الباب الثالث

إن جاز فهم الإنجاز

الذرة والجزئ

كان «أرسطو» يعتقد أن كل مادة فى الكون مؤلفة من أربعة عناصر أساسية: التراب، والهواء، والنار، والماء. وتقع هذه العناصر تحت تأثير قوتين: الجاذبية - أى ميل التراب والماء إلى الهبوط، والخفة - وهى ميل الهواء والنار إلى الارتفاع. ولا يزال هذا الفصل فى محتويات الكون بين مادة وقوى، معتمدًا حتى اليوم.

وكان «أرسطو» يعتقد أن المادة متواصلة، أى أنه بالإمكان تقسيم قطعة منها إلى أجزاء أصغر فأصغر بلاحدود، بحيث لا نصل أبدًا إلى أى جزىء أو ذرة من المادة لا يمكن تقسيمها. إلا أن بعضًا من اليونان، مثل «ديموقرايطس» (DEMOCRITUS) كان يصر على أن المادة مؤلفة أصلاً من حبيبات، وأن كل شىء مؤلف من عدد كبير لمختلف أنواع الذرات (وتعنى كلمة «ذرة» فى اليونانية: غير قابل للتجزئة». واستمر الجدل طوال قرون، من دون أى دليل حقيقى لأى من الفريقين. ولكن فى عام ١٨٠٣، أشار الكيميائى والفيزيائى البريطانى «جون دالتون» (JOHN DALTON) إلى أن كون المركبات الكيميائية تتحدد دائمًا بنسب معينة، يمكن تفسيره بتجميع الذرات لتكوين وحدات تدعى الجزيئات (MOLECULES). إلا أن الجدل بين المدرستين لم يحسم لصالح الذريين حتى السنوات الأولى من القرن العشرين، حيث جاء أحد أهم البراهين الفيزيائية من قبل

«أينشتاين». ففى مقال كتبه سنة ١٩٠٥، قبل أسابيع من المقال الشهير عن النسبية الخاصة، أشار «أينشتاين» إلى أن ما يسمى «الحركة البراونية» (نسبة إلى العالم «براون») ـ وهى الحركة غير المنتظمة والعشوائية لجسيمات الغبار الصغيرة المعلقة فى السوائل ـ يمكن تفسيرها على أنها نتيجة تصادم ذرات السائل وجسيمات الغبار.

فى هذا الوقت، كانت هناك شكوك حول كون هذه الذرات غير قابلة للتجزئة. فقبل عدة سنوات أثبت أحد أساتذة كلية ترينيتى بجامعة كمبردج، «ج.ج.تومسون» وجود جسيم من المادة، يسمى الإلكترون، ذى كتلة تقل عن ١/١٠٠٠ من أخف الذرات. واستخدم تركيبًا أشبه بشاشة التلفاز: سلكًا معدنيًا حارًا إلى درجة الاحمرار، أطلق إلكترونات. وبما أن هذه الإلكترونات هى ذات شحنة كهربائية سالبة، فقد كان بالإمكان استخدم حقل كهربائى لتسريعها باتجاه شاشة مغلفة بالفوسفور. وعند اصطدام الإلكترونات بالشاشة، كان يتولد وميض من الضوء. وسرعان ما عرف أن هذه الإلكترونات آتية ولابد من داخل الذرات نفسها. وفى العام ١٩١١، بين الفيزيائى البريطانى «أرنست رذر فورد» (ERNEST RUTHER-FORD) أخيرًا، أن لذرات المادة بنية داخلية: فهى مؤلفة من نواة صغيرة جدًا، مشحونة بكهرباء موجبة، ويدور حولها عدد من الإلكترونات. لقد استنتج هذا بتحليل الطريقة التى تنعكس بها جسيمات ألفا ـ وهى جسيمات مشحونة إيجابيًا ـ عند اصطدامها بالذرات.

كان المعتقد أول الأمر، أن نواة الذرة مؤلفة من الإلكترونات، ومن أعداد مختلفة من جسيمات ذات شحنة موجبة، تسمى «بروتونات» (PROTONS) ـ وهى لفظة مشتقة من اليونانية بمعنى «الأول»، إذ كان البروتون يعتبر الوحدة الأساسية المكونة للمادة.

ولكن فى العام ١٩٣٢، اكتشف زميل لـ «رذرفورد» فى كمبردج، «جيمس تشادويك» أن النواة تضم جسيمًا آخر، يدعى «نيوترون»، له نفس كتلة البروتون ولكن من دون أى شحنة كهربائية. ونال «تشادويك» جائزة نوبل على هذا الاكتشاف، وانتخب رئيسًا لكلية «جونفيل وكايوس» بكمبردج (وهى الكلية التى يعمل فيها حاليًا «ستيفن هوكنج»). ثم استقال بعد ذلك من الرئاسة بسبب خلافات مع الأساتذة. كان الخلاف شديدًا فى الكلية، منذ أن عادت مجموعة الأعضاء الشبان بعد الحرب، أجمعت أصواتهم على إخراج الأعضاء المسنين من مناصب الكلية التى كانوا يشغلونها منذ زمن طويل. وأدت خلافات مشابهة إلى استقالة أستاذ آخر من حائزى جائزة نوبل، هو السير «نيفل موت».

حتى بداية السبعينيات من القرن العشرين، كان الاعتقاد السائد أن البروتونات والنيوترونات هى جسيمات «أولية» (أساسية)، إلا أن التجارب التى تصطدم فيها البروتونات مع بروتونات أو إلكترونات أخرى، بسرعات عالية، دلت فى الواقع على أن هذه الجسيمات مؤلفة من جسيمات أصغر حجمًا. وسميت هذه الجسيمات الدقيقة

«كوارك» (QUARK) من قبل فيزيائى بجامعة كاليفورنيا هو «موراى جيل مان»، الذى نال جائزة نوبل بفضل أعماله عليها، سنة ١٩٦٩. ويعود أصل هذه التسمية إلى جملة مبهمة من «جيمس جويس»:- ثلاثة كواراك لعيّنة مارك. (THREE QUARKS FOR MUSTER MARK!!)

وهناك عدد من مختلف أنواع الكوارك: يعتقد أنها لا تقل عن ست «نكهات»، نسميها:- «فوق» و«تحت» و«غريب» و«مفتون» و«قاع» و«قمة». ولكل «نكهة» ثلاثة ألوان: أحمر وأخضر وأزرق (لابد من التشديد على أن هذه التعابير لا تتعد كونها إشارات مميزة:- فالكوارك أصغر بكثير من طول الموجات الضوئية المرئية، وبالتالى ليس له أى لون بالمعنى المعتاد. وما ذلك إلا لأن الفيزيائيين المعاصرين يتبعون أساليب أكثر خيالاً فى تسمية الجسيمات والظواهر الجديدة، فهم لا يقتصرون بعد الآن على اللغة اليونانية).

يتألف البروتون أو النيوترون من ثلاثة كواركات، كل منها ذو لون مختلف. فالبروتون يحتوى على كواركين من نوع «فوق» و«على واحد من «تحت». والنيوترون يحوى اثنين من نوع «تحت» وواحداً من نوع «فوق». وبالإمكان خلق جسيمات مؤلفة من كواركات أخرى (غريب، مفتون، قاع، قمة) ولكن لهذه جميعا كتلة أكبر بكثير، وتضمحل بسرعة متحولة إلى بروتونات ونيوترونات.

نعرف الآن أن أيًا من الذرات والبروتونات والنيوترونات ليس غير قابل للتجزئة. ويبرز السؤال: ما هى الجسيمات البدائية فى الحقيقة،

أو أحجار البناء الأساسية التى منها يتكون كل شىء؟ وما دام طول موجة الضوء أكبر بكثير من حجم الذرة، فلا أمل فى أن تمكن من «النظر» إلى أجزاء الذرة بالطريقة المعتادة، بل نحتاج إلى ما يكون ذا موجة أقصر بكثير. ولقد عرفنا من ميكانيكا الكم، أن جميع الجسيمات هى فى الواقع موجات. وكلما ارتفعت طاقة الجسيم، كانت الموجة أقصر. وهكذا، فإن أفضل جواب يمكن إعطاؤه لسؤالنا، يتوقف على قوة طاقة الجسيمات التى فى تصرفنا، لأنها تحدد مدى صغر المقياس الذى نستطيع رؤيته. وتقاس طاقات هذه الجسيمات عادة بوحدات تسمى «إلكترون فولت». (فى تجارب «تومسون» على الإلكترونات، رأينا أنه استخدم حقلاً كهربائيًا لتسريع الإلكترونات. فالطاقة التى يكسبها الإلكترون من حقل كهربائى بقوة فولت واحد، هى ما يعرف بالإلكترونات فولت). وفى القرن التاسع عشر، يوم كانت طاقات الجسيمات الوحيدة التى عرف استعمالها، طاقات ضئيلة ذات عدد قليل من الإلكترون فولت، ناتجة عن تفاعلات كيميائية، كالاحتراق، كان الاعتقاد السائد أن الذرة هى الوحدة الصغرى. وفى تجربة «رذرفورد» كانت جسيمات ألفا ذات طاقات بملايين الإلكترون فولت. وفى العقد الأخير من القرن العشرين، تعلمنا كيف نستخدم الحقول الكهرومغنطيسية، لنعطى الجسيمات طاقات بملايين ثم بآلاف الملايين من الإلكترون فولت. وهكذا، عرفنا أن الجسيمات التى كنا نعتبرها «أولية» قبل عشرين

عامًا، هى فى الواقع مؤلفة من جسيمات دقيقة أصغر حجمًا. فهل تكون هذه الدقائق الصغيرة بدورها مؤلفة من جسيمات أصغر أيضًا، ما دمنا نتقدم نحو طاقات أكبر فأكبر؟ إن هذا محتمل بالطبع. ولكن لدينا بعض الأسباب النظرية للاعتقاد بأننا قد بلغنا بالفعل ـ أو أننا على وشك ـ معرفة أحجار البناء النهائية للطبيعة.

وباستخدام الثنائية «جسيم ـ موجة»، فإن كل شىء فى الكون، بما فيه الضوء والجاذبية، يمكن وصفه بلغه الجسيمات. ولهذه الجسيمات خاصية تدعى التدوير على ذاتها (SPIN)، وتوحى كلمة التدوير بتصور الجسيمات وكأنها «بلابل» تدور على محورها. ولكن هذا قد يؤدى إلى الخطأ، لأننا نعرف من ميكانيكا الكم أن ليس للجسيمات أى محور محدد. وما نعرفه حقًا عن تدوير الجسيم، هو مظهره من مختلف الاتجاهات. فالجسيم ذو «التدوير صفر»، هو كالنقطة: مظهره واحد من أى اتجاه نظرنا إليه.. والجسيم ذو «التدوير واحد»، يشبه السهم: يختلف مظهره إذا نظرنا إليه من اتجاهات مختلفة فلا يبدو هو نفسه إلا إذا أردناه دورة كاملة (٣٦٠ درجة).. وهكذا.

ويمكن تصنيف الجسيمات حاملة القوة (التى تربط جزيئات المادة الواحدة إلى بعضها البعض) إلى أربع فئات، وفقًا لشدة القوة التى تحملها، وللجسيمات التى تتفاعل معها. ويجدر التذكير بأن هذا التقسيم إلى أربع فئات، هو من صنع الإنسان. وهو مناسب لبناء نظريات جزئية، ولكنه قد لا يلائم ما هو أعمق من ذلك. وفى

النهاية يأمل الفيزيائيون فى معظمهم أن يجدوا نظرية موحدة، تفسر سائر القوى الأربع، كمظاهر مختلفة لقوة واحدة. وفى الواقع قد يقول الكثيرون أن هذا هو الهدف الأول للفيزياء فى الوقت الحاضر. لقد جرت مؤخراً محاولات ناجحة لتوحيد ثلاث من فئات القوى الأربع، عدا عن الجاذبية، التى لن تفيدنا كثيراً فى شرحنا هذا.

فقوة الجاذبية، هى قوة كونية شاملة، أى أن كل جسيم يتلقى قوة الجاذبية وفقا لكتلته أو طاقته. والجاذبية GRAVITY هى أضعف القوى الأربع، وهى ضئيلة بحيث أننا لا نلحظها أبداً لولا خاصيتين لها هما: أنها تفعل فعلها على مسافات بعيدة، وأنها تعمل بالجذب على الدوام.

ويعنى هذا، أن قوى الجاذبية التثاقلية الضئيلة جداً بين الجسيمات الفردية داخل جسمين كبيرين كالأرض والشمس، يمكن أن تتضافر تراكميًا بمجموعها لتوليد قوة مهمة. أما القوى الثلاث الأخرى، فهى إما قصيرة المدى، أو أنها تكون جاذبة أحيانًا وطاردة أحيانًا أخرى، بحيث تلغى بعضها بعضًا.

الفئة التالية هى القوة الكهرومغنطيسية التى تتفاعل مع الجسيمات المشحونة كهربائيًا كالإلكترونات والكواركات، من دون الجسيمات غير المشحونة، وهى أقوى بكثير من قوة التجاذب التثاقلى: فالقوة الكهرومغناطيسية بين إلكترونين هى أكبر بمليون مليون مليون مليون مليون مليون مليون (واحد وإلى يمينه ٤٢ صفراً) مرة من قوة

التجاذب التثاقلي. ولكن هنالك نوعان من الشحنة الكهربائية: الموجبة والسالبة. فالقوة بين شحنتين موجبتين هي طاردة كما بين شحنتين سالبتين، ولكنها جاذبة بين الشحنة الموجبة والشحنة السالبة. ويحتوي الجسم الكبير، كالأرض أو الشمس، على أعداد متساوية تقريبًا من الشحنات الموجبة والسالبة، وبالتالي فإن القوى الكهرومغناطيسية تسيطر. فالجاذبية الكهرومغنطيسية بين الإلكترونات المشحونة سلبيًا وبين البروتونات المشحونة إيجابيًا داخل النواة، تجعل الإلكترونات تدور حول نواة الذراة، تمامًا كما يجعل التجاذب التثاقلي الأرض تدور حول الشمس. وتصور الجاذبية الكهرومغنطيسية على أنها ناتجة عن تبادل أعداد كبيرة من الفوتونات، وهي جسيمات وهمية لا كتلة لها. ولكن، عندما يتحول الإلكترون من مدار متاح إلى مدار آخر أقرب للنواه، ينتج عنه بعض الطاقة، وينطلق فوتون حقيقي، يمكن أن تراه العين البشرية ضوءًا مرئيًا إذا كان ذا طول موجة مناسب، أو أن يكشفه كشاف الفوتونات كالفيلم الفوتوجرافي. وبشكل مشابه، فإذا اصطدم فوتون حقيقي بذرة ما، فقد يحرك إلكترونًا من مدار قرب النواة إلى آخر بعيد عنها، وهذا يستهلك طاقة الفوتون، فيحدث امتصاصه.

وتدعي الفئة الثالثة؛ القوة النووية الضعيفة، وهي المسئولة عن النشاط الإشعاعي.

والفئة الرابعة فهي القوة النووية الشديدة، التي تمسك بالكواركات مجتمعة داخل البروتون والنيوترون، كما تمسك بالبروتونات والنيوترونات داخل الذرة.

الليزر

الليزر عبارة عن جهاز ينتج أشعة من نوع خاص من الضوء. وتشبه أشعة الليزر قضيبًا مستقيمًا من الضوء الكثيف، يكاد يكون جامدًا، ومع ذلك فهو شفاف ويختلف كثيرًا عن الضوء العادي من عدة وجوه:

فأشعة الليزر ضوء من لون واحد، بينما الضوء «الأبيض» العادي يتكون من عدد من الألوان بعضها مختلط ببعض. وينتشر الضوء العادي في جميع الاتجاهات، بينما شعاع الليزر يكون منتظمًا تقريبًا. وتتجمع أمواج الضوء في أشعة الليزر بعضها مع بعض لتكون شعاعًا مركزًا ساطعًا جدًا، بينما أمواج الضوء العادي ليست منتظمة. والحقيقة أن ضوء الليزر هو الأكثر لمعانًا، وهو أكثر الأضواء المعروفة كثافة حتى الآن، بل إنه أسطع من الشمس.

وأول من أوحي بنظرية الليزر هما العالمان الأمريكيان «تشارلز تاونس» و«آرثر شوالو»، كان ذلك في عام ١٩٥٧، إلا أن أول ليزر لم يوجد فعلا إلا في عام ١٩٦٠، أوجده عالم أمريكي آخر هو «تيودور ميمان»، وصنعه من قضيب من الياقوت الصناعي - ويولد هذا أشعة ليزرية عندما يتألق بفعل ومضة كثيفة من الضوء العادي. ولقد أثبت البحث فيما بعد، أن الكثير من المواد - وليس الياقوت

وحده ـ يمكن أن يصنع ليطلق أشعة الليزر، ويمكن أيضًا أن تحفز بطرق أخرى بالإضافة إلى الضوء.

أنواع كثيرة مختلفة من الليزر قد صنعت، وأنوع جديدة تجرب في جميع الأوقات. وتنتج جميعها أشعة مختلفة قليلا، وعلى هذا فهي مفيدة في أمور كثيرة متنوعة.

لقد وصف الليزر فى أيامه الأولى بأنه حل يبحث عن مشكلة.. ويعرف العلماء أن له العديد من الميزات المفيدة، فالأشعة كانت من القوة بحيث تذيب المعادن، إلا أنه من الممكن حصرها في نقطة بعينها لإنجاز عمل دقيق.

ويحمل الليزر أيضًا المكالمات الهاتفية وصور التليفزيون لمسافات بعيدة، ويدير أسطونات الفيديو ويتفحص الموجودات في المتاجر الكبيرة. ويستعمل الأطباء أيضًا الليزر «للجراحة بدون دم»، والتي هي أقل إيلاما للمريض وأسهل للجراح. ولقد أثبت الليزر في أحوال كثيرة بأنه أفضل من الطرق التقليدية في جميع هذه المهمات. ولقد زود تطور الليزر العلماء والفنانين بالوسيلة التي طالما احتاجوها لصنع صور مدهشة ثلاثية الأبعاد، تسمى الرسوم الكاملة أو المجسمة(HOLOGRAMS)، وأشعة ليزر نفسها جميلة جدًا، لدرجة أنها تستعمل للاستعراضات الضوئية الخاصة والحفلات الموسيقية والاستعراضات.

يشبه الليزر الضوء العادي (ضوء الشمس أو ضوء المصابيح)، ولكنه مرتب بطريقة مختلفة:

فالضوء العادى، يسير على شكل تيار مستمر من الأمواج؛ وتسمى الأطراف العليا من الموجة قممًا، والأطراف السفلى قيعانا. ويقاس الضوء بطريقتين: بطول الموجة (المسافة بين قمتين) وبالتردد (عدد الأمواج فى الثانية).

والضوء «الأبيض» العادى هو خليط من ألوان مختلفة ممزوجة معًا. وتستطيع أن تستخدم منشورًا لتجزئة هذا الضوء وتشاهد هذه الألوان. وهى مرتبة فى شكل أشرطة من الأحمر والبرتقالى والأصفر والأخضر والأزرق والنيلى والبنفسجى، وتسمى ألوان الطيف. وهى نفس ألوان «قوس قزح» إذ يسقط شعاع الشمس على قطرات الماء العالقة فى الجو، والتى تعمل كل واحد منها عمل منشور زجاجى صغير، فينكسر الضوء ويتحلل إلى مكوناته. وكل لون هو ضوء مستقل لإحدى الموجات؟ وموجة البنفسجى قصيرة (والأقصر منها لا نراه بالعين المجردة، وهى الأشعة فوق البنفسجية)، وموجة الأحمر طويلة (والأطول منها لا نراه بأعيننا وهى الأشعة تحت الحمراء) وأخريات بينهما.

وينتج مصباح الضوء الأحمر لونًا واحدًا، ولكنه فى الحقيقة خليط من جميع الأمواج المختلفة الطول التى تكون ألوانًا حمراء مختلفة، ومن المحتمل بعض البرتقالى، والأصفر، وألوانا أخرى أيضًا. بينما تتكون أشعة الليزر من أمواج ضوئية بأطوال متساوية، لذا فهى فى الحقيقة لون واحد أو «أحادية اللون».

وتنتشر أمواج شعاع من الضوء العادى فى جميع الاتجاهات، ولذلك يخبو الشعاع سريعا كلما ابتعد. بينما فى أشعة الليزر تستعمل جميع أمواج الضوء فى نفس الاتجاه، مكونة «قضيبا» مستقيما من الضوء المركز، متوازيا تقريبا، يحفظ عليه كثافته لمسافات طويلة.

ولا تتشابه جميع أمواج شعاع الليزر فى طول الموجه والتردد فقط، وإنما جميعها منتظمة بعضها مع بعض، بل كأنها أشخاص يسيرون بخطى منتظمة موحدة، وهى فى هذه الحالة تتشابه فى الشكل والمظهر، والضوء المتشابه فى الشكل والمظهر يعرف بالضوء المتوافق، والليزر هو المصدر الوحيد للضوء المتماسك. أما الأمواج فى الضوء العادى فجميعها مختلفة فى الشكل والمظهر وأشبه ما تكون بحشد من الناس يتجولون فى معرض. ويعرف هذا بالضوء المتنافر والمفكك.

* وتتألف أمواج الضوء من حزم من الطاقة تسمى «فوتونات». وينتمى كل فوتون إلى موجة طول خاص له نفس الطاقة. ولكن الفوتونات التى لها أمواج مختلفة الأطوال (الألوان)، لها طاقات مختلفة، وبقدر ما تكون الموجة أطول بقدر ما تقل طاقتها. لذا فإن للضوء الأحمر طاقة أقل من البنفسجى، تقع الألوان الأخرى بينهما.

ومن الأمور المثيرة أن ضوء الليزر يبدو متلألئا وملطخا ببقع دقيقة داكنة مضيئة ولكنها غير واضحة. ويحدث هذا بسبب ارتداد أمواج

الأشعة عن سطح ما. كما أن أكثر السطوح انبساطا للعين المجردة تبدو أشبه ما تكون بأرض جبلية إذا ما شوهدت من خلال ميكروسكوب (مجهر). وتؤثر هذه التلال والأودية فى بعثرة أمواج الضوء المتماسك عندما تسقط عليها، فتخرجها عن انتظامها بعضها مع بعض. فعندما تلتقى قمم موجة ما بقيعان موجة ما أخرى، فإنهما يلغيان نفسيهما مكونتين ما يرى كبقعة داكنة دقيقة. وعندما تلتقى قمتا الموجتين معا، ينضم بعضها إلى بعض ليكونا ما يرى كبقعة منيرة متلألئة.

* وتصف كلمة «ليزر» عملية تكوين الأشعة. فكلمة ليزر مختصر العبارة الإنجليزية التالية "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation"، وتعنى «تضخيم الضوء بانبعاث الإشعاع المنشط». وتصف هذه العبارة ما يحدث فى داخل ليزر ما:

فالليزر، جهاز صنع من مادة ما، تطلق ضوءاً عندما تثار بفعل مصدر للطاقة. وهناك أنواع عديدة من الليزر، ولكن العملية الأساسية لتكوين شعاع الليزر هى العملية نفسها لجميع الأنواع.

* وجهاز الليزر بشكل مبسط هو عبارة عن أنبوب زجاجى قد ملىء بغاز ما، وينشط هذا بفعل تيار كهربائى ينطلق خلاله.

يثير التيار الكهربائى الذرات (أو الجزئيات) فى الغاز وعندها يطلق أو تبعث الفوتونات (طاقة الضوء).

تضرب الفوتونات المنبعثة، ذرات أخرى مثارة، وهذا يجعلها تطلق لوتانات مماثلة. وهذا الجزء من الليزر هو الانبعاث المنشط للإشعاع.

التضخيم (Amplification) يعنى: التكبير، وهى تحدث فى الليزر بفعل الفوتون الذى يضرب ذرة مثارة، فإنه ينتج فوتونًا آخر مماثلاً لنفسه فى كل من الطاقة والشكل.

ويستطيع عندها الفوتونات كلاهما أن يضربا ذرات أخرى مثارة، وينتج بعدها فوتونات أكثر، التى تسبب بدورها إنتاج فوتونات إضافية، وهكذا.

ولأنبوب الغاز مرآة فى كل طرف. تصطدم بعض الفوتونات المنبعثة بالمرآتين وتنعكس رجوعا إلى الغاز لتعمل تضخيما إضافيا وانبعاثا منشطا. والفوتونات التى تصطدم بالمرآتين هى الفوتونات التى تتنقل فى موازاة جدار الأنبوب فقط. أما تلك التى تسير فى اتجاهات أخرى فتخرج من الأنبوب فوراً.

والمرآة التى فى أحد الأطراف هى مرآة عاكسة جزئيًا فقط، وبذلك تسمح لبعض الضوء بالمرور وما دامت المرأة تعكس رجوعًا فوتونات كافية، للإبقاء على التضخيم، فإن أشعة من ضوء الليزر المتماسك ذات اللون الواحد والاتجاه الواحد تتوالد.

أنواع الليزر:

تقدم الشروح عن ليزر الغاز، وهو لا يعدو كونه أحد أنواع

الليزر. ويمكن أن يتكون الليزر من أنواع مختلفة من الجوامد والسوائل، فضلا على الغازات. وتتنوع أيضًا وسائل إثارة المواد لكى «تتليزر»، فمن الممكن أن تكون الكهرباء، أو الضوء، أو تفاعلا كيميائيًا، أو حتى أشعة ليزر أخرى ويعنى هذا أنه يمكن استخدام الليزر ليتلاءم وإنجازات معينة. فالليزر ذو القوة المنخفضة والذى يتفحص مثلا، مشترياتك من السوبر ماركت، قد لا يكون مفيداً على الإطلاق للحم السيارات، أو النقش على رقائق مجهرية.

وينتج الليزر أشعة من ألوان مختلفة، اعتماداً على المادة التى يتكون منها. فأشعة ليزر الياقوت حمراء، كلون البلورات. وتنتج كل مادة كيميائية موجة ولونًا معينين، مثال ذلك أن مصابيح الشوارع الصوديومية تشع اللون البرتقالى، ولافتات النيون تشع الأحمر، ومصابيح الآرجون تشع الأزرق المخضر. ويمكنك اختبار ذلك بأن تحرق ـ لكن بحذر ـ مواد كيميائية متنوعة فى لهب. فالأملاح التى تحوى الصوديوم تطلق وهجا برتقاليا، والبوتاسيوم وهجه أرجوانى، والنحاس وهجه أخضر وهكذا.

* والليزر النابض هو الذى ينتج شعاعًا من سلسلة متتالية من نبضات من الضوء قصيرة جدًا، وليست أشعة منفردة ثابتة.

والليزرات التى لا تنبض تسمى ليزرات الموجة المستمرة(Continous Wave Lasers). وهناك من الليزرات ما هو مستمر وما هو نابض مثل ليزر ثانى أكسيد الكربون(CO_2). ويعمل الليزر النابض عن

طريق بعض الضوء فقط عندما تكون المادة المليزرة فى قمة الإثارة. وتنتج بعض أنواع من الليزرات مئات أو آلاف من النبضات فى كل ثانية، فتبدو وكأنها مستمرة. وينتج غيرها نبضة واحد فقط كل عشر دقائق أو أكثر. ويمكن أن يتغير طول النبضة من بضعة أجزاء من الألف إلى أقل من جزء من بليون جزء من الثانية. وتتغير أيضًا قوة طاقة الضوء فى النبضة.

الليزر فى الصناعة

يستعمل الليزر فى الصناعة، ليقطع ويثقب، ويلحم ويحفر العديد من الأشياء بدءًا من الحديد الصلب وحتى الألماس الأصلب منه، وانتهاء بالمنسوجات، والورق والبلاستيك. إن العديد من أجهزة الليزر الصناعية عبارة عن آلات ضخمة، قوية تعمل فى العادة تلقائيا، وغالبا تحت مراقبة الكمبيوتر. وقد بدأ استعمال الليزر عوضا عن الآلات التقليدية كالمخارز والمناشر. ومن المحتمل أيضًا أن يصبح الليزر فى يوم من الأيام أدوات شائعة الاستعمال فى الأعمال المنزلية.

ومن حسنات الليزر الكبرى سهولة توجيه أشعته إلى حيث يراد الإفادة منها. ومع أن الليزر نفسه ثابت إلا أن أشعته يمكن تنقيلها إما على طول الألياف البصرية أو عكسها بواسطة المرايا على طول مسار ما، ويمكن الإفادة من ضوء الليزر بتوجيهه إلى أماكن صغيرة أو خطرة أو تلك التى يتعذر الوصول إليها بالأدوات العادية.

وأغلب الاستعمالات الصناعية لأشعة الليزر هى القطع والثقب وميزة أشعة الليزر تكمن فى كونها ضوءاً قويًا لا يبلى ولا يتعرقل كما يحدث للمناشير والمثاقب. وأشعة الليزر سريعة وصافية كما أنها أيضًا أدق وأتقن من الأدوات التقليدية.

وتحدث أشعة الليزر ثقبا فى مادة ما بأسرع وقت ممكن وذلك عن طريق تبخير المادة من مكان الثقب. وأفضل طريقة لإنجاز مثل هذا العمل هى بالليزر النابض، حيث تولد أشعة قصيرة لها طاقة هائلة. وتتلاشى المادة كلها من الثقب بفعل التبخير. أما المثقاب العادى فإنه ينثر من خلال الثقب نثرات صغيرة تعيق عملية الثقب كما قد تتسبب فى جرح أيدى العاملين، فى حين تفتح أشعة الليزر ثقبا متقنا دونما نثار أو برادة.

ويستخدم الليزر فى القطع والشق مبدأ الثقب نفسه. وسواء أكان المادة هى المتحركة أم الليزر، فإن الأشعة تتبع مساراً معينًا وتحدث شقًا. ويسمى هذا الشق «ثلما» وهو أملس جداً وضيق لأن الليزر يشق بالتبخير. وكثيراً ما يصيب المنطقة على جانبى الشق ببعض التلف بفعل الأشعة. وهذا ما يعرف بـ HAZ اختصاراً لـ «المنطقة المتأثرة بالحرارة». وتضبط أشعة الليزر لحصر المنطقة المذكورة فى أصغر مساحة ممكنة.

* ومن المحتمل أن تشاهد الليزر مستقلا فى أحد الأماكن، حيث تعزف الموسيقى وتسمع الاسطوانات المرئية. ولقد طور نوع جديد من

الأسطوانات، التى سجلت وتسمع بأشعة الليزر. ولهذه الأسطوانات (المرئية ـ المسموعة) سطوح فضية تشبه المرايا، تعكس الضوء على شكل طيف قوس قزح. ويبلغ حجم تلك الأسطوانة المرئية، حجم الأسطوانة الصوتية الطويلة المدى والتى يبلغ قطرها بين ٢٠و ٢٥ سنتيمترًا، ويسجل عليها كل من الصوت والصورة. أما الأسطوانات السمعية فهى للصوت فقط، لكنها أصغر كثيرًا، وغالبًا ما تعرف بالأسطوانات الرقمية.

يكون سطح اسطوانة الليزر معدنيًا عاكسًا إلى حد كبير ومغطى بطبقة واقية من البلاستيك الشفاف.

وتوجد فى هذا السطح فجوات مجهرية متناهية فى الصغر تسمى «ندوبًا»، وتسمى المناطق المنبسطة فيما بينها «مسطحات».

يدير جهاز التشغيل الأسطوانة ويمسحها بأشعة الليزر، التى تتحرك عموديًا عبر الأسطوانة من المركز إلى الحافة. فيعكس السطح اللامع الأشعة ويعيدها إلى المسجل ليلتقطها بوسيلة الكترونية، وهذا بدوره يولد إشارة الكترونية، فور اكتشاف الضوء. وتعكس الندوب والمسطحات التى على الأسطوانة أشعة الليزر بأشكال مختلفة منتجة أشعة متباينة، وهذا بدوره يتيح للكشاف إنتاج إشارة كهربائية متباينة، وهى التى يترجمها المسجل معيدًا إياها إلى صور مرئية وأصوات مسموعة.

* ويعتبر الرسم المجسم نوعًا من التصوير الضوئى، ينجز بالليزر

ويسجل على لوحة منبسطة من شرائح للتصوير الضوئى أو من الزجاج. والشىء الفريد الذى تتميز به الرسوم المجسمة أن لها صورة ثلاثية الأبعاد وهى التى تبدو مجسمة. وتظهر الصورة وكأنها معلقة فى الفضاء، سواء فى مقدمة اللوحة أو خلفها أو فوقها مباشرة. وكلما تحركت بالنسبة للرسم المجسم فإنك ستحصل على مناظر مختلفة للصورة، تماما كما تفعل عندما تنظر إلى جسم حقيقى. والرسومات المجسمة مقنعة تمامًا، فتشعر وكأنك تستطيع الإمساك بالصورة، أو تضع يدك حقيقة عليها.

* وسائل الاتصال الليزرية هى من الاستعمالات المهمة لليزر والتى نمت سريعًا، وهو يقوم بتخزين ومعالجة وتبادل المعلومات. وتتولى الليزرات اليوم نقل المكالمات الهاتفية والبث التليفزيونى وشبكات الإنترنت ونقل الرسائل إلى الأقمار الصناعية والغواصات. كما يخزن ويقرأ المعلومات الكائنة على الاسطوانات البصرية، والرموز الخطية وبطاقات الاعتماد، ويستعمل أيضًا فى طباعة الكتب و المجلات.

* يستخدم الليزر فى الطباعة بعدة طرق منها؛ استعمال صفائح معدنية تعرف بألواح الطباعة، محفورة على سطوحها الكلمات والصور. ويمكن استعمال الليزر فى حفر الألواح، كما يمكن إنتاج النوع المطبوع أيضًا بتقنية مشابهة جدًا لحفر الليزر هذا. إذ تضبط الأشعة بنفس الطريقة التى تصنع بها الأحرف، إلا أنها تلتمع على ورقة تصوير بدلاً من حفرها. ثم تتعرض الورقة لأشعة الليزر،

والمواضع التى أحدثت فيها الأشعة مساراً تصبح علامات طباعة داكنة لدى معالجة الورقة (تحميضها).

ومهمة طباعية أخرى لليزر، هى مسح أو قراءة الصفحات وتحويل العلامات إلى إشارة كهربائية ـ ويمكن حينئذ أن تنتقل هذه الإشارة إلى المكاتب البعيدة للطباعة.

* ولقد قيست المسافة بين الأرض والقمر بوساطة أشعة ليزر ارتدت عائدة إلى الأرض عن عاكس كان ترك على القمر. وعلى الرغم من أن ضوء الليزر متواز لمسافات أقصر من تلك، إلا أن الأشعة تنتشر بعرض نحو كيلو متر واحد فقط طوال هذه المسافة الشائعة. ويتم حساب المسافة على اعتبار أن سرعة الضوء ثابتة وهى ٣٠٠ مليون متر/ ثانية، وبتسجيل عدد الثوانى منذ لحظة إطلاق شعاع الليزر من الأرض وحتى ارتداده منعكساً من سطح القمر يمكن حساب المسافة (المسافة = السرعة × الزمن).

* وعندما اخترع الليزر أول مرة ظهر فى الروايات الخيالية العلمية كسلاح مميت. ولم يزل عدد من الأفلام يعرض سيوف الليزر، وبنادق الأشعة، ومدافع الفضاء التى تشترك فى معركة ما. وهناك العديد من الأبحاث السرية جارية الآن فى كثير من الأقطار، لصنع الليزر الذى سيحطم الطائرات ويدمر القذائف الصاروخية والأقمار الصناعية، إلا أن ليزراً كهذا يجب أن يكون ذا قوة هائلة وضخمة جداً. ومهما يكن من أمر فالليزر يستعمل فى مجالات عسكرية عديدة فضلاً عن استعماله وتركيزه كأشعة قاتلة.

* وأجهزة المخابرات يمكنها استعمال أشعة الليزر للتنصت على محادثة ما، وذلك بجعل الأشعة تنعكس على زجاج نافذة الغرفة، حيث تجرى المحادثة. فمن المعروف أن أصوات المتحدثين تحدث اهتزازات فى زجاج النافذة يمكن التقاطها بوساطة أشعة الليزر، ومن ثم تحمل إلى الكشاف الذى يحولها إلى أصوات طبيعية، تمامًا كما يحدث للأشعة المنعكسة من فوق اسطوانة الليزر حيث تتحول التذبذبات المختلفة المرتدة إلى أصوات بواسطة الكشاف الالكترونى.

الليزر فى الطب

وفى الطب فقد حل الليزر محل مبضع الجراح، وهذا ما يسمى غالبا «الجراحة بدون دم» وذلك بسبب أن الأشعة تسد الأوعية الدموية سدًا محكمًا حول الجرح، وتمنع النزف. وتستعمل الأشعة أيضًا فى العمليات لتثبيط نشاط الأورام. كما أن الألم الناجم عن الجراحة يكون قليلاً أو لا ألم البتة، وأما الشفاء فهو بالليزر أسرع منه فى الجراحة التقليدية.

والمنظار الداخلى يصنع من جدائل من الألياف البصرية وأنابيب رفيعة جمعت معا داخل سلك بسمك الأصبع، وهو من الصغر بحيث يمكن أن تمر عبر حنجرة المريض.

وهذا المنظار يذهب عن طريق الفم إلى المعدة لاستكشاف قروحها ومعالجتها بتسخين طرف الشريان ولحم الجرح النازف المفتوح. ويتم

اللحام بتكوين جلطة صغيرة جدًا فوق الحرق، أما النسيج المحيط فلا يتأثر، وذلك لأن الأشعة تكون مركزة جدًا فوق الشريان.

ويستخدم الليزر فى إزالة بعض الأورام الخبيثة، وتفتيت حصى الكلى، والأكياس الصغيرة التى تتكون على الأعضاء الداخلية.

وأكثر استعمالات أشعة ليزر شيوعا هو فى جراحة العيون، كانفصال الشبكية فى خلفية كرة العين، إذ يستطيع الليزر أن يلحم الشبكية ويعيدها إلى ما كانت عليه دون الحاجة إلى جراحة فى العين.. وذلك بأن تمرر الأشعة بشكل مستقيم خلال بؤبؤ العين، دون أن تؤثر فيها، تمامًا كما يفعل الضوء العادى، وتركز الأشعة على الشبكية بفعل عدسة العين نفسها، فتحصل جلطة صغيرة بفعل الحرارة ويتم اللحام بين الشبكية وجدار العين الخلفى.

ويستطيع الليزر إزالة العلامات كالوشم وبعض العلامات أو البقع المخلوقة مع الإنسان. ويعالج البقع الحمراء الكبيرة التى تعرف بـ «البقع البرتغالية»، بسهولة أكثر. ويستخدم فى ذلك ليزر «آرجون» ذو الموجة الخضراء وذلك لأن المناطق الحمراء من البقعة أكثر امتصاصا للأشعة من تلك الملونة بلون الجلد الطبيعى. وتسلط الأشعة الحمراء (الليزرية) على الوشم فتكوى مناطق صغيرة منه، بحيث ينمو الجلد الجديد غير الملون محل الجلد الملون، وتكون المعالجة تقريبا بدون ألم. ولكنها تتطلب وقتًا طويلاً، وذلك لأن مناطق صغيرة فقط يمكن معالجتها فى جلسة واحدة.

الاقتراب من كاميرا زويل

لو أنك رسمت على طرف صفحة كتاب صورة رجل يصعد درجات السلم، وعلى طرف الصفحة التالية رسمت نفس الرسم مع تغيير بسيط فى الحركة، كأن ترتفع القدم مثلاً. .وبطرف الصفحة الثالثة أضفت إلى الرسم السابق صورة القدم وقد استقرت على الدرجة الأعلى. . وهكذا تدرجت بالحركات لنفس الرسم. . ثم أمسكت بأطراف الصفحات وقلبتها بسرعة، فإن الرسم سيبدو لك متحركًا، وسيصعد الرجل درجات السلم!.

وهذا هو الأساس فى تصميم فيلم الرسوم المتحركة. فالحركة الواحدة من حركات «توم وجيرى» والتى تستغرق ثانية واحدة، تحتاج إلى رسم ٣٠ صورة فى الأقل، كل منها يحمل جزءًا من تلك الحركة، وبالطبع كلما زاد عدد الصور المعروضة فى الثانية الواحدة عن ٣٠ زادت الصورة نقاء ووضوحًا، وأمكن التحكم فيها بشكل أكبر. معنى ذلك أن الدقيقة من الحركات المتتالية تحتاج إلى ١٨٠٠ صورة، وهو عدد ضخم جدًا، ويزداد ضخامة إذا طال الفيلم لساعة أو أكثر.

وعند عرض الفيلم فإن الثلاثين صورة التى شكلت حركة الثانية الواحدة، يجب عرضها بنفس السرعة (أى ٣٠ ص/ث) فإذا عرض الفيلم بسرعة أبطأ (٣٠ ص/٣ث = ١٠ص/ث) فإن العين سوف

تميز الفواصل التى تقطع الصور (على الفيلم الخام) وستبدو الحركة متقطعة أمام العين.

إذن فحتى تبدو الصورة والحركة متصلة أمام العين، يجب أن يكون الحد الأدنى لعرض الصور المتتالية هو ٣٠ص/ص (السرعة الحرجة). وهذا هو السبب الذى يجعل ريشات المروحة تبدو فى عينك كعجلة متصلة شبه شفافة إذا أدرتها على السرعة العالية. وإذا رسمت خطاً أزرق فى منتصف كل ريشة ثم أدرت المروحة بسرعة، بدا هذا الخط كدائرة زرقاء متصلة.

وهذا هو نفس عمل كاميرا الفيديو، فالفيلم فى عجلة الكاميرا عند التصوير، يدور بسرعة معينة (أكبر بالطبع من السرعة الحرجة) ولتكن مثلاً ١٠٠ ص/ث. معنى ذلك أن الحركة التى تستغرق ثانية واحدة كإغماضة العين مثلاً سيتم تصويرها على ١٠٠ ص من صور الفيلم. وعند إعادة العرض فى السينما أو التليفزيون فإن سرعة العرض يجب أن تساوى سرعة التصوير = ١٠٠ص/ث. فإذا خفضت سرعة العرض إلى الحد الأدنى (٣٠ص/ث) فإن ال ١٠٠ صورة التى صورت إغماضة العين (١ث) سيتم عرضها على المشاهد فى أكثر من ٣ ثوانى (١٠٠ ÷ ٣٠).

معنى ذلك أنه برغم أن المشهد سيبدو متصلاً (٣٠ص/ث) إلا أنه سيبدو بطيئًا جداً، أى سوف تستغرق إغماضة العين ٣ث على الشاشة. وهذا هو العرض البطئ.

وهو نفس ما يحدث فى التلفاز عند إعادة عرضة الهدف.. فلنفترض أن كرة دخلت المرمى أثر ضربة جزاء، مستغرقة زمنًا قدرة ٣ ثوانى، وتم تصويرها على ٣٠٠ صورة من صور فيلم الكاميرا، التى كانت تعمل بسرعة ٣٠٠ص÷ ٣ث = ١٠٠ص /ث، فإذا أعيد عرض الهدف بنفس السرعة ١٠٠ ص/ث فإنك ستشاهد الهدف بسرعته الطبيعية.. أما إذا أعيد العرض بسرعة أبطأ، ٣٠ص/ث كحد أدنى، فإن زمن عرض الهدف على الشاشة سيكون = ٣٠٠ص ÷ ٣٠ ص = ١٠ ثوانى.

وبذا فإن الهدف الذى استغرق ٣ ث فى حقيقته، ستراه أنت فى ١٠ ثوانى عند إعادة عرضه بطيئًا على الشاشة.. وهكذا تستمتع أكثر بمنظر الكرة وهى تتهادى يمينًا إلى داخل الشبكة، بينما حارس المرمى يطير ببطء إلى اليسار.

هل تذكر لمسة يد «مارادونا» الشهيرة التى أدخل بها الكرة إلى شباك انجلترا فى نهائى كأس العالم وخدع بها الحكم التونسى «على ابن ناصر» ـ لأن الحركة كانت أسرع من متابعة عينه لها. لقد تيقن العالم كله من لمسة اليد هذه، فقط حين أعيد عرضها بالبطىء على شاشات التلفاز. ولنفترض أن سرعة الكاميرا التى التقطت هذا الحدث كانت ١٠٠ ص/ث (الزمن الذى استغرقه تصوير صورة واحدة = ١/ ١٠٠ من الثانية = ٠١،ث)، ووحدة الزمن المستخدمة فى أثناء العرض البطئ ٣٠ ص/ث (زمن عرض الصورة الواحدة سيكون ١/ ٣٠ ث = ٠٣٣, ٠ من الثانية) فى حين أن زمن العرض

العادى يجب أن يساوى زمن التصوير (١٠,٠ث).

فإذا لم تكنِ متأكدًا تمامًا من لمسة يد مارادونا للكرة قبل دخولها المرمى، ولم يفلح العرض البطئ السابق فى إقناعك، فلقد كان يتوجب عليك أمران: ـ

الأول: ـ أن تستخدم كاميرا ذات سرعة أعلى فى التصوير من السابقة (١٠٠ ص/ث)، لنقل مثلاً ١٠٠٠ص/ث.. ولنفترض أن الزمن الذى احتاجه مارادونا لدفع الكرة داخل المرمى هو ثانيتان (٢) فقط. معنى ذلك أن لديك ٢٠٠٠ صورة متتالية للمسة اليد هذه، تم تصويرها بسرعة ١٠٠٠ ص/ث (زمن تصوير الصورة الواحدة ١/١٠٠٠ من الثانية ١٠٠,٠ث.

الأمر الثانى: أنه لتمحيص لمسة اليد هذه، والتى استغرقت ثانيتان و٢٠٠٠ صورة متتالية، فإن إعادة العرض بنفس السرعة (١٠٠٠ ص/ث) سيريك الحركة بسرعتها الطبيعية، وقد لا تتمكن مجددًا من الحكم السليم عليها، لذا فأنت تحتاج لأن تراها ببطء.

قلنا أنها فى الواقع استغرقت ثانيتان (٢٠٠٠ ص متتالية) فما رأيك أن ترى نفس الحركة ولكن فى دقيقة كاملة (٦٠ث).. أعتقد أن هذا العرض سيفى بالغرض.

كل ما عليك إذن أن تعرض نفس ال٢٠٠٠ ص المتتالية، ليس فى ثانيتين كالواقع، بل فى ٦٠ ث (دقيقة واحدة) أى بسرعة = ٢٠٠٠ ص ÷ ٦٠ ث = ٣٣ ص/ث تقريبًا.

لاحظ هنا أنك اضطررت إلى استعمال كاميرا معقدة جداً تصور ١٠٠ ص فى الثانية، أى أنها تعتمد الزمن ٠,٠٠١ من الثانية لتصوير الصورة الواحدة.

فإذا كنت أكثر ثراء، فلتشتر كاميرا تستطيع أن تصور مليون صورة فى الثانية الواحد، أى تعتمد الزمن ١/ مليون من الثانية (ميكروثانية) لتصوير الصورة الواحدة فإذا كنت ذلك المحظوظ، فإن لمسة يد ماردونا للكرة والتى استغرقت ثانيتان فقط، سيتم نقلها بواسطة مليونين من الصور المتتابعة، وإذا قررت إعادة العرض بسرعة بطيئة (٣٠ ص/ث)، فإن زمن عرض تلك اللمسة الشهيرة سيستغرق = ٢ مليون صورة ÷ ٣٠ ص/ث = ٦٠ ألف ثانية = ١٨ ساعة.

أى أن ما فعله ماردونا فى ثانيتين اثنتين سيمكنك مشاهدته فى قرابة يوم كامل من العرض المتواصل، باستثناء فترة نوم قصيرة.

ترى هل تكفيك هذه المدة من المشاهدة التفصيلية للحكم على صحة الهدف؟!.

غير أن هناك أشياء كثيرة تحتاج بالفعل لأن تراها تفصيليًا؛ كأن ترى لحظة لمس خط النهاية فى مسابقات السباحة، وخاصة عندما يشترك كثيرون فى اللمس فى نفس اللحظة، عندها فإن كسور الثانية ستحدث فرقًا فى ترتيب الميداليات.. وكذلك أن ترى مسار مقذوف نارى منذ لحظة خروجه من فوهة البندقية وحتى اختراقه هدفه القريب.. هل ينطلق فى خط مستقيم؟.. هل يدور حول نفسه أثناء انطلاقه؟.. ولماذا تكون فتحة الدخول دائمًا أصغر بكثير من فتحة

الخروج؟.. وما هى ميكانيكية التدمير التى يعمل بها المقذوف داخل الجسم؟.. هل تراه مجرد الاختراق كفعل المسمار، أم أنها حرارة الاحتكاك، أم أنه ضغط الاندفاع الحادث أمام المقذوف، أم خلخلة الضغط خلفه، أم هى حركته الحلزونية السريعة.. أم ماذا؟؟؟

كل هذه الأسئلة تحتاج إلى كاميرا سريعة جدًا، تصور رحلة المقذوف التى قد تحدث فى ١ ٠٠ ٠ من الثانية، تصورها فى ألف صورة مثلاً، أى بسرعة صورة واحدة فى الميكروثانية (١ من مليون جزء من الثانية) ثم لنجلس ونسترخى ونحتسى كوبًا من الشاى ولنشاهد بالعرض البطئ كيف يتهادى المقذوق بتؤدة، خارجًا من فوهة البندقية وطائرًا كبطة كسيحة إلى هدفه؟!!.. وسنرى كيف يتمكن من صنع فتحة خروج أكبر مئة مرة من فتحة دخوله إلى الهدف؟.. وهذ أمور مهمة جدًا للطب الشرعى مثلاً.. فوجود جثة قتيل فى حجرة بين شباكها وبابها المفتوحين، وكان الجرح الدائرى الأكبر ناحية الشباك، فهذا يعنى أن رصاصة أطلقت عليه من ناحية الباب (أى أن القاتل كان داخل البيت) وهكذا.

هناك أشياء أدق وأصغر وأسرع من مجرد لمسة يد لاعب أو مقذوق نارى ولعلها تكون فى حياتنا أهم مما سبق. ففيروس نقص المناعة (الإيدز.H.I.V) مثلا، عرف أنه يفعل فعله عن طريق تثبيطه لإحدى الخلايا المحورية فى إتمام مناعة الجسم ضد الأمراض (T Helper Cell) فيترك الجسم متاعًا مباحًا لكل الميكروبات.. هذا هو مجمل الصورة، ولكن لكل شىء لحظة ذروة حرجة، وهى هنا

تحديداً: لحظة الالتقاء لأول مرة بين الحمض النووى للفيروس والحمض النووى للخلية، إن تفاعلاً من نوع ما يحدث بحيث يسيطر الأول على الثانى ويسخره لعمل صور أخرى من الجينوم الفيروسى، ويصرفه عن عمله المفيد السابق لخليته الأم.. كيف يحدث هذا التفاعل؟.. ولماذا ينتصر هذا الفيروس بالذات على تلك الخلية بعينها؟.. هناك برهة منغلقة علينا إذن.

فلو أمكننا مشاهدة هذا التفاعل اللحظى الدقيق، بالعرض البطئ، لأمكن التعرف على ميكانيكية الإصابة بدقة، ولأمكن تحديد اللحظة الحاسمة والمسئولين عنها والمشاركين فيها، ولأمكن تسخير البحوث الدوائية لأجل إفشال ما يحدث فى تلك اللحظة فقط.. لأن ما يحدث قبلها هو ملايين التفاعلات، وما يحدث بعدها هو أيضًا ملايين التفاعلات، وما تفعله البحوث الدوائية الآن، هو التجريب والاحتمال.. أى تثبيط واحد من تلك التفاعلات ومراقبة النتيجة، لعل وعسى.. ولكن حتى الآن لم يمكن الاهتداء إلى التفاعل المحورى فى السلسلة كلها.. أما غير ذلك، فهو مرشح فى أحسن الأحوال لتغيير صورة من صور المرض (الأعراض) من دون المساس بالعملية المرضية القاتلة ذاتها.. وهذا الشيء ينسحب بالتالى على كل الأمراض.

فى مسابقة القفز بواسطة عمود الزانة، صورت احدى الشركات لحظة القفز هذه بكاميرا سريعة جدًا، ثم استعرضت الصور بالعرض

البطىء جدًا.. وانصرف جل تركيز الخبراء على برهة واحدة، قد تصل إلى ١٠٠,٠ من الثانية، وهى لحظة مفارقة قدم اللاعب لأرض الملعب.. اللحظة الأخيرة والوحيدة قبل أن ينطلق اللاعب طائرًا.. هذه البرهة شاهدها خبراء الشركة على مدى ساعة أو أكثر من العرض البطىء ـ فكيف إذا قرروا مشاهدة ثانية كاملة أو ثانيتين من عملية القفز؟! ـ بعدها قرر المجتمعون شيئًا، وهو أن يزيدوا فى سماكة الطرف الأمامى لحذاء القفز الرياضى، بضعة ملليمترات، ستكون غير ملحوظة بالعين المجردة..وأعطيت تلك الأحذية لبعض اللاعبين.. وكالمتوقع، سجلوا جميعًا أرقامًا قياسية وحصدوا ذهبًا وفيرًا وزادت مبيعات تلك الشركة من الأحذية بطريقة صارت مفضوحة، وأجريت تحقيقات فى هذا الشأن، وأخذت تلك الأحذية لتحليل قياساتها، واكتشف الأمر، فحظر استخدامها بعد ذلك!.

وأيًا ما انتهت اليه القصة السابقة إلا أنها ستعطيك فكرة بالتأكيد عن أهمية التحليل والتدقيق والتفكير.

ماذا يحدث فى التفاعل الكيماوى؟

انصب تفكير د. زويل بحكم تخصصه، على التفاعلات الكيميائية التى تحدث بين العناصر لتكوين عناصر جديدة مغايرة.

والكيمياء كأى علم معملى آخر، قامت على التجارب والاستقراءات والاستنتجات.. فلقد وجد العلماء من بين ملايين التجارب، أن إضافة حامض الكلور (الذى عرف بالصدفة) إلى الصودا الكاوية (عرفت بالصدفة أيضًا) قد أعطاهم بلورات ذات طعم ملحى مقبول إضافة إلى ماء.. فوضعوا المعادلة:ـ

محلول حمض الكلور (يد كل) + محلول الصودا الكاوية (هيدروكسيد الصوديوم ـ ص ١ يد) = ملح الطعام (كلوريد الصوديوم ـ ص كل) + ماء (يد ٢ أ).

وهذا الماء وجدوا أنه يتحلل كهربيًا إلى غازين، أحدهما وجد أنه يشتعل بذاته وسمى الهيدروجين، والآخر وجد أنه لا يشتعل ولكن يساعد على الاشتعال وسمى الأكسجين. وبالعودة إلى معادلة التفاعل، فإن الغازين السابقين لابد أنهما أتيا من الحمض أو من الصودا الكاوية أو منهما معًا.

وبإجراء عدد من التفاعلات على كل مركب من تلك المركبات على حدة، وجمع النتائج ومقارنتها ببعضها البعض، يتم التحقق من

تلك الافتراضات، بإثبات صحتها أو خطئها.

فالصودا الكاوية مثلا (قبل أن نعرف تركيبها الحقيقى) ستتفاعل مع غاز ثانى أكسيد الكربون، فينتج لدينا مركب جديد هو صودا الغسيل ـ لو كان متميعًا ـ أو ملح النطرون ـ لو كان جافًا، إضافة إلى الماء (الذى هو هيدروجين وأكسجين)، ومرة ثانية فإن هذين الغازين إما نتجا من الصودا الكاوية أو من ثانى أكسيد الكربون أو من هما معًا.. وبمقارنة مجاهيل المعادلات، أمكن وضع تصور نهائى عن تركيبات المواد المتفاعلة.

* ولكن لماذا وكيف ينفرط عقد جزئ ملح الطعام (ص كل) فى الماء (يد ٢ أ) عند تمرير تيار كهربى به، لكى يعطينا جزيئًا من الصودا الكاوية (ص أ يد) وجزيئًا من غاز الكلور (كل ٢) ـ الذى يستخدم سائله فى تطهير المسابح وتعقيم المياه ـ وجزيئًا من غاز الهيدروجين.

لماذا لا تتجه ذرة الصوديوم أثر تحللها من جزئ ملح الطعام إلى ذرة من ذرتى جزئ الأكسجين لتكون جزيئًا من أكسيد الصوديوم، أو تستقل بذاتها لتكون جزيئًا من الصوديوم (غير موجود بصورة نقية لأنه غير مستقر)؟؟.. لا أحد يعلم لماذا؟.. ولكن الكثيرين يعلمون النتائج النهائية والإجمالية لتلك التفاعلات.

هذه التفاعلات وغيرها، نحن لا نرى تفاصيلها لسببين:

(١) صغر حجم الجزئ. (٢) صغر الزمن الذى يحدث فيه التفاعل بين الجزيئات.

بداية، فإن الجزئ هو أصغر جزء من المادة تبدو فيها صفاتها الكيميائية، وهو قد يتكون من ذرة واحدة كالكالسيوم (كا) والصوديوم (ص) والبوتاسيوم (بو) وقد يتكون من ذرتين كالهيدروجين (يد ٢) والأكسجين (أ ٢) وقد يتكون من ثلاث ذرات كالأوزون (أ ٣) أو أكثر.. وجزئيات المركبات تتكون من ذرات العناصر الداخلة فى تكوين هذا المركب، فجزئ الماء يتكون من ذرتين من الهيدروجين متحدتين مع ذرة واحدة من الأكسجين (يد ٢ أ) وجزئ ملح العام يتكون من ذرة صوديوم متحدة مع ذرة من الكلور (ص كل) والاتحاد بين الذرات يكون عن طريق الكترونات المدارات الخارجية فقط وتتكون روابط بين الذرات المختلفة وهى إما رابطة أيونية أورابطة تساهمية، الأولى تنتج عن انتقال الكترون أو أكثر من ذرة إلى أخرى، انتقالا كليًا فى المركب الكيميائى.. فذرة الصوديوم (متعادلة الشحنة) إذا ما فقدت الكترونا (-) من مدارها الخارجى تحولت إلى أيون موجب (+) لأن عدد الشحنات السالبة (الكترونات) قد نقص.. ولو أن ذرة الكلور (المتعادلة) قد اكتسبت هذا الإلكترون (-) الطليق، فأضيف إلى مدارها الخارجى لتحولت إلى أيون سالب لأن عدد الشحنات السالبة قد زاد.. فيصير لدى أيون موجب (الصوديوم) وأيون سالب (الكلور) فى نفس المحلول فيتجاذبان إلى بعضهما البعض ويتحدان ويشكلا جزئيًا من ملح الطعام (ص كل).

أما الرابطة التساهمية فتنتج عن اشتراك الذرتين المرتبطتين بزوج أو أكثر من الإلكترونات فى المدارات الخارجية بحيث تساهم كل ذرة بنصف عدد الكترونات الرابطة، وبحيث يدور زوج الالكترونات معًا حول الذرتين المشتركتين فى تكوين الجزئ كجزئ غاز كلوريد الهيدروجين (يد كل) وجزئ الماء (يد ٢أ) وجزئ غاز النشادر (ن يد٣).

والتفاعلات الكيميائية لا تتم إلا بطاقة (حرارة) قد تفقد أو تكتسب. فوضع الالكترون فى مدار الذرة الخارجى، يعبر عن محتواه من الطاقة (سرعة) ـ (للطاقة صوره عدة وهى إما حرارة أو سرعة أو ضوء أو حركة اهتزازية أو شحنات كهربية أو موجات صوتية.. إلخ، وهى متحولة من صورة لأخرى لكنها لا تفنى ولا تخلق من عدم) ـ فإذا انخفض محتواه من الطاقة، سقط الإلكترون إلى مدار أقرب إلى النواة (وقد يتسرب هذا القدر الضئيل من الطاقة الناتج عن الفارق بين المدارين فى صورة ضوء أو طيف) أما إذا حصل الإلكترون على طاقة إضافية، من مصدر خارجى (كشعاع ليزر مثلا) فإنه ينتقل إلى مدار أعلى، أو قد يفلت نهائيًا من نطاق ذرته، حاملاً معه طاقته الزائدة فى شكل ضوء أو حرارة أو حركة اهتزازية أو.. إلخ.

إلى عهد زويل فإن ما سبق كان كله افتراضات، ثبتت صحتها، لكن أحداً لم يستطع أن يرى الذرة أو الجزئ.. لماذا؟؟.. لأننا نرى

بواسطة شعاع الضوء الذى نسقطه على الشيء فينعكس إلى عيوننا فنرى به، كقول العالم العربى الجليل «الحسن بن الهيثم»، ولما كان شعاع الضوء هذا عبارة عن حزمة من الفوتونات، وهى جسيمات دقيقة ذات طاقة عالية، (انظر الليزر)، فإن هذه الطاقة سوف تنتقل من شعاع الضوء إلى الكترونات المدارات، فتطلقها إما لمدارات أعلى أو ربما تخرجها نهائياً عن نطاق الذرة، وتالياً فإن الجزئ، المكون من عدة ذرات متحدة مع بعضها، سوف يكتسب مزيداً من الطاقة فتهيج ذراته، أثر تهيج الإلكترونات، وقد تنكسر الرابطة القديمة وتتحرر الذرات، وقد تدخل مع ذرات أخرى فى علاقات جديدة لتكوين جزئيات مختلفة عن السابقة.. وبالتالى فقد كان من المستحيل نظرياً مشاهدة جزئ ما، لأنه سيتحول إلى شيء مختلف عما أردنا الإطلال عليه.. والأهم أننا لم نكن نستطيع التقاط لحظة تفكك الرابطة الكيميائية والتقاط الرابطة الأخرى التى تكونت، فذلك شيء يحدث على مستوى الإلكترونات المشاركة بين ذرات الجزيئات، ولك أن تتخيل سرعة انفلات الإلكترونات من نطاق جذب معين وذهابها إلى نطاق جذب آخر.. إنها سرعة فائقة تفوق قدرة أى كاميرا على تسجيلها (لأنها تتم قبل أن تفتح العدسة، أو أن ملايين مثلها تتم فى فترة فتح العدسة ـ سيأتى شرحه).

هل قدرت مرة السرعة التى يتحرك بها الضوء من مصباح كهربى فى وسط حجرة مظلمة حتى يصل أبعد ركن فى الحجرة؟؟.. وما

هو الزمن الذى يحتاجه المصباح الكهربى الذى أنير الآن فقط، فى الحجرة المظلمة، كى ينيرها كلها؟؟.. هل تستطيع أن تقدر ذلك؟؟.

نعم.. ذلك هو المجال الذى نتحدث عنه، وتلك هى السرعات التى نعنيها، وذلك هو الزمن المستخدم.. البرهة بالنسبة إليه، كالقرون بالنسبة للثانية الواحدة، أما طرفة العين بالمقارنة، فهى كملايين السنين بالنسبة للثانية من ذلك الزمن المتناهى الصغر والمسافات المتناهية الدقة والسرعات الفائقة.. أنه حقاً مجال جديد، كان مستغلقاً تماماً على البشر لأنه لم يكن لديهم تلك الإمكانية العبقرية على رصده.. ولم يكن أمام العلماء إلا التخمين والافتراضات.

* احتاج د. زويل إلى شيئين؛ أن يكون الجزئ فى حالة تهيج، أى يكون فى حالة تحلل من رابطته القديمة وشروع فى تكوين رابطة جديدة.. وهى عملية تحدث أوتوماتيكياً فى التفاعلات الكيماوية، فمثلاً عند إضافة الماء إلى الجير الحى، تتولد أبخرة وحرارة وينتج الجير المطفأ الذى يستخدم فى الدهان أو فى عمل الجبس.

كا أ (الجير الحى) + يد ٢ أ = كا (أيد)٢ (الجير المطفأ) + حرارة

لكن انتظار هذا التفاعل أن يحدث أو حتى التداخل أثناءه، سيضيع عليك فرصة مشاهدة الرابطة وهى تتكسر بين ذرة الكالسيوم وذرة الأكسجين داخل جزئ الجير الحى، ثم إعادة ارتباطها بذرة

أكسجين وذرة هيدروجين، قادمين من تحلل جزئ الماء. . لذلك، وفى المختبر، فإن عليك أن تهيج أنت الجزئ الآن وتكون جاهزا لالتقاط صور متتالية بالآلاف له حتى يستقر على حالة أخرى.

وكأى كاميرا فإنه يلزمك فلاش، أى ضوء يسقط على الشىء فيكشفه، ثم ينعكس منه إلى الفيلم الخام من خلال عدسة الكاميرات.

وهكذا فإن الشيئين الذين احتاجهما زويل هما: (١) شعاع أولى، من الليزر (شعاع الضخ)، حامل للطاقة الكفيلة بتهييج الذرات داخل الجزئ، على أن تكون تلك الطاقة محسوبة، فلا تشتت الإلكترونات بعيدا وتطلق إسار الذرات وتقضى على الجزئ من أساسه.

وشعاع آخر (فلاش الكاميرا)، أقل فى الطاقة من الأول ويعقبه فى الترتيب (شعاع الرصد)، حتى يستطيع أن يكشف ما أحدثه الشعاع الأول من تغيرات فى الجزئ. وقد فضل شعاع الليزر عن شعاع الإلكترونات، لأن الأخيرة أبطأ فى الحركة حيث أنها أثقل فى الكتلة من فوتونات شعاع الليزر.

(٢) كاميرات سريعة جداً، بحيث تكون سرعة فتح وقفل العدسة أكبر من سرعة الحدث المراد التقاطه وتصويره، وألا فإن الحدث سوف يبدأ وينتهى قبل أن تفتح العدسة أو قبل أن تغلق. «قبل أن

تفتح العدسة للتصوير» تبدو مفهومة أكثر من الثانية.. إذن هل يكون صعباً أيضاً التقاط حدث على فيلم الكاميرا، لو أنه بدأ وانتهى أثناء فتح العدسة لمرة واحدة؟؟.

الاجابة هى نعم.. هل تراك حاولت أن تصور سيارة سباق مندفعه؟.. كيف تكون صورتها بينما هى تجرى بأقصى سرعة؟.. ستكون مهزوزة طبعاً.. أتدرى لماذا؟.

لأنه خلال الزمن القصير الذى فتحت فيه العدسة، انتقلت السيارة من المكان أ إلى ب إلى ج إلى د، كل هذا الانتقال السريع حدث بينما العدسة مفتوحة تسجل كل هذه الأوضاع فوق قطعة واحدة من الفيلم الخام (لقطة واحدة وصورة واحدة).. وهكذا تبدو صورة السيارة ضبابية، فلا هى فى الموضع أ أو ب أو ج أو د، ولكنها فيها كلها جميعاً، فكأن صورة السيارة قد سحبت فوق الصورة الواحدة بطول هذه المسافة (من أ إلى د).

ولتفادى ذلك، دعنا نفترض أن لدينا كاميرا سريعة جداً (سرعة فتح وغلق العدسة)، أسرع بكثير من حركة السيارة.. فعندما تكون العدسة مفتوحة وإلى أن تغلق (فى زمن قصير جداً) فإن السيارة لن تتحرك أكثر من مسافة ضئيلة جداً من أ إلى أ، ثم تغلق العدسة وتظل مغلقة فترة ضئيلة جداً تتحرك خلالها السيارة من أ إلى ب وهى أيضاً مسافة ضئيلة، ثم عندما تفتح العدسة فإن السيارة ستتحرك من الموضع الجديد ب إلى بً وهى نفس المسافة الأولى. أى أن

صورة السيارة المرتدة على الفيلم الخام لن تتحرك فوقه بأكثر من المسافة الثابتة أ ـ أ، وهى مسافة ضئيلة تكاد لا تميزها العين.. وبالتالى فإن أرقام لوحة تلك السيارة، سوف يمكنك قراءتها فى الصورة.. وهذا هو أساس عمل كاميرات المرور التى تراقب السرعات فى الشوارع (وللعلم فإنها تستخدم أشعة الليزر كفلاش).

ولعلنا الآن نستطيع أن نفهم؛ أنه لتسجيل وتصوير التفاعلات الحادثة فى جزء من مليون من المليون جزء من الثانية، فإننا يجب أن نستعمل كاميرا أسرع منه، بحيث تفتح عدستها وتغلق عدة مرات قبل أن يتم التفاعل.. فإذا كانت سرعة الكاميرا: جزء من مليون بليون جزء من الثانية، فذا يعنى أن الكاميرا سوف تفتح عدستها وتغلق الف مرة قبل أن يتم تفاعلاً واحدًا (اقسم سرعة الكاميرا على سرعة التفاعل).. معنى ذلك أن تفاعلا واحدا سوف يتم تسجيله فوق الف صورة متتالية.. هل هذا يكفيك لدراسة تفاصيله؟.. فإذا قررت إعادة العرض بطيئاً وبسرعة ٣٠ ص/ ث (حتى تبدو الحركة متصلة) فإن هذا التفاعل سوف يستغرق عرضه (١٠٠٠÷٣٠) ٣٣ ثانية من العرض المتصل. فإذا قررت أن تشاهد ما يحدث خلال ثانية واحدة من التفاعلات بواسطة نفس الكاميرا، فإنك ستحصل على مليون بليون صورة، ولمشاهدة هذه القدر من الصور بطريقة العرض السابقة، فلسوف تحتاج لـ ٣٢ مليون سنة فقط من المشاهدة المتصلة.. هل لديك اعتراض؟!.. إذن جرب بنفسك!!.

ماذا فعل زويل بالضبط؟!

يقول الأستاذ الدكتور محمد صبرى عبد المطلب مدير مركز الطاقة الضوئية بجامعة عين شمس: «كان حلم دارسى الكيمياء الضوئية هو إمكانية تحقيق امتصاص طاقة الضوء بشكل انتقائى داخل الجزئ الكيميائى مما يؤدى إلى كسر روابط المكان المنتقى دون غيره وبهذا المفهوم يمكن التحكم فى التفاعلات الكيميائية.

سبقت التجارب المعملية والأساس النظرى أحمد زويل بقليل لكنه لحق بالركب وتجاوزه وحقق الحلم باستخدام شعاع ليزر نبضى قوى بترددات عالية، فقد أضاف زويل للعلم فى أساسه، وبين كيف يمكن انتقاء مكان معين فى جزىء كيميائى يتعامل معه دون غيره، متجاوزا قوانين الديناميكا الحرارية الإحصائية ومخترعا لآلة عملية بنيت على أساس علمى غير مسبوق: ليزر نبضى قوى بألوان متغيرة وسعة (أى عمر) النبضة متناهية فى الصغر، تقدر بعشرات من الفيمتوثانية.

وقد منحت الأكاديمية السويدية الملكية، زويل، جائزة نوبل ٩٩م، لأنه بين أنه باستخدام تقنية الليزر القوى والسريع، يمكن التعرف على كيفية تحرك الذرات فى جزىء ما أثناء تفاعل كيميائى. ولدراساته على الحالة الانتقالية للتفاعلات باستخدام طيف الفيمتوثانية. وقد قام زويل بدراسة التفاعلات الكيميائية باستخدام أشعة الليزر النبضية

قصيرة العمر (السعة)، ليحدث ثورة فى الكيمياء والعلوم المرتبطة بها لأن هذه الدراسات سمحت لنا أن نفهم ونتوقع ونستنتج ونتنبأ بتفاعلات مهمة.

وحقق بذلك رغبة الكيميائيين فى تتبع التفاعلات الكيميائية بكل تفاصيلها، مستخدما تكنولوجيا متقدمة.

وقد درس زويل الذرات والجزيئات الكيميائية بالسرعة البطيئة. فشدة شعاع الليزر تزيد من عمر الحالة الاهتزازية التى وصل إليها الجزىء نتيجة لامتصاص هذا الشعاع. فيمكن بذلك رؤيتها أثناء التفاعل ورؤية ما يحدث فى مواقع عندما تنكسر الروابط الكيميائية وتتكون أخرى جديدة.

والآلية هى شعاع الليزر النبضى: ـ عمر كل نبضة قصير جداً فى نطاق الفيمتوثانية (الثانية بالنسبة للفيمتوثانية تساوى ٣٢ مليون سنة ـ انظر الشرح السابق).. وبذلك تمكن علم الفيمتوكيمياء من زيادة فهمنا لأسباب عملية حدوث تفاعلات كيميائية أو عدم حدوثها. وتمكننا أيضا من شرح أسباب اعتماد سرعة وحصيلة التفاعل على درجات الحرارة. والعلماء على مستوى العالم ـ متتبعين خطوات زويل ـ يدرسون حاليا الفيمتوكمسترى فى الغازات والسوائل والمواد الصلبة، على الأسطح وفى البوليمرات.

والتطبيقات عديدة. توضح على سبيل المثال: كيف يعمل عامل

الحفز (المنشط للتفاعل الكيماوى) وكيفية تصميم المكونات الإلكترونية وميكانيكية العمليات الحيوية وكيف ستنتج الأدوية فى المستقبل.

والتفاعلات الكيميائية تحدث بسرعات متباينة.. مثل صدأ قطعة حديد (هى عملية أكسدة تتم ببطء شديد) مقارنة بانفجار الديناميت الذى هو تفاعل كيماوى يتم فيه تكوين غازات بسرعة كبيرة!.. ومن الشائع أن سرعة التفاعل تزداد بزيادة درجة الحرارة، التى تزيد بها سرعة الجزيئات المتفاعلة.

لذلك أعتقد الكيميائيون أن الجزيئات يجب أن تتخطى حاجزا (يسمى بالحالة الانتقالية) وهو أن تنشط الجزيئات كى يحدث التفاعل.

وعندما يتصادم جزيئان لا يحدث شىء، إلا إذا كان الجزيئان سريعين جدا ودرجة الحرارة تسمح بالتفاعل الشديد، فتكسر روابط وتتكون أخرى. ويحدث ذلك أيضا فى عملية تكوين الصدأ، فالتفاعل يتم على قفزات سريعة، ولكن تخطى الحالة الانتقالية يحدث نادرا.. ويجعل هذا الحاجز الذرات مرتبطة ببعضها (الروابط الكيميائية) ويجب أن تصعد إليه الذرات وهى فى رباط، ومنه يحدث التفاعل.. والطريق إلى هذا الحاجز للوصول إلى الحالة الانتقالية لم يكن معروفا.

وقد حصل العالم «أرهينيس» فى عام ١٩٠٣ على جائزة نوبل فى الكيمياء لوضعه معادلة لا خطية تربط بين سرعة التفاعل لعدد من الجزيئات مجتمعة بدرجة الحرارة وهى معادلة سليمة فى حالة عدد من الجزيئات ولا تنطبق على جزىء واحد. كما أن الطاقة اللازمة لتنشيط التفاعل تمتص بالجزىء كله دون أى انتقائية لمكان ما فى الجزىء دون غيره من الأماكن. والمعادلة فى صورة أخرى توضح أن استخدام الضوء الليزرى بطول موجة محدد (لون محدد) يؤدى إلى تنشيط الجزىء ليصل إلى الحالة الانتقالية ومنها يحدث التفاعل.

ووضع «أيرنج» و«مولانى» فى الثلاثينات من هذا القرن (وهما حاصلان على جائزة نوبل فى الكيمياء) نظرية تعتمد على سرعة جزىء واحد بنيت على أساس أن الحالة الانتقالية يتم تخطيها بسرعة شديدة فى نطاق زمنى صغير لاهتزازات الروابط فى الجزىء. وفى ذلك الوقت لم يكن أحد يحلم أن يعمل فى هذا النطاق الزمنى ليرى ما يحدث فى رابطة واحدة.

وهذا بالضبط ما فعله زويل. ففى الثمانينيات من هذا القرن أجرى زويل عددا من التجارب أدت إلى ولادة نطاق بحثى جديد سمى «كيميا الفيمتوثانية»، التى تتضمن استخدام كاميرا سريعة تلتقط صورا للجزيئات الكيميائية وهى فى الحالة الانتقالية. والزمن الذى تستغرقه الذرات فى الجزىء لعمل اهتزازة واحدة، يقع فى النطاق الزمنى ١٠ ـ ١٠٠ فيمتوثانية. ويجب أن يحدث التفاعل الكيميائى

فى نفس النطاق الزمنى. أى هارمونية التذبذب بين المتفاعلات ليحدث التفاعل (كسر وربط).

وبدأت عمليات التطور والتحسن والدقة فى الزمن المقاس على أيدى علماء فى معامل دولية نشطت فى نفس المجال. وكان أول نجاح هو اكتشاف مواد تتكون من الجزىء وهو فى طريقه إلى الناتج الجديد وسميت بـ«الوسيط» وهى ذات أعمار أطول نسبيا من أعمار نواتج الكسر المباشر للرابطة. وكذلك تطورات الأجهزة ودقتها وبهذا أضيفت خطوات وتحسنت الصورة أكثر وأكثر.

استخدم زويل أسلوب الإثارة والرصد بشعاع ليزر نبضى لكل شعاع مختلف:

شعاع الضخ:

هو شعاع يحمل طاقة كبيرة ذات رنين يمتص بواسطة الجزيئات الكيميائية فتصبح فى حالة مثارة ذات طاقة كبيرة، ويبدأ الجزىء فى عمل إجراءات التخلص من الطاقة الزائدة بعدة طرق، منها مثلا أن يحدث ببعض ذراته حركات اهتزازية لتستهلك الطاقة فى محاولة لإعادة الاستقرار، إما بالعودة إلى الشكل الأصلى للجزىء أو بكسره وذلك فى زمن متناه فى الصغر يقدر بحوالى عشر بيكو ثانية. وبسبب امتصاص طاقة شعاع الليزر بصورة انتقائية، أن تصل الرابطة المعنية إلى حالة تسمح بكسرها دون غيرها، فتنطلق الذرات بعيدا عن

بعضها البعض، فاقدة لذاكرتها فلا تعود للالتحام من جديد وبذلك يصبح الجزىء مهيئا للتفاعل مع ما يحيط به من جزيئات أخرى ولكن بشكل انتقائى فى هذا المكان الذى تم تكسيره.

شعاع الرصد:

الشعاع الثانى وهو نبضى ولكن ضعيف الشدة، يقوم برصد حركة الجزىء عند إجرائه هذه الاهتزازات. فشعاع الليزر هذا، يتزامن رنينه مع رنين اهتزازات الروابط فى الجزىء، أى نراها ويتم تسجيلها على هيئة طاقة اهتزازية وكأننا نسجل فيلما باستخدام الكاميرا. والشكل أو الشق الجديد للجزىء المكسور له طيف مميز كبصمة الأصبع. ويتم رصده بتغير زمن تلاحق النبضات (الزمن بين نبضة شعاع الضخ ونبضة شعاع الرصد)، وذلك بتأخير وصول شعاع الليزر فى جولة حول المرايا العاكسة. أما فرق الزمن فهو عجيب: فالضوء يقطع مسافة ٠,٠٣مم فى مائة فيمتوثانية! بل واستطاع زويل أيضا باستخدام نفس الطريقة، ولكن بتغيير شدة شعاع الليزر (POWER) استطاع إطالة عمر الحركة الاهتزازية فى كل حالة لتلحق بها نبضة الليزر التالية قصيرة العمر وترفع طاقة الاهتزاز إلى حالة أعلى. وبتراكم الطاقة تنكسر الرابطة. ومن المدهش أنه وجد أن الاهتزازات فى روابط الجزيئات المختلفة تتم كلها فى نسق واحد عندما تمتص أشعة الليزر النبضة فى المدى الفيمتوثانية!

يقول د. عصام الحناوى الأستاذ المتفرغ بالمركز القومى للبحوث

فى معرض شرحه لما ذكرته مجلة «نيو ساينتست» فى عددها الصادر فى ٢٣/ ١٠/ ١٩٩٩ تعقيبًا وشرحًا لهذا الإنجاز العلمى غير المسبوق:

من المعروف أنه عند خلط مادتين كيماويتين يحدث بينهما تفاعل يؤدى إلى تكوين مادة أو مركب ثالث (المنتج النهائى) وكل المنتجات التى نستخدمها فى حياتنا اليومية ـ من الصابون إلى الأسبرين ـ هى نواتج تفاعلات كيميائية بين مركبات تسمى بالمواد الأولية (أى المواد التى نبدأ بها هذه التفاعلات). ومنذ أكثر من مائة عام اهتم علماء الكيمياء بالتعرف على طبيعة هذه التفاعلات الكيميائية ـ أى ما يحدث أثناء التفاعلات وسرعتها الخ.. وفى عام ١٨٨٩ استطاع العالم السويدى «أرينيوس» الذى منح جائزة نوبل فى عام ١٩٠٣، إيضاح أن سرعة التفاعلات الكيميائية تتوقف على درجة حرارة التفاعل، فكلما زادت درجة الحرارة كان التفاعل سريعا وقدم «ارينيوس» معادلة لهذه العلاقة استخدمت منذ ذلك الوقت لحساب سرعة التفاعلات، وتلا ذلك محاولات العلماء لرصد وتسجيل سرعة التفاعلات الكيميائية.. ففى عام ١٩٢٣ تمكن عالمان بريطانيان هما «هارتريدج» و«وتون» من تتبع وتسجيل التفاعل بين محلول مادتين كيماويتين باستخدام الضوء العادى فى زمن قصير (واحد على ألف من الثانية) وبعد ذلك تتابعت جهود العلماء فى محاولة التعرف على ما يدور خلال التفاعلات الكيميائية بتفصيل أكبر وذلك بخفض المدة الزمنية لرصد وتسجيل التفاعل، واستطاع عالمان بريطانيان آخران هما

«نوريش» و«بورتر» رصد التفاعلات فى زمن قصير جدا (واحد على مليون من الثانية)، باستخدام ضوء فلاش (مثل الفلاش الذى يستخدم مع الكاميرا العادية). ولقد منح العالمان البريطانيان جائزة نوبل عام ١٨٦٧ على عملهما مشاركة مع عالم المانى (مانفريد آيجن) استطاع رصد التفاعلات فى نفس الزمن القصير ولكن باستخدام الصدمات الحرارية والكهربية. وبعد بضعة أعوام تمكن ثلاثة من العلماء الأمريكيين هم «هيرشباخ» و«لى» و«بولانى» من تحقيق رصد أفضل وأدق لما يحدث فى التفاعلات بإحداث تصادم بين جزيئات المركبات الكيميائية تحت الخلخلة (أى فى الفراغ) وتمكنوا من رصد التفاعلات فى زمن أقصر بكثير مما سبق (واحد على مليون مليون من الثانية ـ أى واحد على واحد وأمامه ١٢ صفرًا).

ولقد منح العلماء الثلاثة جائزة نوبل فى عام ١٩٨٦ ونتيجة لهذه الجهود العلمية استطاع العلماء التوصل إلى معلومات مهمة عما يحدث أثناء التفاعلات الكيميائية، أهمها اكتشاف تكوين مركبات مختلفة وسطية (أى بين المركبات الأصلية المستخدمة فى التفاعلات والناتج النهائى) منها ما هو ثابت ومنها ما هو متغير، سرعان ما يتحول إلى مركب آخر خلال التفاعل. ومنذ منتصف الثمانينيات بدأ أحمد زويل ومجموعته العلمية فى معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا (كالتيك) سلسلة من التجارب باستخدام أجهزة الليزر فائقة السرعة لرصد ما يحدث فى التفاعلات الكيميائية فى أقل زمن ممكن ـ وهو الفيمتوثانية

(الميكرو = واحد على مليون، «البيكو» = واحد على مليون مليون، أما «الفيمتو» فهو واحد على مليون بليون) وتتلخص التجارب فى توجيه شعاع (ومضة) سريع من الليزر، لتنشيط التفاعل الكيميائى ثم توجيه ومضات متلاحقة من الليزر على فترات مختلفة لتسجيل ما يحدث أثناء التفاعل (كل هذه الومضات من الليزر تتم خلال فترات زمنية قصيرة جدا تقاس بالفيمتو ثانية) ونجح زويل فى التعرف على أدق تفاصيل التفاعلات (حركة جزيئات المركبات الكيميائية أثناء التفاعلات) وفتح الباب أمام إمكان فهم ما يحدث أثناءها.. على سبيل المثال لماذا تحدث بعض التفاعلات ولا تحدث أخرى؟؟، ولماذا بعض التفاعلات سريعة وأخرى بطيئة.. الخ. ولقد وصفت الأكاديمية الملكية السويدية للعلوم بأن أحمد زويل بإنجازه العلمى قد وصل إلى نهاية الطريق الذى بدأه علماء الكيمياء منذ أكثر من مائة عام، وهو تحديد أدق خطوات وتفاصيل التفاعلات الكيميائية، إذ أنه لا توجد تفاعلات من الممكن أن تحدث أسرع من ذلك، على الأقل حسب علمنا فى الوقت الحالى.

بهذا الكشف يمكن معرفة طرق التفاعلات الكيميائية وميكانيكية حدوثها. هل هذا مهم؟.. قطعًا هو مهم: فهل يمكن مثلا تطوير صناعة أشباه الموصلات بدون معرفة كيفية تصنيعها وأى المواد صالحة ـ أى ذات خاصية التوصيل الكهربى عند تأثرها بمؤثر خارجى ـ وتركيبها، وآلية حركة الإلكترونات فيها؟ بالقطع لا.

وبالمثل فهذا الكشف والطريقة العبقرية التى استطاع زويل أن يرصد التفاعلات الانتقالية، تفتح الطريق لمعرفة كيفية تكوين وتوليد المركبات الكيميائية وكيفية تكسيرها بشكل انتقائى وتحولها إلى مركبات أخرى.

يعلق د. زويل على اكتشافه بالقول: «هذا الاكتشاف أسهم فى تطوير دراسات الهندسة الوراثية والعلوم الطبية.. ولازال المركز القومى لعلوم الليزر والجزىء بالولايات المتحدة الأمريكية يقوم بتجارب فى النظام العصبى والبروتين والعيون وأساسيات الخلية التى يطلق عليها DNA لتطبيق هذا الفتح العلمى.. ونتيجة لذلك رصدت اليابان لعلم «الفامتو» ما يقدر بـ ٢٥٠ مليون دولار لأنهم يفكرون فى تحديث التجارب الالكترونية وتصنيع مواد جديدة وتحقيق الفائدة فى الاتصال المرئى وربما تقوم اليابان بإعادة بيع هذا الاكتشاف مرة أخرى لأمريكا التى صنعته».

الخاتمة

زويل ٢ و ٣.. أتُرانا نفرط فى التمنى؟!

هذا الانفجار المدوى لاسم ومكانة د. «زويل» ونحن معه بالجملة ـ وبلزوم مالا يلزم ـ يثير فى النفس شجون وللفكر شئون.. فقريباً جدًا عندما «تروح السكرة» سنجد أن المذكور أعلاه ونحوا من ٧٠٠٠ عالمًا مصريًا آخرين من تخصصات مختلفة ـ من بين ٤ مليون مغترب ـ موزعين فى أقطار شتى، قد وضعونا فى مأزق لا نحسد عليه.. إذ أنهم قد جذبونا بقوة و أوقفونا أمام مرآة، لا تكذب ولا تتجمل، لنرى أنفسنا بجلاء لازيف فيه.

فدعاوى التقانة والثورة العلمية والحداثة والمشاريع التكنولوجية والانخراط فى منظومة الاتصالات المتعولمة، وكل ما «طقه الحنك» وجادت به «قعدات السمر» قد صار بين ليلة وضحاها، حجة علينا وليست لنا.. وهذا ما جرّته علينا «نوبل» العلمية!! ولو أتت ثانية فى الأدب أو السلام، لهان الأمر ولسهل الادعاء بأن لدينا ملايين «المؤدبين» (صوتهم خفيض ولسانهم لا يعرف العيب) والمسالمين، ولن يؤاخذنا أحد فى ذلك!

أنها مفاجأة.. لنا وللآخرين. لقد أضيئت فجأة أنوار المسرح فإذا بنا فى دائرة الضوء، أمام جمع غفير من النظارة يعدون علينا خلجاتنا وأنفاسنا.. وهالنا الموقف فنسينا ما قلناه وما يجب أن نقوله.

فكل ما ذكرناه بخصوص الشأن التقانى لم يعد مقبولا المرور عليه كباقى الشعارات الجوفاء التى أطلقناها فى الهواء كلما أعوزتنا الحاجة لملء فراغات الجدل بالدجل وفراغات الأمل بالوهم وفراغات المشروعات القومية بسرابات قممية. فلم يكن أسهل ما علينا الترديد والتأكيد على أهمية اللحاق بركب التقدم والأخذ بتلابيب العلم، ولا مانع بين الحين والآخر من إقامة بعض الهياكل، نقدم لها الذبائح ونتوسل بها لدى أرباب القوة أن يشملونا بعطفهم وفتاتهم نسد به رمقنا. من هذه الهياكل: ـ المركز القومى للبحوث، ووزارة الهجرة، ومؤتمر المغتربين، ووزارة البحث العلمى، ومدرسة المتفوقين الثانوية، ووادى التكنولوجيا بسيناء، ثم المشروع القومى الخاص بالتطوير والتنمية التكنولوجية، ورابطة أوائل الثانوية، وأخيرًا وزارة للاتصالات والمعلومات. كل هاتيك الهياكل معطوفة على قاعدة سميكة من الجامعات والمعاهد والأكاديميات، أعطت انطباعًا بأن نهضة علمية على وشك الإقلاع أن لم تكن قد أقلعت بالفعل. وعود على بدء، فإن د. «زويل» وإخوانه من المصريين الجهابذة الذين بهروا العالم، قد بهرونا أيضًا، لأنهم ما أنجزوا إنجازهم إلا وهم خارج تلك الأطر التى صغناها لاحتواء المواهب، وبعيدين عن أقنيتنا الواعدة بتيار التقدم الدافق.. وإذا بهم هم أنفسهم يصبأون ويكادون يرفعون الفؤوس لتحطيم أوثاننا، التى سوف تمكن لنا فى الأرض بعد حين.. أما حججهم فى ذلك فلا تعدو أن تكون بدهيات!!.

فبعد ثلاثين عاما وبعد الخروج الأول لـ «زويل» من علوم الإسكندرية (فى عام ١٩٦٩) والتحاقه بجامعة «بيركلى» ثم «كالتك» (١٩٧٦) بأمريكا، فمن أسف أن زويل ٢ و ٣ عليهما السير على نفس الدرب الذى صار أكثر وعورة، وكأن الزمن الذى مر كان يجرجرنا بعنف للخلف. . هذا إذا ما كانت فى النية تحقيق العالمية وتكرار الانفجار. والحال أننا وبواقعية شديدة لن نستطيع تحقيق إنجاز علمى ـ بمثل هذا الحجم ـ محلى بمواصفات عالمية فى المستقبل المنظور. وهذا لا يعنى التيئيس ونفض الأيدى من هكذا فكرة، فنحن وببساطة لا نملك ترف تعدد الخيارات.

فإذا لم يكن من أمل فى ظهور «زويل» آخر محلى الصنع (داخلى) تأتيه العالمية بينا هو قابع بين ظهرانينا. فلا مناص إذن من الدفع بعدة نسخ «زويلية» للخارج، علهم ينجزون ما أنجز، فيحققون لنا قاعدة علمية قوية ـ وأن كانت خارجية ـ إلا أنها ستبقى رصيدًا جاهزًا للسحب منه إذا ما صدق العزم أو اشتد الخطب، على الأسوأ. . ليكون ذلك هو الرهان المستقبلى الأقرب تحققًا والاستثمار الأوعد بالربحية. لكننا وبعبقرية متفردة فى تدمير الذات، نستنكف أن نبقى هذا الاحتمال مفتوحًا، ونألوا على أنفسنا إلا أن نقطع كل طريق على من تسول له نفسه أن يفعل فعل «زويل» أو يلف لفه. . (لقد أفلت هذا الأخير منا ونعدكم أن لا تتكرر تلك الغفوة ثانية!!).

فى الخمسينيات والستينيات (لحظة الخروج) كانت معاهدنا العلمية

لازالت متعافية، إذ كان حركة الابتعاث فى أوجها، فلم تكن الدراسات العليا إجمالاً، تعنى إلا جامعة أجنبية، ما أبقى الصلات قوية بالعلم الحديث، الذى لم يكن قد اشتط كل هذا الشطط.. فبقيت الفجوة العلمية بين الداخل والخارج ضيقة وتحت السيطرة، ولهذا كانت شهاداتنا ودرجاتنا العلمية فى ذلك الزمن الغض، جدية بالثقة والاحترام والاعتراف الدوليين.. وذا كان ييسر الأمر على كل راغب فى ازدياد، إذ لم يكن عليه ألا تدبير تذكرة السفر، فإذا ما حط رحاله فى أرض الغربة تلقفته المعاهد العلمية هناك بكل ترحاب وتقدير لخلفيته العلمية الرصينة. وما هو إلا عام أو يكاد وتكون العجلة قد دارت وانخرط المهاجر فى منظومة تكنولوجية شديدة الإتقان والتنظيم، تتيح له أن يتألق ويبدع. وذلك كان هو الأساس الذى أوجد هذا العدد الوافر من علمائنا فى الخارج، وهم من نفخر بهم الآن وندل. أما بدءًا من السبعينيات وإلى الآن فإن الصورة قد اختلفت تمامًا. فلقد اتسعت الهوة بين علم الخارج وعلم الداخل. إذ أنجز العلم فى العقود الأخيرة من القرن العشرين ما لم ينجزه فى عشرين قرنًا، فى الوقت الذى كان فيه علمنا يهوى إلى مدارك سفلى، بعض أسبابها كالتالى:

١ ـ ضعف حركة الابتعاث للخارج وتاليًا، تولت الجامعات المصرية مهمة منح كل الدرجات العلمية والترقيات من لدنها، فوهنت الصلات بجامعات الخارج وكادت أن تنقطع، ولم تبرأ عمليتا

المنح والمنع تمامًا من أهواء وأغواء.

٢ ـ التوسع الرهيب فى أعداد الجامعات (الإقليمية) والكليات والمعاهد ـ دون رصد علمى ومنطقى مسبق للإمكانات المادية المتاحة لها ـ حتى أن بعض الكليات اتخذت مدارس ثانوية مقارًا لها ـ ولا تسل بعد ذلك عن وسائط بحثية ـ فذوى شكل الجامعة من بعد مضمونها وانتفى الجلال والقدسية عن الحرم الجامعى وصارت الكليات «مفرخة» لتوريد موظفين متعطلين، كيفما اتفق.. وهكذا هزلت القيمة العلمية للشهادات التى تمنحها تلك الجامعات ووسمت الباقيات بسمتها ففقدت جميعها التقدير الأكاديمى الذى كان لها.

٣ ـ أن حركة الاستقلال وما صحبها من شعور وطنى جارف، لم تستطع فى فورة الحماس وسخونة الأحداث، أن تميز بين الخبيث والطيب، فقطعت كل العلائق مع المستعمر القديم، إذ كل ما لديه رجس من عمل الشيطان، وكان من ذلك فصم التعليم عنه، وتكليف لجان وطنية مراجعة المناهج وتنقيحها وإضفاء الطابع القومى عليها، لكن اللجان أسرفت فى الحذف والحشر وخلطت بين التعاليم والتعليم وتخطت حدود اللغة والدين (مانملك مصادره) إلى العلوم والرياضيات (ما يملكون مصادره) فكانت الطلقة بائنة بين تعليمنا وتعليم المستعمر البغيض.

٤ ـ أن جامعاتنا لم تنج من برائن العلل والأزمات التى أصابت

مجتمعنا، فأصابتها البيروقراطية فى مقتل.. فالبحث العلمى صار عملاً روتينيا بقصد الترقى وظيفيًا ولم يعد فيه من الإبداع شىء، وآلت آلاف الرسائل العلمية إلى المخازن ومنها إلى باعة «اللب والسودانى» وتغلغلت الأزمة الاقتصادية فى الأروقة، فلفحت بلهيبها المختبرات والمدرجات والمكتبات والمذكرات ولم توفر أساتذة ولا باحثين. ففى حين بلغ الإنفاق على طالب الطب والهندسة فى الدول المتقدمة ٣٠ ألف دولار سنويًا، لم يتجاوز ٧٠٠ دولار فى مصر. وأما الإنفاق على البحث العلمى الذى بلغ ٣٪ من الناتج القومى عالميًا، فإنه فى مصر كان دون الـ ٣,٠٪ أى أقل ١٠ مرات من المتوسط العالمى. وهذا بدوره خفض من مساهمة مصر فى الأبحاث عالميًا إلى ما دون الـ١٪ فأما الأزمات السياسية فإن لم تبدأ فى الجامعة فهى انتهت بها، فاعتقل الطلبة والأساتذة وانتهك حرم الجامعة والطهرانية الثورية للشباب (أطلق السادات عقال التيار الإسلامى فى أوائل السبعينيات للقضاء على التيار الشيوعى المتنامى آنذاك، ثم انقلب هو نفسه على الطلبة الإسلاميين بعد انتهاء دورهم)، وانتهكت كذلك حيادية مابقى من بحث علمى جاد. ورويدًا رويدًا أتت السياسة على العملية التعليمية ككل، ففتح باب الاستثناءات على مصراعيه (لم نفرق بين إدارة جامعة تعليمية وإدارة جمعية تموينية) وزيدت نسب النجاح فى الثانوية العامة وزيدت أعداد

المقبولين فى كليات القمة، لترضية الغضبى أو تهدئة الخواطر، كلما مرت الأمة بأزمة! مثلما حدث عقب نكسة ٦٧ وعقب مظاهرات الطلبة فى ١٩٦٩ وبعد انتفاضة ١٨ و ١٩ يناير فى ١٩٧٧ وعقب اتفاقية كامب ديفيد فى ١٩٧٩ وبعد زلزال أكتوبر فى ١٩٩٢.

٥ ـ أن نظامنا التعليمى لم يكن حصينًا كذلك، فى وجه التحولات الاجتماعية العنيفة التى طرأت علينا مؤخرًا. ومرة أخرى بدا مخترقًا وفاقدًا حياديته. فالسماح بالتعليم الجامعى الخاص لم يكن لغرض علمى بحت (كأن تتبنى رؤوس الأموال عملية البحث العلمى وتستثمر فيه، كفعل شركة «رولزرويس» مع هندسة «كيمردج» ومؤسستى «فورد» و«روكفلر») ولكن حسبما ذكر وتأكد لاحقًا؛ توفيرا لأموال كانت تنفق فى جامعات أوروبا الشرقية مثل رومانيا والمجر.. وكذلك خضوعًا للضغوط المتزايدة من قبل رجال الأعمال الذين احترفوا هذا المجال يحدوهم الكسب السريع والكبير. وكذا ضغوط أولياء الأمور من ذوى العصبة أولى القوة الذين يسعون بدأب لتوفير الوجاهة الاجتماعية للأبناء الكسالى. أما المستوى العلمى لهذا النوع من التعليم فهذى قضية أخرى، وما تردد النقابات فى الاعتراف بخريجيه إلا علامة استفهام كبرى حول جدواه العلمية، حتى وأن لانت المواقف المتشددة بعد ذلك، على مضض وتحت ضغط

القوى الجديدة التى عنيت فقط بالمردود الاقتصادى والاجتماعى.

كل ذلك أتى على مصداقية شهاداتنا العلمية، فتآكلت قيمتها. وصار على كل خريج يريد أن يسير على درب «زويل» ـ بمبادرة شخصية ـ ويلتحق بأى معهد علمى فى الخارج، أن يعادل درجته المصرية بمثيلتها الأجنبية، وهى عملية تزداد تعقيدًا عاما بعد عام لاتساع الشقة بين المناهج، فى حين لا يلاقى الخريجون المهاجرون من دول «الاتحاد السوفيتى» القديم أو من دول أوروبا الشرقية أو حتى خريجو جامعة «الخرطوم» (لازالت شهاداتها تحظى بثقة عالمية) أو جامعات باكستان والهند، مثل هذا التباين الذى يحسم السبق مبكرًا لصالحهم. كما أن معادلة الشهادة بعد لأى لم يعد يضمن ترحيبًا انصرف للأقران من الدول الأخرى التى لايزال لديها إهاب العلم. وصار على من يغامر بالهجرة طلبًا لعلم اليوم، أن يتجشم معاناة مضاعفة ويغسل تلالا من «الصحون» قبل أن تتاح له فرصة، إذا أتت يكون صاحبنا قد أُتى عليه. وهكذا فقد أسهمنا باعجاز نادر فى قطع الطريق على أبنائنا، فى أن يتواصلوا باحترام لذواتهم مع أقنية الخارج العلمية. أما النابغة الطفرة الذى يستكف تشردًا ويؤثر البقاء، فإن عليه أن يستوسط ذا نفوذ ليعثر له على مقعد وثير خلف مكتب عامر بصنوف الإحباطات. فكيف بالله عليك نؤسس مجتمعًا علمياً ـ ولا أحلم بأن تسقط «نوبلا» أخرى علينا ـ ولما يعترف أحد بدرجاتنا

العلمية الأولية بعد، ما يعنى أننا بعيدون عن المقاييس والمواصفات العالمية التى تؤمن انخراطًا سلسًا وتبادليًا فى منظومة التقانة الكونية.

والحال يغنى عن المقال، بأن خصومتنا مع العلم كانت لادة وقطيعتنا معه كانت بلا ردة. ولا يخدعنك قائل بأن ثمة تآمرًا لإبقاء الشرق شرقًا بتخلفه، والغرب غربًا بتقدمه.. فبرغم وجاهة ما تقدم، إلا أن الحقيقة التى لا مراء فيها؛ أن التخلف مسئولية أصحابه، فالعلم يؤخذ ولا يمنح، والعلم لا يعرف «عائشة»!!.

ملاحق الكتاب

كلمته فى حفل تسلم جائزة نوبل

أمام الملك «كارل جوستاف» ملك السويد وهيئة مؤسسة الجائزة وصفوة المجتمع السويدى فى مساء يوم الجمعة ١٠/١٢/٩٩٩ فى استوكهولم:

صاحب الجلالة.. أصحاب السعادة.. السيدات والسادة الحضور.

دعونى أبدأ برؤية شخصية لرحلة عبر الزمن.

إن وسام الجائزة الذى تسلمته هذا المساء من صاحب الجلالة ملك السويد، قد صممه المهندس السويدى «ايريك لينذ برج» فى سنة ١٩٠٢ ليمثل الطبيعة فى صورة الآلهة المصرية «ايزيس» التى ترمز لمعنى الأمومة، وتبدو فى هذا التصميم وهى تخرج من السحب، وهناك شخص يرفع عن وجهها حجابا أو غلالة فى إشارة إلى عبقرية العلم وقدرته على كشف الحجب!.

إنها حقا عبقرية العلم التى دفعت السباق مع الزمن إلى الأمام، بداية من التقويم الزمنى الأول الذى توصل إليه المصريون فى أرض إيزيس منذ ستة آلاف سنة إلى زمن الفمتوثانية التى تكرمونها هذا المساء للثورة التى حققها فى عالم الجزيئات والذرات غير المرئية «الميكروكوزموس».

لقد ولدت فى مصر وبدأت تعليمى فيها، ورفعت بعض الحجب العلمية فى أمريكا وأجىء الآن إلى السويد لتسلم جائزة نوبل وهذه العالمية التى تتصف بها عبقرية العلم، هى بالتحديد ما استهدفه «الفريد نوبل» منذ أكثر من قرن مضى حين لخص فى كلمات تستشرف رؤى المستقبل، هدف الجائزة قائلا:

إن البحث العلمى يبعث فينا الأمل فى القضاء على الميكروبات التى تهدد الجسم والنفس، والأمل فى أن تكون الحرب الوحيدة المستمرة فى المستقبل هى الحرب الشريفة ضد الميكروبات. لقد رأى «نوبل» بوضوح ما أراده للبشرية وللبحث العلمى من غايات.. وبالرغم من أنه لاتزال توجد فى العالم اليوم بعض هذه «الميكروبات» كالتمييز العنصرى والعدوانية، فإن العلم كان ومازال هو جوهر التقدم الإنسانى عبر التاريخ، ومحرك السعى إلى استكشاف عالم المجهول بحثا عن وحدة قوانين الطبيعة الأساسية.

إن العالم - يا صاحب الجلالة - يحيى فيكم وفى شعب السويد؛ تقديركم واحتفاءكم الكبيرين بالاكتشافات العلمية التى تحقق - وفقا لما قال الفريد نوبل - أعظم الفائدة للبشرية. ولست أعرف بلدا آخر يحتفى بالإنجازات الفكرية للإنسان على هذا المستوى وبهذه الحرارة.

وبالنسبة للعالم فإن جوائز نوبل قد أصبحت أرفع تتويج وتشريف لمن يحصل عليها وذلك لسببين:

الأول: أنه بالنسبة للعلماء فإن الجائزة تعتبر اعترافا نهائيا بجهودهم التى أدت إلى اكتشافات وآفاق جديدة فى العلوم، وتخليدا لهم فى سجل التاريخ مع زملائهم من العلماء المرموقين.

والثانى: أنه بالنسبة للعلم فإن الجائزة تلهم الإنسانية تقدير قيمة العلم والفكر وأهمية الاكتشافات العلمية.

وبذلك أصبح العلم موضع تقدير الحكومات والشعوب.

وهذان السببان كما ترون، سببان نبيلان، ونحن نشكركم على هذه القوة الدافعة للعلم والعلماء.. غير أن هناك اعتبارا آخر له خصوصيته الفريدة بالنسبة لى.

إن هذه الجائزة لو كانت قد عرفت قبل ستة آلاف سنة حين بزغت شمس حضارة مصر القديمة أو حتى قبل ألفى عام حين كانت منارة مكتبة الإسكندرية متوهجة، لكانت مصر قد حصلت على نسبة عالية من هذه الجوائز حينذاك.

وفى الزمن المعاصر على أية حال فإن مصر والعالم العربى لم يحصلا من قبل على جوائز نوبل فى العلوم والطب، وإننى لآمل بإخلاص أن تلهم هذه الجائزة الأولى من نوعها التى حصلت عليها، الأجيال الجديدة فى الدول النامية إدراك الحقيقة المهمة؛ وهى إن بإمكانهم المساهمة فى تقدم العلم والتكنولوجيا على المستوى العالمى كما عبر عن ذلك سير «همفرى ديفى» فى سنة ١٨٢٥ قائلا:

«لحسن الحظ فإن العلم مثل الطبيعة التى ينتمى إليها، ليس محكوما بالزمان ولا بالمكان، وإنما هو للعالم أجمع. ولا وطن له ولا عصر».. إن هناك عالم واسع خارج نطاق «الغرب والشمال»، نستطيع نحن جميعا أن نساعده على أن يخلو من «الميكروبات» التى أشار إليها الفريد نوبل فى كلمته الحكيمة، وإننى لآمل فى أن تسهم الجائزة فى مساعدة المنطقة التى جئت منها، على التركيز على البحث العلمى والمجتمع العلمى وتحقيق الكرامة والسلام للإنسانية.

صاحب الجلالة:

أننى لا أعرف كيف أعبر عن مشاعرى الشخصية، ومشاعر أسرتى تجاه الحصول على هذه الجائزة، ذلك أن وراء هذا الإنجاز العلمى الذى كرمت من أجله، عدد كبير من علماء الفمتوثانية فى كل أنحاء العالم، يشعرون الليلة معى بالفخر، أما أسرتى العلمية فى جامعة «كالتك» التى يقترب عدد أفرادها من ١٥٠ باحثا ويمثلون الجيش الحقيقى الذى سار إلى النصر وجعل هذا الإنجاز ممكن التحقيق، فإن هؤلاء يحق لهم أيضا أن يفخروا بجهودهم التى أدت إلى هذا التكريم.

أما عن شخصى فلقد أثرتنى تجربتى فى مصر وأمريكا، وأشعر بأننى سعيد الحظ بأن أكون عاشقا للمعرفة، كما أننى شديد الامتنان أن جاءنى هذا التكريم الرفيع قبل مجيء الشيخوخة لكى أسعد بأن أشهد أثره على العلم والإنسانية.

إن التشريف يحمل معه دائما مسئوليات كبيرة وتحديات جديدة بالنسبة للمستقبل. وإنى لآمل أن تسمح لى الظروف بأن أكون قادرا على تحمل هذه المسئوليات ومواجهة تلك التحديات، مستعيدا فى ذلك الكلمة الشهيرة للأديب والمفكر المصرى العربى الكبير؛ الدكتور طه حسين: «ويل لطالب العلم إن رضى عن نفسه».

وشكرا لكم يا صاحب الجلالة ولكل المحتفلين معنا الآن فى هذا المكان.

كلمة السيد رئيس جمهورية مصر العربية عند منحه قلادة النيل

سلم الرئيس حسنى مبارك الدكتور أحمد زويل قلادة النيل (أرفع قلادة مصرية، وهى تمنح لرؤساء الدول والملوك وللشخصيات العامة من أصحاب الإنجازات الرفيعة. وهى عبارة عن قلادة من الذهب الخالص وتتمثل فى وحدات متشابكة تمثل رسوما فرعونية تدل على الخير والرخاء الذى يجلبه النيل. وهى مرصعة بفصوص من الياقوت الأحمر والفيروز الأزرق. ومن أشهر الشخصيات التى حصلت عليها؛ د. طه حسين وتوفيق الحكيم وأحمد لطفى السيد ونجيب محفوظ) فى احتفال كبير أقيم مساء الخميس ١٦/١٢/١٩٩٩ بمقر رئاسة الجمهورية بمصر الجديدة، عقب عودته من استوكهولم بمناسبة فوزه بجائزة نوبل فى الكيمياء، وألقى الرئيس كلمة قال فيها:

الأخوة والأخوات:

أود أن أعبر بداية بالأصالة عن نفسى، وبالنيابة عن شعب مصر العظيم، عن خالص مشاعر التهنئة لابن مصر البار الدكتور أحمد زويل، بمناسبة فوزه بجائزة نوبل للكيمياء لعام ١٩٩٩. ولعلكم تتفقون معى على أن هذه المناسبة الغالية تكتسب دلالة عميقة،

تتجاوز بكثير مجرد فوز الدكتور أحمد زويل بهذه الجائزة الرفيعة، ذلك أن هذا الفوز يكمل بالتأكيد تلك الحلقة الدالة على العطاء الحضارى الخلاق لشعب مصر العظيم.

فليست هذه هى المرة الأولى، كما يعلم الجميع، التى يُكرّم فيها أبناء مصر على الصعيد العالمى لعطائهم الإنسانى المبدع، كان الرئيس أنور السادات سبَّاقا فى ريادة عملية لصنع السلام فى منطقة قدر لها طويلا أن تدفع ثمنا فادحا لويلات صراع ضار فُرض عليها، واستنزف بلا هوادة طاقاتها، ومن ثم كان أول مصرى يحصل على جائزة نوبل فى ميدان العمل على تحقيق السلام للإنسانية والبشرية جمعاء.

ثم تلاه أديب مصر العظيم نجيب محفوظ الذى امتدت رؤيته الأدبية الشاملة والرائعة بجذورها إلى عمق الواقع الاجتماعى والسياسى المصرى، على النحو الذى حلق بها فى الآفاق الرحبة للمعانى والقيم الإنسانية السامية، فكان اعتراف العالم كله بقيمته ومكانته الأدبية الجليلة.

وبحصول العالم المتفوق الدكتور أحمد زويل على جائزة نوبل فى الكيمياء، تكون منظومة العطاء الحضارى المصرى، والاعتراف العالمى بهذا العطاء، قد اكتملت واقعا ومعنى ودلالة للحاضر والمستقبل ولعل الوجدان المصرى والعربى قد اهتز من الأعماق لهذا الحدث الضخم، إدراكا منه لدلالته الواضحة، ألا وهى أننا بعون الله قادرون على أن نواكب تحدى الثورة العلمية المتسارعة وإنجازاتها الخارقة.

الأخوة والأخوات:

إذا كان الإنجاز العلمى الرائع للدكتور أحمد زويل قد أتم خطى الاعتراف العالمى بمنظومة العطاء الشامل للشعب المصرى فى مسيرة الحضارة الإنسانية، فإنه من ناحية أخرى يمثل تأكيدا واضحا لتواصل هذا العطاء منذ أقدم العصور، فأحمد زويل هو ابن هذه الحضارة المصرية القديمة التى مازالت منجزاتها تذهل العالم حتى اليوم، والتى استندت إلى قاعدة من العلوم المتقدمة، مازال العالم الحديث يقف عاجزا أمام بعض أسرارها حتى الآن، وهو أيضا ابن للحضارة العربية الإسلامية التى شكل التقدم العلمى بعداً بارزًا من أبعادها الشاملة، ولعب دورا رياديا لا ينكرة أى منصف فى وضع أوروبا، فى مطلع العصور الحديثة، على بداية طريق الانتقال من الجمود والتخلف، إلى النهضة والانطلاق.

الأخوة والأخوات:

يزيد من اعتزازنا بهذا الحدث الكبير عدد من الدلالات التى يجب أن نتوقف عندها ونحاول استيعاب معانيها؛ وأولى هذه الدلالات، أن هذا العالم الذى اعترف العالم أجمع بسبقه العلمى الفريد، قد تلقى تعليمه حتى إعداده لدرجة الماجستير فى المؤسسات التعليمية المصرية. وأظن أن هذه شهادة لا تخطئها العين على قدرة هذه المؤسسات على أن تنجب أجيالا من العلماء لو توافرت لها الظروف الملائمة، كما أظن أن آلاف العلماء الذين يعملون فى صمت داخل

أرض مصر الطيبة، أو يسهمون بعلمهم في صنع التقدم الإنسانى خارج حدود وطنهم، يقدمون دليلا آخر على قدرة هذا الوطن على العطاء.

وقد كانت مصر سبَّاقة فى الإعراب عن تقديرها لإنجازات الدكتور زويل العلمية، ولحرصه على رابطته الوثيقة بالعلماء ومؤسسات البحث العلمى فى مصر، بمنحه وسام العلوم والفنون من الطبقة الأولى فى احتفال عيد البحث العلمى عام ١٩٩٥، فى بادرة ذات دلالة على حرصى وحرص الدولة على الاهتمام بعلمائنا فى المهجر والإبقاء على رابطة قوية بينهم وبين مصر.

ثانية هذه الدلالات المهمة، أن المسيرة العلمية للدكتور زويل قد تواصلت، بعد اتمامه لتعليمه الجامعى فى مصر، فى بيئة علمية مؤسسية ذات تقاليد راسخة فى البحث العلمى الجامعى، الأمر الذى يعنى أن النبوغ الفردى مهما بلغ من تفرد، لا يمكنه أن يصل إلى أرحب آفاق التفوق، إلا فى إطار سياسات سليمة للعلم والتكنولوجيا، ومؤسسات قادرة على تنفيذ هذه السياسات، بمشاركة فاعلة بين الحكومة ورجال الأعمال والقادرين من فئات المجتمع المصرى.

وثالث هذه الدلالات يرتبط بالفرحة الحقيقية التى عمت أبناء الشعب المصرى كافة بنبأ فوز أحد أبناء مصر بهذه الجائزة العلمية الرفيعة إدراكا من هذا الشعب الأصيل لقيمة ومعنى ارتباط هذا

الإنجاز بمصر الغالية، بل لعلى لا أسجل سوى الحقيقة إذ أقول أن انتماء المصريين يتجاوز هذا الوطن ليشمل أمتهم العربية، التى كانت مصر دائما فى موقع القلب منها.

ولذلك لم يكن غريبا أن تكون مشاعر الفخر والاعتزاز بالدكتور زويل فى جميع أرجاء الوطن العربى بذات القوة والأصالة التى لمسناها هنا فى مصر امتدادا لمشاعر الفخر والاعتزاز التى شعرنا بها جميعا لما حققه علماؤنا العرب من إنجازات من أمثال الخوارزمى أشهر علماء عصره فى الرياضة والفلك، والحسن بن الهيثم فى علوم البصريات والكيمياء، والرازى صاحب أول دائرة معارف طبية، وابن سينا، وابن رشد، وكثيرين غيرهم.

الأخوة والأخوات:

اتصالا بكل ما سبق فإن المعنى الحقيقى الذى يجب أن نمسك به فى هذه المناسبة الغالية، يتمثل فى أن فوز الدكتور أحمد زويل بجائزة نوبل للكيمياء فى هذه السن الشابة لا ينبغى أن ينظر إليه باعتباره مجرد حدث فردى نعتز به ونفخر ولكنه يجب أن يكون منطلقا لتعزيز العمل الوطنى المصرى فى مجال البحث العلمى بسعى دءوب وصادق من أجل المشاركة بنصيب فى الثورة العلمية العالمية الراهنة والعمل على حل المشكلات ومواجهة التحديات التى تعوق انطلاقنا إلى الغايات المرجوة للعمل الوطنى. وهنا نذكر بكل الاعتزاز أن واحد من أغلى الإنجازات الوطنية والقومية فى النصف الثانى من القرن

العشرين وهو نصر أكتوبر المجيد قد بُنى على أساس راسخ من العلم نحتاج أن نستلهمه ونحن نواجه تحدياتنا الراهنة. وتذكرون أن هذا المعنى لم يكن غائبا عن رؤيتى لأبعاد التغيير الواجب فى مسيرة العمل الوطنى المصرى، ولذلك أكدت فى كلمتى فى الملتقى القومى لنهضة التكنولوجيا والمعلومات فى سبتمبر الماضى على إضافة مشروع قومى جديد لنهضة تكنولوجية شاملة، إلى مشروعات مصر العملاقة يكون أساسه التنفيذ العاجل والمستمر لبرنامج وطنى طموح يضمن تعبئة جهود المجتمع بكل قطاعاته لتوظيف واستخدام وتوطين وإنتاج التكنولوجيا والعمل على تطبيقها فى كل قطاعات الإنتاج وكل مجالات الحياة المصرية. كما أكدت فى خطابى أمام مجلس الشعب والشورى فى أكتوبر الماضى، على أننى سوف أتابع هذا المشروع الحيوى بنفسى، وأشرت فى خطاب تكليف الحكومة الجديدة فى الشهر نفسه إلى مقومات نجاح مثل هذا المشروع، من إعداد للمجتمع المصرى بكل فئاته لدخول عصر التكنولوجيا فائقة التقدم، وحيوية الاستمرار فى إصلاح نظام التعليم بصورة مكثفة، وتوجيه رعاية خاصة للطلاب المتميزين والمبدعين، مع الارتقاء بكل السبل الممكنة بالبحث العلمى.

الأخوة والأخوات:

إن نجاحنا فى تحقيق هذه الأهداف الطموحة يحتاج بالإضافة إلى هذه الرؤية الواضحة، إلى سياسة متكاملة أدعو جميع الأجهزة المعنية

فى الدولة إلى التضافر فى بلورتها، والعمل على تنفيذها، بما فى ذلك العمل على حسن استغلال طاقات علماء مصر الأجلاء والأجيال الشابة من الباحثين العلميين فيها، من أجل إنجاز هذا الهدف الحيوى.

إننى أدعو علماء مصر الذين هاجروا أو سافروا للعمل بالخارج للمساهمة بفاعلية فى تنفيذ هذا المشروع العملاق.. بأفكارهم واختراعاتهم.. بل وبالمساهمة فى نقل التكنولوجيا المتقدمة وتدريب زملائهم فى مصر عليها. كما أدعوهم لتبنى أقرانهم من شباب العلماء والباحثين فى مصر للحصول على رسائل الدكتوراه تحت إشرافهم حتى تنتقل الخبرة العلمية والعملية إليهم بشكل يوسع من قاعدتنا العلمية والتكنولوجية. ومن جانبى فإننى لن أتردد لحظة واحدة فى تقديم أقصى الدعم الممكن لإنجاح هذا المشروع الطموح العملاق..بل إننى من ناحية أخرى، أدعو بهذه المناسبة إلى تكامل علمى عربى حقيقى تقطع من خلاله جميع الدول العربية خطوات رحبة على طريق التقدم العلمى، يشق على كل منها أن يقطعها بمفرده، وإننى لمدرك للصعوبات والحساسيات التى تكتنف وضع مثل هذه الدعوة موضع التنفيذ، غير أن الثمار المرجوة منها، والتحديات التى تواجهنا جميعا فى مطلع قرن جديد، تستحق منا بذل أقصى الجهود، ولسوف تكون مصر دائمًا مستعدة لتقديم كل ما لديها من أفكار، وأنفع ما لديها من خبرات، من أجل المضى قدما فى تنفيذ هذه الفكرة.

الأخوة والأخوات:

أكرر التهنئة لابن مصر البار، وعالمها الجليل، الدكتور أحمد زويل، لفوزه بهذه الجائزة الرفيعة، واثق فى قدرة هذا الشعب وهذه الأمة على مواصلة صنع التقدم الذى نستحقه، وفى إننا سوف نلتقى دائما على طريق الحق والخير، لكى نحتفى بما أنجزه المخلصون من أبناء هذه الأمة خدمة لوطنهم، وضمانا لمستقبل أبنائهم، ووفاء لتقاليد إنسانية رفيعة، أسسها أجدادهم منذ فجر الحضارة الإنسانية.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

كلمة زويل فى حفل تقلده قلادة النيل

السيد رئيس الجمهورية السيدة الفاضلة قرينة رئيس الجمهورية، السادة الوزراء، السادة العلماء، أيها الحفل الكريم:

كل عام وأنتم بخير بحلول شهر رمضان الكريم وعيد الميلاد المجيد وقدوم الألفية السابعة فى تاريخ مصر العظيم. إنه لشرف وفخر كبير لى أن أقف اليوم أمامكم لتكرموا فى شخصى العلم والعلماء، بمنحى قلادة النيل، أغلى وسام من مصر الغالية.

لقد غادرت البلاد منذ أكثر من ربع قرن، ومنذ البداية وأنا أعمل على تحصيل العلم والمعرفة وما حصولى على جائزة نوبل فى العلوم لأول مرة فى تاريخ مصر والأمة العربية إلا تأكيداً بأن أبناء هذا الوطن يستطيعون إذا ما هُيىء لهم المناخ الملائم، أن يثبتوا جدارتهم وكفاءتهم على الساحة الدولية.

إننى أمثل واحداً من أبناء مصر وهناك العديد فى داخل مصر وخارجها، لهم ملاحم من الإنتصارات فى العلم والطب والأدب والفن والاقتصاد والسياسة وغيرها من مجالات أخرى. ومنذ فجر التاريخ ومصر تعطى للعالم، وكما ذكرت فى «استوكهولم» أمام الملك والملكة وكما ذكرت مدام هالة (هالة أبو علم، مقدمة الحفل ومذيعة التليفزيون المصرى)؛ أنه لو كانت جائزة نوبل قد عرفت قبل

ستة آلاف عام حين بزغت حضارة مصر القديمة، أو حتى قبل ألفى عام حين كانت منارة مكتبة الإسكندرية متوهجة، لكانت مصر حصلت على نسبة عالية جدا من هذه الجوائز حينذاك. ولا يغيب عن أذهاننا الدور الكبير للعلماء العرب حيث كانوا شعلة مضيئة عندما كانت أوروبا تمر بعصور الظلام.

سيادة الرئيس..

إننى أرى فى هذا التكريم عنايتكم الكبيرة ورغبتكم الأكيدة فى تطوير ودعم الوضع العلمى فى مصر. إن العالم الحديث يقوم على دعامتين أساسيتين ترتكز عليهما القوة والسيطرة والتفوق، وهما العلم المتطور والإنتاج القوى. وقد استند العالم المتقدم على العلم ليشكل فى النهاية القوة المسيطرة على هذا الكوكب. إن تحقيق التقدم والتطور المماثل لدول العالم المتقدم فى الدول النامية يستلزم بناء القاعدة العلمية والمجتمع العلمى، واللذين هما ضرورة للانضمام للركب العالمى، وبهما يمكن الخروج من الاستهلاكية والدخول إلى المنافسة التكنولوجية والإنتاج القوى على المستوى العالمى. هذه القاعدة العلمية القادرة تحتاج إلى مشاركة حقيقية ووحدة وطنية تؤمن بدور العلم فى وضع جديد ومتطور.

إن مصر الآن، فى تقديرى، قادرة على عمل قفزة علمية وتكنولوجية كبيرة تؤهلها لدخول القرن الواحد والعشرين، حيث أنها وفقت تحت قيادتكم الحكيمة فى خوض أصعب مرحلة فى بناء البنية

الأساسية والهيكل الاقتصادى والمكانة السياسية العالمية. وفى تصورى أن النهضة العلمية فى عصر الرئيس مبارك، لها البعد التاريخى الهام لمصر والشرق الأوسط، حيث أنها الأساس لإعداد أجيال صالحة ومعدة فى مجتمع سوف تعمه العقلانية ويدفع إلى دخول عصر العولمة.

سيادة الرئيس.

إن المكالمة الهاتفية من سيادتكم عقب إعلان الجائزة، والرسائل من أبناء شعب مصر والعالم العربى التى زادت عن خمسة آلاف رسالة قد حركت فى نفسى مشاعر السعادة والفخر بالانتماء لهذه الأمة. ولقد استرعى نظرى فى كثير من هذه الرسائل ولقاءاتى مع الشباب فى مصر، شغفهم الكبير لطلب العلم والاستزادة منه وحماسهم للتفوق على المستوى العالمى. فهذه الثروة القومية من الشباب، أتمنى أن أساهم فى تشجيعهم وإعطائهم الأمل فى قيمة العلم لخدمة البلاد والبشرية.

لقد تلقيت تكريمًا من كثير من الجهات العالمية والدولية بما حققته مع فريق عمل كامل فى جامعة كالتاك العريقة بالولايات المتحدة، إلا أن التكريم الذى أناله اليوم له أثر خاص فى نفسى، ويؤكد الرابطة القوية ببلدى العريق مصر، كما يفتح أمام عينى باب الأمل واسعًا بتقدم مصر العلمى العالمى، وهذا ليس بكثير على بلد عريق كمصر تتغلغل جذور حضاراته المتتالية فى أعماق التاريخ.

وإن لم توجد حاليا القاعدة العلمية المتكاملة فإننى واثق تماما أنه من الممكن وفى فترة زمنية قصيرة، بناء هذه القاعدة وعلى المستوى العالمى المطلوب للرقى بالبحث العلمى والتكنولوجى والتعليم المتميز. هذه القفزة العلمية والفكرية عندما تكتمل سوف تكون أساس النهضة الحديثة وسوف لا تقل عن نهضة أوربا وآسيا والتى لعب العلم فيها دورا أساسيا للانتقال من عصر الظلام إلى عصر العلم المضىء.

سيادة الرئيس..

إن تكريمكم الكريم لى فى هذا اليوم، لا يوازيه أى شكر، وإننى أقدم لكم عرفانى الكامل ولأرجو أن يرعى الله عملكم وسعيكم لخير هذا البلد الحبيب مصر كما أننى أقدم خالص شكرى وتقديرى لشعب مصر الوفى. وأرجو من الله أن نعمل جميعا بروح متفائلة وإيجابية يعمها عمل الفريق وأكرر عمل الفريق، بكل عزم وأمانة لرفع راية أم الحضارات مصر عالية بين حضارات العالم الحديث.

شكرًا يا سيادة الرئيس.

كلمة نجيب محفوظ

فى ٩٩/١٢/١٥ عقب عودة زويل لتكريمه فى مصر.

يقول الكاتب الكبير نجيب محفوظ والذى سبق الدكتور زويل فى الفوز بجائزة نوبل فى الأدب عام ١٩٨٨:

سمعت عن إنجازات الدكتور زويل قبل فوزه بجائزة نوبل وكنت أتوقع له الحصول على مثل هذه الجائزة العظيمة وقد التقيت به مصادفة منذ عام تقريبا فى أحد الفنادق بمصر.. وجاء إلىّ يصافحنى، فشعرت بسعادة كبيرة حينما رأيته وقلت له «شرفتنا يا أخى أمام العالم كله».. وهذا الفوز شرف عظيم لمصر لأن واحدا من أبنائها ساهم فى تحقيق إنجاز سيعود بالنفع على البشرية كلها وشىء جميل أن يأتى د. زويل ليتم تكريمه فى بلده ووسط أهله بُعد أن كرمه العالم كله.. وبلا شك فإن تكريمه فى مصر يحمل بعدا آخر يختلف عن تكريمه فى الخارج، وهو حب المصريين وفخرهم.

كيف يمكنك الاتصال به؟

عنوانه:

California Institute of Technology

Arthur Amos Noyes Laboratory of Chemical Physics

Mail Code 127 - 72

Pasadena, California 91125

USA

ت : (626) 395 - 6536

فاكس: (626) 792 - 8456

بريد الكتروني: Zewail@cco. caltech. edu

يتساءل كثير من الناس بخوف إلى أين سيقودنا العلم والتكنولوجيا؟ وقلة ضئيلة تود أن تعود إلى حياة عام ١٩٠٠ لتعيش تلك الحقبة. وحتى فى أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، حيث يسود البؤس المنطقة وتتفاقم خطورة النزاعات الداخلية التى تمزقها والتى تشهد عودة الأمراض المستوطنة كالملاريا والسل والإيدز، تدل بعض مؤشرات التنمية على التأثير الإيجابى، خلال العقود القليلة الماضية، للعلوم والتكنولوجيا.

ومن عام ١٩٦٠ إلى عام ١٩٩٤، ارتفع معدل الحياة من ٣٩,٩ إلى ٤٩,٩ سنة، وتدنت نسبة وفيات الأطفال بأكثر من ٤٠ فى المئة، أى إلى ٩٧ بعد أن كانت ١٦٦ لكل الف ولادة وتضاعفت تقريبا خلال ٢٠ سنة كمية المياه الصحية التى ينتفع بها السكان، فأصبحت نسبتهم فى النصف الأول من التسعينيات ٤٢ فى المئة بعد أن كانت فى النصف الثانى من البعينيات حوالى ٢٤ فى المئة. وبلغ الدخل للفرد الواحد ١٣٧٧ دولارا فى عام ١٩٩٤ بعد أن كان ٩٩٠ دولارا فى عام ١٩٦٠، أى أن نسبة نمو الدخل كانت أرفع من معدل نموه فى البلدان الأقل نموًا. وأتاح الكمبيوتر الشخصى للمجتمع خلال العقود الثلاثة الأخيرة تحقيق تقدم مذهل فى بعض الحالات. وتتضاعف قدرة العمليات الحسابية عمليًا كل ١٨ شهرًا بفضل الهاتف الخليوى وانخفاض أسعار الحاسوب.

وبدأ الإنترنت يغزو أرياف البلدان النامية. الأمر الذى يؤدى إلى نتائج بالغة الأهمية للتعلم عن بعد وتعميم الديموقراطية.

وجدير بالذكر أن التكنولوجيا الالكترونية هى التى أطلقت الهندسة الوراثية والبيوتكنولوجيا، الابتكارين الأكثر ثورية فى النصف الثانى من القرن العشرين. وفتحت التكنولوجيا الالكترونية الباب لسلسلة إمكانات تجمع أكثر من أى وقت مضى ما بين العلم والأخلاق.

وهذه هى أهم الأحداث العلمية للقرن المنصرم:

١٩٠٠: ماكس بلانك يكتشف أصغر كمية من الطاقة (QUANTUM) أساس نظرية الكم (QUANTA).

١٩٠١: فى تيرنوف (جزيرة فى كندا) تلقى (جوجليلمو ماركونى» أول إشارة تلغرافية من كورنويل (المملكة المتحدة).

١٩٠٣: أحد الأخوين «رايت» يقوم بأول تجربة ناجحة للطيران على متن طائرة بمحرك.

١٩٠٥: ألبرت اينشتاين ينشر نظريته عن النسبية.

١٩٠٩: «بول ايرليش» يجد دواء ضد مرض الزهرى.

١٩١٣: «نيلز بور» و«أرنست روذر فورد» يكتشفان بنية الذرة.

١٩١٣: هنرى فورد يخترع سلسلة تركيب متحركة لإنتاج السيارات.

١٩٣٠: أول بث بواسطة الإذاعة.

العشرينيات: ظهور الأجهزة المنزلية ـ المكنسة الشفاطة والعصارة والثلاجة الكهربائية وآلة الحلاقة الكهربائية، والمواد الغذائية المجمدة وجهاز الراديو بمكبر الصوت.

١٩٢٢: «فريديريك بانتنج» و«شارل بيست» يكتشفان الأنسولين.

١٩٢٣: «فلاديمير زوريكين» يخترع كاميرا التليفزيون.

١٩٢٤: «إدوين هابل» يكتشف أول مجرة خارج مجرتنا.

١٩٢٧: «جورج لومير» يقترح نظرية «الانفجار العظيم» (BIG BANG) لتفسير أصل الكون.

١٩٢٨: «الكسندر فليمنج» يكتشف البنسلين.

١٩٢٩: «إدوين هابل» يجرب نظرية تمدد الكون.

١٩٣٠: هيئة الإذاعة البريطانية تبدأ الإرسال التليفزيوني.

١٩٣١: «أرنست لورنس» يخترع الـ«سيكلوترون» لدراسة سلوك الجزيئات الأولية تحت ضغط التسريع.

١٩٣٢: «جيمس شادويك» يصف تركيب نواة الذرة من بروتون ونيوترون.

١٩٣٥: اختراع النايلون والمواد البلاستيكية أول جوارب نايلون.

١٩٤٢: «انريكو فيرمي» يجرب أول تفاعل نووى مضبوط.

١٩٤٥ : تفجير أول قنبلة نووية فى نيومكسيكو وإلقاء قنابل نووية فوق هيروشيما وناجازاكى فى اليابان.

١٩٤٥ : تجربة لأول حاسبة الكترونية.

١٩٤٧ : «ويليام شوكلى» اخترع الترانزستور.

١٩٤٨ : «بيرسى جوليان» طور السليكون الاصطناعى.

١٩٥٠ : «جيرترود ايليون» استخدمت لأول مرة العلاج الكيميائى لشفاء سرطان اللوكيميا (ابيضاض الدم).

١٩٥٢ : «جوناس سولك» أنتج أول لقاح ضد شلل الأطفال.

١٩٥٢ : أدى اكتشاف «هنرى لابوريت» (كلوربرومازين) إلى وضع أسس علاج الأمراض العقلية طبيا.

١٩٥٣ : «جيمس واطسون» و«فرانسيس كريك» اكتشفا التركيب اللولبى للحمض النووى (ADN) الذى يعتبر الحجيرة الأساسية للحياة.

١٩٥٤ : نجاح أول ذراعة كلية.

١٩٥٧ : الاتحاد السوفيتى يطلق القمر الصناعى سبوتنيك.

١٩٦٠ : «بيتر مدور» يكتشف أسس الكبح المناعى.

١٩٦٠ : «ستيفان هوكينج» ينشر نظريته الكبرى الموحدة عن أصل الكون.

السينيات: اكتشاف الإنزيمات المحددة التى تستخدم ك «مقصات» فى قص الجينات فى الهندسة الوراثية.

١٩٦٩: الاتحاد السوفيتى يرسل أول رائد فضائى يدور حول الأرض.

١٩٦٤: «موراى جيل ـ مان» أول من تنبأ بوجود الكواركات.

١٩٦٧: «كرستيان برنار» أجرى أول عملية زرع قلب لإنسان.

١٩٦٧: «جوسلين بل» تكتشف البولسار (النجوم النترونية).

١٩٦٩: «دوروثى هوجدكين» تصف بنية جزيئة الأنسولين.

١٩٦٩ رواد الفضاء الأمريكيون على متن أبوللو يمشون على سطح القمر.

البعينيات: التصوير الطبقى الرقمى لأنسجة الجسم الداخلية.. وربط عدة جامعات أمريكية فى ما بينها بشبكة الكومبيوتر ARP .net

١٩٧١: «جيلبر هايات» و«انتل» صمما أول كمبيوتر تجارى.

١٩٧٤: «بيل جيتس» و«بول آلن» كتبا برنامجا لحاسوب «التاير»، وأسسا بعد ذلك ميكروسوفت التى هى الآن أغنى شركة فى العالم.

١٩٧٥: اكتشاف المسكن الطبيعى ENDORPHINE الفعال ضد الصداع.

١٩٧٥ : اكتشف «سيزار ميلستاين» ومعاونوه الأجسام الضدية MON-OCLONAL ANTIBODIES والتى تعتبر «طلقة سحرية»، إذ تستطيع العثور على المضادات ANTIGENS المحددة التى تسبب المرض.

١٩٨٠ : «تيم برينس - لى» مستشار فى المختبر الأوروبى لفيزياء الجزيئات CERN وضع برنامج الكمبيوتر (سوفت وير) الذى قاد إلى الإنترنت.

الثمانينيات: اكتشاف البريونات (PRIONS) وهى فئة جديدة من العوامل المرضية تختلف عن الفيروسات وأحد هذه البريونات يسبب مرض (جنون البقر).

١٩٨٣ : «لوك مونتانييى» و«روبير جالو» عزلا فيروس HIV الذى يسبب مرض فقدان المناعة المكتسبة (الإيدز).

١٩٨٧ : اكتشاف «بروزاك» العقار المضاد للكآبة.

١٩٨٩ : إنشاء نظام قياسى للمعطيات وأمكن بواسطته إنشاء شبكة الشبكات WWW.

١٩٩٠ : إطلاق تلسكوب هابل الفضائى.

١٩٩٦ : ولادة النعجة «دوللى» فى اسكوتلندا بالاستنساخ بواسطة خلية ضرعية وحيدة.

١٩٩٧: تنبأ العلميون بدقة بالظاهرة المناخية الـ«نينو» فى المنطقة المدارية من المحيط الهادىء. وهذا من شأنه أن يحد كثيرا من آثار الجفاف والفيضانات التى ضربت مناطق عدة فى العالم.

١٩٩٨: تربية خلايا الأرومة فى المختبرات يفتح الطريق لتنمية الأعضاء البشرية ومختلف قطع الغيار من دون أن يرفضها الجسم الذى تؤخذ منه الخلايا الأصلية.

بعض من مشاهير العرب
فى الخارج فى القرن الـ (٢٠)

سياسيون:

* كارلوس منعم (سورية) رئيس جمهورية الأرجنتين الأسبق.
* خوليو سيزار طربيه (سورية ـ لبنان) رئيس جمهورية كولومبيا.
* ادوارد صياغة (سورية ـ لبنان) رئيس وزراء جامايكا.
* دونا شلالا (سوريا ـ لبنان) وزيرة الصحة الأمريكية.
* جورج ميتشل (سورية ـ لبنان) زعيم الأغلبية الديمقراطية السابق بمجلس الشيوخ الأمريكى (نصف ايرلندى).
* جون سنونو (فلسطين) سياسى أمريكى بارز (حاكم ولاية نيوهامبشير سابقا، رئيس سابق لجهاز البيت الأبيض.
* جيمس أبو زرق (سورية ـ لبنان) سناتور أمريكى.
* جيمس عبد النور (سورية ـ لبنان) رئيس جمهورية الأكوادور السابق.
* عبد الله بوكرم (سورية ـ لبنان) رئيس جمهورية الأكوادور السابق.
* جميل معوض (سورية ـ لبنان) رئيس جمهورية الأكوادور.

* باولو سليم معلوف (سورية ـ لبنان) زعيم سياسى برازيلى ومرشح رئاسى.

* محمد على زين الدين (سورية ـ لبنان) قيادى عسكرى متمرد أرجنتينى.

* على العطاس (اليمن) وزير خارجية إندونيسيا.

* جورج جلوان (سورية ـ لبنان) قائد قوات حلف شمال الأطلسى فى أوروبا.

* رالف نادر (سورية ـ لبنان) محام وسياسى أمريكى بارز.

* سبنسر إبراهام (سورية ـ/ لبنان) سناتور أمريكى.

* الياس وازن (سورية ـ لبنان) جنرال انقلابى فى الدومينيك.

* شفيق حنظل (فلسطين) زعيم ثورى فى السلفادور.

* موزز حسن (الشام) زعيم ثورى فى نيكاراجوا.

* جوشوا حسن (العراق) رئيس وزراء جبل طارق.

* إدوارد شيلدون «شماش» (العراق)... نائب ووزير عمالى بريطانى.

* فرانسيس دينج (السودان) من باحثى معهد بروكينجز فى واشنطن.

*** * * فى الفن والأدب والعلوم**

* إف. مرى ابراهام «فريد مرعى إبراهيم» (سورية ممثل أمريكى حائز على الأوسكار.

* سلمى حايك (سورية ـ لبنان) ممثلة عالمية مكسيكية.

* جلوريا استيفان (سورية ـ لبنان/ كوبا) مغنية عالمية كوبية ـ أمريكية.

* ايزابيل ادجانى (الجزائر) ممثلة فرنسية عالمية.

* جوليا صوالحة (الأردن) ممثلة بريطانية لامعة.

* نادية صوالحة (الأردن) ممثلة بريطانية لامعة.

* داليدا (مصر) مغنية فرنسية عالمية راحلة.

* بولا عبدول (سورية) مغنية أمريكية عالمية.

* بول انكا «بولس عنقا» (سورية) مغنى كندى عالمى.

* مايكل انسارا «عنصره» (سورية ـ لبنان) ممثل أمريكى.

* كما «كايسى» قاسم (سورية ـ لبنان) شخصية فنية تلفزيونية أمريكية شهيرة.

* انريكو ماسياس (الجزائر) مغنى فرنسى عالمى.

* عمر الشريف (مصر) ممثل عالمى.

* ديفيد معلوف (سورية ـ لبنان) أديب استرالى لامع.

* جوزيف عبود (سورية ـ لبنان) مصمم أزياء أمريكى.

* يارا واكيم «لابيدوس» (سورية ـ لبنان) عارضة أزياء فرنسية وزوجة «جى لابيدوس» ابن المصمم الشهير «تيد لابيدوس».

* فرنسواز «صالح كرجى» جيرو (العراق) صحافية فرنسية لامعة.

* مصطفى كمال طلبة (مصر) رئيس برنامج الأمم المتحدة للبيئة لمدة ١٨ عاماً، حتى صار يعرف دولياً بـ «مستر بيئة».

* مايكل دبجى (سورية ـ لبنان) جراح قلب أمريكى شهير.

* مجدى يعقوب (مصر) جراح قلب بريطانى شهير.

* الياس خورى (سورية ـ لبنان) عالم أمريكى المولد والجنسية وحائز على جائزة نوبل للكيمياء.

* مصطفى السيد (مصر) خبير نباتات عالمى يعيش فى أمريكا، وهو من اكتشف أسرار عملية التمثيل الضوئى.

* بيتر مدور (سورية ـ لبنان) عالم برازيلى المولد وبريطانى الجنسية وحائز على جائزة نوبل للطب عام ١٩٦٠ مناصفة مع «فرانك بورنت» الأسترالى.

* فاروق الباز (مصر) عالم الفضاء، وسمى باسمه واد على سطح القمر.

* زهاء حديد (العراق) مهندسة معمارية عراقية تعيش فى انجلترا.

* مها عاشور عبد الله (مصر) أستاذة الفيزياء فى جامعة كاليفورنيا، متخصصة فى فيزياء البلازما، وهى مشهورة عالمياً بأبحاثها فى «الشفق القطبى» وتسهم فى أبحاث وكالة ناسا.

*** * * المال والأعمال**

* نجيب حلبى (سورية) رئيس سابق لشركة طيران بأن أمريكان ووالد الملكة نور الحسين.

* جاك نصر (لبنان) رئيس شركة فورد (يحمل الجنسية الاسترالية).

* رياض «رأى» إيرانى (لبنان) رئيس شركة أوكسيدنتال أويل الأمريكية.

* ادمون صفرا (سورية ـ لبنان) رئيس بنك ريبليك، وهو ملبارديير اغتالته المافيا الروسية فى باريس فى أخريات عام ١٩٩٩.

* آل فايد، محمد وعلى وصلاح (مصر) ملياردييرات يعيشون فى بريطانيا والأول يمتلك محلات هارودز.

* روبرت عبود (سورية ـ لبنان) رئيس بنك فيرست شيكاغو سابقاً.

* كارلوس سليم حلو (سورية ـ لبنان) ملياردير مكسيكى، أحد أغنى أغنياء العالم.

* إسماعيل سراج الدين (مصر) خبير مياه عالمى.

* جاك اتالى (الجزائر) رئيس الصندوق الأوروبى للإعمال.

* برنار اتالى (الجزائر) رئيس شركة ايرفرانس سابقاً (شقيق جاك التوأم).

* كارلوس غصن (سورية ـ لبنان) المدير التنفيذى لشركة نيسان اليابانية للسيارات ونائب رئيس شركة رينو الفرنسية (برازيلى ـ فرنسى الجنسية).

* منير مفرج (سورية ـ لبنان) رئيس دار كلوى الفرنسيه للأزياء.

* فايز ساروفيم (مصر) من ملياردير ات الولايات المتحدة.

* روبرت ومارشال نايفه (سورية ـ لبنان) من ملياردير ات الولايات المتحدة.

* آل خضورى (العراق) من أكبر أثرياء هونج كونج.

* تشارلز وموريس ساعتشى (العراق) من كبار رجال الأعمال (الإعلانات) فى العالم.

* سمير عبد الحليم ولى الله (مصر) خبير اقتصادى شهير فى ألمانيا.

* سليم زلخا (العراق) من كبار رجال الأعمال البريطانيين. مؤسس «مذركير» للوازم الأطفال.

* آل فرح (سوريه ـ لبنان) من أشهر منتجى ملابس الجينز فى الولايات المتحدة.

* * * الرياضة

* آلان ميمون (الجزائر) عداء وبطل الماراثون الأولمبى الفرنسى.

* زين الدين زيدان (الجزائر) نجم يوفنتوس ومنتخب فرنسا (بطل العالم لكرة القدم).

* علاء عبد الرسول (مصر) نجم كرة سلة أمريكى.

* رونى صيقلى (فلسطين ـ لبنان) نجم كرة قدم أمريكى.

* دوج فلوطى (فلسطين ـ لبنان) نجم رياضة أمركى.

* نسيم حميد (اليمن) بطل ملاكمة عالمى بريطانى.

* بول مادوت ـ مانوت (السودان) من نجوم كرة السلة المحترفين.

* * * قياسات

جزء من مليون جزء من المتر	ميكروميتر
جزء من ألف مليون جزء من المتر	نانوميتر
جزء من ألف جزء من الثانية	ميلى ثانية
جزء من مليون جزء من الثانية	ميكرو ثانية
جزء من ألف مليون جزء من الثانية	ناتو ثانية
جزء من مليون مليون جزء من الثانية	بيكو ثانية
جزء من ألف مليون مليون جزء من الثانية	فامتو ثانية

المصادر

1 - A Brief History of Time - Steven Halking - Writers House Inc U S A - 1991.

2 - Usborne New Technology, Lasers - Lynn Myring & Maurice Kimmitt - London - 1987.

3 - 50 Great Artists - Bernard Myers - N. Y. 1994.

4 - The Pocket Book of Old Masters - Herman J. Wechlev - 1991.

5 - Great Men of Science - Grove Wilson - 1990.

6 - Bearer of a Million Dreams - Frank Spiering - Jameson Books - 1986.

7 - Great Lives. Great Deeds - Reader, s' Digest - 1993.

8 - Lives of Destiny - Donald Curloss Beattie - 1992.

9 - The World Almanac - Harry Hansen - 1992.

10 - The Encyclopedia Britannica - 1998 Ed.

11 - Encyclopedia Americana - 1997 Ed.

12 - Collier s' Encyclopedia - 1995.

13 - Encyclopedia Anacarta - 1998.

* * * هذا عدا عن الصحف والمجلات والدوريات الشهرية والأحاديث واللقاءات التلفزيونية وما جاء بشبكة الإنترنت، ومنها على سبيل الذكر: - «الأخبار - الأهرام - الأهرام الدولى - أكتوبر - المصور - الشباب - العربى الكويتية - الحياة اللندنية - الشرق الأوسط - برنامج حديث المدينة (مفيد فوزى) - برنامج خاص عن زويل (صفاء قطب) - برنامج عن احتفال نوبل (هالة أبو علم) - برنامج (NOBEL FORUM) وبرنامج (NOBEL LAUREATES) من الـ B B C اللندنية - ABC News - ECONOMIST - TIME magazine Energy Science News, Ahmed Zewail Nobel Prize, *submitted by.* Sallie J. Ortiz