

● اكتشف زندر والدريج ظاهرة تسمى الإستقطاع أو الإستئصال أو الانتقال عبر الفاج تنتقل عن طريقها الجينات من سلالة بكتريا إلى أخرى عن طريق الفيروسات التي تتطفل عليها. ● قام زندر وليدر برج بتنمية سلالتين من بكتيريا تيفويد الفئران (سالمونيلا) إحداها تحتاج إلى الحامض الأميني ميثيونين أى أنها غير ذاتية التغذية للميثيونين ولكنها ذاتية التغذية للحمض الأميني ثريونين ويرمز لها +met- thr. ويعيش بها فيروس بكتيريا التيفويد المسمى Phage 22 في صورة معتدلة. وعند خلط السلالتين معاً ظهرت بعض الخلايا البكتيرية البرية التي يمكنها النمو على وسط غذائي لا يوجد به أى من هذين المركبين أى أن القدرة على تكوين أي من المركبين قد انتقلت من سلالة إلى سلالة أخرى. وحيث أن الفيروس 22 انتقل من سلالة إلى أخرى فقد افترض زندر وليدر برج أن المقدرة على تكوين الميثيونين قد انتقلت مع هذا الفيروس. وذلك بزراعتها في أنبوب على شكل حرف S شكل الميثيونين والثريونين يتم الحصول عليها بعد فترة من النمو في زراعي الأنبوب. وحيث أن الفيروس يمكنه النفاذ خلال المرشح البكتيري وأن دنا الفيروس يمتزج بالدنا البكتيري فلا بد أن يكون هو وسيلة انتقال صفة تكوين الميثيونين من سلالة إلى سلالة أخرى من بكتيريا التيفويد. وتجدر الإشارة إلى أن نقل جينات من سلالة بكتيرية إلى أخرى مع دنا الفيروس قد لفت الانتباه إلى استخدام دنا الفيروسات كنواقل للجينات في تجارب الهندسة الوراثية والتي بدأت بعد اكتشاف إنزيمات القصر بعض الفيروسات التي تصيب النباتات أو الحيوانات تتكون من بروتين ورنا مثل فيروس تبرقش أوراق الدخان Tobacco mosaic virus وفيروس شلل الأطفال Poliomyelitis. والرنا قريب الشبه بالدنا ولكنه يختلف عنه في التركيب والوظيفة كما سيأتي شرحه تفصيلاً فيما بعد. وفيروس تبرقش الدخان يتخذ شكل لولب أسطواني ضيق اللغات ويكون الحامض النووي الريبوزي محور اللولب الأسطواني بينما يلتف البروتين حول هذا الحامض ومن الممكن أيضاً فصل الغلاف البروتيني لهذا الفيروس عن الرنا. صفات البروتين المشترك في تركيبها. وقد تمكن كونرات Conrat ومعاونوه خلال خمسينات القرن العشرين من فصل بروتينات فيروس تبرقش الدخان عن الرنا ويخلط البروتينات من إحدى سلالات هذا الفيروس برنا من سلالة أخرى ظهرت فيروسات نشطة واستناداً إلى هذه الظاهرة قام هؤلاء العلماء بسلسلة من التجارب أثبتت نتائجها أن الرنا هو الذي يحمل المعلومات الوراثية في هذا ويوضح شكل - التركيب الدقيق الفيروس تبرقش الدخان وفي دراستنا للوراثة اليوم لا يساورنا شك في أن الدنا هو المادة الوراثية حتى أن هذا المركب أصبح مرادفاً للجينات (المورثات). ورغم ذلك فإننا يجب ألا نغفل أن الرنا هو مادة الوراثة في الفيروسات التي لا تحتوى على الدنا مثل فيروس تبرقش الدخان وفيروس شلل الأطفال. وخلاصة القول أن المعلومات الوراثية في جميع المخلوقات الحية باستثناء فيروسات تركيب الحامض النووي الديوكسي ريبوزي والسكر الذي يدخل في تركيب الدنا هو سكر الريبوز منزوع الأكسجين حيث تنقصه ذرة أكسجين من مجموعة الهيدروكسيد المتصلة بذرة الكربون رقم 2 من اد. هناك حجازي الشاذلي أما القواعد النيتروجينية فتشمل اثنتان من البيورينات Purines تحتوى على أربعة ذرات من النيتروجين هما الأدينين Adenine والجوانين Guanine وإثنتان من البريميديينات Pyrimidines تحتوى على ذرتان من النيتروجين هما الثيمين Thymine والسيتوسين Cytosine ويتحد السكر مع مجموعة الفوسفات وإحدى القواعد النيتروجينية الأربعة لتكوين وحدات بنائية لدنا تسمى نيوكليوتيدات Nucleotides. وعلى ذلك توجد أربعة أنواع من النيوكليوتيدات تبعاً للقاعدة النيتروجينية التي تشترك مع السكر ومجموعة الفوسفات. وترتبط النيوكليوتيدات في سلسلة طويلة غير متفرعة عمودها الفقري السكر والفوسفات وتخرج منه وعمودية عليه القواعد النيتروجينية التي تتصل بذرة الكربون رقم 1 بروابط تساهمية Covalent bonds. ويكون الإتصال بذرة النيتروجين رقم 9 في الحلقة الخماسية في القواعد البيورينية بينما يكون مع ذرة النيتروجين رقم 1 في القواعد البريميدينية الحلزون المزدوج لدنا حصل شارحاف Chargaff وزملاؤه خلال أربعينات القرن العشرين على نتائج تدل على تساوى عدد قواعد الأدينين مع قواعد الثيمين وتساوى قواعد الجوانين مع قواعد السيتوسين بما يشير إلى أن الدنا يتكون من سلسلتين وليس سلسلة واحدة من النيوكليوتيدات. كما كل من قام فرانكلين وولكنز Franklin and Wilkins في بداية خمسينات القرن العشرين بإجراء دراسات على التركيب البنائي الجزئ هذا المركب لكشف خواصه الطبيعية باستخدام الأشعة السينية أوضحت أن جزئ الدنا غير متناظر وأنه طويل جداً وذو تركيب معقد، يبلغ عرضه 20 أنجستروم وتكرر فيه النيوكليوتيدات على مسافات منتظمة قدرها 3. كما لاحظنا أن سلسلتي الجزئ تلتفان حول محور على مسافات متساوية هي 34 أنجستروم أى يوجد 10 أزواج من النيوكليوتيدات في كل لفة. بناء على النتائج السابقة تمكن العالمان واطسون وكريك Watson and Crick عام 1953 من التوصل إلى التركيب البنائي الصحيح الجزئ الدنا. إقترح واطسون وكريك أن جزئ الدنا يوجد في صورة حلزون مزدوج Double helix حيث تلتف سلسلتي النيوكليوتيدات في شكل حلزوني حول محور واحد. وترتبط النيوكليوتيدات في السلسلتين مع بعضها بروابط هيدروجينية

Hydrogen bonds حيث يتقابل الأدينين مع الثايمين ويتقابل الجوانين مع السيتوسين. وضرورة تكوين أزواج القواعد Base pairs بهذه الطريقة هي إحدى الملامح الفريدة للجزء الدنا. ويتم ارتباط الأدينين بالثايمين برابطتين بينما يتم ارتباط الجوانين والسيتوسين بثلاث روابط هيدروجينية. وفي نموذج واطسون وكريك تجد أن الروابط الفوسفو - استرية بين السكر والفوسفات في إحدى السلسلتين في الإتحاد 35 بمعنى أن جزيء السكر يتصل بمجموعة فوسفات عن طريق ذرة الكربون رقم 5 في السكر ويتصل بالمجموعة التالية عن طريق ذرة الكربون رقم 3 في نفس السكر. بينما يكون الاتصال بالسلسلة المقابلة في 3-4 (الإتجاه يتم تضاعف الدنا بانفصال سلسلتي الجزء عن طريق كسر الروابط الهيدروجينية بين أزواج القواعد النيتروجينية المتكاملة، ثم تقوم كل سلسلة منهما ببناء سلسلة جديدة مكملتها بمعنى أن كل سلسلة في الجزء الأصلي تعمل كقالب للسلسلة الجديدة مكملتها، ويعني ذلك أن إحدى سلسلتي الجزء الجديد تتكون من نيوكليوتيدات جديدة بينما تتكون السلسلة الأخرى من نيوكليوتيدات

TAC-TCA-ACC-GGC-CTT-CAA ATG-AGT-TGG-CCG-GAA- TAC-TCA-ACC-GGC-CTT-CAA
ATG-AGT-TGG-CCG-GAA-GTT TAC-TCA-ACC-GGC-CTT-CAA ATG-AGT-TGG-CCG-GAA-GTT

شكل 4-5 : ترتيب القواعد النيتروجينية لجزء من دنا يوضح التضاعف شبه المحافظ لجزء الدنا في جزيئين متماثلين مع بعضهما ومع الجزء الأصلي كانت ضمن الجزء الأصلي. ولذلك فإن عملية تضاعف الدنا تعرف بأنها شبه محافظة Semiconservative. وتضمن هذه الآلية أن يكون الجزيئين الناتجين من الجزء الأصلي متماثلين معه ومع بعضهما تماماً (شكل 4-5). إثبات الطريقة شبه المحافظة لتضاعف الدنا قدم ميسلسون Meselson وشتال Stal عام 1958 برهاناً على أن عملية تضاعف الدنا في خلايا بكتيريا الأمعاء تتم بطريقة شبه محافظة باستخدام طريقة تغيير الكثافة أثناء الطرد المركزي، وهذه الطريقة تعتمد على أن كثافة الدنا مماثلة تقريباً لكثافة المحاليل المركزة لبعض الأملاح الثقيلة مثل كلوريد السيزيوم CsCl، وعند الطرد المركزي على سرعة عالية (30000-50000 دورة في الدقيقة) محلول 6 عيارى من كلوريد السيزيوم لمدة يومين أو ثلاثة فإن قوى الطرد المركزي تجعل الملح يترسب عند قاع الأنبوبة التي يوجد بها المحلول، وبعد فترة كافية من الطرد المركزي عند تلك السرعات العالية سوف تحدث حالة إتران بين الترسيب والإنتشار وعندئذ سوف تحدث حالة إتران بين الترسيب والإنتشار،