الخلية النباتية وتركيبها السيتولوجي

للدكتور سيد خربوش

مدرس علم النبات في مدرسة الزراعة العليا

تحتوي الخلية الحديثة النامية في النباتات الراقية على مادة حية كولويدية (غروية) شفافة تعرف بالبروتوبلازما [1] تشمل أجساماً مختلفة شكلاً وحجماً أهمها النواة والبلاستيدات المتنوعة فأجزاء الكوندريوم ثم الفاكيوم كذلك مواد أخرى كيميائية تختلف تركيباً كالبلورات والاجسام الدهنية والزيوت الطيارة وغيرها يحيط بها جميعاً غشاء رقيق مقفل 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 وافياً فيما يلي

(البروتوبلازما) : أهم أجزاء الخلية وهي مادة غروية تركيبها الكيمياني غير معروف تماماً ويظهر أنها تحتوي على مقدار عظيم من الماء حاملاً لكثير من المركبات البروتيدية المتنوعة فهي اذن أشبه بكتلة غروية ترجع اليها عمليات التنفس والتمثيل والتغذية والنمو والتناسل في جميع الكائنات الحية نباتات كانت أو حيوانات

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

1	La Théorie réticulaire	١) النظرية الشبكية
2	„ „ alvéolaire	٢) » الفجوية
3	„ „ filaire	٣) » الخيطية
4	„ „ granulaire	٤) » الحبيبية

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

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

الحية للخلية) ليس لها تركيب خاص فتظهر حينئذ كمادة شفافة لا لون لها متجانسة كالماء غروية التركيب . ومن خواصها الحركة المتولدة من التغيرات والتفاعلات الكيميائية العديدة التي تحدث فيها فتغير تياراتها في جهات مختلفة فضلاً عن أنها تتأثر بالحرارة والضوء والكهربائية وغيرها اذا زادت عن الدرجة الملائمة . أما المواد المخدرة مثل الكحول والايثر والكلوروفورم وما شابهها فتوقف عملها لا سيما اذا كانت مقاديرها مرتفعة نوعاً مما يثبت ان البروتوبلازما تبلغ من شدة الاحساس درجة عظيمة

تقوم البروتوبلازما بعمل هام في حياة الخلية لاعتبارها جزءاً هاماً من أجزاء كتلتها الحية . وهي لا تنشأ لنشأة جديدة ولا يمكنها أن تقوم وحدها بحفظ حياة الخلية وكيانها بل يجب أن تكون متضامنة مع باقي طوائف السيتوبلازما كالبلاستيدات والميتوكندري والنواة

وعليه فمتى وجدت هذه الطوائف مجتمعة 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 بمشتملاتها عن النواة . فمثلاً : اذا وضع نبات الطحلب الاخضر الخيطي المسمى Zygnema 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 كوّن له جداراً ثم نما وتكاثر تكاثراً عادياً بينما الجزء الآخر منها المشتمل على السيتوبلازما المجرد عن النواة ظل حيًّا فترة قصيرة ثم مات . اذن لا حياة للبروتوبلازما ولا للسيتوبلازما 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 الاليرونية والبتاكرومانينية وهذه مختزنة في الفجوات الخلوية ولكل منها أهميته بالنسبة لوجوده او عدمه في النباتات المختلفة فمثلاً إننا نجد في أوراق السراخس عدداً كبيراً من البلاستيدات الخضراء بينما لا نجدها في خلايا الفطريات. ثم ان خلايا بزرة الخروع تشمل حبيبات اليرونية وأخرى زيتية بينما درنات البطاطس فان خلاياها تشمل عدداً كثيراً من البلاستيدات الاميلية الحاملة لكثير من الحبيبات النشوية المختلفة الحجم ، أما الفجوات فكثيرة في النسيج الحاري للبرتقالة مثلاً

يتضح مما تقدم ان هناك اختلافات كثيرة في التركيب الداخلي لأنسجة النباتات المختلفة وأن هذه الاختلافات مضافاً اليها اختلافات أخرى خاصة بالجدر الخلوية والنوى ترشدنا الى معرفة تركيب الانسجة المختلفة وتميز بعضها عن بعض. ومن أجل أن نصل الى معرفة ما تشمله السيتوبلازما من طوائف لابدَّ من درسها باتقان متتبعين جميع تطوراتها من البيضة حتى يبلغ النبات نضجه

هذه هي الطريقة المتبعة في معامل السيتولوجيا الحديثة والتي بواسطتها توصل الباحثون الى وجود أجزاء مستديمة وأخرى مؤقتة في سيتوبلازما الخلية النباتية والحيوانية معاً. فالاولى لها شأنها من حيث وجودها باستمرار في جميع خلايا أنسجة الاحياء أما الثانية فضيقة الشأن لعدم دوامها في الانسجة. لهذا نضرب عنها صفحاً ولنتكلم الآن على الاعضاء المستديمة

(النواة) : تحتوي أغلب خلايا النباتات الراقية على نواة واحدة وقد يكون أكثر من ذلك كما هي الحال في بعض الخلايا المستطيلة في كثير من الفطريات الدنيا وبعض أنواع الطحالب والخلايا المجاورة لحبوب اللقاح في النباتات البزرية المعدة لتغذيتها أما في البكتيريا فلم يعثر الباحثون على نواة أو ما يشابهها حتى الآن

(شأن النواة فسيولوجيًّا) : نعرف أن النواة أحد اعضاء المادة الحية في الخلية بل هي أهمها في الواقع بدليل ان الجزء المحتوي عليها من بروتوبلازما الخلية هو الجزء الذي يبقى حيًّا والذي يتجدد بخلاف الجزء المجرَّد عنها فانهُ يموت . ويمكن اثبات ذلك بوضع نبات الماركانسيا [1] ذي الشعيرات الجذرية الصغيرة في محلول من ملح مركَّز فيبتدئ هذا المحلول في امتصاص الماء من بروتوبلازما الخلايا بواسطة الضغط الأزموزي فتتكور هذه في جهة متجمعة في جزءين أو أكثر احياناً فالجزء المحتوي على نواة يفرز جداراً حولهُ ويبقى حيًّا بعكس الآخر المجرَّد عنها فانهُ لا يفرز جداراً ولا يتكاثر بل يموت بعد زمن مما يبرهن على أهمية وجود النواة في الخلية الحية

لكن أثبتت التجارب الحديثة ان وجود النواة فقط في الخلية دون جزء من سيتوبلازمها لا يكفي لحفظ كيانها بل ينتهي أمرها بالانحلال ثم الموت. وقد ظهر ذلك بوضوح في شعيرات اسدية نبات الترادسكانسيا [2] حيث امينت سيتوبلازما الخلايا بالكلوروفورم وبقيت النوى وحدها حيَّة زمناً الى حد انها انقسمت ولكن اخذت في الاضمحلال التدريجي بعدئذ ثم ماتت . فنستنتج من ذلك ان النواة لا يمكنها ان تنمو وتتكاثر وحدها بل لابدَّ لها ان تعيش مع السيتوبلازما الخلوية دائماً ولا يمكن للخلية أن تحيا وتنشط إلاَّ بوجودهما معاً

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

(1) Marchantia (2) Tradescantia

فالزوجية لزجة تشبه المخاط البروتوبلازمي تعرف بعصير النواة وثَمَّ شبكة كروماتينية معلقة فيه مُركَّبة من اللنين [٣] في شكل خيوط متفرعة متداخل بعضها في بعض تتخللها حبيبات من مادة أخرى تسمى كروماتين [٤] . وليس اللنين في الواقع خيوطاً بل هو أنابيب دقيقة جوفاء تشغلها الكروماتين . والفرق بين هاتين المادتين هو ان اللنين يتلوَّن بالصبغات الحمضية بعكس الكروماتين فانهُ يصبغ بالاصباغ القلوية

وقد اختلف العلماء في حل هذه الشبكة الكروماتينية مكوَّنة من خيط واحد أو خيوط عديدة والمهم انها تتجزأ عند انقسام النواة فتنفصل الاجزاء بعضها عن بعض في شكل وحدات كروموسومية يمكن عدّها وعددها ثابت في كل نوع من أنواع النباتات أو الحيوانات ففي الانسان مثلاً كل خليَّة بها ٤٨ كروموسوماً مهما تباينت السلالات

وعدا ما ذكر يوجد في النواة جسم او اجسام كروماتينية صغيرة معلقة في عصيرها يسمى كل منها نويَّة (تصغير نواة) [٥] وهي غير ثابتة عدداً وتختلف حجماً وتتلاشى اثناء الانقسام ويظن أنها غذاء للكروموسومات

(انقسام النواة) لانقسام النواة ثلاث طرق :

(١) الانقسام المباشر : [٦] وهو أبسطها ويحدث بان تنقبض النواة في وسطها ويزداد الانقباض تدريجاً في المادة الكروماتينية حتى يتمّ انقسام النواة الى اثنتين متساويتين في الحجم أحياناً . وقد تكون إحدى الخليتين الجديدتين الناشئتين عن هذا الانقسام أصغر من الاخرى فيسمَّى الانقسام في هذه الحالة تبرعماً كما في الخميرة

(٢) الانقسام غير المباشر : [٧] تكون النواة ابان الانقسام في حالة سكون ويكون كروماتينها معزاً وخيوطها شبكية . فتبتدىء الانقسام تضخم النواة ويتحوَّل جزء من عصيرها الى خيوط كروماتينية دقيقة بينما تأخذ ثُنوية أو أكثر في التلافي فينجه مايها من النوكليولين الى الخيوط الكروماتينية فيزيدها ثخانة وهذه تأخذ شكل حبل ملتوٍ على نفسه مرَّات عديدة ويعبر عن هذا بالطور التمهيدي [٨] وبعدئذ يقصر الخيط الكروماتيني ويثخن ثم ينقسم الى اقسام عديدة تزداد سمكاً وتأخذ شكلاً خاصًّا فيسمى كل منها كروموسوماً [٩] قد تكوَّن 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) Linin (4) Chromatine (5) Nucleole (6) Direct Division - Amitosis (7) Indirect Division-Mitosis (8) Sinapsis (9) Chromosome (10) Fungi (11) Muscinea (12) Algae

البزرية واكثر عدداً في النباتات الكربتوجامية الوعائية

وفي المرحلة الاولى من هذا الانقسام تستطيل النواة فتأخذ شكلاً بيضيًّا وينحلُّ غشاؤها فيتلاشى فيمتزج عصير النواة بالسيتوبلازما ثم ينقسم الكروماتين فيظهر جسم شفاف مستدير يعرف بالسنتروزوم [١٣] (أي الجسم المركزي) قد تكوَّن من رسوب بعض اجزاء المادة البروتوبلازمية ولا يلبث هذا السنتروزوم طويلاً حتى ينقسم الى قسمين يتجه أحدهما الى القطب الشمالي لمنزل النواة المنقسمة [١٤] بينما يتجه الآخر نحو قطبه الجنوبي بحيث لا يصل بينهما إلاَّ الخيوط الرفيعة المتقطعة المكوِّنة للشكل المنزلي المنوَّه عنهُ . ثم تتصل تلك الخيوط المغزلية بالكروموسومات التي ترتب نفسها في وسط المغزل [١٥] والى هنا ينتهي الطور الاول لانقسام النواة غير المباشر ويسمى الطور التمهيدي [١٦]

بعد تكوين المغزل واتصال خيوطه بالكروموسومات تبتدىء الاخيرة ترتب نفسها بشكل خاص وينقسم كلٌّ منها اثناء هذا الطور انقساماً طوليًّا فينتج عدد مضاعف لعددها الاصلي . بعدئذ يأخذ السنتروزوم في جذب نصف هذا العدد بواسطة خيوطه ناحية قطب والنصف الآخر اتجاه القطب المضاد للاول ليكوِّنا نواتين جديدتين يحتوي كل منهما على عدد معين من الكروموسومات مساوٍ لعدد كروموسومات النواة الاصلية المنقسمة تماماً ويسمى هذا الطور المتوسط [١٧]

أما في الطور الاخير [١٨] فيشاهد وصول مجموعتي الوحدات الكروموسومية المتساويتين في العدد الى القطبين المتقابلين للمغزل وهناك تمتزج أفراد كل منها بعضها مع بعض فتكون كتلة كروماتينية على شكل شريط ملتوٍ على نفسه بينما يبتدىء الجدار النووي في تكوُّنه حول هاتين الكتلتين من الكروماتين الملتفتين في « النيوكليوبرتوبلازما » المكونة لعصير النواة الحديثة . وفي الوقت نفسه تتكوَّن في وسط المغزل مكان الكروموسومات قبل انقسامها طوليًّا رواسب تزداد تدريجاً حتى يتصل بعضها ببعض فتكون جداراً فاصلاً بين الخليتين الجديدتين . وتتركب هذه الرواسب من مادة بكتينية [١٩] ترسب فوقها طبقة من مادة اخرى سيلولوزية ثم يتلاشى المغزل 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 تلوفاز [٢٠]

(٣) الانقسام الاختزالي [٢١] : سبق ذكرنا ان 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 الحيوان والنبات فلو فرض أن في خلية لقاح نوع من النباتات ستة عشر من الكروموسومات فبويضة هذا النبات يكون بها مثل هذا العدد أيضاً . وعند حصول عملية التلقيح باندماجهما ينشأ زيجوت به ضعف ما في كليهما اي (٣٢) ثم يتضاعف هذا العدد في الاجيال التالية حتى يصل الى عدد غير معقول . لكن فرضنا هذا نظري لحسن الحظ لانهُ في الواقع لا يحدث ذلك بل يختزل عدد الكروموسومات الى النصف قبل تكوين الجاميطة وعليه فعندما تتحد جاميطة مذكرة باخرى مؤنثة ينتج عنهما زيجوت يحتوي على عدد من الكروموسومات مساوٍ للعدد الموجود في الجاميطتين الاصليتين معاً

والانقسام الاختزالي يشبه الانقسام العادي أي ان النواة تنتقل من طور السكون الى طور الانقسام فتقطع الخيوط الكروماتينية الى جملة وحدات كروموسومية تأخذ في السماكة وتقل في الطول ثم بعد ذلك ترتب نفسها في ازواج يحتوي كل منها على قطعتين متشابهتين تتقاربان تدريجاً حتى تلتصقان التصاقاً طولياً بالتواء وعند اتجاهها الى قطبي المغزل تنفصل ثانية ثم ينكمش السيتوبلازما وتنقسم الخلية حينذاك الى اثنتين تحتوي الواحدة منهما على نصف عدد كروموسومات الخلية الاصلية المنقسمة

يلاحظ ان الكروموسوم الواحد في الجاميطة يكون فردي الجرعة لانهُ صفة مضادة فعند ما يتحد جاميط مذكر بآخر مؤنث ينشأ زيجوت به زوج من الجرعات أي واحدة من الاب واخرى من الام وفي الجيل الثاني تنزل العوامل اثناء تكوُّن الجاميطات فيكون في كل جاميطة جرعة واحدة كالجاميطة الاولى . لهذا اسست نظرية مندل[٢٢] على سلوك الكروموسومات وما تحملهُ من جرع او بعبارة اخرى ان الكروموسومات هي الحاملة للجرع (العوامل الوراثية) كما اكدت ذلك فيما بعد نظرية مورجان[٢٣] وكان ستون[٢٤] أول من أشار الى هذا الحل

ثم ان كثيراً من علماء الوراثة يعتقد أن مادة النواة الكروماتينية المكونة للكروموسومات هي وحدها مصدر الصفات الوراثية لكن هناك عدد كبير من البيولوجيين لا يسلمون به لا يسلم تماماً بصحة تلك النظرية بل يعتقد أنهُ لابدَّ أن يكون للسيتوبلازما الخلوية نصيب في ذلك أيضاً ويرهن بصحة هذه الفكرة انهُ 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 اذا 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 انها تعد من أهم أجزاء الكتلة الحية في الخلية

(22) Mendel (23) Morgan (24) Sutton.