

ساختمان DNA

با روشن شدن حمل اطلاعات وراثتی توسط DNA، توجه محققین به بررسی آن معطوف گردید. تعیین ساختمان اولیه و سه بعدی این مولکول تا حدی چگونگی حمل اطلاعات و همانند سازی کروموزوم را نشان داد. ابتدا این نگرانی وجود داشت که شاید مولکول DNA ساختمان بسیار پیچیده و غیر عادی داشته باشد ولی بزودی معلوم شد که این مولکول به صورت مارپیچ مضاعف بوده و ساختمان سه بعدی ژن ها مشابه یکدیگر است و تنها تفاوت آنها در مورد تعداد و توالی نوکلئوتیدهای تشکیل دهنده یک ژن می باشد.

امروزه پس از گذشت سی سال ملاحظه می شود که ساختمان DNA چندان هم ساده نیست، مثلاً DNA بعضی ویروس ها تک رشته است (برخلاف اکثر مولکول های دیگر که به صورت مارپیچ مضاعف می باشند). ضمناً علیرغم اینکه مولکول DNA عمدتاً به صورت مارپیچ راستگرد است، ولی بعضی از مناطق آن چپگرد می باشند. بعلاوه همه مولکول های DNA خطی نیستند و برخی حلقوبند، از طرف دیگر در اثر تاب خوردن مولکول های DNA بدور پروتئین های هسته ای خاصی اشکال پیچیده ای به نام ابرمارپیچ بوجود می آیند که ممکن است این تاب خوردگیهای ثانویه، ساختمان مارپیچ مضاعف را به گونه ای تغییر دهند که سبب باز شدن دو رشته فوق و بوجود آمدن نواحی تک رشته ای گردد.

ابتدا تصور می شد که ساختمانهای پیچیده تر DNA اشکال فرعی هستند ولی بزودی ملاحظه گردید که فراوانی این ساختمانها بسیار بیشتر از حدی است که فرعی تلقی شوند. بنابراین ساختمان DNA نه تنها به صورت نسبتاً ساده مارپیچ مضاعف نیست بلکه اشکال ساختمانی پیچیده تری بر روی آن می توانند بوجود آیند و با درک علت ایجاد چنین ساختمانهایی می توان تا حدی به نقش DNA در کنترل حیات پی برد.

DNA معمولاً به صورت مارپیچ مضاعف است

یکی از مهمترین ویژگیهای DNA، ساختمان مارپیچ مضاعف آن است. بدین معنی که از دو زنجیره مکمل که به دور یکدیگر تاب خورده اند بوجود آمده است. مارپیچ فوق راستگرد و هر زنجیره آن پلیمری از چهار نوع نوکلئوتید است. قند یک نوکلئوتید توسط یک گروه فسفات به قند نوکلئوتید بعدی متصل می شود. هر نوکلئوتید دارای یک قند (دروکسی ریبوز)، یک گروه فسفات و یک بازپورینی (A, G) یا پیریمیدینی (C, T) است. بازهای پورینی دو حلقه ای و بازهای پیریمیدینی یک حلقه ای می باشند. در هر زنجیره پلی نوکلئوتیدی گروههای فسفات و قند بطور متناوب قرار گرفته اند و بدین ترتیب اسکلت آنرا می سازند. پیوندی که گروههای فسفات و قند نوکلئوتیدها را به هم وصل می کند به نام پیوند فسفودی استر خوانده می شود. اسکلت کلیه مولکول های DNA مشابه است و تنها اختلاف آنها بین نوع توالی بازهای پورینی و پیریمیدینی موجود در آنها است. بازهای پورین و پیریمیدینی مولکول های مسطح و نسبتاً نامحلول در آب هستند و با زاویه حدود 90 درجه نسبت به اسکلت زنجیره بر روی هم قرار می گیرند.

توالی بازهای دو زنجیره DNA مکمل یکدیگر است

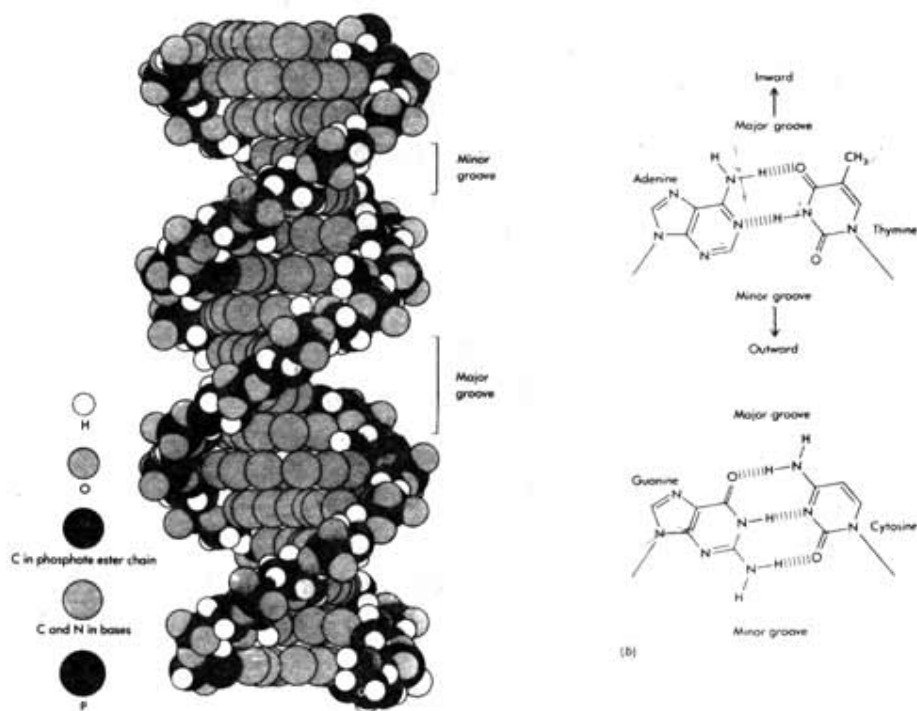
دو زنجیره DNA موجود در مارپیچ مضاعف به کمک پیوندهای هیدروژنی بین جفت بازهای مکمل مقابل، در کنار یکدیگر قرار می گیرند. بدین ترتیب که بازهای آدنین و تیمین و بازهای گوانین و سیتوزین با یکدیگر جفت می شوند. تنها در صورت ایجاد چنین آرایشی است که شکل منظم DNA می تواند بوجود آید، در غیر این صورت در اثر جفت شدن دو باز پورینی یا پیریمیدینی ابعاد DNA به ترتیب بزرگتر یا کوچکتر می شوند و ساختمان منظم آن از بین خواهد رفت. بدین ترتیب ملاحظه می شود که همواره بازهای

مکمل در مقابل یکدیگر قرار می گیرند و پیوند هیدروژنی بین آنها سبب بوجود آمدن مارپیچ مضاعف منظم DNA می گردد. بنابراین با داشتن توالی یک زنجیره، توالی زنجیره مقابل را می توان نوشت.

مثلاً اگر توالی یک زنجیره $5' - ATGTC - 3'$ باشد، توالی زنجیره مکمل آن $3' - ATGTC - 5'$ خواهد بود. ضمناً برای ایجاد پیوندهای هیدروژنی مناسب بین جفتهای $G - C, A - T$ ، دو زنجیره باید در جهت مخالف یکدیگر قرار گیرند و در این صورت پیوندهای فسفو دی استر آنها در جهت مخالف یکدیگر قرار خواهند گرفت. بدین ترتیب اگر مارپیچ مضاعف DNA به اندازه 180 درجه چرخانده شود، ظاهراً تغییری در ساختمان فضایی آن دیده نمی شود .

پیوندهای گلی کوزیدی که سبب اتصال جفت بازهای آلی به قندهای مربوط به آنها می شوند، کاملاً در مقابل هم قرار ندارند (دو پیوند در امتداد یک خط فرض نیستند)، در نتیجه اسکلت های قند - فسفات دو زنجیره در دو سوی مارپیچ به گونه ای قرار گرفته اند که دو شیار نامساوی (از نظر بزرگی و گودی) بین آنها تشکیل می شود (شکل). کف شیار بزرگ را اتمهای ازت و اکسیژن موجود در نوک بازهای آلی (منظور از نوک، اتمهایی هستند که در دورترین فاصله از پیوند گلی کوزیدی قرار دارند) پوشانده اند. شیار فوق به سمت داخل محور مارپیچ مضاعف باز می شود. ولی کف شیار کوچک را ازت ها و اکسیژن های دیگر بازهای آلی تشکیل داده اند. این شیار به سمت خارج محور مارپیچ مضاعف باز می شود. تعداد پیوندهای هیدروژنی که در شیار بزرگتر تشکیل می شوند، بیشتر بوده و بستگی به توالی بازها دارد. به هر حال پروتئین های اختصاصی به قطعات خاصی از DNA (با توالی معین) در شیار بزرگتر متصل می شوند.





(a) شیارهای بزرگ و کوچک مارپیچ مضاعف DNA (b) موقعیت نسبی ازت و اکسیژن جفت بازهای هر یک از شیارها. ازت

ها و اکسیژن های کف شیار بزرگ متوجه قسمت مرکزی مولکول DNA (محور مارپیچ) هستند، در حالی که ازت و اکسیژن های

کف شیار کوچک متوجه به قسمتهای خارجی مولکول می باشند.

