جامعة تكريت
كلية التربية للبنات
قسم الكيمياء

# الكيمياء الصناعية

## المرحلة الرابعة

## المحاضرة (14)

# الاسمدة

إعـداد
د. إيمـــان أيوب
emanaywb@tu.edu.iq

# الاسمدة الكيميائية

هي مركبات كيماوية تحضر صناعيا وتحتوي على عناصر غذائية للنبات وهي على انواع:

**أ- اسمدة بسيطة** : وهي الاسمدة التي تحتوي على عنصر سمادي واحد وتشمل:

1. **الاسمدة الآزوتية : وتشمل:**

**أ- اليوريا:**

عنصر تسميد ، تساعد في اعطاء نمو خضري قوي تحتوي على عنصر الآزوت(النتروجين) ويجب معرفة طبيعة نمو النبات الجديد وتمتاز:

1. الا تزيد نسبة البايوريت عن 1٪
2. الا تقل نسبة النتروجين الكلي الذائب في الماء عن 46٪

**ب- سلفات الامونيوم (النشادر):**

يجب الا تقل نسبة النتروجين الكلي الذائب في الماء عن 20.6٪ وجميعها على صورة نشادرية.

2. **الاسمدة الفوسفاتية:**

وهي التي تحتوي على عنصر الفوسفات(P) كعنصر اساسي للتسميد ، تساعد في تكوين الجذور وفي دفع النبات الى الازهار، وتشمل:

**أ) سوبر فوسفات الكالسيوم الاحادي:**

1. الا تقل نسبة حامض الفسفوريك الذائب في الماء عن 15٪ .
2. الا تزيد نسبة الرطوبة عن 10٪.
3. الا يكون في صورة متحجرة او متعجنة او متكتلة ويفضل ان يكون في صورة محببة.

**ب) سوبر فوسفات الكالسيوم المركزي(الثلاثي)**

1. نسبة حامض الفسفوريك الذائب في الماء وعلى الا تقل نسبته عن 42٪ .
2. الا تزيد نسبة الرطوبة عن 4٪ .
3. يجب ان يكون السماد في صورة محببة بحيث تمر 95٪ من الحبيبات من منخل سعة ثقوبه 5 ملليمتر.
4. الا يكون السماد في صورة متحجرة او متعجنة او متكتلة.

3- **الاسمدة البوتاسية** : تحتوي على البوتاسيوم (K) كعنصر اساسي للتسميد ، تساعد في كبر حجم الثمار وسماكة الساق في بعض النباتات وهي تشمل:

**أ) سلفات البوتاسيوم:**

1. الا تقل نسبة أوكسيد البوتاسيوم **($K_2O$)** الذائب في الماء عن 48٪.
2. الا تزيد نسبة الرطوبة عن 0.5٪ .
3. الا تزيد نسبة الكلور في السماد عن 2٪ .

**ب) نترات البوتاسيوم:**

1. الا تقل نسبة النتروجين الذائب في الماء عن 13٪.
2. الا تقل نسبة أوكسيد البوتاسيوم **($K_2O$)** الذائب في الماء عن 46٪.

**4- اسمدة المغنيسيوم:**

تحتوي على المغنيسيوم كعنصر اساسي وتشمل :

**أ) سلفات المغنيسيوم:**

1. الا تقل نسبة أوكسيد المغنيسيوم **(MgO)** الذائب في الماء عن 16٪ .
2. الا تزيد نسبة الرطوبة عن 1٪ .

**ب_ اسمدة مركبة:**

هي اسمدة تحتوي على اكثر من عنصر سمادي واحد ، اي تحتوي على مجموعة مختلطة من العناصر الغذائية المختلفة.

## تصنيع السماد العضوي

1. طرق تصنيع السماد العضوي
2. السماد العضوي في المنزل

### 1. طرق تصنيع السماد العضوي:

**اولا: طريقة الجمع**

هي الطريقة الابسط والاسهل ، وهي ان تقوم بتكوين المخلفات التي جمعتها مع بعضها واما ان نضعها في صندوق او على الارض وهو (التكويم العشوائي) ، وهذه الطريقة تساعد على دخول الهواء الى المخلفات من كل الجوانب مما يساعد على جعل السماد العضوي لا يصدر رائحة ، ويتم وضع الماء عليه.

**ثانيا: طريقة صندوق السماد العضوي**

هو صندوق او وعاء السماد العضوي(مخصص لهذه العملية)،وقد صمم هذا الصندوق من اجل تهوية السماد العضوي وسهولة تقليبه.

**ثالثا: طريقة الحفر**

هي طريقة بسيطة من الممكن ان تستخدم في القرى والحدائق والاراضي الزراعية ، إشتهر الهنود المزارعين بهذه الطريقة ، وهي ان تحفر حفرة وتضع فيها السماد العضوي وتغطيها فترة من الوقت حتى يتحلل السماد العضوي وتساعد التربة وكائناتها الدقيقة على عملية التحلل بشكل جيد.

2. **طرق تصنيع السماد العضوي في المنزل**:

- شراء وعاء خشبي او بلاستيكي به ثقوب لصناعة السماد(متوفر في المتاجر).
- استخدام بقايا الطعام الموجودة في المنزل وغيره من المواد التي تم ذكرها ووضعها في وعاء التسميد، ويجب تجنب وضع المواد التالية(اللحوم ، العظام ، المواد الدهنية ، الحليب ، الجبن).
- نضع في اسفل الوعاء ورقة من الشجر لضمان التهوية ولا يتم تغطية الوعاء الا بورقة عادية ، ونضع الوعاء خارج المنزل ، الأفضل على التربة حتى تمتص ما قد يتسرب من الوعاء.
- يجب وضع المواد الخضراء اولا، ثم المواد البنية فوقها ، وذلك لضمان جودة النوع.
- يتم قلب الوعاء بعض المرات لاكتمال عملية التخمير، وعادة ما تختمر المواد الخضراء قبل المواد البنية.
- بعد اكتمال عملية الاختمار والتي قد تأخذ مدة غير محددة تعتمد على الظروف المناخية ،وعند اكتمال التخمر نجد ان المواد زاد حجمها عن الحجم الاصلي، كما نجدها تفتت ، واصبحت لها رائحة شبيهة برائحة التراب ، ويكون اللون بنيا.

❖ **ملاحظة هامة**:

اذا تم إضافة الماء الى الوعاء بعد الحصول على السماد لمدة اسبوع ، سيصبح السماد سائلا، ولا يحتاج في هذه الحالة عند نثره على التربة الى حفرها 30سم،وذلك في حالة السماد العادي بدون ماء، ويسمى المحلول المغذي ، وهناك بعض الآلات الحديثة تستخدم في تصنيع السماد العضوي من خلال وضع المخلفات، والمواد اللازمة في ذلك، وتتم عملية التخمر، وصناعة السماد العضوي من خلال هذه الماكنة.

# تصنيع سماد اليوريا

الصفات الفيزيائية والكيميائية لليوريا

**اليوريا:**

- هي مادة عديمة اللون والرائحة ومتبلورة في شكل ابري.
- محتوى النيتروجين بها 46.5%.
- عن تسخين اليوريا لدرجة حرارة ما بين 150مْ–170مْ فإنه يحدث تفاعل بين جزيئات اليوريا ليتكون جزيء البايوريت والامونيا.
- يتم انتاج حبيبات اليوريا (السماد) في شكل حبيبات كروية Granules ذات اقطار تتراوح ما بين 2مم–4مم طبقاً للمواصفات الاتية :
  1) محتوى البايوريت اقل من 1% بالوزن.
  2) محتوى الرطوبة اقل من 0.5 بالوزن.
  3) محتوى النيتروجين حوالي 46.5%.
  4) محتوى الفورمالدهيد 0.55% بالوزن.

## تصنيع اليوريا (التفاعلات الكيميائية)

يتم تصنيع اليوريا عن طريق تفاعل كيميائي يتم على مرحلتين :

1. **المرحلة الأولى** Condensation reaction

يتم تفاعل التكثيف بين غازي الامونيا وثنائي أوكسيد الكاربون لتكوين كاربامات الامونيا Carbamate Ammonium وهو تفاعل باعث للحرارة Exothermic Reaction

$$2NH3 + CO_2 \longrightarrow NH_2COONH_4 + Heat$$

2. **المرحلة الثانية** Dehydration Reaction

يتم تفاعل الـ Dehydration وفيه يفقد جزيء الـ Carbamate جزيء ماء ليتحول الى جزيء يوريا . وهذا التفاعل ماص للحرارة بمعنى إنه لكي يتم التفاعل يحتاج الى حرارة لتكوين جزيء اليوريا.

$$NH_2COONH_4 \longrightarrow NH_2CONH_2 + H_2O + Heat$$

تصنيف العمليات التي تحدث لإنتاج اليوريا بمصنع اليوريا

يمكن تقسيم العمليات التي تحدث لإنتاج اليوريا الى خمسة مراحل مختلفة وهي كالآتي :

1) مرحلة التحضير Synthesis stage.

2) مرحلة التدوير والتفكيك Recycle and decomposition.

3) مرحلة التبخير Evaporation stage.

4) مرحلة الادمصاص والتحلل Desorption and Hydrolization stage.

5) مرحلة البرغلة Granulation stage.

**أولاً : مرحلة التحضير** Synthesis stage

- وفيها يتم التفاعل بين الامونيا وثنائي أوكسيد الكاربون تحت ضغط حوالي 145 بار لتكوين الكاربامات داخل جهاز مكثف الكاربامات high pressure carbamate condenser .
- بعد ذلك يفقد جزء الكاربامات جزيء الماء ويتحول الي يوريا داخل المفاعل Reactor.
- تتكون مرحلة التحضير من أربعة أجهزة تعمل تحت ضغط عالي حوالي 145 بار .

**1)** مكثف الكاربامات H.P.C.C.

**2)** النازع H.P.Stripper.

**3)** المفاعل Reactor.

**4)** جهاز غسيل الامونيا وثاني أوكسيد الكاربون H.P.Scrubber.

**1) مكثف الكاربامات** :

وفيه يتم التفاعل الأول بين غازي الامونيا وثاني أوكسيد الكربون لتكوين كاربامات الامونيا (Ammonium Carbamate ) وهذا التفاعل باعث للحرارة ولكي يتم التفاعل يجب سحب الحرارة منه ويتم ذلك عن طريق انتاج بخار منخفض حوالي 4 بار .

الجهاز عبارة عن **مبادل حراري** من نوع {heat exchanger} shell and tube يتم التفاعل داخل المواسير ويتم انتاج البخار داخل الshell side.

إن التفاعل بين غازي الامونيا وثنائي أوكسيد الكاربون لا يتم بالصورة الكاملة حيث يجب ان نترك جزء من هذه الغازات لتذهب الى المفاعل وفي هذه الصورة يتم تفاعلها داخل المفاعل .تذهب الكاربامات السائلة والغازية من المكثف الى جهاز المفاعل

2) **المفاعل**:

- عبارة عن جهاز رأسي اسطواني الشكل يحتوي على عدد من الصواني المثقبة perforated plates (11 صينية ) لتسمح بمرور الغازات من خلال هذه الثقوب والسائل من خلال الجدار والصينية
- تدخل الكاربامات السائلة والغازية من اسفل المفاعل الاتية من المكثف ذو الضغط العالي ويبدأ تفاعل الكاربامات الغازية اولاً لإنتاج اليوريا
- تخرج اليوريا من المفاعل بتركيز حوالي 35% ذاهبة الي النازع Stripper
- تذهب الغازات التي تتفاعل في المفاعل بالإضافة الي الغازات الحاملة الى جهاز غسيل الامونيا وثنائي أوكسيد الكاربون.

3) **جهاز غسيل الضغط العالي:**

- الغازات الخارجة من المفاعل يتم غسلها بواسطة محلول الكاربامات مخفف قادم من مرحلة التدوير وذلك لامتصاص الامونيا وثنائي أوكسيد الكاربون .

4) **جهاز النازع:**

- تخرج اليوريا من المفاعل بتركيز حوالي 35% ذاهبة الى أعلى جهاز النازع والباقي عبارة عن كاربامات لذا يجب استعادة الكاربامات والامونيا ودفعها مرة أخرى الى جهاز مكثف الكاربامات مرة أخرى وفي نفس الوقت يتم تركيز اليوريا من 35%-57%.
- تتم عملية النزع بواسطة مرور غاز ثنائي أوكسيد الكاربون القادم من ضاغط ثنائي أوكسيد الكاربون في اتجاه معاكس لمرور اليوريا والكاربامات داخل المواسير.
- يتم توجيه بخار ذو ضغط متوسط حوالي 20 بار بالـShell side لجهاز النازع اللازم لتكسير الكاربامات ونزعها من محلول اليوريا بواسطة غاز ثنائي اوكسيد الكاربون.
- الغازات المفككة والمنزوعة من محلول اليوريا تخرج من اعلى جهاز النازع مع ثنائي أوكسيد الكاربون ذاهبة الى جهاز المكثف H.P.C.C .
- محلول اليوريا يخرج من اسفل النازع بعد ان زاد تركيزه الى حوالي 57% ذاهباً الى مرحلة التدوير ذات الضغط المنخفض حوالي 4 بار وذلك لإتمام عملية تركيز اليوريا

**ثانياً** : **مرحلة التدوير والتفكيك** Recycle and decomposition

– بعد خروج محلول اليوريا من جهاز النازع بتركيز حوالي 57% يتم عمل تمدد للمحلول الخارج من ضغط 140 بار – 4 بار عن طريق التمدد الى جهاز عمود التقويم ويتم رفع درجة حرارة محلول اليوريا للتخلص من الامونيا وثنائي أوكسيد الكاربون ورفع تركيز محلول اليوريا الى حوالي 72%.

– الغازات المنفصلة من المحلول تخرج من عمود التقويم الى جهاز المكثف ذو الضغط المنخفض وذلك لتكثيفها الى كارابامات امونيوم مخففة يتم دفعها الى مرحلة الضغط العالي عن طريق الكارابامات.

**ثالثاً** : **مرحلة التبخير** Evaporation stage

- في مرحلة التبخير يتم تركيز محلول اليوريا من حوالي 72%الى 96% على مرحلتين .
- تتم هذه المرحلة في جهاز المبخر المبدئي والمبخر الاخر Evaporator PR evaporator هو عبارة عن shell and tube حيث يمر محلول اليوريا من خلال المواسير والبخار المستخدم في عملية التبخر ب الـ shell side

- تتم هذه العملية عند درجات حرارة 100م ، 130م . بالمبخر المبدئي والأخر على الترتيب وتحت ضغط حوالي 0.3 بار وتتم عملية التبخير تحت هذه الظروف لتقليل عملية تحلل اليوريا وتكوين البايوريت .

**رابعاً** : **مرحلة الادمصاص والتحلل** Desorption and Hydrolization stage

- تعتمد فكرة الادمصاص على نزع الامونيا من ماء الامونيا المخفف بتركيز حوالي 5% امونيا عن طريق البخار ذو الضغط المنخفض حوالي 4 بار وتتم هذه العملية في جهاز الـ Desorber الذي يتكون من عمودين منفصلين يحتوي العمود الأول على 15صينية مثقبة والعمود الثاني على 22 صينية مثقبة وبعد فضل غاز الامونيا من الماء الامونيا تذهب الي جهاز Reflex condenser لتكثيفها وادخالها في عمليات التشغيل مرة أخرى .
- اما فكرة عمل الـ Hydrolyzer فهي نفس فكرة عمل المفاعل واكنها عكسية حيث تتم فيها عملية تحلل لليوريا بواسطة بخار ذو ضغط حوالي 24 بار حيث تتحلل اليوريا الى مكوناتها الأولية الامونيا وثنائي أوكسيد الكاربون وتخرج هذه الغازات الخارجة منه الى جهاز Reflex condenser للاستفادة منها مرة أخرى .

**خامساً**: **مرحلة البرغلة** Granulation stage

يتم انتاج سماد اليوريا عن طريق حقن محلول اليوريا السائلة بتركيز حوالي 96% يوريا الى المبرغل Granulator على طبقة من السماد الموجود بداخله يطلق عليها الـــbed وتقوم العملية اساساً على فكرة تعويم السماد بالهواء Fluidization air.وتتلخص هذه الطريقة كما يلي :

**1)** يتم اولاً تركيز محلول اليوريا عن طريق المبخرات وتحويله من الصورة السائلة الى صورة منصهر بتركيز حوالي 96% .

**2)** يتم حقن منصهر اليوريا على طبقة من السماد المسماة بالـــbed حيث يتم دفع المحلول مع هواء مضغوط يسمى بهواء الترذيذ atomization air من خلال نوزلات دقيقة ليخرج منها محلول اليوريا بصورة رذاذ spray تتراكم على حبيبات اليوريا الناعمة المكونة لطبقة الـــbed حيث يتم تكوين حبيبة اليوريا بالحجم المطلوب.

**3)** يتم إضافة مادة الـــU.F(urea formaldehyde) على منصهر اليوريا وذلك قبل رشه وهذه المادة تساعد في عملية البرغلة وتعطي السماد صفة عدم التحجر.

**4)** بعد خروج سماد اليوريا عن طريق المبرد الأول والمبرد الأخير حتى وصولها الى درجة حرارة حوالي 45مْ ومنها الى وحدة التخزين والتعبئة .