تدريس الكيمياء

في المدارس الثانوية

محمود خليل رامز
المدرس الاول للرياضة والعلوم بمدرسة حلوان
الثانوية للبنات

يرمي علماء التربية من اقرار الكيمياء في مناهج الدراسة الثانوية الى تربية ملكة الملاحظة الدقيقة في الطالب ، وتعويده دقة العمل وسداد الاستنباط . هذا فضلاً عن فائدة الكيمياء لذاتها ، واستخدامها في صناعة المنتجات التي تفيض بها الحياة اليومية

فالكيمياء في المدارس يقصد بها اولاً تحقيق مثل علمي سام ، ولهذا لا يكون للنفقات التي تقتضيها التجارب كبير اعتبار في نظر المعلم والطالب . ولنضرب مثلاً لذلك تحضير نموذج نقي من كلورور الصوديوم ، فان هذه العملية التي تستغرق نحو ثلاث ساعات تنتج بضعة جرامات من الملح يكفي ما انفق على انتاجها من وقت ومال لشراء مائة الف جرام من ملح الطعام

أما في الصناعة فان الاعتبار الاقتصادي مقدم على كل اعتبار آخر

لذا يكون من دواعي الدهشة والعجب ان نرى من بين رجال الكيمياء من لا يتنبه الا الجانب المالي فيما يقوم به الطلبة من التجارب ، جاهلاً او متجاهلاً ان السعي الى اقتصاد بضعة مليمات قد يدعو الى اضاعة وقت ثمين او تحول دون الحصول على نتيجة مرضية ، وفي هذا من زعزعة عقيدة الطالب فيما يتلقاه من المبادئ والنظريات ، واضاعة ثقته بنفسه ما يكون له أسوأ الآثار وأخطرها في التعليم

ونسوق مثلاً على هذا ان احدى التجارب تتطلب تعيين النسبة المئوية للمواد الغريبة في « عينة » من ملح البوتاسيوم (كلورور الاموتيوم) . والطريقة التي أوثرها لما تؤدي اليه من نتائج صحيحة في أقصر زمن ممكن ، هي أخذ مقدار صغير لا يتجاوز جراماً وثلث جرام من ملح البوتاسيوم واجراء التجارب عليه . وتستلزم هذه التجارب استخدام نحو ثلث لتر من محلول الصودا الكاوية العشر العياري . ولما كان اللتر من المحلول العياري يحتوي على اربعين جراماً من الصودا الكاوية الجافة فان ثلث اللتر من المحلول العشر العياري يحتوي على جرام وثلث جرام من الصودا الكاوية النقية (اذا كانت من أنقى نوع) لا يزيد عن ثلث مليم

ومن العجيب أني اعرف من المشتغلين بتدريس الكيمياء من لا ترضيه هذه الطريقة لان فيها ، على ما يعتقد ، تبذيراً ! وهو يرى ان يذاب مئة النوشادر في ربع لتر من الماء ويؤخذ عشر المحلول الناتج ، وتجري عليه التجارب اللازمة لاستخراج النسبة المئوية للمواد الغريبة . وأنا اقر صاحب هذا الرأي ومن على شاكلته على أن هذه الطريقة أدعى الى الاقتصاد وكيف لا تكون كذلك وفيها نستخدم خمس سنتيمتراً مكعباً فقط من محلول العمود! ، ومعنى هذا أن هذه الطريقة تتيح لنا فرصة اقتصاد مبلغ يربي قليلاً على ربع المليم ! ! !

ونحن نرى ان يكون الاقتصاد رائدنا في كل شيء لا من الوجهة المالية فقط . فالوقت كذلك له قيمته لا يعد المال بجانبها شيئاً مذكوراً . وليس من حسن التدبير اتلاف التجربة وتبديد الوقت في نظير اقتصاد بضعة مليمات . ونحن في التجربة السابقة نضمن بتضحيتنا ثلث مليم الوصول الى نتيجة مرضية في زمن وجيز لا يتعدى نصف ساعة . أما في الطريقة التي يسوغ تفضيلها بالعامل الاقتصادي فان احتمال الخطأ فيها عشرة أمثاله في طريقتنا . واذا أضفنا الى هذا ان الطريقة الاخرى تستدعي اجراء التجربة اربع مرات تستغرق نحو ساعتين ونصف ساعة اذا اريد الوصول الى نتيجة معقولة (أو شبه معقولة) فان ثلث المليم الذي ضحينا من أجله بكل هذا يضيع كما ضاع الوقت الثمين نتيجة لرأي نظير . ولست بمحدثك عن خيبة الامل وسوء الاثر في نفس الطالب اذا كان الاخفاق حليفه بعد كل هذا العناء . واني أرى ان هذا كله نتيجة حتمية لبوديتنا الطيبة وأعني بهذا اعتمادنا الأعمى على المصادر الاجنبية دون أن يكون لنا رأي حر في كل ما يصل الينا عن طريقها . فالطالب او غير الطالب اذا قرأ في كتاب وصفاً لطريقة اجراء تجربة من التجارب فانه لا يرى مندوحة عن نقلها بنصها وفصها دون أن يبحث الاحوال التي أجراها المؤلف فيها ، من حيث نسبة الزمن ودقة الاجهزة ونقاء المواد الخ . في استنباط التجارب التي تكلف التلاميذ اجراءها يجب علينا حتماً ان نراعي أموراً عدة من بينها :

(١) الوقت — فالتجربة الواردة في كتاب أجنبي قد يتطلب اجراؤها ثلاث ساعات أو أكثر ، فمن العبث أن نفكر في تدريس مثل هذه التجربة بالمدارس الثانوية

(٢) الاجهزة — يجب في تقرير التجارب العملية للمدارس الثانوية مراعاة الأجهزة التي بها أو التي تسمح الميزانية بشرائها . فليس من الصواب ان نكلف الطالب ايجاد الوزن المكافىء للمغنسيوم بطريقة التسخين باستخدام خمس جرام من المغنسيوم لان الزيادة في الوزن ضئيلة لا يمكن تقديرها بالدقة بوساطة الموازين التي في المدارس لاسباب كثيرة لا محل لسردها هنا

(٣) نقاء المواد — وهذه نقطة هامة جديرة بالعناية فمثلاً لا تستحسن محاولة اثبات ذوبان الراسب الذي يتكون باضافة كلوريد الباريوم الى كبريتات الصوديوم في الحمض الكلوريدريك اذا

لم تكن واثقين تماماً من نقائها ومن عدم احتوائها على كبريتات . وليس من المستحب كذلك ان نحاول ان نثبت عملياً ان الماء التي لا يتيح مرور التيار الكهربائي فيه ، لان الماء ولو كان مقطراً يسمح بمرور التيار . فالماء « التي » الذي يذكر في الكتب انهُ لا سبيل للتيار الى المرور فيه لا وجود له في مدارسنا الثانوية ولا في كليات الجامعة المصرية . ومن رأيي ان القاعدة التي مؤداها : «ان الماء لا يتيح مرور التيار الكهربائي الا اذا كان محتوياً على ملح او حمض» يجب ان تقلب رأساً على عقب وان توضع بالصورة الآتية «الماء يتيح مرور التيار الكهربائي الا اذا كان نقياً جداً » وهذه الصورة اقرب الى الواقع المحسوس اضف الى هذا ان القاعدة يجب ان تطبق على الشائع لا على الشاذ

نحن في عصر تطور بليغ ، فواجب علينا أن نطلق عقولنا من عقالها ، وان نفكر دون ان نقنع بأن نلبث طالة على غيرنا في تفكيره . والا فما قيمة العقول ؟ وما قيمتها اذا كنا لانحسن استخدامها ؟ ان كرامة العلم الحق توجب علينا أن لانحول ثقتنا بالعلماء والمؤلفين دون تمحيص ما نتلقاه عنهم . لهذا انظر نظر العجب الى كثير من التجارب التي تعطى في المدارس الثانوية على نهج واحد بغير تعديل او تنويع . فاذا كان المدرس يرى ان للوقت قيمة لاتقل عن قيمة المال ، واذا كان يقدر الاثر التجربة في نفسية الطالب مالهُ من خطر ، فانهُ لا يجد بدًّا من تغيير عقيدته في التجارب التي ألف تدريسها

ومن التجارب التي تخطر ببالنا شاهداً على هذا تجربة ايجاد قابلية ذوبان ملح الطعام في الماء في درجة الحرارة المعتادة . والطريقة المألوفة ان يشبع مقدار من الماء بالملح ويرشح ثم يقدر وزن الملح المذاب فيه وطريقة تعيين وزن الملح ان يقدر حجم الراشح ثم يؤخذ مقدار صغير منهُ معلوم الحجم ويبخر ويعين وزن الملح الناتج ويعلم منهُ وزن الملح الذي ذاب في المحلول كله . وهذه الطريقة تتطلب ساعة وبعض ساعة ومن عيوبها صغر مقدار الملح الناتج بحيث ان الخطأ الصغير في وزنه (خطأ مطلق) يكون كبيراً بالقياس الى وزن هذا المقدار . أضف الى هذا ان هذا الخطأ يتضاعف تبعاً للنسبة بين حجم المحلول الكلي والحجم الذي بخر . ويمكن تلافي هذا العيب بتبخير مقدار كبير من المحلول ، ولكن يعترض على هذا وهو اعتراض حق بأن التبخير في هذه الحالة يستغرق وقتاً طويلاً . ولعل هذا يبين لنا ضرورة التفكير السيئ المستقل في التجارب التي اقتصر الاعتماد عليها في التدريس . هذا واني اقترح اجراء هذه التجربة بالطريقة الآتية :

تؤخذ مائة جرام من الماء ويوضع فيها مقدار من الملح يزيد على مايلزم لاشباعها . ويرج المحلول بضع دقائق ثم يرشح خلال ورقة ترشيح معلومة الوزن ويغسل الملح المتخلف عليها بقليل من الكحول ويجفف بالحرارة ثم يوزن . ويطرح وزنه من وزن الملح الكلي ينتج وزن الملح الذي شبع المائة جرام من الماء

أولاً — انها تستغرق أقل من نصف الوقت الذي تستغرقه الطريقة السابقة

ثانياً — ان احتمال الخطأ فيها أقل جداً من احتماله في الطريقة الاخرى

ثالثاً — في الطريقة الاخرى يفقد جزء لا يستهان به من الملح اثناء التبخير ، وهو كبير بالقياس الى وزن الملح

رابعاً — هذه الطريقة يفهمها حتى الاطفال لبساطتها وسهولة اجرائها

ومن النقط الجديرة بالاهتمام ان بعض الطلبة يقعون بدراسة اجزاء الاجهزة والاحتياطات الواجب اتخاذها في التجارب دون فهم الغرض منها فهماً صحيحاً . ومما أذكره بهذا الصدد ان احد المفتشين سأل طالبة بأحدى المدارس عن طريقة تحضير كبريتات النحاس . فشرحت جهاز تحضير ثاني اكسيد الكبريت بتأثير الحمض الكبريتيك المركز في النحاس ذاكرة انبوبة التوصيل والمخبار المعد لجمع الغاز ، مع ان هذا الجزء من الجهاز لا فائدة فيه اذا كان غرضنا تحضير كبريتات النحاس دون الاهتمام بجمع ثاني اكسيد الكبريت الناتج في ذات التفاعل . ولكن الطالبة أبت الا ان تسرد ما حفظته عن ظهر قلب

وشاهدت استاذاً يشرف على تجربة لتعيين وزن كربونات الكلسيوم (Iceland Spar) الذي يذيبه مقدار معين من الحمض الكلوريدريك ، وكان يتم تغطية الكأس المحتوية على الحمض والكربونات ، مع ان الغرض تقدير وزن الكربونات التي تبقى بدون ذوبان . ولعل الامر اختلط عليه فان هناك تجربة أخرى يقصد منها تعيين وزن ثاني اكسيد الكربون ، ويهم فيها الحيلولة دون انطلاق الرذاذ الناشيء عن التفاعل في الهواء حتى يمكن تقدير وزن ثاني اكسيد الكربون الصاعد تقديراً دقيقاً . اما في التجربة التي تكلم عنها فان تغطية الكأس ليست فقط عديمة الجدوى بل انها فوق ذلك تعرقل التفاعل لانها تؤدي الى حجز الغاز المتكون فيحدث تركيز في المنطقة التي تملو السائل . ومن التقاليد الحميدة الى رجال الكيمياء ان الملح الذي يخرج من زجاجة لا يعود اليها ، لاحتمال تلوثه بأملاح اخرى . وهذا حق ، ولكني اقترح جمع متخلفات التجارب في زجاجات خاصة يكتب على كل منها اسم الملح الذي تحتويه وكلمة « متخلفات » . والاملاح التي هذا شأنها تصلح للتجارب التي لا تتطلب املاحاً نقية كتجارب قابلية الذوبان والتبلور والتبلور الجزئي وايجاد نسبة الملح الى الرمل في خليط منهما وما جرى مجراها

ومن الطرف وسائل الاقتصاد في بعض المعامل أن تشمل المراقد الغازية جميعها معاً في اول الدرس العملي ، ولو كانت الحاجة لا تدعو الى استخدامها الا في الشطر الاخير من الدرس . والغرض من هذا اقتصاد الكبريت اذ يكفي ثقاب واحد وقطعة صغيرة من الخشب او الشمع لاشعال المواقد جميعها . وبهذا الاقتصاد المنكوس تستفيد المدرسة في اليوم الواحد من غاز الاستصباح

ما يربي ثمنه على ثمن الكبريت الذي يكفي المدرسة شهراً . فاذا كانت المدارس تخشى الاسراف في استخدام الكبريت لغير الاغراض العلمية أو تبغي اتقاء عبث الخدم به فلتطلب تزويد معاملها «بالولاعات» الكهربائية او الميكانيكية . ومما يجدر ايراده على ذكر الاقتصاد ان كتب الكيمياء تنص في شرح توليد الاكسجين من كلورات البوتاسيوم على استخدام ثاني اكسيد المنجنز عاملاً وسيطاً . ولكن الثابت علمياً ان هذا التفاعل تحمله أكاسيد اخرى عديدة غير ثاني اكسيد المنجنز . وقد جربنا لهذا الغرض بنجاح أكسيد النحاس وسحوق الطوب الاحمر (وهو يحتوي على اكسيد الحديد) وجرب احدالاساتذة الرمل (اكسيد السليكون) . وليس استخدام هذه العوامل من وسائل الاقتصاد فحسب ، بل انهُ يوسع افق التفكير عند المتعلمين ويحدوهم الى فهم طبيعة مثل هذا التفاعل فهماً صحيحاً

واذا ما تحققنا أن الوقت لا يقل قيمة عن المال وجب ان نعنى بارشاد الطلبة الى الظروف المؤدية الى نجاح التجارب شأناً لاضاعة الوقت هباء . ففي تحضير غاز النوشادر مثلاً تنص الكتب على تسخين خليط من احد أملاح الامونيوم والجير (المطفأ او الحي) . ولما كان النوشادر شديد القابلية للذوبان في الماء فانهُ يجمع فوق الزئبق أو بالازاحة العليا بعد تجفيفه بامراره في انبوبة محشوة بالجير الحي او الصودا الكاوية . وهذا التجفيف يوحي الى الذهن ضرورة استخدام خليط ملح الامونيوم والجير جافاً . ولا ضير في هذا اذا خلط خلطاً جيداً ، ولكنهُ من البديهي أن الخلط مهما اجيد لا يبلغ مبلغ الاذابة ، فما ضر المؤلف او المدرس لو انهُ اشار باضافة قليل من الماء الى المخلوط ، فبذا نحصل على مقدار وافر من الغاز في وقت وجيز ، ويستنبط من هذا طبعاً فضل الجير المطفأ على الجير الحي في هذه الحال

وتستخدم معامل الكيمياء في الصيدليات والمدارس للتمييز بين الاحماض والقلويات محلولاً اسمهُ صبغة عباد الشمس . وهذه التسمية خاطئة اذ لا علاقة بين هذه الصبغة والزهر المعروف بعباد الشمس على الاطلاق . وتستهلك المدارس والصيدليات من هذه الصبغة مقداراً لا يستهان به . وهذه الصبغة بنفسجية اللون فاذا أضيف اليها حمض احمرت واذا اضيف اليها قلوي تحولت زرقاء كما هو معلوم . وتأثير الاحماض في الصبغات النباتية يكاد يكون عاماً ، الا انهُ يكون بدرجات متفاوتة ، ومثل ذلك الشاي اذ يتحمر لونهُ باضافة عصير الليمون (الحمض الليمونيك) اليه . وقد اهتديت الى صبغة رخيصة يسهل الحصول عليها تقوم مقام عباد الشمس ، وتفتح امام الفلاح باباً جديداً من ابواب الرزق . وهذه الصبغة هي صبغة الجزر . ولاستخلاصها يقطع الجزر البنفسجي اللون قطعاً صغيرة تغلى في الماء طويلاً ثم تنزع ويغمس في المحلول مع استمرار غليانه ورق ترشيح قطع قطعاً صغيرة مستطيلة حتى يتم اصطباغه . او يغلى المحلول على حمام رملي حتى يجف تماماً وتتحول الصبغة الى مسحوق يسهل ادخاره واذابته في الماء عند الحاجة اليه