الفصل الأول: الحمض النووي والجينات والكروموسومات

س: أين تخزن المعلومات التي تحتاجها كل خلية من خلايا جسمك؟
ج: تخزن في جزيئات موجودة في أنوية الخلايا وهو الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجينDNA.

س: ما المقصود بالحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين (DNA)؟
ج: هو عبارة عن جزئ كبير يشبه السلم الحلزوني، وهو يحمل المادة الوراثية في الخلية وهو المكون الأساسي للجينات والكروموسومات، ويخزن المعلومات اللازمة لعمل الخلايا.

الدرس (١-١) جزئ الوراثة

س: من هو العالم الذي أكتشف الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين(DNA)؟
ج/ هو العالم فريدريك ميشر (عام ١٨٧٤) اكتشفه في أنوية الخلايا الصديدية.

س: وضح كيف تمكن الباحث البريطاني فريدريك جريفث تحديد ما إذا كانت الجينات تتركب من حمض DNA أم من البروتين؟
ج: -**التجربة:**
- أستخدم جريفث بكتيريا ستربتوكوكس نومونيا (التي تسبب الالتهاب الرئوي).
- حقن فأرا بخليط من سلالة S الميتة وسلالة R الحية .
- أفترض أن الفأر لن يتأثر بهذا الخليط .
- **الملاحظة.**
- الفأر أصيب بالالتهاب الرئوي ومات. وقام جريفث بالبحث عن سبب موت الفأر
- **وذلك من خلال :-**
- قام جريفث بترك البكتيريا المأخوذة من الفأر الميت تتكاثر.
- فظهر نسل البكتيريا من سلالة S ذات الغطاء المخاطي.
- **أفترض جريفث :-**
- أن مادة التحول انتقلت بطريقة ما من سلالة S الميتة إلى السلالة R الحية.
- وهذا أدي إلى تحول سلالة R إلى سلالة S.
- **الاستنتاج: -**
- أن مادة التحول هي مادة وراثية بسبب ظهور صفات جديدة في النسل

ملحوظات: -
١-لاحظ علماء آخرون أن العديد من البروتينات تتضرر من الحرارة.
(فافترضوا أن حمض DNA وليس البروتينات هي المادة الوراثية)
٢-أكتشف البيولوجي الأمريكي **أوزوالد أفري** أن مادة حمض DNA من سلالة S ضرورية لتحول السلالة R إلى السلالة S . أكدت هذه النتائج أن حمض DNA هو المادة الوراثية.

٢-حمض DNA أو بروتين ؟ (تجربة البكتيريوفاج)

س: كيف أثبت عالما الورثة الامريكيان وهم **مارثا تشيس** و **ألفريد هيرشي** أن المادة الوراثية هي DNA وليست البروتين ؟

ج: من خلال اجراء تجربة على الفيروسات **البكتيريوفاج** (لاقم البكتيريا أو الفاج).

- ملحوظة: -يتركب البكتيريوفاج من مكونين هما:

١-حمض DNA ٢-البروتين.

س: ماذا يحدث عند غزو الفيروسات (البكتيريوفاج) للخلايا البكتيرية؟

ج: ١-يلتصق بسطح الخلايا البكتيرية الفيروسات (البكتيريوفاج).

٢-يحقن مادة فيها تعمل على ضبط عمليات الاستقلاب الخلوي وصفات خلية البكتيريا كما تفعل الجينات.

س: ماذا أستنتج العالمان من تجربة الفيروسات البكتيريوفاج؟

ج: أن المادة المحقونة هي لابد أن تكون المادة الوراثية.

س: وضح تجربة العالمان تشيس و هيرشي التي استخلصا منها أن المادة الوراثية في البكتيريوفاج هي حمض DNA ؟ ج: **التجربة:** -

١-أعد خليط للفاج فيه DNA مشع وخلايا بكتيرية وخليط آخر للفاج فيه بروتين مشع وخلايا بكتيرية.

٢-التصقت الفاجات بالبكتيريا وحقنتها بمادة الوراثية.

٣-بعد ذلك بدأت البكتيريا في إنتاج فيروسات جديدة من البكتيريوفاج .

الملاحظة :-أن الحمض DNA المشع هو الذي دخل إلي خلايا البكتيريا

الاستنتاج :-أستنتج العلماء أن المادة الوراثية هي حمض DNA وليس البروتين .

الدرس ١-٢ تركيب الحمض النووي وتضاعفه

س: كيف ساعد التصوير بالأشعة X العلماء عند محاولتهم لتصميم نموذج DNA ؟

ج: بالحصول علي صور الجزيء واكتشاف تركيب حمض DNA .

س: ماذا يقصد بالنيوكليوتيدة ؟ ومم تتركب؟

- **النيوكليوتيدة** : هو المكون الأساسي للأحماض النووية DNA و RNA .
- تتركب النيوكليوتيدة الواحدة من :-

١-سكر خماسي الكربون:

- في حمض DNA نوع السكر :منقوص الأكسجين أو الديؤكسي رايبوز
- في حمضRNA نوع السكر: سكر الرايبوز .

٢- مجموعة فوسفات .

٣- قاعدة نيتروجينية واحدة : أنواع القواعد النيتروجينية :-

وجه المقارنة	١-البيريميدينات	٢-البيورينات
تتكون من	جزيئات حلقية مفردة	جزيئات حلقية مزدوجة
القواعد النيتروجينية	الثايمين-السيتوسين- اليوراسيل	الأدنين -الجوانين

س: قارن بين الحمض النووي DNA و الحمض النووي RNA من حيث نوع القواعد النيتروجينية :

وجه المقارنة	الحمض النووي DNA	الحمض النووي RNA
نوع القواعد النيتروجينية المتواجدة في كل حمض نووي	الثايمينT– الأدنينA– الجوانينG–السيتوسينC.	الثايمينT– الأدنين A– الجوانينG– اليوراسيلU.

س : ما هو قانون شارجاف ؟

ج: أن كمية الأدينين تتساوي دائما مع كمية الثايمين ، وكمية السيتوسين تتساوي دائما مع كمية الجوانين .

س: أذكر أهمية قانون شارجاف ؟

ج: تحديد تركيب جزئ حمض DNA .

ملاحظة:

مباشرة بعد إعلان شارجاف عن اكتشافه ، أضيف جزء جديد إلي تركيب حمض DNA .

- التقط العالمان **موريس ولكنز** و **روزالند فرانكلين** : صورة سينية لجزيء حمض DNA
- أوضحت الصورة ثخانة الجزيء والتفافة بشكل لولب .
- عرضت فرانكلين إحدى صورها لمادة حمض DNA علي العالم **جميس واطسون**
- لحظ العالم جميس واطسون وزمليه **فرانسيس كريك** :–

أن جزئ حمض DNA ثخين لدرجة أنه لا يمكن أن يكون شريطا مفردا .

- وبذلك صمم نموذج يسمي **اللولب المزدوج .**
- **نموذج اللولب المزدوج:** (هو النموذج الصحيح لجزيء حمض DNA)

هو جزئ ذو شريطين من النيوكليوتيدات ملتفين حول بعضهما بعضا ويشبه السلم الحلزوني .

س: كيف يمكن للنيوكليوتيدات تكون اللولب المزدوج لجزيءDNA ؟

ج: لأن النيوكليوتيدات تتكون من ثلاث مكونات وهي :

- الأول هو : السكر الخماسي الكربون
- الثاني هو : مجموعة الفوسفات .

ملحوظة :–

يرتبط الأول والثاني معا برابطة كيميائية قوية (تساهمية) لتكون هيكل **يشكل جانبي السلم الحلزوني** .

- الثالث هو : إحدى القواعد النيتروجينية التي ترتبط بالسكر برابطة كيميائية قوية (تساهمية).

وبذلك ترتبط كل قاعدتين معا برابطة كيميائية ضعيفة (روابط هيدروجينية) **لتكوين درجات السلم .**

وبهذه الطريقة تكون النيوكليوتيدات اللولب المزدوج لجزيء حمض DNA .

ملحوظة هامة :–

- يتكون كل زوج من قواعد حمض DNA من (قاعدة بيورينية مع قاعدة بيريميدينية)
- حيث يرتبط الأدنين مع الثايمين برابطتين هيدروجينيتين .
- حيث يرتبط الجوانين مع السيتوسين بثلاث روابط هيدروجينية .

س : ما الذي ساعد علي شرح كيفية نسخ أو تضاعف حمض DNA ؟
ج: اكتشاف واطسون وكريك لتركيب اللولب المزدوج لمادة حمض DNA .

س : علل :يحمل كل شريط من شريطي اللولب المزدوج كافة المعلومات التي يحتاج إليها.
ج: لإعادة إنشاء الشريط الآخر بحسب نظام القواعد المتكاملة المزدوجة عند فصل الشريطين.

س: علل : قبل انقسام الخلية يتضاعف حمض DNA .
ج: حتي تأخذ كل خلية جديدة نسخة كاملة متطابقة من جزيئات حمض DNA .

٤-١ كيف يحدث التضاعف ؟

١- قبل أن تبدأ عملية التضاعف :يجب حل التفاف اللولب المزدوج وفصل شريطي حمض DNA .

٢- ويتم فصل اللولب المزدوج عند نقطة معينة بواسطة إنزيم يسمي **هيليكيز**.
عن طريق كسر الروابط الهيدروجينية التي تربط القواعد المتكاملة .

٣- عندما ينفصل الشريطان ترتبط إنزيمات أخري وبروتينات علي كل من الشريطين الفرديين.
لمنع تقاربهما وإعادة التفافهما .

٤- تتحرك إنزيمات **بلمرة حمض DNA** بدءا من شوكة التضاعف علي طول كل من شريطي حمض DNA وتستمر علي طول الشريطين حيث تعمل علي إضافة النيوكليوتيدات للقواعد المكشوفة بحسب نظام ازدواج القواعد(يعمل كل شريط كقالب) وبذلك يتشكل لولبان مزدوجان جديدان .

س : ما المقصود بشوكة التضاعف ؟
ج: هي النقطة التي يتم عندها فصل اللولب المزدوج .

س : ما أهمية إنزيمات بلمرة حمض DNA ؟
ج: حيث تعمل علي إضافة النيوكليوتيدات للقواعد المكشوفة بحسب نظام ازدواج القواعد (يعمل كل شريط كقالب) وبذلك يتشكل لولبان مزدوجان جديدان .

ملحوظة هامة :-
تبقي إنزيمات بلمرة حمض DNA مرتبطة بالشريطين حتي وصولها إلى إشارة تأمرها بالانفصال .
س: علل : إنزيمات بلمرة حمض DNA لها دور في التدقيق اللغوي .
ج: لأن أثناء عملية التضاعف قد تقع بعض الأخطاء حيث أن نيوكليوتيدا خاطئا قد يضاف إلي الشريط الجديد حيث يزيل هذا الإنزيم خلال عملية التدقيق اللغوي النيوكليوتيد الخاطئ ويستبدله بالنيوكليوتيد الصحيح .

الدرس (١-٣) من التركيب الجيني إلى التركيب الظاهري

س: ما أهمية البروتين في جسم الكائن الحي؟

ج: يؤدي البروتين دورا أساسيا في كل عمليات الكائنات الحية بدءا من تنفس خلية البكتيريا وصولا إلى طرفة عين الفيل .

س: كيف تصنع الكائنات البروتينات التي تحتاج إليها ؟

ج: من خلال عملية تسمى تصنيع البروتين تتم فيها ترجمة التركيب الجيني للكائن (تركيب المورثات) إلى تركيب ظاهري (الصفات) .

س: ما المقصود بالجينات ؟

ج: عبارة عن مقاطع من حمض DNA مكونة من تتابعات من النيوكليوتيدات (القواعد النيتروجينية) ويشكل هذا التتابع شفرة تصنيع البروتينات في الخلية الحية .

س: متي يتم التعبير عن الجين ؟

عندما يصنع البروتين بحسب الشفرة التي يحملها الجين .

ملحوظة :-

في بعض الأحيان يتحكم جزئ حمض DNA في جين معين بتصنيع البروتينات التي تحكم بدورها تعبير جينات أخرى ، لناحية تنشيطها وتثبيطها .

- **معلومة هامة :-**

يتطلب تصنيع البروتين عمل الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين DNA مع حمض نووي آخر يسمى الحمض النووي الرايبوزي RNA.

س: ما هو الحمض النووي الرايبوزي RNA ؟

هو جزئ يتألف من شريط مفرد من النيوكليوتيدات ، يؤدي دورا مهما في نقل المعلومات الوراثية من حمض DNA الموجود داخل النواة إلى السيتوبلازم لتصنيع البروتين .

س: ما أوجه الاختلاف في التركيب بين حمض RNA وحمض DNA ؟

الفروقات التركيبية بين حمض DNA وحمض RNA	
RNA	DNA
شريط مفرد	شريط مزدوج
أزواج القواعد U – A G – C سيتوسين–جوانين ، أدينين – يوراسيل	أزواج القواعد T – A G – C سيتوسين–جوانين ، أدينين –ثايمين
سكر خماسي الكربون (سكر رايبوز)	سكر خماسي الكربون منقوص الأكسجين (سكر ديؤكسي رايبوز)

س: عدد أنواع الحمض النووي الرايبوزي RNA ؟

ج: ١- الرسول mRNA ٢- الناقل tRNA ٣- الرايبوسومي rRNA

س: أذكر مراحل تصنيع البروتين ؟

تصنع البروتينات على مرحلتين:

١- **النسخ**:-

ويتم فيها نسخ المعلومات الوراثية فيها من أحد شريطي حمض DNA على صورة شريط من حمض mRNA.

٢- **الترجمة**:-

وهي العملية التي عن طريقها تتحول لغة قواعد الأحماض النووية إلى لغة البروتينات (الأحماض الأمينية) .

أولا : النسخ :

س: ما المقصود بالنسخ ؟

هو عملية نقل المعلومات الوراثية من شريط DNA إلى شريط mRNA

س: كيف تتم عملية النسخ ؟ (مراحل عملية النسخ)

١- خلال عملية النسخ يلتحم مع حمض DNA إنزيم بلمرة حمض RNA.

٢- فينفصل شريطا حمض DNA الواحد عن الآخر وتتكشف القواعد النيتروجينية.

٣- يمر إنزيم بلمرة حمض RNA على طول القواعد في شريط الDNA هذا ، ودائما في اتجاه واحد يقرأ الإنزيم كل نيوكليوتيد ويقرنها مع نيوكليوتيد من نيوكليوتيدات حمض RNA المتكاملة .

٤ - بعد اكتمال عملية النسخة ، ينفصل الإنزيم عن شريط حمض DNA ، ويطلق جزئ حمض mRNA إلى السيتوبلازم ، أما شريطا حمض DNA، فيرتبطان مجددا ليعيدا تكوين اللولب المزدوج الأساسي .

س: ما إنزيم بلمرة حمض RNA:-

هو إنزيم يضيف نيوكليوتيدات للقواعد المكشوفة لشريط حمض DNA بحسب نظام ازدواج القواعد لإنتاج شريط حمض mRNA أثناء عملية النسخ .

س: علل : تشبه عمليه النسخ عملية التضاعف .

ج: حيث تستعمل القواعد في أحد شريطي حمض DNA كقالب الصنع جزئ جديد من حمض RNA بعد فصل الشريطين .

س: قارن بين :-

وجه المقارنة	الخلايا حقيقة النواة	الخلايا أولية النواة
وجود نيوكليوتيدات حمض RNA	داخل النواة	موجودة في السيتوبلازم

ملحوظة :-

- تتبع عملية النسخ نظام ازدواج القواعد النيتروجينية نفسه المتبع في عملية تضاعف حمض DNA ، عدا أن اليوراسيل يرتبط بالأدينين بدلا من الثايمين .

٣- تشذيب حمض RNA:-

في الخلايا حقيقة النواة :-

- يجب أن يمر mRNA في مرحلة إضافية قبل أن يخرج من النواة لتبدأ عملية الترجمة وهو يسمى في هذه المرحلة (**حمض mRNA الأولي**pre-mRNA)

-حمض mRNA الأولي يحتوى إلى جانب حمض DNA في الخلايا حقيقة النواة علي:
١- أجزاء لا تشفر (لا تترجم) إلى بروتينات تسمى الإنترونات Introns
٢- أجزاء تشفر (تترجم) إلى بروتينات تسمى (الإكسونات) Eons.

- تستنسخ الإنترونات و الإكسونات في حمض DNA إلى mRNA الأولي
- وقبل أن يغادر حمض mRNA النواة تزيل إنزيمات الإنترونات وتربط الإكسونات بعضها ببعض . وتسمى هذه العملية **تشذيب حمض RNA Splicing RNA** ،
- **أي أن**

(في جزيئات حمض RNA مقاطع تسمي **الإنترون** وهي تزال منها قبل أن تصبح هذه الجزيئات فاعلة ، وتسمي الأجزاء الباقية وهي **الإكسون** وهي تلتصق ببعضها بعضا ثم يضاف الراس والذيل لتكوين جزئ نهائي من mRNA)

- في هذه الطريقة ، يكون mRNA قد شذب ، أي قطع وأعيد تجميعه.
- س علل: تعتبر عملية التشذيب حمض RNA خطوة مهمة في عملية تصنيع البروتينات في الخلايا حقيقة النواة .
- بعد أن يشذب mRNA يخرج من النواة ويتجه نحو الرايبوسومات حيث تتم عملية الترجمة .

٤- الشفرة الوراثية (كودون) :-

س: كيف يتم تصنع البروتينات ؟
ج: من خلال اتصال الأحماض الأمينية في سلاسل طويلة ، ذات أعداد مختلفة من الأحماض الأمينية العشرين ، تسمي عديدات الببتيد.

س: ما المقصود بعديدات الببتيد ؟
ج: اتصال الأحماض الأمينية في سلاسل طويلة ، ذات أعداد مختلفة من الأحماض الأمينية العشرين .
- تحدد خصائص البروتينات تبعا لأنواع هذه الأحماض الأمينية .

س: كيف أن تتابعا معينا من القواعد النيتروجينية في mRNA ، يترجم إلى تتابع معين من الأحماض الأمينية في عديد الببتيد ؟
ج: لأن اللغة التي تدخل في تركيب mRNA تسمى الشفرة الوراثية ،
وهي لغة ذات أربعة حروف تمثل أربع قواعد مختلفة هي G،C،U،A.

س: كيف لشفرة من أربعة حروف أن تحمل تركيبات لنحو ٢٠ حمضا أمينيا مختلفا ؟
ج: تقرأ الشفرة الوراثية بثلاثة قواعد في كل مرة تمثل كودونا.

س: ما المقصود بالكودون ؟

ج: هو مجموعة من ثلاثة نيوكليوتيدات على mRNA تحدد حمض أمينيا معينا تتم إضافته إلى أحماض أمينة أخرى لتشكيل سلسلة عديد الببتيد .

س: أعطي مثال علي الكودون ؟

- على سبيل المثال تتابع mRNA التالي UCGCACGGU
- يجب أن يقرأ هذا التتابع ثلاث قواعد في كل مرة كما يلي :

UCG – CAC – GGU

- هذه الكودونات تمثل الأحماض الأمينية المختلفة التالية :

UCG – CAC – GGU

جيليسين– هستدين – سيرين

ملحوظة :–

عند فحص الأربعة وستين كودونا للشفرة الوراثية الموضحة ستلاحظ أن بعض الأحماض الأمينية **تحدد بأكثر من كودون** ، على سبيل المثال ، هناك ستة كودونات تحدد الحمض الأميني ليوسين وستة أخرى تحدد الحمض الأميني أرجنين في حين هناك كودون واحد وهو AUG يحدد البدء من خلال استدعاء الحمض الاميني ميثونين لبدء تصنيع البروتين .

تلاحظ أيضا :–

أن هناك ثلاثة كودونات لا تشفر (لا تترجم) لأي حمض أميني ، **وتدل على التوقف**

س: ما المقصود بكودونات التوقف؟

هي الكودونات تشبه النقطة في نهاية الجملة حيث تحدد نهاية سلسلة عديد الببتيد(UAA – UGA – UAG)

س: ما المقصود بالترجمة ؟

ج: هي فك الشفرة في mRNA لتكوين سلسلة عديد الببتيد وهي عملية تحدث في الرايبوسومات .

– خلال الترجمة :– تستخدم الخلية المعلومات في mRNA لتصنيع سلسلة عديد الببتيد .

س : مما يتألف الرايبوسوم ؟

ج: من وحدتين ، وحدة كبيرة والأخرى صغيرة ، ترتبطان بعضمها بعضا فقط أثناء عملية الترجمة ، لدى الوحدة الكبرى للرايبوسوم موقعين للارتباط متجاورين هما A و p .

س: ما أهمية مواقع الارتباط A و p في الرايبوسومات ؟

ج: يؤديان دورا مهما في عملية الترجمة . إذ يرتبط بكل منهما tRNA يحمل حمضا أمينيا خاصا به . وستشكل هذه الأحماض في ما بعد سلسلة عديد الببتيد .

تصنيع البروتين

- قبل أن تحدث الترجمة ، يجب أن ينسخ mRNA، أولا من حمض DNA داخل النواة ، يشذب ثم يطلق إلى السيتوبلازم .

س: عدد مراحل تصنيع البروتين ؟

ج: ١-مرحلة البدء. ٢-مرحلة الاستطالة. ٣-مرحلة الانتهاء.

س: أشرح بالتفصيل مرحلة البدء؟

أ- مرحلة البدء :-

١-تبدأ عملية الترجمة عندما يرتبط mRNA بالوحدة الرايبوسومية الصغرى في السيتوبلازم

٢-يكون mRNA موجها بحيث يتمركز كودون البدء AUG (الذي يشفر للحمض الأميني ميثيونين) عند الموقع p.

٣-ثم يرتبط بكودون mRNA جزئ tRNA الذي يحمل في إحدى طرفيه مقابل الكودون.

س: ما المقصود بمقابل الكودون ؟

ج: هو مجموعة من ثلاثة نيوكليوتيدات يحملها tRNA في خلال عملية الترجمة وتكون متكاملة مع الكودون الذي يحمله mRNA وفي طرفه الثاني الحمض الأميني المشفر له .

٤- جزئ tRNA الأول في عملية الترجمة يحمل مقابل الكودونUAC من جهة والحمض الأميني ميثونين من الجهة الثانية .

٥- عند اكتمال تركيب **الرايبوسوم المفعل:**

(هو ارتباط mRNA مع الوحدتين الرايبوسوميتين الكبرى والصغرى وأول tRNA)

- يصبح الكودون الشاغر في الموقع A جاهزا لتلقى tRNA التالي ، يصل جزئ tRNA حامل مقابل الكودون المتكامل مع الكودون الشاغر في الموقع A فيرتبطان ، بحيث يصبح الموقعين A و P حاملين لحمضين أمينين .
- يساعد إنزيم معين في ربط الحمضين الأمينين ، برابطة ببتيدية ، مكونا أول حمضين أمينين في سلسلة الببتيد .

ب- مرحلة الاستطالة :-

- بعد ربط الحمضين الأمينين الأول والثاني ، ينفصل جزئ tRNA الموجود في الموقع p تاركا وراءه حمضه الأميني .
- ثم يندفع جزئ tRNA الموجود في الموقع A ليحل مكان الموقع p الشاغر . وبما أن مقابل الكودون يبقى مرتبطا بالكودون ، فإن جزئ tRNA وmRNA يتحركان عبر الرايبوسوم إلى الموقع p كوحدة جاهزا لتلقى جزئ tRNA التالي مع الحمض الأميني الخاص به .
- وبهذه الطريقة ، تتم نقل الأحماض الأمينية إلى الموقع A، ويتم ربطها بسلسلة الببتيد بواسطة رابطة ببتيدية حتى يتم الوصول إلى نهاية mRNA

ج- مرحلة الانتهاء

- تنتهي عملية الترجمة حين يصل كودون التوقف إلى الموقع A.

س: ما المقصود بكودون التوقف ؟
ج : هو كودون ليس له مقابل كودون ولا يشفر (لا يترجم) لأي حمض أميني ما يؤدي إلى انتهاء عملية تصنيع البروتين .

س: ماذا يحدث عند انتهاء عملية تصنيع البروتين ؟
ج:هي العملية التي يتم فيها تجميع الأحماض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد في خلال عملية الترجمة .
بعد ذلك يتفكك الرايبوسوم إلى وحدتيه الأساسيتين ، وينفصل عديد الببتيد (البروتين) ويطلق في الخلية .

الجينات والبروتينات

س: ما علاقة البروتين بألوان الأزهار وأشكال أوراقها ، فصيلة دم الإنسان أو تحديد جنس الطفل ؟
ج: أن العديد من البروتينات هي إنزيمات تحفز التفاعلات الكيميائية وتنظمها .
١- الجين الذي يحمل شفرة إنزيم يحفز تفاعل إنتاج صبغة يمكنه أن يتحكم بلون الزهرة .
٢- في حين يحتوى جين آخر على تعليمات تصنيع إنزيم يختص بإنتاج الأنتيجينات التي تحدد فصيلة الدم على سطح كريات الدم الحمراء .
٣- تحتوى جينات أخرى على تعليمات تصنيع بروتينات معينة تنظم معدل النمو ونمطه في الكائن ، فتتحكم بحجم هذا الأخير وشكله .
باختصار البروتينات هي مفاتيح معظم ما تقوم به الخلية من وظائف .

الدرس (١-٤) البروتين والتركيب الظاهري

س: علل : تتصل أصابع أقدام البط بأغشية أما أصابع الدجاج فلا ؟
ج: يعود ذلك إلى وجود بروتينات تسمى بروتينات تخليق العظام وتحول دون نمو أغشية بين أصابع الدجاج

أ- الجينات والبروتينات :

س: أي جين من الجينات في الخلية يعبر عنه بشكل دائم ؟
ج: وهو الجين الذي ينسخ إلى mRNA .

س: كيف تحدد الخلية أي الجينات سوف ينشط وأي الجينات يبقى ساكنا ؟
- قد يبدو تتابع النيوكليوتيدات في الجين للوهلة الأولى وكأنه مجرد خليط للحروف الأربعة التي تمثل قواعد حمض DNA.
- ولكن وجد عند تحليل عمل هذه القواعد:

١- أن تتابعات معينة تعمل **كمحفزات** لمواقع ارتباط إنزيمات بلمرة الRNA.
٢- في حين تعمل تتابعات أخرى **كإشارات لبدء** عملية النسخ أو توقفها .

- تمتلئ الخلايا بالبروتينات ترتبط بتتابعات DNA محددة .
- أهمية بالبروتينات التي ترتبط بتتابعات DNA محددة : تساعد في تنظيم وضبط عمل الجين .

س: ما الذي يساعد في تنظيم وضبط عمل الجين ؟
ج : البروتينات التي ترتبط بتتابعات DNA محددة .
يشبه الجين في الشكل (٢٥) :
هناك محفز في جانب واحد من الجين ، إلى جانب المواقع التنظيمية حيث ترتبط بروتينات تنظم عملية النسخ وتحدد ما إذا كان الجين يعمل أو لا يعمل .

٢- البروتينات ووظائف الخلية

معلومات :-
١- يحتوى الجسم على أكثر من ٥٠,٠٠٠ بروتين مختلف .
٢- قد تحتوى كل خلية على مئات البروتينات المختلفة التي تتحكم الجينات بإنتاجها .
٣- يؤدي تغير الجين إلى تغير البروتين ما يؤدي إلى تغير تركيب الخلية ووظيفتها ، وينتج من ذلك تركيبا ظاهريا آخر .

س: تحتوى جميع الخلايا على الجينات نفسها ، لكنها لا تنتج كلها البروتينات نفسها ، فما الذي يحدث داخل كل من خليه ويسبب هذا التمايز ؟
هي أن الجينات في كل خلية من خلايا الكائنات الحية لديها آليات تنظيمية ، تحفز بدء عمل الجينات أوتوقفه

س: ما أهمية آليات التنظيمية في خلايا الكائنات الحية ؟
ج: هي تحفز بدء عمل الجينات أو توقفه .

س: متي يبدأ عمل الجين ؟
ج: عند تنشيط الجين ويؤدي إلى تصنيع الخلية للبروتين الذي يتحكم هذا الجين بإنتاجه وهذا **ما يعرف بالتعبير الجيني .**

س: ما المقصود بالتعبير الجيني؟
ج: تصنيع الخلية للبروتين الذي يتحكم جين معين بإنتاجه .

س: ماذا تتوقع عند إيقاف عمل الجين ؟
ج: إيقاف صنع البروتين الذي يشفر (يترجم) له الجين أي عدم تعبير هذا الأخير عن نفسه .

س: قارن بين طريقة ضبط التعبير الجيني بين أوليات النواة وحقيقيات النواة .

وجه المقارنة	أوليات النواة	حقيقيات النواة
طريقة ضبط التعبير الجيني	بدء عمل الجين أو وقفه مرتبط بأي تغيير حاصل كاستجابة للعوامل البيئية	غالبا ما يتضمن تنظيم عمل الجين أنظمة عديدة معقدة مختلفة .

٣. ضبط التعبير الجيني في أوليات النواة

- **توجد في خلية البكتيريا :-**

١- بروتينات تحتاج إليها الخلية طوال الوقت .

٢- بينما هناك بروتينات أخرى لا تحتاج إليها الخلية إلا في ظروف بيئية معنية .

س: هل تمتلك البكتيريا القدرة على إنتاج البروتين بحسب حاجتها ؟

ج: نعم **مثال علي ذلك** : تحتاج بكتيريا ايشريشيا كولاي:-

- إلى ثلاثة إنزيمات لهضم سكر اللاكتوز في حال وجوده .
- والجينات المتحكمة بهذه الإنزيمات مجمعة على كروموسومها .
- وعلاقة كمية اللاكتوز والإنزيمات في الخلية هي جزء من نظام بدء عمل الإنزيمات الهضمية أو توقف عملها .

ملحوظة :-

- يوجد داخل حمض DNA البكتيريا :

١- جين منظم يشفر لإنتاج بروتين معين يسمى **الكابح**

س: ما المقصود بالكابح الموجود داخل حمض DNA البكتيريا ؟

ج: وهو بروتين يرتبط بحمض DNA ليوقف عمل الجينات التي تشفر لإنزيمات الهضم .

س: حدد عمل الكابح ؟

ج: يمنع الكابح إنزيم بلمرة حمض RNA من الارتباط بالمحفز أي يمنع تصنيع الإنزيمات الهضمية بما أن إنزيم بلمرة حمض RNA ضروري لعملية النسخ .

٢- يوجد محفز :

وهو جزء من حمض DNA يعمل كموقع لارتباط إنزيم بلمرة حمض RNA ، الذي يقوم بنسخ حمض DNA إلى mRNA .

س: كيف يفعل دور الجين مجددا ؟

- يأتي دور سكر اللاكتوز ، فعندما تدخل البكتيريا E.coli إلى محيط غني بسكر اللاكتوز ، يرتبط هذا السكر بالكابح مغيرا شكله ، فيصبح هذا الأخير غير نشط ولا يعود قادرا على الارتباط بحمض DNA.
- وبالتالي يرتبط إنزيم بلمرة حمض RNA بالمحفز مجددا ، ويتحرك على طول حمض DNA، ناسخا الجين الذي يشفر للإنزيمات الهضمية ، يترجم حمض mRNA بعدئذ وتصنع الإنزيمات الهضمية .

س: متي ينشط الكابح من جديد ؟

ج: بعد هضم كمية اللاكتوز كلها ، ينشط الكابح من جديد ، ويسبح حر الارتباط بحمض DNA ، ويتوقف عمل الجينات التي تتحكم بتصنيع الإنزيمات الهضمية من جديد .

ملحوظة هامة:-

تكتفي البكتيريا بإنتاج إنزيمات هضم المادة الغذائية (اللاكتوز) عند وجودها ، وهكذا توفر على نفسها خسارة الطاقة لتصنيع إنزيمات ليس بحاجة إليها .

٤- ضبط التعبير الجيني في حقيقيات النواة

- يوجد تشابه أساسي في نسخ الجين بين خلايا أولية النواة وخلايا حقيقة النواة :
في أن إنزيم بلمرة حمض RNA يرتبط بالمحفز لبدء عملية النسخ .

س: قارن بين :-

وجه المقارنة	خلايا أولية النواة	خلايا حقيقة النواة
مجموع الجينات	أقل	أكثر
تنظيم الجينات وتعقيدها	أقل تعقيدا	الجينات منظمة في كروموسومات متعددة وبتتابعات أكثر تعقيدا
ضبط التعبير الجيني	قبل عملية النسخ وبعدها	يتم خلال مختلف مراحل عملية التعبير الجيني .

س: علل : بالرغم من جميع أنواع خلايا جسمك تحمل الكروموسومات نفسها ولكن خلايا الجسم متمايزة ولكل نوع من الخلايا تركيب ووظيفة مختلفين؟

ج: نتيجة بعض الاختلافات في التحكم بالتعبير الجيني الذي يعتبر عند الإنسان أو غيره من حقيقيات النواة عملية معقدة مقارنة بأوليات النواة .

- إحدى طرق الضبط التعبير الجيني هي (**التعبير الجيني الانتقائي**)

س: ما المقصود بالتعبير الجيني الانتقائي ؟

ج: يعني أن بعض الجينات فقط في كروموسومات حقيقيات النواة تعمل فعليا أي تنشط ويحدث لها نسخ . وبذلك يكون لكل خلية وظيفة محددة . ويرتبط إيقاف الجينات عن العمل أو تفعيلها بمرحلة نمو الكائن والعوامل البيئية المحيطة .

س: علل: يتم في الخلايا حقيقيات النواة الضبط خلال مختلف مراحل عملية التعبير الجيني ؟

ج:لأن للخلايا حقيقيات النواة غلاف نووي يحجب عملية النسخ عن عملية الترجمة

- من إحدى طرق ضبط عملية التعبير الجيني : **ضبط عملية النسخ** .

س: كيف يتم ضبط عملية النسخ ؟

ج: بتحديد كمية mRNA التي تنتج من جين محدد وسلسلة إحداث تحصل بعد عملية النسخ وتنظم بدورها عملية ترجمة mRNA إلى بروتينات ، حتى ما بعد عملية تصنيع البروتين ، أي بعد عملية الترجمة ، تؤثر التعديلات والتحويلات التي تحدث في عمل هذا البروتين .

س: كيف تنظم خلايا حقيقيات النواة التعبير الجيني في خلال ضبط عملية النسخ ؟

ج : بشكل رئيسي من خلال ضبط متى يرتبط إنزيم بلمرة حمض RNA بالمحفز بمساعدة مجموعة من البروتينات تسمى عوامل النسخ.

س : ما المقصود بعوامل النسخ ؟

ج: هي بروتينات منظمة

س : أذكر وظيفة عوامل النسخ ؟

ج: تنشط عملية نسخ حمض DNA من خلال ارتباطها بتتابعات حمض DNA محددة

ملحوظة :-

يوجد على الكروموسوم موقع أو أكثر يعرف **بالمعزز**.

س: ما المقصود بالمعزز ؟

ج : هو عبارة عن قطعة من حمض DNA .

س : أذكر وظيفة المعزز ؟

ج : وظيفته الأساسية تحسين عملية النسخ الجيني وضبطها .

س : كيف يقوم المعزز بتحسين عملية النسخ الجيني وضبطها ؟

ج : ترتبط بهذه المعززات بروتينات عدة ومختلفة تعرف **بالمنشطات** تعمل على ضبط عملية النسخ وهي تجعل ضبط التعبير الجيني في حقيقيات النواة عملية معقدة .

ملحوظات :

١- ليس ضروريا وجود المعزز في المنطقة القريبة من المنطقة المراد نسخها .

٢- كما يوجد على الكروموسوم مواقع تعرف **بالصامتات**.

س: ما هي الصامتات وأهميتها ؟

ج: هي مواقع ترتبط بها بروتينات تعرف **بالكابحات** تمنع ارتباط انزيم بلمرة حمض RNA بالمحفز مانعة بذلك عملية النسخ .

- لفهم كيف يحفز هذا المعزز عملية النسخ ، نأخذ كمثال :

كيفية عمل الهرمونات التي تسمى **ستيرويدات** في خلايا الفقاريات .

س : ما هي هرمونات ستيرويدات ؟

ج : هي جزيئات مركبة من مادة دهنية تعمل كإشارة كيمائية .

مثال عليها : الاستروجين المسؤول عن ظهور الخصائص الجنسية الثانوية عند الإناث.

س: كيف يعمل هرمونات ستيرويدات؟

عندما يعبر هذا الهرمون الغشاء الخلوي لخلية معينة ، يرتبط ببروتين مستقبل موجود على الغشاء النووي وينتج مركبا مستقبلا للهرمون .

لهذا المركب شكل موائم للارتباط ببروتين معين يسمى **بروتينا قابلا**.

يرتبط بدوره بالمناطق المعززة في حمض DNA ما ينبه إنزيم بلمرة حمض RNA لبدء عملية النسخ .

س: ماذا تتوقع عند فشل آلية ضبط التعبير الجيني؟

ج: يؤدي إلى انتاج بروتين خاطئ وبالتالي إلى تغير في نمو الخلية ، تركيبها ووظيفتها وقد يسبب في بعض الأحيان إنتاج خلايا سرطانية .

الدرس(١-٥) الطفرات

س : علل :سلالة أبو الهول هي سلالة نادرة من القطط تتميز بأنها عديمة الفراء ؟
ج: وذلك إلى تغير في الكروموسوم أو حدوث طفرة جينية منتجة .

١- البروتينات والطفرات

- البروتينات أهم جزء في تركيب الكائن الحي وهي أساسية لأداء الجسم ووظائفه .

-تؤدي بعض البروتينات ووظائفها داخل خلايا الكائن الحي .
- في حين تفرز بروتينات أخرى إلى خارج الخلايا لأهداف أخرى.
- كما يعمل بعض البروتين كمنشط أو كابح محفزا الجينات على عمل أو التوقف .
- للتغير في بروتينات الخلية تأثير كبير في تركيب الخلية أو وظيفتها .

س : كيف يتغير تركيب بروتينات الخلايا ؟
ج: التغير في حمض DNA يغير البروتينات التي تصنع في الخلية يسمى التغير في المادة الوراثية **طفرة** .

س : ما تأثيرات الطفرة على الكائنات الحية ؟
ج: تحدث الطفرة لأسباب عديدة .
١- بعض الطفرات لا يؤثر في الكائن او يؤثر فيه بدرجة قليلة .
٢- وبعضها الآخر ضار أو قاتل .
٣- وعدد قليل جدا منها نافع .

س : عدد أنماط الطفرات ؟
ج: للطفرات نمطان هما :
١- الطفرات الكروموسومية. (تحدث في الكروموسومات الكاملة)
٢- الطفرات الجينية . (تحدث في الجينات نفسها).

١,١ الطفرات الكروموسومية

أ- الطفرات الكروموسومية التركيبية:-
-الطفرات الكروموسومية التركيبية :- هي تغيرات في بنية الكروموسوم أو تركيبه

س: عدد أنماط الطفرات الكروموسومية التركيبية ؟
ج : أربعة أنماط هي النقص ، الزيادة ، الانتقال والانقلاب .
النقص :
يحدث النقص عندما ينكسر الكروموسوم ، ويفقد جزءا منه .

س :باعتقادك كيف سيؤثر هذا التغير في الكروموسوم الأصلي ؟
نمط الأجنحة المتعرج ناتج عن طفرة النقص ، وهذه الطفرة ليست ضارة بالذبابة ، ولكن معظم طفرات النقص مهلكة وقد تقتل الكائن الحي .

فمثلا طفرة النقص لجين المشفر لبروتين SMN على الكروموسوم رقم ٥ يسبب الضمور العضلي النخاعي الذي يسبب الوفاة .

الزيادة (التكرار) :

تحدث الزيادة عندما ينكسر جزء من الكرموسوم ويندمج في الكروموسوم المماثل.

حينئذ نسخه إضافية عن أحد أجزائه ، قد تنتج هذه الطفرة من عبور غير متكافئ بين الكروموسومات المتماثلة خلال الانقسام الميوزي .

س: إلى أي مدى تغير طفرة الزيادة الكروموسوم ؟

في الشكل (٣٣) الذي يوضح عينا قضيبيه الشكل نتجت من طفرة الزيادة في الكروموسوم X.

الانتقال :

يقصد بالانتقال: كسر جزء من الكروموسوم ثم انتقاله إلى كروموسوم آخر غير مماثل (مغاير) له .

-الانتقال يؤدي إلى إعادة ترتيب مواقع الجينات على الكروموسوم .
- قد يحدث الانتقال في جينات كثيرة أو قليلة في الكروموسوم .
- ويمكن أن يؤثر في الكائنات الحية في العديد من الطرق .
- وكما في ضبط التعبير الجيني ، وبالتالي في الكائنات الحية بطرق مختلفة قد تسبب تضررها أو موتها .

- **أنواع الانتقال :-**

الانتقال نوعان هما :-

١- الانتقال الروبرتسوني (غير متبادل). سمى نسبة للعالم روبرتسون الذي اكتشفه .
٢- الانتقال المتبادل أو (غير الروبرتسوني) .

س : ماذا يحدث خلال الانتقال الروبرتسوني ؟

ج: يتم في خلاله تبادل أجزاء من الكروموسومات ١٣ ، ١٤ ، ١٥ ، ٢١ ، ٢٢ .

س: متي تحدث الانتقال الروبرتسوني ؟

ج: تحدث هذه العملية عند انكسار الكروموسوم عند منطقة السنترومير واتحاد كل من الذراعين الطويلين للكروموسومين ليشكلا كروموسوما واحدا ،

أما الكروموسوم الذي يتشكل من اتحاد الذراعين القصيرتين ، فيتم فقدانه بعد عدة انقسامات خلوية . وفي هذا النوع من الانتقال ، لا تحدث أي تغيرات ملحوظة في المادة الوراثية لدى الإنسان .

الانتقال المتبادل (الانتقال غير الروبرتسوني) :

يحدث خلاله تبادل قطع كروموسومية غير محددة الحجم بين كروموسومين غير متماثلين.

الانقلاب : يعني استدارة الكروموسوم رأسا على عقب أي عندما ينكسر جزء من الكروموسوم ويستدير حول نفسه ليعود وتصل بالكروموسوم نفسه في الاتجاه المعاكس

س: علل : طفرة الانقلاب أقل ضرراً من الطفرات الأخرى ؟

ج: ذلك لأنه يغير في ترتيب الجينات في الكروموسوم . وليس في عدد الجينات التي يحتوي عليها.

ب- الطفرة الكروموسومية العددية :

الطفرة الكروموسومية العددية :

هي طفرة كروموسومية تسبب اختلالا في عدد الكروموسومات في خلايا الكائن وتعرف باختلال الصيغة الكروموسومية .

س: ما سبب ظهور اختلال الصيغة الكروموسومية؟

ج: نتيجة انقسام غير منتظم للخلايا يتمثل بعدم انفصال الكروموسومات المتماثلة أو الكروماتيدين الشقيقين أثناء الانقسام.

وينتج هذا أفرادا: -

١- إما بكروموسوم إضافي (تثلث كروموسومي 2n+1)

٢- أو بكروموسوم ناقص (وحيد الكروموسومي 2n-1) .

س : عدد أضرار الطفرات الكروموسومية العددية ؟

ج: تسبب الطفرات الكروموسومية العددية :

تشوهات خلقية وعقلية مثل متلازمة داون.

س : أذكر العدد الكروموسومي والأعراض للفراد المصابين بمتلازمة داون ؟

ج: العدد الكروموسومي :-

يوجد في نواة خلايا المصابين به ٤٧ كروموسوما ، وذلك لوجود كروموسوم إضافي للكروموسوم ٢١ الجسمي (تثلث كروموسومي ٢١)

الأعراض : لدى هؤلاء الأفراد

١- تخلف في النمو الجسدي . ٢- ودرجات متفاوتة من التخلف العقلي .

٣- في معظم الحالات تشوه في أعضاء معينة خاصة في القلب .

٤ – ولهم تركيب مميز للجسم والوجه وتكون معالم عندهم شبيهه بأفراد بلاد المونغول أو المغول . وهذا يفسر لماذا كان اسم المونغولي يستعمل في الماضي لتسميه هذه الظاهرة .

ملحوظة :-

إن السبب الأساسي والصحيح لهذا التضاعف في الكروموسوم المفرد غير معروفة . إنما مدى حدوث متلازمة داون يظهر بصورة جلية لدى الأطفال تزيد أعمار أمهاتهم عن الأربعين عاما .

ملحوظة :-

- هناك تشوهات كروموسومية أخرى مثل التثلث الكروموسومي ١٣ و التثلث الكروموسومي ١٨ :- الذي يسبب الموت السريع للأطفال .

ومن أمثلة التشوهات العددية للكروموسومات الجنسية : يذكر متلازمة تيرنر ومتلازمة كلاينفلتر.

س : أذكر حالة تيرنر؟

ج: إن الشخص المصاب هو **أنثي** تمتلك نسخه واحدة من الكروموسوم الجنسي X (x44) وتكون متخلفة النمو وعاقرا .

س : أذكر متلازمة كلاينفلتر ؟

ج: إن الشخص المصاب هو **ذكر** ، يمتلك كروموسوما X واحدا أو أكثر إضافة إلى الكروموسومين الجنسيين XY (XXXY ، XXY) ويكون عاقرا ، مع وجود بعض الملامح الأنثوية المميز لديه .

٢,١ الطفرات الجينية :-

الطفرات الجينية:-

هي التغيرات في تسلسل النيوكليوتيدات على مستوي الجين .

س : ما مدي تأثير الطفرات الجينية ؟

تتفاوت تأثيرات الطفرات اعتمادا على ما إذا كانت تحدث في الأمشاج (الخلايا الجنسية) أو في الخلايا الجسمية .

ملحوظات هامة :-

١- الطفرات في الأمشاج تنتقل إلى النسل من الآباء المصابين بها .

٢- الطفرات في الخلايا الجسمية فلا تؤثر إلا في الفرد المصاب بها .

- قد تؤثر الطفرة في نيوكليوتيد واحد فتسمي عندئذ **طفرة النقطة**.
- تنتج الأنواع الرئيسية من طفرات الجينات إما من استبدال نيوكليوتيد أو نقص نيوكليوتيد أو إدخال نيوكليوتيد.
- ينتج من طفرات النقص والإدخال الجينية :-
- إنتاج بروتين مختلف تماما . فالحمض RNA الرسول يقرأ من خلال كودوناته في خلال عملية الترجمة .
- ويغير إدخال النيوكليوتيدات أو نقصها تتابع القواعد ما يؤدي إلى إزاحة إطار القراءة في الرسالة الوراثية لذلك سمي **تأثير هذه الطفرات طفرة إزاحة الإطار**
- ينتج استبدال قاعدة مفردة في الجين المشفر للهيموجلوبين **جينا طافرا** مسؤولا عن مرض فقر الدم المنجلي

الدرس (١-٦) الجينات والسرطان

س: ما ضرر الأشعة السينية علي الإنسان ؟

ج: قد تسبب حدوث الطفرات التي تؤدي إلى السرطان .

س: علل : أستخدم المتأني للأشعة السينية ؟

ج:الاستخدام المتأني يساعد على تشخيص السرطان وعلاجه وفي الكشف عن العظام والأسنان وفي البحث الطبي .

١- الطفرات والضبط

- تحدث الطفرات بشكل عشوائي ونتائجها غير متوقعه :

١- بعضها لا يؤثر أو يؤثر بدرجة بسيطة في وظيفة الكائنات الحية ويكون مصدرا للتنوع الجيني الذي يحصل بهدف التكيف مع البيئة المتغيرة .

٢-والبعض الآخر فضار أو مميت .

س : متي تكون الطفرات ضاره أو مميته ؟

ج: عندما تغير الطفرات الجينات التي تسيطر على نمو الخلايا وتخصصها و قد تسبب السرطان .

س: عرف السرطان ؟

ج: هو مرض يسبب نموا غير طبيعي للخلايا .

س: ما هو سبب نمو الخلايا السرطانية نموا غير طبيعي ؟

نمو الخلية هو عملية منتظمة للغاية ، يتم التحكم بها بواسطة إشارات كيميائية وفيزيائية تمنع انقسام الخلايا أو تحفزه . لا تتجاوب الخلايا التي أصبحت سرطانية مع الإشارات التي توقف انقسام الخلايا . بذلك تتكاثر الخلايا السرطانية بدون توقف . وتبدا المشاكل الصحية عندما تغزو الخلايا السرطانية الجهاز المناعي المسؤول عن تدميرها .

تبدأ بعد ذلك الخلايا السرطانية بالتكاثر ، محدثة كتلة من الخلايا **تسمى ورما** .

س : صنف الأورام ؟

ج: تصنف الأورام إلي أوراما حميدة أو خبيثة .

وجه المقارنة	الأورام الحميدة	الأورام الخبيثة
الانتشار	لا يغزو الأنسجة المحيطة	قادرا على الانتشار في أنسجه أخرى.
الأضرار	يحدث قليلا من المشاكل التي يمكن إزالتها بالجراحة	يكون مضرا جدا

س : ما الخاصية الأكثر تدميرا من وجود ورم خبيث ؟

هي أن خلاياه قادرة على التحرر من الورم والدخول في الأوعية الدموية واللمفاوية ، حيث تنتقل إلى مواقع جديدة في الجسم محدثة أوراما جديدة في هذه المواقع ، هذا انتشار للخلايا إلى مواقع بعيدة عن موقعها الأصلي يسمى **الانبثاث** .

س: ما أسباب الإصابة بالسرطان ؟

ج: تختلف أسباب الإصابة بالسرطان:

- فبعض الأمراض السرطانية من مثل السرطان الذي يسبب أورام العين يمكن أن يورث .
- في حين تنتج أمراض سرطانية أخرى من عوامل بيئية أو نتيجة عوامل جينية وبيئية مجتمعة . بصرف النظر عن مسبباتها .

س: ما هي الخاصية التي تشترك فيها جميع أنواع الأمراض السرطانية ؟

ج: هي أن الجينات المسؤولة عن إنتاج خلايا جديدة لا تتوقف عن العمل .

ملحوظة :-

الجين الذي يسبب سرطنة الخلايا يسمى **جين الأورام** .

- وجد أن جينات الأورام في كروموسومات الإنسان :-

(هي أشكال طافرة لجينات تشفر (تترجم) لبروتينات تسمى عوامل النمو) . وهي تؤدي دورا في المساعدة على ضبط انقسام الخلية وتميزها .

س: ما هي الطرائق الأساسية ليصبح الجين مسببا للأورام؟

الأولى : حدوث طفرة في جين عامل النمو قد تسبب إنتاج كميات طبيعية من عامل النمو ، ولكن قد يكون البروتين محورا إلى عامل نمو ضخم ، فيسبب انقساما خلويا سريعا وغير منضبط .

الثانية : خطأ في تضاعف حمض DNA تنتج منه نسخ متعددة من جين عامل نمو مفرد . عادة ينسخ جين واحد لإنتاج عامل النمو ، أما في هذه الحالة فتنسخ جينات عديدة وتزداد كمية عامل النمو في الخلية . تعمل الجينات المتضاعفة معا كجينات مسببة للأورام .

الثالثة : تغير موقع الجين على الكروموسوم بفعل الانتقال . في بعض الحالات يسيطر بادئ جديد على الجين المنتقل يسمح بتكرار نسخه ما يؤدي إلى إنتاج العديد من عوامل النمو .

ملحوظة :-

- توجد جينات تسمى **الجينات القامعة للأورام**.

س: ما أهمية الجينات القامعة للأورام ؟

ج: هي مسؤولة عن منع نمو خلايا الأورام السرطانية ، وتعرف بمضاد جين الأورام

س: ماذا تتوقع عن حدوث طفرة في الجينات القامعة للأورام ؟

ج: أدت إلى توقف عمله ، تكون النتيجة نموا غير طبيعي وغير مضبط للخلايا .

مثال علي ذلك :-

لقد اكتشف أن مرض سرطان الشبكية يعود إلى طفرة في الجين القامع الواقع على الكروموسوم ١٣ وهي طفرة متنحية . لذلك كل الأشخاص الذين يمتلكون جينا متنحيا واحد على أحد الكروموسومات المتماثلة لديهم استعداد لهذا المرض .

٢- أسباب الطفرات الجينية

س: علل : تؤدي العوامل البيئية دورا رئيسيا في تطور السرطان ؟

ج: لأن للشخص الذي لديه الاستعداد لنوع من السرطان أن ينمي المرض في ظروف بيئية محددة . ويمكن للشخص نفسه أن يقلص خطورة إصابته بالمرض بضبط الظروف البيئية ، لأن العوامل البيئية يمكن أن تسهم في تكوين الجينات **الطافرة** غير المرغوب فيها .

س: ما المقصود ب **مطفر** ؟

ج: هو العامل في البيئة الذي يمكن أن يحدث طفرات في حمض DNA.

س:ما هي العوامل في البيئة الذي يمكن أن يحدث طفرات في حمض DNA (مطفر)؟

ج : تشمل العوامل المعروفة بعض أشكال الإشعاع مثل النوع الذي ينطلق من الحوادث النووية ، وبعض أنواع المواد الكيميائية من مثل تلك الموجودة في منتجات التبغ .

ملحوظات :-

- بعض العوامل المسببة للطفرة وليس كلها . تسبب السرطان .
- العامل الذي يسبب أو يساعد في حدوث السرطان يسمى **عاملا مسرطنا** .
- تشمل الأمثلة عليه القطران في السجائر ، بعض العقاقير ، مواد كيمائية معينة في اللحوم المدخنة وقطران الفحم في بعض أصباغ الشعر .

بالإضافة إلى الفيروسات التي ارتبطت بالسرطان ، وبعض أنواع الإشعاع كالأشعة فوق البنفسجية ، تسبب الأشعة فوق البنفسجية طفرة في DNA الخلية .

ويرتبط التعرض للأشعة فوق البنفسجية بسرطان الجلد ، تسبب الأشعة مثل العوامل الأخرى المسببة للطفرة ، تغيرا في رسالة حمض DNA التي تورث للخلايا البنوية عندما تنقسم الخلية

- تحمى طبقة الأوزون في طبقات الجو العليا الناس من الأشعة فوق البنفسجية ، لكن في العقود الأخيرة ، حدث تدمير لطبقة الأوزون على الأرجح بفعل بعض الملوثات الكيميائية التي تسمى **كلوروفلورو كربون** التي يكثر استخدامها في **الأيروسولات** وأجهزة التبريد .

س : كيف تسبب المسرطنات تغيرا حمض DNA ؟

ج: باختلاف نوع العامل المسبب للطفرة . يمكن أن تسبب العوامل المسرطنة السرطان إما باستبدال القواعد في حمض DNA أو بتغيرها.

ملحوظات :

١- بعض المسرطنات تتشابه كيمائيا مع قواعد حمض DNA وتسمى **قواعد موازية**.

- **قواعد موازية** : يمكنها أن تندمج مع جزئ حمض DNA . ولأنها ليست مطابقة تماما لقواعد حمض DNA ، فإنها تكون أزواج قواعد غير طبيعية وخللا في الرسالة الوراثية .

٢- بعض المسرطنات الأخرى تتفاعل مع قواعد حمض DNA وتحدث تغيرا فيها . ثم عندما تنقسم الخلية تنتقل التغيرات في رسالة حمض DNA إلى الخلايا البنوية .

٣- ترتبط قدرة المركبات الكيميائية على إحداث السرطان بقدراتها على إحداث الطفرات .