

الخلية النباتية وتركيبها السيولوجي

للدكتور سيد خربوش

مدرس علم النبات في مدرسة الزراعة العليا

تحتوي الخلية الحديثة النامية في النباتات الراقية على مادة حية كولاويدية (غروية) شفافة تعرف بالبروتوبلازما⁽¹⁾ تشمل أجساماً مختلفة شكلاً وحجماً أمثها النواة والبلاستيدات المتنوعة فأجزاء الكوندريوم ثم الفاكسيوم كذلك مواد أخرى كيميائية تختلف تركيباً كالبلورات والأجسام الدهنية والزيوت الطيارة وغيرها يحيط بها جيباً غشاء رقيق مغفل تكوّن من سيتوبلازما الخلية الواقي لها

والسيتوبلازما⁽²⁾ اصطلاح يشمل الكتلة الحية للخلية ما عدا النواة أي البروتوبلازما مضافاً اليها مجموعتي البلاستيدوم⁽³⁾ والكوندريوم⁽⁴⁾. وللوقوف على ما للسيتوبلازما من الشأن في الخلية النباتية يجدر بنا أن ندرس كلاً من أجزائها درساً واثماً فيما يلي (البروتوبلازما) : أهم أجزاء الخلية وهي مادة غروية تركيبها الكيميائي غير معروف تماماً ويظهر أنها تحتوي على مقدار عظيم من الماء حاملاً لكثير من المركبات البروتينية المتنوعة فهي أذن أشبه بكثفة غروية ترجع اليها عمليات التنفس والتثيل والتغذية والنمو والتناسل في جميع الكائنات الحية نباتات كانت أو حيوانات

وقد تضاربت الآراء في هل البروتوبلازما تركيب خاص أو لا ، فبعض الباحثين يقول بأن لها تركيباً خاصاً وبضهم ينكر ذلك . فقال الفريق الاول بأربع نظريات يطول شرحها هنا ولذلك نكتفي بذكرها فقط لأن الابحاث الحديثة أثبتت خطأها وهي :

- | | | |
|---|------------------------|-------------------|
| 1 | La Théorie réticulaire | التنظيرية الشبكية |
| 2 | „ „ alvéolaire | الفجوية |
| 3 | „ „ filaire | الحيطية |
| 4 | „ „ granulaire | الحبيبية |

أما الفريق الثاني فقد أثبت ان البروتوبلازما وحدها (مجردة عن باقي مجموعة الكتلة

(1) Protoplasma (2) Cytoplasma (3) Plastidome (4) Chondriome

الخلية للخلية) ليس لها تركيب خاص فتظهر حينئذ كثافة لالون لها متجانسة كالسائل غروية التركيب. ومن خواصها الحركة المتولدة من التغيرات والتماءات الكيمائية العديدة التي تحدث فيها فتسير تياراتها في جهات مختلفة فضلاً عن أنها تتأثر بالحرارة والضوء والكهربائية وغيرها إذا زادت عن الدرجة الملائمة. أما المواد المخدرة مثل الكحول والايثر والكلوروفورم وما شابهها فتوقف عملها لا سيما إذا كانت مقاديرها مرتفعة نوعاً مما يثبت أن البروتوبلازما تبلغ من شدة الاحساس درجة عظيمة

تقوم البروتوبلازما بعمل هام في حياة الخلية لا اعتبارها جزءاً هاماً من أجزاء كتلتها الحية. وهي لا تنشأ لشأه جديدة ولا يمكنها أن تقوم وحدها بحفظ حياة الخلية وكيانها بل يجب أن تكون متضامنة مع باقي طوائف السيتوبلازما كالبللاستيدات والميتوكوندري والنواة وعليه فهي وجدت هذه الطوائف مجتمعمة في الخلية وجدت الحياة ومعنى الموت انفصال إحداها عن باقي محتويات سيتوبلازما الخلية

وقد أجريت تجارب عديدة لفصل هذه الطوائف عن السيتوبلازما على حدة فلم تنجح لكن ما أمكن عمله انما هو فصل السيتوبلازما بشتى أشكالها عن النواة فثلاً، إذا وضع نبات الطحلب الاخضر الخيطي المسمى *Zygoema* في محلول مخفف من سكر القصب بنسبة ١٦٪ يحدث في خلاياه عملية البلزمة *Plasmolyse* التي تسبب تجمع السيتوبلازما في وسط الخلية من جهة والنواة مع قليل من المادة البروتوبلازمية من جهة أخرى. وقد وجد أن الجزء من الخلية المحتوي على النواة كونه له جداراً ثم نما وتكاثر تكاثراً عادية بينما الجزء الآخر منها المشتمل على السيتوبلازما المجرد عن النواة ظل حياً فترة قصيرة ثم مات. إذن لاجزاء البروتوبلازما ولا السيتوبلازما من دون نواة. ولا حياة للنواة من دون بروتوبلازما على ما سيتضح فيما بعد

(السيتوبلازما): تشمل السيتوبلازما أجساماً مختلفة بعضها ذو وظائف معلومة والبعض الآخر لم تعرف وظائفه بعد. منها البلاستيدات المنوعة والحبيبات الدهنية المختلفة شكلاً وتركيباً والحبيبات الاليرية والبيتا كروماتينية وهذه مختزنة في الفجوات الخلوية ولكل منها أهميتها بالنسبة لوجوده أو عدمه في النباتات المختلفة فثلاً إننا نجد في أوراق السراخس عدداً كبيراً من البلاستيدات الخضراء بينما لا نجدها في خلايا الفطريات. ثم إن خلايا بزره الخروع تشمل حبيبات البرونية وأخرى زيتية يمكن درنات البطاطس فإن خلاياها تشمل صكثيراً من البلاستيدات الاميلية الحاملة لكثير من الحبيبات النشوية المختلفة الحجم، أما الفجوات فكثيرة في النسيج العصاري للبرتقالة مثلاً

يتضح مما تقدم ان هناك اختلافات كثيرة في التركيب الداخلي لانسجة النباتات المختلفة وأن هذه الاختلافات مضافاً إليها اختلافات أخرى خاصة بالحدود الخلوية والنوى ترشدنا إلى معرفة تركيب الانسجة المختلفة وتميز بعضها عن بعض. ومن أجل أن نصل إلى معرفة ما تشمله الميتوبلازما من طوائف لا بد من درساها بالتفان متبعين جميع تطوراتها من اليضة حتى يبلغ النبات نضجه هذه هي الطريقة المتبعة في مسامد البيولوجيا الحديثة والتي بواسطتها توصل الباحثون إلى وجود أجزاء مستديمة وأخرى. وثقة في سيتوبلازما الخلية النباتية والحيوانية معاً. فالأولى لها شأنها من حيث وجودها باستمرار في جميع خلايا انسجة الاحياء أما الثانية فضيفة الشأن لندم دوامها في الانسجة. لهذا نضرب عنها حفاً ونشكلم الآن على الاعضاء المستديمة (النواة): تحتوي أغلب خلايا النباتات الزاقية على نواة واحدة وقد يكون أكثر من ذلك كما هي الحال في بعض الخلايا السطيلة في كثير من انفضريات الدنيا وبعض أنواع الطحالب والخلايا المجاررة لطوب القحاح في النباتات البرزية المعدة لتدئيتها أما في البكتيريا فإن يثر الباحثون على نواة أو ما يشابهها حتى الآن

(شأن النواة في بيولوجيا): نعرف أن النواة أحد اعضاء ناعاء الخلية في الخلية بل هي أهمها في الواقع بدليل أن الجزء المحتوي عليها من بروتوبلازما الخلية هو الجزء الذي يبقى حياً والذي يتجدد بخلاف الجزء المجرّد عنها فإنه يموت. ويمكن اثبات ذلك بوضع نبات الماركانسيا^(١) ذي الشعيرات الجذرية الصغيرة في محلول من ملح مركز فينتدييه هذا المحلول في امتصاص اتمام من بروتوبلازما الخلايا بواسطة الضغط الأدموسموزي فتتكون هذه في جهة متجمعة في جزئين أو أكثر اجباناً فالجزء المحتوي على نواة يفرز جداراً حولاً ويبقى حياً بسكن الآخر المجرّد عنها فإنه لا يفرز جداراً ولا يتكاثر بل يموت بعد زمن مما يبرهن على أهمية وجود النواة في الخلية الحية

لكن أثبتت التجارب الحديثة أن وجود النواة فقط في الخلية دون جزء من سيتوبلازماها لا يكفي لحفظ كيانها بل ينتهي أمرها بالانحلال ثم الموت. وقد ظهر ذلك بوضوح في شعيرات اسديية نبات التراديسكاليا^(٢) حيث اميتت سيتوبلازما الخلايا بالكلوروفورم وبقيت النوى وحدها حية زمناً إلى حد أنها اتقسمت ولكن اخذت في الاضحلال التدريجي بعدئذ تم ماتت. نستنتج من ذلك أن النواة لا يمكنها أن تنمو وتتكاثر وحدها بل لا بد لها أن تعيش مع السيتوبلازما الخلوية دائماً ولا يمكن للخلية أن تنجا وتنشط إلا بوجودها معاً

(تركيب النواة): يحيط بالنواة غشاء شفاف خاص يسمى غشاؤها وفي داخله عصارة

(1) Marchantia (2) Tradescantia

فالوذخية لزجة تشبه الحماط البروتوبلازمي ثمرف بصير النواة وتسمى شبكة كروماتينية معلقة فيه مركبة من اللين^(٣) في شكل خيوط متفرعة متداخل بعضها في بعض تتخللها حبيبات من مادة أخرى تسمى كروماتين^(٤). وليس اللين في الواقع خيوطاً بل هو ألياف دقيقة جوفاء تشغلها الكروماتين. والفرق بين هاتين المادتين هو ان اللين يلوّن بالصبغات الحمضية يمكن الكروماتين فانه يصبغ بالاصباغ القلوية

وقد احتق العلماء في حل هذه الشبكة الكروماتينية مكونة من خيط واحد أو خيوط عديدة والمهم انها تجزأ عند انقسام النواة لتفصل الاجزاء بعضها عن بعض في شكل وحدات كروموسومية يمكن عدّها وعددها ثابت في كل نوع من أنواع النباتات أو الحيوانات ففي الانسان مثلاً كل خلية بها ٤٨ كروموسوماً منها ثمانية السلات

وعند ما ذكر يوجد في النواة جسم أو اجسام كروماتينية صغيرة معلقة في عصيرها يسمى كل منها نوية (تصغير نواة)^(٥) وهي غير ثابتة عدداً وتختلف حجماً وتلشى أثناء الانقسام ويظن أنها غذاء للكروموسومات

(انقسام النواة) لانقسام النواة ثلاث طرق :

(١) الانقسام المباشر :^(٦) وهو أبسطها ويحدث بان تفيض النواة في وسطها ويزداد الانتفاخ تدريجاً في المادة الكروماتينية حتى يتم انقسام النواة الى اثنتين متساويتين في الحجم أحياناً. وقد تكون إحدى الخليتين الجديدتين الناشئتين عن هذا الانقسام أصغر من الاخرى فيسمى الانقسام في هذه الحالة تبرعاً كما في الطيرة

(٢) الانقسام غير المباشر :^(٧) تكون النواة اثنان الانقسام في حالة سكون ويكون كروماتينها معزاً أو خيوطها شبكة. فتندبه الانقسام تتضخم النواة ويتحول جزء من عصيرها الى خيوط كروماتينية دقيقة فيها تأخذ نوية أو أكثر في التلشى فينجم منها من النيوكليولين الى الخيوط الكروماتينية فيزيدها نخانة وهذه تأخذ شكل جبل متور على قسبه مرات عديدة ويمر عن هذا بالطور التمهيدي^(٨) وبعدئذ يقصر الخيط الكروماتيني ويثنى ثم ينقسم الى اقسام عديدة تزداد سمكاً وتأخذ شكلاً خاصاً فيسمى كل منها كروموسوماً^(٩) قد تكون من كروماتين النواة. ثم ان عدد الكروموسومات يختلف باختلاف أنواع النباتات كما ذكرنا فهو قليل في الفنجاي^(١٠) واليوسين^(١١) وكثير في الطحالب^(١٢) والنباتات

(3) Linn (4) Chromatine (5) Nucleole (6) Direct Division - Amitosis (7) Indirect Division-Mitosis (8) Sinapsis (9) Chromosome (10) Fungi (11) Muscinea (12) Algae

الجزية وأكثر عدداً في النباتات الكروتوجامية الوطامية

وفي المرحلة الأولى من هذا الانقسام تستطيل النواة فتأخذ شكلاً بيضياً وينحل غشاؤها فيتلاشى فيتزج عصير النواة بالسيتوبلازما ثم ينقسم الكروماتين فيظهر جسم شفاف مستدير يعرف بالستروزوم^(١٣) (أي الجسم المركزي) قد تكون من رسوب بعض أجزاء المادة البروتوبلازمية ولا يلبث هذا الستروزوم طويلاً حتى ينقسم إلى قسمين يتجه أحدهما إلى القطب الشمالي للمزل النواة المنقسمة^(١٤) بينما يتجه الآخر نحو قطب الجنوبي بحيث لا يصل بينهما إلا الخيوط الرفيعة المتقطعة المكونة للشكل المنزلي المنوه عنه. ثم تتصل تلك الخيوط المنزلية بالكروموسومات التي ترتب نفسها في وسط المنزل^(١٥) وإلى هنا ينتهي الطور الأول لانقسام النواة غير المباشر ويسمى الطور التمهيدي^(١٦)

بعد تكوين المنزل واتصال خيوطه بالكروموسومات يتبدىء الأخيرة ترتب نفسها بشكل خاص وينقسم كل منها أثناء هذا الطور انقساماً طويلاً فينتج عدد مضاعف اعدادها الأصلي. بعدئذ يأخذ الستروزوم في جذب نصف هذا العدد بواسطة خيوطه ناحية قطب والنصف الآخر اتجاه القطب المضاد للأول ليكوّنوا نواتين جديدتين يحتوي كل منها على عدد معين من الكروموسومات مساوٍ لعدد كروموسومات النواة الأصلية المتقسمة تماماً ويسمى هذا الطور المتوسط^(١٧)

أما في الطور الأخير^(١٨) فيشاهد وصول مجموعتي الوحدات الكروموسومية المتساويتين في العدد إلى القطبين المتقابلين للمنزل وهناك تخرج أفراد كل منها بعضها مع بعض لتكون كتلة كروماتينية على شكل شريط ملتو على نفسه بينما يتبدىء الجدار النووي في تكوّن به حول هاتين الكتلتين من الكروماتين الملتئتين في « النيوكليوبرتوبلازما » المكونة لعصير النواة الحديثة. وفي الوقت نفسه تكون في وسط المنزل مكان الكروموسومات قبل انقسامها طويلاً رواسب تزداد تدريجاً حتى تتصل بعضها ببعض لتكون جداراً فاصلاً بين الخليتين الجديدتين. وتتركب هذه الرواسب من مادة بكتينية^(١٩) ترسب فوقها طبقة من مادة أخرى سيليلوزية ثم يتلاشى المنزل تدريجاً ويحل محله نواتان جديدتان تحتوي كل منهما على عدد متساوٍ من الوحدات الكروموسومية مطابق لعدد كروموسومات النواة الأمية تماماً التي قد نشأتا منها ويسمى هذا الطور تلوفاً^(٢٠)

(٣) الانقسام الأخرائي^(٢١): سبق ذكرنا أن عدد الكروموسومات ثابت في كل

(13) Centrosomes (14) Spindle (15) Equatorial plate
(16) Prophase (17) Metaphase (Anaphase) (19) Pictin
(20) Telophase (21) Reduction Division- Miosis

نوع من الحيوانات والنبات نلو فرض أن في حبة لقاح نوع من النباتات ستة عشر من الكروموسومات فبرضة هذا النبات يكون بها مثل هذا العدد أيضاً ، وعند حصول عملية التلقيح باندماجها ينشأ زيجوت به ضعف ما في كليهما أي (٢٢) ثم يتضاعف هذا العدد في الأجيال التالية حتى يصل إلى عدد غير معقول . لكن قرصنا هذا نظري لحسن الحظ لأنه في الواقع لا يحدث ذلك بل يختزل عدد الكروموسومات إلى النصف قبل تكوين الجامطة وعليه عندما تتحد جامطة مذكرة بأخرى مؤنثة ينتج عنهما زيجوت يحتوي على عدد من الكروموسومات مساوٍ لعدد الموجود في الجامطتين الأصليتين معاً

والانقسام الاختزالي يشبه الانقسام العادي أي إن النواة تنتقل من طور الكون إلى طور الانقسام فتقطع الخيوط الكروماتينية إلى جملة وحدات كروموسومية تأخذ في السهارة وتقل في الطول ثم بعد ذلك ترتب نفسها في أزواج يحتوي كل منها على قطبتين متشابهتين تتقاربان تدريجياً حتى تلتصقان التصاقاً طويلاً بالتواء وعند انفجارتها إلى قطبي المغزل تنفصل ثانية ثم ينكش السيتوبلازما وتتسم الخلية حينذاك إلى اثنتين تحتوي الواحدة منها على نصف عدد كروموسومات الخلية الأصلية المتقسمة

يلاحظ أن الكروموسوم الواحد في الجامطة يكون فردي الجرعة لأنه صفة مضادة فعندما يتحد جاميط مذكرة بأخرى مؤنثة ينشأ زيجوت به زوج من الجرمات أي واحدة من الأب وأخرى من الأم وفي الجيل الثاني تنزل العوامل أثناء تكوّن الجامطات فيكون في كل جامطة جرعة واحدة كالجامطة الأولى . لهذا استنتج نظرية مندل^(٢٢) على ملوك الكروموسومات وما تحمله من جرع أو عبارة أخرى أن الكروموسومات هي الحاملة للجرع (العوامل الوراثية) كما أكدت ذلك فيما بعد نظرية مورجان^(٢٣) وكان ستون^(٢٤) أول من أشار إلى هذا الحل نعم إن كثيراً من علماء الوراثة يشكك أن مادة النواة الكروماتينية المكونة للكروموسومات هي وحدها مصدر الصفات الوراثية لكن هناك عدد كبير من البيولوجيين لا يستهان به لا يزال تماماً بصحة تلك النظرية بل يعتقد أنه لا بد أن يكون للسيتوبلازما الخلوية نصيب في ذلك أيضاً ويرهن بصحة هذه الفكرة أنه أثناء انقسام النواة وعند تلاشي غشائها يتصل كروماتين النواة بسيتوبلازما الخلية وهناك يحصل تبادل بينهما ربما نشأ عنه فقدان بعض من خواص الكروماتين الوراثية بسبب هذا الاتصال وتغير البيئة لاسيما إذا كانت هناك علاقة ارتباط بين الخواص البيولوجية والكيميائية لكليهما

من أجل هذا كله لا يستغرب أن يكون للسيتوبلازما الخلوية ما للنواة في حمل الصفات الوراثية أيضاً خصوصاً أنها تعد من أهم أجزاء الكتلة الحية في الخلية