

## **Nucleic Acid Packaging** : تعبئة الأحماض النووية

أن المقصود بتعبئة الأحماض النووية هي الشكل النهائي الذي يكون عليه الحامض النووي في الجزيئه الخلويه وهي تختص بالـ DNA دون الـ RNA ؟ ومثال على ذلك الهيئة او التركيب الفراغي للـ DNA الموجود في الكروموسوم. ولتوسيع الفكرة نطرح السؤال التالي: اذا علمنا ان طول جزيئه الـ DNA البشري المتواجد في الكروموسوم يصل إلى 2 متر لكن في الحقيقة يكون الكروموسوم تركيب مجهرى لايمكن رؤيته بالعين المجردة وبذلك يكون الجواب هو التعبئة الخاصة للـ DNA في الكروموسوم البشري.

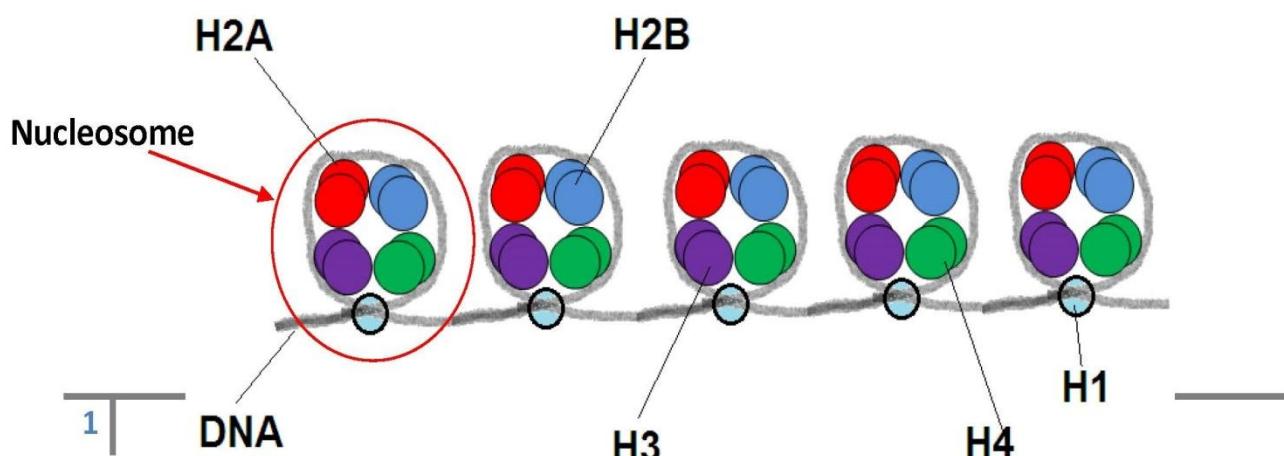
### **تركيب الكروموسوم البشري : Human Chromosome Structure**

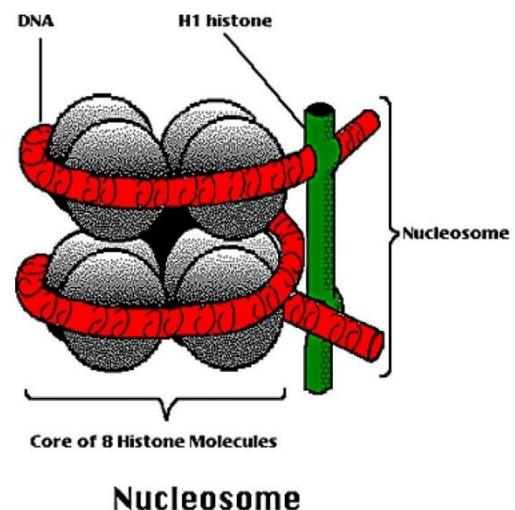
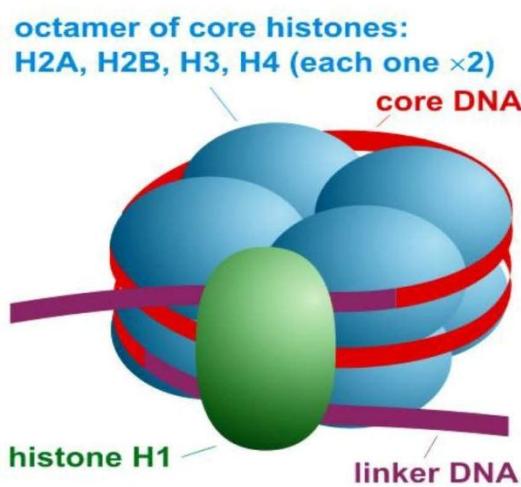
يتتألف الكروموسوم من ذراعين وقطعة مركزيه. الذراع القصير Short arm ويسمى ب p arm والذراع الطويل Long arm ويسمى ب q arm وتسمى القطعة المركبة Centromere . كيميائيا يتراكب الكروموسوم من حامض نووي متعدد الاوكسجين DNA وبروتين الهستون Histon . بالنسبة إلى تركيب DNA تطرقا له بإسهاب في المحاضرة السابقة اما الهستون فهناك خمسة أنواع من الهستون هي , H1, H2A, H2B, H3, H5 يسمى كل من H2A, H2B, H3, H5 بهستون اللب Core Histon يسمى كل من H1 يسمى بالهستون الرابط Linker Histon ؟

### Eukaryote DNA packing او لا: تعبئة الدنا في كروموسوم حقيقية النواة

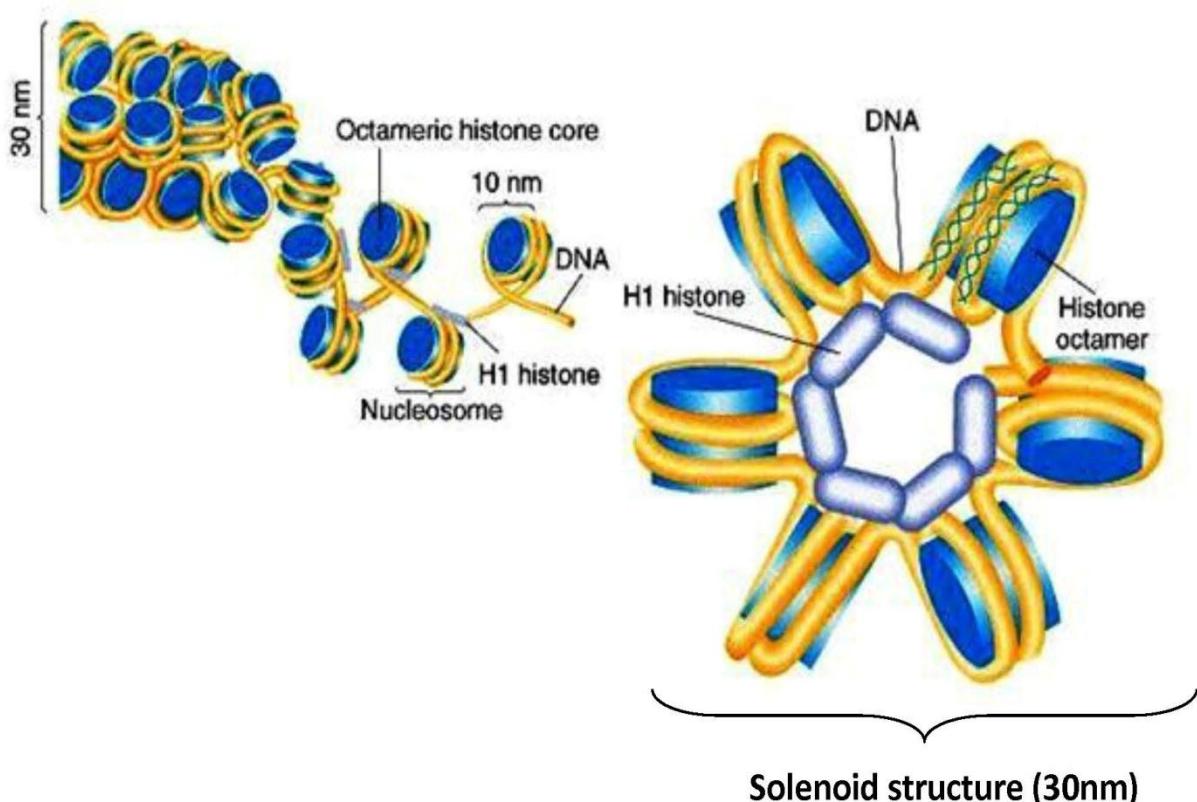
إن تعبئة الدنا (DNA) في كروموسوم حقيقية النواة تكون كما يلي:

1- تجمع وحدتين لكل من H2A, H2B, H3, H5 وتكون مايسمى باللب Core ثم بعد ذلك تلتقي جزيئه الدنا مزدوجة الشريط حول اللب وتغلق نقطتي تلاقي الدنا بالهستون الرابط H1 لتكون مايسمى بنيوكليوسوم Nucleosome والذي يكون قطرها 10 نانوميتر و تكون بشكل حبات او خرزات المسبيحة على جزيئه الدنا وكما موضح بالشكل ادناه:





٢- تجمع كل ستة نيوكليوسوم لتشكل شكل اسطواني يسمى بـ Solenoid structure والذى يكون قطرها 30 نانوميتر



مما تقدم يتضح لنا جليا دور الهرستون في عملية تعبئة Packing وحشد dna Condensation dna بالنسبة إلى الكائنات حقيقة النواة Eukaryote أما بالنسبة إلى الكائنات بدائية النواة فهل هنالك تعبئة للدنا ؟ والجواب يكون بنعم وكما سيأتي ذكره لاحقا.

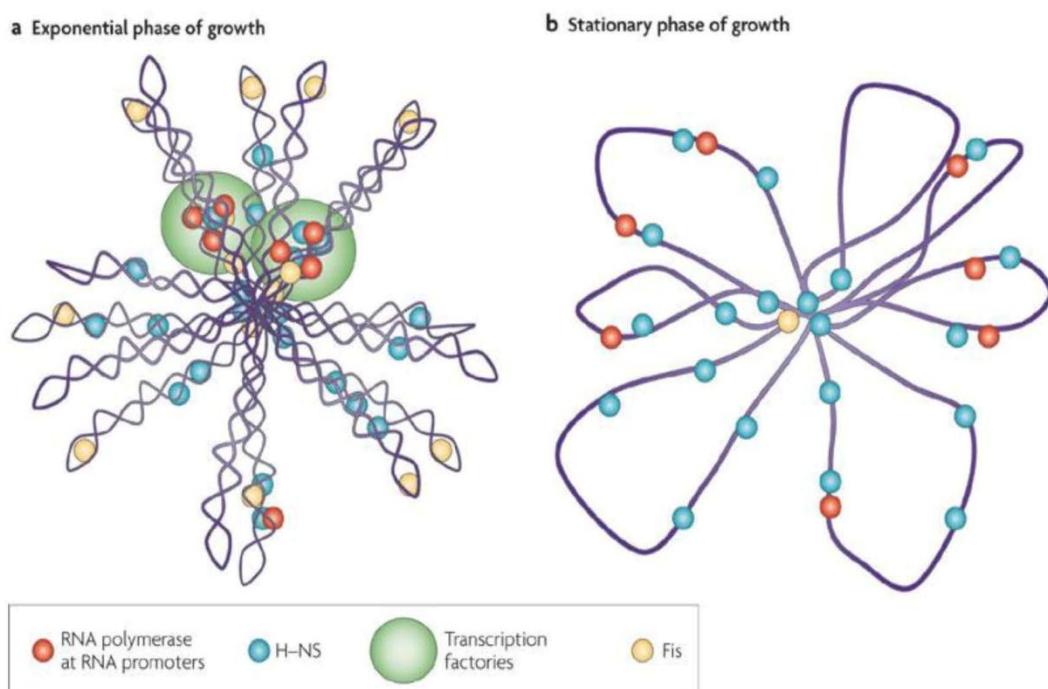
### ثانية: تعبئة الدنا DNA في كروموسوم بدائية النواة Prokaryote DNA packing

من الجدير بالذكر ان طبيعة المادة الوراثية في الكائنات بدائية النواة اقل تعقيدا مما في حقيقة النواة و فيما يخص تعبئة الدنا في بدائية النواة فانه يحصل لكن بدرجه اقل من التعقيد مما في حقيقة النواة حيث تتم العملية بارتباط بروتينات شبيهه بالهستون تسمى مجتمعة بـ HU protein كما في Histon like protein و N-HS و FIS و تسمى عملية التعبئة بالالتفاف الفائق Supercoiling حيث تتم بوجود بروتين HU وأنزيم Topoisomerase I حيث تحدث هذه العملية بعد تضاعف الدنا DNA مباشرتا.

هناك نوعين من الـ Supercoiling :

١- بالالتفاف الفائق الموجب Positive Supercoiling : يحصل عندما يكون الالتفاف الفائق بنفس اتجاه الحزون المزدوج للدنا DNA.

٢- بالالتفاف الفائق السالب Negative Supercoiling : يحصل عندما يكون الالتفاف الفائق عكس اتجاه الحزون المزدوج للدنا DNA.



Nature Reviews | Microbiology

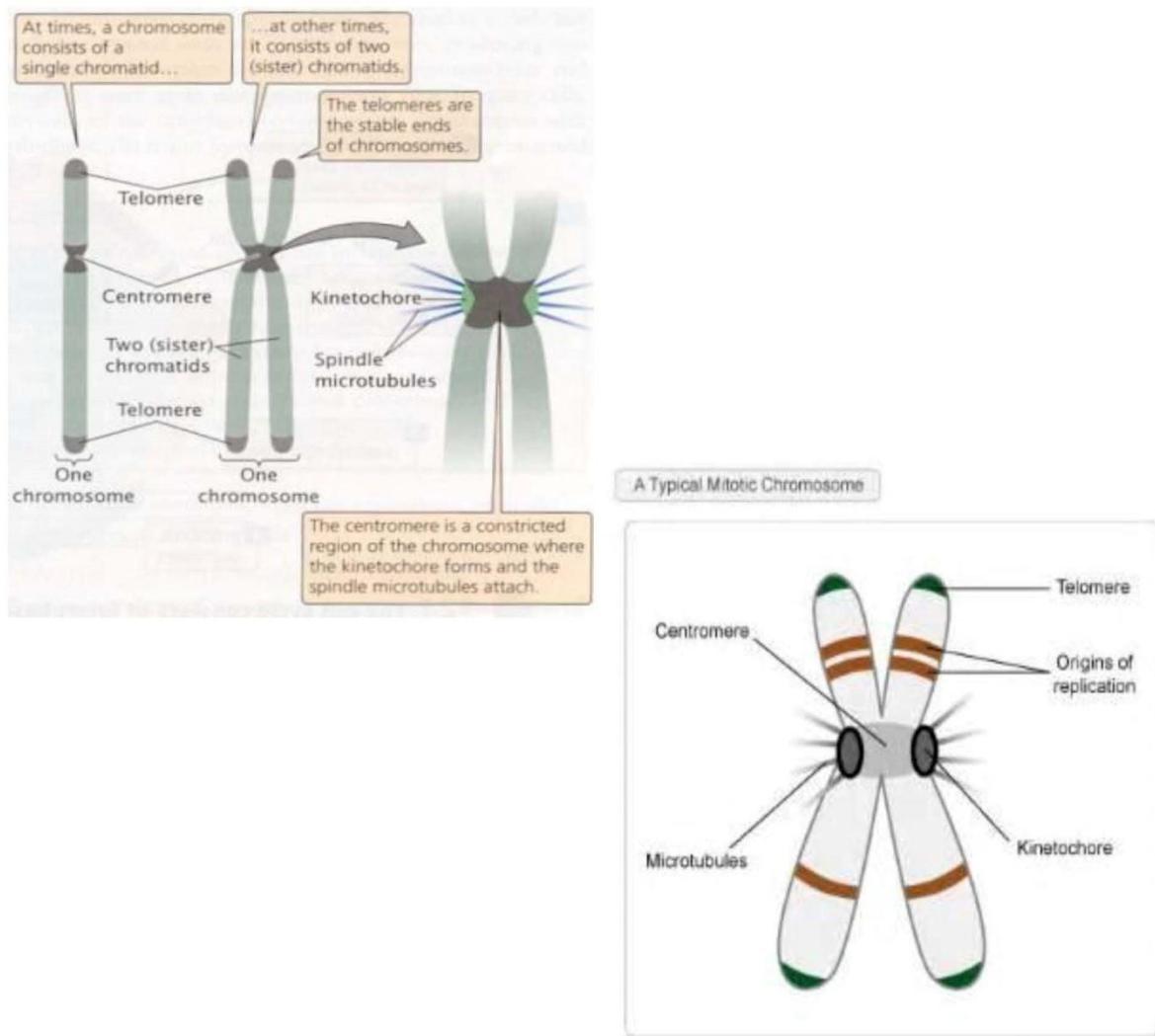
ويكمن تلخيص اهم الفروقات في المادة الوراثية لحقيقة النواة وبدائية النواة كما موضح في الجدول التالي:

Prokaryotic Chromosomes	Eukaryotic Chromosomes
1-Many prokaryotes contain a single circular chromosome.	1-Eukaryotes contain multiple linear chromosomes.
2-Prokaryotic chromosomes are condensed in the nucleoid via DNA supercoiling and the binding of various architectural proteins.	2-Eukaryotic chromosomes are condensed in a membrane-bound nucleus via histones.
3-Because prokaryotic DNA can interact with the cytoplasm, transcription and translation occur simultaneously.	3-In eukaryotes, transcription occurs in the nucleus, and translation occurs in the cytoplasm.
4-Most prokaryotes contain only one copy of each gene (i.e., they are haploid).	4-Most eukaryotes contain two copies of each gene (i.e., they are diploid).
5-Nonessential prokaryotic genes are commonly encoded on extrachromosomal plasmids.	5-Some eukaryotic genomes are organized into operons, but most are not.
6-Prokaryotic genomes are efficient and compact, containing little repetitive DNA.	6-Extrachromosomal plasmids are not commonly present in eukaryotes.
	7-Eukaryotes contain large amounts of noncoding and repetitive DNA.

### ثالثاً: تركيب الموروثه في حقيقة النواة : Eukaryote Gene Structure

تعرف الموروثه او الجين على إنها اصغر وحده تركيبيه تحمل المعلومات الوراثية. اول من اكتشف الجين هو العالم جورج مندل بين سنة ١٨٥٧ و ١٨٦٤ . تمتاز الكائنات حقيقة النواة بامتلاكها نسختين لكل جين وتسمى بالأليل Allele أي ان لكل جين أليليين احدهما يؤخذ من الأب والأخر من الأم وهذه بطبيعتها تكون اما سائدة Dominant ويرمز له بالحرف الكبير او متتحية Recessive ويرمز له بالحرف الصغير وبالتالي تسمى جينات حقيقة النواة ب Diploid ويرمز له  $2N$ . تكون الجينات محمولة على الكروموسوم وبالنسبة للإنسان فهناك ٢٣ زوج كروموسومي (منها ٢٢ زوج تسمى الكروموسومات الجسمية وزوج واحد يسمى بالكرموسومات الجنسية وهي X و Y ). من حيث الشكل كل هذه الكروموسومات تكون بشكل غير

حلقي او ماتسمى خطية Linear وتحتوي في نهاياتها على تسلسلات متكرره repetitive sequence من الـ GGGATT وتسمى هذه المنطقة بالتلومير Telomere . ما هي فائدة منطقة التلومير للكروموسوم؟



يتكون الجين من مناطق متعاقبه باستمرار تسمى بـ Exon وهي مناطق تحوي المعلومات الوراثية التي تشفّر فيما بعد و Intron التي لا تشفّر لكنها لها وظائف تنظيمية وت تكون الموروثة (الجين) في حقيقة النواة من المناطق التالية:

#### ١- منطقة المحفز :Promoter

منطقة مميزة من الجين تحتوي على تسلسل خاص يرتبط عندها إنزيم RNA polymerase II عند بدء عملية الاستنساخ Transcription تقع قبل منطقة المحفز منطقة تسمى منطقة التنظيم او السيطرة Control or Regulatory Gene وظيفتها تنظيم عملية بدا الاستنساخ ومنها المسرع Enhancer .

تحتوي منطقة المحفز على تسلسل يسمى ب TATA box وهو التسلسل الذي يرتبط عنده معقد إنزيم II RNA polymerase لبدء استنساخ الدنا لتكوين mRNA.

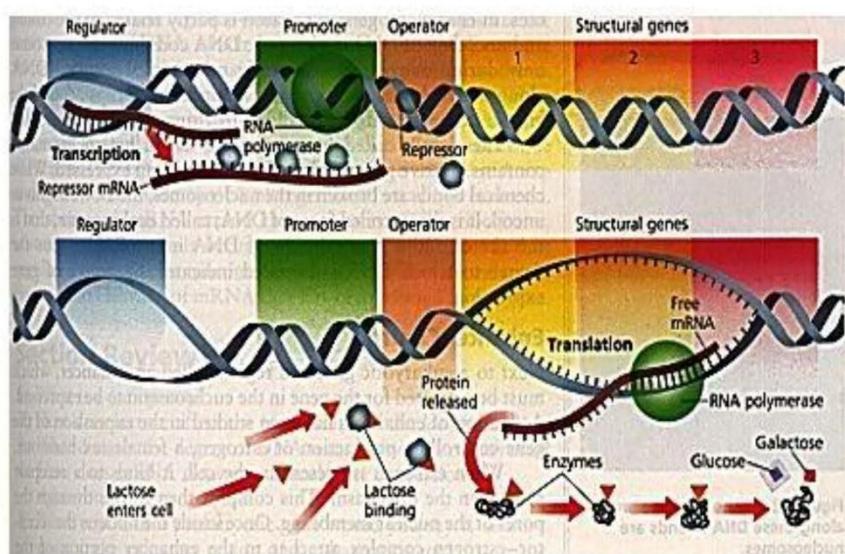
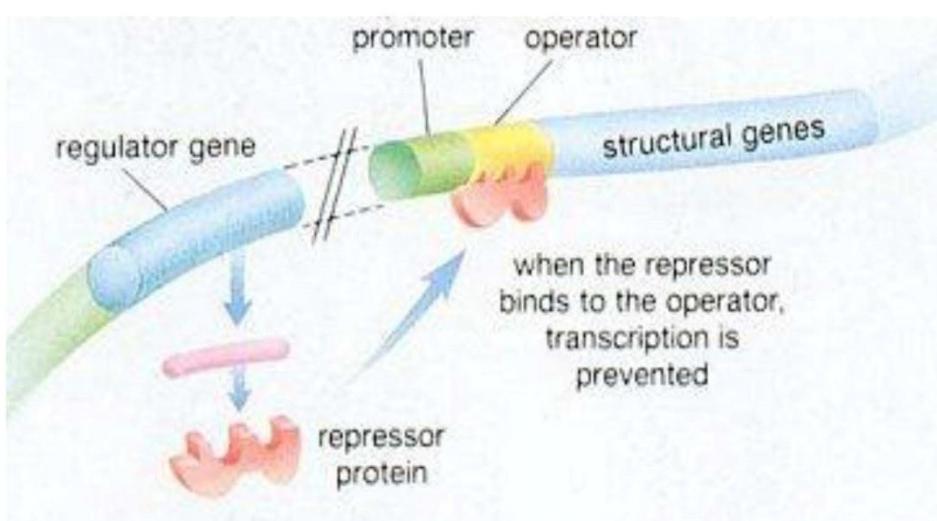
## ٢- منطقة المشغل Operator:

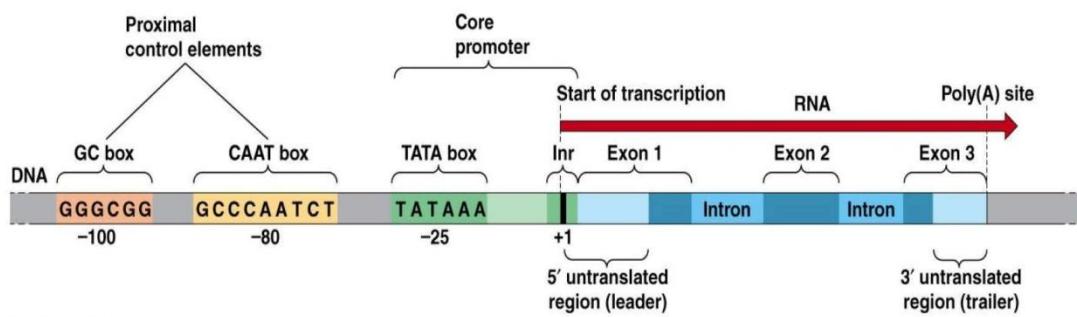
وهي المنطقة التي يرتبط عنها مثبت عملية الاستنساخ Repressor.

٣- منطقة الجين التركيبي Structural Gene او تسمى التسلسل المشفّر Coding sequence.

وهي المنطقة التي تحتوي على المعلومات الوراثية التي سيتم استنساخها.

٤- منطقة الإناء Terminator وكل من هذه المناطق تسلسل خاص ووظيفة خاصه بها سيأتي ذكرها لاحقا.





© 2012 Pearson Education, Inc.

### ثالث: تركيب الموروثة في بدائية النواة : Prokaryote Gene Structure

من الجدير بالذكر ان تركيب الكروموسوم والجين في بدائية النواة يكون أسهل مما في حقيقة النواة كما سنوضحه لاحقا. تحتوي بدائية النواة على كروموسوم حلقي واحد circular. ويكون تركيب الجين مشابها لما في حقيقة النواة مع بعض الاستثناءات ومنها:

- ١- لا يحتوي على الانترون Intron
- ٢- منطقة المحفز تحتوي على تسلسل يسمى Pribnow box ذو تسلسل مميز TATAAT يرتبط .RNA polymerase عند مقدم