

١	..... المقدمة
١٥	<b>الفصل الأول</b>
١٧	..... مكونات الخلية و وظائفها
١٨	..... الخلايا أولية النواة
١٩	..... الخلايا حقيقية النواة
٢٠	..... تركيب و وظيفة الغشاء الخلوى
٢٢	..... الهيكل الخلوى
٢٩	..... الشبكة الإندوبلازميه
٣٣	..... جهاز جولجى
٣٨	..... أنواع الليسوسومات
٤٢	..... الريبوسومات
٤٤	..... الميتوكوندريا
٤٦	..... النـواة
٥٦	..... دورة الخلية
٥٨	..... الإنقسام الخيطى
٥٩	..... الإنقسام الإختزالى
٦٣	<b>الفصل الثانى</b>
٦٥	..... الأحماض الأمينية
٦٥	..... النشاط الضوئى للأحماض الأمينية

٦٧	تصنيف الأحماض الأمينية .....
٧١	تفاعلات الأحماض الأمينية .....
٧١	١- التأيين .....
٧٣	٢- التفاعل مع نهيدرين هيدرات .....
٧٥	٣- التفاعل مع ١- فلورو ٢- ٤ داي نثرو بنزين .....
٧٥	٤- التفاعل مع فليل أيزو ثيوسيانات .....
٧٥	٥- تكوين الببتيدات .....
٧٦	٦- التفاعل مع حامض النيتروز .....
٧٦	تخليق الببتيدات .....
٨٠	١- الدعامات الصلبة .....
٨٢	٢- دعامات من النوع السطحي .....
٨٢	٣- دعامات معقدة .....
٨٢	٤- المجموعات الحامية .....
٨٣	أنواع الببتيدات .....
٨٣	١- ببتيادات اللبن .....
٨٣	٢- الببتيدات الريبوسومية .....
٨٣	٣- الببتيدات غير الريبوسومية .....
٨٤	٤- الببتونات .....
٨٤	٥- شظايا الببتيدات .....
٨٤	وظائف الببتيدات .....
٨٦	الهجرة الكهربية وفصل الأحماض الأمينية .....

٨٦	التحليل الكروماتوجرافي
٩٢	تقسيم الببتيدات
٩٥	تشخيص الأحماض الأمينية الطرفية
٩٨	تعيين تعاقب الأحماض الأمينية
١٠١	أيض الأحماض الأمينية
١١١	مسارات هدم الأحماض الأمينية
١٢٦	التخليق الحيوي للأحماض الأمينية غير الأساسية
١٣١	التخليق الحيوي للأحماض الأمينية الأساسية

### الفصل الثالث

١٤٣	
١٤٥	البروتينات
١٤٦	تركيب البروتين
١٤٧	١- التركيب الأولي
١٤٨	٢- التركيب الثانوي
١٥٣	٣- التركيب الثالثي
١٥٥	٤- التركيب الرباعي
١٥٦	تقسيم وتصنيف البروتينات
١٦٢	العوامل التي تحدد شكل التركيب الثالثي للبروتين
١٦٦	الأهمية البيولوجية للبناء الرباعي للبروتين
١٦٧	دنترة البروتين

## الفصل الرابع

١٧١	
١٧٣	..... الإنزيمات
١٧٧	..... المرافقات الإنزيمية
١٧٨	..... تقسيم الإنزيمات
١٩٠	..... تسمية الإنزيمات
١٩١	..... موقع النشاط الإنزيمي
١٩٣	..... معدلات سرعة التفاعل الإنزيمي
١٩٩	..... التأثير الحفزي للإنزيمات
٢٠٠	..... العوامل التي تؤثر على سرعة التفاعل الإنزيمي
٢٠٧	..... التفاعل الإنزيمي الذي يحتوي على مادتين يؤثر عليهما الإنزيم
٢١٦	..... مشابهاة الإنزيم

## الفصل الخامس

٢١٩	
٢٢١	..... مجموعة فيتامين B كمرافقات إنزيمية
٢٢١	..... فيتامين B <sub>١</sub> (الثيامين)
٢٢٤	..... فيتامين B <sub>٢</sub> (الريبوفلافين)
٢٢٧	..... فيتامين B <sub>٦</sub> (البريدوكسين)
٢٢٩	..... حمض البانتوثينيك
٢٣٢	..... النيكوتيناميد (النياسين أميد)
٢٣٤	..... البيوتين

٢٣٦	حمض الفوليك (الفولاسين)
٢٣٧	فيتامين B <sub>١٢</sub> (سيانو كوبلامين)
٢٤١	حمض الليبويك

## الفصل السادس

٢٤٣	
٢٤٥	الأمحاض النووية
٢٤٦	١- الحامض النووي الداى أكسى ريبوزى DNA
٢٥٥	٢- الحامض النووى الريبوزى RNA
٢٥٩	٣- الشفرة الوراثية
٢٦٤	٤- التناسخ
٢٧٤	٥- دور إنزيمات التوبوايزوميريز
٢٧٨	٦- ضوابط منع تكرار بدء التناسخ فى الخلايا حقيقية النواة
٢٨٠	٧- تناسخ منطقة التلومير فى كروموسوم حقيقيات النواة
٢٨٢	٨- تناسخ مناطق الهيتيروكروماتين فى حقيقيات النواة
٢٨٣	٩- إنزيمات بلمرة DNA فى خلايا بدائيات وحقيقيات النواة
٢٩٠	١٠- طرق إصلاح أخطاء التناسخ
٣٠٥	١١- الأنواع المختلفة للحمض النووى الريبوزى RNA
٣٠٥	أولاً: الحمض النووى الريبوزى المرسل mRNA
٣٠٥	ثانياً: الحمض النووى الريبوسومى rRNA
٣٠٧	دور الريبوسومات فى تكوين الروابط الببتيدية
٣١١	تركيب ريبوسومات حقيقية النواة

٣١١	.....	ثالثا: الحمض النووي الريبوزي الناقل tRNA
٣١٢	.....	١٢- إتجاه الترجمة ٥ ← ٣
٣١٧	.....	١٣- مراحل عملية بناء البروتين
٣١٧	.....	أولاً: مرحلة البدء
٣٢٤	.....	ثانياً: مرحلة الإستطالة
٣٢٦	.....	دور عوامل الإستطالة
٣٢٧	.....	ثالثاً: مرحلة إنهاء الترجمة

## الفصل السابع

٣٣٥	.....	
٣٣٧	.....	التمثيل الغذائي
٣٣٧	.....	مسارات التمثيل الغذائي
٣٣٩	.....	التمثيل الغذائي للبيورين
٣٤٠	.....	تخليق جزئ البيورين
٣٤٤	.....	الطاقة المطلوبة لتخليق الأدينوزين والجوانوزين أحادى الفوسفات
٣٤٦	.....	تنظيم التخليق الحيوى لنيوكليوتيد البيورين
٣٤٨	.....	هدم نيوكليوتيدات البيورين
٣٥١	.....	التخليق الحيوى وأيض البريميدين
٣٥٣	.....	تنظيم التخليق الحيوى لنيوكليوتيد البريميدين
٣٥٤	.....	هدم البيريميدين
٣٥٤	.....	التخليق الحيوى للدى أكسى ريبونوكليوتيدات
٣٥٤	.....	المراجع العربية والأجنبية

## المقدمة

إقترنت كلمتا العلم والتكنولوجيا في العصر الحديث بحيث أصبحتا مترادفتين، فالعلم هو أساس التكنولوجيا، والتكنولوجيا تقوم على خلاصة البحوث والإبتكارات والإختراعات. والتكنولوجيا التي لا يساندها بحث علمي لن يكتب لها الإستمرار والتطور. وكما أن العلم هو أساس التكنولوجيا، فإن التكنولوجيا هي ركيزة الإنتاج، والإنتاج هو عصب التنمية، وبناء القدرات العلمية والتكنولوجية للمجتمع هي المصدر الحقيقي والركيزة الأساسية للنمو.

شهدت بداية القرن العشرين محاولات جادة من جانب علماء الوراثة لتحديد هوية بعض الجينات ورسم الخرائط الوراثية لبعض الكائنات. وقد إعتمدوا في دراساتهم على تحليلات الطفرات التلقائية أو المستحدثة بالمطفرات الفيزيائية والكيميائية. ثم إستخدموا الطفرات المتحصل عليها لرسم الخرائط الوراثية بتحليلات الإرتباط والعبور. ولقد إستبدل الوراثةيون في منتصف الثمانينات من القرن الماضي هذه الطرق المعتمدة على الطفورباستخدام تقنيات دن.أ المعاد إتجاهه Recombinant DNA لإجراء التحليلات الوراثية. وفي هذه الطريقة يتم تجزئة جينوم الكائن الحى الى شظايا أو قطع محددة من التتابعات التي يتم تحميلها في بلازميدات لعمل كلونات يطلق عليها في مجموعها المكتبة الجينومية. ثم يتم ترتيب الكلونات في مجموعات متداخلة والتي يتم تجميعها في خرائط وراثية Genetic maps وخرائط مادية Physical maps تشتمل على الجينوم بإكماله. والخطوة النهائية هي تحليل تتابعات الكلونات والتعرف على جميع الجينات التي يحتويها هذا الجينوم من خلال تتابعات النيوكليوتيدات. وبذلك أصبح في مقدورنا عزل جين معين وكلونته ومعرفة تركيبه ووظيفته وتفاعله مع الجينات الأخرى. وقد أدى إختراع جهاز PCR الى إحداث طفرة هائلة في مجال التحليلات الجينومية.

ولقد أدت تطبيقات كلونة الجينات الى فتح آفاق واسعة في مجالات متعددة في إنتاج نباتات وحيوانات معدلة وراثيا ومكتسبة لصفات هامة مثل تحمل الظروف البيئية الفاسية مثل الجفاف أو الملوحة أو الحرارة المرتفعة، والى إنتاج أدوية معدلة وراثيا. كذلك توصلت بحوث تكنولوجيا الجين الى إستنباط طرق حديثة لعلاج بعض الأمراض الوراثية فيما يسمى بالعلاج الجينى.

تعتمد جميع الكائنات الحية على الأحماض النووية وعلى البروتينات، وهى تعمل سويا في نطاق ما يسمى بالعقيدة الأساسية Central Dogma للبيولوجيا الجزيئية فالدنا DNA يقوم بتخزين المعلومات الوراثية التي يتم نسخها الى الرنا RNA، والذي يعمل عندئذ

كقالب Template لإنتاج البروتين Protein. وتعمل البروتينات بدورها كعناصر تركيبية مهمة في الأنسجة ، وتعمل كمستقبلات Receptors ، أو تقدم قنوات لمرور الجزيئات المشحونة أو القطبية عبر الغشاء الخلوى ، أو تقوم بعملية النقل مثل الهيموجلوبين الذى يقوم بنقل الأكسجين من الرئتين الى الميوجلوبين الذى يخترنه فى العضلات لحين الحاجة اليه للأكسدة الأيضية ، أو تقوم بحماية الجسم من الميكروبات بتكوين الأجسام المضادة Antibodies أو تقوم بعمليات الحفز للتفاعلات الكيميائية بتخليق الإنزيمات التى تعمل كالألات الدثوبة فى الخلية .

والبيولوجيا الجزيئية فرع من فروع علم البيولوجى يبحث فى كيفية تحكم الجينات فى نشاط الخلايا ، والأنسجة فى الكائن الحى . وقد نشأ هذا العلم بجمع علوم الوراثة Genitics والكيمياء الحيوية Biochemistry وبيولوجيا الخلية Cell biology معا . وأبمعنى آخر، يمكن تعريف علم البيولوجيا الجزيئية بأنه فرع من علوم الحياة يختص بدراسة الأدوار المختلفة للجزيئات الكبيرة الضرورية للحياة فى الخلية الحية مثل الأحماض النووية والبروتينات ودورها فى تضاعف الخلية ونقل المعلومات الجينية . ولليولوجيا الحيوية أدوار هامة فى الوراثة Genitics والكيمياء الحيوية Biochemistry والبيوفيزياء Biophysics وعلم الفسيولوجى Physiology وعلم المناعة Immunology.

وليس هناك حد فاصل بين هذه العلوم، وتتحد التقنيات الخاصة التى يستخدمها المشتغلون بالبيولوجيا الجزيئية مع تقنيات الوراثة ، والكيمياء الحيوية هى القنطرة التى توصل علم الحياة وعلم الكيمياء معا ، وتختص بدراسة المكونات الكيميائية و التفاعلات الكيميائية المعقدة وكيفية تنظيم عملها . من كل ذلك يتضح أن علم البيولوجيا الجزيئية يقوم بدراسة علم البيولوجى من منظور تداخلات الجزيئات المشتركة فى وظائف الحياة من وجهة النظر الفيزيائية والكيميائية .

بدأ علم البيولوجيا الجزيئية فى مايو ١٩٤٠ عندما درس الأساس الجزيئى للوراثة وأكتشف أن حامض الديوكسى ريبونيكليك DNA هو المادة الوراثية ، وتم بعد ذلك التركيز على تركيبه ودراسة التنظيم الجينى وكيف يحكم الجين نشاط الخلية ثم الأنسجة ثم الكائن الحى ، وتبين أن ال DNA ينسخ الى حمض RNA يترجم الى بروتين Protein، وأن له أساس كيميائى للتخزين والتعبير عن المعلومات الوراثية داخل الخلية ونقلها الى الأجيال المستقبلية . من ذلك يتضح أن البيولوجيا الجزيئية تهتم بدراسة علم الحياة من الناحية البيوفيزيائية Biophysics والتداخلات الكيميائية للجزيئات المشتركة فى الوظائف الحيوية، أى عمليات الظواهر البيولوجية على المستوى الجزيئى . فالجينات هى الوحدات الأساسية المسئولة عن توجيه جميع العمليات الحيوية وهى علامات يمكن إستخدامها فى



تتبع ومعالجة مدى واسع من العمليات البيولوجية . والخلاصة ، أنه يمكن يمكن تعريف هذا العلم بأنه فرع من العلوم البيولوجية يخصص لدراسة التركيب والوظيفة وتفاعلات ال DNA , RNA والبروتينات والجزيئات الكبيرة المشتركة الأخرى في العمليات الحيوية .

كما سبق يتضح أن الانتقال الوراثي يعتمد على نسخ جزيئات حمض دى أوكسى ريبونيوكلريك ، ومنذ أكثر من ستين عاما إتضح أن أحماض النيوكليك – لا البروتينات – هي المادة الأساسية للوراثة وأن تتابع القواعد فى DNA هي التي تعمل كشفرة للأحماض الأمينية فى البروتين . ونتيجة لإكتشاف وتمييز حدود الإنزيمات النووية الداخلية بإستخدام إنزيمات القطع البكتيرية التي تشطر حمض الداى أوكسى ريبونيوكلريك عند متواليات قاعدة معينة ، كان هناك إنفجار فى معلومات الوراثة الجزيئية بين أعوام ١٩٦٢ و ١٩٧٢ وإتضح أن جينات محددة تعبر عن نفسها فى فترات معينة فقط . وأن كل خلية بها مجموعة جينية كاملة ، وأن جينات محددة تفتح Turned on وتنتج بروتينات خاصة بمرحلة نمو خاصة ، بينما تظل الجينات الأخرى ساكنة Turned off .

والتنظيم الجيني ضرورى طوال مدة وجود الكائن . فمن الواضح أن النظم الإنزيمية الخلوية التي تتحكم فى كل العمليات الوظيفية تحتاج الى تنظيم جيني . والسؤال الأساسى هو كيف يتم الكائن الحى من تفعيل التعبير الجيني لمجموعة معينة من الجينات فى نوع معين من الخلايا فى حين يعطى الأوامر لمجموعة أخرى من الجينات لكى تنشط فى أنسجة أو خلايا نوع آخر؟ (التنظيم المكانى or Gene-in-site Spatial regulation) بينما نجد أن هناك مجموعة من الجينات يتم تنظيمها حسب مراحل نمو وتمايز مراحل التكون الخلوى ويطلق على هذا النوع من التنظيم إسم التنظيم الزمانى (Temporal or Gene-in-time) .

فى حقيقتنا النواة تكون عملية نسخ ال DNA منفصلة فى المكان والزمان عن الترجمة، بحيث يحدث النسخ فى النواة فى حين تتم الترجمة فى مرحلة لاحقة فى السيتوبلازم، ويتحكم على mRNA أن ينتقل من النواة الى الشبكة الإندوبلازمية الخشنة لكى يستخدم كقالب لبناء البروتين حيث تجرى عليه مجموعة من العمليات الهامة المرتبطة بتنظيم التعبير الجيني قبل خروجه الى السيتوبلازم . RNA processing صنف الأليات الجينية المحتملة للتنظيم وكذلك التي تتغير فيها الجينات (إنقاص، وتضخيم ، وإعادة ترتيب، وتحويل)، وتلك التي يعدل فيها التعبير الجيني (النسخ، وما بعد النسخ، وضبط الترجمة) وتلك التي نتجت عن تنظيم عائلات الجينات العديدة .

والجين هو وحدة البناء للوراثة ، وهو القاعدة الجراثومية لكل صفة تظهر فى الكائن، بمعنى أن وظيفة الكائن الأولى هي إنتاج الجينات . فالكائن هو الوسيلة أو العربة التي

تنقل الجينات من جيله الى أحفاده ، فهو المستودع الذى أوتمن فيه - مؤقتا - على جزء من مجموعة الجينات الخاصة بالعشيرة . وعلم الوراثة له علاقة بعلم الأحياء الجزيئى ، فهو العلم الذى يدرس ماهية الجينات وكيفية عملها، وهو العلم الذى يختص بأسباب التشابه والتنوع الذى هو بمثابة المادة الفعالة للتطور العضوى . ولقد أوضحت الوراثة أن كل الكائنات الحية تستخدم نفس مخزون المعلومات، ونفس عملية نقل هذه المعلومات ونظام ترجمتها، لذا أعطت تفسيراً لثبات جميع أشكال الحياة وكذلك إحتمال إنحدارها من أصل سلفى مشترك .

والجين هو جزء من الكروموسومات به تتابع معين من المادة الوراثية للـ DNA المسئول عن ظهور صفة وراثية محددة ويمكن أن يقع العبور بينها . وتوجد بالإضافة الى تتابع القواعد النيروجينية المحددة للشفرات ضمن الجينات المكودة للبروتين تتابعات مهمة منظمة مترافقة مع الجين وهى موقع البادئ الضرورى لعملية النسخ والتي تتضمن منطقة إرتباط إنزيم RNA polymerase وتسمى عادة بالحفاز Promoter الذى يعد نقطة بدأ متخصصة لعملية النسخ ويحتاج الجين الى موقع إنهاء النسخ . وقد يوجد ضمن وحدة النسخ مواقع منظمة للترجمة وتسمى إشارات بدأ الترجمة وأخرى لإنهاء الترجمة وهناك تتابعات أخرى تسيطر على إظهار التعبير الجينى التى قد توجد فى أعلى المجرى أو ضمن أسفل المجرى للجين نفسه .

ويتميز الجين فى حقيقيات النواة بإحتوائه على مناطق غير مشفرة تسمى إنترونات Introns ومناطق أخرى مشفرة تسمى إكسونات Exons . للإكسونات أهمية فى إظهار تعبير المعلومات الوراثية . و يجب إزالة الإنترونات قبل البدء فى ترجمة mRNA ويتم ذلك فى النواة بفصلها من التراكيب الإبتدائية . Spliced out ويختلف عدد وطول الانترونات الى الإكسونات من جين الى جين . ويحدث تحويل لاحق للـ mRNA داخل النواة ويتضمن إضافة قلنسوة Cape عند الطرف ذيل من الأدينين عند الطرف ه وتعد هذه التحويلات هامة للحصول على mRNA جاهز للتصدير الى السيتوبلازم من أجل الترجمة . يطلق على المنطقة من المادة الوراثية التى تحتوى على عدد من الجينات التى تربطها علاقة وظيفية متناسقة والتي تتكون من المشغل Operator ، وعدد من الجينات التركيبية Structure genes إسم الأوبرون Operon. ولذلك يعرف الأوبرون بأنه وحدة نسخ وراثية ذات تعبير متناسق. وتتكون الوحدة لأوبرون اللاكتوزفى بكتيريا القولون Echerichia coli من ثلاث جينات تركيبية بينما يتكون أوبرون الترتوفان لنفس البكتيريا من خمس جينات تركيبية مجاورة، يتم نسخ جينات كل أوبرون معا فى mRNA متعدد النطاقات Polycistronic ، إلا أن الترجمة تتم منفصلة لكل جين على حدى . ويمكن إنتاج

بروتينات بمقادير مختلفة من نسخ نفس mRNA نتيجة لإختلاف فعالية الترجمة وهي ظاهرة معروف حدوثها عند كودونات AUG للجينات المختلفة، أو لتغيرات في سرعة حركة الريبوسوم عندما تتكون عروة دبوس الشعر أو غيرها من التراكيب على جزئ mRNA، مما يؤدي الى إعاقة تحرك الريبوسوم على طول هذا الجزئ، أو لإختلاف معدل الهدم في مناطق mRNA حيث تكون بعض المناطق أكثر عرضة للهدم السريع عن غيرها من المناطق .

وهناك بعض البروتينات الريبوسومية يمكنها تثبيط ترجمة ال mRNA الخاص بها نفسها عن طريق الإرتباط بالمنطقة UTR<sup>هـ</sup> ويطلق على هذه الميكانيكية إسم التنظيم الذاتي السلبى Negative self-regulation. وهناك مجموعة من البروتينات المتخصصة تسمى بعوامل النسخ Transcription factors تقوم بتنظيم النسخ في حقيقيات النواة حيث ترتبط بروتينات تنظيمية موجبة أو سالبة مع تتابعات نوعية من DNA في البروموتور Promoter والمحفز Enhancer والمسكن Silencer مما يؤدي الى تثبيط أو تحفيز النسخ . وتميز هذه البروتينات بإحتوائها على نطاقين كيميائيين هامين وهما نطاق الإرتباط مع ال DNA ونطاق تنشيط النسخ . والوظيفة الأساسية للبروموتر هي بدء عملية النسخ ويتم ذلك من خلال إرتباطه بعوامل النسخ الأساسية، بينما نجد أن نشاط منطقة المحفز يؤدي الى زيادة معدلات النسخ ويتم ذلك من خلال إرتباطه بعوامل النسخ الخاصة .

يوجد البروموتر في منطقة قريبة ومجاورة قبل الجين Upstream الذى يقوم بتنظيم نسخة ويتكون البروموتر من تتابعات DNA تقع عادة على بعد حوالى ١٠٠ زوج من القواعد قبل الجين Upstream-٥ وتحتوى المنطقة الرئيسية للبروموتر على تابع يسمى صندوق تاتا TATA يقع على بعد ٢٥-٣٠ زوج من القواعد قبل نقطة بدء النسخ وتتكون من ٨ أزواج من القواعد المحفوظة Consensus مكونة من أزواج من A-T فقط وتكون محاطة غالبا من الجانبين بمناطق غنية في G=C وعلى مسافة أبعد على يسار هذا الصندوق يوجد تتابعين آخرين مهمين لعملية بدء النسخ ، ويسمى أحدهما صندوق CAAT ويمثل بالمنطقة ٧٠-٨٠ قاعدة وتتابعه المحفوظ هو CCAAT وتؤدي الطفرات في هذا الصندوق الى خفض كبير في معدل النسخ ، أما الصندوق الأخير والذى يقع على بعد ١١٥ قاعدة يسمى صندوق GC وتتابعه المحفوظ هو GGGCGG وتؤدي الطفرات في هذا الصندوق الى خفض شديد في معدل النسخ المحفز Enhancer . ويتأثر النسخ في حقيقيات النواة بمنطقة إضافية من تتابعات DNA تسمى المحفز والذى يؤدي نشاطه الى زيادة في معدل النسخ .

إن تنظيم النسخ يعد من أكثر العمليات إستخداما في تنظيم التعبير الجيني في حقيقيات النواة ، إلا أن تنظيم ما بعد النسخ Post-Transcription يحدث أيضا في كثير من الكائنات ، ويتم تعديل نسخ ال RNA غير المتجانس النووي hnRNA وتجهيزه قبل أن يخرج من النواة الى السيتوبلازم في صورة mRNA واضح لكي تتم ترجمته على الريبوسومات. وتؤدي عملية التغيير النوعي في mRNA الى إنتاج نسخ كثيرة مختلفة منه بحيث يختص كل منها في إنتاج بروتين نوعي مختلف، وتستمر عملية الترجمة الى أن يحدث هدم لجزئ mRNA وعلى ذلك فإن هدمه يعتبر نقطة للتحكم في النظام العام للتعبير الجيني. ويستطيع mRNA طويل العمر أن يدخل في دورات عديدة لبناء البروتين في حين لا يستطيع قصير العمر من ذلك . وفي حالة ال mRNA الذي يتم هدمه بسرعة فإنه لا بد من تعويض ذلك بعملية نسخ إضافية حتى لا يتوقف بناء البروتين الذي يشفر له . وقد يكون توقف إنتاج هذا البروتين جزء من برنامج نمو وتمايز الكائن، إذ عندما يؤدي البروتين وظيفته فإنه قد تبقى الحاجة اليه بعد ذلك حتى إن إستمر بناء هذا البروتين قد يكون ضارا بالخلية وفي هذه الحالات قد يمثل الهدم السريع للمRNA ميكانيكية لمنع إستمرار بناء البروتين غير مرغوب فيه بعد مرحلة معينة من التمايز .

وتتأثر فترة نصف عمر جزئ mRNA بعوامل كثيرة منها طول ذيل متعدد الأدينين Poly A الذى يلعب دورا هاما في الثبات فكلما طال الذيل طالت فترة نصف العمر  $t_{1/2}$  ، والعكس صحيح . وقد وجد أن بعض الهرمونات تزيد ثبات وتطيل عمر ال mRNA ، فهرمون الإستروجين يزيد ثبات وطول عمر mRNA لجين الفيتولوجين Vitellogenin في أوى ذنبة وأن هرمون البرولاكتين يطيل فترة نصف mRNA لجين الكازين Casein gene . أثناء عملية التجهيز والتعديل والتراكب يتم التخلص من أعداد كبيرة من جزيئات RNA غير المرغوب فيها بالهدم بواسطة معقد بروتيني كبير يسمى إكسوسوم Exosome الذى يتكون من عدد من تحت الوحدات ذات نشاط إنزيمى للهدم الطرفى لجزيئات RNA endonucleases .

والمبدأ الأساسى في تدفق المعلومات الوراثة Central dogma التى تبدأ من ال DNA الذى يتم نسخ تنابعات جين معين منه كصورة مطابقة للأصل من تنابعات المنطقة التى يمثلها هذا الجين في صورة جزئ mRNA بلا زيادة أو نقصان والذى يعمل بدوره كقالب لترجمة الشفرات الثلاثية التى يحتويها الى أحماض أمينية في سلاسل ببتيدية . إلا أن هناك إستثناءات لهذه القاعدة إذ يحدث أحيانا أن mRNA نفسه لا بد أن تتم فيه عملية مراجعة Editing بإضافة أو حذف بعض القواعد حتى يمكن ترجمته الى بروتين نوعي بينما تصلح النسخة الأصلية غير المراجعة للترجمة الى بروتين فعال آخر في نسيج آخر ،أى يكون لدينا