

DNA با تکرار متوسط:

برای DNA با تکرار متوسط یا نسبتاً تکرار شوند که در ژنوم در یوکاریوت ها وجود دارد حداقل سه اتفاق روی می دهد: (1) DNA که احتمالاً رونویسی نمی شود و پراکنده می شود مانند خانواده ALU (2) ژن هایی که نسخه های زیادی از روی آنها رونویسی شده که همگی مشابه هستند مانند ژن های هیستون یا RNA و (3) ژن ها رونویسی شونده در نسخه های زیاد که از یکدیگر مشتق شده اند مانند ژن های آنتی بادی، کلاژن و گلوبین از کلمه خانواده ژن برای اشاره به ژن هایی که بوسیله دو شاخه زایی بایا بدون انشعاب از یک ژن اجدادی بوجود آمده اند به کار می رود.

در بسیاری از پستانداران قسمت از اعظمی از DNA نسبتاً تکرار شونده از تعدادی نسخه از یک توالی کوتاه تشکیل شده است که درون ژنوم پراکنده شده است برای مثال در انسان سیصد هزار نسخه از یک توالی که 300 جفت باز دارد وجود دارد. از آن جا که این توالی بوسیله اندو نوکلئاز محدود کننده ALU شکسته می شود به آن خانواده ALU گفته می شود. نقشه دقیق این DNA هنوز ناشناخته است این احتمال وجود دارد که بعضی اعضای این خانواده به RNA های کوچک VS رونویسی شوند. در برخی موارد RNA های بزرگتر نیز توالی ALU دارند. ALU ممکن است در مناطق متعددی از کروموزوم یوکاریوتی در طول همانند سازی وجود داشته باشد. و یا ممکن است در ساختن ساختار دوم mRNA ها شرکت کند.

هنگامی که یک محصول پروتئین به مقدار آنچنان زیادی مورد نیاز است که یک ژن به تنهایی نتواند نیاز سلول را به تنهایی تامین کند چندین نوع ژن در ساخت آن شرکت می کنند. ما با

nucleolus آشنا هستیم که جایگاه ژن های *rRNA* می باشد. انسان حدود 2000 نسخه ژن

rRNA5S و حدود 200 نسخه از *magor rRNA gene* دارد این اعداد در مورد مگس میوه به ترتیب

100 و 200 نسخه می باشد.

در برخی موارد تعداد طبیعی نسخه های چندگانه یک ژن کافی نیست و سلول باید به توسعه ژن

متوصل شود فرآیندی که طی آن سلول تعداد نسخه های ژن را افزایش می دهد. برای مثال در طی

oogenesis ژن های *rRNA* (*rDNA*) معمولاً توسعه می یابند در *rDNA, Xenopus* تقریباً هزار بار

افزایش می یابند که به تخم اجازه می دهد که در حدود 10^{12} ریبوزوم جمع آوری کند. *DNA* توسعه

یافته به صورت مولکول های *DNA* حلقوی کوچک خارج کروموزومی می باشند. چندین مدل برای

اینکه سلول واقعاً چگونه *DNA* خود را توسعه می دهد پیشنهاد شده است. یک مدل بر

Crossing over نابرابر تکیه دارد در حالی که مدل دیگر بر پایه همانند سازی بی برنامه *DNA*

اضافی و بدنبال آن حوادث فوتوکیبی استوار است که فرم های خطی و حلقوی *DNA* اضافی را بوجود

می آورد بنا شده است. در حال حاضر مشخص نیست که کدام مدل صحیح است.

علاوه بر ژن های *rRNA*، ژن های دیگری نیز تکرار می شوند، تا از تولید محصول ژنی کافی

اطمینان حاصل شود. تعداد و مکان ژن های تکرار شده معمولاً بوسیله مطالعات و آزمایشات

هیبریداسیون کشف شده است مشابه روش که نشان داد *DNA* تلومری در نوک کروموزوم قرار دارد.

ژن ها تکرار شوند شامل ژن های هیستون ها و *tRNA* نیز می شوند. به طور متوسط در

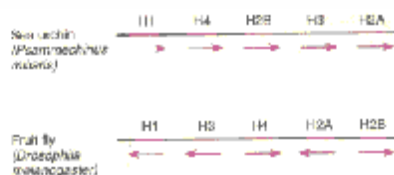
tRNA, Drosophila حدود دوازده مرتبه تکرار شده است. این رقم در ژنوم هاپلوئید انسان به 1300

می رسد. ژن های هیستون در انسان به صورت کلاستر های تکرار شده می باشند ولی با این وجود هر

ژن به صورت مستقل رونویسی می شود در مقایسه با اپرون های پروکاریوتی که به صورت یک واحد رونویسی می شوند.

شکل

Figure 14.30
The arrangement of histone genes (color) within the five-gene cluster in sea urchins and fruit flies. Arrows indicate the direction of transcription. Spaced DNA (black) separates the genes.



سازماندهی ژن های هیستون در انواع بزرگتر ممکن است پیچیده تر باشد. نشانه هایی وجود دارد که در پستانداران ژن های هیستون ممکن است در دسته های کوچک و حتی به صورت ژن های منفرد قرار بگیرند.

در چندین نوع ژن به فرم های مشابه ولی نه یکسان به وقوع می پیوندد. در این مورد یک ژن اولیه در شاخه زایی می کند ولی بر خلاف ژن های *rRNA* و هیستون ، نسخه ها از لحاظ عمل منشعب می شوند. این خانواده ژن ها شامل ژن های گلوبین و ژن های ایمنوگلوبین، *Chorin protein genes*، *Drosophila heat – shock genes* می شود.

