أثر الكولشسين على النبات

وضعها بالإنجليزية الدكتور حسين سعيد
مساعد أستاذ بقسم النباتات بكلية العلوم «جامعة فؤاد»

ونقلها إلى العربية الأستاذ عبد المجيد يوسف ، مهندس زراعى

يرجع كشف التأثير العام لمادة الكولشسين الألكالويدية على خلايا النبات إلى عام ١٩٣٧ عندما أعلن هافاس وبلاكسلى — كل على حدة — أن هذه المادة تضاعف عدد الكروموسومات وتنتج نباتات عديدة الصبغيات . وقد كان لهذا الكشف أثره ، إذ وجه أنظار كثير من الباحثين عامة ، ومربى النباتات خاصة ، إلى أن يجروا أبحاثهم ليصلوا إلى معرفة الفعل الميكانيكى لمادة الكولشيسين أثناء انقسام الخلايا ، وليدرسوا أهميته الاقتصادية كعامل فى تضاعف الكروموسومات وقد وجد نبل (١٩٣٧) ثم نبل ورتل (١٩٣٨) ، ودرمن (١٩٣٧ ، ١٩٤٠) وإيجستى (١٩٣٨) وليفان (١٩٣٩) وآخرون أن الكولشيسين يعوق تكوين خيوط المغزل والقرص الاستوائى دون أن يكون له أثر ضار على مظاهر الحياة فى الكروموسومات ، وعلى ذلك تنشأ النوى محتويا على ضعف أو أكثر من ضعف عدد كروموسوماتها .

وقد قارن درمن بين أثر الحرارة وأثر الكولشيسين كعاملى تضاعف ، وبرهن على أن تأثير الأخير قد يكون أكثر وضوحا على السيتوبلازم ، وهو مصدر الانقسام النووى والخلوى ، بينما يظهر ان الحرارة أوضح على الكروموسومات إذ تفصل ازدواجاتها ، وقد تمزقها أحيانا ، وواضح إذن أن الحرارة عامل خارجى يؤثر حين استخدامه فقط مادام موجودا فى الخلية بنسبة كافية . فإذا ماعرفت النسبة الصحيحة فقد يكون من الممكن — ولو جزئيا — التحكم فى مضاعفة كروموسومات أى نبات .

ولكن يجب ألا يغيب عن الذهن أن كل خلية من خلايا النبات إن خضعت لفعل السكولشيسين فإنما تخضع مستقلة عن غيرها تماما ؛ وعلى ذلك يجب درس كل

خلية كوحدة فسيولوجية قائمة بذاتها ، وتساعد التغيرات السيتولوجية الموجودة فى الخلايا المختلفة على حدوث طفرات . وقد ذكر بلاكسلى ومساعدوه « ١٩٣٩ » حدوث كيميرا (طفرة) فى الداتورا D. Stramonium كأثر من فعل الكولشيسين حيث كانت خلايا البشرة تحتوى على « ٤ ن » بينما كانت الخلايا الداخلية تحتوى على « ٢ ن » فقط . وقد أعطى تومسون وكوزار « ١٩٣٧ » أمثلة لفعل الكولشيسين فى إيجاد طفرات فى الحس ، كما قدم إمز ولر وبريلى « ١٩٤٠ » أمثلة لفعلها فى الزنبق ، وحذا حذوها برجنر ، وأفرى وبلاكسلى « ١٩٤٠ » فى الداتورا ، ونيوكمر « ١٩٤١ » فى الكوسموس Cosmos ويعتقد الأخيرون أن الكولشيسين قد يحدث تغيرات فى الكروموسومات فضلا عن تضاعفها ، بينما يظن إيجستى « ١٩٤٠ » أن الطفرات تنشأ كنتيجة لتقطع الكروموسومات . والمستقبل وحده كفيل بترجيح أحد الرأيين .

وتختلف طرق معاملة الخلايا النباتية بالكولشيسين باختلاف جزء النبات الذى هو موضع التجربة ، وكذلك باختلاف الوسط الذى تذاب فيه المادة ، فالحبوب مثلا يمكنها أن تمتص الكولشيسين لو أنها غمرت فى محلول مائى منه بينما تتسنى معاملة البادرات بغمرها أو بحقنها ، أما القمم النامية أو البراعم الزهرية فيمكن مسحها بفرشاة من شعر الجمل مبللة بالمحلول ، أو توضع عليها قطعة من القطن مشبعة به . وقد يستعمل الكولشيسين فى عجينة من اللانولين أو فى مستحلب مناسب .

ويمكن القول إجمالا أن المعاملة بنسب عالية من الكولشيسين فترة طويلة تنتج نباتات متضاعفة الكروموسومات ذات نوى شاذ ، بينما تؤدى نسب التركيز الواطئة إلى تضاعف الكروموسومات أيضا دون إحداث شذوذ فى النوى ، والحالة الأخيرة هى الأهم طبعاً من الناحية الوراثية . ومن النباتات المتضاعفة الكرموسومات التى نشأت من فعل الكولشيسين والتى قد يكون لها مستقبل طيب الكتان الرباعى الذى أوجده جيورفى «١٩٣٨»، والزنبق «امسولر، بريلى ١٩٤٠» ، والأقحوان Marigold «عشبة الذئب» Snapdragon « نبل ورتل ١٩٣٨ » والكساوا Cassava « جراتر ١٩٤١ » ، والسمسم الرباعى « لانجهام ١٩٤٢ » .

وقد دل الكولشيسين على أنه فوق أهميته الفعلية الظاهرة فى معاونة مربى

النباتات ذو أثر فعال فى علاج سرطان النباتات ، فقد وضع هافاس سنة ١٩٣٧ محلولا مخففاً جدا منه فى قطع بساق نبات طماطم به ورم سرطانى ،فوقف الورم عن النمو ، وعلل ذلك بتدخل هو رمونات النبات . وقد أجرت نيلى براون مثل هذه التجربة على أورام نباتات أخرى ، فدلت نتائجها على أن مسح هذه الأورام بفرشاة مغموسة بمحلول ٥ر — ٢./٠٠ من الكولشيسين يكفى للقضاء عليها، كما برهنت أيضاً على أن هذه النسب قد لا تقضى على ميكروب بعض الأورام Bacteruim tumefaciens مثلا ، وعلى ذلك يعود الورم إلى نموه بعد حين. وفى هذه الحالة يجب تكرار علاجها بالكولشيسين حتى تموت البكتريا بسبب القضاء على الأورام . وقد استخلص درمن وبراون « ١٩٤٠ » أنه لا تأثير للكولشيسين على أورام النبات أو الحيوان حتى تصل الخلايا إلى طور الانقسام الميتوزى الذى تتضاعف الكروموسومات بعده لعدم تكوين المغزل ، فإذا كانت فترة المعاملة به طويلة، فإن تضاعف الكروموسومات يتكرر حتى تموت النواة والخلايا الكبيرة الناتجة .

وقد اتفقت آراء كثير من الباحثين على تأثير الكولشيسين على الشكل الظاهرى للنباتات ، غير أن قليلا منهم من عنى بدراسة أثره فى تركيب الأنسجة المختلفة . ويمكن إجمال تأثيره فى القول بأن الحبوب المعاملة به تتأخر فى الانبات ويتعطل نمو النباتات الناتجة منها ، وتنتفخ الجذور والهيبوكوتيل . أما الأوراق فتصبح سميكة جلدية ذات ثغور كبيرة ، وتصبح الزهور أكبر حجما من مثيلاتها فى النباتات غير المعاملة . وقد لاحظ إيجستى « ١٩٣٨ » فى الثوم والذرة المعاملين بالكولشيسين فضلا عن انتفاخ جذورها تنوعا فى الأوعية يبدأ عند منطقة الاستطالة ،ويمتد متدرجا إلى ناحية القمة النامية للجذر . وقد ذكر إيجستى أيضا — وأيده فى ذلك ساس وجرين « ١٩٤٥ » أن تكوين نويات مضاعف الكروموسومات غير عادى .

وفى سنة ١٩٤٣ وضع كاتب هذا المقال برنامجاً لسلسلة من الابحاث تشمل دراسة استجابة النبات للكولشيسين ،وما هذا المقال إلا تلخيصاً لبعض نتائج هذه الأبحاث . .

التجارب ونتائجها

أجرى البحث السيتولوجي والتشريحي على بذور من القطن الأشموني ، والفول والحلبة ، والترمس ، والفجل المصري ، وذلك بغمر البذور في محاليل من الكولشيسين يختلف التركيز فيها من ١٢٥ر٠٪ إلى ر٢٠٪ في فترات تتراوح بين ٤ ساعات و٥٠ ساعة ، ثم غسلت هذه البذور بماء مقطر ، واستنبتت مع بذور لم تعامل بالمادة ، وإنما نقعت في الماء فترة من الوقت مساوية لتلك التي نقعت فيها الحبوب في المحلول . وعندما برزت الجذور ثبتت في محلول نافاشين ، ثم وضعت في البارافين وصبغت القطاعات بصبغ الجنتيان البنفسجية Gentian violet للفحص السيتولوجي وصفرانين أخضر فاتح Safranin light green للفحص التشريحي .

وقد زرعت بعض بذور القطن والفول المعاملة وغير المعاملة في مزرعة الجمعية الزراعية ببهتيم[1] تحت الظروف العادية ، فهيأ ذلك الفرصة لدراسة تأثير الكولشيسين على محصول هذين النوعين .

ملاحظات عن الفحص السيتولوجي

قد ظهر تأثير الكولشيسين في جميع البذور التي نقعت فيه فتضاعف عدد كروموسوماتها ، غير أن بذور نبات الفجل المصري لم تتأثر به عند نقعها في المحاليل المركزة مدة أربع وعشرين ساعة . ولكن كروموسوماتها قد تضاعفت بعد ٤٨ ساعة . كذلك تضاعفت كروموسومات هذه البذور عندما نقعت في الماء ٤٨ ساعة ، ثم غمرت في محلول من الكولشيسين المخفف جدا بضع ساعات . ونذكر بهذه المناسبة أن درمن « ١٩٣٨ » عامل بذور وبادرات الشليك بهذا المحلول فلم يحصل من الأولى

---

(١) ينتهز الكاتب فرصة نشر هذا المقال ليسدي الشكر جزيلا إلى حضرة صاحب السعادة فؤاد أباظه باشا ، مدير الجمعية الزراعية لتفضله بإجراء الزراعة في بهتيم ، فضلا عما قدمه سعادته من تسهيلات ، ونشكر كذلك حضرات موظفي الجمعية الفنيين وخاصة المترجم الذي تعهد النباتات وتعهد الناحية الزراعية للتجربة .

على نتائج، وأظهرت الثانية نتائج مناسبة، فعزا ذلك إلى نشاط النمو فى البادرات وكمونه فى البذور وقت المعاملة ، ومن ناحية أخرى فقد فسر مندس « ١٩٣٩ » عدم تأثر خلايا حبوب البن عند معاملتها بالكولشيسين مدة ٣٥ يوما بأنه يرجع إلى وجود نسبة كبيرة من مادة مغذية تحيط بالجنة وتمنع وصول المادة إلى الجنين ، وأنه بعد هذه الفترة الطويلة يوشك الغذاء المختزن على النفاد ، فيتسنى للمادة أن تتسرب إلى السيتوبلاسم فيحدث تضاعف الكروموسومات . أما سبب عدم مجاوبة بذور الفجل المصرى للكولشيسين فى مدى ٢٤ ساعة فراجع إما الى هذه البذور فى تلك المدة وإما لعدم إمكان المادة النفاذ من قصرتها .

وقد ظهر فى بعض قطاعات قمم الجذور شذوذ فى النويات ، وخاصة فى تلك التى عوملت فترة طويلة . وفى مثل هذه الأحوال كانت النويات كبيرة عادة غير منتظمة الشكل ، وكثيرا ما تكون النواة منقسمة إلى اثنتين أو إلى أربع . ومثل هذه الأشكال الشاذة العديدة النويات قد ذكرها إيجستى «١٩٣٨» فى الثوم ، وذكرها ساس وجرين « ١٩٤٥ » فى الذرة . وقد اعتبر إيجستى أن هذه الأشكال العديدة النويات فى الخلية الواحدة ليست إلا أجزاء من نواة عديدة الصبغيات ، وكل جزء منها يمثل نواة ثنائية التركيب الكروموسومى تستطيع كروموساتها أن تنقسم ، وبهذا تنشأ نواة ذات تركيب كروسومي ثمانى من أخرى رباعية التركيب . وقد يتأثر الشذوذ فى أشكال هذه النويات المركبة من احتمال أن يكون جزء من النواة المركبة انقسم بينما لم ينقسم الجزء الآخر .

ملاحظات على الشكل الظاهرى

قد تأخر ظهور جميع البادرات النابتة من بذور عوملت بالكولشيسين عن تلك التى نبتت من أخرى لم تعامل به خصوصاً فى حالة البذور التى عوملت بنسبة تركيز عالية لفترة طويلة . وقد ظهرت بادرات البذور التى لم تعامل أولا واستطالت سريعا وأخرجت جذوراً جانبية قبل الأخرى ، كما أنه كان من أثر المعاملة على البادرات ازدياد سمك السويقة الجنينية السفلى ، الجذور وتشويه الفلقتين ، وكانت الظاهرة الأخيرة تزداد بارتفاع نسبة تركيز المحلول . كما كانت نسبة الموت فى بادرات البذو

المعاملة أكثر منها فى الأخرى . وفى كثير من الأحوال فى النسب العالية (٠٫٠٢٪ لأكثر من ٦ ساعات) لم تنم النباتات أكثر من طور إخراج الفلقتين ، وقد يعزى ازدياد سمك جذور النباتات المعاملة إلى أنه عند تغير الخلايا من ثنائية التركيب الكروموسومى إلى رباعيته تصبح الخلايا أكبر حجما ، وعلى ذلك يكبر سمك هذه الجذور . وقد قال بوستما « ١٩٣٩ » إن خلايا جذور النباتات تنقسم عادة انقساما رأسيا فى اتجاه مواز لمحور الجذر إلا أن المعاملة بالكولشيسين تجعلها تنقسم فى اتجاه عمودى على المحور . وقد أيدت هذا الرأى الأخير أبحاث هوكس « ١٩٤٢ » وساس وجرين « ١٩٤٥ » وهم الذين عزوا تمدد الجذور العرضى إلى فقد الخلايا المعاملة قطبيتها .

ومن الطريف أن نذكر هنا أن بذور القطن التى عوملت بمحلول ٢٫٠٪ لمدة ست ساعات ما كادت تنبت حتى شوهت الفلقتان فوق سطح التربة ، ثم وقف النمو وقوفا تاماً أكثر من شهرين استعادت بعدها نموها الخضرى وكونت نباتات أقوى من الأخرى أوراقا أكبر حجما وأكثر سمكا من تلك التى خرجت من بذور لم تعامل ، غير أن هذه النباتات التى ظهرت عليها كل معالم تضاعف التركيب الكروموسومى للأسف لم تنتج بذوراً وسقطت منها البراعم قبل أن تتحول أزهارا . أما البذور التى عوملت بنسب مخففة من المحلول (٠٫٠٠٥٪ لمدة ٤ — ٦ ساعات) فقد وقف نموها فى الطور الأول فترة أقصر « نحو ٣ أسابيع » لم تكتف بعدها بأن استعادت نموها العادى ، بل كان واضحاً أنها أسرع نمواً ونضجاً من النباتات غير المعاملة ، وقد أزهرت قبل الأخرى التى زرعت للمقارنة بنحو ٧ — ١٠ أيام .

ملاحظات على أثر الكولشيسين فى تركيب الانسجة

إن أوراق معظم النباتات التى تعامل بالكولشيسين — كما سبق الذكر — أكبر حجما من أوراق النباتات المقارنة . وقد ظهر دائماً من فحص خلايا البشرة فى نباتات معاملة ، أنها أكبر حجما وذات ثغور أوسع . وكان من أثر الكولشيسين — فى تجربة بذور الفول — ان زاد متوسط طول وعرض فتحات الثغور من ٤٥ إلى ٥٣ ميكرونا ؛ ومن ٣٠ الى ٣٦ ميكرونا على التوالى . ومن الطبيعى المنتظر

أن تكون زيادة أقطار وأحجام الثغور فى النباتات المعاملة زيادة النتح فيهـــا عن النباتات غير المعاملة . غير أن التجارب أثبتت العكس، إذ كان النتح فى النباتات المعاملة أقل منه فى الأخرى، وقد يفسر ذلك جزئيا على الأقل بأنه وإن كانت الثغور أصبحت أكبر حجما إلا أن توزيعها على الوحدة المساحية للورقة قد نقص كثيرا ، فنقص بذلك فقد الماء بواسطتها فى الوحدة المساحية . وفى المثل المذكور على الفول كان توزيع الثغور ٤٢ ثغراً لكل ملليمتر مربع من سطح الورقة المعاملة بينما كان فى كل ملليمتر مربع من سطح الورقة غير المعاملة ١٢٥ ثغرا .

وكانت أبرز التغيرات التشريحية في الجـــذور المتضخمة للنباتات المعاملة هى عدم تكوين قلنسوة القمة النامية للجذر ، ووجود بعض الأنسجة الموصلة خلف القمة مباشرة .

والجدول الآتى يبين متوسط المسافة بين قمة الجذر وبين الأنسجة الموصلة فى نباتات معاملة وغير معاملة من القطن ، والفجل ، والحلبة :

نوع النباتات	متوسط المسافة بين القمة النامية للجذور وأول الأوعية	
	نباتات غير معاملة	نباتات معاملة
قطن	٣٫٤٥ مم*	٠٫٠٣٠ مم*
فجل	٢٫٨٥ »	٠٫٠٢٠ »
حلبه	١٫٣٢ »	٠٫٠٥٤ »

وعلى ذلك يظهر أن التغيرات التشريحية المذكورة ، وزيادة أقطار الجذور هى نتائج دائمة للمعاملة بالكولشيسين مقطوع بصحتها. ويميل الكاتب إلى الرأى القائل بأن موت البادرات التى كانت جرعة الكولشيسين فيها عالية يرجع غالبا إلى عدم قدرة جذورها على الاستطالة واختفاء الخلايا المرستيمية أو تحورها السريع، ويستمر

* كل رقم يمثل متوسط أرقام عشرة نباتات

تضاعف الكروموسومات عند المعاملة بالكولشيسين طويلا ، وذلك لعدم تكون المغزل فتكبر النويات والخلايا حتى ينتهى الأمر بها إلى الفناء قبل أن يستطيل الجذر استطالة تكفى لتثبيت النبات ولقيامه الكامل بوظيفته فى امتصاص الغذاء من الأرض . أما عند المعاملة بنسب معتدلة فيقف نمو الجذر ويستمر تكوين الأنسجة الموصلة إلى قرب القمة النامية ، غير أن بعض الخلايا تحتفظ بقدرتها على الانقسام فتنمو نمواً متأخراً لتعطى جذوراً عرضية قد تنمو نمواً طبيعياً لتؤدى مهمة الجذر الأصلى .

اثر الكولشيسين على المحصول

ذكرت آنفا أنه قد زرعت فى تفتيش بهتيم بذور من القطن والفول معاملة بالكولشيسين مع أخرى غير معاملة للمقارنة بينهما . ولم تستطع بادرات القطن التى نبتت من بذور نقعت فى محاليل ٠٫٠٥ و ١٫٠ ، ١٫٥ و ٢٫٢٪ أكثر من ست ساعات أن تنمو أبعد من طور إخراج الفلقتين ، بينما كانت المعاملة فترة تقل عن ٦ ساعات تقف النمو فى أطواره الأولى فترة سرعان ما يستعيد النبات بعدها قدرته على النمو ، وفى بعض الأحوال التى كانت المعاملة فيها بنسبة ٠٫٠٥٪ كان هذا يحفز النبات على أن يكمل نموه وإزهاره قبل النباتات الأخرى غير المعاملة بنحو أسبوع . وخليق بالذكر أن نسجل أن بعض النباتات المعاملة بذورها أنتجت محصولا من الزهر أفضل نوعاً من مثيله الناتج من نباتات المقارنة ، إذ كان أكثر منه نعومة ولمعانا وأبيض لونا وأطول تيلة . وكان متوسط وزن مائة بذرة من البذور الناتجة من نباتات معاملة وغير معاملة هو ١٢٫٢ ، ١١٫٢ جم على التوالى . ويمكننا إجمال القول بأن النتائج تدل على أن المحصول بالنسبة للنبات الواحد لم يتأثر كثيراً إن لم يكن قد زاد زيادة طفيفة . ويرجو الكاتب والمترجم أن يتمكنا فى الموسم القادم من تكرار التجربة ومقارنة المحصول وصفات التيلة بالأصناف المصرية الأخرى .

أما فى حالة بذور الفول فقد نقعت فى محاليل ٠٫٠٥ ، ٠٫٠٢٥ ، ٠٫٠١٢٥٪ لمدد ٥ و ١٠ و ٢٢ ساعة ثم غسلت بالماء وزرعت مع أخرى لم تعامل بالمحلول

فكان تأثير المعاملات بالنسب العالية والمخففة على النمو والمحصول مشابها لما ذكر عن القطن ، وكان عدد البذور الناتجة من كثير من النباتات المعاملة لايختلف عن عدد الناتجة من نباتات المقارنة ، وكان متوسط وزن البذرة في الأولى جراما واحدا وفى الثانية ٧ر من الجرام . ومن ناحية أخرى أزهرت بعض النباتات التى عوملت بمحلول نسبته ٠٢٥ر٪ لمدة ٢٢ ساعة نحو ١٢ يوما مبكرة عن إزهار نباتات المقارنة ، وكان عدد البذور الناتجة بالنسبة للنبات فيها كذلك أعلى وإن لم يتأثر بذلك متوسط وزن البذرة .

وربما تدل هذه النتائج على أن المعاملة بنسبة عالية من الكولشيسين تعمل على تأخير نمو النباتات وتقدمها ، بينما قد تعمل النسب المخففة كهورمون منشط للنمو، أو ترفع إنتاج النباتات التى يسرع نموها ونضجها ، وقد يكون من المفيد لتأييد هذا الرأى أن نذكر بعض مركبات الكبريت التى تساعد النباتات على سرعة نموها ونضجها لو أعطيت بنسب مخففة بينما تعمل كمضاعف للتركيب الكروموسومى لو أعطيت بنسب عالية « جريس ١٩٣٨ ، تروب ١٩٤١ » وقد ذكر جرينليف « ١٩٣٨ » كذلك أن الهرمون النباتى « هيترو أوكسين » قد يولد تضاعفا فى التركيب الكروموسومى تحت ظروف خاصة .

الخلاصـــة

عمرت بذور نباتات مختلفة فى نسب متفاوتة من محلول الكولشسين لفترات مختلفة ، واستنبتت فى نشارة الخشب ، وفي الحقل ، فاتضح ان التغيرات الناتجة من الكولشسين لاتقع على التواة وحدها وإنما تشمل الشكل الظاهرى وأنسجة النبات أيضا . وأن أبرز التغيرات التشريحية هى سرعة اختفاء الخلايا المرستيمية فى الجذور وتصنيف الاوعية قرب قمة الجذر ، وأن النسب المخففة من الكولشسين قد تعمل كهورمون منشط للنمو ، وتساعد على سرعة الإثمار فى النبات مع تحسين محصوله .