



اصول ومبانی مهندسی ژنتیک

مولفان:

دکتر محمدعلی ابراهیمی دکتر مسعود توحیدفر

مهندس ائلیاز احمدی نیک

سرشناسه	:	ابراهیمی، محمد علی، ۱۳۴۸-
عنوان و نام پدید آور	:	اصول و مبانی مهندسی ژنتیک؛ محمد علی ابراهیمی، مسعود توحیدفر، ائلیاز احمدی نیک
مشخصات نشر	:	تهران: دانشگاه پیام نور، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	:	چهارده، ۲۶۹ ص:؛ مصور (رنگی)، جدول (رنگی)، نمودار (رنگی).
فروست	:	دانشگاه پیام نور: ۲۰۶۳. دانشکده علوم کشاورزی؛ ۱/۸۹
شابک	:	978 964 14 - 0109 - 4
وضعیت فهرست نویسی	:	فیا.
یادداشت	:	واژه نامه.
یادداشت	:	کتابنامه: ص. ۲۴۷-۲۵۶.
موضوع	:	ژنتیک - مهندسی
موضوع	:	ژنتیک - آموزش برنامه‌ای
موضوع	:	ژنتیک - راهنمای آموزشی (عالی)
شناسه افزوده	:	توحیدفر، مسعود، ۱۳۴۶
شناسه افزوده	:	احمدی نیک، ائلیاز، ۱۳۶۱.
شناسه افزوده	:	دانشگاه پیام نور.
رده بندی کنگره	:	۱۳۹۳ ۶الف۲/الف۴۰/۴QH۴۴۰
رده بندی دیویی	:	۵۷۶/۵۰۷۶
شماره کتابشناسی ملی	:	۳۵۹۱۸۱۳



اصول و مبانی مهندسی ژنتیک

مؤلفان: دکتر محمد علی ابراهیمی - دکتر مسعود توحیدفر - مهندس ائلیاز احمدی نیک

ویراستار علمی: دکتر کسری اصفهانی

تهیه و تولید: مدیریت تولید محتوا و تجهیزات آموزشی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه پیام نور

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

نوبت و تاریخ چاپ: چاپ اول مهر ۱۳۹۳

شابک: ۹۷۸ - ۹۶۴ - ۱۴ - ۰۱۰۹ - ۴

ISBN: 978 - 964 - 14 - 0109 - 4

فروش این کتاب فقط از طریق نمایندگی‌های دانشگاه پیام نور مجاز می باشد و فروش

آن در سایر مراکز فروش کتاب موجب تعقیب قانونی فروشنده خواهد گردید

(کلیه حقوق نشر اعم از چاپی، الکترونیکی، تصویری، صوتی و اینترنتی برای دانشگاه پیام نور محفوظ است)

قیمت: ۱۰۵۰۰۰ ریال

امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.

مقام معظم رهبری

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چندهزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربراست. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برآیمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد و رهبر معظم انقلاب اسلامی نیز از این وضعیت بارها اظهار کله و ناخشنودی نموده‌اند.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشأن خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «إِقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی هم‌رزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

ابوالفضل فراهانی

رئیس دانشگاه پیام‌نور

فهرست

پیش گفتار	.....	سیزده
فصل اول. مقدمه، تاریخچه و کاربردهای مهندسی ژنتیک	.....	۱
اهداف کلی	.....	۱
اهداف یادگیری	.....	۱
مقدمه	.....	۲
۱-۱ کاربردهای مهندسی ژنتیک و موجودات تراریخته	.....	۸
۱-۱-۱ ارتقای کیفیت محصولات	.....	۸
۱-۱-۲ افزایش مستقیم عملکرد گیاهان	.....	۹
۱-۱-۳ مهندسی پروتئین	.....	۹
۱-۱-۴ تولید گیاهان تراریخته مقاوم به تنش های محیطی	.....	۱۱
۱-۱-۵ گیاهان تراریخته مقاوم به تنش های زنده	.....	۱۱
۱-۱-۶ گیاهان تراریخته مقاوم به تنش های غیرزنده	.....	۱۳
۱-۱-۷ ایجاد مقاومت به علف کش ها	.....	۱۴
۱-۱-۸ بهبود کیفیت انباری، افزایش دوام و رنگ گل ها	.....	۱۴
۱-۱-۹ تولید واکسن های خوراکی، مواد شیمیایی، دارویی و غیره	.....	۱۵
۱-۱-۱۰ تولید گیاهان تراریخته نرعیقم	.....	۱۶
۱-۱-۱۱ حیوانات تراریخته	.....	۱۷
۱-۱-۱۲ میکروب های تراریخته	.....	۱۷
۱-۱-۱۳ ژن درمانی	.....	۱۸
۲-۱ ملاحظات احتمالی مهندسی ژنتیک	.....	۱۸
خودآزمایی	.....	۲۰

۲۱	فصل دوم. ابزارهای دست‌ورزی ژن و ساخت DNA نو ترکیب
۲۱	اهداف کلی
۲۱	اهداف یادگیری
۲۱	مقدمه
۲۲	۱-۲ پلیمرازها
۲۵	۲-۲ نوکلئازها
۲۶	۳-۲ تپ ۱ آنزیم
۲۸	۴-۲ روش نام‌گذاری آنزیم‌های تپ II
۲۸	۵-۲ تعریف واحد آنزیمی
۲۸	۶-۲ نگهداری آنزیم‌های محدودکننده
۲۹	۷-۲ نکات لازم برای کار با آنزیم‌های محدودکننده داخلی نوع دوم
۳۰	۸-۲ Star Activity
۳۰	۹-۲ ایزوشیمرازها
۳۱	۱۰-۲ نوکلئاز SI
۳۲	۱۱-۲ آنزیم DNase I
۳۲	۱۲-۲ آنزیم RNase A
۳۲	۱۳-۲ آنزیم RNase H
۳۳	۱۴-۲ آنزیم کلسو
۳۳	۱۵-۲ آنزیم لیگاز
۳۴	۱۶-۲ آنزیم‌های تغییردهنده DNA
۳۶	۱۷-۲ تبدیل انتهای صاف به انتهای چسبیده
۳۸	۱۸-۲ همسانه‌سازی
۴۳	۱۹-۲ غربالگری
۴۴	۱-۱۹-۱ غیرفعال‌سازی یک ژن عملکردی
۴۶	۲-۱۹-۲ روش غیرفعال‌سازی یک ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک
۴۶	۳-۱۹-۲ روش PCR مستقیم
۴۷	خودآزمایی
۴۹	فصل سوم. تهیه DNA خالص و الکتروفورز
۴۹	اهداف کلی
۴۹	اهداف یادگیری
۴۹	مقدمه
۵۰	۱-۳ جداسازی DNA
۵۱	۱-۱-۳ روش‌های جداسازی DNA
۵۳	۲-۳ جداکردن DNA ژنومی با وزن مولکولی بالا
۵۳	۱-۲-۳ جداکردن اسید نوکلئیک از سلول‌های باکتریایی

۵۳	۳-۳ آزمایش‌های مقدماتی پلاسمید و روش‌های جذب
۵۴	۴-۳ جداسازی پلاسمید
۵۴	۵-۳ جداسازی اسید نوکلئیک از فاز
۵۵	۶-۳ الکتروفورز بر روی ژل
۵۶	۳-۶-۱ انواع ژل
۵۶	۳-۶-۲ SDS-PAGE
۵۷	۷-۳ حرکت قطعات DNA در آگاروز
۵۸	۸-۳ غلظت آگاروز
۵۸	۹-۳ شکل مولکولی
۵۸	۳-۱۰ ولتاژ
۵۹	۳-۱۱ بافر الکتروفورز
۵۹	۳-۱۲ جداسازی DNA از ژل
۶۰	۳-۱۳ ژل آگاروز
۶۰	۳-۱۴ جداسازی قطعات بزرگ DNA
۶۱	خودآزمایی
۶۳	فصل چهارم. انواع ناقل‌های همسانه‌سازی
۶۳	اهداف کلی
۶۳	اهداف یادگیری
۶۴	مقدمه
۶۴	۴-۱ پلاسمید
۶۶	۴-۱-۱ همانندسازی
۶۶	۴-۱-۲ گروه‌های ناسازگار
۶۶	۴-۱-۳ کنترل تعداد نسخه
۶۶	۴-۱-۴ قسمت‌بندی (تفکیک)
۶۷	۴-۲ انواع پلاسمیدها
۶۷	۴-۲-۱ پلاسمیدهای هم‌یوغ و غیرهم‌یوغ (پیوسته و غیرپیوسته)
۶۷	۴-۳ طبقه‌بندی پلاسمیدها بر اساس عملکرد
۶۹	۴-۴ ساختمان پلاسمیدها
۶۹	۴-۵ مبدأ همانندسازی (Ori)
۶۹	۴-۶ نشانگرهای انتخابی
۷۰	۴-۷ جایگاه همسانه‌سازی
۷۰	۴-۸ همانندسازی پلاسمیدها
۷۰	۴-۹ پلاسمیدها به عنوان ناقل
۷۰	۴-۹-۱ انواع پلاسمیدها بر اساس نوع همانندسازی
۷۳	۴-۱۰ برخی پلاسمیدهای ناقل مهم

۷۳	۱-۱۰-۴ pUC18 و pBR322
۷۴	۲-۱۰-۴ pUC19
۷۵	۳-۱۰-۴ پلاسمیدهای مخمیری
۷۵	۱۱-۴ پلاسمید Ti
۷۹	۱۲-۴ باکتریوفازها به عنوان ناقل ها
۷۹	۱۳-۴ ساختار باکتریوفازها
۸۰	۱۴-۴ مکانیسم آلودگی میزبان
۸۲	۱۵-۴ چرخه تکثیر فاز
۸۲	۱-۱۵-۴ حلقوی شدن کروموزوم فاز
۸۳	۲-۱۵-۴ فازهای لیزکننده (تجزیه کننده دیواره سلولی) و لیزوژنیک
۸۳	۳-۱۵-۴ فازهای مخرب یا لیزکننده
۸۳	۴-۱۵-۴ فاز انباشته در سلول
۸۳	۵-۱۵-۴ لیز شدن و رهایی فاز
۸۴	۶-۱۵-۴ فاز معطل یا لیزوژنی
۸۴	۱۶-۴ جایگاه اختصاصی نوترکیبی
۸۵	۱۷-۴ خاتمه لیزوژنی
۸۵	۱۸-۴ اهمیت لیزوژنی
۸۶	۱۹-۴ طبقه بندی فاز
۸۷	۲۰-۴ باکتریوفاز لامبدأ به عنوان ناقل
۹۰	۲۱-۴ فاز M13
۹۱	۲۲-۴ چرخه زندگی M13
۹۱	۲۳-۴ M13 به عنوان یک ناقل
۹۲	۲۴-۴ فازمیدها
۹۲	۲۵-۴ کاسمیدها
۹۳	۲۶-۴ کاربرد کاسمید به عنوان ناقل
۹۵	۲۷-۴ ناقلین گیاهی
۹۵	۲۸-۴ CaMV
۹۶	۲۹-۴ چرخه زندگی CaMV
۹۷	۳۰-۴ پلاسمید Ti
۹۸	۳۱-۴ ویروس های جانوری
۹۸	۳۲-۴ SV40 (ویروس بوزینه)
۱۰۰	۳۳-۴ آدنوویروس ها
۱۰۰	۳۴-۴ دیگر فازهای مهم
۱۰۰	۳۵-۴ ناقلین یوکاریوتی
۱۰۱	۳۶-۴ ناقل های مخمر
۱۰۲	۳۷-۴ ناقل های پلاسمید الحاقی مخمیری

۳۸-۴	ناقل های پلاسمیدی ایی زومی مخمر.....	۱۰۲
۳۹-۴	کروموزوم های مصنوعی مخمر.....	۱۰۲
	خودآزمایی.....	۱۰۴
	فصل پنجم. تهیه کتابخانه ژنومی. cDNA و روش های شناسایی ژن از کتابخانه.....	۱۰۷
	اهداف کلی.....	۱۰۷
	اهداف یادگیری.....	۱۰۷
	مقدمه.....	۱۰۸
۱-۵	کتابخانه ژنومی.....	۱۰۸
۲-۵	کتابخانه های cDNA.....	۱۱۳
۳-۵	ساخت کتابخانه cDNA.....	۱۱۹
۴-۵	روش های شناسایی ژن از کتابخانه ژنومی.....	۱۲۰
۵-۵	غربالگری براساس دورگ گیری اسیدهای نوکلئیک.....	۱۲۰
۶-۵	روش هیبریداسیون نوردن بلات.....	۱۲۳
۷-۵	غربالگری ایمونولوژیکی.....	۱۲۳
۸-۵	غربالگری براساس عملکرد پروتئین.....	۱۲۵
۹-۵	نمایش فازی.....	۱۲۶
۱۰-۵	روش نشان دار کردن اسید نوکلئیک.....	۱۲۶
۱-۱۰-۵	پرکردن شکاف.....	۱۲۶
۲-۱۰-۵	نشان دار کردن به روش پرایمرهای تصادفی.....	۱۲۷
۱۱-۵	روش های غیررادیواکتیو.....	۱۲۷
	خودآزمایی.....	۱۲۸
	فصل ششم. روش های بررسی بیان ژن.....	۱۳۱
	اهداف کلی.....	۱۳۱
	اهداف یادگیری.....	۱۳۱
	مقدمه.....	۱۳۱
۱-۶	اصول و مبانی Real Time PCR.....	۱۳۲
۲-۶	استفاده از Real Time PCR در کمی سازی نسبی.....	۱۳۹
	خودآزمایی.....	۱۴۱
	فصل هفتم. تکنیک های توالی یابی DNA.....	۱۴۳
	اهداف کلی.....	۱۴۳
	اهداف یادگیری.....	۱۴۳
	مقدمه.....	۱۴۳
۱-۷	توالی یابی با استفاده از روش شیمیایی (روش ماکسام - گیلبرت).....	۱۴۴

۱۴۵	۲-۷ توالی‌یابی به وسیله خاتمه‌دهنده زنجیره (روش سانگر-کولسون)
۱۵۱	۳-۷ توالی‌یابی خودکار
۱۵۳	۴-۷ روش گام‌زنی به کمک آغازگر
۱۵۴	۵-۷ تعیین توالی Shotgun (توالی‌یابی شلیک تصادفی)
۱۵۵	۶-۷ روش پائروسکوئینگ
۱۵۵	۷-۷ تکنیک‌های نسل جدید توالی‌یابی (NGS)
۱۵۷	۱-۷-۷ کاربردهای NGS
۱۵۹	خودآزمایی

۱۶۱	فصل هشتم. انتقال ژن به گیاهان و آنالیز مولکولی گیاهان تراریخته
۱۶۱	اهداف کلی
۱۶۱	اهداف یادگیری
۱۶۲	مقدمه
۱۶۲	۱-۸ کشت بافت
۱۶۳	۲-۸ فرایند انتقال ژن
۱۶۳	۱-۲-۸ الکتروپوریشن
۱۶۴	۲-۲-۸ روش انتقال ژن با واسطه آکروباکتریوم
۱۷۰	۳-۲-۸ تفنگ ژنی
۱۷۱	۴-۲-۸ روش ریزتزریقی
۱۷۲	۵-۲-۸ روش لیپوزومی
۱۷۲	۳-۸ آنالیز مولکولی گیاهان تراریخته
۱۷۳	۱-۳-۸ آنالیز در سطح DNA
۱۷۸	۴-۸ بررسی گیاه تراریخته در سطح RNA
۱۷۹	۵-۸ آنالیز در سطح پروتئین
۱۸۱	۶-۸ ارزیابی فنوتیپی
۱۸۲	خودآزمایی

۱۸۳	فصل نهم. کشاورزی مولکولی
۱۸۳	اهداف کلی
۱۸۳	اهداف یادگیری
۱۸۳	مقدمه
۱۸۴	۱-۹ کشاورزی مولکولی
۱۸۹	۲-۹ آنالیز مولکولی
۱۹۱	خودآزمایی

۱۹۳	فصل دهم. ایمنی زیستی گیاهان تراریخته.....
۱۹۳	اهداف کلی.....
۱۹۳	اهداف یادگیری.....
۱۹۳	مقدمه.....
۱۹۴	۱-۱۰ چند اصطلاح مهم در ایمنی زیستی.....
۱۹۵	۲-۱۰ ارزیابی احتمال خطر گیاهان تراریخته.....
۱۹۷	خودآزمایی.....
۱۹۹	فصل یازدهم. روش های آزمایشگاهی در خصوص اسیدنوکلئیک.....
۱۹۹	اهداف کلی.....
۱۹۹	اهداف یادگیری.....
۱۹۹	مقدمه.....
۲۰۰	۱-۱۱ کشت فاز لاند (λ).....
۲۰۴	۲-۱۱ استخراج DNA لاند (λ).....
۲۰۶	۳-۱۱ جداسازی اسید دزوکسی ریبونوکلیک (DNA).....
۲۰۹	۴-۱۱ استخراج DNA گیاهی.....
۲۱۱	۵-۱۱ استخراج DNA کلی گیاهی (روش سریع).....
۲۱۴	۶-۱۱ جداسازی اسید ریبونوکلیک.....
۲۱۷	۷-۱۱ اندازه گیری DNA.....
۲۱۹	۸-۱۱ اندازه گیری RNA.....
۲۲۱	۹-۱۱ جداسازی mRNA با استفاده از کروماتوگرافی جاذب.....
۲۲۳	۱۰-۱۱ جداسازی پلاسمیدها.....
۲۳۰	۱۱-۱۱ روش جداسازی سریع DNA پلاسمید (Mini screen).....
۲۳۲	۱۲-۱۱ برش DNA.....
۲۳۵	۱۳-۱۱ الکتروفورز DNA در ژل آگارز.....
۲۳۹	۱۴-۱۱ یازبایی قطعات DNA از روی ژل آگارز.....
۲۴۰	۱۵-۱۱ لکه گذاری سادرن.....
۲۴۵	منابع.....
۲۵۵	واژه نامه.....

پیش‌گفتار

مهندسی ژنتیک به عنوان یکی از ابزارهای بیوتکنولوژی در قرن حاضر، تلاش دارد تا قلمرو حیات را محدود به مرزهای فعلی ننماید و بتواند این مرزها را با روش‌های نوین به منظور حل مشکلات بشریت گسترش دهد. اکنون با توسل به روش‌های مهندسی ژنتیک امکان ساخت DNAی نو ترکیب، ادغام و انتقال ژن‌ها در سلول هدف امکان‌پذیر شده است. از طرف دیگر برطرف شدن بسیاری از چالش‌های بشر از جمله امنیت غذایی، درمان برخی بیماری‌ها و رفع مشکلات زیست محیطی و غیره با بهره‌گیری از این علم امکان‌پذیر شده است. برای نیل به این هدف باید به این علم و تکنیک‌های آن مسلط شد. لذا تلاش گردیده تا کتاب حاضر به عنوان یک منبع درسی با ویژگی خودآموز تدوین شده تا دانشجویان و دانش‌پژوهان را در آشنایی با این مهم یاری‌رسان باشد. خداوند بزرگ را سپاسگزاریم که این توفیق را به ما عطا فرمود.

لازم است از جناب آقای دکتر کسری اصفهانی و دکتر علیرضا صفاهانی لنگرودی که ما را در ارتقای علمی این کتاب یاری کرده‌اند، سپاسگزاری نمائیم. فصل یازدهم این کتاب حاصل همکاری سرکار خانم مهندس مهسا کریمی است، این فرصت را غنیمت شمرده و مراتب سپاسگزاری خود را از همکاری موثر ایشان اعلام می‌داریم.

صفحه‌آرایی و تنظیم ساختار کتاب، با همکاری کارشناسان محترم مدیریت تدوین و تولید کتب آموزشی دانشگاه پیام‌نور سرکار خانم حاجی انزهایی، سرکار خانم علی‌نژاد رنجکش و سرکار خانم حیدری عراقی انجام شده است که از زحمات این همکاران محترم قدردانی می‌گردد.

لازم است از خانواده محترممان که در نهایت شکیبایی ما را در ارائه این اثر یاری کرده و به ادامه این کار علمی تشویق نمودند، صمیمانه سپاسگزاری نمائیم. امید است با نظرات دانشجویان، استادان و محققان محترم در آینده شاهد ارتقای علمی این اثر باشیم.

محمدعلی ابراهیمی

مسعود توحیدفر

انلیاز احمدی‌نیک

تابستان ۱۳۹۳