(٢)

الأزوت والزراعة *

للدكتور على حسن عجيزة
الأستاذ المساعد بقسم الأراضى فى كلية الزراعة بجامعة القاهرة

٥ ــ أملاح النترات المستخرجة من مصادر طبيعية

توجد فى كثير من أنحاء العالم رواسب نترات الألومونيوم ، والباريوم ، والكالسيوم والنحاس ، والحديد ، والمغنسيوم ، والبوتاسيوم ، والصوديوم ، ولكن نترات الصوديوم والبوتاسيوم هى المهمة من الناحية التجارية ، وأهمها على الإطلاق هى : نترات الصوديوم . وهذه الرواسب قد توجد ، فى مصر ، والأرجنتين ، وكولومبيا ، وجنوب غربى أفريقيا ، والمكسيك والولايات المتحدة الأمريكية ، ولكن أعظم كمية من هذه المادة توجد طبيعياً فى شيلى ، وبالذات فى صحراء أتكاما Atacama وتاراباكا Tarapaca وتوجد نترات البوتاسيوم فى البنغال Bengal وروديسيا Rhodesia وروسيا ، وكندا ، والولايات المتحدة ، كما اكتشفت حديثاً كميات قليلة من نترات البوتاسيوم فى وسط استراليا ، لكن هذه الرواسب قليلة من الناحية التجارية

(١) نترات صودا الشيلى

عرفت نترات الصودا الشيلى فى سنة ١٨٠٩ عندما كتب الرحالة الألمانى Thaddeus Haenke الذى كان يقطن بوليفيا Bolevia عن استعمال هذه المادة كسماد . ويقال إن الأسبان تنبهوا إليها فى سنة ١٨١٣ ، وأنها صدرت لأول مرة من بيرو Peru فى سنة ١٨٣٠ ، ففى يوليه سنة ١٨٣٠ وصلت السفينة El Globo إلى مياه نورفولك Norfolk بفرجينيا Virginia محملة بنحو ٨٣٠ طناً ، ولكن الشحنة رفضت وأعيد شحنها إلى أوربا حيث بيعت واستعملت لأغراض المفرقعات ، ولكن لما تنبهت الأذهان إلى فائدة هذه المادة كسماد أخذ الطلب يزداد عليها سنة بعد أخرى كما يظهر من الجدول رقم (٢) الذى يبين مقدار المصدر من نترات الصودا من شيلى .

* الجزء الأول من هذا المقال نشر فى العدد السابق (يناير ــ فبراير ١٩٥٩)

الجدول رقم ٢ — يبين مقدار نترات الصودا المصدرة من شيلى فى الفترة التى بين ١٨٣٠ و١٩٥٥ :

السنة	كمية نترات الصودا المصدرة بالطن	السنة	كمية نترات الصودا المصدرة بالطن
١٨٣٠	٨٣٠	١٩١٠	٢,٢٧٤,٠٠٠
١٨٤٠	٧,٢٠٠	١٩١٤	٢و٨٧٠,٠٠٠
١٨٥٠	٢٥,٠٠٠	١٩١٧	٣,٠٠٠,٠٠٠
١٨٦٠	٥٠,٠٠٠	١٩٢٨	٢و٥٥٠,٠٠٠
١٨٧٠	١٥٠,٠٠٠	١٩٣٧	٢و٢٤٥,٠٠٠
١٨٨٠	٢٢٨,٠٠٠	١٩٤٨	٢و٥٦٨,٠٠٠
١٨٩٠	١و٠٠٠,٠٠٠	١٩٥٤	٢و٣٣٣,٠٠٠
١٩٠٠	١,٤٠٠,٠٠٠	١٩٥٥	٢و٤٩٣,٠٠٠
١٩٠٨	١,٨٤٢,٠٠٠		

ويظهر من هذا الجدول أن كمية نترات الصودا المصدرة من شيلى أخذت تزداد زيادة كبيرة حتى سنة ١٩١٧ ثم أخذت تحتفظ بمعدل ثابت تقريباً حتى سنة ١٩٥٥

وهناك آراء كثيرة عن الكميات المدخرة من نترات الصودا فى أماكن وجودها وعن المدة التى يمكن أن تستمر لاستغلال النترات من حقول النترات فى شيلى .

وقد أجريت بحوث لتقدير هذه الكميات على وجه التقريب . ومن حصر مناطق وجود أملاح النترات ودراسة مابها من هذه الأملاح من حيث المساحة والعمق ونسبة النقاوة قدر مانسفيلد Mansfield سنة ١٩٢٦ كمية نترات الصودا المتبقية بحوالى ٢٤٥,٣٠٠,٠٠٠ طن ، وهذه الكمية تكفى مائة عام إذا استمر معدل الاستغلال كما هو وقت التقدير (سنة ١٩٢٦) .

ولكن من المحتمل أن تزيد الكمية كثيراً عن ذلك. ويعتقد كثير من العلماء أن طبيعة وجود أملاح النترات تجعل أى تقدير لكمية النترات أقرب إلى الحدس والتخمين منه إلى الواقع ، إذ تغطى حقول النترات مساحات متناثرة مختلفة المساحة فى كل بقعة فى مساحة كلية قدرها ٧٥٠٠٠ ميل مربع وعلى مستوى يقرب من ٣٠٠٠ قدم فوق سطح البحر فى جو جاف يكاد يكون عديم الأمطار بحيث إذا نزلت

كمية من المطر تبخرت سريعاً كما توجد أملاح النترات على أبعاد مختلفة من سطح الأرض حيث تغطيها الرمال ، فضلا عن أن أعماق الصخور المحتوية على نترات الصودا تختلف من مكان إلى آخر وكذلك تختلف نسبة نترات الصودا فى هذه الصخور إذ تتراوح بين ٧٥٪ فى أجود أنواع الكاليس و٧٪ فى الأنواع الرديئة منه .

توجد كميات من نترات الصودا فى مصر متناثرة على جانبى النيل فى الصعيد ويرجع تكوينها إلى العصر الأيوسينى Eocene Age وتبلغ نسبة نترات الصودا فى الصخور التى تحتوى عليها حوالى ٦ - ٧٪ مصحوبة بكمية من كلوريد الصوديوم وكمية أكبر من كبريتات الصوديوم مختلطة بالطين مكونة ماتسمى « بالطفلة » وهذه تستعمل محلياً فى التسميد . وقد دلت التحليلات التى أجريت على هذه الرسوبيات على أن النترات قد نشأت عن تأزت كميات كبيرة من المادة العضوية ولكن الحاجة تدعو إلى بيانات أخرى لتلقى ضوءاً كافياً على كيفية تكوينها .

ومنذ أن أنشئت صناعة نترات الصودا فى شيلى سنة ١٩١٤ كان سماد نترات صودا الشيلى هو الذى يسود الأسواق فى العالم ، ولا ينافسه فى الأغراض الزراعية إلا سلفات النشادر التى تصنع كنواتج ثانوى لتقطير الفحم وصناعة الكوك . وكان من نتيجة ذلك أن الشركة العالمية المعروفة باسم Chilean Nitrate Producers Association قد احتكرت أسواق السماد فترات طويلة بحيث كانت هذه الشركة تحدد أثمان السماد سنة بعد أخرى ، وأن حكومة شيلى نفسها كانت تفرض ضريبة تصدير على هذا السماد ، وكانت هذه الضريبة تتراوح بين ٣٠ و ٧٠٪ من ثمن السماد فى موانى شيلى . وقد قدرت حصيلة حكومة شيلى فى الخمسين سنة التى سبقت سنة ١٩٢٨ بمبلغ ٩٠٠,٠٠٠,٠٠٠ دولار .

على أن هذا الاحتكار قد بدأ يتلاشى عندما أصبح من الممكن تثبيت الأزوت الجوى بطرق صناعية ، وسنبين فيما بعد أن صناعة تثبيت الأزوت الجوى قد تقدمت إلى درجة أصبح معها استخراج نترات الصودا الشيلى شيئاً ثانوياً بالنسبة لمجموع الإنتاج العالمى من المركبات الآزوتية المستعملة فى الزراعة .

ب — نترات البوتاسيوم

توجد كميات من نترات البوتاسيوم فى بعض الأماكن من العالم . وأهم ماذكر بشأنها تلك الكميات التى كانت تستخرج من الهند والتى بلغ معدل إنتاجها فى سنة

١٩١٧ حوالى ٢٨٠٠ طن ، وقد أخذت هذه الكمية تتناقص حتى سنة ١٩٢٤ حيث لم يذكر عنها شيء ذو أهمية .

على أن المصدر الهام لهذا المركب لغير الكاليس المستخرج من شيلى حيث يحتوى هذا على ٢ - ٣٪ من نترات البوتاسيوم ، وفى بعض الأماكن وجد أن النسبة قد تزيد إلى ٥ - ٧٪ وقد أمكن لشركة نترات شيلى إنتاج سماد يعرف باسم نترات بوتاسيوم شيلى « Chilean Potash Nitrate » يحتوى على نحو ٤٠٪ من نترات البوتاسيوم والباقى نترات صوديوم . وقد أمكن إنتاج ما يقرب من ٦٠,٠٠٠ طن من هذا السماد المحتوى على ٤٠ ٪ من نترات البوتاسيوم فى سنة ١٩٣٨ وميزته أنه يحتوى على النترات والبوتاسيوم بما يتوازن مع حاجة النبات بخلاف سماد نترات البوتاسيوم المحتوى على ٩٨ ٪ من هذه المادة .

٦ — الأملاح النشادرية التى تحضر كنتائج ثانوى لصناعة تقطير الفحم وغيرها :

يحتوى الفحم الحجرى على ١ - ٢ ٪ أزوت ، وهذا الأزوت متخلف من البروتين والمركبات الآزوتية الأخرى التى كانت موجودة فى النباتات التى تحولت إلى فحم . وعند تقطير الفحم تقطيراً إتلافياً يتحول من هذا الأزوت ١٢ — ٢٠٪ إلى نشادر ، ويتبقى على الأقل ٥٠ ٪ من الأزوت فى الكوك المتبقى بعد عملية التقطير ، وهذا الأزوت لا يمكن طرده جميعاً حتى ولو سخن الفحم إلى درجة التوهج ، وعند هذه الدرجة يفقد كثير من الأزوت على صورة غاز الأزوت ويتحول جزء من الأزوت إلى سيانيدات وبيريدين ومركبات أزوتية أخرى . ويبين الجدول رقم ٣ — صور الأزوت المختلفة الناتجة من تقطير الفحم

جدول ٣ — يبين كمية الأزوت فى المركبات الناتجة من تقطير الفحم

المركب	كمية الأزوت فى المركب بفرض أن كمية الأزوت فى الفحم الحجرى ١٠٠
الكوك	٤٨ — ٦٥
أمونيا (NH_3)	١١ — ١٧
أزوت منفرد N_2	٢١ — ٣٥
سيانيد	٠,٢ — ١,٥
قار	١ — ٢

ويمكن القول بصفة عامة بأن كل ١٠٠ كجم من الفحم يمكن أن تنتج نحو ٠,٢٥ — ٣ كجم من الأمونيا (NH_3) أو ما يعادل نحو ١,٠ — ١,٢ كجم من سلفات نشادر .

أما إذا تم تقطير الفحم فى تيار من البخار فوق المسخن Super heated Steam كما فى حالة إنتاج غاز الماء Water - gas فإن كمية الأمونيا تزداد ، إذ يمكن أن نحصل على ٣ كيلو جرامات من سلفات النشادر من كل ١٠٠ كجم من الفحم .

ولا يقتصر الأمر على تقطير الفحم لإنتاج الأمونيا ، بل إن هناك مواد أخرى تحتوى على الأزوت ويمكن معاملتها بنفس الطريقة ، كما يمكن اعتبار المصادر الآتية أساس تحضير سلفات النشادر للزراعة مع استثناء الطريقة التركيبية :

١ — من الفحم :

(ا) صناعة فحم الكوك . وهذا المصدر كان يحضر منه ٥٥ ٪ من الإنتاج العالمى للأمونيا فى سنة ١٩١١ ، ٧٥ ٪ مما تنتجه أمريكا ، ٩٠ ٪ مما كانت تنتجه ألمانيا .

(ب) من صناعة غاز الاستصباح وكمية الأمونيا الناتجة منها كانت تعادل ٣٠ ٪ من الإنتاج العالمى .

٢ — تقطير المادة المعروفة باسم Bituminous Shale وهذه توجد فى أستراليا ونيوفوندلاند Newfoundland وقد قدرت سلفات الأمونيا الناتجة من هذا المصدر فى سنة ١٩١٢ بنحو ٦٥٠٠٠ طن .

٣ — تقطير الـ Peat أو الدبّال وهذه المادة يمكن استعمالها كما هى ، ويوجد الأزوت بكميات كبيرة فى الـ Peat وقد اقترحت مشروعات لإنتاج سلفات النشادر من هذه المادة إما بالتقطير الإتلافى أو بالتقطير الجزئى ، وقد قدر الـ Peat فى الولايات المتحدة بنحو ٢٠,٠٠٠ مليون طن ، كما يوجد فى أراضى ايرلندا وكندا ونيوفوندلاند والسويد والنرويج وألمانيا وروسيا .

ومتوسط نسبة الأزوت فى هذا الـ Peat نحو ٢,٠ ٪ وقد تزيد إلى ٤ ٪ ولو أمكن الحصول على ٥٠ ٪ من هذا الأزوت وتحويله إلى كبريتات نشادر لكان الناتج كميات هائلة .

٤ — من مولد الغازات Producer — gas وهذا الغاز ينتج من الأكسدة

الجزئية لأى مادة من مواد الحريق لإنتاج غاز قابل للاحتراق .

٥ — غاز أفران الاحتراق Blast Furnace gas فإن جزءاً من أزوت الفحم الذى يستعمل فى أفران الاحتراق يهرب فى صورة نشادر يتحلل جزء منها نتيجة لارتفاع الحرارة فى الأفران وبعض الأزوت يثبت داخل هذه الأفران من اتحاد الكربون بأزوت الهواء الجوى مكوناً سيانيدات ، وهذه تتحول إلى نشادر نتيجة أبخرة الماء الموجودة فى الأفران .

وتبلغ كميات سلفات النشادر التى تنتج من هذا المصدر نحو ٢٠,٠٠٠ طن فى بريطانيا وحدها .

٦ — تقطير العظام والجلود وبعض المركبات العضوية ، وهذا المصدر تضاءلت أهميته فى الوقت الحاضر .

٧ — من بول وبراز الإنسان ، وذلك بإجراء عملية التخمر لتكوين كربونات الأمونيوم ثم جمع الأمونيا بطريقة خاصة . ومن باريس وحدها أمكن صناعة ١٠,٠٠٠ طن من سلفات الأمونيا من هذا المصدر .

ويبين الجدول رقم ٤ — التالى كميات سلفات النشادر المتكونة كناتج ثانوى من المصادر المشار إليها فى الدول المختلفة بالطن :

البلاد	١٩٠٠	١٩٠٩	١٩١١
بريطانيا	٢١٧,٠٠٠	٣٤٩,٠٠٠	٣٧٨,٠٠٠
ألمانيا	١٠٤,٠٠٠	٣٢٣,٠٠٠	٤٠٠,٠٠٠
الولايات المتحده	٥٨,٠٠٠	٩٨,٠٠٠	١٢٧,٠٠٠
فرنسا	٣٧,٠٠٠	٥٤,٠٠٠	٦٠,٠٠٠
بلجيكا ، هولندا وروسيا وغيرها	٦٨,٠٠٠	١٣٤,٠٠٠	—

وقد بلغ الإنتاج العالمى من سلفات النشادر كميات كبيرة ، وتتزايد هذه الكميات باتساع الصناعات التى تتخلف عنها الأمونيا كناتج ثانوى ، كما يتبين من الجدول (رقم ٥) :

الجدول رقم ٥ ـ لبيان الانتاج العالمى لسلفات النشادر التى تقوم صناعته على الأمونيا المتكونة كناتج ثانوى :

السنة	الكمية الناتجة بالطن
١٩٠٠ *	٤٨٤,٠٠٠
١٩٠٩	٩٥٠,٠٠٠
١٩١١	١,١٥٠,٠٠٠

٧ — تثبيت الأزوت بالطرق الكيماوية :

كان الموقف بالنسبة للأزوت فى الإنتاج الزراعى حتى سنة ١٩١٥ يدعو إلى القلق ، لأن المصدرين الوحيدين للأسمدة الأزوتية كانا نترات الصودا الشيلى وسلفات النشادر التى تصنع كناتج ثانوى لعمليات تقطير الفحم الحجرى وغيره مما سبقت الاشارة إليه ، وكانت الأسئلة التى تدور بخلد المهتمين بالزراعة فى أوربا وأمريكا هى :

هل تكفى أملاح النترات الموجودة فى شيلى لسد حاجة الزراعة من الأزوت إلى جانب ما يمكن إنتاجه من سلفات النشادر كناتج ثانوى لتقطير الفحم وغيره من المواد ؟ وإلى متى يمكن استغلال حقول النترات فى شيلى ؟ وهل يترك الأمر لاحتكار شركة نترات الصودا الشيلى وحكومة شيلى لتحديد ثمن السماد سنة بعد أخرى ؟

والواقع أن هذه الأسئلة ومثيلاتها كانت تشغل بال كثير من الكيماويين الزراعيين من أمثال دكتور لودويج موند Dr. Ludwig Mond فى سنة ١٨٨٩ وسير وليم كروكس Sir William Crooks سنة ١٨٩٨ وقد كان الفضل للسير وليم كروكس فى إثارة هذا الموضوع بصفة جدية فى محاضرته أمام الجمعية البريطانية لتقدم العلوم British Association for the Advancement of Science وقد تناول كروكس مشكلة إنتاج القمح فى العالم، وأشار إلى الصعوبات التى تنتظر الشعوب المستهلكة للقمح كغذاء أساسى ما لم يتخذ إجراء إيجابى سريع لملافاة

* اختيرت هذه الفترة لتبين مركز الإنتاج لسلفات النشادر قبل صناعة تثبيت الأزوت الجوى .

النقص المنتظر فى نترات الصودا الشيلى، ذلك السماد الهام لهذا المحصول ، وبين أن زيادة إنتاج القمح عن طريق زيادة المساحة (وهو ما يعبر عنه بالاتساع الأفقى لإنتاج القمح) سيكون على حساب محصول آخر لا تقل الحاجة إليه عن الحاجة إلى القمح ، أو باستعمال أرض ضعيفة الإنتاج لاتصلح لزراعة هذا المحصول، ونبّه إلى أن تزايد السكان يستلزم زيادة المحصول الناتج من وحدة المساحة (الاتساع الرأسى) وأن الوسيلة الوحيدة لذلك هى استعمال الأسمدة الأزوتية ، ولما كان استنفاد نترات الصودا الشيلى إن عاجلا أوآجلاشاخصاً أمام الأعين فإن الضرورة تستدعى وجود مصدر آخر لهذا السماد .

وقد نشرت الصحف البريطانية ملخص هذه المحاضرة بعناوين ضخمة ، فأثارت اهتمام الجمهور ، ودعته إلى الاعتقاد بأن قانون مالتس القديم الخاص بميل السكان إلى إدراك أومباغتة مصادرالطعام Malthusian law of population's tending to overtake the food supply أوشك أن يكون قائماً .

ودارت المناقشة بشدة على أثر تعليقات الصحف والقراء حتى دفع هذا السير وليم كروكس إلى نشر المحاضرة بالتفصيل مع إضافات للإجابة على الأسئلة الموجهة إليه ، والدفاع عن نفسه ضد المعترضين .

ويشعر الإنسان بعد ستين سنة من إلقاء هذه المحاضرة أن هذا الكيماوى العظيم كان بعيد النظر ، تقدمى التفكير ، وأن الناس فى هذا الوقت لم يستطيعوا هضم كلماته أو متابعته فى التفكير .

والذى كان يعنيه السير وليم كروكس حقيقة هو بيان ضرورة تثبيت الأزوت من مصدر لا ينفد هو الهواء الجوى . وقد بين أن هذا مهم جداً لمعاونة المصادر الأخرى للركبات الأزوتية المستعملة كسماد لتقابل الحاجة إلى هذا العنصر فى حالة إنتاج محاصيل عالية من القمح والنباتات الأخرى .

وأكثر من ذلك فإن كروكس أكد أن ذلك ممكن ، وبين عملياً أن الأزوت يمكن أن يتحد بالأوكسجين فى حرارة القوس الكهربائى ، وأن أكاسيد الأزوت المتكونة يمكن أن تذوب فى الماء مكونة حامض الأزوتيك ، وأنه من الممكن تحضير نترات الصودا من معاملة حامض الأزوتيك بملح كربونات الصوديوم أو تحضير نترات الكالسيوم بمعاملة حامض الأزوتيك بالحجر الجيرى .

ولم تكن المشكلة هى بحث إمكان تحويل الأزوت الجوى إلى نترات ، ولكن المشكلة هى إيجاد الوسيلة التى يمكن بها إجراء هذه التفاعلات بثمن رخيص . وقد أجرى السير كروكس تقدير تكاليف إنتاج الطين من سماد نترات الصودا بطريقة تركيبية مع استعمال الكهرباء الناتجة من شلالات نياجرا Niagra Water falls فوجد أنها تساوى ٢٥ ريالا للطن ، وفى هذه الفترة كان ثمن طن سماد نترات الصودا الشيلى ٣٥ ريالا .

و أجمل كروكس محاضرته بقوله : « فلندع المستقبل لشأنه . إن فى متناول أيدينا أن نصنع النترات ، وبمساعدة هذا المصدر يزداد إنتاج الأرض المخصصة لزراعة القمح إلى مستوى كبير ، وعند ما يزداد السكان زيادة تطغى على مصادر الطعام فإننا نترك أبناءنا على أسس من العلم يقاومون بها مشكلة الطعام » .

وكما كان كروكس عالما كبيراً كان أيضاً استعمارياً خطيراً ، ذلك أنه استكمل محاضرته التاريخية بقوله : « وبدلا من أن نعطى ثقتنا كاملة فى مصادر الطعام بالمناطق المعتدلة يجب أن نثق أكثر وأكثر فى مصادر الطعام بالمناطق الحارة ، فبدلا من الاعتماد على محصول قد يتوقف على أيام معدودة من أيام الصيف ، وعلى كمية المطر القليلة التى تسقط على أراضينا يجب أن ننظر إلى أماكن أخرى حبتها الطبيعة بالحرارة والماء الكافيين لإنتاج محصولين أو أكثر فى السنة من محاصل الطعام بوفرة عجيبة . ويجب أن نسيطر على هذه الطاقة الطبيعية ونستفيد من مصنعها الهائل . ويجب أن ندعو إلى قيام التجارة والاستثمار فى وسط أفريقيا والبرازيل لسد النقص فى ميزان أوديسا وشيكاجو Odessa and Chicago

بعد هذه الصيحة التى أعلنها كروكس فى هذا الاجتماع العلمى بدأت الأذهان تتجه إلى إنتاج المركبات الأزوتية بطريقة تركيبية من الهواء الجوى ، وفعلا كانت أول الطرق التى ثبت نجاحها تجارياً هى طريقة تثبيت الأزوت بطريقة القوس الكهربائى Arc. Process Birkeland and Eyde فبإمرار الهواء على القوس الكهربائى تنتج أكاسيد أزوتية تمكن اذابتها فى الماء لتكوين حامض الأزوتيك ومنه تصنع نترات الصودا أو نترات الجير ، ومن مميزات هذه الطريقة وفرة الخامات ووفرة الاعناء فيها ، كما أنها لا تتطلب كثيراً من الأيدى العاملة ، ولكنها تحتاج إلى طاقة حرارية ضخمة لا يمكن إنتاجها اقتصادياً إلا إذا كانت مصادر الكهرباء رخيصة جداً ، وأنها لا تجد استعمالا

اخر أكثر إفادة من الناحية الاقتصادية . والمصنع الكبير الوحيد الذى لا يزال يسير على هذه الطريقة يوجد فى النرويج حيث تتوافر الظروف التى أشرنا إليها وقد أنشىء هذا المصنع فى سنة ١٩٠٥ لإنتاج نترات الجير النرويجى Norwegian Salt Peter ولم ينشأ بعد هذا المصنع أى مصنع كبير يقوم على هذه الطريقة لما تستلزمه من قوة كهربائية رخيصة جداً .

ومن الغريب أنه بسبب قيام هذه الطريقة على أساس إنتاج القوة الكهربائية بثمن رخيص لنجاحها من الناحية التجارية أصبح الاعتقاد سائداً بضرورة التلازم بين تثبيت الأزوت الجوى ورخص إنتاج الكهرباء حتى أصبح من غير الممكن اقتلاع هذه الفكرة من الأذهان بالرغم من وجود طرق متعددة لتثبيت الأزوت لا تعتمد على رخص الطاقة اللازمة لها . . وفى الفترة التى بين ١٩٠٦ و١٩١٣ أمكن إنشاء مصانع لتثبيت الأزوت الجوى مبنية على طريقة فرانك ، كارو Frank & Caro أولا فى إيطاليا، وبعدها بقليل فى ألمانيا، ومن ثم فى كثير من بلاد العالم وانتشر هذا السماد وكثر استعماله فى الزراعة . ولا يحتاج تثبيت الأزوت بهذه الطريقة لأكثر من ربع الطاقة التى تستعمل فى طريقة القوس الكهربائى ، ولكنها تحتاج إلى مواد خام وأيد عاملة أكثر من تلك التى تستخدم فى الطريقة السابقة .

ولما نشبت الحرب العالمية الأولى فى سنة ١٩١٤ ازدهرت صناعة نترات صودا شيلى بصورة لم تعهد من قبل ، لا لغرض الزراعة فقط ، ولكن لاستعمالها فى المفرقعات . ولكن ألمانيا بالرغم من عدم وجود احتياطى بها لهذه المادة نجحت فى تحصين نفسها ضد الحلفاء مدة ثلاث سنوات ، ولم يكن اضطرار ألمانيا لعقد الهدنة بسبب نقص ما لديها من النترات ، إذ أن الهدنة قد عقدت وانتهت الحرب ولم تكن ألمانيا بحاجة إلى استيراد النترات للأغراض الزراعية أو لأى غرض آخر .

والقصة التالية تروى نجاح العلماء الألمان فى تثبيت الأزوت الجوى بطريقة سهلة اقتصادية :

قبل نشوب الحرب بوقت قصير جداً وضعت شركة باديش لصناعة الأنيلين والصودا Badische Anilin - und Sodafabrik مشروعا فى أوباو Oppau لصناعة الأمونيا بطريقة تركيبية ، ولم تكن هناك أى معلومات عن هذا المشروع أو عن طريقة الصناعة خارج ألمانيا ، وبعد سنة ١٩١٤ كان من الصعب العسير

جمع أى معلومات عن هذا المصنع . واستمر الحال كذلك حتى سنة ١٩١٧ حيث ووجهت أمريكا بمشكلة بناء مصانع لتثبيت الأزوت لتأمين حاجتها من الأزوت للأغراض الحربية ، وكان الاختيار قائماً بين إحدى طريقتين : إما طريقة القوس الكهربائى أو طريقة السينميد . وقد استبعدت فكرة القوس الكهربائى لما تحتاج إليه من قوة هائلة ، وأنشىء فى Muscle Shoals بألاباما Alabama أكبر مصنع لإنتاج سينميد الجير فى العالم ، وبدأت أمريكا فى إنشاء مصنعين آخرين من هذا النوع ، وفى نفس الوقت أنشأت الحكومة الأمريكية مصنعاً تجريبياً لصناعة الأمونيا بطريقة تركيبية فى شيفيلد بألاباما Sheffield, Alabama بالقرب من Muscle Shoals ولم يؤد هذا المصنع التجريبى لإنتاج الأمونيا إلى أى نجاح ، ولكن مصانع السينميد كانت من أحسن ما أنشىء من نوعها فى العالم ، ولظروف اقتصادية لم تسمح الحكومة الأمريكية بتشغيل هذه المصانع .

هذه الوقائع تعطينا فكرة واضحة عن أنه بالرغم من مرور أربع سنوات على إنتاج الأمونيا بطريقة تركيبية فى ألمانيا فإن أمريكا والدول الغربية الأخرى لم تكن تعرف سر نجاح هذه الصناعة فى ألمانيا .

وتمثل طريقة صناعة النشادر بطريقة تركيبية نوعاً جديداً من العمليات الكيماوية ذات الأهمية الكبرى للاقتصاد العالمى فى الوقت الحاضر والمستقبل ، فإذا خلط الأيدروجين والأزوت تحت الظروف العادية من الضغط ودرجة الحرارة لا تتكون أى كمية من الأمونيا ، ولو وضع هذا المخلوط تحت ضغط كبير ودرجة حرارة عالية نوعا فإن هذين الغازين يتفاعلان لتكوين الأمونيا . ويمكن إسراع هذا التفاعل كثيراً بإمرار المخلوط الساخن للغازين المضغوطين على سطح بعض المواد الصلبة المعروفة باسم العوامل المساعدة Catalysts ومن أحسن العوامل المساعدة التى اكتشفت لهذا التفاعل ما يتكون من الحديد النقى المضافة إليه كميات صغيرة من أكاسيد الألومنيوم والبوتاسيوم .

وعندما امتنع عن ألمانيا ما يصدر إليها من نترات شيلى للأغراض الحربية فى سنة ١٩١٤ واجهت مشكلة لم يواجهها أى شعب آخر ، ذلك أن المفرقعات الحديثة تتكون جميعها من مركبات أزوتية . والمشكلة التى كانت تواجه ألمانيا هى إنتاج كميات ضخمة من المركبات الأزوتية للأغراض الحربية ، وفى الوقت

نفسه تواجه مشكلة الحاجة إلى الأزوت للأغراض الزراعية لسد حاجة الطعام فى وقت الحرب . ولم يقتصر العمل فى ألمانيا وقتئذ على اتساع نطاق انتاج السينا ميد بتوسيع المصانع التى كانت قائمة وبناء مصانع أخرى ، ولكن مصنع أوباو Oppau قد اتسع إلى حد كبير جداً ، كما أنشىء مصنع فى ميرسبرج Merseburg فى شمال ألمانيا يعتبر من أكبر مصانع العالم لإنتاج النشادر ، وقد تم هذا المصنع على أساس كفاية إنتاجية قدرها ٢٠٠,٠٠٠ طن من الأزوت المثبت فى السنة، وهذه الكمية تعادل نحو ثلثى ما كان يصدر سنوياً من نترات الشيلى فى هذا الوقت لجميع أنحاء العالم .

كان معلوماً لدى الدول الأخرى أن ألمانيا تقوم ببناء هذه المصانع الضخمة لإنتاج الأمونيا ، ومن ثم أخذت هذه الدول تجرى التجارب لإنتاج هذه المادة على نفس الأسس . وكان من نتيجة هذه التجارب التى بدأت خلال الحرب العالمية الأولى واستمرت بعد ذلك حتى الآن أن أصبحت هناك عدة طرق لتثبيت الأزوت وتكوين النشادر من الأزوت الجوى والأيدروجين . ومن هذه الطرق طريقة كاسال Casale فى إيطاليا، وطريقة كلود Claude فى فرنسا، والطريقة الأمريكية التى أوجدها معمل أبحاث تثبيت الأزوت Fixed Nitrogen Research Laboratory وكل هذه الطرق مضافة إلى الطريقة الأصلية المعروفة باسم هابر - بوش Haber Bosch المستعملة فى ألمانيا ، أصبحت منتشرة فى كثير من أنحاء العالم .

ويبين الجدول رقم ٦ — التالى كميات الأزوت التى أمكن تثبيتها صناعياً فى ألمانيا ومقارنتها بالكميات التى ينتجها العالم عن طريق تفاعل الأزوت بالأيدروجين:

الجدول ٦ ـ ويبين كميات الأزوت المثبتة على صورة نشادر والكميات التى تكافئها من نترات الصودا ، ولا تتضمن هذه الأرقام الأزوت الناتج كمحصول ثانوى لتقطير الفحم وغيره

السنة	كمية الازوت المثبتة فى المانيا بالطن	مايعادلها من نترات الصودا بالطن	كمية الأزوت المثبتة فى العالم بالطن	مايعادلها من نترات الصودا بالطن
١٩١٣	٧٥٠	٤٥٠٠	٧٥٠	٤٥٠٠
١٩١٥	٢٢٠٠٠	٧٣٢٠٠	٢٢٠٠٠	٧٣٢٠٠
١٩١٧	٧٥٠٠٠	٤٥٠٠٠٠	٧٥٠٠٠	٤٥٠٠٠٠
١٩١٩	٦٣٠٠٠	٣٧٨٠٠٠	٦٣٠٠٠	٣٧٨٠٠٠
١٩٢٤	٣٢٠٠٠٠	١٩٢٠٠٠٠	٣٦٠٠٠٠	٢,١٦٠ ٠٠٠
١٩٢٨	٦٥٥٠٠٠	٣٩٣٠٠٠٠	٩٠٠ ٠٠٠	٥,٤٠٠ ٠٠٠

ويتبين من هذا الجدول أنه حتى سنة ١٩١٩ كان إنتاج النشادر بطريقة تركيبية مقصورا على ألمانيا وحدها ، وأن ألمانيا قد بدأت تنافس نترات شيلى فى أسواق السماد بعد سنة ١٩١٩ ، وأنها قضت على احتكار شركة نترات شيلى للأسمدة الأزوتية ، وفضلا عن ذلك فإن جزءا كبيرا من النشادر الناتج من تقطير الفحم وغيره وكان يستهلك فى غير الأغراض الزراعية قد دخل السوق للإنتاج الزراعى حينما استعيض عنه بالأزوت الذى أمكن تثبيته من الأزوت الجوى بالطرق المختلفة ، وكان هذ من العوامل التى تدخلت فى خفض أثمانها .

الأهمية النسبية لمصادر الأزوت فى الزراعة

ناقشنا فيما سبق المصادر المختلفة التى تستمد منها الأراضى الزراعية المركبات الأزوتية ، وتختلف أهمية كل من هذه المصادر باختلاف المناطق الإقليمية . ولكن عندما ننظر إلى العالم كوحدة فإننا نجد أن التثبيت الحيوى للأزوت هو أهم المصادر التى تمد الزراعة بالأزوت على الاطلاق . وقد أصبحت معروفة كل الظروف التى تؤدى إلى نشاط الكائنات الحية التى تقوم بتثبيت الأزوت . ولكن عملية التثبيت بالرغم من أهميتها القصوى عملية متوقفة على العوامل الطبيعية التى لا يملك الإنسان عليها سيطرة مباشرة . ومن وجهة نظر الكيماوى تحتل عملية تثبيت الأزوت الجوى بالطرق الحيوية أهمية خاصة ، فإن جميع التفاعلات الكيماوية التى يحدث خلالها

تثبيت الأزوت تجرى فى درجة الحرارة العادية والضغط الجوى ، بينما جميع الطرق الكيماوية المستعملة فى المصانع لتثبيت الأزوت تجرى فى درجة حرارة عالية ، وفى بعض الطرق الأخرى تكون الحاجة ماسة إلى استعمال ضغوط عالية .

وأما ناحية إمداد الأمطار للأرض بالمركبات الأزوتية فقد رأينا أن كمية هذه المركبات الأزوتية ضئيلة جداً وليس لها تأثير يذكر فى إنتاج المحاصيل فضلا عن أن الإنسان عاجز عن السيطرة على هذا المصدر .

ومن المواد الأزوتية التى توضع كسماد سماد الاصطبل، وهو مصدر أكبر كمية من الأزوت بعد التثبيت الحيوى، وفى الأماكن التى يتوافر فيها هذا السماد يعتبر أرخص مصدر للأزوت . وهذا المصدر محدود ويتوقف على عدد الحيوانات التى تربى وعلى الاهتمام بجمع البول والروث ، وعلى مدى ما يخصص من الأراضى لزراعة العلف الخاص بالماشية . ويلاحظ أن مساحة المراعى والمساحة التى تخصص لزراعة العلف آخذة فى النقصان نتيجة لزيادة السكان والاهتمام بإنتاج الحبوب اللازمة لتغذية الإنسان .

أما المتخلفات النباتية والحيوانية الغنية نوعاً بالأزوت فإنها تعتبر مصدراً قليل الأهمية بالنسبة للزراعة . وكانت تعتبر هذه المخلفات أكثر أهمية فيما مضى عنها الآن ، ولكن الموقف قد تغير الآن ، لأن هذه المواد لا تستعمل الآن للتسميد إلا إذا لم تجد سوقا أكثر فائدة . وقد وجد أنه لابد من معاملة بعض هذه المواد كيماوياً كالقرون والحوافر وبقايا صناعة دباغة الجلود حتى يكون الأزوت فيها أكثر صلاحية لتغذية النبات

أما الموقف بالنسبة للأسمدة الكيماوية فإن نترات صودا الشيلى كانت تحتل المركز الأول من الأهمية بالنسبة للإنتاج الزراعى مدة تقرب من تسعين عاما بعد بدء استغلالها فى سنة ١٨٣٠ ، وكانت تليها فى الأهمية مركبات الأزوت الناتجة كمحصول ثانوى لتقطير الفحم وصناعة غاز الاستصباح وغيرها . وكان الأزوت الناتج من صناعة التثبيت التى بدأت فقط حوالى سنة ١٩٠٥ يحتل المركز الثالث . وبعد سنة ١٩٢٠ انقلب الوضع رأساً على عقب إذ أصبح الأزوت الناتج من تثبيت الأزوت بالطرق الصناعية يحتل المركز الأول ، بينما أصبح إنتاج نترات الصودا الشيلى

أنه لم ينقص كمية) يحتل المرتبة الثالثة . ويتبين ذلك من الجدول (رقم ٧) الذى يبين الإنتاج العالمى للأزوت فى السنوات المختلفة بين سنة ١٩٠٨ (بعد البدء فى صناعة تثبيت الأزوت الجوى بوقت قصير) وسنة ١٩٣٨ (قبيل نشوب الحرب العالمية الثانية) .

ويتبين من هذا الجدول أيضاً أن نترات الصودا الشيلى كانت تسيطر على أسواق الأزوت حتى سنة ١٩٠٨ أى أن الاحتكار لهذه المادة قد ظل فى يد شركة نترات الصودا الشيلى وحكومة شيلى لمدة سبعين عاما . وعند ما نجح الكيماويون فى تثبيت الأزوت الجوى بدأت أهمية نترات الصودا الشيلى تقل بالنسبة للإنتاج العالمى، وأصبح ثمن نترات الصودا الشيلى خاضعاً لثمن مثيلاتها من المركبات التى تنتج من التثبيت الصناعى للأزوت الجوى .

لقد كان إنتاج شيلى فى سنة ١٩٠٨ وما قبلها يمثل أكثر من ٦٠٪ من إنتاج الأزوت فى العالم ولم تنافسه فى السوق إلا مركبات الأزوت التى تنتج من تقطير الفحم كمحصول ثانوى ، ولكن فى سنة ١٩٢٧ — ١٩٢٨ أصبحت كمية الأزوت الناتجة سنوياً من نترات شيلى تمثل نحو ٢٠ ٪ فقط من الإنتاج العالمى . وحتى سنة ١٩٣٨ (أى قبيل نشوب الحرب العالمية الثانية) لم يعد إنتاج الأزوت من نترات شيلى يمثل أكثر من ٨,٥ ٪ من الإنتاج العالمى .

ومن الظواهر الهامة فى صناعة تثبيت الأزوت بالطرق الكيماوية تقدم هذه الصناعة تقدما كبيراً فى أثناء الحرب العالمية الثانية وبعدها وبخاصة فى أمريكا، إذ أن زيادة الحاجة إلى الأزوت فى هذه الفترة إلى جانب الأضرار الجسيمة التى أحاطت بمصانع الأزوت فى أوربا قد دفعت أمريكا إلى التوسع الكبير فى إنتاج الأزوت ، كما يتبين ذلك من الجدول رقم ٨ الآتى بعد :

الجدول رقم ٧ - يبين الانتاج العالمى للأزوت
ومصادره المختلفة فى الفترة بين ١٩٠٨ و١٩٣٨ والكميات بآلاف الأطنان المترية

مصدر الأزوت	الإنتاج فى السنوات المختلفة بآلاف الأطنان			
	١٩٠٨	١٩٢٧ — ١٩٢٨	١٩٣٣ — ١٩٣٤	١٩٣٧ — ١٩٣٨
نترات صودا شيلى	٣٠٧	٣٩٠ ++	١٤٥ ++	٢٢٤
سلفات النشادر :				
ناتج ثانوى . . .	١٧٩	٣٦٨	٣٩٣	٤١١
مثبت . . +	-	٣١٧	٥٨٠	٧٦٥
سيناميد الجير +	٠٫٥	١٩٨	٢٣٩	٣٠٥
نترات الجير +	١٫—	١٠٥	١٤٣	١٩٥
صور أخرى *	—	٢٩٦	٦٠٩	٧٠٠
المجموع	٤٨٨	١٧٢٤	٢١٠٩	٢٦٠٠
مقدار الأزوت المستهلك للأغراض الزراعية	—	١٤٦٠	١٨٩٠	٢٤٩٢
النسبة بين : أزوت نترات صودا شيلى				
مجموع الإنتاج العالمى للأزوت	٦٢٫٩	٢٢٫٦	٦٫٧٦	٨٫٥

\+ الأزوت مثبت بالطرق الكيماوية .

* تشمل هذه الصور مركبات أزوتية مختلفة منها ما هو ناتج ثانوى ، ومنها ما هو مثبت بطرق كيماوية مثل فوسفات الأمونيوم وكلوريد الأمونيوم ونترات الأمونيوم واليوريا وبعض الأسمدة المركبة الأخرى . .

++ الرقم ٣٩٠ ألف طن الخاص بإنتاج نترات صودا شيلى سنة ١٩٢٧ — ١٩٢٨ هو أعلى رقم ، إذ أن معدل الإنتاج هو ٢٢٠ — ٢٥٠ ألف طن، ولذلك نعتبر رقم ٢٤٥ ألف طن الخاص بسنة ١٩٣٣ — ١٩٣٤ رقماً منخفضاً أى أقل بكثير من معدل الإنتاج السنوى .

— لا يدخل فى ذلك ما تنتجه روسيا .

الجدول رقم ٨ـ يبين مناطق صناعة الأزوت وكميات الأزوت المثبتة بآلاف الأطنان.

مناطق الإنتاج	الإنتاج بآلاف الأطنان من الأزوت			
	١٩٣٨	١٩٤٨—١٩٤٩ ١٩٥٢—١٩٥٣	١٩٥٤—١٩٥٥	١٩٥٥—١٩٥٦
اوربا :				
بلجيكا	٩٣	١٩٩	٣٤٤	٢٢٦
فرنسا	١٩٦	٢٥١	٣٦٠	٤٠٠
ألمانيا	٨٣٢	٦٣٣	١٣٠٥	١٠٤٢
إيطاليا	١٠٩	١٦٣	٣١٢	٣٢٩
هولندا	٩٩	١٧٢	٢٩٣	٣٠٢
النرويج	٩٠	١٥٠	١٩٢	١٧٨
بولندا	—	٧٣	١٠٠	١٥٤
بريطانيا	١٢٣	٢٨٧	٣٠٥	٣١٦
دولة أخرى	٥٨	١٨٢	٢٩٢	٣٥٥
المجموع	١٦٠٠	٢١١٠	٣١٥٠	٣٣٠٠
أمريكا الشمالية				
الولايات المتحده	٢٤٠	١٠٧٩	١٨١٣	٢٠٣٢
كندا	٤٩	١٦١	١٨٧	١٨٧
دول أخرى	١	—	١٠	٢١
المجموع	٢٩٠	١٢٤٠	٢١٠	٢٢٤٠
أمريكا الجنوبية				
شيلى	٢٢٤	٢٥٧	٢٣٤	٢٤٩
بيرو	٢٠	٣٠	٤٥	٤٤
دول أخرى	٦	١٣	١	٧
المجموع	٢٥٠	٣٠٠	٢٨٠	٣٠٠

مناطق الانتاج	الانتاج بالاف الاطنان من الأزوت			
	١٩٣٨	١٩٤٨ - ١٩٤٩ ١٩٥٢ - ١٩٥٣	١٩٥٤ - ١٩٥٥	١٩٥٥ - ١٩٥٦
أسيا				
فرموزا	—	١٠	١٤	١٨
الهند	٥	٢٧	٧٠	٨٤
اليابان	٢٥٦	٤٠٧	٦٣٢	٦٩٠
كوريا	٩٣	٢٥	...	...
دول أخرى	١٦	١	٥٤	٤٨
المجموع	٣٧٠	٤٧٠	٧٧٠	٨٤٠
افريقيا				
الإقليم المصرى	—	١٨	٢٥	٤٠
اتحاد جنوب افريقيا	—	...	٥	١٠
دول أخرى		٢	...	...
المجموع		٢٠	٣٠	٥٠
استراليا والجزر				
استراليا	٥	١٢	١٧	١٦
نيوزيلند	—	٢	٢	٢
مناطق أخرى	—	١	١	١
المجموع	٥	١٥	٢٠	٢٠
مجموع الإنتاج العالمى للأزوت (مقرباً)	٢٦٠٠	٤١٠٠	٦٢٠٠	٦٧٠٠
الأزوت المستخرج من شيلى	٢٢٤	٢٥٧	٢٣٤	٢٤٩
الأزوت المستخرج من شيلى	٨و٥	٦و٢٧	٣و٧٧	٣,٧٢
مجموع الإنتاج العالمى للأزوت				

* لا يدخل فى ذلك ما تنتجه روسيا

وظاهر من الجدول رقم ٨ أن الإنتاج العالمى للأزوت المثبت (بغير الإنتاج الروسى الذى لايزال مجهولا حتى الآن) يقرب من ٨ ملايين طن أزوت . وهذا يعادل ٤٨ مليون طن من نترات الصودا تقريباً ، كما يظهر أيضاً أن نسبة ما تنتجه شيلى من الأزوت سنوياً لا يزيد على ٤٪ من جملة الإنتاج العالمى . وأن أكثر الدول إنتاجاً للأزوت المثبت فى الوقت الحاضر هى الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا واليابان .

ويمكننا أن نتصور ماذا كان يحدث لو أن الكيميائيين لم يصلوا إلى ما وصلوا إليه من تقدم فى طرق تثبيت الأزوت صناعياً من الهواء الجوى، إذ أنه لا يخرج عن إحدى احتمالين :

(ا) أن تستنفد نترات الصودا الشيلى فى مدة أقصر كثيرا مما قدر لها ، فإذا كان منسفيلد Mansfield قد قدر المدة التى يمكن فيها استغلال نترات الصودا فى سنة ١٩٢٦ بمائة عام بمعدل الاستهلاك فى هذه السنة وكان يقدر بنحو مليونى طن من السماد ، فلو أصبح الاستهلاك ثمانية وأربعين مليوناً من اطنان السماد فإن مدة استنفاد نترات الصودا لن تتجاوز خمس سنوات ! !

(ب) أن يستعمل السماد الناتج من نترات شيلى بنفس المعدل القائم مضافاً إليه ما يصنع من مخلفات تقطير الفحم ، وبذلك نواجه نقص الإنتاج العالمى فى جميع المحاصيل وبخاصة المحاصيل الغذائية كالقمح وبقية الحبوب الأخرى . وعندئذ لا يدرى أحد متى كانت تحدث المجاعات ولا يدرى أحد أين تبدأ ! !

ولعل المقارنة بين المحاصيل الناتجة من وحدة المساحة فى الولايات المتحدة الأمريكية (حيث تستعمل الأسمدة الأزوتية الكيماوية) وبين المحاصيل التى تنتج من هذه الوحدة فى الهند أو فى الصين حيث لا يستعمل هذا النوع من السماد — لعل هذه المقارنة تجعلنا نؤمن بأن النجاح فى تثبيت الأزوت الجوى كان نقطة تحول فى تاريخ العالم وأساس متين لتأمين إنتاج الطعام لسكان هذه المعمورة .

مصادر الأزوت فى المستقبل

بجانب ما يضاف إلى الأرض من الأزوت عن طريق الأمطار والتثبيت الحيوى فإن الموقف فى الأزوت يتغير تغيراً سريعاً نتيجة لتقدم الكيمياء والهندسة وتطبيقهما على إنتاج الأزوت بحيث لا يمكن لأحد أن يتنبأ بالمركز الحقيقى لإنتاج الأسمدة الأزوتية فى المستقبل ، ولكن هناك بعض الحقائق التى يمكن أن نبنى عليها تنبؤاتنا .

ومن الواضح أن المخلفات التى تحتوى على نسبة مرتفعة نوعاً من الأزوت مثل كسب بذور المحاصيل الزيتية وغيرها ستستبدل بالمركبات الأزوتية الكيماوية . وأما سماد الاصطبل فسيبقى استعماله مادام الإنتاج الحيوانى يمثل جزءاً من الإنتاج الزراعى ، ولكنه سيسد جزءاً قليلا من احتياجات الزراعة للأزوت . والمصدر الوحيد الذى يمكن أن يسد النقص فى الأزوت هو تثبيت الأزوت الجوى ، وستظل نترات شيلى مصدراً هاماً مادام هناك ملح نترات الصوديوم حتى تطرده من السوق الأسمدة الأزوتية التى يمكن إنتاجها بثمن أرخص من تكاليف إنتاج نترات شيلى . وهذا منتظر الحدوث لو قلت نسبة النترات فى الصخور المحتوية عليه أما الأزوت الناتج كمحصول ثانوى من تقطير الفحم وغيره فإنه سيزداد كمية كلما ازدهرت صناعة الكوك وغاز الاستصباح وغيرها ، وهذا المصدر كبير فى الوقت الحاضر وسيزداد أهمية فى المستقبل .

وعلى ذلك فإن الأزوت الناتج كمحصول ثانوى ، وكذلك الأزوت الناتج من تثبيت الأزوت الجوى سيحملان على عاتقهما إمداد الزراعة بالأزوت ولكن يجب أن نؤكد أنه لا يدرى أحد أى جديد تستحدثه الكيمياء بالنسبة للتثبيت الحيوى للأزوت أو أية طريقة أخرى تمكن بها زيادة الأزوت فى الأرض ، ولكن هناك شىء واحد مؤكد هو أن مشكلة الأزوت فى الزراعة أصبحت مسألة كيماوية بحتة .

تأثير خفض ثمن الأسمدة الأزوتية فى الإنتاج الزراعى

يؤدى استعمال الأسمدة الأزوتية إلى زيادة الإنتاج وزيادة الانتعاش الاقتصادى فى المناطق الزراعية من العالم . وكلما قلت تكاليف إنتاج هذه الأسمدة وتوافرت كمياتها ، شجع ذلك على زيادة استعمالها سواء فى المناطق التى انتشر فيها استعمال هذه الأسمدة أو المناطق التى لم تبدأ فى استعمالها بعد .

وبفضل هذه الأسمدة الأزوتية زادت المحاصيل فى أمريكا وألمانيا وبريطانيا وفرنسا وغيرها من الدول الأوربية والأمريكية وأمكنت زراعة أراض لم يكن استثمارها فى الزراعة مجزياً ، لأنها كانت تفتقر إلى العناصر الغذائية ومن أهمها الأزوت . وليس أدل على ذلك من أن ألمانيا كانت تكفى نفسها ذاتياً بالإنتاج الزراعى قبل الحرب العالمية الثانية ، كما أمكنت زيادة محاصيل المراعى فى بريطانيا وبالتالى نشاط تربية الحيوان وإنتاج اللحوم والألبان والأصواف وبعد أن كانت الرأس الواحدة من الماشية تحتاج إلى مساحة قدرها ٢ إيكر أصبح من الممكن تربية رأسين من الماشية على المحاصيل الناتجة من كل ايكر واحد .

ولا زالت هناك آفاق متسعة لزيادة الإنتاج فى كثير من بلاد العالم فالصين والهند لم يبدءا فى استعمال هذه الأسمدة إلا فى أضيق نطاق وكذلك معظم المناطق الحارة فى آسيا وأفريقيا وأمريكا الجنوبية وفى بعض البلاد الأوربية كبلغاريا ورومانيا وروسيا أمكن فى هـذه المساحات الواسعة زيادة الإنتاج باستعمال الأسمدة الأزوتية زيادة قد تصل إلى أكثر من الضعف . وعندئذ يمكن حل مشكلات الطعام والكساء للبشرية جميعاً .

ولعل الحكومات والشعوب فى جميع أنحاء العالم يعملون على تشجيع صناعة تثبيت الأزوت الجوى وصناعة الأسمدة الأزوتية فى المناطق المختلفة حتى تتوافر هذه المادة الأساسية فى الإنتاج الزراعى ، ولن تتكلف إقامة هذه المصانع إلا جزءاً ضئيلا مما ينفق فى صناعة أسلحة الدمار والتخريب وتدمير الحضارة الإنسانية . وعندما تسود فكرة السلام والتعمير وتختفى فكرة الاستعمار والشر والعدوان ستكون أمام العالم الفرصة فى زيادة الإنتاج ، وبدلا من أن يختطف الإنسان اللقمة من فم أخيه سيكون هناك من الطعام ما يزيد عن الحاجة فينعم البشر بالاستقرار والأمن والرخاء ، ويختفى شبح المجاعات التى تهدد كيان العالم كلما زاد عدد السكان واستنفدت مصادر الإنتاج .

References — المراجـــع

1. Agricultural Production in Contental Europe During the 1914 - 1915 War and the Reconstruction Period League of Nations Publications 11. Economic and Financial 1943.
2. Bear, F. E. The Scientific use of Nitrogen Fertilizers. Jour Ind. and Eng. Chem, 20, 65, 1928.
3. Bear, F. E. The Second International Nitrogen Conference. J. Ind. Eng. Chem., 20, 1112, 1928.
4. Bear, F, E. Theory and Practice in the uses of Fertilizers. John Wiley & Sons N.Y. 1938.
5. Collings, G. H. " Commercial Fertilizers, Their Sources and Use. ", 5th. Ed. McGraw Hill N.Y. 1954.
6. Crooks, W. " The Wheat Peoblem, Puttman's Sons., London 1900
7. Curtis, H. A. " Chemistry in Agriculture 1st. Ed. Edited by Chamberlain, J., The Chemical Foundation N Y, 1926
8. F. A. O. Yearbook of Food and Agriculture Statestics, 1946 Vol X Port I Food and Agr. Organisation of the United Nations Rome 1957.
9. Fogg., G. E. Blue - Gree Algae, New Biology No. 5 Penguin Books 1948.
10. Fogg, G. E. Nitrogen Fixation, New Biology, No. 18 Pengiun Books 1955.
11. Fowler, G. J. "An Introduction to the Biochemistry of Nitrogen Conservation" Edward Hrnold Co London 1934

12. Frear, D. E. H.
Agricultural Chemistry, vol. II, Van Nostrand Co. N. Y. 1951

13. Hall, D. A.
"Fertilizers and Manure" Revised by Smith, A. M. John Murry, Eondon 1947.

14. Lipman, J. G.
The Nitrogen Problem in Agricultureal.
J. Chem. Education, 4, 845 1927

15. Martin, G.
Industrial Chemistry Inorganic, Vol, I Lock wood and Son, London 1917.

16. Millar, C. E. and Turk, L. M. Fundamentals of Soil.
Science 2nd Ed. John Wiley N.Y. 1952.

17. Salter- R.M. and Schollenberger C.J.
" Farm Manure " Ohio Agricultural Expt Stat Bull. 605, 1939.

18. Smith A. M.
Manures and Fertilizers, Thomas Nelson.,London1952

19 Stephenson, M.
Bacterial Metabolism 3rd Ed. Longmans, London 1949

20. Tankard', A. R.
" Chemistry in Service of the Community ", Ben Brothers London 1922

21. Watson, S.J.
Chemistry and Agriculture, Chemistry and Industry, Soc. Chem. Indust 1948.

مراجع عربية :

١ ـ فتح الله علام : الكيمياء الزراعية ـ الجزء الأول ، مكتبة الانجلو المصرية ١٩٥٤