

توپولوژی DNA

ویرایش دوم

آندرو دی باتس و آنتونی ماکسول

ترجمه:

دکتر سیار، کاظمی نژاد

عضو هیات علمی گروه ژنتیک، دانشگاه شهید

چمران اهواز

۱۳۹۲

سرشناسه : بیتس، آندرو دی BatesT Andrew D

عنوان و نام پدیدآور : توپولوژی DNA / آندرو دی باتس، آنتونی ماکسول، ترجمه سید رضا کاظمی نژاد

مشخصات نشر: اهورا قلم، ۱۳۹۲

مشخصات ظاهری : ۲۷۵ ص: مصور، جدول، نمودار

شابک : ۹-۰۶-۷۱۲۵-۶۰۰-۹۷۸

وضعیت فهرست نویسی : فیبا

یادداشت DNA Topolog, 2nd. ed, 2005

یادداشت : واژه نامه

شناسه افزوده : Maxwell, antony

موضوع : ۱. ان. ا. — ساختار

شناسه افزوده : کاظمی نژاد، سید رضا، ۱۳۴۶- مترجم

شناسه افزوده : ماکسول، آنتونی

رده بندی کنگره : ۱۳۹۲ ج ۲ / ۵ QP ۶۲۴

شماره کتاب شناسی ملی : ۳۲۲۸۹۲۵

رده بندی دیویی : ۸۱۲/۸۶۳۳



توپولوژی DNA (DNA Topology)

مترجم : دکتر سید رضا کاظمی نژاد

انتشارات : اهورا قلم

قطع : وزیری

نوبت چاپ : اول - تابستان ۱۳۹۶

چاپ : گاندی

تیراژ : ۱۰۰۰ نسخه

قیمت : ۲۰۰۰۰ تومان

ISBN:978-600-7125-06-9

ahoora.ghalam@yahoo.com

شابک : ۹-۰۶-۷۱۲۵-۶۰۰-۹۷۸

www.ahooraghalam.ir

آدرس: دزفول، خیابان خیمه‌گاه بین خیابان قاضی و میرداماد کوچه بنفشه پلاک ۱۹۴

تلفن تماس: ۰۹۱۶۶۴۱۵۸۹۴-۰۶۱۴۲۲۴۹۱۲۴

پیشگفتار مولفین

نسخه اصلی کتاب **DNA Topology** در سال ۱۹۹۳ میلادی به عنوان بخشی از سری کتاب های **"In Focus"** توسط انتشارات **IRL** و از آن پس با همکاری انتشارات **OUP** در آکسفورد به چاپ رسید. تالیف این سری کتاب ها برای مدت ها متوقف شد و **"DNA Topology"** سال ها چاپ نشد. تعداد زیادی از دوستان و همکاران، ما را به خاطر این کتاب مورد لطف قرار دادند، حتی در حدی که به طور منظم در منابع از کتاب تقدیر می شد و ما سال ها برای به روز کردن این کتاب حشر و کشتار گفتگو داشتیم. کتاب حاضر نسخه تجدید نظر شده و بسط داده شده کتاب **DNA Topology** است. زمانی که ما شروع به کار کردیم به نظر می رسید به روز کردن و گسترش این کتاب راحت باشد. نسبت به آنچه ما پیش بینی کرده بودیم دشوارتر بود و کار ما برای چاپ نسخه بازبینی حدود سه یا بیشتر از تاریخ تعیین شده طول کشید. این تاخیر به چند دلیل بود از جمله: مسئولیت های مضاعف و تعهدات خانوادگی و شاید مهمتر از همه این بود که ما در یک موسسه کار نمی کردیم. توانایی بحث و گفتگو در یک آزمایشگاه صرف ایمیل های متعدد و بحث های تلفنی طولانی مدت و سفر بین **Liverpool** و **Norwich** می شد. نهایتاً به روز رسانی کتاب ده سال بطول انجامید و در طی این مدت به پرسش مناسب و در برخی موارد به انتخاب روش کاملاً جدید نیاز داشتیم. هدف ما مانند قبل این بود که ماه به ماه به توبولوژی **DNA** را به صورت محسوس و جالب در آوریم و بین مباحث کتبی درسی در مورد این موضوع و مقالات مروری که ما تحت عنوان مطالعه بیشتر در کتاب آورده ایم ارتباط برقرار کنیم. برای این منظور ما سعی کرده ایم که نثر شیوا و ساده را به خصوص برای پاسخ به نظرات خاص همکارانمان بهبود ببخشیم. فصل اول تا حدی به روز و گسترده شد و از داده های خیلی مفیدی از **Stephen Neidle** و **Keith Fox** برخوردار است. در فصل دوم ما تاریخچه فرایچه را بیشتر توضیح داده ایم. این فصل همچنین دارای توضیحات مضاعفی در مورد تأثیر شرایط محلول روی ساختار و انرژی **DNA** فرایچه که به خصوص در ۱۰ سال اخیر خیلی پیشرفت کرده، می

باشد که مستقیماً منجر به بررسی زمینه فیزیکی و تئوری از دست دادن شکل DNA (خمیدگی و پیچش) و شبیه سازی های Monte Carlo در مولکول های فرایپچیده DNA می شود. همه این مباحث در کتاب اول (۱۹۹۳) وجود نداشت، شاید به این دلیل که ما برای درک صحیح آن به مشکل برنخورده بودیم. هر چند که یک مسئله رو به رشد در آن زمان نیز بود.

یکی از همکاران که نسخه اصلی کتاب را مطالعه کرد، پیشنهاد داد می بایست از خواننده های بیشتری رای مطالعه فصل سوم (DNA on surfaces)، جهت ساده نمودن مطالب، دعوت کنیم تا دلیل پیچیدگی ظاهری اش از ادامه کار منصرف نشویم. با وجود سنگین بودن مطالب فصل سوم، این کتاب چون این مبحث کامل نخواهد بود و ما این مشکل را درک می کنیم و امیدواریم که با توضیحات بیشتر (عکس ها و کادرهای جدید و ...) بتوانیم مطالب را هر چه بهتر ارائه دهیم. ما همچنین بحث DNA در کلشوزوم را که شامل جدیدترین اطلاعات ساختاری است، به روز کرده ایم. نقطه نظرات Andrew Travers بسیار کمک کننده بود و کاربرد قالب سطحی، تالوپ های DNA و آنالیز سکانس کل ژنوم را شرح داده است. در فصل چهارم بحث گره ها و کاتنان ها به طرز قابل ملاحظه ای به روز و بازبینی شده است. به خصوص بخش طبقه بندی و نامگذاری گره ها و کاتنان ها، که ما احساس کریم تا ندی پیچیده و گیج کننده است و اکنون این بحث قابل فهم تر شده و ما مدیون Andrzej Stasiak برای راهنمایی اش در این زمینه هستیم. فصل پنجم در ارتباط با آنزیم های توپوایزومراز DNA است. تا حد امکان به روز شده است. هر چند پیشرفت های سریعی در فهم ما از ساختار و مکانیسم آنزیمی در حال شکل گیری می باشد و احتمالاً این فصل خیلی سریع منسوخ خواهد شد، با این وجود ما پیش بینی می کنیم که مطالب اصلی همچنان معتبر باقی بمانند. یکی از تفاوت های عمده بین این چاپ و چاپ قبلی، نمایش ساختارهای کریستالی متعدد است که ارزش زیادی در پیشرفت فهم ما از ساختار و نقش توپوایزومرازها دارد. در فصل ششم، عواقب زیستی توپولوژی DNA، بازبینی و گسترده تر

شده است و همچنین حاوی مثال هایی در ارتباط با اهمیت توپولوژی DNA در زیست شناسی می باشد.

هیچ محدودیتی در حجم مطالبی که ما در این کتاب گنجانده ایم نبوده است و امیدواریم مثال هایی که آورده ایم برای به تصویر کشیدن اصل و اساس مطالب کافی بوده باشد. برای اینکه تصاویر سیاه و سفید و دو بعدی این کتاب را تکمیل کرده باشیم، وب سایت توپولوژی DNA را راه اندازی کرده ایم (<http://global.oup.com/booksites/content/0198506554>) که دارای تصاویر رنگی و سه بعدی ساختارهای DNA و توپوایزومرها و لینک های مفید و غیره میباشد. امیدواریم که این وب سایت منبع مفیدی واقع گردد.

البته تالیف این کتاب بدون کمک خیلی از افراد امکان پذیر نبود. ما از انتشارات OUP آکسفورد به خاطر همه حمایت ها و صبوری هایشان تشکر می کنیم. در بین همکاران دانشگاهی به خصوص از Keith Fox و Andrew Travers و ... برای خواندن مانسکریپت و ایده های ارزشمند آنان تشکر می کنیم. همچنین انتشارات این افراد و دیگرانی که اجازه دادند تصاویرشان در کتاب ما چاپ شود و از Liz Rawcliffe به خاطر کارش در وب سایت متشکریم.

تونی ماکسول (John Innes Centre, Norwich)

آندی باتس (University of Liverpool)

مقدمه مترجم

خداوند متعال را به خاطر الطاف بی حدش در توفیق نشر این کتاب و ارائه آن به دانشجویان و علاقمندان ژنتیک مولکولی، سپاس می دارم. کتاب حاضر ترجمه ای است از دومین ویرایش DNA Topology که در شش فصل توسط انتشارات آکسفورد چاپ شده است. این کتاب که با همت آندرو دی باتس و آنتونی ماکسول، هر دو از محققین برجسته دانشگاههای انگلستان به رشته تحریر درآمده، حاوی مطالبی پیشرفته در زمینه توپولوژی ماده ژنتیکی و سایر مطالب وابسته می باشد. پاسخ به سؤالاتی نظیر چرا DNA مانند یک گره پیچیده شده است؟ این ساختار گره مانند باید چه کاری انجام دهد و DNA چگونه عمل می کند؟ چگونه DNA این گره پیچیده را به منظور تغییر سرسختی ساختاری متفاوت باز می کند؟ نظریه ریاضی گره ها و اتصالات برای پاسخ به این سؤالات بسیار کمک می کند. به منظور اعمالی مانند پاسخگویی و انتقال اطلاعات، DNA باید خودش را از شکلی از گره مارپیچ به شکل دیگری تغییر دهد. عامل این تغییرات آنزیم ها هستند. آنزیم ها در طی این فرآیند هم چنین بریدن کران های DNA و ترکیب دوباره انتهای آنها، دقیقاً از قواعد هندسه و توپولوژی پیروی می نمایند. ریاضیات می تواند مدلی برای این فرایندهای پیچیده باشد. تمام این مباحث به دور گسترده و همراه با تصاویر متنوع در این مجموعه مورد بررسی قرار می گیرند.

امید است که این کتاب به نحو مطلوبی مورد استفاده دانشجو و علاقمندان به رشته بیولوژی مولکولی بویژه گرایش ژنتیک قرار گرفته و گامی هر چند کوچک، جهت ارتقای علمی خوانندگان آن باشد. از آنجا که این کتاب خالی از اشکال نیست، از کلیه اساتید و همکاران ارجمند استدعا دارم که نظرات و پیشنهادات ارزشمند خود را به آدرس دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده علوم - گروه ژنتیک، ارسال دارند. ضمناً از مدیریت محترم انتشارات اهورا قلم و پرسنل محترم آن بخاطر سرعت عمل در مراحل چاپ کتاب کمال تشکر و قدردانی را دارم.

دکتر سید رضا کاظمی نژاد

فهرست

۱۴	۱. ساختار DNA
۱۴	۱,۱ مقدمه
۱۴	۱,۲ ساختارهای DNA
۱۴	۱,۲,۱ مدل راتسون کریک
۲۱	۱,۲,۲ B-DNA
۲۲	۱,۲,۳ A-DNA
۲۳	۱,۲,۴ Z-DNA
۲۴	۱,۳ ساختارهای دیگر DNA
۲۴	۱,۳,۱ ساختارهای صلیبی و اتصالات پیدی
۲۹	۱,۳,۲ DNA های سه رشته ای و H-DNA
۳۱	۱,۳,۳ تلومر ها و DNA های چهار رشته ای
۳۳	۱,۴ خمیدگی ذاتی و انعطاف پذیری DNA
۳۴	۱,۴,۱ خمیدگی ذاتی
۳۶	۱,۴,۲ انعطاف پذیری DNA
۳۷	۱,۴,۳ خمیدگی DNA الحاق شده به وسیله ی پروتئین
۳۹	۱,۵ نتیجه گیری
	۱,۶ مطالعه ی بیشتر

۴۰	۱,۷ منابع
۴۸	۲. فرایچی های DNA
۴۸	۲,۱ مقدمه
۴۸	۲,۲ تاریخچه
۴۸	۲,۲,۱ مشکل ساختار دو رشته ای؟
۵۱	۲,۲,۲ DNA حلقوی بسته و فرایچی
۵۶	۲,۳ اندازه گیری DNA فرایچی
۵۶	۲,۳,۱ Linking number (عدد ارتباطی)
	۲,۳,۲ فرایچی, linking difference
۶۲	linking difference اختصاصی
۶۵	۲,۴ ویژگی های هندسی DNA حلزری بسته
۶۵	۲,۴,۱ پیچش و چرخش
۶۷	۲,۴,۲ تبدیل پیچش و چرخش به هم؟
۷۴	۲,۴,۳ ساختارهای پلکونمیک و توروئیدال؟
۷۶	۲,۴,۴ نامگذاری
۷۸	۲,۵ توپولوژی و هندسه ی DNA طبیعی
۷۸	۲,۵,۱ الکتروفورز در ژل آگارز پلاسمیدها
۷۹	۲,۵,۲ شل سازی با توپوایزومرازها
۸۱	۲,۵,۳ اثر شرایط محلول بر فرایچی
۸۴	۲,۵,۴ اثر مواد درج شونده

- ۲,۵,۵ ژل های دو بعدی..... ۸۶
- ۲,۵,۶ شل سازی در حضور درج شونده..... ۸۷
- ۲,۵,۷ اثر اتصال پروتئینی..... ۸۸
- ۲,۶ ترمودینامیک فرایچی DNA..... ۸۹
- ۲,۶,۱ تیتراسیون اتیدیوم بروماید..... ۸۹
- ۲,۶,۲ توزیع *Gaussian* توپوایزومرها..... ۹۲
- ۲,۶,۳ اثر اندازه ی حلقه ی DNA..... ۹۵
- ۲,۶,۴ انرژی آزاد فرایچی و شرایط محلول..... ۹۶
- ۲,۶,۵ فرایچی در DNA ای - تقوی کوچک..... ۹۸
- ۲,۷ بررسی های تئوری فرایچی های DNA..... ۱۰۲
- ۲,۷,۱ سختی پیچش و خمیدگی؟ هال پیوستگی؟..... ۱۰۳
- ۲,۷,۲ حجم حذف شده؟ و قطر موثر..... ۱۰۹
- ۲,۷,۳ تحریکات ساختار DNA و انرژیاتیک..... ۱۱۱
- ۲,۷,۴ کاربردهای تحریکات DNA حلقوی..... ۱۱۳
- ۲,۸ اثرات زیستی انرژی آزاد فرایچی..... ۱۱۸
- ۲,۸,۱ پایداری ساختارهای جایگزین به وسیله ی فرایچی DNA..... ۱۱۹
- ۲,۹ نتیجه گیری..... ۱۲۲
- ۲,۱۰ مطالعه ی بیشتر
- ۲,۱۱ منابع
- ۳ سطوح DNA..... ۱۲۴

۱۲۴	مقدمه ۳,۱
۱۲۵	تکرار مارپیچی DNA ۳,۲
۱۳۰	 surface linking treatment ۳,۳
۱۳۰	 <i>DNA winding number (Φ)</i> ۳,۳,۱
۱۳۲	 <i>Surface linking number (SLk)</i> ۳,۳,۲
۱۳۶	L _{TA} فرایچیده ی به هم تابیده شده ۳,۴
۱۴۰	نوکلئوزوم ۳,۵
۱۴۱	' <i>linking number paradox</i> ' و <i>Linking difference</i> ۳,۵,۱
	تجزیه و تحلیل اتمی ۳,۵,۲
۱۴۳	' <i>linking number paradox</i> ' ۳,۵,۲
۱۴۴	تکرار مارپیچی در سطح DNA ۳,۵,۳
۱۴۴	اندازه گیری های <i>hs</i> برای نوکلئوزوم ۳,۵,۴
۱۴۶	توپولوژی و هندسه ی DNA در نوکلئوزوم ۳,۵,۵
۱۴۹	ساختار نوکلئوزوم در تجزیه و تحلیل اتمی ۳,۵,۶
۱۵۲	خلاصه ۳,۵,۷
۱۵۳	نتیجه گیری ۳,۶
	مطالعه ی بیشتر ۳,۷
	منابع ۳,۸
۱۵۶	گره ها (Knots) و کاتنان ها ۴
۱۵۶	مقدمه ۴,۱

۴,۲	گره ها	۱۵۷
۴,۲,۱	وقوع گره ها	۱۵۷
۴,۲,۲	توصیف گره ها	۱۶۲
۴,۳	کاتنان ها	۱۶۸
۴,۳,۱	وقوع کاتنان ها	۱۶۸
۴,۳,۲	توصیف کاتنان ها	۱۷۰
۴,۴	انالیزهای گره ها و کاتنان ها	۱۷۳
۴,۵	گره ها و کاتنان ها به عنوان کاوشگرهای برهم کنش DNA پروتئین	۱۷۶
۴,۶	نتیجه گیری	۱۸۱
۴,۷	مطالعه ی بیشتر	
۴,۸	منابع	
۵	توپوایزومرازهای DNA	۱۸۴
۵,۱	مقدمه	۱۸۴
۵,۲	واکنش های توپوایزومرازها	۱۸۶
۵,۳	ساختارها و مکانیسم های توپوایزومرازها	۱۹۱
۵,۳,۱	توپوایزومرازهای نوع ۱	۱۹۳
۵,۳,۲	توپوایزومرازهای نوع ۲	۱۹۹
۵,۴	توپوایزومرازها به عنوان اهداف دارویی	۲۰۴
۵,۵	نقش زیستی توپوایزومرازها	
۵,۶	نتیجه گیری	

۵,۷ مطالعه ی بیشتر

۵,۸ منابع

۶ نتایج (اثرات) زیستی توپولوژی DNA ۲۱۰

۶,۱ مقدمه: حضور توپولوژی ۲۱۰

۶,۱,۱ اثرات زیستی کلی فرایچی منفی ۲۱۱

۶,۲ ساختار ژنوم ۲۱۵

۶,۲,۱ پروکاریوت ۲۱۵

۶,۲,۲ یوکاریوت ۲۱۹

۶,۳ همانندسازی ۲۲۳

۶,۳,۱ شروع همانندسازی ۲۲۳

۶,۳,۲ طولی سازی ۲۲۴

۶,۳,۳ پایان همانندسازی ۲۲۶

۶,۴ کنترل بیان ژن ۲۳۰

۶,۴,۱ اتصال RNA پلیمراز ۲۳۰

۶,۴,۲ پروتئین های تنظیم کننده ی رونویسی ۲۳۵

۶,۵ رونویسی: مدل دومین سوپرکویل دوقلو ۲۴۰

۶,۵,۱ نقش توپوایزومرازها در رونویسی ۲۴۲

۶,۶ نوترکیبی ۲۴۴

۶,۶,۱ نوترکیبی عمومی ۲۴۴

۶,۶,۲ نوترکیبی جایگاه ویژه ۲۴۵

۶,۶,۲,۱نوترکیبی از نوع ایتگراز..... ۲۴۷

۶,۶,۲,۲نوترکیبی از نوع رزولواز..... ۲۵۴

۶,۷نتیجه گیری..... ۲۵۹

۶,۸ مطالعه ی بیشتر

۶,۹ منابع

واژه نامه..... ۲۶۰