



مهندسی ژنتیک و روش‌ها

www.ketab.ir

دکتر مسعود توحیدفر

دکتر محمدعلی ابراهیمی

«عضو هیأت علمی دانشگاه شهید بهشتی»

«عضو هیأت علمی دانشگاه پیام‌نور»

سرشناسه	:	ابراهیمی، محمدعلی، ۱۳۴۸-
عنوان و نام پدید آور	:	مهندسی ژنتیک و روش‌ها/ محمدعلی ابراهیمی، مسعود توحیدفر؛ ویراستار علمی محمد رضا بی‌همتا.
مشخصات نشر	:	تهران: دانشگاه پیام‌نور، ۱۳۹۶.
مشخصات ظاهری	:	۳۹۰ ص: مصور (رنگی).
فروست	:	دانشگاه پیام نور؛ ۲۴۲۹. گروه علوم و مهندسی کشاورزی؛ ۱/۱
شابک	:	978 - 964 - 14 - 0476 - 7
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبا
یادداشت	:	کتابنامه: ص. ۳۷۵-۳۹۰.
یادداشت	:	واژه‌نامه.
موضوع	:	ژنتیک - مهندسی
رصوع	:	Genetic engineering
موضوع	:	ژنتیک - آموزش برنامه‌ای
موضوع	:	Genetics - Programmed instruction
موضوع	:	ژنتیک - راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	:	Genetics - Study and teaching (Higher)
شناسه افزوده	:	حیدفر، مسعود، ۱۳۴۶-
شناسه افزوده	:	دانشگاه پیام نور
شناسه افزوده	:	Payam Noor Univers.
رده بندی کنگره	:	QH۴۴۰ ۱۳۹۶
رده بندی دیویی	:	۵۷۶/۲ ۷۶
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۰۷۸۰۳۳

چاپ اول: ۱۳۹۸

شمارگان: ۲۰۰

قیمت: ۶۲۰۰۰۰



مهندسی ژنتیک و روش‌ها

مولفان: دکتر محمدعلی ابراهیمی، دکتر مسعود توحیدفر

ویراستار علمی: دکتر محمد رضا بی‌همتا

تهیه و تولید: دفتر تدوین و تولید کتب و محتوای آموزشی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و توزیع دانشگاه پیام‌نور

شابک: ۷ - ۰۴۷۶ - ۱۴ - ۹۶۴ - ۹۷۸

ISBN: 978 - 964 - 14 - 0476 - 7

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

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

(کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر محفوظ و متعلق به دانشگاه پیام نور است. تولید، کپی یا خلاصه‌برداری، نشر و ترجمه، چاپ، افست، توزیع گسترده، تهیه CD و ... این اثر یا بخشی از آن اعم از متن، طرح پشت و روی جلد و... بدون اخذ مجوز کتبی از معاونت فناوری و پژوهش دانشگاه خلاف مقررات و تعرض به حقوق مادی و معنوی دانشگاه است. متخلفین وفق قانون حمایت از مولفان و مصنفان و هنرمندان دارای مسئولیت حقوقی و کیفری بوده و تحت پیگرد قرار می‌گیرند)

آدرس فروشگاه مرکزی چاپ و انتشارات دانشگاه پیام‌نور: خیابان شهید رجایی.

نرسیده به تقاطع آزادگان، جنب ورزشگاه یادآوران. تلفن: ۵۵۵۰۲۱۰۴ - ۵۵۵۰۹۸۳۸

سایت فروش اینترنتی: <http://digibook.pnu.ac.ir>

فهرست مطالب کتاب

پیشگفتار

پانزده

فصل اول: مقدمه، تاریخچه کاربردهای مهندسی ژنتیک

هدف کلی

هدف‌های یادگیری

مقدمه

۱-۱ کاربردهای مهندسی ژنتیک و موبیلات تراریخته

۱-۱-۱ ارتقای کیفیت محصولات

۱-۱-۲ افزایش مستقیم عملکرد گیاهان

۱-۱-۳ مهندسی پروتئین

۱-۱-۴ تولید گیاهان تراریخته مقاوم به تنش‌های محیطی

۱-۱-۵ گیاهان تراریخته مقاوم به تنش‌های زنده

۱-۱-۶ گیاهان تراریخته مقاوم به تنش‌های غیرزنده

۱-۱-۷ ایجاد مقاومت به علف‌کش‌ها

۱-۱-۸ بهبود کیفیت انباری، افزایش دوام و رنگ گل‌ها

۱-۱-۹ تولید واکسن‌های خوراکی، مواد شیمیایی، دارویی و غیره

۱-۱-۱۰ تولید گیاهان تراریخته نرعیتم

۱-۱-۱۱ حیوانات تراریخته

۱-۱-۱۲ میکروب‌های تراریخته

۱-۱-۱۳ کاربردهای مهندسی ژنتیک در صنایع غذایی

۱-۱-۱۴ کاربرد مهندسی ژنتیک در پزشکی و داروسازی

۱-۱-۱۵ مهندسی متابولیک

۲-۱ ملاحظات احتمالی مهندسی ژنتیک

خلاصه فصل اول

خودآزمایی فصل اول

فصل دوم: ابزارهای دست‌ورزی ژن و ساخت DNA نو ترکیب

هدف کلی

هدف‌های یادگیری

مقدمه

۱-۲ پلیمرازها

۲-۲ نوکلئازها

۳-۲ تیپ I آنزیم

۴-۲ روش نام‌گذاری آنزیم‌های تیپ II

۵-۲ تعریف واحد آنزیمی

۶-۲ نگهداری آنزیم‌های محدودکننده

۷-۲ نکات لازم برای کار با آنزیم‌های محدودکننده داخلی نوع دوم

۸-۲ Star Activity

۹-۲ ایزونیم‌رها

۱۰-۲ نوکلئاز S¹

۱۱-۲ DNase I

۱۲-۲ RNase A

۱۳-۲ RNase H

۱۴-۲ آنزیم کلتو

۱۵-۲ آنزیم لیگاز

۱۶-۲ آنزیم‌های تغییردهنده DNA

۱۷-۲ تبدیل انتهای صاف به انتهای چسبنده

۱۸-۲ همسانه‌سازی

۱۹-۲ غربالگری

۱۹-۲-۱ غیرفعال‌سازی یک ژن عملکردی

۱۹-۲-۲ روش غیرفعال‌سازی یک ژن مقاومت به آنتی‌بیوتیک

۱۹-۲-۳ روش PCR مستقیم

خلاصه فصل دوم

خودآزمایی فصل دوم

فصل سوم: تهیه DNA خالص و الکتروفورز

هدف کلی

هدف‌های یادگیری

مقدمه

۱-۳ جداسازی DNA

۱-۳-۱ روش‌های جداسازی DNA

۲-۳ جداکردن DNA ژنومی با وزن مولکولی بالا

۲-۳-۱ جداکردن اسیدنوکلئیک از سلول‌های باکتریایی

۵۹	۳-۳ آزمایش‌های مقدماتی پلاسمید و روش‌های جذب
۶۰	۴-۳ جداسازی پلاسمید
۶۰	۵-۳ جداسازی اسیدنوکلئیک از فاژ
۶۱	۶-۳ الکتروفورز بر روی ژل
۶۲	۳-۶-۱ ژل آگاروز
۶۲	۳-۶-۲ SDS-PAGE
۶۳	۳-۷ حرکت قطعات DNA در آگاروز
۶۴	۳-۸ غلظت آگاروز
۶۴	۳-۹ شکل مولکولی
۶۴	۳-۱۰ ولتاژ
۶۵	۳-۱۱ بافر الکتروفورز
۶۵	۳-۱۲ جدا سازی DNA از ژل
۶۵	۳-۱۳ ژل آگاروز
۶۶	۳-۱۴ جداسازی قطعات رنگ DNA
۶۷	خلاصه فصل سوم
۶۸	خودآزمایی فصل سوم
۶۹	فصل چهارم: انواع ناقل‌های همسان‌سازی
۶۹	هدف کلی
۶۹	هدف‌های یادگیری
۷۰	مقدمه
۷۰	۴-۱ پلاسمید
۷۲	۴-۱-۱ همانندسازی
۷۲	۴-۱-۲ گروه‌های ناسازگار
۷۲	۴-۱-۳ کنترل تعداد نسخه
۷۲	۴-۱-۴ قسمت‌بندی (تفکیک)
۷۳	۴-۲ انواع پلاسمیدها
۷۳	۴-۲-۱ پلاسمیدهای هم‌بوغ و غیرهم‌بوغ (پیوسته و غیرپیوسته)
۷۳	۴-۳ طبقه‌بندی پلاسمیدها بر اساس عملکرد
۷۵	۴-۴ ساختمان پلاسمیدها
۷۵	۴-۵ مبدأ همانندسازی (Ori)
۷۵	۴-۶ نشانگرهای انتخابی
۷۶	۴-۷ جایگاه همسان‌سازی
۷۶	۴-۸ همانندسازی پلاسمیدها
۷۶	۴-۹ پلاسمیدها به‌عنوان ناقل
۷۶	۴-۹-۱ انواع پلاسمیدها بر اساس نوع همانندسازی
۷۹	۴-۱۰ برخی پلاسمیدهای ناقل مهم

۷۹	pBR322 ۱-۱۰-۴
۸۰	pUC18 و pUC19 ۲-۱۰-۴
۸۱	۳-۱۰-۴ پلاسمیدهای مخمری
۸۱	۱۱-۴ پلاسمید Ti
۸۴	۱۲-۴ باکتریوفاژها به عنوان ناقل ها
۸۴	۱۳-۴ ساختار باکتریوفاژها
۸۶	۱۴-۴ مکانیسم آلودگی میزبان
۸۷	۱۵-۴ چرخه تکثیر فاژ
۸۷	۱-۱۵-۴ حلقوی شدن کروموزوم فاژ
۸۷	۲-۱۵-۴ فاژهای لیزکننده (تجزیه کننده دیواره سلولی) و لیزوژنیک
۸۷	۳-۱۵-۴ فاژهای مخرب یا لیزکننده
۸۸	۴-۱۵-۴ فاژ انباشته در سلول
۸۸	۵-۱۵-۴ لیزش و رهایی فاژ
۸۸	۶-۱۵-۴ فاژ معتدل لیزوژنی
۸۹	۱۶-۴ جایگاه اختصاصی نو ترکیبی
۸۹	۱۷-۴ خاتمه لیزوژنی
۹۰	۱۸-۴ اهمیت لیزوژنی
۹۰	۱۹-۴ طبقه بندی فاژ
۹۱	۲۰-۴ باکتریوفاژ لامبد ا به عنوان ناقل
۹۵	۲۱-۴ فاژ M13
۹۵	۲۲-۴ چرخه زندگی M13
۹۵	۲۳-۴ M13 به عنوان یک ناقل
۹۶	۲۴-۴ فاژمیدها
۹۶	۲۵-۴ کاسمیدها
۹۷	۲۶-۴ کاربرد کاسمید به عنوان ناقل
۹۹	۲۷-۴ ناقل های گیاهی
۹۹	۲۸-۴ CaMV
۱۰۱	۲۹-۴ چرخه زندگی CaMV
۱۰۱	۳۰-۴ پلاسمید Ti
۱۰۲	۳۱-۴ ویروس های جانوری
۱۰۳	۳۲-۴ SV40 (ویروس بوزینه)
۱۰۴	۳۳-۴ آدنو ویروس ها
۱۰۴	۳۴-۴ ناقل های یوکاریوتی
۱۰۵	۳۵-۴ ناقل های مخمر
۱۰۶	۳۶-۴ ناقل های پلاسمید الحاقی مخمری
۱۰۶	۳۷-۴ ناقل های پلاسمیدی اپی زومی مخمر

۱۰۶	۳۸-۴ کروموزوم‌های مصنوعی مخمر
۱۰۸	خلاصه فصل چهارم
۱۱۰	خودآزمایی فصل چهارم
۱۱۱	فصل پنجم: تهیه کتابخانه ژنومی، cDNA و روش‌های شناسایی ژن از کتابخانه
۱۱۱	هدف کلی
۱۱۱	هدف‌های یادگیری
۱۱۲	مقدمه
۱۱۲	۱-۵ کتابخانه ژنومی
۱۱۶	۲-۵ کتابخانه‌های cDNA
۱۲۳	۳-۵ ساخت کتابخانه cDNA
۱۲۴	۴-۵ روش‌های شناسایی ژن از کتابخانه ژنومی
۱۲۴	۵-۵ غربالگری براساس رنگ‌گیری اسیدهای نوکلئیک
۱۲۷	۶-۵ روش هیبرید سئون رد رن پلات
۱۲۷	۷-۵ غربالگری ایمونوزیک
۱۲۹	۸-۵ غربالگری براساس عدل‌کرد پروتئین
۱۳۰	۹-۵ نمایش فازی
۱۳۰	۱۰-۵ روش نشان‌دار کردن اسید نوکلئیک
۱۳۰	۱۰-۵-۱ پرکردن شکاف
۱۳۱	۱۰-۵-۲ نشان‌دار کردن به روش پرایمرسی حذفی
۱۳۱	۱۱-۵ روش‌های غیر رادیواکتیو
۱۳۲	خلاصه فصل پنجم
۱۳۴	خودآزمایی فصل پنجم
۱۳۷	فصل ششم: روش‌های بررسی بیان ژن
۱۳۷	هدف کلی
۱۳۷	هدف‌های یادگیری
۱۳۸	مقدمه
۱۳۸	۱-۶ اصول و مبانی Real Time PCR
۱۴۵	۲-۶ استفاده از Real Time PCR در کمی‌سازی نسبی
۱۴۷	خلاصه فصل ششم
۱۴۸	خودآزمایی فصل ششم
۱۴۹	فصل هفتم: تکنیک‌های توالی‌یابی DNA
۱۴۹	هدف کلی
۱۴۹	هدف‌های یادگیری
۱۴۹	مقدمه

۱۵۰	۱-۷ توالی‌یابی با استفاده از روش شیمیایی (روش ماکسام - گیلبرت)
۱۵۱	۲-۷ توالی‌یابی به‌وسیله خاتمه‌دهنده زنجیره (روش سانگر-کولسون)
۱۵۶	۳-۷ توالی‌یابی خودکار
۱۵۹	۴-۷ روش گام‌زنی به کمک آغازگر
۱۵۹	۵-۷ تعیین توالی Shotgun (توالی‌یابی شلیک تصادفی)
۱۶۱	۶-۷ روش پایروسکونسینگ
۱۶۲	۷-۷ تکنیک‌های نسل جدید توالی‌یابی (NGS)
۱۶۳	۱-۷-۷ کاربردهای NGS
۱۶۵	خلاصه فصل هفتم
۱۶۷	خودآزمایی فصل هفتم
۱۶۹	فصل هشتم: انتقال ژن به گیاهان و آنالیز مولکولی گیاهان تراریخته
۱۶۹	هدف کلی
۱۶۹	هدف‌های دیگری
۱۷۰	مقدمه
۱۷۰	۱-۸ کشت بافت
۱۷۱	۲-۸ فرایند انتقال ژن
۱۷۱	۱-۲-۸ الکتروپوریشن
۱۷۲	۲-۲-۸ روش انتقال ژن به گیاهان با استفاده از باکتری
۱۷۷	۳-۲-۸ تفنگ ژنی
۱۷۹	۴-۲-۸ روش ریزتزریق
۱۸۰	۵-۲-۸ روش لیپوزومی
۱۸۱	۶-۲-۸ دیگر روش‌های انتقال ژن
۱۸۱	۷-۲-۸ استفاده از سیلیکون‌کارباید ویسکر
۱۸۵	۳-۸ آنالیز مولکولی گیاهان تراریخته
۱۸۵	۱-۳-۸ آنالیز در سطح DNA
۱۸۹	۴-۸ بررسی گیاه تراریخته در سطح RNA
۱۹۰	۵-۸ آنالیز در سطح پروتئین
۱۹۳	۶-۸ ارزیابی فنوتیپی
۱۹۴	خلاصه فصل هشتم
۱۹۶	خودآزمایی فصل هشتم
۱۹۷	فصل نهم: کشاورزی مولکولی
۱۹۷	هدف کلی
۱۹۷	هدف‌های یادگیری
۱۹۸	مقدمه
۱۹۸	۱-۹ کشاورزی مولکولی

۲۰۳	۹-۲ آنالیز مولکولی
۲۰۵	خلاصه فصل نهم
۲۰۶	خودآزمایی فصل نهم
۲۰۷	فصل دهم: ایمنی زیستی گیاهان تراریخته
۲۰۷	هدف کلی
۲۰۷	هدف‌های یادگیری
۲۰۷	مقدمه
۲۰۸	۱-۱۰ چند اصطلاح مهم در ایمنی زیستی
۲۰۹	۱۰-۲ ارزیابی احتمال خطر گیاهان تراریخته
۲۱۱	خلاصه فصل دهم
۲۱۲	خودآزمایی فصل دهم
۲۱۵	فصل یازدهم: ریزاری
۲۱۵	هدف کلی
۲۱۵	هدف‌های یادگیری
۲۱۵	مقدمه
۲۱۷	۱۱-۱ اساس ریزآرایه DNA
۲۱۹	۱۱-۲ کاربردهای ریزآرایه
۲۱۹	۱۱-۲-۱ بررسی بیان ژن و تغییرات آن
۲۲۱	۱۱-۲-۲ تعیین الگوی بیانی در سلول‌های سالم و بیمار سرطانی
۲۲۱	۱۱-۲-۳ مشخص کردن نوع سلول
۲۲۱	۱۱-۲-۴ دورگ‌سازی مقایسه‌ای ژنومی
۲۲۱	۱۱-۲-۵ تعیین چندشکلی‌های تک‌نوکلئوتیدی (SNP)
۲۲۲	۱۱-۳ ریزآرایه پروتئین
۲۲۴	۱۱-۳-۱ استفاده از پروتئین ریزآرایه در تشخیص بیماری خود ایمنی
۲۲۵	۱۱-۳-۲ استفاده از ریزآرایه پروتئین در تشخیص سرطان
۲۲۵	۱۱-۳-۳ استفاده از ریزآرایه پروتئین در مطالعات تغییرات پس از ترجمه
۲۲۶	۱۱-۳-۴ ریزآرایه پروتئین برای شناسایی فسفوریلاسیون
۲۲۶	۱۱-۳-۵ شناسایی حالت‌های استیلاسیون با استفاده از ریزآرایه پروتئین
۲۲۷	خلاصه فصل یازدهم
۲۲۹	خودآزمایی فصل یازدهم
۲۳۱	فصل دوازدهم: ویرایش و مهندسی ژنوم
۲۳۱	هدف کلی
۲۳۱	هدف‌های یادگیری
۲۳۱	مقدمه

۲۳۳	۱-۱۲ ویرایش هدف‌دار ژنوم
۲۳۴	۱-۱۲ ابزارهای مهندسی ژنوم
۲۳۵	۱-۲-۱۲ مگانوکلئازها
۲۳۶	۲-۲-۱۲ نوکلئازهای انگشت روی (ZFNs)
۲۳۹	۳-۲-۱۲ نوکلئازهای اثرگذار شبه فعال‌کننده رونویسی (TALENs)
۲۴۴	۴-۲-۱۲ سیستم CRISPR/Cas9
۲۷۶	خلاصه فصل دوازدهم
۲۷۷	خودآزمایی فصل دوازدهم
۲۷۹	فصل یازدهم: روش‌های آزمایشگاهی در مهندسی ژنتیک
۲۷۹	اهداف کلی
۲۷۹	هدف‌های یادگیری
۲۸۰	مقدمه
۲۸۱	۱-۱۳ روش آزمایش‌های اول
۲۸۱	کشت در لانه (۸)
۲۸۵	۲-۱۳ روش آزمایشگاهی دوم
۲۸۵	استخراج DNA (اندازه ۸)
۲۸۷	۳-۱۳ روش آزمایشگاهی سوم
۲۸۷	جداسازی اسیددزوکسی (DNA)
۲۹۰	۴-۱۳ روش آزمایشگاهی چهارم
۲۹۰	استخراج DNA گیاهی
۲۹۳	۵-۱۳ روش آزمایشگاهی پنجم
۲۹۳	استخراج DNA کل گیاهی (روش سریع)
۲۹۶	۶-۱۳ روش آزمایشگاهی ششم
۲۹۶	جداسازی اسید ریبونوکلئیک
۲۹۹	۷-۱۳ روش آزمایشگاهی هفتم
۲۹۹	اندازه‌گیری DNA
۳۰۱	۸-۱۳ روش آزمایشگاهی هشتم
۳۰۱	اندازه‌گیری RNA
۳۰۳	۹-۱۳ روش آزمایشگاهی نهم
۳۰۳	جداسازی mRNA با استفاده از کروماتوگرافی جاذب
۳۰۶	۱۰-۱۳ روش آزمایشگاهی دهم
۳۰۶	جداسازی پلاسمیدها
۳۱۲	۱۱-۱۳ روش آزمایشگاهی یازدهم
۳۱۲	روش جداسازی سریع DNA پلاسمید (Mini screen)
۳۱۵	۱۲-۱۳ روش آزمایشگاهی دوازدهم
۳۱۵	برش DNA

۳۱۸	۱۳-۱۳ روش آزمایشگاهی سیزدهم
۳۱۸	الکتروفورز DNA در ژل آگارز
۳۲۲	۱۴-۱۳ روش آزمایشگاهی چهاردهم
۳۲۲	بازیابی قطعات DNA از روی ژل آگارز
۳۲۴	۱۵-۱۳ روش آزمایشگاهی پانزدهم
۳۲۴	لکه گذاری سادرن
۳۲۹	۱۶-۱۳ روش آزمایشگاهی شانزدهم
۳۲۹	الکتروفورز ژل تکه ای پلی اکریل آمید - سدیم دودسیل سولفات
۳۴۹	واژگان توصیفی
۳۷۵	منابع

پیشگفتار

مهندسی ژنتیک با کاربردهای فراوان به عنوان یکی از برجسته ترین نشانه های پیشرفت در عصر حاضر و یکی از ابزارهای بیوتکنولوژی، تلاش دارد تا قلمرو حیات را محدود به مرزهای فعال ننماید و بتواند این مرزها را با روش های نوین به منظور حل مشکلات بشریت گسترش دهد. اکنون با توسل به روش های مهندسی ژنتیک، امکان ساخت DNA نو تک با ادغام و انتقال ژن ها در سلول هدف امکان پذیر شده است. از طرف دیگر برطرف شدن بسیاری از چالش های بشر از جمله امنیت غذایی، درمان برخی بیماری ها و رفع مشکلات زیست محیطی و غیره با بهره گیری از این علم امکان پذیر شده است. برای نیل به این هدف باید به این علم و تکنیک های آن مسلط شد. لذا تلاش گردیده تا اثر حاصله از اصل ویرایش، تجدیدنظر و به روزسانی علمی کتاب اصول و مبانی مهندسی ژنتیک است، به عنوان یک منبع علمی دانشجویان و دانش پژوهان را در آشنایی با این مهم علمی رسان باشد. خداوند بزرگ را سپاسگزاریم که این توفیق را به ما عطا فرمود.

لازم است این فرصت را غنیمت شمرده از جناب آقای دکتر بی همتا، استاد برجسته دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران که زحمت ویراستاری این اثر را کشیده اند و همچنین از جناب آقای دکتر محمدرضا زمانی، استاد پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست فناوری که در ارتقای این اثر نقش مهمی داشته اند، سپاسگزاری ویژه نمایم. همچنین از زحمات سرکار خانم مهندس ایللیاز احمدی نیک در تدوین این اثر سپاسگزاری می شود.

لازم است از زحمات سرکار خانم دکتر مطهره محسن پور و دکتر محمدرضا غفاری که در بررسی علمی کتاب همکاری اثربخشی داشته‌اند تشکر نموده و همچنین از مساعدت و همکاری آقای مهندس حمیدرضا فرنا نیز قدردانی نمائیم.

لازم است از خانواده عزیزمان 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

دانشیار گروه بیوتکنولوژی دانشگاه پیام نور

مسعود توحیدفر

دانشیار گروه بیوتکنولوژی دانشگاه شهید بهشتی

پائیز ۱۳۹۶