الأسمدة وخصوبة التربة العناصر الغذائية :-
النيتروجين Nıtrogen
*النيتروجين الموجود في التربة مصدره الأصلي هو الهواء الجوي ، اذ يشكل النيتروجين ٧٩,٨% من حجم الهواء الجوي وإن النباتات غير قادرة على الاستهلاك المباشر للنيتروجين إلاّ بعد استهلاكه من قبل أنواع قليلة جدا من الأحياء الدقيقة التي تمتلك القدرة على تحويله الى مركبات عضوية خلال عملية خاصة يطلق عليها ((تثبيت النيتروجين Nitrogen fixation)) وذلك بأختزال النيتروجين الجوي الى NH4 تحت ظروف خاصة من حرارة وضغط ومن ثم الى مركبات عضوية .
إن الكمية الكتلية من النيتروجين المثبتة بايولوجيا في أنحاء العالم تكون بحدود $7.2X10^{7}$ طن لكل موسم (clatt:1976) وأن هذه الكمية تفوق أربع مرات كمية النيتروجين المصنعة كيمياوياً !.

- أنواع الأحياء المسؤولة عن تثبيت النيتروجين الجوي :-

١- أنواع مختلفة من الطحالب الزرقاء المخضرة " Blue –green Algae" .
٢- البكتريا الحرة المعيشة " ذاتية التغذية " مثل الـ Azotabacter" والـ clostridium وتتراوح كمية النيتروجين المثبتة بواسطة هذه البكتريا بين 5-10 كغم نيتروجين / هكتار .
٣- كائنات دقيقة تثبت النيتروجين تكافليا مع كائن حي آخر "symbiotic " .
أ- بكتريا العقد الجذرية والمحاصيل البقولية مثل الأ "Rhizobium" .
ب-تثبيت النيتروجين الجوي بواسطة بكتريا العقد الجذرية تكافليا مع نباتات غير بقولية مثل نبات الكازورن
جـ - تثبيت النيتروجين الجوي تكافليا بين نباتات خاصة cycads التي تحمل جذورها القريبة من سطح التربة تركيبات قريبة الشبه بالعقد الجذرية وبداخلها طحلب أخضر مزرق .
د -تثبيت النيتروجين الجوي بواسطةعقد خاصة بداخلها أنواع من البكتريا مثل الـ Azotobacter والـ Beijerickia تحملها أوراق بعض البانتات .
هـ- تثبيت النيتروجين الجوي بواسطة أحياء دقيقة نامية في المنطقة الجذرية :-

١- التثبيت بواسطة الفطريات التي تعيش تكافليا مع جذور النباتات مثل الـ " Rhizobium" .
٢- بعض المحاصيل الزراعية مثل " الرز والذرة الصفراء والحنطة والبنجر لسكري وبعض أنواع محاصيل المراعي " والنباتات المائية التي تحمل جذورها أحياء دقيقة من جنس الـ"Azotobater" داخل مواد هلامية على المجموع الجذري "eyra& Dobereinner 1977" .

- تختلف قابلية هذه المجاميع في تثبيت النيتروجين الجوي حسب الظروف المحيطة بها من :-

١)PH الوسط ٢) تركيز الأوكسجين ٣) درجة الحرارة ٤) الكمية الجاهزة من الفوسفور والبوتاسيوم والحديد والمولبيدنيوم ٥) المحتوى الرطوبي للتربة ٦) محتوى التربة من المواد العضوية .

* قد يثبت النيتروجين كيمياويا وفقا لطريق Haber – Bosch – method حيث يتفاعل النيتروجين الجوي مع الهيدروجين تحت ظروف عالية من حرارة وضغط مكونا الأمونيا

$$N2 + 3H2 \rightleftharpoons 2NH3$$

وأن الكمية المثبتة بهذه الطريقة قليلة جدا مقارنة بالتثبيت البايولوجي السابق .

- وقد يثبيت النيتروجين من خلال اشتراك النيتروجين الجوي في الشحنة الكهربائية خلال عملية البرق التي تؤدي الى أكسدة النيتروجين كما يلي :

$$3No + 3O2 \rightleftharpoons 3NO2 + H2o \rightleftharpoons 3HNO3 + No$$

والكمية المثبتة بهذه الطريقة لا تتعدى سوى بضع كيلوغرامات لكل هكتار سنويا ن وقد تصل الى ما يقارب ١٥/كغم/هكتار/سنويا .

- قد تساهم الأمطار أيضا في تثبيت النيتروجين الجوي من خلال ترسيبه وقد تتراوح الكمية ١٠-٦٠ كغم /نيتروجين /هكتار.

كل هذه الكميات من النيتروجين لا يكفي سد الاحتياجات النيتروجينية المطلوبة من قبل المحاصيل الحقلية.

- يمكن اعتبار عملية تثبيت النيتروجين الجوي بايولوجيا و تحوله الى أشكال عضوية داخل التربة بداية تجمع النيتروجين بالتربة Accumulation of Nitrogen بهيئة مركبات عضوية .
- بعد عملية تثبيت النيتروجين الجوي يتحول الى مركبات نيتروجينية عضوية في أجسام الأحياء الدقيقة والنباتات النامية ، وتتحول الى الصور العضوية للنيتروجين الى صور معدنية متعددة من خلال عملية معدنة النيتروجين Nitrogen mineralazation وقد تستخدم أنواع من أحياء التربة الدقيقة النواتج المعدنية لصور النيتروجين لتحولها الى مكونات عضوية داخل أجسامها من خلال عملية التدهور Nitrogem Immobilization أو تساهم في تحويلها الى مركبات غازية للنيتروجين

معدنة النيتروجين العضوي Mıneralazatıon of Organıc Nıtrogen:

يطلق على عملية تحول المركبات النيتروجينية العضوية الى صور نيتروجينية معدنية بهيئة آيون الأمونيوم NH4 و آيون النترات NO3 معدنة النيتروجين العضوي والتي تلعب فيه أحياء التربة الدقيقة دورا هاما في سير هذه العملية .
وتتضمن عملية معدنة النيتروجين العضوي مرحلتين رئيسيتين :-

أولاَ : عملية التشدرة Ammonification

وهي عملية تحول النيتروجين العضوي الى آيون الأمونيوم .وتتم هذه العملية بخطوتين :-

الاولى : تحول المركبات البروتينية الى أحماض أمينية Amino Acids بفعل أحياء التربة الدقيقة .

$$\text{Soil organic} - \text{N} \longrightarrow \text{R} - \text{NH2} + \text{Co2} + \text{other priducts} + \text{Energy}$$

الثانية : تحو الأحماض الأمينية (R – NH2) الى أمونيا التي تكون بدورها آيون الأمونيوم ويتم التحول بفعل أحياء التربة الدقيقة

$$\text{R-NH2} + \text{H2o} \longrightarrow \text{NH3} + \text{R-OH} + \text{Energe}$$

$$\text{NH4} + \text{OH} \longrightarrow \text{H2o}$$

مصير الأمونيا المتكونة : ١) الدخول في تفاعلات التبادل الآيوني . ٢) قد يمتص من قبل النباتات النامية

٣)يستغل من قبل أحياء التربة الدقيقة المحللة للمادة العضوية ٤) يثبت في غرويات التربة

٥)قد تتطاير الامونيا قبل تحولها الى الامونيوم عند توفر الظروف المناسبة

٦) قد يتحول آيون الأمونيوم الى آيون النترات بفعل أحياء متخصصة بعملية النترجة

العوامل المؤثرة في عملية التشدرة :

١) نسبة الكاربون الى النيتروجين C:N Ratio في التربة التي تتراوح بين 15:1 205:1 وأفضل نسبة هي 10:1 فكلما كانت النسبة كبيرة دل على أن المادة العضوية فقيرة بالنيتروجين مما يؤدي الى استغلالها من قبل أحياء التربة الدقيقة لبناء أنسجتها ولاينتج عن ذلك أي تحرر للأمونيا وقد يدفع الكائنات الدقيقة الى استغلال النيتروجين الموجو أصلا في التربة أو المضافة .

٢) الظروف البيئية المحيطة من حرارة ورطوبة وتهوية و PH التي تؤثر على نشاط أحياء التربة المجهرية ، ولقد وجد مثلا أفضل درجة حرارة مناسبة لعملية التشدرة هي $5\text{-}45\ c^0$ وأن أفضل قيمة لدرجة الـ PH هي -6.5

ثانيا : عملية النترجة Nitrification
يطلق على عملية تحويل الامونيوم الناتجة من عملية التشدرة أو المضافة الى التربة الى نترات Nitrate بعملية النترجة وتتم هذه العملية بخطوتين
الاولى : أكسدة الأمونيا الى نتريت Nitrite بواسطة بكتريا هوائية مثل الـ nitrosomonas كما في المعادلة التالية

$$2NH4 + 3O2 \longrightarrow 2 HNo3 + 2 H + 2H2o$$

الثانية : تحول النتريت Nitrite الى النترات Nitrate بواسطة بكتريا الـ Atrobacter

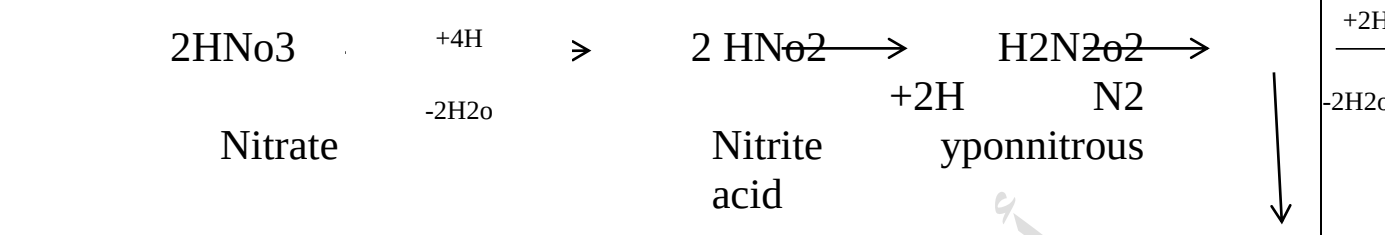
$$2HNo3 + O2 \longrightarrow 2 No3 + 2 H$$

أهم النقاط التي يمكن تحديدها في عملية النترجة هي :-
١) ان عملية اكسدة الامونيوم تحتاج وفرة من الاوكسجين لذا فأن جميع العوامل التي تؤثر على تهوية التربة سيكون لها تأثير مباشر على عملية النترجة ، فالرطوبة تؤثر عليها وقد تتعطل العملية تماما عند خلق ظروف لاهوائية .
٢) ان عملية النترجة تقلل من قلوية التربة باستهلاكها للألمنيوم وانطلاق ازواج من آيونات الهيدروجين الى الوسط مما يؤدي الى زيادة حموضة التربة .
٣) تحتاج هذه العملية الى أحياء تربة دقيقة متخصصة ومحددة لذا يجب مراعاة الظروف لبيئية المناسبة لها .

مصير النترات الناتجة :-
١) قد تمتص النترات من قبل النبات النامي أو قد تستهلك ن قبل أحياء التربة الدقيقة لبناء أنسجتها
٢) بسبب الشحنة السالبة للنترات فأن نقله اثناء الري مع الماء الارضي يكون عاليا .
٣) يتعرض آيون النترات في الظروف اللاهوائية الى عملية اختزال يطلق عليها عملية عكس النترجة Denitification
* المحتوى العالي للأملاح والقلوية التي تمتاز بها الترب العراقية تعملان على عرقلة عملية النترجة .
* ان أهم مشكلة تظهر عند حصول عملية النترجة هو التركيز السام لـ No2- N الذي يحصل عند حدود
" 0.1-0.25 " مايكروغرام No2 لكل مليمتر . مما أدى الى دفع الكثير من الباحثين الى استخدام موانع Inhibitors لعملية النترجة تجنبا للسمية القاتلة للنبات النامي مثل 2-chloro – 6- trichlorom ethyl pyridine

عملية عكس النترجة Denitrification

هي اختزال النترات NO3 والنترايت No2 الى صور غازية مثل " No , N2o , N2 ", مما يدفعها الى الانطلاق الى الهواء الجوي التي تقوم بها أنواع من الاحياء الدقيقة بالتربة ةيمكن وصف العملية بالمعادلة التالية :



أو كما في المعادلة التالية :

تكافؤ النيتروجين (+5) (+3) (+2) (+1) (0)

- أن الأساس العام في هذه العملية هو أنه في الظروف اللاهوائية تقوم بعض أحياء التربة الدقيقة بأستعمال النترات في حالة غياب الأوكسجين في استقبال الهيدروجين .
- أن كمية النيتروجين المفقودة بهذه الطريقة تقدر بحوالي 5-50% من كمية النيتروجين الكلية التي تضاف الى التربة .

مستلزمات عملية عكس النترجة :-

١) أحياء تربة دقيقة مسؤولة عن هذه العملية مثل " eudomonas , micrococcus , Bacillus , Achromabacter "

٢) وفرة مركبات واهبة للأليكترونات " ehlectron donors " مثل المركبات العضوية الكاربونية " microcarbon compounds " ومركبات الكبريت المختزلة وجزيئات الهيدروجين .

٣) توفر الظروف اللاهوائية " anaeeobic conditions " .

وفرة الصور النيتروجينية N , N2o , No2 , No3