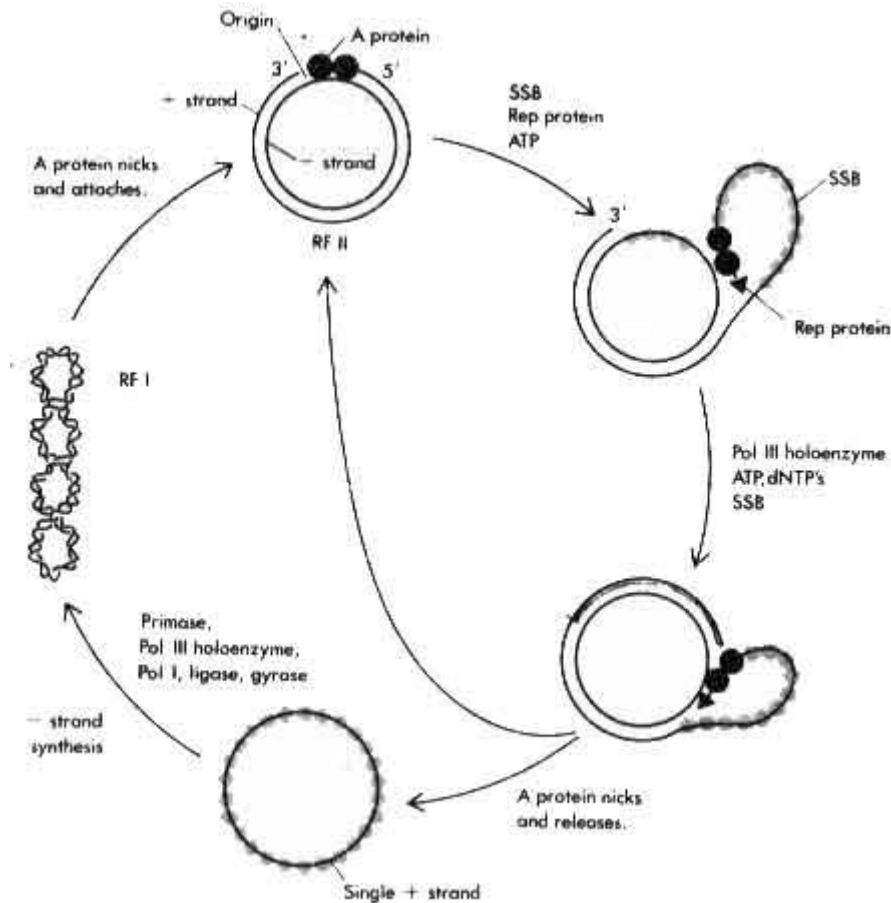


## سنتز رشته حلقوی + از فرم همانندسازی حلقوی فاژی

کلیه فاژی که *DNA* حلقوی تک‌رشته‌ای دارند برای تکثیر خود و تولید رشته‌های + که به وسیله پروتئین‌های ویروسی احاطه می‌شوند از مکانیسم حلقه چرخان استفاده می‌کنند. جزئیات بیشتر مکانیسم حلقه چرخان در مورد فاژ  $\phi X 174$  مشخص شده است که در آن آنزیم قطع‌کننده (پروتئین *A*) که برای شروع حلقه چرخان لازم می‌باشد به وسیله کروموزوم فاژ بیان می‌شود. پروتئین *A* ناحیه خاصی از کروموزوم کامل ویروسی را تشخیص می‌دهد و پس از قطع آن به انتهای *5'* *DNA* قطع شده متصل می‌شود. با حرکت چنگالهای همانندسازی، انتهای *5'* آزاد نبوده بلکه به وسیله پروتئین *A* با آنزیم *Pol III* (احتمالاً رپلیزوم) کمپلکسی تشکیل می‌دهد (شکل).

با چرخش کامل چنگال همانندسازی به دور حلقه چرخان، آنزیم قطع‌کننده مجدداً در مبدأ قرار گرفته و برش دوم را ایجاد می‌کند. آنزیم قطع‌کننده نیز از انتهای *5'* قبلی جدا می‌شود. انتهای *5'* فوق به انتهای *3'* که بتازگی توسط آنزیم قطع‌کننده ایجاد شده است متصل می‌شود و حلقه کامل رشته + را بوجود می‌آورد. آنزیم قطع‌کننده برای عمل قطع و وصل به *ATP* نیازی ندارد و مانند آنزیم توپوایزومراز *I* عمل می‌کند، با این اختلاف که فاصله زمانی بین قطع و وصل در آنزیم قطع‌کننده بسیار طولانی است.

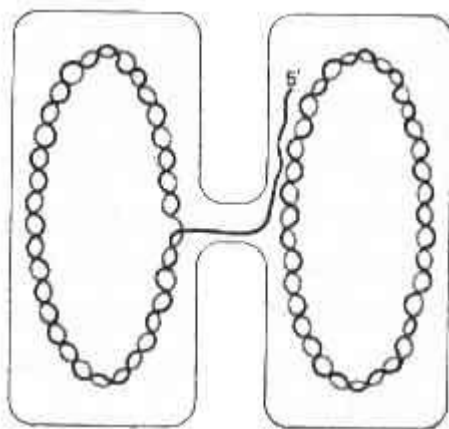


در همانندسازی  $\phi X 174$  DNA فاز دو شکل همانندسازی ( $RF$ ) مختلف وجود دارد.  $RF I$  یک مولکول حلقوی دو رشته‌ای است که در اثر سنتز رشته (-) که مکمل رشته (+) می‌باشد بوجود می‌آید.  $RF II$  مولکول دو رشته‌ای غیر حلقوی است که حد واسط حلقه چرخان در سنتز رشته + جدید می‌باشد. پروتئین  $A$  در مرحله دوم ( $RF II$ ) نقش اساسی ایفا می‌کند.

ابتدا کلیه رشته‌های + تولید شده فاز در هنگام آلوده‌سازی به کمک پرایمر  $RNA$  به مولکول دو رشته‌ای ( $RF$ ) تبدیل می‌شوند. سپس در همان هنگام حلقه‌های دو رشته‌ای (+) به وسیله پروتئین‌های اختصاصی فاز احاطه می‌گردند و نه تنها مانع تشکیل پرایمرهای جدید می‌شوند بلکه آغازی برای تکمیل ساختمان ذرات فازی می‌گردند.

## سنتز و انتقال مولکول‌های تکرشته‌ای به هنگام جفت‌گیری باکتریها

هنگام جفت‌گیری باکتری، *DNA* سلول نر وارد سلول ماده می‌شود. *DNA* ای که بدین طریق وارد می‌گردد تکرشته‌ای است. مکانیسم سنتز *DNA* فوق حلقه چرخان می‌باشد که با قطع رشته خاصی از کروموزوم سلول ماده شروع می‌شود. انتهای 3' مولکول فوق از محل قطع شده رشد می‌کند و با طویل شدن آن انتهای 5' نقل مکان می‌یابد. آنزیم‌هایی که سبب قطع رشته *DNA* می‌شوند به انتهای 5' مولکول متصل بوده و هدایت مولکول‌های تکرشته‌ای به سلول ماده را بعهده می‌گیرند (شکل).

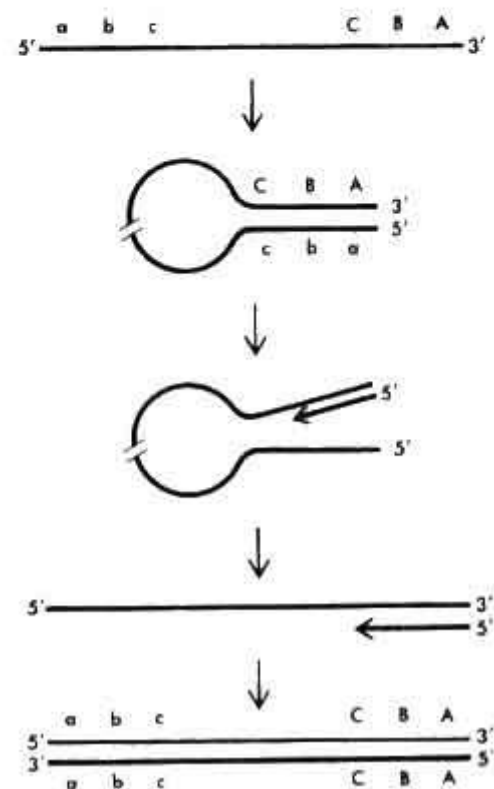
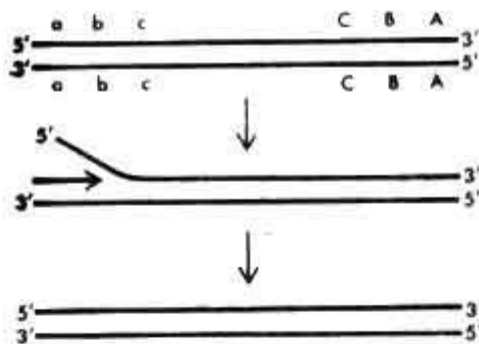


انتقال مولکول *DNA* تک رشته‌ای از باکتری نر به ماده. در این مورد مکانیسم حلقه چرخان بکار گرفته شده است.

همانندسازی و جفت‌گیری بنحوی انجام می‌شود که هیچ‌گاه اطلاعات وراثتی سلول نر از دست نمی‌رود. عمل *DNA* سلول نر در سلول میزبان مشخص نیست. قسمتی از *DNA* سلول نر ممکن است به صورت دو رشته‌ای در کروموزوم ماده قرار گیرد و قسمت دیگر امکان دارد به صورت تکرشته‌ای با قسمتی از کروموزوم سلول ماده تعویض شود.

## مولکول‌های *DNA* خطی ویروسی که بدون پرایمر *RNA* همانندسازی می‌شوند.

تعدادی از ویروس‌های پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها واجد *DNA* خطی هستند که برای همانندسازی به *RNA* پرایمر احتیاج ندارند. بهترین ویروس این دسته ویروس ۲۹  $\phi$  باسیل و آدنووایروس‌هایی که سلول‌های مهره‌داران را آلوده می‌کنند، هستند. دو ویروس فوق فاقد چنگالهای همانندسازی دو جهته می‌باشند و همواره همانندسازی در آنها از یک انتها آغاز می‌شود. به هر حال احتمال شروع همانندسازی از هر یک از دو انتها وجود دارد (بنابراین همانندسازی به طور مساوی می‌تواند از انتهای 3' یا 5' آغاز شود). اگر چه در انتهای دو نوع ویروس فوق توالیهای تکراری وجود دارند ولی توالیهای فوق در جهت مخالف یکدیگر قرار گرفته‌اند و هنگام همانندسازی نمی‌توانند کاتامر بسازند. همچنین دو رشته مکمل مادری به طور همزمان نمی‌توانند به عنوان الگو قرار گیرند، بلکه تنها یک رشته از یک انتها نقش الگو را ایفا می‌کند. در این نوع همانندسازی یک رشته در هنگام همانندسازی جدا می‌شود که رشته 3'  $\rightarrow$  5' مادری است. بعد از جدا شدن کامل رشته فوق انتهای مکمل با یکدیگر پیوند هیدروژنی بوجود می‌آورند و سپس به عنوان الگو عمل کرده، از انتهای 3' همانندسازی رشته جدید در جهت 3'  $\rightarrow$  5' شروع می‌شود (شکل).



مدلی از همانندسازی مولکول *DNA* خطی آدنووایروس‌ها و یا ۲۹ φ که نیاز به *RNA* پرایمر ندارد. همانندسازی می‌تواند از یکی از انتهایها شروع شود و فقط یک رشته به عنوان الگو قرار گیرد. مولکول تک رشته‌ای مادر پس از جدا شدن از الگو تشکیل آرایش سنجاق‌سری می‌دهد. ایجاد آرایش فوق به علت مکمل بودن انتهایهای مولکول تک رشته‌ای است. انتهای فوق سپس به عنوان الگو برای سنتز جدید از جهت 3' محسوب می‌شود.

علت شروع بیوسنتز مولکول‌های *DNA* آدنووایروس‌ها بدون استفاده از پرایمرهای *RNA* آن

می‌باشد که در انتهای 5' خود، پروتئین خاصی دارند که به سیتوزین انتهایی متصل شده است. پیش از

شروع همانندسازی، پروتئین فوق به گروه 5' فسفات دزاکسی سیتیدین منوفسفات انتهایی از طریق پیوند کووالانسی متصل می‌شود. این نوکلئوتید بعدها به عنوان انتهایی 5' رشته ساخته شده محسوب می‌گردد. دزاکسی سیتیدین انتهایی 5' با نوکلئوتید انتهایی رشته 3' مقابل پیوند هیدروژنی ایجاد می‌کند. این عمل به وسیله آنزیم *DNA* پلیمراز مخصوصی انجام می‌گردد که به وسیله *DNA* ویروس بیان می‌شود. آنزیم *DNA* پلیمراز ویروسی به کمپلکس پروتئین انتهایی *dCTP* متصل می‌گردد و بتدریج سی‌وشش‌هزار نوکلئوتید بعدی برای تشکیل رشته جدید کنار هم قرار می‌گیرند. سرانجام توپوایزومراز *I* سبب رفع تاب‌خوردگی رشته الگو می‌شود. حتی *DNA* خطی در هنگام همانندسازی اگر به انتهای خود وصل نشده باشد به آنزیم توپوایزومراز احتیاج دارد. هنوز معلوم نیست که در پایان همانندسازی مولکول *DNA* از *DNA* مادر جدا می‌شود یا خیر؟ احتمالاً پروتئین‌هایی که به مولکول تک رشته‌ای متصل می‌گردند (به وزن مولکولی ۷۲ کیلو دالتون) و در هنگام تکثیر ویروسی به مقدار زیاد وجود دارند، فعالیتی شبیه به هلیکاز دارند.