



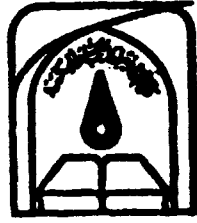
توسعه
و
توسعه

۱۸۲۴

۸۰۵ - قزوین - اردو

۶۰۴

۱۸۲۴



دانشگاه تربیت مدرس

وزارت آموزش عالی و تربیت مدرس
جمهوری اسلامی ایران

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده علوم پزشکی

۱۳۸۰ / ۱۱ / ۲۴

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد بیوشیمی بالینی

مطالعه اثر اجزاء مولکولی زعفران ایران بر ساختار DNA
در شرایط آزمایشگاهی

اعظم بولحسنی سنجانی 016229

استاد راهنما:

دکتر سیده زهرا بطحائی

استاد مشاور:

دکتر علی اکبر موسوی موحدی

۳۹۳۷۸

پائیز ۱۳۸۰

۳۹۳۷۸

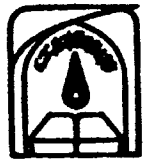
اللهم اخرجني من ظلمات الوهم

و اكرمني بنور الفهم

اللهم افتح علينا ابواب رحمتك

و انشر علينا خزائن علومك

برحمتك يا ارحم الراحمين



بسمه تعالی

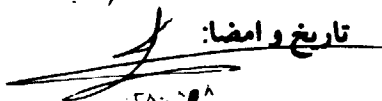
آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

- ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.
- ماده ۲ در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:
«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد / رساله دکتری نگارنده در رشته سوسیالسی است که در سال ۱۳۸۰ در دانشکده علوم تربیتی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم / جناب آقای دکتر زهرا لطفی مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر علیرضا کرمی و مشاوره سرکار خانم / جناب آقای دکتر _____ از آن دفاع شده است.»
- ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر سوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.
- ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.
- ماده ۵ دانشجوی تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.
- ماده ۶ اینجناب اعظم سوسن سجانی دانشجوی رشته سوسیالسی مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: اعظم سوسن سجانی

تاریخ و امضا:



۱۳۸۷/۰۵/۰۸

«فرم تأییدیه اعضای هیأت داوران مندرج در پایان نامه کارشناسی ارشد»

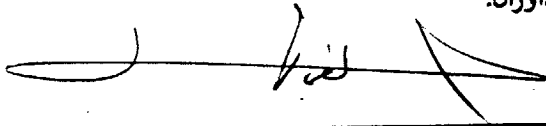
بدینوسیله پایان نامه کارشناسی ارشد خانم اعظم بوالحسنی سنجانی

رشته: بیوشیمی بالینی گرایش:

تقدیم می شود. اینجانبان نسخه نهائی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوی بررسی و تأیید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد پیشنهاد می کنیم.

نام و نام خانوادگی و امضاء اعضای هیأت داوران:


سرکار خانم دکتر بطحایی (ستاد راهنما)



جناب آقای دکتر موسوی موحدی (استاد مشاور)



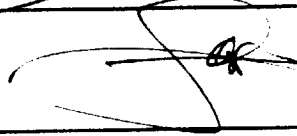
جناب آقای دکتر عباس صاحبقدم لطفی (نماینده تحصیلات تکمیلی)



سرکار خانم دکتر کرمی تهرانی (استاد ناظر)



جناب آقای دکتر فرزانی (استاد ناظر)



تقدیم:

به نام خداوند بخشنده مهربان

هر چیز را در هستی پایانی است جز ذات هستی بخش، پروردگار عالمیان. او که به ما قدرت داد تا آغاز کنیم، یادگیریم و سپس یادگرفته‌ها را به دیگران بخشیم و بدین وسیله نشر علم کنیم. امیدوارم که در راه کسب علم، آغاز و پایان کارم همیشه مورد رضایت ذات احدیت و برکت برای تمام مسلمین قرار گیرد و اتمام کارم در کارشناسی ارشد شروع شکوفائی جدیدی در عرصه‌های دیگر علمی باشد. انشاء... تعالی.

همه انسانها در لحظه لحظه عمرشان محتاج ارشاد و راهنمایی هستند تا به خطا نروند و برای من بهترین راهنما و ارشاد کننده و محرکم در زندگی، مادر دلسوز و فداکارم، پدر مهربان و گرامیم و خواهر و معلم عزیزم فاطمه، که با مرگ زودرس خود در اوان جوانی قلب ما را به درد آورده و جای خالیش را همیشه احساس می‌کنیم. این گوه‌ر پاک و زلال با شمع وجود خود بعد از گذشت چند سال از عروجش، کلامش روشنی بخش زندگی من بوده است و از لغزشها و اشتباهات من در زندگی کاسته است و همچنین برادر عزیزم، عباس و خواهر محبوبم معصومه که مشوق اصلی من در زندگی بوده‌اند.

من ضمن تشکر فراوان و سپاس بیکران از تمام اعضای خانواده‌ام، این پایان‌نامه را تقدیم به مادر صبور و دلسوزم، پدر مهربانم و روشنی بخش و مشوق زندگی فاطمه عزیزم می‌کنم. با سپاس از الطاف خداوندی که چنین خانواده‌ای را به من بخشید و از خدای متعال برای همه اعضای خانواده‌ام سلامتی، عزت و بهروزی را مسئلت دارم.

تشکر و قدردانی

با سپاس و تشکر فراوان از زحمات بی دریغ، سرکارخانم دکتر سیده زهرا بطحایی که سمت استاد راهنمایی مرا پذیرفته و در مدتی که با ایشان همکار بودم نه تنها از معلومات علمی ایشان بلکه از فضائل اخلاقی این استاد عزیز بهره‌مند بوده‌ام.

باسپاس فراوان از استاد بزرگوارم، جناب آقای دکتر علی اکبر موسوی موحدی که توفیق برخورداری از راهنمایی‌ها و مشاوره ایشان را داشته‌ام.

با سپاس و تشکر از اعضای محترم هیئت داوران سرکارخانم دکتر کرمی و جناب آقای دکتر فرزایی که نظارت این رساله را بر عهده داشتند و نیز جناب آقای دکتر لطفی که به عنوان نماینده منتخب تحصیلات تکمیلی در جلسه حضور داشتند.

بر خود لازم می‌دانم از آقایان، دکتر یآوری، دکتر رنجبر، مهندس غفاری، دکتر حکمت شعار و دکتر نجفی که در پیشبرد اهداف این پایان‌نامه همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی نمایم و همچنین از زحمات کارشناسان آزمایشگاه بیوشیمی بالینی، سرکارخانم اعتمادی و سرکارخانم افشار کمال تشکر را دارم.

با تشکر از دوستان خوبم، ورودی سال ۱۳۷۷ که لحظات خوبی را در طول سالهای تحصیل در کنارشان داشته‌ام، به ویژه از همکاران گرامی آقایان معتمدی، سعادت‌مندزاده و صادقی که از خداوند منان آرزوی توفیق روزافزون را برایشان خواهانم.

چکیده:

کاروتنوئیدها و آلدئیدهای - منوترین موجود در زعفران ایران (گونه کروکوس سباتیووس)، به عنوان اجزاء اصلی، برای اولین بار جداسازی و خالص شد. کروسین (ها) و پیکروکروسین (ها) با استفاده از کروماتوگرافی ستونی آلومینیوم - ۹۰ فعال جدا شد. هیدرولیز اسیدی عصاره آبی زعفران نیز برای جداسازی اجزاء دیگر استفاده شد. ماده هیدرولیز شده در حلال تغلیظ شد. جزء فرار (سافرانال) با تله سرمایی در ۷۸- درجه سانتیگراد جمع شد و بخش غیرفرار در ۴- درجه سانتیگراد ذخیره گردید. دی متیل کروسستین از طریق هیدرولیز قلیائی عصاره متانولی زعفران استخراج و بعد در مخلوط مساوی از دی کلرومتان - دی اتیل اتر کریستالیزه شد. خلوص و ساختار تمام اجزاء جدا شده، با استفاده از طیف سنجی های UV-Vis، TLC، HPLC، JR و NMR-۵۰۰ و اندازه گیری نقطه ذوب آنها تعیین شد.

میان کنش زعفران و تمام اجزاء جدا شده مذکور با DNA بررسی شد. مکانیزم غیرفروروندگی و تغییرات بنای فضایی DNA، شاید به دلیل برهم خوردن رج بندی بازها، توسط نمودارهای CD نشان داده شد.

کروسین، پیکروکروسین و سافرانال موجب فرونشانی نشر کمپلکس DNA- اتیدیوم بر مایند شدند. آنالیز اسکاچارد فرونشانی، مکانیزم غیرجانبجائی را نشان داد یعنی این لیگاندها بین جفت بازهای DNA فرو نمی روند.

بر اساس نتایج بدست آمده، اتصال این لیگاندها به اطراف DNA، احتمالاً به شکاف کوچک، پیشنهاد می شود. پارامترهای پیوندی برای اتصال کروسین به DNA از فرونشانی نشر این لیگاند توسط DNA محاسبه گردید. نمودار اسکاچارد، منحنی دو مرحله ای را که بیانگر وجود دو دسته جایگاه در DNA برای کروسین است، نشان داد. پارامترهای n و K برای دسته جایگاه اول به ترتیب عبارتند از: $0/54$ و $2 \times 10^5 M^{-1}$. همچنین مطالعات اسپکتروفوتومتری و آنالیز اسکاچارد برای میان کنش کروسستین با DNA، نشان دهنده وجود دو دسته جایگاه برای این لیگاند روی DNA است. پارامترهای n و K برای دسته جایگاه اول به ترتیب عبارتند از: $0/068$ و $1 \times 10^8 M^{-1}$.

کلمات کلیدی: کروسین، کروسستین، دی متیل کروسستین، پیکروکروسین، سافرانال، DNA

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه و کلیات
۲	بخش اول - شناخت زعفران و اثرات آن
۲	۱-الف-۱- معرفی ریشه لغوی واژه زعفران
۲	۱-الف-۲- پیشینه باستانی زعفران
۴	۱-الف-۳- تاریخچه کلی و مشخصات گیاه‌شناسی جنس زعفران
۱۰	۱-الف-۴- شیمی زعفران
۱۰	۱-الف-۴-الف-۱- کروسین
۱۲	۱-الف-۴-ب- انواع دیگری از استرهای کاروتنوئیدی
۱۵	۱-الف-۴-ج- کروستین
۱۸	۱-الف-۴-د- چگونگی بیوسنتز کاروتنوئیدهای ۲۰ کربنی در کلالة زعفران
۲۱	۱-الف-۴-هـ- پیکروکروسین
۲۴	۱-الف-۴-و- سنتز سافرانال
۲۴	۱-الف-۴-ز- کربوهیدراتها
۲۶	۱-الف-۴-ژ- مواد معدنی
۲۶	۱-الف-۴-س- ویتامین‌ها
۲۶	۱-الف-۴-ش- چربی
۲۸	۱-الف-۴-ژ- عوامل موثر بر آنزیم‌ها
۲۸	۱-الف-۵-اسانس‌ها (روغنهای فرار)
۳۲	۱-الف-۶- شناخت زعفران حقیقی و تشخیص آن از تقلبی
۳۳	۱-الف-۷- بیمانه‌های گیاه زعفران
۳۴	۱-الف-۸- کاربرد زعفران در طب جدید
۳۴	۱-الف-۹- زیانهای زعفران

عنوان	صفحه
۱- الف - ۱۰- اثرات بیوشیمیایی و بالینی زعفران	۳۵
۱- الف - ۱۱- اثر عوامل محیطی روی زعفران	۴۲
۱- الف - ۱۲- آلرژی نسبت به گیاه زعفران	۴۳
۱- الف - ۱۳- بررسی ترکیبات فرار زعفران ایران و مقایسه آن با زعفران اسپانیا	۴۴
بخش دوم - برخی روشهای عملی برای مطالعات میان کنش داروها با DNA	۴۷
۱- ب - ۱- برخی از روشهای اسپکتروفتومتری متداول	۴۷
الف - اسپکتروفتومتری	۴۷
ب - اسپکتروفلوریمتری	۴۷
ج - دورنگ نمایی دورانی	۵۰
۱- ب - ۲- دورنگ نمایی دورانی کنتورماسیونهای DNA	۵۱
۱- ب - ۳- بررسی میان کنش های برخی لیگاندها با DNA	۵۳
بخش سوم - مروری بر مطالعات گذشته پیرامون زعفران	۵۸
بخش چهارم - هدف از تحقیق حاضر	۶۱

فصل دوم: مواد و روشها

مواد	۶۳
بخش اول - روشهای استخراج	۶۳
۲- الف - ۱- تشخیص زعفران اصیل از زعفران تقلبی	۶۳
۲- الف - ۲- تعیین طیف جذبی زعفران در حلالهای مختلف	۶۳
۲- الف - ۳- بررسی پایداری زعفران و اجزاء آن در حلالهای مختلف	۶۴
۲- الف - ۴- روشهای استخراج اجزاء مهم زعفران ایران	۶۴
۲- الف - ۴- الف - تخلیص پیکروکروسین و کروسین	۶۴
۲- الف - ۴- ب- روش دیگر تخلیص کروسین از زعفران	۶۵

عنوان	صفحه
۲-الف-۴-ج- تولید دی‌متیل کروستین	۶۵
۲-الف-۴-د- جداسازی سافرانال و کروستین	۶۵
۲-الف-۴-هـ- روش دیگری برای تولید کروستین	۶۶
۲-الف-۵- روشهای شناسایی اجزاء استخراج شده از زعفران ایران	۶۶
۲-الف-۶- تعیین ضریب جذب مولی برای برخی ترکیبات	۶۷
بخش دوم - مطالعه میان کنش هر یک از اجزاء با DNA	۶۸
۲-ب-۱- مطالعه میان کنش DNA و اجزاء حاصل از زعفران توسط روش اسپکتروفتومتری	۶۸
۲-ب-۲- تعیین پارامترهای پیوندی میان کنش کروستین با DNA توسط روش اسپکتروفتومتری	۶۸
۲-ب-۳- تعیین پارامترهای پیوندی میان کنش کروسین با DNA توسط فلوریمتری	۶۹
۲-ب-۴- بررسی میان کنش اتیدیوم بر مایند با DNA در حضور لیگاندهای مختلف	۷۱
۲-ب-۵- بررسی پایداری DNA در حضور لیگاندها	۷۲
۲-ب-۶- دورنگ نمایی دورانی	۷۳

فصل سوم: نتایج

بخش اول- نتایج مربوط به روشهای استخراج اجزاء مهم زعفران ایران	۷۶
۳-الف-۱- تخلیص پیکروکروسین و کروسین	۷۸
۳-الف-۲- تولید دی‌متیل کروستین	۸۹
۳-الف-۳- جداسازی سافرانال و کروستین	۹۴
۳-الف-۴- تعیین ضریب جذب مولی	۹۹
بخش دوم - نتایج میان کنش اجزاء جدا شده از زعفران با DNA	۱۰۱
۳-ب-۱- نتایج حاصل از میان کنش عصاره آبی زعفران با DNA	۱۰۱

عنوان	صفحه
۳-ب-۲- میان کنش کروسین با DNA	۱۰۱
۳-ب-۳- میان کنش کروستین با DNA	۱۱۲
۳-ب-۴- میان کنش دی متیل کروستین با DNA	۱۱۶
۳-ب-۵- میان کنش پیکروکروسین با DNA	۱۲۱
۳-ب-۶- میان کنش سافرانال با DNA	۱۲۶

فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری کلی

بخش اول- بحث پیرامون استخراج اجزاء مهم زعفران ایران	۱۳۲
بخش دوم - بحث پیرامون میان کنش اجزاء مهم زعفران با DNA	۱۳۸
نتیجه گیری کلی	۱۴۸

فصل پنجم

منابع و مأخذ	۱۵۰
--------------	-----

راز انحصاری آران هم ایران
 زیاده طلبان

فهرست جدا اول:

جدول ۱-۱: مواد فرار عمده در زعفران	۳۱
جدول ۲-۱: مقایسه زعفران ایران و اسپانیا در نگاه کلی از نظر ترکیبات فرار	۴۶
جدول ۱-۳: آنالیز داده ها در میان کنش اتیدیوم بر مایند با DNA در حضور کروسین	۱۰۷
جدول ۲-۳: پارامترهای محاسبه شده برای بررسی پایداری DNA در مقابل DTAB، در حضور کروسین و کروستین	۱۱۰
جدول ۳-۳: پارامترهای محاسبه شده برای بررسی پایداری DNA در مقابل DTAB، در حضور غلظتهای مختلف دی متیل کروسین	۱۱۹
جدول ۴-۳: آنالیز داده ها در میان کنش اتیدیوم بر مایند با DNA در حضور پیکروکروسین	۱۲۳

عنوان	صفحه
جدول ۳-۵: پارامترهای محاسبه شده برای بررسی پایداری DNA در مقابل DTAB، در حضور غلظتهای مختلف پیکروکروسین	۱۲۴
جدول ۳-۶: آنالیز داده‌ها در میان کنش اتیدیوم بر مایند با DNA در حضور سافرانال	۱۲۸
جدول ۳-۷: پارامترهای محاسبه شده برای بررسی پایداری DNA در مقابل DTAB، در حضور حجمهای مختلف سافرانال	۱۲۹

فهرست نمودارها و شکلها

تصویر ۱-۱: تصویر غنچه و گل باز شده زعفران خوراکی	۶
تصویر ۱-۲: تصویر کلاله و خامه زعفران خوراکی	۷
تصویر ۱-۳: کاربوتیپ زعفران خوراکی و زعفرانهای وحشی	۹
شکل ۱-۴: ساختمان کروسین	
شکل ۱-۵: ساختمان دی متیل کروسین	۱۷
شکل ۱-۶: ساختمان کروسین طبیعی در زعفران (۶-سیس)	۱۸
شکل ۱-۷: مسیرهای ممکن برای تشکیل مشتقات کروسین	۲۰
شکل ۱-۸: هیدروکربنهای ۴۰ کربنی جدا شده از عصاره زعفران	۲۱
شکل ۱-۹: تبدیل شیمیایی و آنزیمی پیکروکروسین به سافرانال	۲۲
شکل ۱-۱۰: ساختمان قدیمی پیکروکروسین	۲۳
شکل ۱-۱۱: ساختمان جدید پیکروکروسین	۲۳
شکل ۱-۱۲: سنتز سافرانال به روش کوهن و ونت	۲۴
شکل ۱-۱۳: ساختار استروئیدهای مهم زعفران	۲۷
شکل ۱-۱۴: محدودیت شدت فلورسانس در غلظتهای بالا	۴۹
شکل ۱-۱۵: ساختمان اتیدیوم بر مایند	۵۷
نمودار ۳-۱: طیف اسپکتروفتومتری عصاره آبی زعفران	۷۷

- نمودار ۳-۲: تغییرات جذب نمونه‌های خارج شده از ستون کروماتوگرافی جذب سطحی . ۷۹
- نمودار ۳-۳: شمای TLC مربوط به پیکروکروسین و کروسین ۸۱
- نمودار ۳-۴: طیف اسپکتروفتومتری پیکروکروسین و کروسین در اتانول ۸۲
- نمودار ۳-۵: طیف IR پیکروکروسین جداشده از زعفران ایران ۸۳
- نمودار ۳-۶: طیفهای NMR کربن و هیدروژن مربوط به پیکروکروسین ۸۵
- نمودار ۳-۷: آنالیز HPLC کروسین و پیکروکروسین استخراج شده از کلانه زعفران ۸۶
- نمودار ۳-۸: طیفهای IR و NMR هیدروژن کروسین جداشده از زعفران ایران ۸۸
- نمودار ۳-۹: طیف اسپکتروفتومتری دی‌متیل کروسین در دی‌کلرومتان ۸۹
- نمودار ۳-۱۰: طیفهای NMR کربن و هیدروژن مربوط به دی‌متیل کروسین ۹۱
- نمودار ۳-۱۱: طیف IR و دی‌متیل کروسین جداشده از زعفران ایران ۹۲
- نمودار ۳-۱۲: آنالیز HPLC دی‌متیل کروسین استخراج شده از کلاله زعفران ۹۳
- نمودار ۳-۱۳: طیفهای اسپکتروفتومتری سافرانال و کروسین ۹۴
- نمودار ۳-۱۴: طیفهای IR مربوط به کروسین استاندارد و کروسین استخراج شده از زعفران ایران ۹۵
- نمودار ۳-۱۵: طیف NMR هیدروژن مربوط به سافرانال ۹۶
- نمودار ۳-۱۶: آنالیز HPLC مربوط به کروسین استاندارد و کروسین استخراج شده از زعفران ایران ۹۷
- نمودار ۳-۱۷: آنالیز HPLC مربوط به سافرانال ۹۸
- نمودار ۳-۱۸: تعیین ضریب جذب مولی پیکروکروسین و کروسین ۹۹
- نمودار ۳-۱۹: تعیین ضریب جذب مولی کروسین و دی‌متیل کروسین ۱۰۰
- نمودار ۳-۲۰: بررسی تغییرات جذب DNA در اثر تیتراژ شدن با عصاره آبی زعفران ۱۰۲
- نمودار ۳-۲۱: تغییرات جذب DNA ۲۶۰nm در اثر تیتراژ شدن با کروسین و بالعکس ۱۰۳

نمودار ۳-۲۲: تغییرات درصد نشر فلورسانس کروسین در حضور DNA و رسم نمودار اسکاچارد.....	۱۰۵
نمودار ۳-۲۴: طیفهای CD مربوط به DNA در حضور غلظت‌های مختلف کروسین	۱۰۸
نمودار ۳-۲۵: تغییرات جذب DNA ۲۶۰nm در اثر تیتراژ شدن با DTAB در غیاب و حضور کروسین و کروسیتین و نمایش تغییرات ΔG مربوط به آن	۱۱۱
نمودار ۳-۲۶: تغییرات جذب DNA در طول موج ۲۶۰nm پس از تیتراژ شدن با کروسیتین و بالعکس	۱۱۳
نمودار ۳-۲۷: نمودار اسکاچارد برای میان‌کنش کروسیتین با DNA	۱۱۴
نمودار ۳-۲۸: طیفهای CD مربوط به DNA در حضور غلظت‌های مختلف کروسیتین	۱۱۵
نمودار ۳-۲۹: تغییرات جذب DNA در طول موج ۲۶۰nm در اثر تیتراژ شدن با دی‌متیل کروسیتین	۱۱۷
نمودار ۳-۳۰: طیفهای CD مربوط به DNA تیموس گوساله در حضور غلظت‌های مختلف دی‌متیل کروسیتین	۱۱۸
نمودار ۳-۳۱: تغییرات جذب DNA ۲۶۰nm در اثر تیتراژ شدن با DTAB در حضور غلظت‌های مختلف دی‌متیل کروسیتین و نمایش تغییرات ΔG مربوط به آن	۱۲۰
نمودار ۳-۳۲: بررسی تغییرات جذب DNA ۲۶۰nm در اثر تیتراژ شدن با پیکروکروسین ..	۱۲۱
نمودار ۳-۳۳: نمودارهای اسکاچارد برای میان‌کنش اتیدیوم برماید با DNA در حضور پیکروکروسین	۱۲۳
نمودار ۳-۳۴: تغییرات جذب DNA ۲۶۰nm در اثر تیتراژ شدن با DTAB در حضور غلظت‌های مختلف پیکروکروسین و نمایش تغییرات ΔG مربوط به آن	۱۲۵
نمودار ۳-۳۵: بررسی تغییرات جذب DNA ۲۶۰nm در اثر تیتراژ شدن با سافرانال	۱۲۶
نمودار ۳-۳۶: نمودارهای اسکاچارد میان‌کنش اتیدیوم برماید با DNA در حضور سافرانال	۱۲۷