الاسمدة الكيمائية

الصناعية

لابراهيم طلعت مطر
استاذ بالكيمياء الصناعية من جامعة منشستر

لما كانت بلادنا زراعية فان معالجة موضوع الاسمدة اللازمة لها يجب ان يكون في رأس القائمة الخاصة بالمواد الصناعية الوطنية . ولكي لا يتشعب الموضوع نرى ان نقسمهُ قسمين رئيسين :—

١ — القسم الاول : للكلام من الوجهة النظرية

٢ — القسم الثاني : لمعالجة الموضوع من الوجهة الصناعية

البحث النظري

بينما كان الاستاذ روذرفورد Rutherford استاذ علم النبات بجامعة ادنبره يجري تجاربه على تنفس الحيوانات سنة ١٧٧٢ اكتشف غازاً لا يسع الحيوانات أن تعيش فيه ولذلك سماه بالغاز السام (Mephitic Air) — ولو كان يدري ما سوف يكون من وراء هذا الاكتشاف والاستفادة منهُ في صناعة الاسمدة التي تأكل منتجاتها لما وجد أفضل من تسميته بالهواء المنتي او بالسم

ثم جاء لافوازيه شيخ الكيماويين الفرنسيين فسماه بالازوت — غير ان الانكليز قد اختاروا لهُ اسم النتروجين لوجوده في مادة النتر Nitre التي تكثر في بلاد الشيلي في المنطقة المحصورة مابين جبال الانديز والساحل الغربي ويعرفها الكيماويون باسم نترات الصودا

ويحسن بنا الآن ان نقول كلمة في ذرة النتروجين على ضوء النظريات الحديثة في تركيب الذرة : —

من الامور التي يعرفها المبتدئون في دراسة الكيمياء ان الوزن الذري للنتروجين atomic weight هو ١٤ والعدد الذري atomic number هو ٧ فاذا اتبعنا آراء الاستاذين لويس ولانجمور الحديثة في بناء الذرة واردنا تصور ذرة النتروجين لجاز لنا ان نتصورها بعد تكبيرها التكبير الكافي كبندقة موضوعة داخل غلاف كروي بحجم بطيخة كبيرة جدًّا (يافاوي مثلاً) — هذه

البندقة هي نواة الذرة وتحتوي بحسب نظرية لويس ولانجمور في حالة النتروجين على اربعة عشر بروتوناً كهربائيتها موجبة وهو وزنها الذري . كما انها تحتوي في داخل هذه البندقة على سبعة الكترونات حيث ان عددها الذري سبعة . هذه الالكترونات عبارة عن وحدات كهربائية سالبة . وعلى ذلك فالباقي وعدده سبع وحدات سالبة يتوزع على غلافين كرويين خارج البندقة احدهما عليه وحدتان سالبتان والخمسة الباقية موزعة على غلاف البطيخة الخارجي . ويقول لويس ولانجمور انهُ ما دام في الغلاف الخارجي خمسة الكترونات فالذرة تكون اما خماسية التكافؤ بفقدان هذه الخمسة او ثلاثيه بأخذ ثلاثة الكترونات من الخارج ليصير عدد الالكترونات على الغلاف الخارجي ثمانية . ولذلك تعرف بالنظرية الثمانية بتشديد الياء Octet Theory . ومن جملة اعتبارات اخرى لاجال لشرحها وجد أن علاقة ذرتين من النتروجين إحداهما بالاخرى اشد من علاقة ذرة النتروجين بذرة مادة اخرى . ولذا فان النتروجين معدود ضمن المواد الخاملة Inert التي لا تميل الى الاتحاد بغيرها من العناصر بسهولة . واذا تمَّ هذا الاتحاد بعنصر آخر مثل الكلور فان المركب الناتج يكون مركباً غير ثابت ويتفكك لأقل لمسة او هزة بسيطة . ولم تكن الحادثة المحزنة التي حصلت للاستاذ ديولنج عند تحضيره احد مركبات النتروجين والكلور (ثالث كلورور النتروجين) NCl_3 فقد بها هذا العلاَّمة عينه وأصبعين من اصابعه الاَّ نتيجة انفجار هذا المركب عندما اهتزّ الاناء الذي كان يحضره فيه فانفصلت ذرة النتروجين واتحدت بأخواتها كما انفصلت ذرة الكلور ايضاً لتتحد ببعض اخواتها فتولدت طاقة عظيمة احدثت الانفجار . ولهذه الاسباب ما كان للكيماويين منفردين ان يتمكنوا من صناعة مركبات كثيرة من النتروجين من دون الاستعانة بمؤثرات خارجية طبيعية كاستعمال الحرارة الشديدة المتولدة من تيار كهربائي شديد الجهد في شكل قوس او استعمال ضغط كبير على الغازات عند تفاعلها بعضها مع بعض .

لهذا كان من المحتم لحل معضلة مركبات النتروجين ان يتآزر الكيماوي والمهندس وهذا هو ما حصل فعلاً في بلاد السويد كما سيجيء الكلام

الوجهة الصناعية

تتركب معظم النباتات على وجه الاجمال من اربعة عناصر مهمة وهي الكربون والاوكسجين والايدروجين والنتروجين مع مقادير يسيرة من عناصر اخرى . وتختلف نسبة هذه العناصر بعضها الى بعض باختلاف نوع النبات . ومن المعلوم أن النبات يمتص بعض هذه العناصر من الهواء . فمثلاً يمتص النبات عنصر الكربون من غاز ثاني اكسيد الكربون الذي في الجو بواسطة مسام صغيرة في اوراقه وتلك المسام هي للنبات كالجهاز التنفسي للانسان والحيوان . كما ان النبات يمتص بعض

العناصر الاخرى من الارض بواسطة انابيب شعرية متصلة بجذوره . وبتوالي امتصاص النبات لعنصر معلوم من الارض ينفد هذا العنصر . ولذلك كان من الضروري ان تعوض الارض ما يمتصهُ منها النبات وهذا التعويض انما يأتي باضافة الاسمدة الكيائية المحتوية على العناصر اللازمة لغذاء النبات . واهم تلك العناصر هو النتروجين . ولذا تقاس جودة الاسمدة بمقدار ما تحتويه من هذا العنصر بشكل صالح لامتصاص النبات — ويمكن تقسيم الاسمدة الكيماوية النتروجينية الى ثلاثة أقسام

اولاً — الاسمدة النشادرية وهي التي يستفاد في صناعتها بأزوت الهواء واتحاده بالاكسجين بواسطة القوس الكهربائي

ثانياً — الاسمدة النشادرية وهذه ايضاً تستفيد من ازوت الهواء باتحاده بالايدروجين بالطريقة التي سنشرحها فيما بعد

ثالثاً — الاسمدة السيانامیدية وهذه ايضاً تستفيد من ازوت الهواء بمروره على كاربور الكلسيوم بشروط خاصة

فلنشرح كل طريقة من الطرق الثلاث المذكورة ونقابلها بعضها ببعض ونختار أحسنها بالنسبة لاحوالنا في هذه البلاد

***

في سنة ١٨٩٨ وقف السير وليم كروكس خطيباً في مجمع تقدم العلوم البريطاني المنعقد حينذاك في برستول والقى من كلمات الرعب والذعر على سامعيه الشيء الكثير وقال إن العالم مهدَّد بمجاعة لن تبقي ولن تذر وسبب تلك المجاعة لا محالة هو نفاد الاسمدة الطبيعية . ثم ختم خطابه التاريخي قائلاً انهُ ليس هناك من مخرج الاَّ على يد الكيماويين . وناشد المجتمعين ان لا يقصروا لحظة واحدة في اجراء تجارب لاستنباط طريقة لعمل سماد كيماوي رخيص ليقوم مقام سماد الشيلي عند ما ينفد . وقد قدَّر لهذا النفاد سنين لا تزيد على المائة وهي ليست بالكثيرة في عمر الامم

الاسمدة النتراتية

واننا اذ نتعرض الآن للكلام على هذه الطريقة لابدَّ ان نحني رءوسنا اعجاباً للسير هنري كافنديش Cavendish واضع أساسها الحقيقي . فقد وجد في سنة ١٧٨١ وهو يجري تجاربه المشهورة على تركيب الماء من عنصريه المعلومين بواسطة الفرقعة بالشرار الكهربائي ، انهُ يحصل دائماً على مقدار قليل من الحامض النتريك . ولقد اكتشف السير هنري بعد ذلك انهُ اذا خلط الهواء بمقدار قليل من الاكسجين ثم أمرَّ على فرقعة الشرار واضاف الى الناتج محلول الصودا فانهُ يحصل

على نترات الصودا المعروفة وهي المادة التي يتكوَّن منها سماد الشيلي . وكل هذه المباحث النفيسة مدونة في مجموعة الجمعية الملكية الفلسفية Royal Philosophical Society المجلد ٧٥ (سنة ١٧٨٥). بعد ذلك بذلت محاولات كثيرة للانتفاع بهذا الاكتشاف العلمي الخطير حتى أنَّ كبير علماء الانجليز وأفضلهم اللورد رالي في سنة ١٨٩٧ ونشر تلك المقالة التاريخية في مجموعة الجمعية الكيائية تحت عنوان "ملاحظات على اكسدة غاز النتروجين" "Observations on the Oxidation of Nitrogen"

ولقد كانت هذه التجارب في مبدأ أمرها خاصة بفصل غاز الارجون الذي اكتشفهُ اللورد رالي مع السير وليم رمزي . بعد ذلك كان لابد لرجال الصناعة من الاستفادة بهذا الاكتشاف. ولما كان منبت الاكتشاف المذكور على يد عالم انجليزي وفي بلاد الانجليز فقد كان من الطبيعي ان ننتظر ان تكون اول محاولة جدية لصناعة الاسمدة النتراتية من رجلين انكليزيين وهما المستر مكدوجال والمستر هولمز وذلك في سنة ١٨٩٩ ولكنهما اخفقا من الوجهة التجارية وان كان يكفيهما من الفخر انهما اول من خطا نحو استعمال هذا الاكتشاف والاستفادة به

بعد ذلك تحدثت الدوائر العلمية والصناعية وتبودلت الآراء في أسباب اخفاق المشروع الانكليزي الاول — وكان من حسن الحظ أن تآزر على اعادة الكرة لانجاز هذا المشروع طلان سويديان أحدهما مهندس وهو الدكتور صمويل أيد (Samuel Eyde) والآخر كيماوي طبيعي وهو الاستاذ كرستيان برکلاند (Chiristian Birkeland) الاستاذ بجامعة كرستيانا . تآزر اذن علم الكيمياء مع علم الهندسة فكان النجاح حليف المشروع وأسس هذان العالمان اول شركة جدية لعمل أسمدة نتراتية برجّع في النتروجين المستعمل بها الى الجو . وذلك في بلدة Notodden عند بحيرة تنسو Tinsjo في بلاد السويد . ولقد كان اكبر مساهم في تلك الشركة من الفرنسيين وما لبث الالمان ممثلين في شركتهم الكيائية الشهيرة "Badische anilin und Soda Fabrik" أن قاموا ببناء مصانع أخرى في بلاد النرويج حيث ساقط المياه وتوليد الكهرباء الرخيصة وقد نظموا العمل تنظيماً دقيقاً جدًّا فشطروا المصنع الى شطرين أولها خاص بتوليد الطاقة الكهربائية وذلك برأس مال قدره تسعمائة الف جنيه والآخر للاستفادة بتلك الطاقة من الوجهة الكيائية وذلك برأس مال قدره مليون جنيه . ونحن مطمئنون الى ان نقطة هامة كهذه لم تفت رجالنا المسئولين عن الاستفادة بكهربة الخزان . اما الطريقة العملية في صناعة الاسمدة فتتلخص في المعادلات الكيائية البسيطة التي يعرفها كل مبتدىء في الكيمياء وهي : —

اولاً — أزوت + اكسجين ← اكسيد ازوتيك

ثانياً — اكسيد ازوتيك + اكسجين ← فوق اكسيد ازوتيك

ثالثاً — فوق اكسيد ازوتيك + ماء ← حامض ازوتيك + اكسيد أزوتيك

والمعادلة الاولى هي معادلة عكسية وناتج الاكسيد الازوتيك يتكوّن مقدار قليل منهُ عند درجة منخفضة من الحرارة ويزداد هذا المقدار بازدياد درجة الحرارة التي تجري عليها العملية وذلك الى حدٍّ ما لانهُ لو ارتفعت الحرارة ارتفاعاً زائداً لتفكك غاز الاكسيد الازوتيك (dissociates). وبعد تجارب عديدة وجد ان درجة (٣٠٠٠) سنتغراد هي الدرجة الملائمة على شرط ان يبرَّد الغاز الناتج الى ٨٠٠ درجة بسرعة — وأهم الطرق المعروفة في عالم الصناعة وأرسخها هي طريقة بركلاند وأيد وتتلخص في استعمال قطبين من النحاس Copper electrodes لتوليد القوس الكهربائي ذي الحرارة المرتفعة مستمدًّا قوته الكهربائية من آلات مولدة للكهرباء تدار بواسطة قوة أنحدار المياه وبالقوة العلمية من دينامو يديرهُ تربين . أما اختيار نوع التربين المناسب وتصميمه فيختلف باختلاف الاحوال الخاصة . وهذا من اختصاص المهندس الكهربائي فلا تعرض لهُ الآن

ولا بدَّ من عمل الترتيب اللازم لكي تجري مياه في داخل هذين القطبين وذلك لاجل التبريد . اما قطر اللهب المتولد فيبلغ أحياناً نحو ثلاثة أمتار ويسمع لهُ صفير شديد عند توليده

وأما داخل الفرن الكهربائي فمبطن بآجرّ خاص لمقاومة الحرارة الشديدة ومنهُ يدخل الهواء ليخترق اللهب الكهربائي . ويكون دخول الهواء بواسطة مراوح طاردة تدفعه من أسفل الفرن إلى أعلاه . وفي حائط الفرن قناة أو فتحة لخروج غاز الأكسيد الازوتيك وحرارتهُ ٨٠٠ — ١٠٠٠ درجة مئوية ومن ثمَّ يمكن الانتفاع بحرارته هذه في المراجل البخارية Steam Boilers وبعد ذلك يمر في انابيب من الالومنيوم تبردها مياه جارية حولها ثم إلى اسطوانات حديدية رأسية مبطنة بآجرّ خاص لمقاومة الاحماض حيث يتأكسد هذا الاكسيد الازوتيك فيتحوَّل الى ثاني الاوكسيد ثمَّ يخرج إلى ابراج الامتصاص Absorption Towers وهي عبارة عن ابراج قائمة من الحجارة تبلغ من الارتفاع نحو عشرين متراً في المتوسط وقطرها نحو ستة أمتار وتحتوي على حصىً وفخار مكسور ينسكب من فوقه ومن خلاله الماء يقابله في السكابه غازات ثاني اوكسيد النتروجين بطريقة عكسية وبالاتحاد به يحصل على الحامض النتريك وهو المادة الثمينة في صناعة الاسمدة . وبالطبع ان الحامض الذي يحصل عليه اولاً هو حامض خفيف . ولأجل تركيزه يجعله يقابل غازات ثاني اكسيد الازوت ثانياً من أبراج امتصاص اخرى لكي تفوز بحامض اشدّ تركيزاً درجة بعد اخرى ويتم ذلك بالاكثار من عدد الابراج وفقاً لدرجة التركيز المطلوبة . وأما رفع هذا الحامض إلى أعلى البرج لجعله ينسكب ثانياً فيتمّ بواسطة طلمبات من الالومنيوم لا يؤثر فيها هذا الحامض . وبعد الحصول على حامض قوة تركيزه نحو الستين في المائة يجمع في أحواض من الجرانيت ويعادل بالجير (كربونات الكلسيوم) ثم بعد التبخير يحصل على املاح نترات الجير وهذه بعد طحنها توضع في براميل من الحديد

لتصديرها إلى البلدان الزراعية التي تشتري منها كل عام بالآلاف المؤلفة من الجنيهات . ومن تلك البلدان مصر بل هي من اهم العملاء

ولقد أدخل المهندسون كثيراً من التحسينات على تلك الافران الكهربائية يطول بنا المجال اذا شرحناها بالتفصيل وانما لا يمكن ان نمر سراعاً بذلك من دون ان ننوه بالمجهود العظيم الذي بذله الدكتور شيهر B. Schönherr والمستر هسبرجر Hussberger من رجال شركة Badische حيث قد استغنوا عن استعمال المغنطيس الكهربائي المثبت بين قطبي الفرن وعوضاً عن قرص اللهب فانهم يولدون قوساً كهربائياً في داخل اسطوانة من الحديد حيث يمر الهواء وحيث تكون الاسطوانة احد القطبين

وحمولة الفرن الكهربائي الواحد تختلف من الف الى ثلاثة آلاف كيلو وات

الاسمدة النشادرية

لننتقل الآن الى النوع الثاني من الاسمدة التي ننتفع بأزوت الجو في تركيبها بشكل نشادر والنشادر كما هو معلوم عبارة عن ذرة من النتروجين متحدة مع ثلاث ذرات من الايدروجين ولكن كيف السبيل الى هذا الاتحاد في الصنع بأقل ما يمكن من النفقة حتى يمكننا ان ننتج سماداً رخيصاً ؟ — هذا هو السؤال الذي شغل افكار رجال الكيمياء الصناعية وقتاً طويلاً . وقد كان المجلي فيه المرحوم الاستاذ فرتز هابر فتوصل هذا العلامة بمثابرة منقطعة النظير وبتعضيد من شركة الباديشه الى حل هذه المعضلة حلاً تاماً مرضياً نال عليه اعجاب العالم اجمع . ان دقائق تلك الصناعة (اي صناعة النشادر) هي سر من الاسرار التجارية . وكل ما يمكن ان نقوله الآن هو ان خليطاً مكوناً من مقدار من الازوت وثلاثة امثاله من الايدروجين يمران تحت ضغط مائة وخمسين جوًّا في أنبوب محتو على المادة المنشطة Catalyst محفوظة حرارتها على درجة خمسمائة سنتغراد بواسطة ملف كهربائي Electric Coil وجمع النشادر الذي يتكوَّن تمر الغازات في ماسورة مغمورة بالهواء السائل حيث يتكاثف النشادر ويتحول الى سائل

اما المادة المنشطة او المساعدة العملية والتي تمر عليها الغازات وقت التفاعل فقد وجدت بعد اختبارات كثيرة انها معدن الاوسميوم Osmium ولكن غلاء هذا العنصر حمل الباحثين على الاستعاضة عنه بمعدن الحديد المضاف اليه ١٪ اوكسيد البوتاسيوم و ١٪ اوكسيد الالومنيوم . اما النتروجين اللازم في هذه العملية فنحصل عليه بتحويل الهواء الى سائل (وهذه العملية صارت من أسهل العمليات الآن) ثم نفصل النتروجين من الاوكسجين معتمدين على ان لكل منهما درجة تبخر خاصة . وعلى ذلك فمصنع النشادر هذا يلزم ان يكون بجواره مصنع آخر لأسالة الهواء وليلاحظ عند تكوين النشادر بحسب المعادلة ازوت حجم + ايدروجين ثلاثة أحجام = نشادر حجمين

ومن هذه المعادلة نرى ان حجم الغاز الناتج نصف حجم الغازات المستعملة ولذلك اذا طبقنا قاعدة لاشتليه فان السلية تتم مع استعمال الضغط . وبعد تجارب عديدة جداً للحصول على أوفق ضغط لاتمام هذه العملية — وجد الاستاذ هابر انهُ تسعمائة ضغط جوي . ثم بعد ذلك مر الغازات التي لم تتحد مرة وثانية وثالثة على المادة المساعدة لكي تحصل على اكبر قدر من المركب الجديد . اما الايدروجين المستعمل فيمكن الحصول عليه بسهولة من الغاز المائي الذي يتولد من مرور بخار الماء على فحم الكوك المتوهج ثم يمرُّ (اي الغاز المائي) على اكسيد الحديد المحفوظ على درجة ٥٠٠ سنتجراد فنحصل على الايدروجين بعد ذلك

ماء + كربون — هيدروجين + اول اكسيد الكربون
(غاز مائـــي)

وبعد ذلك يتفاعل اول اكسيد الكربون مع بخار الماء (خصوصاً في وجود اكسيد الحديد الذي يكون فقط كمنشط للعملية (Catalyst) — فيحتزل الماء الى ايدروجين ويتأكسد اول اكسيد الكربون الى ثاني اكسيد)

وليلاحظ ان المعادلة الاولى تعطي ٥٠ ٪ ايدروجين و ٤٠ ٪ اول اكسيد الكربون . اما في ايطاليا فانهم يحصلون على الايدروجين الخاص بصناعة النشادر من الحلّ الكهربائي للماء Electrolysis غير ان هذه الطريقة كبيرة النفقة حيث يلزم مائة واربعون كيلو وات ساعة K. Watt. Hour من الكهرباء لكل الف قدم مكعبة من الايدروجين — ويوجد بجوار شلالات نياغرا بامريكا شركة لعمل الصودا الكاوية واستخراج الكلور من الماء المالح ومن المعلوم ان حلّ هذا الماء ينتج ايدروجيناً كمحلول ثانوي By-product وقد استفادت به شركة Mathieson Alkali لتحويله الى نشادر بالاستفادة من ازوت الهواء — وقد كان لهذه الاستفادة اثر كبير في تخفيض نفقات هذه الشركة ونجاحها نجاحاً كبيراً أثر في رفع قيمة اسهمها

بعد صنع مركّب النشادر بهذه الطريقة يمكن امتصاصهُ بالحامض الكبريتيك لتحويله الى سلفات النشادر أو بحسب الطريقة الحديثة نعالجهُ بواسطة سلفات الكلسيوم وهو الجبس المعتاد وثاني اوكسيد الكربون للحصول على سلفات النشادر وكربونات الكلسيوم وهذا يوفر علينا كثيراً من نفقات الحامض الكبريتيك . كما انه يمكن تحويل النشادر الى الحامض النتريك بأكسدته بواسطة بدفعه فوق شبكة من البلاتين المرفوع لدرجة حرارة تقرب من ٨٠٠ درجة

ومن الحامض النتريك يمكن عمل سماد النترات باضافة محلول الصودا او الجير للحصول على نترات الصودا او نترات الجير وقد سبق الكلام عليه في الطريقة السابقة

الاسمدة السيانامیدية

الطريقة الثالثة للاستفادة بازوت الجو هي طريقة عمل سيانامید الحير Ca C N2 وذلك بجعل الازوت الجوي يتحد بكاربور الكلسيوم Ca Carbide عند ما تكون درجة الحرارة الف مئوية

كاربور الكلسيوم + ازوت = سيانامید الحير

ومن الوجهة النظرية ان مقدار النسبة المئوية من الازوت في سيانامید الحير يلزم ان تكون ٣٥ ٪ ولكننا نجد انها لا تزيد عن العشرين في المائة عمليًّا . ويسمونه في التجارة باسم نتروليم Nitrolim . وفائدة هذا النتروليم هو تحلله في الارض بفعل ماء الري والرطوبة الى كربونات الحير والنشادر . وهذا التحلل يجري ببطء في جوف الارض

ويمكن تقسيم صناعة السيانامید الى قسمين او خطوتين . فالخطوة الاولى هي صناعة كاربور الحير والثانية تحويل هذا الكاربور الى سيانامید . وتتم الخطوة الاولى بخلط الحير والفحم الانتراسيت او فحم الكوك معًا في الفرن الكهربائي . وقد ذكر البعض اننا لا يمكننا انشاء هذه الصناعة بمصر لان الفحم يعوزنا ولكنني ارى اننا لو انجزنا مشروع توليد الكهرباء من الخزان لامداد الافران الكهربائية بالحرارة اللازمة فان عدم وجود الفحم بمصر لا يكون له تأثير كبير . وعندنا شاهد على ذلك المصانع السويدية . فانها لا تستورد الفحم اللازم لصناعة الكاربور من الخارج فحسب ولكنها تستورد أيضاً الحير اللازم ونحن والحمد لله عندنا الحير متيسر جدًّا . ولذلك فاني أرى أن هذه الطريقة محقق نجاحها بمصر أيضاً . ولا بد من الاشارة هنا إلى ضرورة اختيار أنقى أنواع الحير ووجوب تحليلها تحليلاً كيماويًّا قبل استعمالها للتأكد من خلوها من مادة المغنسيوم والا ليومنا أما الفحم الذي يستعمل فيجب أن لا يكون رماده أكثر من ٥ ٪ من وزنه

ويلزم لكل طن من الكاربور ١ر٧٥ طن حجر حير و٠ر٣٥ طن فحم . وأما الطاقة اللازمة لصنع كل طن من الكاربور فتقرب من نصف كيلووات سنة على فرض أن سنة الادارة هي ٨٤٠٠ ساعة . وأما نفقات المصنع اللازم لكاربور الكلسيوم فيمكن تقديرها بنحو ٢ر٥ — ٣ر٥ جنيه لكل طن في السنة — وأما نفقات المباني فيمكن تقديرها بخمسة وثلاثين إلى خمسين في المائة من مجموع النفقات

لننتقل الآن الى الخطوة الثانية وهي تحويل الكاربور إلى سيانامید وهذه تتلخص في الاستفادة بأزوت الهواء ووضعه فوق الكاربور الموضوع في فرن درجة حرارته غير عالية لجعل التفاعل يأخذ مجراه فقط . وباقي الحرارة يتولد من التفاعل الكيماوي نفسه لان المعادلة التي بها يتولد السيانامید من الكاربور معادلة Exothermal أي تولد الحرارة بنفسها وليلاحظ انهُ باضافة مواد غريبة الى الفحم مثل الفلوريسبار يمكن أن يأخذ التفاعل مجراه على درجات حرارة منخفضة وهذا يوفر في نفقات الوقود

أيها نختار في مصر

إلى هنا قد تكلمنا عن الطرق الثلاث الرئيسية التي يمكن بواسطتها أن نستفيد من أزوت الهواء الجوي بتثبيته في صناعة الاسمدة والشيء الوحيد الذي بقي بيانه هو أن نبدي رأياً في اي الطرق تكون انجح من غيرها في بلادنا المصرية وخصوصاً بعد عمل مشروع توليد الكهرباء من خزان اسوان

أظن مما تقدم يظهر لنا جلياً ان طريقة السيانامید والنشادر تفضل كثيراً على الطريقة التي ذكرناها اولاً اي طريقة القوس الكهربائي . واذا كان لنا ان نفضل إحدى الطريقتين الاولين فاني شخصياً افضل طريقة النشادر وذلك لما تم في هذه الطريقة من التحسين على يد الاستاذ هابر — وحتى في بلاد النرويج حيث استعملت طريقة القوس الكهربائي لمدة ٢٠ سنة قد بدأوا يفضلون عليها طريقة النشادر . وكل المصانع الحديثة هناك وفي المانيا تستعمل هذه الطريقة ايضاً . ولقد باعت السويد من منذ سنين قلائل روسيا بعض مصانع السيانامید واستبدلت بها مصانع للنشادر . كما أن هذه الطريقة تستعمل الآن بنجاح باهر في اليابان وايطاليا ولنا في الدولتين الاخيرتين قدوة حسنة فاولاهما شرقية والاخرى بلاد زراعية لا تختلف عنا كثيراً فنأمل أن يكون لنا منهما مثال نحتذيه بعد اتمام مشروع الخزان أو مشروع القطارة الذي أوقف العمل فيه بمزيد الاسف لاسباب لا ندريها . واننا نتهز هذه الفرصة فنبدي رجاءنا للحكومة أن لا تضن على هذا المشروع بالمال متى سمحت الاحوال الاقتصادية بذلك لتقتنا بالفوائد التي تنشأ من وراء انجازه والتي ربما فاقت في نظري كمهندس قبل ان أكون كيماويًا مشروع الخزان خصوصاً واذا اعتبرنا ان الماء الذي يكون في مشروع القطارة بجوار المصانع هو ماء مالح ، وبكلمة أخرى يحتوي على أملاح كلورور الصوديوم

وكلنا يعلم ما لهذا الملح من الشأن في الصناعات الكيمائية المختلفة . وليس خبر تأليف الشركة الانجليزية لاستغلال البحر الميت في فلسطين الملآن بالاملاح عنا ببعيد — هذا كله فضلاً عن ان القوة المأخوذة من مشروع القطارة (والتي تقدَّر بحساب سعادة حسين بك سري وكيل الاشغال بمائة ألف حصان) هي قوة مستمرة طوال مدة السنة . وفضلاً عن انهُ يوجد بجوار مشروع القطارة مناجم غنية بالجبس (اي بسلفات الكلسيوم) وقد أثبتت المباحث الحديثة امكان الاستفادة بهذه المادة عند تحويل الازوت الجوي الى نشادر ومن ثمَّ الى سلفات النشادر من دون نفقات اضافية لشراء الحامض الكبريتيك . لذلك أختم هذه الكلمة آملاً ان نرى جهاً في القريب العاجل أحد مشروعي الكهرباء وقد تحقق حتى تجد البلاد حاجتها من هذه الاسمدة ويتوفر عليها ما تكبدهُ كل عام من باهظ النفقات