text{CaCO}_3, \text{MgCO}_3$
Calcite	$\text{CaCO}_3$
Gypsum	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Apatite	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3 \cdot (\text{Cl, F})$

كذلك يوجد الكالسيوم في معادن الطين الثانوية وخاصة في المعدن الطيني المونتموريللونائيت. عند تعرض هذه المعادن إلى عمليات التجوية يتحرر الكالسيوم منها إلى محلول التربة. والكالسيوم الموجود في محلول التربة في صورة ايون الكالسيوم تجري عليه العمليات الآتية: -

1- الفقد بماء الري أو الأمطار نتيجة عمليات الغسل وخاصة في أترية المناطق الرطبة.

2- يمتصه النبات وجزء منه تستهلكه الكائنات الحية الدقيقة.

3- يدمص أو يكون بصورة متبادلة على سطوح معادن الطين.

4- يترسب من محلول التربة على شكل كربونات الكالسيوم وفوسفات الكالسيوم.

إن كالسيوم التربة يوجد بعدة أشكال تختلف بصفاتهما وجاهزيتها للنبات وهذه الأشكال هي:

(1) الكالسيوم غير الجاهز للامتصاص من لدن النبات وهو الكالسيوم الذي يوجد في المعادن الأولية، ويعد مخزناً للكالسيوم المتيسر للنبات بعد تحرره من هذه المعادن بفعل عمليات التجوية.

(2) الكالسيوم المتبادل وهو الكالسيوم المدمص إلى غرويات التربة العضوية وغير العضوية. ويلعب هذا الجزء من الكالسيوم دوراً مهماً في تركيب وبناء التربة. إن وجود نسبة عالية من الكالسيوم على سطوح التبادل للتربة يؤدي إلى حدوث تجمع flocculation لحبيبات التربة. وهذا التجمع لحبيبات التربة يؤدي إلى جعلها محببة ومسامية، وهذا يؤدي إلى حصول تهوية جيدة، وتحسين قابلية التربة على الاحتفاظ بالماء. يضاف إلى ذلك زيادة معدل نشاط الكائنات الحية الدقيقة المسؤولة عن كثير من العمليات الحيوية داخل التربة وبالتالي زيادة نمو النبات والحاصل. إن الكالسيوم المتبادل أو المدمص على حبيبات التربة يكون صورة جاهزة للامتصاص من لدن النبات ويعد بذلك مخزناً للكالسيوم محلول التربة في حالة استنزاف ما يحتويه محلولها من الكالسيوم.

(3) كالسيوم محلول التربة وهو الكالسيوم الذائب والجاهز للامتصاص من لدن النبات، هذا الشكل للكالسيوم يكون في حالة توازن مع الكالسيوم المتبادل.

### العوامل التي تؤثر في جاهزية الكالسيوم

من العوامل المهمة التي تؤثر على جاهزية الكالسيوم وتوفر الكمية الملائمة من هذا العنصر في محلول التربة بصورة دائمة لتزويد النبات بالكمية التي يحتاجها في دورة حياته هي:

1- الكالسيوم المتبادل: تلعب السعة التبادلية الكاتيونية للتربة دوراً كبيراً في توفير الكالسيوم الذائب، إذ أن التربة ذات السعة التبادلية الكاتيونية الواطئة والمحتوية على كمية قليلة من الكالسيوم تزود النبات بكمية جيدة من الكالسيوم. ولكن عندما تكون كمية الكالسيوم في التربة أكبر من الحالة الأولى ولكن في تربة ذات سعة تبادلية كاتيونية عالية فإن هذه التربة تزود

النبات بكمية اقل من الكالسيوم مقارنة بالتربة الأولى وذلك لاحتياج التربة ذات السعة التبادلية الكاتيونية العالية إلى كمية أكبر من الكالسيوم لإشباعها.

2- نوعية الطين: إن معادن الطين من نوع 1:2 تحتاج إلى كمية كبيرة من الكالسيوم حتى تصل إلى درجة التشبع مثل معدن المونتموريللونايت الذي يحتاج إلى 70% نسبة التشبع بعنصر الكالسيوم حتى يمكن أن يزود النبات بالكالسيوم أما معادن الطين من نوع 1:1 فتحتاج إلى نسبة تشبع 40 - 50% من الكالسيوم حتى تبدأ التربة بتجهيز النبات بالكالسيوم. ومن هذا يتضح بأن الترب التي تسود بها معادن الطين من نوع 1:1 تكون قابليتها التجهيزية بالكالسيوم أكبر من قابلية الترب التي يسود بها معادن الطين من نوع 1:2.

3- رطوبة التربة: تزداد جاهزية الكالسيوم في التربة بوجود محتوى جيد من الرطوبة في التربة. في الترب الرطبة تقل نسبة الكالسيوم لازدياد عمليات فقد هذا العنصر بالغسيل، ويحل الألمنيوم والهيدروجين محل الكالسيوم على سطوح حبيبات التربة، وبذلك تقل كمية الكالسيوم الجاهز للنبات، وتعالج هذه الحالة بإضافة مادة الجير والجبس لمثل هذه الترب لسد النقص بعنصر الكالسيوم الذي يحتاجه النبات لإكمال دورة نموه وفعالياته الحيوية. في الترب الجافة وشبه الجافة توجد نسب عالية من الكالسيوم وذلك لقلة الأمطار وقلة الفقد عن طريق عملية غسل التربة.

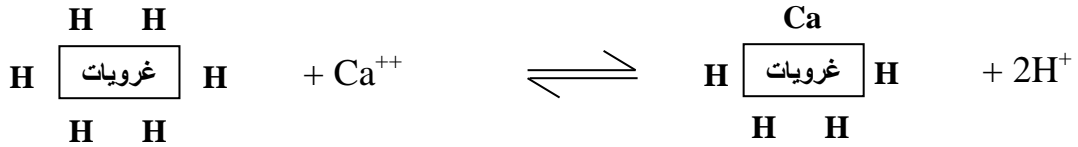
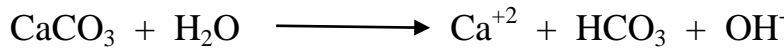
#### الكالسيوم واستصلاح التربة :-

بالنظر إلى الدور الذي يؤديه الكالسيوم في تكوين بناء التربة وتحسين صفاتها من حيث التهوية وتجمع الحبيبات وقابلية التربة على الاحتفاظ بالماء، ودرجة تفاعلها والدور الذي تؤديه في جاهزية العناصر الغذائية، فإن الكالسيوم يستعمل في استصلاح الترب الحامضية والأترية القلوية ذات المحتوى العالي من ايون الصوديوم. إن الترب الحامضية تعاني من نقص عنصر الكالسيوم بسبب زيادة معدل عملية غسل مقد التربة نتيجة سقوط الأمطار بكميات كبيرة. وإن سقوط الأمطار بكميات كبيرة يؤدي إلى غسل مقد التربة من الكاتيونات القاعدية التي من ضمنها الكالسيوم بإبعاده إلى خارج محور الامتصاص لجذور النبات. وهذا يؤدي إلى انخفاض درجة تفاعل التربة نتيجة زيادة ايونات الهيدروجين والألمنيوم على سطوح التبادل للتربة وسيؤدي ايون الهيدروجين في محلول هذه الأترية

الحامضية لذلك فان الكالسيوم يضاف إلى الترب الحامضية في صورة كربونات الكالسيوم أو دولوميت من اجل:

1- سد نقص التربة بعنصر الكالسيوم أو المغنيسيوم لتجهيز النبات بالكمية التي يحتاجها من هذه العناصر لإكمال دورة حياته.

2- رفع درجة تفاعل التربة وتقليل درجة الحامضية وذلك باستبدال ايونات الهيدروجين والألومنيوم السائد في محلول التربة وسطوح التبادل بعنصر الكالسيوم كما في المعادلات الآتية:



3- تقليل جاهزية عدد من العناصر السامة للنبات بسبب زيادة تركيزها مثل الألومنيوم.

4- تحسين تركيب وبناء التربة.

5- زيادة نشاط طائفة من الكائنات الحية الدقيقة.

لهذا فان مادة كربونات الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$  (الجير) (lime) تضاف بكميات كبيرة إلى ترب المناطق الرطبة (الترب الحامضية) من اجل استصلاحها للحصول على تربة جيدة ملائمة لنمو النبات لزيادة الإنتاج الزراعي. في الترب القلوية التي يسود فيها ايون الصوديوم يضاف الكالسيوم بصورة كبريتات الكالسيوم  $\text{CaSO}_4$  (الجبس) من اجل خفض درجة تفاعل هذه الترب، وذلك لكون درجة تفاعلها أعلى من 8.5 حيث تؤثر تأثيراً سلبياً في جاهزية العناصر الغذائية. الترب القلوية تعاني من رداءة بنائها وتركيبها حيث يعمل الصوديوم على تفريق حبيبات التربة وجعلها ذات بناء صلد ذات مسامية قليلة فتقل بذلك تهوية التربة ويقل معدل احتفاظها بالماء وينخفض نشاط الكائنات الحية الدقيقة فيها ويضعف نمو النبات النامي فيها، لذلك فان إضافة كبريتات الكالسيوم إلى مثل هذه الترب يؤدي إلى إحلل الكالسيوم محل الصوديوم السائد على سطوح التبادل وفي محلول التربة ويسبب ذلك خفض PH التربة وتحسين الصفات الكيماوية والفيزيائية.

## المغنيسيوم

### مغنيسيوم التربة ومصادره :-

يعد عنصر المغنيسيوم من العناصر الغذائية الضرورية والأساس في خصوبة التربة وتغذية النبات، وان محتوى قشرة الأرض من هذا العنصر تقدر بحوالي 1.93% وكما هي الحال بالنسبة للكالسيوم فإنه يوجد تباين بين محتوى الأتربة من هذا العنصر، إذ يقدر محتوى الترب الرملية من هذا العنصر بما يقارب 0.05% في حين يقدر محتوى الأتربة الطينية بما يقارب 0.5% وقد يصل بترب أخرى إلى 1.1%. إن محتوى الصخور القاعدية من المغنيسيوم عال، في حين يكون محتوى الصخور النارية الحامضية والصخور الرسوبية واطناً. إن مصادر مغنيسيوم التربة يمكن تقسيمها إلى:

1- المعادن الأولية: من أهم المعادن الأولية الحاوية على المغنيسيوم هي البيوتايت، الهورنبلند والأولفين  $[(Mg, Fe)_2SiO_4]$  ومعدن الـ Serpentine.

2- المعادن الثانوية: من أهم المعادن الثانوية التي تحتوي على المغنيسيوم وتعد مصدراً لها هي معادن الطين الكلورايت، والفورميكوليت والاليت والمونتموريللوناييت إضافة إلى هذه المصادر يوجد المغنيسيوم في الترب على صورة كبريتات و كربونات المغنيسيوم، والمصدر الآخر للمغنيسيوم هو المغنيسيوم الذي يضاف إلى التربة مع الأسمدة الكيميائية.

ويحدث للمغنيسيوم المتحرر من هذه المعادن نتيجة عمليات التجوية وعمليات كيميائية أخرى داخل التربة إلى محلول التربة، ما يأتي:

1- يفقد من التربة بعمليات غسل التربة نتيجة سقوط الأمطار الغزيرة.

2- يمتصه النبات والكائنات الحية الأخرى.

3- يدمص على سطوح حبيبات معادن الطين.

4- يترسب من محلول التربة على شكل معادن ثانوية.

إن مغنيسيوم التربة يوجد على ثلاثة أشكال بصورة متوازية وهذه الأشكال: الذائب في محلول التربة، والمتبادل على سطوح معادن الطين والمادة العضوية والشكل الثالث هو المغنيسيوم المثبت. إن كلا من المغنيسيوم الذائب والمتبادل تكون جاهزة ومتيسرة لامتنصاص النبات والجزء الأكبر من

مغنيسيوم التربة يوجد بشكل غير متبادل (مثبت) في المعادن الأولية والثانوية، والمغنيسيوم المتبادل يشكل تقريبا 5% من المغنيسيوم الكلي للتربة والذائب يكون اقل من هذا بكثير.

### العوامل التي تؤثر على محتوى التربة من المغنيسيوم :-

إن العوامل التي تؤثر في محتوى التربة من المغنيسيوم الكلي تؤثر بدورها في محتوى التربة من المغنيسيوم الجاهز لامتصاص النبات له، ومن أهم هذه العوامل:

#### 1- نوعية التربة:

إن لنوعية التربة دوراً كبيراً في محتواها من المغنيسيوم حيث وجد بان محتوى الأتربة ذات النسجة الخشنة في المناطق الرطبة من المغنيسيوم عادة قليل ويقدر المغنيسيوم الكلي فيها 1% بينما محتوى الأتربة ذات النسجة الناعمة في نفس المناطق من المغنيسيوم الكلي أكثر من 1% لقد أثبتت الدراسات بان الترب المشتقة من الصخور الرسوبية الرملية تكون فقيرة من حيث محتواها من المغنيسيوم الكلي. بصورة عامة اتضح بان المغنيسيوم الجاهز أي الذائب والمتبادل في الترب يزداد بزيادة نسبة الطين أو الطين مضافا إلى الغرين، إذ وجد بان محتوى الترب الرملية من المغنيسيوم اقل من محتوى الترب المزيجية التي بدورها يكون محتواها اقل من الترب الطينية وهذا يعود إلى اختلاف مادة الأصل من حيث محتواها من المغنيسيوم ومقدره التربة على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية الكاتيونية أي السعة التبادلية الكاتيونية.

#### 2- المادة العضوية:

إن محتوى التربة ذات المحتوى العالي من المادة العضوية من المغنيسيوم الكلي أعلى من التربة المحتوية على نسبة منخفضة من المادة العضوية وهذا يعود إلى أن تجمع المادة العضوية على سطح التربة يزيد من حفظ التربة للمغنيسيوم في الطبقة السطحية مما يزيد من كمية المغنيسيوم الجاهز للنبات. إن قابلية الأتربة المحتوية على كميات عالية من المادة المتحللة جزئياً وغير المتحللة على تثبيت المغنيسيوم اقل من قابلية الترب الفقيرة بالمادة العضوية.

#### 3- درجة تفاعل التربة:



إن الأتربة الحامضية تسود في المناطق الرطبة ذات الأمطار الغزيرة ومن هذا وجد بان لدرجة تفاعل التربة دوراً كبيراً في مقدراً ما تحتويه التربة من المغنيسيوم ومدى جاهزيته إذ وجد من البحوث والدراسات بان الترب الحامضية والرملية في المناطق التي تكون فيها كمية الأمطار متوسطة إلى عالية تعاني من نقص المغنيسيوم بسبب عمليات فقد التربة للمغنيسيوم من مقد التربة بواسطة عمليات الغسل بالأمطار الغزيرة.

#### 4- تركيز الكاتيونات:

إن جاهزية المغنيسيوم لامتصاص النبات له تتأثر بتركيز الكاتيونات الأخرى في محلول التربة فمثلاً زيادة تركيز البوتاسيوم والكالسيوم في محلول التربة يقلل من عملية امتصاص المغنيسيوم لحصول عملية التضاد والتزاحم على جهات الامتصاص. والترب ذات السعة التبادلية الكاتيونية الواطئة ربما تتعرض إلى مشاكل ترتبط بالتضاد الذي يحصل بين البوتاسيوم والمغنيسيوم في ظروف المستويات العالية من البوتاسيوم فالسعة التنظيمية الواطئة لمثل هذه الترب ربما ينتج عنها وجود جزء كبير من العناصر الغذائية في محلول التربة.

#### أسمدة المغنيسيوم

من أسمدة المغنيسيوم المهمة والواسعة الانتشار لمعالجة نقص المغنيسيوم في التربة إضافة إلى معالجة نقص الكالسيوم ودرجة تفاعل التربة هو سماد الدولومايت الذي يعد أكثر الأسمدة استعمالاً وأرخصها ثمناً وفيما يأتي أهم أسمدة المغنيسيوم:

الدلومايت  $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$  نسبة المغنيسيوم فيه 12%

أوكسيد المغنيسيوم  $\text{MgO}$  نسبة المغنيسيوم فيه 45%

فوسفات الامونيوم - المغنيسيوم  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4\text{H}_2\text{O}$  نسبة المغنيسيوم فيه 14,8%

الكيسرايت  $\text{MgSO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$  نسبة المغنيسيوم فيه 18,2%

كبريتات المغنيسيوم  $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  نسبة المغنيسيوم فيه 10,5%

Langbeinite  $\text{K}_2\text{SO}_4\cdot 2\text{MgSO}_4$  نسبة المغنيسيوم فيه 11,2%

كربونات المغنيسيوم  $MgCO_3$  نسبة المغنيسيوم فيه 27٪

هناك عدد من الملاحظات المهمة عن أسمدة المغنيسيوم يجب ملاحظتها والعمل بها وهي:

1- تعد أسمدة المغنيسيوم الحاوية على الكبريتات أسرع من أسمدة المغنيسيوم الحاوية على الكربونات ولكنها أعلى سعراً.

2- في الترب الحامضية ينصح بإضافة الدولومايت، في حين في الترب المتعادلة ينصح بإضافة كبريتات المغنيسيوم.

3- فوسفات الامونيوم - المغنيسيوم ينصح باستعمالها لنباتات البستنة وخاصة النباتات صغيرة العمر والحساسة لأشكال المغنيسيوم الأخرى.

## المحاضرة الحادي عشر:-

### أسمدة العناصر الصغرى (حديد – زنك – منجنيز – نحاس – بورون – موليبدنيوم)

يقوم معظم المزارعين بإضافة العناصر الصغرى مثل الحديد-الزنك والمنجنيز على صورة معدنية مثل (كبريتات الحديدوز- كبريتات الزنك- كبريتات المنجنيز) في ماء الري من خلال شبكة الري بالتنقيط ، وذلك لرخص ثمن هذه العناصر على الصورة المعدنية ، وهذا من الأخطاء التي تتم في هذه المزارع ، ولهذا يجب عدم إضافة العناصر الصغرى على صورة معدنية من خلال شبكة الري بالتنقيط أو الرش ، لأن نسبة كبيرة من هذه العناصر ستتحول من صورة جاهزة للامتصاص من قبل النبات إلى صورة غير جاهزة وغير ميسرة للامتصاص ، وذلك لتفاعل هذه العناصر مع معقد التربة ويثبت معظمها خصوصاً في انواع التربة مرتفعة الـPH مثل معظم التربة العراقية.

فلا بد من إضافة العناصر الصغرى من خلال شبكة الري في صورة مخلبية لتكون الاستفادة منها أكبر ، حيث أن الصورة المخلبية صورة صالحة وميسرة للامتصاص بواسطة النبات ، وذلك لأن المادة الخالبة للعنصر تحفظه من التفاعل مع معقد التربة والتثبيت وتجعله أكثر تيسراً.

وفيما يلي بعض العوامل التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند استخدام المصادر السمادية لهذه العناصر :-

1. يفضل استخدام الصور المخلبية كمصدر للعناصر الغذائية الصغرى للإضافة ، وتتميز هذه الصورة المخلبية بقدرتها العالية على الذوبان في الماء وصعوبة ذوبانها في التربة وبالتالي سهولة تيسرها وامتصاصها بواسطة النبات- وتتميز المركبات المخلبية أيضاً بقدرتها العالية على مقاومة الفقد بعملية الغسل.
2. يفضل استخدام الصور المخلبية (FeEDDHA) عن الصورة المخلبية (FeEDTA) كمصدر لعنصر الحديد للإضافة من خلال مياه الري حيث لا يسهل تثبيته في التربة العراقية ، ويمكن استخدام أي من صور الحديد للإضافة رشاً من خلال التسميد الورقي.
3. كفاءة امتصاص العناصر الغذائية الصغرى في صورة مخلبية أعلى حوالى 5 - 3 من كفاءة امتصاص العناصر الغذائية الصغرى المماثلة في صورة سلفات ويجب أن تؤخذ هذه الخاصية في الاعتبار عند تقدير تكاليف استخدام أي من صور العناصر الغذائية الصغرى.

4. يجب زيادة تركيز عناصر الحديد والزنك والمنجنيز في المحلول المغذى (مياه الري + العناصر الغذائية) حوالى 50% عند وجود كربونات الكالسيوم (الجير) في التربة بنسبة 5-10% .
- وفيما يلي أهم المصادر السمادية للعناصر الصغرى المستخدمة في برامج التسميد

## 1. اسمدة الحديد

جدول 1 : يوضح أهم المصادر السمادية لعنصر الحديد (Fe)

Fe-present % نسبة العنصر %	Chemical formula الرمز الكيميائي	Name of Fe-carrier اسم المركب السمادى
		<b>A. Inorganic</b>
		(أ) العنبر عضوية (المركبات لمعدنية)
20.5	FeSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	Ferrous sulphate سلفات حديدوز
20.0	Fe (SO) <sub>4</sub> . 4H <sub>2</sub> O	(* Ferric Sulphate سلفات حديك *
42.0	FeCO <sub>3</sub>	* Ferrous carbonate كربونات حديدوز *
75.0	FeO	* Ferrous oxide أكسيد حديدوز *
14.0	FeSO <sub>4</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .6H <sub>2</sub> O	* Ferrous ammonium sulphate سلفات الحديدوز *
40.0	---	* Iron frits الأمونيومية حديد فيرتز *
		<b>B. Chelates :</b>
		(ب) المخلبيات (الصناعية)
10.0	--	a. Synthetic Fe-DTPA
9-12	--	Fe-EDTA
6.0	--	Fe-EDDHA
5-9	--	Fe-HEDTA
6.0	-	b. Natural Liginin sulphonate (الطبيعية)
5.0	--	Methoxy phenylpropane ليجنوسلفونيت complex ميثوكسى فينيل بروبان
6.0-9.6	--	Polyflavonoid بولى فلافونيد
6-8	--	Amino Acid أحماض أمينية
6-7	--	Humic Acid حمض هيوميك
6-8	--	Citric Acid ستريك سيد

وتلاحظ أن معدل الاستخدام يختلف في حالة إذا كان العنصر مخلبياً أو غير مخلب ففي حالة إذا كان العنصر غير مخلب فهو يستخدم رشاً ويفضل عدم استخدامه من خلال الري بالتنقيط حتى لا يحدث له تثبيت في التربة نظراً لأن معظم الترب العراقية مرتفعة الـ (PH) أي قاعدية مما يقلل من تيسر العناصر الصغرى لها ولهذا يفضل إضافتها في صورة مخلبية مع ماء الري.

## 2. أسمدة الزنك :-

جدول (2) يوضح أهم المصادر السماوية لعنصر الزنك

Zn-present % تركيب العنصر %	Chemical formula لرمز الكيمياء	Name of Zn-carrier اسم المركب
22	ZnSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	A) Inorganic - Zinc sulphate
25	ZnSO <sub>4</sub> . H <sub>2</sub> O	- Zinc sulphate
67-80	ZnO	- Zinc oxide
45	ZnCl <sub>2</sub>	- Zinc chloride
56	ZnCO	- Zinc carbonate
37	Zn (NH <sub>4</sub> ) PO <sub>4</sub>	- Zinc ammonium Phosphate
14-16	--	- Zinc frits (*)
		B) Chelates (ب) المخلبيات
		(i) Synthetic 1) الصناعية
12-14	--	- Zn-EDTA
8	--	- Zn-HEDTA
13	--	- Zn-NTA
5	--	- Zn-Ligno sulphonate ( Zn0Rayplex) ليجنو سلفونيت
		(ii) Natural 2) الطبيعية
10		- Zn-poly flavonoid مخلب على بولي فلافونويد
Variable عديدة ومختلفة Variable		- Zn-Humic acid مخلب على هيوميك أسيد
		- Zn-Fulvic acid مخلب على فولفيك أسيد
		- Amino acid أحماض أمينية

## جدول 3 وضح أهم المصادر السمادية لعنصر المنجنيز (Mn)

Mn-present % تركيب العنصر %	Chemical formula الرمز الكيميائي	Name of Mn-carrier اسم المركب لسمادي
26-28	MnSO <sub>4</sub> · 3H <sub>2</sub> O	<b>A. Inorganic Salts:</b> - Manganese Sulphate
32	MnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	- Manganese Sulphat
41-68	MnO	- Manganous Oxid (*)
31	MnCO <sub>3</sub>	- Manganese carbonat (*)
17	MnCl <sub>2</sub>	- Manganese chloride (*)
20	Mn <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	- Manganese phosphate (*)
10-25	-	- Manganese first (*)
		<b>B. Chelated Forms</b>
		<b>(a) Synthetic :</b>
		Mn – EDTA
12	Manganese chelate of ethylene diamine tetraacetic acid	Mn-EDDHA
		<b>(b) Natural :</b>
10-12	--	Manganese methoxy phenyl-propane
7-8	--	Amino Acid
		Humic Acid

وبالنسبة للعناصر المخلبية التي تحتوي على مواد كيميائية مثل الـ EDTA و الـ EDDHA والمخلبية على مواد طبيعية مثل الأحماض الأمينية ومركبات الليجنوس لفونيت فهي إما أن تكون في صورة سائلة أو صلبة على حسب تكنولوجيا الإنتاج المتوفرة في بلد المنشأ.

جدول 4 يوضح أهم المصادر السمادية لعنصر النحاس ( Cu )

Cu Content (%) تركيز لعنصر	Chemical Formula الرمز الكيميائي	Name of Fertilizer اسم السماد
25	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	<b>A. Inorganic</b> Copper sulphate
35	CuSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	Copper sulphate
89	Cu <sub>2</sub> O (insoluble)	Cuprous oxide (*)
75	CuO (insoluble)	Cupric oxide (*)
32	Cu(NH <sub>4</sub> )Po <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O (soluble)	Copper ammonium Phosphate
		<b>B. Chelated</b>
		<i>(i) Synthetic</i>
13	-(soluble) -	Cu-EDTA
9	-(soluble) - Cu-EDDHA	Cu-HEDTA*
Variable	-(Soluble) - Acid/fulvic acid	<i>(ii) Natural</i> Cu-humic Acid Fulvic Acid

وتستخدم كبريتات النحاس رشاً على النباتات او بصورة مخلبية ويتم التسميد بها تبعاً لحاجة النبات لعنصر النحاس ويراعى الحذر والدقة حيث أن التركيزات العالية منها قد تحدث سمية بالنباتات.

جدول 5 يوضح أهم المصادر السمادية لعنصر البورون ( B )

B content (%) نسبة العنصر (%)	Chemical formula الرمز الكيميائي	Name of Fertilizer اسم السماد
10.5	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> . 10H <sub>2</sub> O	Broax
14 – 15	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> . 5H <sub>2</sub> O	Sodium tetraborate (Fertilizer Borate-48 Agribor, Tronabor)
21	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	Fertilizer Borate - 68
17	H <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	Boric acid
20 – 21	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> .5H <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> B <sub>10</sub> O <sub>16</sub> .10 <sub>2</sub> O	Solubor
10 – 16	Ca <sub>2</sub> B <sub>6</sub> O <sub>11</sub> . 5H <sub>2</sub> O	Colemanite (portabor)*
2 – 6	Complex borosilicates	Boron frits*

والمصدر الشائع استخدامه هو ( حمض البوريك- بورات الصوديوم والبوراكس).

ويستخدم البوراكس رشاً.

ويجب مراعاة أن هناك محاصيل حساسة جداً للبورون فقد يحدث لها سمية ولهذا لابد من مراعاة الدقة عند استخدام الأسمدة التي تحتوي على البورون حيث يتم إضافتها طبقاً لاحتياجات النباتات.

جدول 6 يوضح أهم المصادر السمادية لعنصر الموليبدينوم (Mo)

Mo content (%) نسبة العنصر	Chemical formula الرمز الكيميائي	Name of Fertilizer اسم السماد
39	$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Sodium molybdate مولبيدات الصوديوم
49 - 54	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Ammonium molybdate مولبيدات الأمونيوم
66	$\text{MoO}_3$	Molybdenum trioxide (*) أكسيد الموليبدينوم الثلاثي
60	$\text{MoS}_2$	Molybenite (*) موليبينيت
2 - 3	--	Molybdenum first (*) فيرتر الموليبدينوم

هذا ونلاحظ أن احتياجات النباتات من الموليبدينوم ضئيلة جداً للغاية حيث يمكن استخدام مولبيدات الأمونيوم رشاً ونلاحظ أنها تكون موجودة بتركيزات ضئيلة مع مركبات التسميد بالرش المركبة وكذلك مع الأسمدة المركبة التي تستخدم في نظام الحقن مع الري (Fertigation) ولهذا نجد أننا في أغلب الأحوال لا نضيفها بمفردها نظراً لأن التركيزات التي تحتاجها النباتات منها ضئيلة جداً لا تتعدى الأجزاء في المليون.



## المحاضرة الثانية عشر

### الكبريت Sulphur

- يوجد في الطبيعة بصورة صلبة (مسحوق اصفر اللون) أو سائلة
- عنصر متحرك، يمتص من قبل النبات على شكل كبريتات  $SO_4^{++}$ ، ثم يختزل في النبات إلى كبريت أو سلفوهيدروكسيل النباتات الراقية تمتص الكبريت من التربة في صورة كبريتات، كما تمتص كمية قليلة منه عن طريق الأوراق على شكل ثاني أكسيد الكبريت ( $SO_2$ ) كما إن الثيوسلفات Thiosulfate ( $S_2O_3^{-2}$ ) يمكن إن يمتص من قبل الجذور
- من العناصر المهمة للإنسان والحيوان والنبات والكائنات الحية الدقيقة
- يتراوح محتوى قشرة التربة من هذا العنصر بين 0.06-0.10%
- إن المحتوى الكلي لأنسجة النبات من الكبريت يتراوح بين 0.1-0.5% من المادة الجافة
- يوجد بشكل عضوي وغير عضوي، ولكن في معظم الترب يعد الكبريت المقيد عضويا هو المخزن الرئيس للكبريت في التربة لاسيما تحت الظروف المناخية الرطبة
- يوجد الكبريت المعدني في الترب في مركبات كبريتات الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم، وهي مركبات تذوب في الماء
- يكثر وجود الكبريت في الطبقة السطحية من التربة وان كمية عالية من الكبريت يمكن إن تختزل داخل النبات على أشكال S-S و SH
- تعتبر المادة العضوية مخزن للكبريت في التربة
- استخدام الأسمدة الخالية من الكبريت وزراعة محاصيل تحتاج إلى الكبريت بكميات كبيرة، أدى إلى ظهور أعراض نقص الكبريت في التربة وعلى النباتات
- نسبة S : N : C 10 : 125 : 1.2 في التربة الجيدة
- عند إضافة الكبريت المعدني (Elemental sulfur) للتربة فانه يتأكسد بفعل بكتريا من جنس Thiobacillus مكونا حامض الكبريتيك وهذا الحامض الناتج يؤدي إلى خفض pH التربة وزيادة حموضتها
- ادمصاص الكبريتات يزداد عند انخفاض الرقم الهيدروجيني للتربة
- الكبريت العضوي في التربة يتأكسد إلى الكبريتات الصالحة للامتصاص من قبل النبات، وهذه العملية تتم من خلال بكتريا (Thiobacillus)

- المحتوى الكلي لأنسجة النبات من الكبريت هو ما يقارب من 0.2-0.5% في المادة الجافة
  - وتشير الدراسات إلى أن لإضافة الكبريت المعدني أو مخلفاته تأثير معنوي في زيادة ملوحة التربة
  - إن زيادة تركيزه في الجو تسبب انخفاض في نمو النبات
  - يحتوي جسم الإنسان (70 كلغم) على 140 غرام كبريت
- مصادر الكبريت في التربة

1. معادن الصخور في باطن التربة عند تعرضها لعمليات التجوية الكيميائية والفيزيائية
  2. الكبريت الجوي الناتج من الحرق الموجود في المعامل والمصانع والذي يعود الى التربة عن طريق الأمطار، كذلك ينتج الكبريت الجوي من التحلل اللاهوائي للمادة العضوية في المستنقعات والاهوار
  3. الكبريت العضوي خصوصا في الترب العضوية، والكبريت العضوي في صورتين، هما الكبريت المحجوز بالكربون (مع الأحماض الامينية) وكبريت غير محجوز بالكربون (مركبات فينولية ودهون)
  4. الأسمدة الكيميائية المضافة للتربة والحاوية على الكبريت
- فوائد الكبريت للنبات

1. يشترك في تركيب بعض الأحماض الامينية كـ Cysteine و Cystine و Methionine التي تتكون منها البروتينات والتي تشمل 90% من الكبريت في النبات
2. يدخل في تركيب بعض الفيتامينات مثل Biotin و Thiamin و Lipoic acid
3. يعد الكبريت جزءا حيويا من الـ Ferredoxin المهم في اختزال النترات والكبريتات وتثبيت النتروجين الجوي بوساطة بكتريا العقد الجذرية وكذلك البكتريا الحرة المثبتة للنتروجين .
4. يلعب الكبريت دورا في تكوين الكلوروفيل على الرغم من عدم اشتراكه في تركيبها .
5. يشترك في بناء المرافق الإنزيمي Co enzymes A الذي يشترك في عمليات الأكسدة وبناء الأحماض الدهنية والأحماض الامينية.
6. يشترك الكبريت في عمليات الأكسدة والاختزال، وله أهمية في اختزال النترات إلى أمين الذي يتحد مع الأحماض العضوية لإنتاج أحماض امينية ومن ثم إلى بروتين

## أعراض نقص الكبريت

1. لأنه عنصر متحرك، لذا تظهر أعراض النقص على الأوراق القديمة
2. تتلون الأوراق باللون الأصفر وهي صفة تشترك مع نقص النتروجين، ولكن الاصفرار في حالة نقص الكبريت يتحرك إلى جميع أجزاء النبات ويكون شاحب ولا تسقط الورقة كما في نقص النتروجين
3. تكون النباتات صلبة وقابلة للتكسر والسيقان والجذور ضعيفة وفي الأشجار تجف الفروع الأسمدة الكبريتية

إن إضافة الأسمدة المحتوية على الكبريت إلى التربة تهدف إلى:

1. سد احتياجات النباتات من هذا العنصر لاسيما في التربة التي تعاني من نقصه لعدّه عنصرا ضروريا لنمو النبات
2. خفض درجة تفاعل الترب القاعدية لاستصلاحها وتحسين خصوبتها لزيادة الإنتاجية لمختلف المحاصيل التي تزرع فيها، ولهذا حصلت استجابة كبيرة في العديد من النباتات لإضافات الكبريت مما أدى إلى زيادة النمو والإنتاج لاسيما في الترب القاعدية ذات درجة التفاعل المرتفعة

3. فضلا عن إن استعمال الكبريت مع الأسمدة الفوسفاتية يؤدي إلى خفض تفاعلات ترسيب الفسفور في التربة مما يؤدي إلى زيادة كفاءة استخدام هذه الأسمدة

## واهم الأسمدة الكبريتية

1. الكبريت : مادة صفراء عديمة الرائحة تستخرج من باطن التربة وتنظف وتستخدم، وفي العراق توجد في منطقة (المشراق – مدينة الموصل)، نسبة الكبريت تصل 50-90%
2. حامض الكبريتيك : مادة ثقليه ذات قوام دهني في صورة سائل، تنتج عن حرق الكبريت وتحولته إلى أوكسيد الكبريت ثم التعامل مع الماء للحصول على الحامض تحت ظروف خاصة معملية
3. الجبس ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) مادة بيضاء على هيئة مسحوق تحتوي 23.5% كبريت
4. كبريتات الامونيوم ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) يحتوي 24% كبريت و21% نتروجين
5. وهناك أسمدة أخرى مثل كبريتات البوتاسيوم وكبريتات الألمنيوم والسوبرفوسفات الحاوي على الكبريت وكبريتات الحديد و الخارصين.

## الكبريت كمصلح

• يضاف الكبريت مصححاً للتربة، لأنه يعمل على خفض pH التربة والتي بدورها قد تكون الحل الأمثل لمشكلة نقص العديد من العناصر الغذائية ولاسيما في ظروف الترب الكلسية الواقعة ضمن المناطق الجافة وشبه الجافة.

• ان ترب المناطق الجافة وشبه الجافة تمتاز بمحتوى عالٍ من كربونات الكالسيوم قد تصل إلى 20-30% وذات pH 7.5-8.5، لذا قد ينصح باستخدام الكبريت في مثل هذه الترب بوصفه مصححاً كيميائياً لتحسين خواص التربة الكيميائية والخصوبة

• ويعد الكبريت من المركبات ذات الفعل الأحامضي الذي يؤدي إلى تقليل الأس الهيدروجيني عند إضافته للترب القاعدية، فقد لاحظ العديد من الباحثين إن إضافة الكبريت إلى الترب الكلسية أدت إلى خفض الأس الهيدروجيني مما أدى إلى زيادة جاهزية العديد من العناصر الغذائية في التربة ومنها النتروجين والفسفور والعديد من العناصر الصغرى

• يتأكسد الكبريت في التربة تحت الظروف الملائمة من حرارة ورطوبة بأنواع عدة من البكتريا ولاسيما *Thiobacillus thiooxidans*، مما ينتج عنه أكاسيد الكبريت التي تكون بدورها حامض الكبريتيك بعد ذوبانها بالماء مما يؤدي إلى زيادة فعالية ايون الهيدروجين في طور التربة السائل

### طرائق إضافة الكبريت الزراعي للتربة

1. الطريقة المباشرة، ينثر الكبريت الزراعي الخام على سطح التربة ويخلط معها مع الترطيب بالماء حتى الوصول إلى السعة الحقلية، تترك بعدها لمدة تتراوح من 14 - 21 يوماً من أجل السماح للأكسدة البيولوجية للكبريت ومن ثم خفض درجة تفاعل التربة، وبالتالي زيادة جاهزية العناصر الغذائية ومن ضمنها عنصر النتروجين

2. خلط الكبريت مع المادة العضوية، تعد المادة العضوية ضرورية للبكتريا من نوع غير ذاتية التغذية Chemoheterotrophs بوصفها مصدراً للطاقة و الكربون والتي قد تشارك في عملية الأكسدة، لكنها لا تعد ضرورية لفعالية البكتريا من النوع ذاتية التغذية Chemoautotrophs . إن اختلاف الترب في قدرتها على

أكسدة الكبريت لاختلاف محتواها من مجاميع الإحياء الدقيقة. أن الكتلة البيولوجية (Biomass) والمادة العضوية المضافة ومحتوى التربة المائي لها علاقة وثيقة بسرعة الأكسدة البيولوجية للكبريت .

3. تغليف اليوريا بالكبريت، تعد هذه التقنية اتجاهاً للتقليل من خسارة الأسمدة النتروجينية حيث تغلف حبيبات اليوريا بالكبريت لزيادة كفاءة استخدامها من قبل النبات. ان تغليف اليوريا يقلل من فقد الامونيوم من السماد المضاف على سطح التربة وانعكس ذلك في نمو المحصول، حيث أدى إلى زيادة في وزن النبات الجاف مقارنة باليوريا الاعتيادية. أن خلط الكبريت مع الأسمدة النتروجينية أدى إلى خفض النسبة المئوية لتطاير الأمونيا بنسبة 30 % مقارنة بكمية الأمونيا المتطايرة من الأسمدة نفسها وغير المخلوطة بالكبريت . إن استعمال اليوريا المغلفة بالكبريت تهدف إلى تقليل فقد النتروجين من هذا السماد، وتجهيز النتروجين بشكل تدريجي طوال مدة نمو المحاصيل وإمكانية إضافة الأسمدة النتروجينية دفعة واحدة عند تحضير التربة للزراعة بدلا من إضافة اليوريا بدفعات عدة .

الحدود الحرجة للجهاز من العناصر الكبرى في التربة

جزء بالمليون	منخفض	جيد	عالي
النترات NO <sub>3</sub>	أقل من 10	10-20	+20
الفسفور (اولسن)	أقل من 10	10-20	+20
البوتاسيوم	أقل من 150	150-250	+250
الكالسيوم	أقل من 1000	1000-2000	+2000
المغنيسيوم	أقل من 50	50-150	+150
الكبريت (كبريتات)	أقل من 2	2-15	+15



## صناعة الأسمدة

يُستخدم أكثر من 95% من الأسمدة المنتجة في العالم من أجل تسميد المحاصيل. وتعدّ المملكة العربية السعودية أهم الدول المنتجة للأسمدة. ومن الأقطار الرئيسية المنتجة أيضاً، كندا والصين وفرنسا والهند.

### المواد الخام

تأتي من عدة مصادر، وتعدّ الأمونيا المصدر الرئيسي للأسمدة النيتروجينية. وتصنع غالباً باتحاد النيتروجين الموجود في الهواء بالهيدروجين الموجود في الغاز الطبيعي. وتصنع عدة شركات نفط في الولايات المتحدة الأمريكية مادة الأمونيا. وتتصدر قائمة المنتجين للفوسفات الصخري روسيا والمغرب والسعودية. ويمتلك المغرب أكبر احتياطي من الفوسفات الصخري. ويوجد أكبر احتياطي لترسبات كلوريد البوتاسيوم، وهو المصدر الرئيسي للأسمدة البوتاسية في كندا.

### الإنتاج والتسويق

يتم إنتاج الأسمدة بأربعة أشكال رئيسية؛ أسمدة نقية، وهي مركبات كيميائية تحتوي على واحد أو اثنين من العناصر السمادية؛ وأسمدة مخلوطة، وهي خليط من الأسمدة النقية بنسبة معينة وأسمدة مصنعة، وتحتوي على مركبين أو أكثر، وهي مخلوطة ومجهزة بشكل حبيبات، وتحتوي كل حبة على نيتروجين وفوسفور وبوتاسيوم إضافة إلى عناصر أخرى في بعض الحالات؛ وأسمدة سائلة، وتحتوي على واحد أو أكثر من العناصر السمادية الذائبة في الماء. وقد تُرش على النباتات أو تُحقن في التربة أو تضاف مع مياه الري. وتحرر المغذيات من معظم الأسمدة في التربة مباشرة بعد إضافتها. وينتج المصنّعون أيضاً أسمدة خاصة تُدعى أسمدة التحرر البطيء، حيث تتحرر المغذيات بالتدريج. وقد وُجد أن هذا النوع مفيد للنبات عندما يكون بحاجة إلى مصدر مستمر من المغذيات لفترة طويلة من الوقت.

### مشاكل صناعة الأسمدة

يجب إنتاج ملايين الأطنان من الأسمدة سنوياً لضمان توفير حاجة العالم من الغذاء. ويحاول منتجو الأسمدة تلبية الاحتياجات الفعلية من الأسمدة المطلوبة. وفي حالة عدم إمكانية تحقيق ذلك، ربما ينتج

نقص كبير في إنتاج الغذاء. وبسبب نقص المواد الخام، انخفضت إمكانية توفير السماد، حيث تستخدم بعض المواد الخام كالغاز الطبيعي والفسفور في صناعات أخرى مما يؤدي إلى انخفاض في إنتاج السماد. وقد يؤدي التعدين وتصنيع المواد الخام المطلوبة لصناعة الأسمدة إلى حدوث أضرار سيئة، فمثلاً، المناجم المفتوحة مصدر لعدة معادن تُستخدم في صناعة السماد، وهنا يتسبب التعدين في ترك مساحات غير منتجة وسيئة المنظر إلا إذا تم تجميلها وتنسيقها بطريقة مناسبة. كما يؤدي الاستخدام الزائد من الأسمدة إلى تلوث الماء، حيث يُحمل السماد إلى البحيرات والجداول أثناء انجراف التربة، وتريد العناصر الغذائية من نمو الطحالب في هذه الأماكن المائية. وعندما تموت الطحالب تُخلف نفايات بكميات كبيرة تعمل على استهلاك الأكسجين عند تحللها، وينتج عن ذلك موت الأسماك والنباتات الأخرى.

استخدام الأسمدة سيتجاوز 200 مليون طن عام 2018

من المرجح أن يرتفع الاستخدام العالمي من الأسمدة إلى أكثر من 200.5 طن في عام 2018، متجاوزاً بذلك معدل الاستخدام عام 2008 بنسبة 25 في المائة. ويقول تقرير جديد صادر للتو عن منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة "فاو"، بعنوان "الاتجاهات العالمية للأسمدة وتوقعاتها عام 2018"، أن "استهلاك الأسمدة العالمي سينمو بنسبة 1.8 في المائة سنوياً إلى عام 2018"، مضيفاً أن "القدرة العالمية على استخدام المنتجات السماكية والسلع الوسيطة والمواد الخام ستسجل مزيداً من الزيادة".

ومع تجاوز قدرة إنتاج الأسمدة لمعدل الاستخدام السائد، سينمو "التوازن العالمي المحتمل" (مصطلح فني لقياس مدى المتوافر إلى الطلب الفعلي) في حالة النيتروجين (الأزوت) والفسفات والبوتاس، وهي أسمدة التربة الثلاثة الرئيسية.

والمنتظر أن يرتفع الاستخدام العالمي للنيتروجين، كأضخم قاعدة سماد قيد الاستخدام، بمقدار 1.4 في المائة سنوياً إلى عام 2018، في حين سيرتفع استخدام الفوسفات بنسبة 2.2 في المائة والبوتاس بنسبة 2.6 في المائة. وفي المقابل، سينمو المعروض من هذه المكونات الثلاثة الحاسمة وفقاً لتوقعات منظمة "فاو" بنسب 3.7 و 2.7 و 4.2 في المائة سنوياً على التوالي.



ولا يتطرق التقرير إلى تطورات الأسعار في المستقبل، لكنه يلاحظ أن أسعار الأسمدة بعد الارتفاع الذي طرأ عليها في عام 2011، تراجعت بقوة في منتصف 2014 مقارنة بما كانت عليه في عام 2010.

### النيروجين: الكم والنمو

والمتوقع أن يأتي أسرع نمو للطلب على الأسمدة النيروجينية في إفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، بنحو 4.6 في المائة سنوياً. ولكن نظراً إلى ضآلة الاستخدام الحالي في الإقليم قلن يتجاوز جل الاستخدام عام 2018 ما مجموعه 340000 طن إضافية من النيروجين مقارنة بعام 2014، وهو ما يمثل أقل من خمسة في المائة من الزيادة العالمية المتوقعة.

وفي شرق وجنوب آسيا، حيث يتركز نحو 60 في المائة من جميع استخدامات الأسمدة النيروجينية، سيأتي النمو على مدى السنوات الأربع القادمة معتدلاً، وإن كان سيبلغ 3.3 مليون طن إضافية بالمقياس الكمي.

والمقدر أن يستخدم المزارعون في أمريكا الشمالية 300000 طن إضافية من الأسمدة النيروجينية في عام 2018، مما يعكس معدل نمو سنوي قدره 0.5 في المائة، في حين يتجه المزارعون في أوروبا الغربية وفق توقعات "فاو" إلى الحد من استخدام الأسمدة النيروجينية بمقدار 50000 طن.

### خيارات مستجدة لسلامة التربة:-

يعد استخدام الأسمدة وسيلة واحدة للتعويض عن النيروجين المستهلك في التربة مع الحصاد المتواصل للمحاصيل، علماً بأن استخدام النيروجين على نطاق واسع يمكن أن يضر بموارد المياه وأن يولد كميات كبيرة من النفايات... حتى وإن ظلت الزيادات الهائلة في استخدام الأسمدة محركاً كامناً وراء التوسع السريع في الإنتاجية الزراعية خلال فترة ما بعد الحرب العالمية الثانية.

من جانب ثان، أدى الإفراط في استخدام الأسمدة في بعض المناطق إلى تلوث التربة من جراء الترسيب النيروجيني المفرط، وفي بعض الحالات أيضاً تمخض عن تلف شبكات المياه. غير أن قلة استخدام الأسمدة في معظم أنحاء إفريقيا جنوب الصحراء الكبرى نجم عنه عدم تجدد مغذيات التربة وسط عمليات الحصاد المستمرة مما أدى إلى تدهور الأراضي الزراعية وتناقص غلالها.

ويقول الخبير كليتون كامبانولا، مدير شعبة "قاو" للإنتاج النباتي وحماية النبات أن سواء دراسة "قاو" المعنونة "الحفظ والتوسع"، أو المبدأ الاستراتيجي الأول لصياغة "رؤية مشتركة للإنتاج الغذائي والزراعي المستدامين"... إنما يتضمنان وصفاً لسبل الحفاظ على صحة التربة أو استعادتها من خلال الاعتماد على عدد مدخلات أقل لرفع إنتاجية المحاصيل على نحو مستدام... وذلك عبر استخدام الدورات الزراعية المصممة محلياً، والتغطية بالمادة الخضراء من أجل استعادة النيتروجين طبيعياً؛ بل وأن بعض النباتات ولا سيما البقوليات مثل فول الصويا تملك كائنات حية دقيقة في نظم الجذور تتيح امتصاص النيتروجين من الهواء إلى التربة ووضعها في متناول النباتات.

من جهة أخرى، نجحت "قاو" في ابتكار سبل لرصد أحوال المحاصيل حينياً، مما سمح باتخاذ قرارات دقيقة بالنسبة لكميات الأسمدة المطلوبة، علماً بأن الاستخدام الدقيق للأسمدة يقلل من النفايات والأضرار الناجمة عن الجريان المائي السطحي الحامل للنيتروجين.

ومع اختيار عام 2015 سنة دولية للتربة، تسعى "قاو" مع شركائها إلى تحقيق مشاركة الجمهور العام في الإدارة الزراعية المستدامة التي أصبحت المورد الحيوي الأهم قاطبة لإنتاج الغذاء.

#### ترسيم خرائط لاتجاهات الأسمدة:-

في غضون السنوات المقبلة سينفاوت استخدام الأسمدة جغرافياً على نطاق واسع، مع نمو الطلب السريع في إفريقيا جنوب الصحراء الكبرى على النيتروجين والبوتاس، وإن كان بالتناسب إلى كميات الاستخدام الخفيفة الراهنة.

وستظل آسيا ككل أكبر مستهلك للأسمدة في العالم، بالاعتماد على استيراد العناصر الغذائية الرئيسية الثلاثة. وستظل غرب آسيا مصدراً لفوائض هامة من النيتروجين والفوسفات والبوتاس.

وبالنسبة إلى أوروبا ككل سوف تتوافر العناصر الغذائية الثلاثة إلى عام 2018، نظراً إلى الأرصة الكبيرة المتواجدة في شرق أوروبا وآسيا الوسطى. ومن المتوقع أن يظل الاستخدام ثابتاً في أوروبا الغربية، في حين سيتزايد 3.6 في المائة سنوياً في بعض مناطق أقصى شرق القارة الأوروبية.

أما أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي فستعتمد على الواردات من الأسمدة الثلاثة الرئيسية خلال نفس الفترة، في حين سينمو المعدل السنوي بنسبة عالية هي 3.3 في المائة.

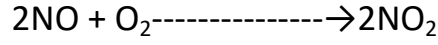
وعموماً، فإن الاختلافات في مجموع الطلب على النيتروجين بين القارات ستظل كبيرة، إذ ستحتاج إفريقيا عام 2018 إلى 4.1 مليون طن، وأوروبا إلى 15.7 مليون طن، والأمريكتان إلى 23.5 مليون طن، وآسيا إلى 74.2 طن.

وبالرغم من أن استخدام الأسمدة عموماً في إفريقيا جنوب الصحراء من المتوقع أن ينمو بمعدل سنوي مقداره 4.7 في المائة، وهو الأسرع في العالم إلا أن إفريقيا ستبقى مصدراً رئيسياً للنيتروجين بما ستوفره إضافياً من 3.4 مليون طن إلى مجموع التوازن العالمي.

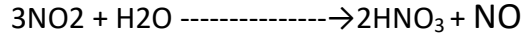


امونيا

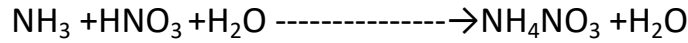
او كسيد النتروز



ثاني اوكسيد النتروجين



حامض النتريك الناتج يركز ثم يفاعل مع الامونيا :



نترات الامونيوم

يركز المحلول جيدا بازاحة الماء ويحول الى نترات الامونيوم الصلبة باستعمال برج الكبسلة بنثر المحلول المركز من فوهات نحو تيار هوائي مرتفع ويبرد ويصلب عند سقوطه الى قعر اسطوانة ذات طول 60 متر .

نترات الامونيوم مادة مؤكسدة قوية فتلوثها بالمواد العضوية او وقود الديزل وتعرضها الى ضغط اودرجة حرارة عالية يؤدي الى تفرقعها وانفجارها ، و احيانا تخلط مع  $CaCO_3$  لتقليل تأثيرها، كما يمكن اتباع التوصيات التالية عند التعامل مع هذه الاسمدة :

عدم خزن السماد لفترة طويلة .

حفظ الاكياس مغلقة لحين استخدامها والتخلص من الاكياس الفارغة بعد استخدامها.

خزن السماد في مخازن جافة .

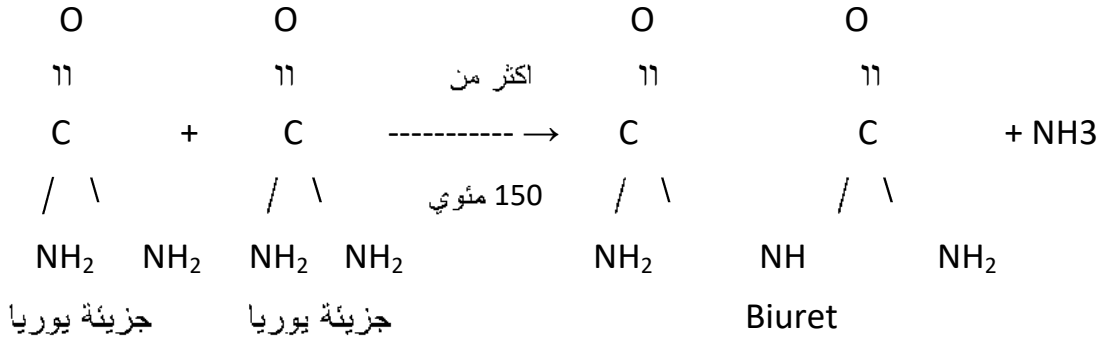
تجنب وضع الاكياس فوق بعضها لارتفاعات عالية .

عدم السماح بالتدخين او استخدام اجهزة الطبخ او فتح المواد الملتهبة داخل المخزن .

## اليوريا : Urea

يعتبر سماد اليوريا من اهم الاسمدة النتروجينية وهو سماد نتروجيني اميدي ( $NH_2$ ) عضوي كما انه السماد النتروجيني العضوي الوحيد الذي ينتج صناعيا و هو اكثر اسمدة النتروجين استخداما من قبل الفلاح بسبب رخص ثمنه و محتواه العالي من النتروجين (46%) وهي اعلى نسبة نتروجين من بين الاسمدة النتروجينية الصلبة ) كذلك بسبب استجابة معظم المحاصيل لهذا السماد ، يضاف الى ذلك انه سماد امين سهل الاستخدام ولا يتسبب عنه اي انفجارات .





ان نسبة الـ Biuret يجب ان لا تزيد عن 1.5% من السماد ، يتميز هذا المركب بأنه :

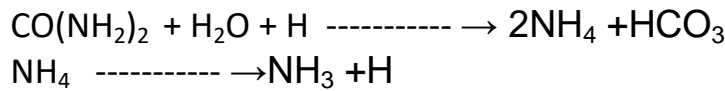
- 1 - سام للنبات .
  - 2 - سام لبعض الكائنات الدقيقة .
  - 3 - صعب التحلل في التربة .
  - 4 - صعب الذوبان في الماء .
  - 5- يثبط من عمل انزيم اليوريز الذي يقوم بتحليل اليوريا عند اضافتها للتربة .
- لهذا يجب تقليل نسبة الـ Biuret في سماد اليوريا الى اقل حد ممكن وذلك عن طريق السيطرة على درجات الحرارة اثناء عملية تصنيع اليوريا ، وعند استخدام اليوريا كسماد فان ذلك سيؤدي الى تراكم الـ Biuret في التربة مما يؤثر سلبا على الانتاج الزراعي ، تاثير هذا المركب في التربة يعتمد على:

- 1 - معدلات سماد اليوريا المضافة للتربة .
- 2 - نسبة الـ Biuret في السماد .
- 3- نوع المحصول المزروع وعمره .

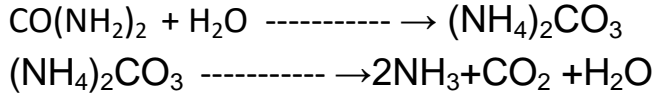
تحلل اليوريا في التربة :

اليوريا تذوب بصورة كاملة عند اضافتها الى التربة ولكن النبات لايمتص جميع الكمية الذائبة وهناك ادلة تشير الى ان النبات يمكن ان يمتص اليوريا بصورتها الجزيئية ، بعد اضافة اليوريا الى التربة تتحلل بوجود الماء وانزيم اليوريز الى ايون الامونيوم الذي يمتص من قبل النبات او يتحول الامونيوم الى ايون النترات بعملية التازت Nitrification ثم يمتص هذا بدوره من قبل النبات :

انزيم اليوريز



او تتحول الى كاربونات الامونيوم القلقة ( غير مستقرة ) التي تتحول بدورها الى غاز الامونيا وغاز ثاني اوكسيد الكربون :



ان تحول الامونيوم الى امونيا او بالعكس يعتمد على pH التربة ، ان تحلل اليوريا يساهم في البداية بزيادة درجة تفاعل التربة بسبب التراكم المؤقت لغاز الامونيا اي ان التأثير الابتدائي لليوريا على درجة تفاعل التربة هو تأثير قاعدي ولكن بعد تحول الامونيوم الى نترات بعملية التازت فان التأثير النهائي لليوريا سوف يكون حامضيا وبالتالي فان اضافة سماد اليوريا وبكميات كبيرة ممكن ان تؤدي الى ان تكون التربة باتجاه الحامضية خصوصا اذا كانت التربة منخفضة في محتواها من الكالسيوم .

#### استخدام اليوريا كسماد :

تعتبر اليوريا من اكثر الاسمدة النتروجينية انتشارا واستعمالا من المزارعين وذلك لاحتوائها على اعلى نسبة من النتروجين من بين الاسمدة النتروجينية الصلبة ، ولثبوت استجابة معظم المحاصيل لهذا السماد وفي مختلف الترب ، وينصح من الناحية التطبيقية بعدم اضافة سماد اليوريا على سطح التربة لان ذلك يؤدي الى فقدان عنصر النتروجين من السماد بعملية التطاير volatilization والذي يفقد على شكل غاز امونيا NH<sub>3</sub> ، لهذا يجب ان تضاف اليوريا على عمق معين تحت سطح التربة لتقليل هذه العملية وزيادة كفاءة السماد ، كما يمكن تقليل هذا الفقد باستعمال مواد كيميائية او طبيعية تعطل عمل انزيم اليوريز urease المسؤول عن تحلل اليوريا في التربة ، كما يفضل تجنب وضع اليوريا بالقرب من البذور النابتة وذلك لتجنب التأثير السمي للامونيا المتحررة على انبات هذه البذور فالامونيا تعتبر عامل سام وتستطيع التحرك بسهولة وحرية من خلال جدار الخلية .

#### انتهاء المحاضرة



# الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة الخاصة بإنتاج الأسمدة النتروجينية

## مقدمة

<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

وتتضمّن الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة مستويات الأداء والإجراءات التي يمكن للتكنولوجيا الحالية أن تحققها في المنشآت الجديدة بتكلفة معقولة. وقد يشمل تطبيق هذه الإرشادات في المنشآت القائمة وضع أهداف وغايات خاصة بكل موقع على حدة، مع اعتماد جدول زمني مناسب لتحقيقها.

وينبغي أن يكون تطبيق الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة بما يتناسب مع المخاطر والتهديدات المحددة في كل مشروع، استناداً إلى نتائج التقييم البيئي الذي يأخذ في الاعتبار متغيرات كل موقع على حدة ومنها: الوضع في البلد المضيف، والطاقة الاستيعابية في البيئة المعنية، والعوامل الأخرى الخاصة بالمشروع. كما يجب أن تستند تطبيق التوصيات الفنية المحددة إلى الرأي المهني المتخصص الذي يصدر عن أشخاص مؤهلين من ذوي الخبرة العملية.

وحيث تختلف اللوائح التنظيمية المعتمدة في البلد المضيف عن المستويات والإجراءات التي تنص عليها هذه الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة، فمن المتوقع من المشروعات تطبيق أيهما أكثر صرامة. وإذا كانت المستويات أو الإجراءات الأقل صرامة من المنصوص عليه في هذه الإرشادات هي الملائمة – في ضوء أوضاع المشروع المعني – يحتاج الأمر إلى تبرير كامل ومفصل بشأن أية بدائل مقترحة في إطار التقييم البيئي للموقع المحدد. وينبغي أن يبيّن ذلك التبرير أن اختيار

الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة (EHS) هي وثائق مرجعية فنية تتضمن أمثلة عامة وأمثلة من صناعات محددة على الممارسات الدولية الجيدة في قطاع الصناعة (GIIP).<sup>1</sup> وحين تشارك مؤسسة واحدة أو أكثر من المؤسسات الأعضاء في مجموعة البنك الدولي في أحد المشروعات ينبغي تطبيق الإرشادات بشأن البيئة والصحة والسلامة هذه حسب مقتضيات السياسات والمعايير التي تعتمد عليها تلك المؤسسة. وتستهدف هذه الإرشادات بشأن قطاع الصناعة أن يتم استخدامها جنباً إلى جنب مع وثيقة الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة، التي تتيح الإرشادات لمن يستخدمونها فيما يتعلق بالقضايا المشتركة في هذا المجال والممكن تطبيقها في جميع قطاعات الصناعة. وبالنسبة للمشروعات المعقدة، قد يلزم استخدام إرشادات متعددة حسب تعدد قطاعات الصناعة المعنية. ويمكن الاطلاع على القائمة الكاملة للإرشادات الخاصة بالقطاعات الصناعية على شبكة الإنترنت على الموقع:

<sup>1</sup> هي من حيث تعريفها ممارسة المهارات والاجتهاد والحصافة والتبصر المتوقع على نحو معقول من المهنيين ذوي المهارات والخبرة العملية في النوع نفسه من العمل وفي الأوضاع نفسها أو المماثلة بشكل عام. وقد تشمل الأوضاع التي يمكن أن يجدها المهنيون من ذوي المهارات والخبرة العملية عند قيامهم بتقييم مجموعة أساليب منع ومكافحة التلوث المتأخرة لأحد المشروعات – على سبيل المثال لا الحصر – مستويات مختلفة من تدهور البيئة ومن الطاقة الاستيعابية البيئية، مع مستويات مختلفة من الجدوى المالية والفنية.

## 1.1 البيئة

تشتمل القضايا البيئية المحتملة المتصلة بتصنيع الأسمدة النتروجينية على ما يلي:

- الانبعاثات الهوائية
- مياه الصرف
- المواد الخطرة
- المخلفات
- الضوضاء

### الانبعاثات الهوائية

تتكون ملوثات الهواء من منشآت صنع الأسمدة النتروجينية عادة من غازات الاحتباس الحراري (GHG) وهي عادة ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النتروز)، ومركبات غازية غير عضوية أخرى، وانبعاثات الجسيمات، وخاصة الجسيمات التي تقل حبيباتها عن عشرة ميكرونات في القطر الحركي الهوائي (PM10)، من عمليات التحبيب.

وتقدم الإرشادات العامة بشأن الصحة والبيئة والسلامة توجيهات لإدارة انبعاثات مصادر الاحتراق الصغيرة التي تصل طاقتها إلى 50 ميغاوات حراري (MWth) بما في ذلك إرشادات عن انبعاثات العادم.

### انبعاثات العمليات من إنتاج الأمونيا

تتكون انبعاثات العمليات من مصانع الأمونيا أساسا من الغاز الطبيعي، والهيدروجين (H<sub>2</sub>)، وثاني أكسيد الكربون (CO<sub>2</sub>)، والأمونيا (NH<sub>3</sub>)، وأول أكسيد الكربون (CO). وقد يوجد كبريتيد الهيدروجين (H<sub>2</sub>S) حسب الوقود المستخدم. وقد تحدث أيضا انبعاثات متسربة من الأمونيا

أي من مستويات الأداء البديلة يؤمن حماية صحة البشر والبيئة.

## التطبيق

تشتمل الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة لإنتاج الأسمدة النتروجينية على معلومات تتصل بالمنشآت التي تنتج الأسمدة النتروجينية التي تعتمد أساسا على الأمونيا ومنها سماد الأمونيا (NH<sub>3</sub>)، واليوريا، وحمض النتريك (HNO<sub>3</sub>)، و نترات الأمونيا، ونترات الكالسيوم أمونيا (CAN) و سلفات الأمونيا وأسمدة نتروجينية مختلطة مثل سلفات اليوريا أمونيا (UAS)، ونترات اليوريا أمونيا (UAN) والأسمدة السائلة (نسبة النتروجين فيها 28 أو 30 أو 32 في المائة). وتم تنظيم هذه الوثيقة وفق الأقسام التالية:

- 1.0 - الآثار المرتبطة بالصناعة تحديدا وكيفية التعامل معها
- 2.0 - رصد الأداء ومؤشراته
- 3.0 - ثبت المراجع والمصادر الإضافية الملحق (أ)- الوصف العام لأنشطة الصناعة

## 1.0 الآثار المرتبطة تحديدا بالصناعة

### وكيفية التعامل معها

يقدم القسم التالي موجزا لأهم قضايا البيئة والصحة والسلامة المتصلة بمنشآت إنتاج الأسمدة النتروجينية التي تنور أثناء مرحلة التشغيل؛ وكذلك توصيات عن كيفية التعامل معها وتتضمن الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة توصيات عن التعامل مع القضايا البيئية المشتركة في معظم المنشآت الصناعية الكبيرة في مراحل الإنشاء وإيقاف التشغيل.

للطاقة تتطلب عادة استهلاكاً كبيراً للطاقة المستمدة من الوقود الأحفوري وينتج عنها توليد قدر كبير من غازات الاحتباس الحراري. وتناقش الإرشادات العامة للبيئة والصحة والسلامة التوصيات بشأن إدارة غازات الاحتباس الحراري (GHGs) وكذلك كفاءة استخدام الطاقة وترشيد استهلاكها.

#### انبعاثات العمليات من إنتاج الأمونيا

تتكون انبعاثات العمليات من مصانع الأمونيا أساساً من الأمونيا (NH3) والغبار. وقد تحدث أيضاً انبعاثات متسربة من الأمونيا من الخزانات، والصمامات، والشفائر (الفلنجات) والأنابيب. وأبراج التحبيب الطولي والكروي مصدر رئيسي لانبعاثات غبار اليوريا. ويتم تحويل المنتج النهائي إلى حبيبات مستطيلة أو كروية وهو ما يستلزم كمية كبيرة من هواء التبريد الذي يُتخلص منه فيما بعد في الجو. وتشتمل الإجراءات الموصى بها لمنع الانبعاثات والتحكم فيها على ما يلي:

- تقليل انبعاثات الغبار عن طريق تصنيع منتج من حبيبات كروية لا مستطيلة
- تركيب أبراج تحبيب طولي ذات تبريد بالسحب الطبيعي للهواء بدلاً من أبراج ذات تبريد بالهواء المدفوع
- غسل الغازات المتخلفة مع متكثفات العمليات قبل تصريفها في الجو وإعادة معالجة محلول اليوريا المسترجع.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> أجهزة الغسل الرطب يمكنها تحقيق كفاءة بنسبة 98 في المائة في إزالة الغبار (انظر (2006) IPPC BREF). الضغط الجزئي المنخفض للأمونيا الموجودة في الغازات المنبعثة يؤدي إلى انخفاض الكفاءة في غسل/استرجاع الأمونيا. يمكن زيادة الكفاءة عن طريق التحميص ثم يعاد استخدام الأمونيا الناتجة في العملية الإنتاجية.

(NH3) من الخزانات، والصمامات، والشفائر (الفلنجات) والأنابيب ولاسيما أثناء النقل أو التحويل. وقد تحتوي الانبعاثات غير المعتادة المتصلة بمواقف تعطل العمليات أو الحوادث على الغاز الطبيعي، أول أكسيد الكربون (CO)، الهيدروجين (H2)، ثاني أكسيد الكربون (CO2)، مركبات عضوية طيارة (VOCs)، أكسيد النتروجين (NOx)، والأمونيا (NH3).

وتشتمل إجراءات منع الانبعاثات والتحكم فيها على ما يلي:

- استخدام أسلوب معالجة الأمونيا المخلفة بغاز التنقية لاستعادة الأمونيا والهيدروجين قبل احتراق ما تبقى من غاز في جهاز الإصلاح الأولي.
- زيادة مدة بقاء الغاز المتخلف في منطقة درجة الحرارة المرتفعة من جهاز الإصلاح الأولي.
- يجب تجميع انبعاثات الأمونيا من صمامات التنفيس أو أجهزة التحكم في الضغط من الأوعية أو الخزانات وإرسالها إلى مشعل أو جهاز غسل مائي.
- تركيب أنظمة رصد التسرب لرصد انبعاثات الأمونيا المتسربة من العمليات والتخزين.
- تنفيذ برامج صيانة وخاصة في صناديق حشو على سيقان الصمامات وموانع تسرب على صمامات التنفيس وذلك لتقليل تسرب الغازات أو منعه.

يولد إزالة ثاني أكسيد الكربون (CO2) في منشآت إنتاج الأمونيا انبعاثات مركزة من هذا الغاز. وفي الوضع المثالي تدمج منشآت الأمونيا واليوريا بحيث يمكن استهلاك ثاني أكسيد الكربون الناتج عن عملية إنتاج الأمونيا استهلاكاً كاملاً تقريباً إذا تم تحويل الأمونيا المنتجة إلى يوريا. وبالإضافة إلى ذلك فإن إنتاج الأسمدة النتروجينية عملية كثيفة الاستخدام

- وضع برنامج صيانة للحيلولة دون التشغيل بمعدات معيبة مثل الضواغط أو المضخات التي تؤدي إلى انخفاض الضغط والتسرب وتقلل كفاءة المصنع.
- تقليل انبعاثات أكسيد النتروجين (NOX) عن طريق زيادة كفاءة برج الامتصاص الحالي أو دمجها في برج امتصاص إضافي.<sup>3</sup>
- تطبيق عملية تخفيف محفز لمعالجة الغازات المتخلفة من برج الامتصاص.<sup>4</sup>
- تركيب مناخل جزيئية نشطة لتحويل أكسيد النتريك في وجود عامل محفز إلى ثاني أكسيد النتروجين، والامتصاص بشكل انتقائي لثاني أكسيد النتروجين بإرجاع ثاني أكسيد النتروجين المنزوع حرارياً إلى برج الامتصاص.<sup>5</sup>
- تركيب أجهزة غسل رطب مزودة بمحلول مائي من هيدروكسيدات أو كربونات قلوية، الأمونيا، اليوريا، برمجانات البوتاسيوم، أو مواد كيميائية كاوية (مثل أجهزة غسل كاوية بهيدروكسيد الصوديوم، كربونات الصوديوم، أو مواد قاعدية قوية أخرى) لاسترجاع أكسيد النتريك وثاني أكسيد النتروجين في صورة نترات أو أملاح نترات.<sup>6</sup>
- استخدام مرشحات كيسية لمنع انبعاث هواء محمل بالغبار من نقاط التحويل، والمناخل، ومكينات التكميس إلخ بالإضافة إلى نظام لتدوير غبار اليوريا يسمح بإعادة تدوير اليوريا في العملية الإنتاجية.
- الصهر الوميضي لمنتج اليوريا من الحبيبات الصلبة الكبيرة الحجم الذي يسمح بإعادة تدوير اليوريا في العملية الإنتاجية.
- تجميع انسكابات اليوريا الصلبة على أساس جاف مع تقادي غسل الأسطح.
- توصيل كل من صمامات / سدادات التنفيس في مضخات الأمونيا / اليوريا ومنافس الخزانات بمشعل.
- انبعاثات العمليات من تصنيع حمض النتريك تشمل انبعاثات العمليات من مصانع حمض النتريك أساساً على أكسيد النتريك (NO)، وثاني أكسيد النتروجين (NO<sub>2</sub>) وأكسيد النتروجين (NOX) من الغاز المتخلف لبرج امتصاص الحمض، أكسيد النتروز (N<sub>2</sub>O)، وآثار رذاذ حمض النتريك (HNO<sub>3</sub>) من ملء خزانات الحمض، والأمونيا (NH<sub>3</sub>). وتتضمن التوصيات بشأن منع انبعاثات أكسيد النتروجين (NOX) والتحكم فيها ما يلي:
- ضمان توفر امدادات هواء كافية لجهازي الأكسدة والامتصاص.
- ضمان المحافظة على ظروف الضغط العالي ولاسيما في أعمدة إنتاج وامتصاص حمض النتريك
- منع ارتفاع درجات الحرارة في أبراج التبريد التكميف والامتصاص.

<sup>3</sup> يمكن تحسين الكفاءة بزيادة عدد طبقات برج الامتصاص أو تشغيل برج الامتصاص تحت ضغط مرتفع أو تبريد السائل الحمضي في برج الامتصاص.

<sup>4</sup> يمكن تسخين الغازات المتخلفة إلى درجة حرارة الاشتعال، وخطها مع الوقود (مثل الغاز الطبيعي، الهيدروجين، الناقتا، أول أكسيد الكربون، أو الأمونيا) وتمريها فوق قاعدة محفزة (مثل خامس أكسيد الفاناديوم، البلاطين، الزيوليت) ((IPPC BREF (2006)). التخفيف بعامل التحفيز المساعد قد يحقق خفضاً لأكسيد النتروجين أكبر من الامتصاص الممتد.<sup>5</sup> قد يتطلب هذا الأسلوب تجهيزات خاصة لمنع انسداد قاع المصفاة.<sup>6</sup> على الرغم من فعالية هذا الأسلوب؛ فإن تكلفته قد تكون مرتفعة وغير مجدية من الناحية المالية في الظروف العادية. ويجب أن تتضمن أي تقييمات للتكاليف معالجة محلول الغسل المستعمل.

انبعاثات العمليات من تصنيع نترات الأمونيا ونترات الكالسيوم  
أمونيا

تشتمل انبعاثات العمليات أساساً على الأمونيا والغبار من المعادلات، والمبخرات، وأبراج التحبيب الطولي، وأبراج التحبيب الكروي، والمجففات، والمبردات. وتأتي انبعاثات الأمونيا المتسربة من الخزانات ومعدات العمليات.

وتتضمن التوصيات بشأن منع الانبعاثات والتحكم فيها ما يلي:

- تركيب أنظمة الفصل البخاري للقطيرات أو أجهزة الغسل (مثل غسالات فنتوري، وأطباق الغريلة) لتقليل انبعاثات الأمونيا ونترات الأمونيا في البخار المتصاعد من المعادلات والمبخرات.<sup>10</sup> وينبغي استخدام مزيج من أجهزة فصل القطيرات وأجهزة الغسل لإزالة انبعاثات جسيمات نترات الأمونيا. وينبغي استخدام حمض النتريك لمعادلة أي أمونيا حرة.
- معالجة وإعادة استخدام المتكثفات الملوثة باستخدام أساليب من بينها النزح الهوائي أو البخاري بإضافة مادة قلوية لتحرير الأمونيا المتأينة إذا اقتضت الضرورة، أو استخدام عمليات التقطير والفصل الغشائي مثل التناضح العكسي.<sup>11</sup>
- استعمال أقل درجة حرارة انصهار ممكنة لتقليل انبعاثات الأمونيا ونترات الأمونيا (وكربونات الكالسيوم في إنتاج نترات الكالسيوم أمونيا (CAN)) من عمليات التحبيب الطولي والانبعاثات من عمليات التحبيب الكروي.
- إزالة انبعاثات الأمونيا من عمليات التحبيب الطولي والكروي عن طريق المعادلة في جهاز غسل رطب.

وتتضمن التوصيات بشأن منع انبعاثات أكسيد النتروز والتحكم فيها (N<sub>2</sub>O) ما يلي:

- تركيب وحدات تخفيف محفز انتقائي تعمل في درجات حرارة حوالي 200 درجة مئوية مع عوامل مساعدة مختلفة (البلاتين، خماسي أكسيد الفاناديوم، الزيوليتات.. إلخ) أو -وذلك أقل تكراراً- وحدات تخفيف محفز غير انتقائي.
  - دمج حبيرة التحليل في جهاز الحرق لتقليل إنتاج أكسيد النتروز (N<sub>2</sub>O) عن طريق زيادة مدة المكث في مفاعل الأكسدة.<sup>7</sup>
  - استخدام عامل مساعد انتقائي لإزالة ثاني أكسيد النتروز في الجزء ذي درجة الحرارة المرتفعة (بين 800 و950 درجة مئوية) من مفاعل الأكسدة.<sup>8</sup>
  - تركيب مفاعل اختزال مشترك لأكسيد النتروز وأكسيد النترجين بين سخان الغاز المتخلف النهائي وتوربين الغاز المتخلف. ويتكون المفاعل من طبقتي عامل مساعد (الحديد الزيوليت) وحقن وسيط للأمونيا (NH<sub>3</sub>).<sup>9</sup>
- ويجب ألا تحدث انبعاثات للرداذ الحمضي من الغاز المتخلف لمصنع يجري تشغيله على أسس سليمة. ويجب إزالة المقادير الصغيرة التي قد توجد في أنابيب الغاز المتسرب لجهاز الامتصاص عن طريق جهاز الفصل أو التجميع قبل دخول وحدة التخفيف المحفز أو توربينة التمديد.

<sup>7</sup> IPCC BREF (2006)

<sup>8</sup> Ibid.

<sup>9</sup> Ibid.

<sup>10</sup> Ibid.

<sup>11</sup> Ibid.

### المخلفات السائلة من مصانع الأمونيا

خلال العمليات المعتادة، قد تتضمن مخلفات المصانع انبعاثات من متكثفات العمليات أو مخلفات غسل الغازات المتخلفة التي تحتوي على الأمونيا ونواتج فرعية أخرى. وتنشأ متكثفات العمليات عادة من التكثيف بين مفاعلات الإزاحة وامتصاص ثاني أكسيد الكربون، ومن ثاني أكسيد الكربون فوق الرؤوس. وقد تحتوي هذه المتكثفات على أمونيا، ميثانول، ومركبات أمينية (مثل الميثيلامين، الديميثيلامين، والتريميثيلامين). وفي الأكسدة الجزئية، فإن إزالة السناج والرماد قد يؤثر على مياه الصرف إذا لم تعالج معالجة كافية. وتشتمل الإجراءات الموصى بها لمنع التلوث والتحكم فيه على ما يلي:

- يجب معالجة المتكثفات بالنزع البخاري لتقليل محتواها من الأمونيا وإعادة استخدامها كماء تعويضي للغلاية بعد معالجتها بالتبادل الأيوني أو إرسالها إلى محطة لمعالجة مياه الصرف لمعالجتها مع غيرها من مخلفات الأمونيا. وقد تتطلب انبعاثات جهاز النزع البخاري إجراءات إضافية للتحكم في انبعاثات الأمونيا.
- يجب استرجاع الأمونيا التي تمتص من غازات التنقية والغازات الوميضية في حلقة مغلقة لتفادي حدوث انبعاثات من الأمونيا السائلة.
- ويجب استرجاع السناج الناتج عن المعالجة بالغاز في عمليات الأكسدة الجزئية وإعادة تدويره في العملية.

### المخلفات السائلة من مصانع اليوريا

يولد مصنع اليوريا تدفقا كبيرا من مياه صرف العمليات التي تحتوي على الأمونيا وثاني أكسيد الكربون واليوريا (على سبيل المثال مصنع طاقته الإنتاجية 1000 طن في اليوم يولد

وتستخدم أجهزة الغسل الرطب عادة محلولاً حمضياً. دوارا والمحلول الناتج من جهاز غسل رطب عادة ما يعاد تدويره في العملية الإنتاجية.

- إزالة أبخرة نترات الأمونيا الناتجة من التحبيب الطولي وذلك من خلال الغسل.
- إزالة الجسيمات الصغيرة من نترات الأمونيا (الحبيبات الدقيقة) باستخدام تيار الهواء عبر حلزونات، ومرشحات كيسية، وأجهزة الغسل الرطب.
- تبني عملية تحبيب كروي مغلقة بدلا من أسلوب التحبيب الطولي حيثما كان ذلك ممكنا.<sup>12</sup>
- تركيب نظام للاستخلاص والتجميع والترشيح لهواء التهوية من الأماكن التي تجري فيها أنشطة لمناولة المنتجات تنطوي على توليد الغبار وذلك لمنع الانبعاثات المتسربة للجسيمات.

### مياه الصرف

#### مياه صرف العمليات الصناعية

في العادة تقتصر مياه صرف العمليات التي تخرج من مصانع الأسمدة النتروجينية على مياه الغسل الحمضي الناتج من أنشطة التنظيف والتطهير الدورية، مخلفات المياه المستعملة من أجهزة الغسل الرطب، والانبعاثات العرضية، وتسرب كميات صغيرة من السوائل من خزانات المنتجات، ومخلفات سوائل حمضية وكاوية من تحضير مياه تغذية الغلايات.

<sup>12</sup> يتطلب التحبيب الكروي عملية أكثر تعقيدا؛ لكن كمية الهواء التي يجب معالجتها تكون أقل مما يجري في التحبيب الطولي، وتكون مكونات التخفيف المطلوبة أقل تعقيدا. جزيئات نترات الأمونيا تكون أكثر خشونة ويمكن تعميمها وتخفيفها بمزيج من الحلزونات الجافة أو المرشحات الكيسية وأجهزة الغسل الرطب بدلا من المرشحات الشمعية الأكثر تعقيدا.

- الانبعاثات العرضية من غازات التنقية وأخذ العينات لمحاليل حمض النتريك.
- وتشتمل إجراءات منع التلوث والتحكم فيه على ما يلي:
- حقن ضاغط أكسيد النتروجين بالبخار لتفادي أية مخلفات سائلة.
- الترتيب لإجراء تحميص أثناء بدء التشغيل لتجنب الحاجة إلى تصريف المياه من جهاز التبريد والتكثيف.
- إجراء عملية نزع بخاري لاسترجاع الأمونيا وإعادتها في العمليات والتقليل من انبعاثات الأمونيا السائلة من بخار أجهزة التبخير.
- *المخلفات السائلة من مصانع نترات الأمونيا (AN) ونترات الكالسيوم أمونيا (CAN)*
- تنتج مصانع نترات الأمونيا (AN) ونترات الكالسيوم أمونيا (CAN) فائضا من الماء يجب معالجته قبل التخلص منه أو يمكن إعادة تدويره في وحدات أخرى من مجمع إنتاج الأسمدة النتروجينية. وتشتمل المخلفات السائلة لعمليات هذه المصانع عادة على متكثفات تحتوي على نسبة واحد في المائة أمونيا وما يصل إلى واحد في المائة نترات الأمونيا من المفاعلات (المعادلات) وبخار أجهزة التبخير، نترات الأمونيا، وحمض النتريك من عمليات تنظيف المصنع. وقد تصل الانبعاثات المتواصلة في الماء إلى 5000 ملليغرام نترات أمونيا، 2500 ملليغرام أمونيا ( ستة كيلوجرامات وثلاثة كيلوجرامات في الطن من المنتج على التوالي).<sup>13</sup>
- وتشتمل إجراءات منع التلوث والتحكم فيه في مصانع نترات الأمونيا والكالسيوم أمونيا AN/CAN على ما يلي:
- قرابة 500 متر مكعب يوميا من مياه الصرف). والمصادر الأخرى للمخلفات السائلة هي البخار الطارد، ومياه غسل الأرضيات ومياه الصرف الصحي.
- وتشتمل الإجراءات الموصى بها لمنع التلوث والتحكم فيه على ما يلي:
- تصميم أنظمة تسخين / فصل قائمة على التبخير لتقليل انبعاثات اليوريا
- إزالة الأمونيا، ثاني أكسيد الكربون، واليوريا من مياه صرف العمليات في وحدة معالجة مياه العمليات وإعادة تدوير الغازات في عمليات التخليق لتعظيم استغلال المواد الخام وتقليل المخلفات السائلة.
- توفير طاقة تخزين كافية لمخزون المصنع تحسبا لظروف تعطل المصنع وإغلاقه.
- إنشاء خزانات مغمورة لتجميع فضلات غسل المصنع وغيره من السوائل الملوثة من مجاري الصرف لإعادة تدويرها في العمليات أو تحويلها إلى وحدة معالجة مياه صرف العمليات.
- *المخلفات السائلة من مصانع حمض النتريك*
- تشتمل المخلفات السائلة لمصنع حمض النتريك على ما يلي:
- تخفيف محلول نترات الأمونيا / النترات الناتج عن الغسل الدوري (في العادة مرة واحدة كل يوم) لضغط أكسيد النتروجين وعن مياه صرف جهاز التبريد – التكثيف لفترة من الوقت بعد بدء تشغيل المصنع.
- محلول الأمونيا السائلة من أجهزة التبخير.
- بخار الماء الذي يحتوي على أملاح ذائبة من أسطوانة البخار.

<sup>13</sup> IPPC BREF (2006)

الجيدة لإدارة مياه الصرف، يجب على المنشآت الوفاء بالقيم الإرشادية للتخلص من مياه الصرف كما هو مبين في الجدول ذي العلاقة في الجزء الثاني من هذه الوثيقة الخاصة بهذا القطاع الصناعي.

*مصادر مياه الصرف الأخرى واستهلاك المياه*

تقدم الإرشادات العامة بشأن الصحة والبيئة والسلامة

توجيهات عن إدارة مياه الصرف غير الملوثة من عمليات مرافق الخدمات العامة، ومياه العواصف غير الملوثة، ومياه الصرف الصحي ويجب توجيه مجاري المياه الملوثة إلى شبكة المعالجة لمياه صرف العمليات الصناعية، وتتضمن الإرشادات العامة بشأن الصحة والبيئة والسلامة توصيات لتقليل استهلاك المياه ولاسيما حيثما تكون موردا طبيعيا محدودا.

#### المواد الخطرة

تقوم منشآت إنتاج الأسمدة النتروجينية باستخدام وتصنيع كميات كبيرة من المواد الخطرة، من بينها مواد خام ومنتجات وسيطة وأخرى نهائية. ويجب مراعاة أن تتم مناولة هذه المواد وتخزينها ونقلها على أساس سليم لتفادي الآثار على البيئة أو تقليلها قدر المستطاع. وتشرح الإرشادات العامة بشأن الصحة والبيئة والسلامة الممارسات الموصى بها لإدارة المواد الخطرة بما في ذلك المناولة والتخزين والنقل.

#### المخلفات

أكثر المخلفات الخطرة شيوعا التي تنتجها هذه المنشآت هي العوامل المحفزة المستنفدة بعد إبدالها في العمليات المقررة لإزالة الكبريت من الغازات، ومصانع الأمونيا، ومصانع حمض النتريك.<sup>14</sup> وأكثر المخلفات غير الخطرة شيوعا هي

<sup>14</sup> ينتج مصنع أمونيا طاقته 1500 طن يوميا حوالي 50 مترا مكعبا من العوامل المحفزة المساعدة المستخدمة سنويا.

- الاسترجاع الداخلي لنترات الأمونيا والأمونيا (مثلا إعادة تدوير سوائل الغسل من قسم تنقية الهواء في وحدة التحبيب الكروي في مراحل التبخير التالية لوحدة التحبيب)
- دمج مصانع نترات الأمونيا / نترات الكالسيوم أمونيا مع إنتاج حمض النتريك
- معالجة البخار الملوث بالأمونيا أو نترات الأمونيا قبل التكثيف من خلال أساليب فصل القطيرات وأجهزة الغسل (كما هو مبين تحت عنوان انبعاثات الغازات في الهواء في هذه الوثيقة).
- معالجة مياه صرف العمليات (المتكثفة) عن طريق النزح الهوائي أو البخاري مع إضافة قلوي لتحرير الأمونيا المتأينة إذا اقتضت الحاجة، والتبادل الأيوني، ولتقطير، أو عمليات الفصل العشائي.

#### معالجة مياه صرف العمليات

تتضمن أساليب معالجة مياه صرف العمليات الصناعية في هذا القطاع الترشيح من أجل فصل الجوامد القابلة للترشيح، معادلة التدفق والحمل، الترسيب من أجل تخفيض العوالق الصلبة باستخدام أجهزة الترويق، إزالة الأمونيا والنتروجين باستخدام طرق المعالجة الفيزيائية / الكيميائية أو الأحيائية للنترته - فصل النتروجين. ونزع الماء والتخلص من الفضلات المتخلفة في مدافن المخلفات المخصصة لذلك. وقد يتطلب الأمر ضوابط هندسية إضافية لتجميع الأمونيا من عمليات المعالجة بالنزع الهوائي ومنع الروائح الكريهة.

وتناقش الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة سبل إدارة مياه صرف العمليات الصناعية وتقدم أمثلة لأساليب المعالجة. ومن خلال استخدام هذه التقنيات وأساليب الممارسة



ويجب تخزين المخلفات الخطرة وغير الخطرة ومناولتها بطريقة تتفق والممارسات الجيدة لإدارة المخلفات كما هو موضح في الإرشادات العامة للبيئة والصحة والسلامة.

### الضوضاء

تشتمل المصادر المعتادة لانبعاثات الضوضاء على الماكينات الدوارة الكبيرة الحجم مثل الضواغط والتوربينات، المضخات، المحركات الكهربائية، مبردات الهواء، أسطوانات دوارة، الخلاطات، السيور النقالية، الرافع، السخانات، وعمليات إزالة الضغط في حالات الطوارئ. وتتضمن الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة توجيهات عن التحكم في الضوضاء والحد منها قدر الاستطاعة.

## 1.2 الصحة والسلامة المهنية

قضايا الصحة والسلامة المهنية التي قد تثار أثناء إنشاء وإيقاف تشغيل منشآت إنتاج الأسمدة النتروجينية تمثل قاسما مشتركا مع المنشآت الصناعية الأخرى وتناقش الإرشادات العامة للبيئة والصحة والسلامة سبل معالجتها

ويجب تحديد اعتبارات الصحة والسلامة المهنية لمنشأة بعينها على أساس تحليل سلامة العمل أو تقييم شامل للمخاطر والأخطار باستخدام مناهج الدراسة الراضخة مثل دراسة تحديد المخاطر، ودراسة المخاطر وقابلية التشغيل، أو التقييم الكمي للمخاطر. وكمنهج عام يجب أن يتضمن تخطيط إدارة الصحة والسلامة تبني منهج منظم ومتكامل لمنع المخاطر المادية والكيميائية والبيولوجية والإشعاعية على الصحة والسلامة والتحكم فيها كما هو موضح في الإرشادات العامة للبيئة والصحة والسلامة.

وتحدث أهم مخاطر الصحة والسلامة المهنية أثناء مرحلة تشغيل منشأة الأسمدة النتروجينية وهي تتضمن أساسا:

جسيمات الغبار التي تحتوي على النتروجين والناجمة من أنظمة التحكم في غبار أجهزة التحبيب الطولي والكروي. وتتضمن الاستراتيجيات الموصى بها لإدارة العوامل المحفزة المستنفدة ما يلي:

- الإدارة السليمة في الموقع بما فيها عمر العوامل المحفزة المستنفدة السريعة الاشتعال في الماء أثناء التخزين المؤقت والنقل حتى تصل إلى النقطة النهائية للمعالجة لتفادي حدوث تفاعلات غير محكومة مطلقة للحرارة
- العودة إلى المصنع لإعادة شحنها أو استرجاعها.
- الإدارة خارج الموقع من قبل شركات متخصصة يمكنها استخراج المعادن الثقيلة أو الثمينة من خلال عمليات الاسترجاع وإعادة التدوير متى كان ذلك ممكنا، أو من قبل من يمكنه إدارة العوامل المحفزة المستنفدة أو موادها غير القابلة للاستخلاص وذلك وفق توصيات إدارة المخلفات الخطرة وغير الخطرة التي تضمنتها الإرشادات العامة للبيئة والصحة والسلامة.

وتشتمل الاستراتيجيات الموصى بها لإدارة الغبار المستخلص والمنتجات غير المطابقة للمواصفات ما يلي:

- إعادة التدوير في وحدات الإنتاج الخاصة بها أو في وحدات خط الأسمدة في المصنع.
- التوريد إلى أطراف ثالثة (تجار ومزارعين) للاستفادة منها فيما بعد. <sup>15</sup>

<sup>15</sup> تتضمن قواعد الأسمدة في الاتحاد الأوروبي ودول أخرى متطلبات تتصل بجودة نترات الأمونيا يجب اتباعها في حالة إعادة استخدام هذا المنتج الفرعي. ويتيح الاتحاد الأوروبي لصناع الأسمدة (EFMA) (2003-2004) إرشادات للمنتجين والمستوردين والموزعين والتجار

وتتضمن التوصيات بشأن منع حوادث التعرض المهني والتحكم فيها ما يلي:

- تركيب أجهزة لرصد الغازات في المناطق الخطرة حيثما كان ممكناً.
- تجنب حوادث انسكاب حمض النتريك أو اتخاذ احتياطات للتحكم فيها والحد منها قدر المستطاع. حمض النتريك مادة أكالة للغاية، ويجب تفادي أي شكل من أشكال التلامس الجلدي.
- يجب إتاحة وسيلة تهوية كافية في كل الأماكن التي يجري فيها مناولة الأمونيا، حمض النتريك، والفورمالدهيد المائي.

- يجب توفير وسائل استخلاص الهواء وترشيحه في كل المناطق المغلقة التي قد تتولد فيها اليوريا وغبار نترات الأمونيا.

#### الحرائق والانفجارات

تشتمل الأسباب المشتركة للحرائق والانفجارات في المنشآت النتروجينية على:

- الحرائق والانفجارات بسبب التسرب العرضي للغاز المخلق في مصانع الأمونيا.
- تكوّن خليط غازي قابل للانفجار في أجهزة غسل الغاز الخامل وتسرب الأمونيا في منشآت صنع اليوريا.
- انفجارات لمزيج الهواء / الأمونيا وأملاح النتريت / النترات في مصانع حمض النتريك.
- نشوب حريق وانفجار بواسطة نترات الأمونيا وهو عامل أكسدة في مصانع نترات الأمونيا.

• سلامة العمليات

• المخاطر الكيميائية

• مخاطر الحريق والانفجار

• تخزين الأمونيا

#### سلامة العمليات

يجب تنفيذ برامج سلامة العمليات حسب خصائص كل صناعة بما في ذلك التفاعلات الكيميائية المعقدة، استخدام مواد خطرة (مثل المركبات السامة أو القابلة للتفاعل أو الاشتعال أو الانفجار) وإجراء تفاعلات تخليق عضوية متعددة الخطوات. وتشتمل إدارة سلامة العمليات على الأفعال التالية:

- تقييم المخاطر المادية للمواد والتفاعلات،
- دراسات تحليل المخاطر لمراجعة كيمياء العمليات والممارسات الهندسية بما في ذلك الديناميات الحرارية وعلم القوى المحركة.
- فحص الصيانة الوقائية والسلامة الميكانيكية لمعدات العمليات ومرافق الخدمات.

• تدريب العمال

• وضع تعليمات التشغيل وتدابير استجابة الطوارئ

#### المخاطر الكيميائية

تشتمل المواد الكيميائية السامة في منشآت الأسمدة النتروجينية على الأمونيا، بخار حمض النتريك، الفورمالدهيد الغازي، واليوريا أو غبار نترات الأمونيا. ويمكن الاطلاع على القيم المعيارية المتصلة بآثار صحية معينة في الإرشادات المنشورة دولياً للتعرض المهني (انظر الرقابة أدناه)

- حرائق منتجات الأسمدة أو الغبار الملوث بالزيت أو مواد أخرى قابلة للاشتعال في وجود مصدر حراري.
- استخدام صلب أوستنيتي لا يصداً في خزانات حمض النتريك وأوعيته ومستلزماته.
- وتصميم وسائل تخزين نترات الأمونيا / نترات الكالسيوم أمونيا وفق التوجيهات والمتطلبات المعترف بها دولياً.<sup>17</sup> وتشمل هذه المتطلبات بوجه عام مناطق التخزين فيما يتعلق بمعايير بنائها وتشغيلها. ويجب تركيب نظام كاف لرصد ومكافحة الحرائق.
- وتصميم وسائل تخزين نترات الأمونيا / نترات الكالسيوم أمونيا وفق التوجيهات والمتطلبات المعترف بها دولياً.<sup>17</sup> وتشمل هذه المتطلبات بوجه عام مناطق التخزين فيما يتعلق بمعايير بنائها وتشغيلها. ويجب تركيب نظام كاف لرصد ومكافحة الحرائق.
- إزالة التسرب أو تخفيفه وتحديد المنطقة المصابة بفقدان الاحتواء.
- حرائق منتجات الأسمدة أو الغبار الملوث بالزيت أو مواد أخرى قابلة للاشتعال في وجود مصدر حراري.
- وتتضمن التوصيات بشأن منع مخاطر الحرائق والانفجارات والتحكم فيها ما يلي:
- تركيب وحدات لرصد أي تسرب وأجهزة أخرى (نظم الإنذار مثل نظام الرقابة الآلية لدرجة الحموضة في مصانع حمض النتريك) من أجل رصد أي تسرب مبكراً.
- الفصل بين مناطق العمليات، مناطق التخزين، مناطق مرافق الخدمات، ومناطق الأمان، وتحديد مسافات السلامة.<sup>16</sup>

### تخزين الأمونيا

- الحد من المخزون الذي قد يتسرب وذلك من خلال عزل المخزونات الكبيرة عن عمليات المنشأة، وعزل مخزونات الغازات المضغوطة القابلة للاشتعال.
- إزالة مصادر الاشتعال المحتملة
- تطبيق تدابير لتجنب الغازات المختلطة الخطرة والتحكم فيها، على سبيل المثال تقليل محتوى الهيدروجين في خام التغذية ثاني أكسيد الكربون في مصانع اليوريا إلى ما دون عشرة أجزاء في كل مليون جزء.
- ضبط نسبة الأمونيا إلى الهواء بصمامات إغلاق آلية في مصانع حمض النتريك.
- تفادي ضغط كميات كبيرة من حمض النتريك للشحن أو التفريغ
- يجب الحد، قدر المستطاع، من احتمال تسرب مواد سامة أثناء مناولة الأمونيا السائلة وتخزينها وذلك عن طريق تبني التدابير التالية:
- تفادي اختيار مكان أحواض تخزين الأمونيا بالقرب من منشآت يوجد فيها خطر وقوع حريق أو انفجار.
- استخدام التخزين المبرد للكميات الكبيرة من الأمونيا السائلة لأن التسرب الأولي للأمونيا في حالة تعطل خط الإنتاج أو أحواض التخزين أبطأ منه في نظم تخزين الأمونيا المضغوطة.
- تنفيذ وصيانة خطة معينة لإدارة الطوارئ تتضمن توجيهات بشأن تدابير الطوارئ لحماية العاملين والسكان المحليين في حالة حدوث تسرب للأمونيا سامة.

<sup>16</sup> يمكن تحديد مسافات السلامة والأمان من تحليلات السلامة لموقع بعينه. راجع أيضاً كتيب IFA/EFMA عن التخزين الآمن للأسمدة القائمة على نترات الأمونيا (1992) للاطلاع على إرشادات بشأن التصميم وإدارة العمليات.

<sup>17</sup> انظر توجيهات الاتحاد الأوروبي للأسمدة EC 76/116 and EC 80/876 والتوجيه الأوروبي رقم 96/82/EC

- وضع خطة لإدارة الطوارئ بمشاركة السلطات المحلية والمجتمعات المحلية التي قد تتضرر.
- وتناقش الإرشادات العامة للبيئة والصحة والسلامة توجيهات إضافية بشأن إدارة قضايا الصحة والسلامة وأثرها على المجتمع المحلي خلال مراحل الإنشاء وإيقاف التشغيل وهي قضايا شائعة لدى المنشآت الصناعية الكبرى الأخرى.

### 1.3 صحة وسلامة المجتمع المحلي

تتصل أهم مخاطر الصحة والسلامة على المجتمع المحلي أثناء تشغيل منشأة الأسمدة النتروجينية بما يلي:

- إدارة وتخزين وشحن منتجات خطرة (مثل الأمونيا وحمض النتريك و نترات الأمونيا) مع احتمال وقوع تسربات أو انسكابات عارضة لغازات سامة سريعة الاشتعال.
- التخلص من المخلفات (منتجات غير مطابقة للمواصفات والحماة)
- ويجب أن يتضمن تصميم المصنع والعمليات إجراءات وقاية لتقليل المخاطر على المجتمع المحلي والحد منها ومن بينها التدابير التالية:
- تحديد حالات معقولة لعيوب في التصميم
- تقييم آثار تسرب محتمل على المناطق المحيطة ومنها المياه الجوفية وتلوث التربة.
- تقييم المخاطر المحتملة التي تنبع من نقل المواد الخطرة واختيار أنسب مسارات النقل للحد من المخاطر على المجتمعات المحلية وغيرها.
- اختيار مكان المصنع مع الأخذ في الحسبان المناطق المأهولة والأحوال المناخية، (مثلا اتجاهات الرياح السائدة) ومنابع المياه (مثلا قابلية المياه الجوفية للتعرض للخطر) مع تحديد مسافات آمنة بين منطقة المصنع ولاسيما مستودعات التخزين وبين المناطق السكنية.
- وضع تدابير الوقاية والتخفيف من الآثار المطلوبة لتجنب المخاطر على المجتمع المحلي والحد منها قدر المستطاع.

في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة. ويجب تحقيق هذه المستويات دونما تخفيف على الأقل بنسبة 95 في المائة من الوقت الذي تعمل فيه المحطة أو الوحدة وأن تحسب كنسبة من ساعات العمل السنوية. أما الانحراف عن هذه المستويات عند النظر في أحوال مشروع محلي معين فيجب تبريره على أساس التقييم البيئي.

## 2.0 مؤشرات الأداء ومراقبته

### 2.1 البيئة

#### الإرشادات بشأن الانبعاثات والنفايات السائلة

يتضمن الجدولان 1 و 2 مبادئ إرشادية عن الانبعاثات والنفايات السائلة لهذا القطاع. وتشير القيم الاسترشادية للانبعاثات والنفايات السائلة للعمليات في هذا القطاع إلى الممارسات الدولية السليمة للصناعة كما تعبر عنها المعايير المتصلة في الدول التي لديها أطر تنظيمية معترف بها. وتحقق هذه الإرشادات في ظروف التشغيل المعتادة في منشآت تم تصميمها وتشغيلها بشكل ملائم من خلال تطبيق أساليب منع التلوث ومكافحته التي نوقشت في الأقسام السابقة من هذه الوثيقة.

وتنطبق الإرشادات الخاصة بالانبعاثات على الانبعاثات من العمليات، وتناقش الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة الانبعاثات من مصادر الاحتراق المرتبطة بأنشطة توليد البخار والطاقة من مصادر تعادل قدرتها أو تقل عن 50 ميجاوات حراري؛ أما الانبعاثات من مصادر طاقة أكبر فإنها تُناقش في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة للطاقة الحرارية. وتتضمن الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة توجيهات عن اعتبارات البيئة المحيطة على أساس الحمل الكلي للانبعاثات.

وتنطبق الإرشادات الخاصة بالمخلفات السائلة على التصريف المباشر للمخلفات السائلة المعالجة في المياه السطحية من أجل الاستخدامات العامة، وقد تتحدد مستويات التصريف الخاصة بموقع معين على أساس التوافر والظروف في استخدام شبكة تجميع مياه المجاري ومعالجتها التي تقوم السلطات العامة بتشغيلها؛ أو - إذا تم تصريفها تصريفًا مباشرًا في المياه السطحية-، على أساس تصنيف استخدام المياه كما هو موضح

الجدول 1 مستويات ملوثات الهواء لمصانع الأسمدة النتروجينية		
القيمة الإرشادية	الوحدة	الملوثات
		<b>مصانع الأمونيا 1</b>
50	ملليغرام/م <sup>3</sup> ( في درجة حرارة وضغط معيارية)	الأمونيا
300	ملليغرام/م <sup>3</sup> ( في درجة حرارة وضغط معيارية)	أكسيد النتروجين
50	ملليغرام/م <sup>3</sup> ( في درجة حرارة وضغط معيارية)	الجسيمات
	ملليغرام/م <sup>3</sup> ( في درجة حرارة وضغط معيارية)	<b>مصانع حمض النتريك</b>
200	ملليغرام/م <sup>3</sup> ( في درجة حرارة وضغط معيارية)	أكسيد النتروجين
800	ملليغرام/م <sup>3</sup> ( في درجة حرارة وضغط معيارية)	أكسيد النتروز
10	ملليغرام/م <sup>3</sup> ( في درجة حرارة وضغط معيارية)	الأمونيا
50	ملليغرام/م <sup>3</sup> ( في درجة حرارة وضغط معيارية)	الجسيمات
	ملليغرام/م <sup>3</sup> ( في درجة حرارة وضغط معيارية)	<b>مصانع اليوريا/نترات اليوريا أمونيا</b>
50	ملليغرام/م <sup>3</sup> ( في درجة حرارة وضغط معيارية)	يوريا (حببيات كروية/حببيات طولية)
50	ملليغرام/م <sup>3</sup> ( في درجة حرارة وضغط معيارية)	أمونيا (حببيات كروية/حببيات طولية)
50	"	جسيمات
		<b>مصانع نترات الأمونيا/نترات كالمسيوم الأمونيا</b>
50	ملليغرام/م <sup>3</sup> ( في درجة حرارة وضغط معيارية)	الجسيمات
50	ملليغرام/م <sup>3</sup> ( في درجة حرارة وضغط معيارية)	الأمونيا
<b>ملاحظات:</b>		
1. أكسيد النتروز في غاز المداخن من جهاز الإصلاح الأولي. وتأتي الانبعاثات الأخرى من أبراج العمليات والتجفيف وغيرها.		
أكسيد النتروز في كل أنواع المصانع: درجة الحرارة 273 كلفن (صفر مئوية)، الضغط 101.3 كيلو باسكال (1 جو)، محتوى الأكسجين في غاز المداخن 3 %.		

الجدول 3 استهلاك/توليد الموارد والطاقة		
المنتج	الوحدة	المعيار الإرشادي للصناعة
الأمونيا	جيجا جول قيمة الحرارة الدنيا/طن أمونيا	28.4 to 32.0 <sup>(1)</sup>
اليوريا	جيجا جول / طن يوريا	0.4-0.45 <sup>(1) (2)</sup>
نترات الأمونيا/كالمسيو م الأمونيا	ك.و.س/طن نترات الأمونيا/كالمسيو م الأمونيا	25-60/10-50 <sup>(1) (2)</sup>
م الأمونيا	كيلوغرام بخار/طن نترات الأمونيا/كالمسيو م الأمونيا	0-50/150-200 <sup>(1)</sup>
حمض النتريك (توليد الطاقة)	جيجا جول/طن أمونيا (100%)	2.4 – 1.6 <sup>(2)</sup> (متوسط أفضل الأساليب الفنية)

المصادر:  
1. الاتحاد الأوروبي لصناع الأسمدة EFMA [200]  
2. المفوضية الأوروبية. الاتفاقية الدولية لحماية النبات (IPPC). الوثيقة المرجعية حول أفضل الأساليب الفنية المتاحة في عمليات تصنيع الكميات الكبيرة من المركبات الكيميائية غير العضوية - قطاعات تصنيع الأمونيا،

### الرصد البيئي

يجب تطبيق برامج الرصد البيئي الخاصة بهذا القطاع للتعامل مع جميع الأنشطة التي تم تحديد كونها تُحدث آثاراً كبيرة محتملة على البيئة، أثناء العمليات العادية وفي الظروف المضطربة. ويجب أن تستند أنشطة الرصد البيئي إلى المؤشرات المباشرة أو غير المباشرة للانبعثات والنفايات السائلة واستخدام الموارد التي تنطبق على مشروع بعينه.

وينبغي أن يكون معدل تكرار الرصد بالقدر الكافي لتوفير بيانات تمثيلية للمعيار الجاري رسده. ويجب أن يقوم بعمليات الرصد أفراد مدربون يتبعون إجراءات الرصد والاحتفاظ بالسجلات ويستخدمون معدات تجري معايرتها وصيانتها على نحو سليم. وينبغي أيضاً تحليل بيانات الرصد ومراجعتها على فترات منتظمة ومقارنتها بالمعايير التشغيلية حتى يتسنى اتخاذ أي إجراءات تصحيحية لازمة. وتتوفر إرشادات إضافية عن

### استخدام الموارد واستهلاك الطاقة وتولد الانبعثات والمخلفات

يقدم الجدول 3 أمثلة لمؤشرات استهلاك الموارد/توليد الطاقة في هذا القطاع. كما يقدم قيماً معيارية للصناعة لأغراض المقارنة، ويجب على المشروعات الفردية أن تستهدف التحسين المستمر في هذه المجالات.

الجدول 2 مستويات ملوثات الهواء لمصانع الأسمدة النتروجينية		
القيمة الإرشادية	الوحدة	الملوثات
6-9	وحدة معيارية.	درجة الحموضة
<3	درجة مئوية	زيادة درجة الحرارة
		مصانع الأمونيا
5	ملليغرام/ليتر	الأمونيا
15	ملليغرام/ليتر	مجموع النتروجين
30	ملليغرام/ليتر	مجموع العوالق الصلبة
		مصانع حمض النتريك
5	ملليغرام/ليتر	الأمونيا
15	ملليغرام/ليتر	مجموع النتروجين
30	ملليغرام/ليتر	مجموع العوالق الصلبة
		مصانع اليوريا
1	ملليغرام يوريا/ليتر	اليوريا (حبيبات كروية/حبيبات طولية)
5	ملليغرام/ليتر	الأمونيا (حبيبات كروية/حبيبات طولية)
	ملليغرام/ليتر	مصانع نترات الأمونيا/نترات كالمسيو م الأمونيا
100	ملليغرام/ليتر	نترات الأمونيا
5	ملليغرام/ليتر	الأمونيا
15	ملليغرام/ليتر	مجموع النتروجين
30	ملليغرام/ليتر	مجموع العوالق الصلبة

خلال الرجوع إلى المصادر المنشورة (مثل مكتب إحصاءات العمل الأمريكي وإدارة الصحة والسلامة بالملكة المتحدة).<sup>22</sup>

### رصد الصحة والسلامة المهنية

يجب مراقبة بيئة العمل لرصد المخاطر المهنية فيما يتصل بمشروع بعينه. ويجب أن يقوم على تصميم المراقبة وتنفيذها متخصصون معتمدون<sup>23</sup> في إطار برنامج لمراقبة الصحة والسلامة المهنية. ويجب أيضا على المنشآت الاحتفاظ بسجلات عن الحوادث والأمراض المهنية والأحداث والحوادث الخطرة. وتتوفر إرشادات إضافية عن برامج رصد الصحة والسلامة المهنية في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

الطرق المطبقة لأخذ العينات وتحليل الانبعاثات والنفائات السائلة في الإرشادات العامة بشأن البيئة والصحة والسلامة.

## 2.2 الصحة والسلامة المهنية

### إرشادات بشأن الصحة والسلامة المهنية

يجب تقييم أداء الصحة والسلامة المهنية بالمقارنة مع إرشادات التعرض المنشورة دولياً، والتي تشمل على سبيل المثال، قيمة الحد الأقصى المقبول للتعرض (TLV®) وإرشادات التعرض المهني ومؤشرات التعرض البيولوجي (BEIS®) المنشورة من قبل المؤتمر الأمريكي لخبراء الصحة المهنية الحكوميين (ACGIH)،<sup>18</sup> ودليل الجيب للمخاطر الكيميائية المنشورة من قبل المعهد الوطني الأمريكي للصحة والسلامة المهنية (NIOSH)،<sup>19</sup> وحدود التعرض المسموح بها (PELS) المنشورة من قبل الإدارة الأمريكية للصحة والسلامة المهنية (OSHA)،<sup>20</sup> والقيم الإرشادية لحدود التعرض المهني المنشورة من قبل الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي،<sup>21</sup> أو ما يشابهها من مصادر.

### معدلات الحوادث والوفيات

يجب أن تحاول المشروعات تقليل عدد الحوادث التي يتعرض لها العاملون (العاملون المباشرون أو المقاولون من الباطن) إلى درجة الصفر، ولاسيما الحوادث التي قد تؤدي إلى ضياع وقت العمل، أو مختلف درجات الإعاقة، أو حتى الوفيات. ويجب إجراء مقارنة معيارية بين المعدلات السائدة في المنشأة وبين أداء المنشآت في هذا القطاع في البلدان المتقدمة من

<sup>18</sup> متاح على: <http://www.acgih.org/TLV/> و الموقع

<http://www.acgih.org/store/>

<sup>19</sup> متاح على: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/>

<sup>20</sup> متاح على الموقع:

<sup>22</sup> متاح على الموقع: <http://www.bls.gov/iif/> والموقع

<http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

<sup>23</sup> تشمل طائفة المتخصصين المعتمدون الخبراء الصحيين المعتمدين، وخبراء الصحة المهنية المسجلين، أو اختصاصي السلامة المعتمدين أو المناظرين لهم.

[http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=9992](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992)

<sup>21</sup> متاح على الموقع:

[http://europe.osha.eu.int/good\\_practice/risks/ds/oel/](http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/)

### 3.0 ثبت المراجع ومصادر إضافية

Australian Government, Department of the Environment and Heritage. 2004. Emission Estimation Technique Manual for Inorganic Chemicals Manufacturing. Version 2.0. Canberra:

European Commission. 2006. European Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Bureau. Reference Document on Best Available Techniques (BAT) in Large Volume Inorganic Chemicals – Ammonia, Acids and Fertilizers. Final Draft. October 2006. Seville: EIPPCB.

European Fertilizer Manufacturers' Association (EFMA). 2004. Guidance for Safe Handling and Utilization of Non-Conforming Solid Fertilizers and Related Materials for Fertilizer Importers, Distributors and Merchants. Brussels: EFMA. Available at <http://www.efma.org/publications>

EFMA. 2003. Guidance for Safe Handling and Utilization of Non-Conforming Fertilizers and Related Materials for Fertilizer Producers. Brussels: EFMA. Available at <http://www.efma.org/publications>

EFMA. 2002. Recommendations for the Safe and Reliable Inspection of Atmospheric, Refrigerated Ammonia Storage Tanks. Brussels: EFMA. Available at <http://www.efma.org/publications>

EFMA. 2000a. Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry. Production of Ammonia. Booklet No. 1. Brussels: EFMA. Available at <http://www.efma.org/publications>

EFMA. 2000b. Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry. Production of Nitric Acid. Booklet No. 2. Brussels: EFMA. Available at <http://www.efma.org/publications>

EFMA. 2000c. Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry. Production of Urea and Urea Ammonium Nitrate. Booklet No. 5. Brussels: EFMA. Available at <http://www.efma.org/publications>

EFMA. 2000d. Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry. Production of Ammonium Nitrate and Calcium Ammonium Nitrate. Booklet No. 6. Brussels: EFMA. Available at <http://www.efma.org/publications>

EFMA. 1998. Guidelines for Transporting Nitric Acid in Tanks. Brussels: EFMA. Available at <http://www.efma.org/publications>

International Fertilizers Industry Association (IFA)/EFMA. 1992. Handbook for the Safe Storage of Ammonium Nitrate Based Fertilizers. Paris and Zurich: IFA/EFMA. Available at <http://www.efma.org/publications>

German Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). 2002. First General Administrative Regulation Pertaining the Federal Immission Control Act (Technical Instructions on Air Quality Control – TA Luft). Bonn: BMU. Available at [http://www.bmu.de/english/air\\_pollution\\_control/ta\\_luft/doc/36958.php](http://www.bmu.de/english/air_pollution_control/ta_luft/doc/36958.php)

German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU). 2004. Promulgation of the New Version of the Ordinance on Requirements for the Discharge of Waste Water into Waters (Waste Water Ordinance - AbwV) of 17. June 2004. Berlin: BMU. Available at [http://www.bmu.de/english/water\\_management/downloads/doc/3381.php](http://www.bmu.de/english/water_management/downloads/doc/3381.php)

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. Special Report. Carbon Dioxide Capture and Storage, March 2006. Geneva: IPCC. Available at <http://www.ipcc.ch/pub/online.htm>

Kirk-Othmer, R.E. 2006. Encyclopedia of Chemical Technology. 5th Edition. New York, NY: John Wiley and Sons Ltd.

United Kingdom (UK) Environment Agency. 1999a. IPC Guidance Note Series 2 (S2) Chemical Industry Sector. S2 4.03: Inorganic Acids and Halogens. Bristol: Environment Agency. Available at <http://www.environment-agency.gov.uk/>

UK Environment Agency. 1999b. IPC Guidance Note Series 2 (S2) Chemical Industry Sector. S2 4.04: Inorganic Chemicals. Bristol: Environment Agency. Available at <http://www.environment-agency.gov.uk/>

UK Environmental Agency. 2004. Sector Guidance Note IPPC S4.03. Guidance for the Inorganic Chemicals Sector. Bristol: Environment Agency. Available at <http://www.environment-agency.gov.uk/>

United States (US) Environment Protection Agency (EPA). 40 CFR Part 60, Standards of Performance for New and Existing Stationary Sources: Subpart G—Standards of Performance for Nitric Acid Plants. Washington, DC: EPA. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

US EPA. 40 CFR Part 418. Subpart B—Ammonia Subcategory. Washington, DC: EPA. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

US EPA. 40 CFR Part 418. Subpart C—Urea Subcategory. Washington, DC: EPA. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

US EPA. 40 CFR Part 418. Subpart D—Ammonium Nitrate Subcategory. Washington, DC: EPA. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

US EPA. 40 CFR Part 418. Subpart E—Nitric Acid Subcategory. Washington, DC: EPA Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

US EPA. 40 CFR Part 418. Subpart F— Ammonium Sulfate Subcategory. Washington, DC: EPA. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>

US EPA. 40 CFR Part 418. Subpart G— Mixed and Blend Fertilizer Production Subcategory. Washington, DC: EPA. Available at <http://www.gpoaccess.gov/cfr/index.html>



## الملحق (أ) - الوصف العام لأنشطة الصناعة

الطبيعي، النفط الخام، الناقتا، أو الغازات المتخلفة من العمليات مثل غاز أفران الكوك أو غازات المصافي.

ويتضمن إنتاج الأمونيا من الغاز الطبيعي خطوات العمليات التالية: إزالة آثار الكبريت في خام التغذية، الإصلاح الأولي والثانوي لخام التغذية، تحويل أول أكسيد الكربون، إزالة ثاني أكسيد الكربون، إنتاج الميثان، ضغط الغاز، تخليق الأمونيا، وتبريد منتج الأمونيا. وتتم إزالة الكربون في صورة ثاني أكسيد كربون مركز يمكن استخدامه في تصنيع اليوريا أو أغراض صناعية أخرى لتقليل انبعاثه في الغلاف الجوي.

وهناك شكل آخر لإنتاج الأمونيا يتم من خلال الأكسدة الجزئية لزيت الوقود الثقيل (المازوت) أو متخلفات التقطير الفراغي.

وتتضمن عمليتان أخريان غير تقليديتين:

- إضافة هواء عمليات إلى جهاز الإصلاح الثانوي مع إزالة النتروجين الزائد في درجة حرارة منخفضة.
- الأكسدة الجزئية للوقود مع استخدام مبادل حراري.<sup>24</sup> وتستخدم الأمونيا المسيلة من مصانع الإنتاج إما بطريق مباشر في المصانع المتممة للإنتاج أو تُنقل إلى أحواض التخزين. ومن المخازن يمكن شحن الأمونيا إلى الزبائن عن طريق شاحنات الصهريج أو عربات صهريج السكك الحديدية أو السفن. وفي العادة تستخدم واحدة من الطرق الثلاثة التالية لتخزين الأمونيا:
- التخزين المبرد تبريدا كاملا في أحواض كبيرة سعتها النمطية 10000 إلى 30000 طن (وما يصل إلى 50000 طن). ويمكن أن تكون أحواض التخزين

تشتمل أنشطة تصنيع الأسمدة النتروجينية التي تقوم على أساس الأمونيا على إنتاج الأمونيا ( $NH_3$ )، اليوريا، حمض النتريك ( $HNO_3$ )، نترات الأمونيا (AN)، نترات الكالسيوم أمونيا (CAN) سلفات الأمونيا والأسمدة النتروجينية المختلطة، مثل مركبات اليوريا (مثل سلفات اليوريا أمونيا (UAS) سلفات اليوريا المونوم) التي يتم الحصول عليها بإضافة مركب الكبريت، (سلفات الأمونيا أو سلفات الامونيوم) إلى محلول اليوريا، والأسمدة السائلة لنترات اليوريا أمونيا (UAN) (بنسبة نتروجين 28 أو 30 أو 32 في المائة).

### الأمونيا

إصلاح الغاز الطبيعي بالبخار والهواء هو أبسط الطرق وأكثرها فعالية المستخدمة في إنتاج الغاز المخلق اللازم لتصنيع الأمونيا ويشيع استخدامها في أوساط الصناعة.

تنتج الأمونيا من تفاعل كيميائي طارد للحرارة بين الهيدروجين والنتروجين. ويتم هذا التفاعل في وجود عوامل مساعدة من أكاسيد فلزية تحت ضغط مرتفع. وقد تشتمل العوامل المساعدة المستخدمة في هذه العملية على أكسيد الكوبالت، الموليبيدينوم، النيكل، الحديد / أكسيد الكروم، أكسيد النحاس / أكسيد الزنك، والحديد. ويخزن منتج الأمونيا في صورة سائلة إما في أحواض ذات ضغط جوي كبير في درجة حرارة 33 درجة مئوية، أو في أوعية كروية كبيرة تحت ضغط يصل إلى 20 جوي في درجة الحرارة المحيطة. ومصدر المادة الخام النتروجين هو الهواء في الغلاف الجوي وقد يستخدم في حالته الطبيعية كهواء مضغوط أو كنتروجين نقي من وحدة لإسالة الهواء. أما الهيدروجين فإنه متاح من عدة مصادر مثل الغاز

<sup>24</sup> هذه العملية تقنية حديثة يجري تطويرها ولها مزايا بيئية لأنها تقلل من الحاجة إلى استخدام جهاز الإصلاح الأولي وقد تقلل من استهلاك الطاقة.

التخزين. ويتراوح متوسط قطر الحبيبات في عمليات التحبيب عادة من 1.6 ملليمتر إلى 2.0 ملليمتر وقد يتم تعديل مصهور اليوريا لتعزيز خواص مقاومة التكتل والخصائص الميكانيكية للمنتج المحبب أثناء التخزين / المناولة.

أما في التحبيب الكروي فيمكن استخدام خام تغذية يوريا أقل تركيزاً (بنسبة 95 إلى 99.7 في المائة) ويسمح التركيز الأقل لخام التغذية بإزالة الخطوة الثانية من عملية التبخير وتبسيط معالجة متكثفات العمليات. وتتضمن هذه العملية رش المصهور على الجسيمات المعاد تدويرها أو تدوير الحبيبات في برج التحبيب الكروي. ويعمل تمرير الهواء في برج التحبيب الكروي على تجميد المصهور. وتتطلب العمليات التي تستخدم خام تغذية أقل تركيزاً هواء تبريد أقل لأن بعض الحرارة يتبدد من بلورة اليوريا مع تبخر الماء الإضافي. وفي العادة يجري تبريد المنتج بعد خروجه من برج التحبيب الكروي وغربلته قبل نقله إلى التخزين. وقد يتم أيضاً تعديل مصهور اليوريا قبل رشه لتعزيز الخصائص المتصلة بالتخزين / المناولة للمنتج من الحبيبات الكروية. وقد يستخدم أسلوب حقن الفورمالدهيد المائي لإضافة الفورمالدهيد إلى المنتج النهائي كعامل تحسين عند مستويات تتراوح من 0.05 إلى 0.5 في المائة.

### حمض النيتريك

تتضمن مراحل الإنتاج لتصنيع حمض النيتريك ما يلي: تبخير الأمونيا السائلة، خلط البخار مع الهواء وحرق الخليط فوق عامل مساعد البلاتين / الروديوم، تبريد الناتج من أكسيد النيتريك، أكسدته وتحويله إلى ثاني أكسيد النتروجين مع الأكسجين المتبقي، وامتصاص ثاني أكسيد النتروجين في الماء في عمود الامتصاص لتكوين حمض النيتريك. وتحتوي المصانع ذات الطاقة الكبيرة عادة على تصميم ذي ضغط مزدوج (بمعنى الاحتراق في ضغط متوسط والامتصاص في ضغط أعلى) أما المصانع الصغيرة فيتم فيها الاحتراق

أحواضاً أحادية الجدار ذات سداة أو أحواضاً ذات جدارين عموديين أو أحواضاً مغلقة ذات جدارين.

- أسطوانات أو أوعية تخزين كروية مضغوطة تصل سعتها إلى حوالي 1700 طن.
- أحواض تخزين نصف مبردة.

### اليوريا

يتضمن تخليق اليوريا اتحاد الأمونيا وثاني أكسيد الكربون تحت ضغط جوي مرتفع لتكوين كرباميت الأمونيوم التي ينزع منها الماء في وقت لاحق من خلال التعريض للحرارة لتتكون اليوريا والماء. والخطوة الأولى سريعة ومطلقة للحرارة وتكتمل أساساً في ظروف التفاعل السائدة على مستوى الصناعة. والخطوة الثانية أبطأ وخافضة للحرارة. ويتم التحويل (على أساس ثاني أكسيد الكربون) عادة في حدود 50 إلى 80 في المائة ويزيد مع زيادة درجة حرارة ونسبة الأمونيا إلى ثاني أكسيد الكربون.

ويجري استخدام نظامين تجاريين لنزع الأمونيا. ويستخدم أحدهما ثاني أكسيد الكربون والآخر يستخدم الأمونيا كغاز للنزع. ويتم في وقت لاحق تركيز محلول اليوريا الذي ينتج عن مراحل التخليق / إعادة التدوير حتى يتحول إلى مصهور اليوريا الذي يتم تحويله إلى منتج صلب من الحبيبات المستطيلة أو الكروية.

وفي نظام التحبيب الطولي يتم تغذية مصهور اليوريا المركز (بنسبة 99.7 في المائة) في رأس منضحة دوارة تقع في الجزء العلوي من برج التحبيب الطولي. وتتكون قطيرات سائلة تتحول إلى الحالة الصلبة وتبرد لدى سقوطها في برج التحبيب على تيار متصاعد قسري أو طبيعي من الهواء المحيط. وينقل المنتج من قاع البرج إلى سير نقال. وقد يجري تبريد المنتج إلى درجة الحرارة المحيطة وغربلته قبل نقله إلى

ويجري أيضا تصنيع منتجات الحبيبات الكروية التي تحتوي إما على الأمونيا أو سلفات الكالسيوم. وقد تترك المنتجات النهائية من الأسمدة الصلبة موقع الإنتاج إما في شكل كميات صب أو معبأة في عبوات ذات أحجام مختلفة.

### سلفات الأمونيا

فيما مضى، كانت سلفات الأمونيا (SO42(NH4) تنتج تخليقا من خلال التفاعل المباشر للأمونيا مع حمض الكبريتيك وعمليات صناعية أخرى مثل التفاعل بين كربونات الأمونيا (NH4CO3) وسلفات الكالسيوم (CA2CO4) وفي الوقت الحالي فإن الكميات الرئيسية من سلفات الأمونيا يتم الحصول عليها كمنتج فرعي لتصنيع كابرولاكتام، أكريل النتريل، وتخفيف انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وإنتاج الكوك.

وفي الإنتاج التخليقي تتكون بلورات سلفات الأمونيا من اتحاد الأمونيا اللامائية وحمض الكبريتيك في مفاعل وتدوير سائل سلفات الأمونيا في مبخر مائي. ويجري فصل البلورات عن السائل في وعاء طرد مركزي ثم يتم تغذيتها إما إلى قاع مميع أو إلى مجفف اسطوانة دوارة ثم تغربل قبل تعبئتها أو شحنها بكميات صب غير معبأة.

وفي إنتاج الأكريل النتريل و الكابرولاكتام، يتفاعل فائض الأمونيا / حمض الكبريتيك مع حمض الكبريتيك / الأمونيا لينتج محلول سلفات الأمونيا الذي يمكن بيعه كسماد. والبلورة هي السبيل الوحيد للحصول على سلفات الأمونيا الصلبة التي يعاد استخدامها. ويتضمن الجزء المتصل باستخلاص سلفات الأمونيا أيضا عمليات لإزالة المواد العضوية ودقائق العوامل المساعدة.

والامتصاص عند ضغط واحد. ويقال الضغط المرتفع في عمود الامتصاص من انبعاثات أكسيد النتروجين لكن التخفيف المحفز مطلوب للتقيد بالحدود التي يشيع تطبيقها للانبعاثات.

### نترات الأمونيا (AN) ونترات الكالسيوم أمونيا (CAN)

تستخدم نترات الأمونيا على نطاق واسع كسماد نتروجيني؛ غير أنها تستخدم أيضا كمادة متفجرة. وتنتج نترات الأمونيا بالتفاعل بين الأمونيا الغازية وحمض النترريك المائي. وتتألف عملية الإنتاج من ثلاث عمليات أساسية: التعادل، التبخير، والتصلب (التحويل إلى حبيبات مستطيلة أو كروية). وقد تكون أجهزة التعادل أو عية خالية من الغليان، أو أنظمة دوارة أو مفاعلات أسطوانية. ويمكن استخدام محلول نترات الأمونيا الناتج من عملية التعادل بطرق شتى في المصانع المتممة للإنتاج، حيث يباع على هذه الهيئة ويتم تحويله إلى نترات أمونيا صلبة عن طريق التحبيب الطولي أو الكروي. وتخلط نترات الأمونيا مع مادة حشو صلبة وبخاصة كربونات الكالسيوم (الحجر الجيري أو الدولوميت) تضاف قبل تكون القطيرات حينما يتم إنتاج نترات الكالسيوم أمونيا (CAN) ويزيل جهاز التبخير تقريبا كل الماء في محلول نترات الأمونيا إلى المحتوى المقبول للماء المتصل بالعملية المستخدمة في صنع المنتج النهائي (وعادة ما تكون أقل من واحد بالمائة من منتج حبيبات مستطيلة وما يصل إلى 8 بالمائة لحم التغذية لبعض عمليات التحبيب الكروي). ويتم تصنيع خام تغذية نترات الأمونيا من خلال وحدة للتحبيب الطولي.

وأثناء التحبيب الكروي في أحواض واسطوانات دوارة، خلطات، وقواعد مميعة يتم رش المحلول المركز الساخن لنترات الأمونيا. وفي العادة لا تكون هناك حاجة إلى مزيد من التجفيف للحبيبات الكروية. ويتم غربلة الحبيبات الكروية وتعد الحبيبات الدقيقة والكبيرة الحجم المطحونة إلى برج التحبيب الكروي.