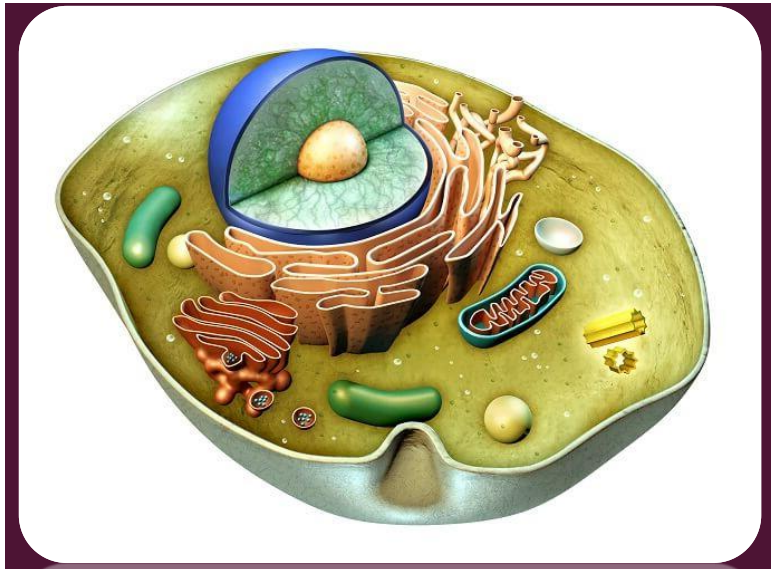
علم بايولوجية الخلية CELL BIOLOGY 2

المحاضـرة العاشرة

وظائف النواة: تضاعف واستنساخ الحامض النووي



د. هبة عباس جاسم

كلية التربية للعلوم الصرفة

قسم علوم الحياة

المرحلة الاولى

وظائف النواة NUCLEUS FUNCTIONS:

- تمثل النواة مركز تنظيم النشاط الحيوي للخلايا بسبب احتواءها على المادة الوراثية . ولأهمية هذا الدور فأن هناك اتصالاً وثيقاً بين النواة والسايتوبلازم وقد تم ايضاح بعض اوجه هذا الاتصال عبر التبادل النووي – السايتوبلازمي من خلال النشاط الايضي للغلاف النووي والثقوب النووية و الارتباط مع الشبكة الاندوبلازمية وغيره . يتم من خلال ذلك امرار الاوامر الازمة لبناء الانزيمات والبروتينات وتوجيه ايض الخلية بأجمعه . تحتوي النواة لاجل القيام بمهامها بانواع مختلفة من الانزيمات النووية وقد اوضحت الابحاث التي اجريت على نوى الخلايا باستخدام النظائر المشعة بان البلازما النووية غنية بانواع من هذه الانزيمات مثل انزيمات تضاعف الحامض النووي DNA Polymerases -DNA وانزيمات بناء الاحماض النووية الريبوزية RNA Polymerases – RNA وانزيمات محطمة RNase,DNase وانزيمات طاقة ATPase وانزيمات لاحمة Ligases واخرى مثل Singls strand binding., Helicases , (Gyrases) Topoisomerasws وبروتينات متنوعة اخرى واشكال من النيوكيلوتيدات .

تضاعف الحامض النووي DNA REPLICATION:

الحامض النووي الريبوزي منقوص الاكسجين هو عبارة عن جزيئات مكونه من وحدات متكررة (Polymers) (البوليمر جزيئة تحتوي على وحدات متكررة) تدعى بالنيوكليوتيدات . تتألف هذه من سكر خماسي الكربون ومجموعة فوسفور واربعة قواعد نيتروجينية . اثنان من هذه القواعد هما من البايرميدينات (Pyrimidins) والتي تحتوي على حلقة بنزين واحدة وهما الثايمين (Thymine) والسايتوسين (cytosin) . اما القاعدتان النتروجيتان الاخريان فهما من البيورينات (Purinies) التي تحتوي على حلقتي بنزين وهما الادنين (Adenin) والجوانين (Guanine)

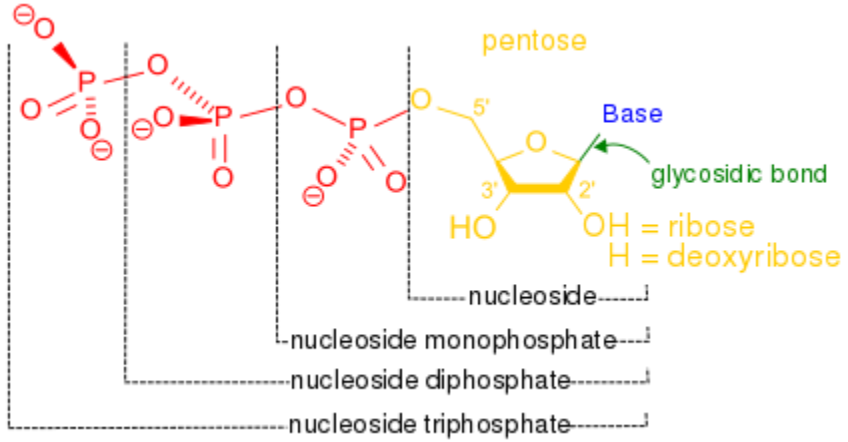
- ان الاختلاف الوحيد بين هذه النيوكليوتيدات هو في ارتباط القاعدة النيتروجية مع السكر كما يطلق على هذه النيوكليوتيدات التسميات التالية:

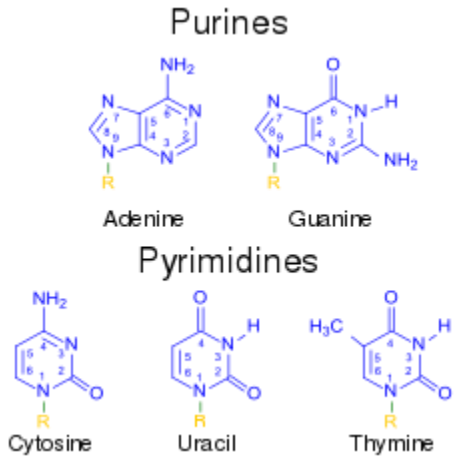
("d_AMP) deoxyadenosine 5¯- Monophasphate)

("d_GMP) deoxygnansine 5¯- Monophasphate)

("d_TMP) deoxythymine 5¯- Monophasphate)

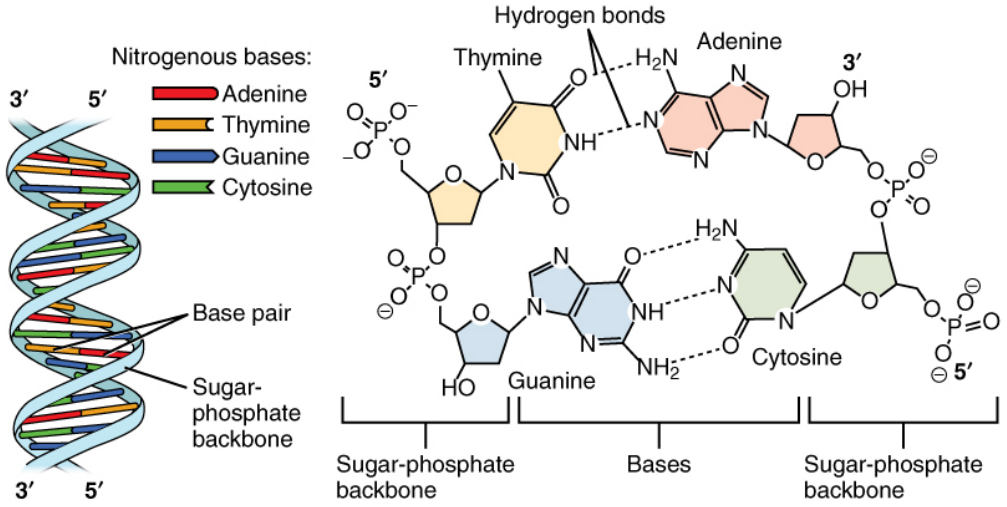
("d_CMP) deoxycytosine 5¯- Monophasphate)

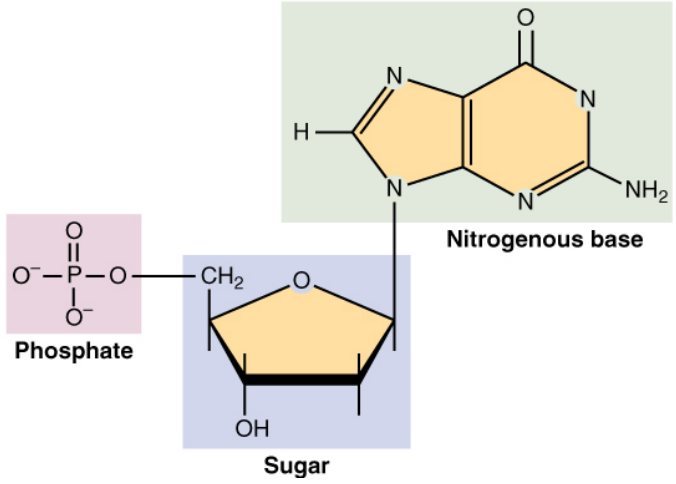




للسكر في النيوكليوتيد مع ذرة الكربون الثالثة للنيوكليوتيد اخر تستمر على طول الشريط -5^{-} - 3^{-} -5^{-} مما يولد قطبية (Polarity) معينة مهمة جداً في التضاعف والوظيفة الوراثية . ويلاحظ من اتجاهات الارتباط بأن المجموعة النهائية لكل شريط متعدد النيوكليوتيد هي مجموعة 5- فوسفوريل (5-p) - phosphoryl))

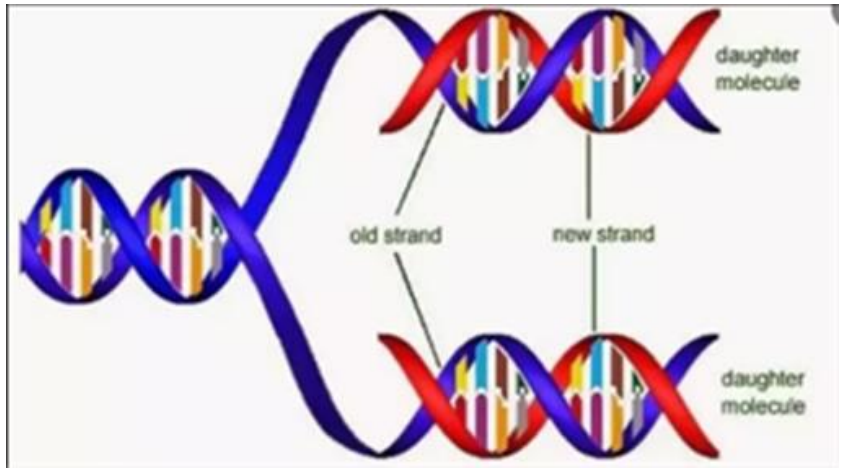
حيث ترتبط ذرة الكربون الخامسة لنيوكليوتيد مع مجموعة الفوسفور لتكوين هذه النهاية فيما تقع مجموعة 3- هديروكسيل ((3_OH) 3_hydroxyl) في النهاية الثالثة . تترتب نهايات شريطي الحامض النووي باتجاهات متعاكسة حيث يبدأ الشريط الاول بنهاية الخامسة لينتهي بالنهاية الثالثة بينما يبدأ الشريط الثاني بالنهاية المجاورة لبداية الشريط الاول بالنهاية الثالثة لينتهي بالنهاية الخامسة ، وهذا يدل على ان القواعد النيتروجينية في الشريط الاول باتجاه معاكس لاتجاه القواعد في الشريط الثاني .

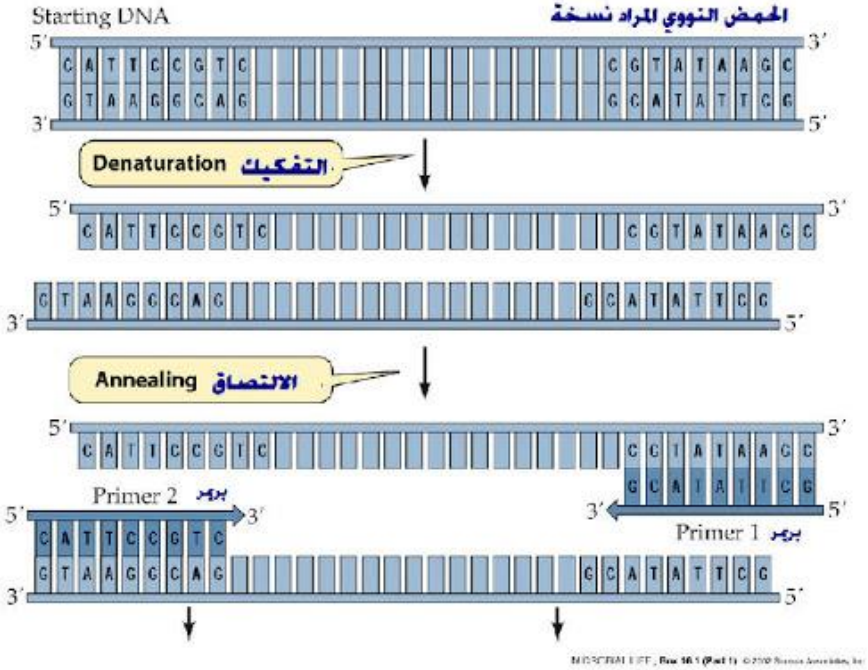




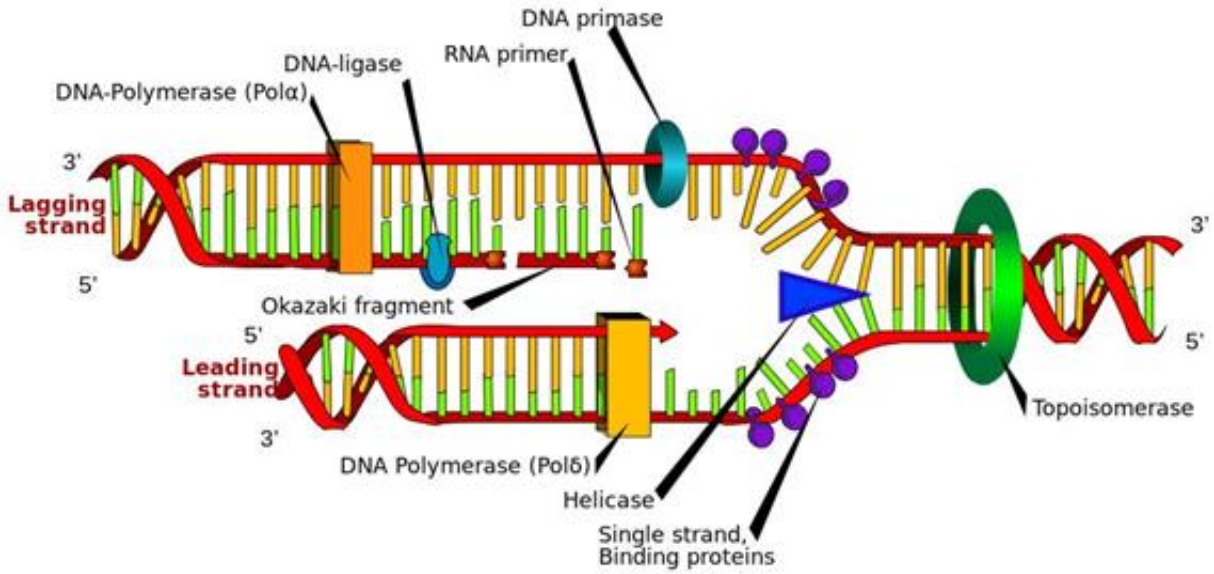
ان عملية تضاعف الحامض النووي هي ببساطة ان يصبح فيها كل شريط منفصل من اشرطة الحلزون كقالب لتصنيع نسخة جديدة من الشريط . تحتاج هذه العملية تحطيم روابط الهيدروجين الموجودة بين القواعد لفصل الشريطين عن بعضهما وتوفر الينيوكليوتيدات الاربعة لغرض ربطها لتشكيل ازواج مع الشريط الاصلي (القالب). ان الروابط الهيدروجينية التي تربط شريطي الحامض النووي ذات نوعية خاصة لكنها ضعيفة وسهلة الكسر بواسطة العديد من العوامل . هذه الروابط تتكون بشكل آلي عند توفر ظروف معينة ولكن في ظروف الخلية فأن عملية تحطيم وبناء تلك الروابط يخضع للعديد من الانزيمات و البروتينات .

وعند تلائم نيوكليوتيدات حرة مع اقرب نيوكليوتيدات ابوية مناسبة (من شريط القالب) (وكأن يكون A مع T او C مع G) فان النيوكلوتيدات الحرة تترتب بطريقة يتم معها ربط مكوناتها مع السكر والفوسفات مع تلك الموجودة في الشريط الابوي . وهكذا يستمر ربط النيوكليوتيدات الحرة على طول الشريط الابوي حتى اكتمال الشريط الجديد. ويقال عن مثل هذا التضاعف بانه تضاعف شبه محافظ (Semiconservative replication) اي ان شريط واحد ابوي يبقى دائما مع كل مزدوج حلزوني جديد.





شخّص العالم آرثر كورنبرج (Kornberg, 1980) عدداً من القواعد الاساسية التي تسيطر على عملية تضاعف الحامض النووي في اي نظام حياتي وهذه القواعد هي :



1- ان عملية التضاعف هي عملية شبه محافظة .

2- ان كلاً من شريطي الحامض النووي تتضاعف عن طريق اضافة النيوكليوتيدات من النهاية الخامسة الى النهاية الثالثة 3^{-} - 5^{-} .

3- تضاعف الحامض النووي يحدث بشكل مستمر (continuous) في احد الاشرطة الذي يدعى الدال (Leading strand) بينما يكون متقطعاً في الشريط الثاني الذي يدعى بشريط التحميل (Lagging strand).

4- ان عملية التضاعف في قطع صغيرة تحتاج لبدئها قطعة من الحامض النووي تعمل كبادئة (Primer) لعملية التضاعف .

5- ان التضاعف يبدأ من موقع معين يدعى بالاصل (Origin) وقد تحتوي جزئية الحامض النووي على موقع اصل واحد او اكثر .

6- يبدأ التضاعف من موقع الاصل باتجاه واحد او اتجاهين وهو الغالب .

الاستنساخ TRANSCRIPTION:

على الرغم من ان عملية بناء الحامض النووي RNA لاتختلف من الناحية الكيميائية عن بناء الحامض النووي DNA حيث ان كلا العمليتين تتضمنان اضافة نيوكليوتيدات لبناء شريط الحامض النووي مع الاختلاف في بعض التفاصيل . الا انهما يختلفان على مستوى الوظيفة .

فعملية التضاعف تتضمن نقل دقيق وامين للمعلومات الوراثية بينما تتضمن عملية الاستنساخ نسخ تلك المعلومات لاجل تعبير المورثات عن نفسها وتلك اكثر تعقيداً . ان معظم معلوماتنا حول تعبير الموثات جاءت من دراسات قراءة تتابع الحامض النووي DNAوالبروتينات التي تنظم الاستنساخ وخصوصاً انزيمات بلمرة الحامض النووي RNA.

يتم السيطرة على عملية الاستنساخ من قبل ثلاثة انزيمات بلمرة نووية مختلفة. تدعى هذه الانزيمات بأنزيم بلمرة الحامض النووي الريبوزي الاول (RNA Polymerase I) وانزيم البلمرة الثاني (RNA Polymerase II) وانزيم البلمرة الثالث (RNA Polymerase III) .يمكن تمييز هذه الانزيمات عن بعضها من خلال موقعها الخلوي حيث يقع انزيم البلمرة الاول في النوية (Nucleous) بينما يقع انزيم البلمرة الثاني والثالث في الجدار النووي.

كما تختلف وظيفة كل منهما حيث يكون الانزيم الاول مسؤولاً عن استنساخ الحامض النووي الرايبوسومي (rRNA) (18S – 28S) . (S: وحدة سافبرج التي تستند الى معامل الترسيب في الطرد المركزي وتستخدم لوصف الحامض النووي RNA) . والانزيم الثاني يكون مسؤولاً عن استنساخ الحامض النووي الرايبوسومي 5S و الحامض النووي الناقل (t RNA).

استنساخ الحامض النووي المراسل MRNA

ان الاحماض الامينية ليست متآصراً مع الحامض النووي DNA بل ان هناك خطوة وسطية تعمل على ترتيب الاحماض الامينية في سلسلة عديد الببتيد وكما هو منظم في تتابع الحامض النووي DNA (المورثات) . تبدأ هذه الخطوة بانفصال شرطة الحامض النووي DNA عن بعضها البعض في الموقع المراد استنساخه . تبدأ بعدها عملية الاستنساخ في شريط مفرد واحد من مزدوج الحامض النووي DNA يدعى بالشريط المشفر او الشريط الحساس (DNA coding or sense strand) لتنتهي بتكوين حامض نووي يمتلك نفس تتابع القواعد في شريط الحامض النووي الحساس . ويستخدم الشريط المشفر فقط في عملية الاستنساخ لانه يحتوي على معظم مورثات الكائن بينما يحمل الشريط الثاني الذي يدعى بالشريط غير الحساس (Anstisense strand) بعض المورثات .

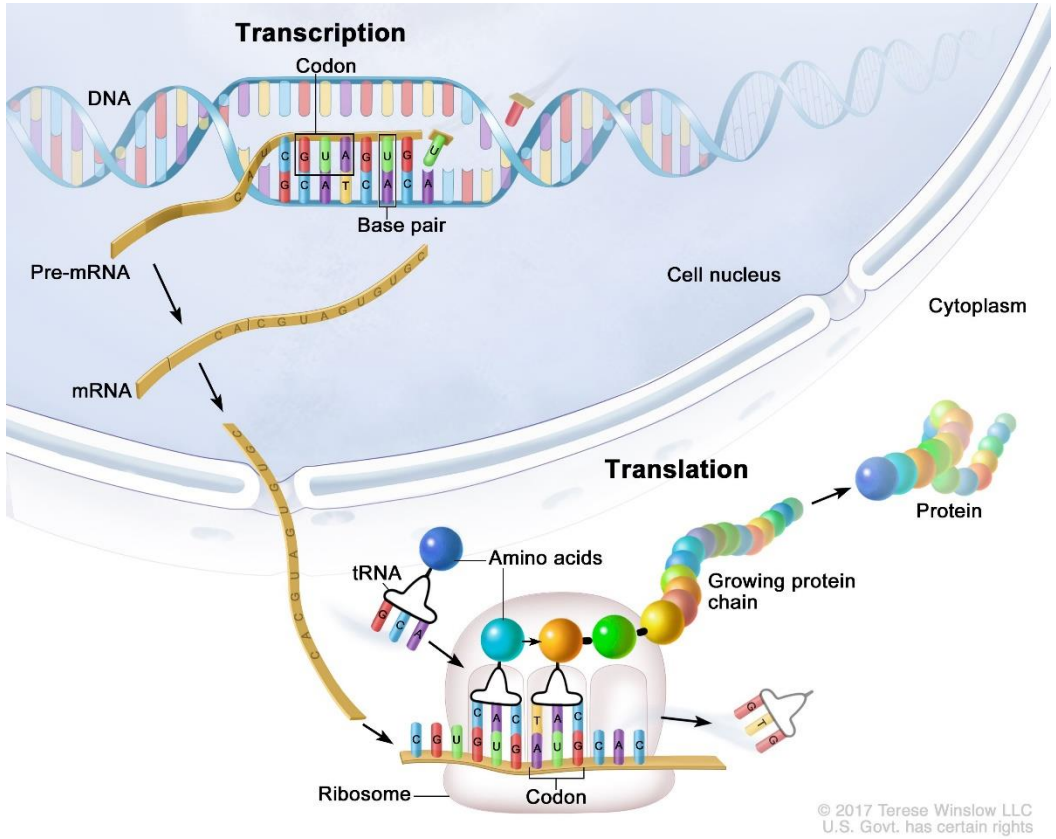
يتكون الهجين (RNA - DNA) نتيجة تماثل في تتابع القواعد النيتروجينية في كل من شريطي الحامض النووي DNA والحامض النووي RNA . ان حصول الهجين يؤكد بان الحامض النووي RNA في الهجين هو مستنسخ من شريط الحامض النووي DNA المرتبطة معة .

وفي جميع الاحوال فان الاستنساخ يتم باتجاه 3^{-} _ 5^{-} على طول القالب حيث تضاف النيوكلوتيدات الجديدة الى النهاية الثالثة بما ان اشرطة الحامض النووي DNAمتعاكسة كما ان اتجاه الاستنساخ لتكوين الحامض النووي RNA يكون من النهاية الخامسة 5^{-} الى النهاية الثالثة 3^{-} فان تردد المورث يجب ان يبدأ من النهاية 3^{-}. ان ذلك مهم عند مقارنة تتابع قواعد الاحماض النووية (m RNA , DNA) مع سلسلة عديد الببتيد الناتجة .

تحتوي النهاية الخامسة للحامض النووي على قواعد متممة لقواعد اخرى في النهاية الثالثة للحامض النووي الرايبوسومي في الريبوسوم. تساعد هذه على ارتابط الحامض النووي المرسال مع الريبوسوم لاجل الترجمة .

تعتبر هذه اول وظائف الرسائل التي يحملها الحامض النووي المرسال الا وهي الأرتباط الصحيح في منطقة مناسبة في الرايبوسوم لأجل ترجمة المناطق المشفرة من النهاية الخامسة حتى الثالثة . اما في النهاية الثالثة فتقع ترددات غلق عملية الترجمة .يتكون الحامض النووي المرسال الاولي الناتج من عملية الاستنساخ من تتابعات مشفرة تدعى بالمحاور (Exons) محاطة بتتابعات اخرى غير مشفرة تدعى بالمتداخلات (Introns) . يختلف عدد المحاور والمتداخلات في الحامض النووي المرسال الاولي (Primary m RNA) من كائن الى آخر . تفصل المحاور عن المتداخلات بواسطة عدد من التتابعات الخاصة التى تدعى بتتابعات العزل(Consensus Sequences) . يعتقد بان لهذه التتابعات دوراً رئيسياً في عملية تحوير الحامض النووي المرسال الاولي لاجل التخلص من قطع المتداخلات او التتابعات غير مشفرة .

لذلك يهاجر الحامض النووي من النواة الى السايتوبلازم حيث يرتبط مع الريبوسومات التي هي بيوت تصنيع البروتين . يدعى الحامض النووي في هذه المرحلة بالحامض النووي المرسال الناضج .



المصادر:

- ابراهيم، محمد رضا علي (1999) الخلية والوراثة. مكتبة ابن سينا، القاهرة
- عزيز، جبرائيل برصوم (2000) بايولوجية الخلية، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل
- الفيصل، عبد الحسين (2000) الخلية : التركيب الدقيق والوظائف. الاهلية ، المملكة الاردنية
- Verma, P.S., (2005). Cell biology, genetics Molecular Biology, Evolution and ecology
- Pollard et al (2017) Cell Biology, 3ed, Elsevier

- **ملاحظة: المحاضرة الكاملة في الصف الالكتروني**