أحمد زويل وجوائز نوبل عام ١٩٩٩

فى ١٢ أكتوبر ١٩٩٩ كانت مصر على موعد مع انتصار فريد للإبداع، إبداع يعبر عن قوة الإرادة وعن فتوة العقل. ففى هذا اليوم أعلنت الأكاديمية السويدية للعلوم عن فوز العالم المصرى الأستاذ الدكتور أحمد زويل بجائزة نوبل فى الكيمياء لعام ١٩٩٩ (الشكلان الملونان ١١٠، ١١١).

ولا شك أنه كان لهذا الخبر مذاقا خاصا فى مصر، فهو يعبر عن إنجاز عظيم فى مجال العلم. فجوائز نوبل فى العلوم طالما كانت محجوزة لأبناء الدول المتقدمة. إن أحمد زويل يكون بذلك أول عربى يوضع أسمه فى قائمة الحاصلين على جائزة نوبل فى أحد مجالات العلم.

والدكتور أحمد زويل من مواليد دمنهور فى ٢٦ فبراير عام ١٩٤٦ – حصل على بكالوريوس فى الكيمياء من كلية العلوم جامعة الإسكندرية فى عام ١٩٦٧، وعين معيدًا بها فى ٦ نوفمبر ١٩٦٧، وحصل على درجة الماجستير فى الكيمياء من كلية العلوم جامعة الإسكندرية فى عام ١٩٦٩ تحت إشراف الدكتورة «تهانى سالم»، ثم بعث إلى الولايات المتحدة الأمريكية فى أغسطس ١٩٦٩ للحصول على الدكتوراه. وفى عام ١٩٧٤ حصل على درجة الدكتوراه من جامعة بنسلفانيا. وبقى فى الولايات المتحدة حيث التحق بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا California Institute of Technology (Caltech) فى باسادينا، وأتخذ جنسية أمريكية بجانب جنسيته المصرية. وعلى مدى سنوات من العمل الدؤوب حقق زويل إنجازات علمية مرموقة جعلته يفوز بكرسى العالم لينس بولينج Linus Pauling فى الفيزياء الكيميائية.

ومن الجدير بالذكر أ العالم (لينس بولنج) Linus C. Pauling (١٩٠١ – ١٩٩٤) الذى حاز (أحمد زويل) كرسيه فى معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا كان قد فاز بجائزة نوبل فى الكيمياء فى عام ١٩٥٤، وبجائزة نوبل للسلام فى عام ١٩٦٢. ويعتبر (لينس بولنج) هو الشخص الوحيد فى العالم الذى حصل (منفردا) على جائزتى نوبل.

لقد تردد اسم أحمد زويل فى مصر على مدى نحو ١٥ عاما مضت عندما سمعنا عن الجوائز العلمية التى حصل عليها من مؤسسات علمية عديدة فى أمريكا وأوروبا. وقد زار الدكتور أحمد زويل مصر عدة مرات منها فى أعوام ١٩٨٨، ١٩٩٢، ١٩٩٥ قادما من الولايات المتحدة حيث يعمل. وقد ألقى محاضرتين فى الجامعة الأمريكية بالقاهرة يومى ٢٢، ٢٩ ديسمبر ١٩٨٨ تناول فيهما أشعة الليزر. وكان الدكتور زويل قد لبى أثناء زياراته لمصر الدعوات التى وجهت إليه من المؤسسات العلمية المختلفة. كما عرفت الجماهير الدكتور أحمد زويل من خلال التليفزيون والصحافة – ومن ذلك حواره الشهير مع الأستاذ مفيد فوزى فى برنامجه التليفزيونى «حديث المدينة»، وحواره فى جريدة الأهرام وحواره فى دار الهلال. وفى جميع الحالات عرف

الجمهور فى الدكتور أحمد زويل شابا لماحا ذكيا صاحب ابتسامه ودودة مشرقة، ويشعر من يستمع إليه بحميميه دافئة. وكان زويل فى كل أحاديثه محبا لبلده معتزًا بتاريخها وحضاراتها. وقد استمعنا إليه وهو يقول عن تعليمه فى مصر «كان تعليما رائعا – تعلمت الأدب والاحترام والثقة بالنفس. كان لكلية العلوم جامعة الإسكندرية دور فعال فى تكوينى، كان أساتذتى العظام الذين علمونى فيها نماذج علم واحترام لا مثيل له».

وكان لزيارات الدكتور زويل لمصر أثرًا كبيرًا فى إحياء الحديث عن موقع البحث العلمى فى خريطة اهتماماتنا المصرية. ومن ناحية أخرى أكد الدكتور زويل على أهمية العمل الجماعى فى الأبحاث العلمية، وأهمية سيادة روح الفريق. وسمعنا من الدكتور زويل عن أهمية توفر المجتمع العلمى حتى تزدهر العلوم وتثمر اكتشافاتها وتطبيقاتها. وتحدث البعض عن ترك الكيانات العلمية القديمة فى مصر على حالها وإنشاء بضع كيانات علمية جديدة تواكب العصر. وأذكر أن صحيفة الأهرام فى ٣ أغسطس ١٩٩٨ نشرت لى مقالا تحت عنوان «المجتمع العلمى والتجمع العلمى شيئان مختلفان».

وقد حصل زويل على العديد من الجوائز العلمية قبل حصوله على جائزة نوبل من ذلك وسام بنيامين فرانلكين وجائزة كارل زايس وجائزة هوكست وميدالية الأكاديمية الملكية للعلوم والأدب فى هولنده، وجائزة الأكاديمية القومية للعلوم فى أمريكا وجائزة الكسندر فون همبولت، كما أدرج اسم أحمد زويل فى قائمة الشرف الأمريكية وكان ترتيبه الثامن عشر بين ٢٩ شخصية من خارج الولايات المتحدة ساهمت فى التقدم الأمريكى. وكان زويل حصل على جائزة الملك فيصل العالمية فى العلوم عام ١٩٨٩.

لقد أحسنت مصر عندما كرمت الدكتور أحمد زويل قبل حصوله على جائزة نوبل. فقد نال وسام الاستحقاق من الدرجة الأولى من الرئيس محمد حسنى مبارك فى ٢٥ يونيو ١٩٩٥، كما صدر فى عام ١٩٩٨ طابعى بريد (فئة العشرون قرشا وفئة الجنية) يحملان صورته. كما سمى شارع باسمه فى مدينة دسوق بكفر الشيخ، وأطلق اسمه على المدرسة الثانوية التى تلقى تعليمه بها.

وقد أشاع فوز الدكتور أحمد زويل بجائزة نوبل الفرحة فى مصر بطول البلاد وعرضها، وسطر الخبر باللون الأحمر فى مانشيت الصفحة الأولى بجريدة الأهرام فى صباح يوم ١٣ أكتوبر ١٩٩٩، واحتلت صورة العالم المصرى غلاف مجلة أكتوبر فى ١٧ أكتوبر ١٩٩٩.

وأعلن زويل عقب فوزه بالجائزة أنه «يهدى جائزته العالمية إلى مصر التى تقع فى موقع القلب من صدورنا ولشعبها الوفى الذى يستحق أن نبذل كل الجهد والعطاء من أجله. وقال زويل: لن أنسى عطاء مصر لى أبدًا حتى نهاية العمر».

ومنذ ذلك اليوم حفلت الصحف بمقالات عن الدكتور أحمد زويل وعن تاريخ جائزة نوبل، ومرة أخرى أثار هذا الحدث على نطاق واسع الحديث عن ضرورة النهوض بالبحث العلمى فى بلادنا.

وفى ٣٠ نوفمبر ١٩٩٩ أقام البيت الأبيض فى واشنطون حفل استقبال للفائزين الأمريكيين بجائزة نوبل، ومنهم الدكتور أحمد زويل.

وفى مساء الجمعة ١٠ ديسمبر ١٩٩٩ أقيم حفل تسليم جوائز نوبل. وكانت عيون الشعب المصرى تتطلع بكل الفخر فى مساء ذلك اليوم إلى شاشات التليفزيون وهى تنقل على الهواء مراسم حفل تسليم الملك كارل جوستاف السادس عشر جوائز نوبل إلى العلماء الستة ومنهم ابن مصر الدكتور أحمد زويل، وذلك فى قاعة ستوكهلم الكبرى للموسيقى. وقد عزفت الموسيقى عند تقدم الدكتور لتسلم جائزته من الملك «المارش المصرى» للموسيقار النمساوى «يوهان اشتراوس» تكريما لمصر. وقد حرصت المذيعة الداخلية للحفل أن تقدم الدكتور زويل باللغة العربية قبل إلقائه لكلمته قائلة: لى الشرف أن أقدم العالم الكبير الدكتور أحمد زويل. وفى الكلمة التى ألقاها الدكتور زويل فى الحفل قال: «لو كانت جوائز نوبل قد عرفت منذ ستة آلاف سنة حين بزغت شمس الحضارة المصرية القديمة، أو حتى قبل ألفى سنة حين كانت منارة مكتبة الإسكندرية متوهجة، لكانت مصر قد فازت بنسبة عالية من هذه الجوائز». واختتم الدكتور زويل كلمته بالحديث عن مسئوليته تجاه العلم فى السنوات المقبلة قائلا «إنى لآمل بأن أكون قادرًا على تحمل هذه المسئوليات ومواجهة هذه التحديات مستعيدًا فى ذلك الكلمة الشهيرة للأديب والمفكر المصرى العربى الكبير الدكتور طه حسين «ويل لطالب العلم إن رضى عن نفسه».. وهكذا كانت مصر كلها قديما وحديثا حاضرة فى حفل جوائز نوبل لعام ١٩٩٩. وفى اليوم التالى (١١ ديسمبر ١٩٩٩) استقبل ملك السويد العلماء الفائزين بجوائز نوبل ١٩٩٩ فى حفل عشاء خاص أقيم فى القصر الملكى فى العاصمة السويدية ستوكهلم.

ومن الجدير بالذكر أن القيمة المالية للجائزة تبلغ نحو ٩٦٠,٠٠٠ دولار أمريكى، فضلا عن ميدالية تذكارية، وأن حفل تسليم جائزة نوبل للسلام يتم فى النرويج فى الوقت نفسه.

وفى الأربعاء ١٥ ديسمبر ١٩٩٩ جاء الدكتور أحمد زويل إلى القاهرة حيث استقبل بكل مشاعر الحب والافتخار. وفى مساء الخميس ١٦ ديسمبر ١٩٩٩ أقام له الرئيس محمد حسنى مبارك حفلا فى القصر الجمهورى حضرة كبار رجال الدولة، حيث منحه الرئيس قلادة النيل العظمى Collar of the Nile، وهى أعلى وسام تمنحه الدولة، وكان ذلك بالقرار الجمهورى رقم ٤٤٠ لعام ١٩٩٩.

وخلال الفترة التى قضاها زويل فى وطنه مصر، أقيمت له حفلات الاستقبال التكريمية فى الجامعة الأمريكية بالقاهرة، وفى جريدة الأهرام، وفى الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحرى، وفى جامعة القاهرة، وفى مجلسا الشعب والشورى، كما أهدته جامعة

الإسكندرية الدكتوراه الفخرية، كما قرر محافظ الإسكندرية إطلاق اسمه على ميدان «وابور المياه» بالمدينة. واستقبله رئيس الوزراء كما دعى إلى حضور اجتماع موسع لمجلس الوزراء.

وفى ٣٠ ديسمبر ١٩٩٩ حمل مانشيت صحيفة الأهرام خبرًا أثلج صدور المصريين بصفة عامة ومن يعمل منهم بالعلم بصفة خاصة، ذلك أن الخبر يحمل معنى تبنى الدولة للبحث العلمى بالمستوى العالمى، وهى رغبة استشعرها الرئيس مبارك بحس القائد الذى يعمل من اجل إيجاد موقع لمصر بين دول العالم على خريطة القرن الحادى والعشرين. يقول المانشيت (الرئيس يطلب من زويل البدء فورًا فى إنشاء الجامعة الحديثة للعلوم والتكنولوجيا - مجلس أمناء برئاسة مبارك ويضم مصريين وعربا ورجال أعمال وعلماء أجانب عالميين). وكان الرئيس مبارك قد استقبل الدكتور أحمد زويل بمقر رئاسة الجمهورية فى ٢٩ ديسمبر (شكل ملون رقم ١١٠).

وفى أول يناير عام ٢٠٠٠ قام رئيس الوزراء وبصحبته الدكتور أحمد زويل وعدد من الوزراء بوضع حجر أساس الجامعة المرتقبة فى مدينة ٦ أكتوبر.

ولكن ما هو اكتشاف الدكتور أحمد زويل الذى أنجزه أثناء عمله فى معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا فى باسادينا؟

لقد جاء فى بيان أكاديمية العلوم السويدية الملكية عن جوائز نوبل ١٩٩٩ ما نصه «لقد منح الفائز بالجائزة فى الكيمياء هذا العام لدوره الرائد فى بحث التفاعلات الكيميائية الأساسية باستخدام ومضات ليزر فوق القصيرة فى الحدود الزمنية التى تحدث عندها التفاعلات عادة. إن إسهامات البروفيسير زويل أحدثت ثورة فى الكيمياء والعلوم المتصلة بها حيث أن هذا الطراز من البحوث يسمح لنا بتفهم التفاعلات والتنبؤ بها.. لقد قام فى نهاية الثمانينيات بسلسلة من التجارب أدت إلى مولد مجال للبحوث يعرف باسم كيمياء الفمتو».

يتلخص إنجاز الدكتورأحمد زويل فى أنه أوجدوسيلة لرصد سلوك الجزيئات أثناء التفاعلات الكيميائية. وكان هذا الرصد مستحيلا بسبب أن سلوك الذرات أثناء التفاعلات يحدث بسرعة فائقة تصل إلى جزء من مليون مليون من الثانية أى(١٠) $^{-١٢}$ من الثانية وهى وحدة تسمى بيكو ثانية. ولكى يمكن التعرف على سلوك الذرات لابد أن يتوفر للعلماء وسيلة للرصد أسرع من السرعة التى تسلك بها الذرات نشاطها أثناء التفاعلات. وقد وجد الدكتور أحمد زويل ضالته فى أشعة الليزر التى تمكن بها من رصد الأحداث فى عالم الجزيئات، حيث تنطلق ومضات هذه الأشعة بسرعة (١٠) $^{-١٥}$ من الثانية هى الوحدة التى تعرف باسم فمتوثانية (Femtosecond (fs. ولكن ندرك مدى قصر هذا الزمن أقول أن النسبة بين الفمتوثانية والثانية كالنسبة بين الثانية، ٣٢ مليون سنه!

ويتمثل إنجاز الدكتور أحمد زويل فى توظيف نبضات من أشعة ليزر الفمتوثانية femtosecond laser pulses فى رصد سلوك الذرات أثناء التفاعلات الكيميائية. وكان

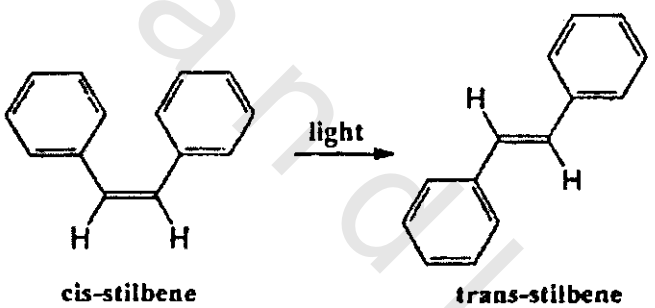
له الفضل فى ذيوع هذا الطراز من البحوث فى كثير من معامل البحوث فى أمريكا ودول أخرى متقدمة.

وكانت أول تجربة أجراها زويل تشمل تحلل مركب سيانيد اليود iodocyanide (ICN) إلى اليود (I) والسانيد (CN)، ويستغرق هذا التفاعل ٢٠٠ فمتوثانية.

كما درس زويل سلوك الذرات فى التفاعل بين الهيدروجين وثانى أكسيد الكربون وفقا للمعادلة الآتية:

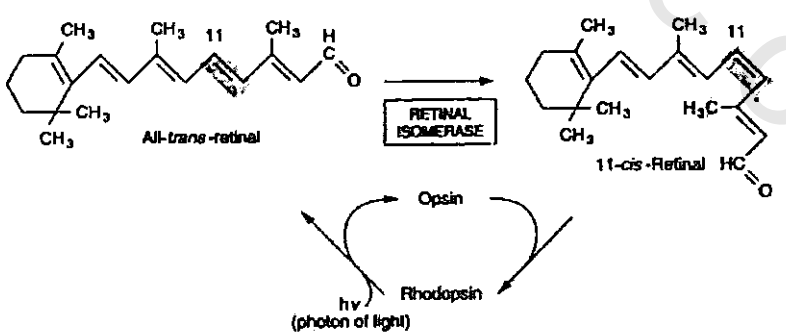
$$H + CO_2 \longrightarrow CO + OH$$

كما درس زويل ومساعدوه مدى تزامن تفكك الروابط الكيميائية المتماثلة والموجودة فى المركب الواحد واستخدما لذلك مركب Tetrafluordiiodethane ($C_2I_2F_4$) الذى يتفكك إلى Tetrafluorethylene (C_2F_4) وذرتين من اليود (I). كذلك درس زويل طريقة فتح حلقة المركب المعروف باسم Cyclobutane (C_4H_8) إلى جزئين من الأستيلين (C_2H_4) والعكس. كما درس زويل ومساعدوه تحول مركب Stilbene من صورة بنائية تسمى cis إلى صورة بنائية أخرى تسمى trans تحت تأثير الضوء وهو ما يسمى photoisomerisation.



cis-stilbene **trans-stilbene**

ولعل هذا يناظر تحول صبغ retinal الموجود بخلايا معينه فى شبكية العين عند تعرض المركب الحامل له للضوء – من الطراز البنائى (cis) إلى الطراز البنائى (trans).



وبالطبع فإن تفهم دقائق ما يحدث فى كل هذه التفاعلات يرجع إلى استخدام ومضات أشعة ليزر الفمتوثانية.

ولما كانت الكائنات الحية تقوم بالعديد من الأنشطة التى تعتمد على التفاعلات الكيميائية كالتمثيل الضوئى والتنفس والتمثيل الغذائى والتعامل مع الإشارات الخلوية، فإن اكتشاف الدكتور زويل يعنى إمكانية الوقوف على دقائق ما يحدث فى الخلية الحية على مستوى الجزيئات، وهذا إن حدث فإنه سيفتح آفاقا بلا حدود، كما أنه سيكشف لنا دقائق ما يحدث فى الحالات المرضية مما يفتح الباب نحو التحكم فى التفاعلات الكيميائية التى تقف وراء الأمراض المختلفة التى تصيب الكائنات الحية وعلى رأسها الإنسان. وهكذا فإن ما أنجزه أحمد زويل سوف يؤثر على العلوم البيولوجية فى القرن الحادى والعشرين. وقس على ذلك التفاعلات الكيميائية المرتبطة بالنواحى الصناعية والزراعية وغيرها. وهكذا يتضح أن اكتشاف زويل سيكون له ما بعده.. أى أنه يفتح أمام التكنولوجيا أفاقا ممتدة فى نواحى متعددة ستوفر حياة أفضل للبشرية فى المستقبل.

ومن المفيد هنا أن نذكر أن أشعة الليزر لها خصائص فريدة فهى تتميز بكثافتها الضوئية الشديدة وبأنها تنطلق إلى مسافات بعيدة دون أن تتفرق كما أن لها خصائص أخرى مكنت من توظيفها لأغراض معينة فى الزراعة والجراحة والصناعة والحروب. وهناك أنواع مختلفة من الليزر – وكلمة ليزر Laser تتكون من حروفها من الحروف الأولى للكلمات الإنجليزية Light Amplification by Stimulated Emission of Rodiation التى تعنى «تضخيم الشدة الضوئية بواسطة الانبعاث المستحث للإشعاع». وتفصيل الأمر أنه بفضل انبعاث مستحث للإشعاع يمكن إحداث تضخيم لشدة الضوء الذى يصدر من مصادر ضوئية خاصة مما يؤدى إلى انبعاث شعاع الليزر الذى يتميز بالنقاء والشدة وبالطاقة العالية.

ومن أشهر مقالات الدكتور أحمد زويل التى تناولت عالم كيمياء الفمتو ما نشره فى عدد ٢٣ ديسمبر ١٩٨٨ فى مجلة Science تحت عنوان «ليزر كيمياء الفمتو Laser Femtochemistry»، وفى عدد ديسمبر ١٩٩٠ من مجلة Scientific Americam تحت عنوان «ولادة الجزيئات» The Birth of Molecules. وفى عدد ٦ فبراير عام ١٩٩٨ من مجلة Science والكثير من بحوث زويل نجدها منشورة فى المجلات – J. Chem phys. – J. Phys. Chem. – Science Chem. Phys. Lett – Adv. Chem. Phys.

ولا يظن أحدًا أن مهمة أحمد زويل كانت سهلة فى أمريكا، ولكنه حقق فى بلد غريب عنه ما استطاع تحقيقه بفضل ما يمتلكه من بصيرة علمية نافذة، وبفضل الجهد والإصرار وحسن إدارته للعلم حتى حاز ثقة المؤسسات العلمية فى أمريكا وجعلوه يتبوأ هذه المكانة الرفيعة فى

أرقى معاهدهم البحثية، ويترأس ويوجه حشدًا من الباحثين هناك يصل عـدده إلى ١٥٠ باحثـا. ولاشك أنه بذلك يعطى نموذجا لشبابنا وقدوه.

وكان «فهمى هويدى» كتب فى ٢٨ ديسمبر ١٩٩٩ فى صحيفة الأهرام يقول «إذا تصورنا أن فوز زويل راجع لكونه مصريـا يتمتـع بنبـوغ فطـرى ودرجـة مـن الفـهلوه مكنتـه مـن اكتشـاف الفمتوثانية لمجرد أنه من سلالة أولئك الذين نجحوا فى طلاء الهواء بألوان الدوكو - كمـا يقـال فى خطابنا العامى - فإننا نخدع أنفسنا بامتياز».

أما من حصلوا على جوائز نوبل لعام ١٩٩٩ فى التخصصات الأخرى فهم:

- روبرت موندیل Robert A. Mundell نال جائـزة نوبل فى الاقتصاد، وهو مولود فـى كنـدا ويعمل فى جامعة كولومبيا بنيويورك.
- منظمة أطباء بلا حدود للمساعدات الدولية

The International Aid Organization: Doctors Without Borders

وهى منظمة ظلت طوال ثلاثة عقود تقدم المسـاعدات الطبيـة لضحايـا المجاعـات والحـروب والإبادة العرقية فى أى مكان فى العالم بغض النظر عن الإنتماءات السياسية أوالدينية.

- جيراردوس ت هوفت Gerardus't Hooft ومارتينوس فيلتمان Martinus J.G. Veltman نالا معًا جائزة نوبل فى الفيزياء Physics. وهما هولنديـان ويعمـل أولهمـا فـى جامعـة أوترشـت University of Utrecht.
- جنتر جراس Günter Grass : نال جائزة نوبل فى الأدب. وهو ألمانى الجنسية.
- جونتر بلوبل Günter Blobel : نال جائزة نوبل فى الفسيولوجيا أو الطـب (وهـو الجـالس على يسار الدكتور أحمد زويل فى الشكل الملـون رقـم ١١١). وكـان بلوبـل قـد حصـل علـى جائزة الملك فيصل العالمية فى الطب فى عام ١٩٩٦. وقد ولد بلوبل فى ألمانيا ثـم عمـل فـى جامعة روكفلر فى نيويورك. لقد أوضحت أبحـاث بلوبـل أن البروتينـات يتـم تخليقـها فـى الخلية بحيث تحمل فى ذاتها دليلا Signal يحدد مسارها داخل الخليـة ليـؤدى كـل منـها بالتالى دورًا معينًا. (الشكلان الملونان ١١٢، ١١٣).

فمن المعروف أن الجزىء المسمى m – RNA هو الذى يحمل النظام الذى يوجـه بنـاء سلسـلة عديد الببتيد المكونة لبروتين ما - فإذا بدأت عملية ترجمة شريط حمض m – RNA إلى سلسـلة من عديد الببتيد وكان أول ما تم بناؤه فى هذه السلسلة هو تتابعا معينا مـن الأحمـاض الأمينيـة يمثل إشارة أو دليلا معينا Signal، فإن حبيبه التعرف على الإشارة The Signal Recognition Particle (SRP) تتعرف على هذه الإشارة وترتبط بها، ويستتبع ذلك أنها توجه الريبوسـومه إلى

سطح الشبكة الإندوبلازمية حيث ترتبط حبيبة التعرف مع المستقبل الخاص بها SRP receptor ثم تنفصل حبيبة التعرف تاركة الريبوسومه لتستكمل عملية تخليق سلسلة عديد الببتيد. ويلاحظ أن إرتباط الريبوسومة بموقع محدد على السطح الخارجي للشبكة الاندوبلازمية يعمل على فتح ممر مغلق بغشائها عند هذا الموقع مما يسمح بسلسلة عديد البتديد المخلقة بأن تجد طريقها إلى تجويف الشبكة. وفى الوقت نفسه يقوم إنزيم Signal peptidase بقص أول جزء تم تخليقه من سلسلة عديد الببتيد والذى يمثل الإشارة أو الدليل Signal. وفى داخل الشبكة الإندوبلازمية يتم إضافة مركبات أخرى إلى عديد الببتيد كجزء من عملية بناء المركبات المراد تخليقها. ثم تنفصل حويصلات نقل Transport vesicle من الشبكة الإندويلازمية حاملة هذه المكونات إلى جهاز جولجى. الذى يستكمل عمليات معالجة Processing وتصنيف Sorting المواد الإفرازية التى تجد طريقها فى النهاية معبأة فى حويصلات. وتسهم هذه المواد الإفرازية فى بناء محتوى الليزوسومات أو فى بناء الغشاء الخلوى أو أنها تفرز مباشرة إلى خارج الخلية مثل الهرمونات وإنزيمات الهضم والنواقل العصبية. ويلاحظ أن الإشارة أو الدليل Signal تتكون من تتابع من الأحماض الأمينية معظمها من الطراز الكاره للماء hydrophobic – ويتراوح عددها من ١٥ – ٣٠ حمض أمينى. وتختلف طبيعة بناء هذه الإشارة حسب سلسلة عديد البيتيد المراد بناؤها.

أما إذا بدأت عملية ترجمة شريط حمض m- RNA إلى سلسلة عديد البيتيد دون أن تظهر الإشارة سالفة الذكر – والتى تتكون من تتابع معين من الأحماض الأمينية – فإن سلسلة عديد الببتيد الناتجة سيكون طريقها هو أرضية السيتوبلازم Cytosol – وليس إلى الشبكة الإندوبلازمية – وسلاسل عديد الببتيد فى هذه الحالة ستكون البروتينات اللازمة للبلاستيدات والميتوكوندريا والبير أوكسى سومات والنواة. ويتضح من ذلك أهمية الإشارة أو الدليل Signal فى توجيه مصير المادة البروتينية المخلقة.

وفيما يلى المجلات العلمية التى نشرت باكوره أبحاث جونتر بلوبل:

J. Mol. Biol., 19: 503 – 524 (1966)

J. Mol. Biol., 26: 279 – 292 (1967)

J. Cell Biol., 45: 130 – 145 (1970)

J. Cell Biol., 45: 146 – 157 (1970)

Proc. National Acad. Sci., 68: 390 – 394 (1971)

J. Cell Biol., 67: 835 – 851 (1975)

J. Cell Biol., 67: 852 – 862 (1975)

ويذكرنى هذا الموضوع بدراسة مثيرة نشرت فى أول يناير ١٩٩٩ عن أحد النباتات أوضحت إنتقال حمض (m-RNA) من خلية إلى أخرى بعيدة عنها حيث تتم ترجمة الحمض – الذى يعتبر إشارة خلوية – إلى بروتين. وقد أجريت الدراسة على نبات «اليقطين Pumpkin» واسمه العلمى *Cucurbita maxima* – كما أوضحت الدراسة أن إنتقال حمض m – RNA يتم عبر اللحاء phloem وذلك بمساعدة بروتين معين يعرف باسم CmPP16. وتعتبر هذه الدراسة حجر الزاوية فى تفسير الوسيلة التى يتم بها تبادل الرسائل بين الأجزاء البعيدة من جسم النبات مثل الرسائل بين الورقة وبرعم الزهرة. ومن المثير للدهشة أن الفيروس الذى يصيب النبات لكى ينتقل من مكان إلى مكان فى جسم النبات فإنه يعمل على تخليق بروتينا مشابها لكى يساعده فى انتقال مادته الوراثية داخل أجزاء النبات، وتعرف مثل هذه البروتينات باسم «بروتينات الحركة الفيروسية» Viral movement proteins.

وكنت كتبت مقالا فى ملحق جريدة الأهرام يوم الجمعة ٢٦ نوفمبر ١٩٩٩ تحت عنوان «جوائز نوبل بين ذرات زويل وجزيئات بلوبل» تناولت فيها بعض التفاعلات الكيميائية التى قام الدكتور زويل بدراستها باستخدام ليزر الفمتوثانية، كما تناولت فى المقالة الدراسات التى قام بها «بلوبل» عن الإشارات الكيميائية وتخليق البروتينات داخل الخلية الحية. كما كنت تناولت طرفا من أبحاث بلوبل فى محاضرة دعتنى إليها الجمعية المصرية لتاريخ وفلسفة العلوم فى ٢٨ نوفمبر ١٩٩٩.

وهكذا تنتهى جوائز نوبل للقرن العشرين بهذه الكوكبة من العلماء، وقد أسعدنا أن يكون من بينهم مصريا فى مجال العلوم، ولعل يكون ذلك دافعا لنا للنهوض بالعلم والعلماء لإثراء الحياة على أرض مصر، ولتحمل قائمة جوائز نوبل فى القرن الجديد العديد من أسماء المصريين الذين يعملون على أرضها.