

کشت سلول، بافت و اندام گیاهی

(جلد دوم)

اصول عملیاتی

www.ketab.ir

تلفون: ٦٩٠٧٧١٤ (٠٢١)

محیط‌های کشت بافت گیاهی شامل چندین جزء از قبیل نمک‌ها، ویتامین‌ها، اسیدهای آمینه، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، قند، آگار و آب می‌باشند. همه این اجزاء، یک یا چند نقش مهم در رشد درون شیشه گیاه ایفاء خواهند نمود؛ بنابراین شناخت اجزاء متشکله محیط کشت و درک کامل از ماهیت و مکانیسم عمل آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است.

این جلد حاوی اطلاعات کافی درخصوص معرفی اجزاء محیط‌های کشت بافت گیاهی اعم از درشت مغذی‌ها، ریزمغذی‌ها، افزودنی‌های آلی و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی شامل اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها، جیبرلین‌ها و ... می‌باشد. در ادامه، امکانات لازم در یک آزمایشگاه کشت بافت، رویه تهیه ریزنمونه و ساخت محیط‌های کشت بافت گیاهی معرفی می‌گردد.

همچنین، با توجه به لزوم بررسی‌های بیشتر در تحقیقات مرتبط با کشت بافت گیاهی، مطالبی در زمینه استفاده از فلوسیتومتری در کشت درون شیشه، تکنیک‌های بافت‌شناسی و نیز نحوه تهیه تصویر از کشت‌های درون شیشه ارائه گردیده است. در انتها فصلی با عنوان مبانی تحقیق در شرایط درون شیشه گنجانده شده که با رویکرد طراحی آزمایشات، مطالب مفیدی در اختیار قرار خواهد داد.

تصاویر مورد استفاده در طراحی جلد دوم از شهرک زیست فناوری طوبی مهرگان در اختیار نویسندگان قرار گرفته است.

از آنجائی که هیچ اثری بدون نقص نمی‌باشد، از همکاران و دانشجویان گرامی انتظار داریم کمی‌ها و کاستی‌های علمی، محتوایی، فنی و چاپی این مجموعه را بر ما پوشش دهند تا در آینده نسبت به رفع نواقص آن اقدام شود.

در پایان بر خود فرض می‌دانیم از معاون پژوهشی دانشگاه هرمزگان جناب آقای دکتر حسین زینلی‌پور، مدیر محترم انتشارات دانشگاه، جناب آقای دکتر پیمان رضایی و کارکنان محترم انتشارات جناب آقای مجید میرزاده، و سرکار خانم طاهره سمیعی منفرد به جهت فراهم آوردن زمینه چاپ این کتاب کمال تشکر و قدردانی را نمائیم و همچنین از تمام کسانی که نام آنها ذکر نشده است و در این راه ما را یاری نمودند، صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

فصل ۱ اجزاء محیط کشت بافت گیاهی: اجزاء غیر آلی	۱
۱-۱ جذب مواد معدنی	۳
۲-۱ تغییرات ناخواسته	۴
۳-۱ درشت مغذی ها	۵
۱-۳-۱ نیتروژن	۵
۲-۳-۱ فسفات	۱۴
۳-۳-۱ پتاسیم	۱۶
۴-۳-۱ سدیم	۱۷
۵-۳-۱ منیزیم	۱۷
۶-۳-۱ گوگرد	۱۸
۷-۳-۱ کلسیم	۱۸
۸-۳-۱ کلراید	۲۰
۴-۱ ریزمغذی ها	۲۰
۱-۴-۱ کاربرد اولیه ریزمغذی ها در کشت گیاهی	۲۱
۲-۴-۱ ریزمغذی های حاصل از ناخالصی ها	۲۱
۳-۴-۱ غلظت های بهینه ریزمغذی ها	۲۲
۴-۴-۱ نقش ریزمغذی ها	۲۲
ضمیمه ۱-۲ فرمول شیمیایی و وزن مولکولی ترکیبات عمده مورد استفاده در تهیه محیط کشت بافت گیاهی	۳۱
منابع	۳۲
فصل ۲ اجزاء محیط های کشت بافت گیاهی: مواد آلی، عوامل اسمزی، اسیدیته و سیستم های نگهدارنده	۳۳
۱-۲ افزودنی های آلی	۳۳
۱-۱-۲ ویتامین ها	۳۳
۲-۱-۲ توسعه ترکیبات ویتامینی	۳۴
۳-۱-۲ ترکیبات خاص	۳۵
۴-۱-۲ ویتامین های دیگر	۳۹
۵-۱-۲ مکمل های دارای ترکیب نامشخص	۴۰
۶-۱-۲ عصاره مالت	۴۲
۷-۱-۲ هموزنات موز	۴۲
۸-۱-۲ مواد مغذی جنینی	۴۲

۴۳	۹-۱-۲ شیر یا آب نارگیل
۴۵	۲-۲ اسیدهای آلی
۴۵	۱-۲-۲ استفاده به عنوان بافر
۴۷	۳-۲ قندها
۴۷	۱-۳-۲ اثرات تغذیه‌ای و تنظیمی
۴۷	۲-۳-۲ قندها به عنوان منبع انرژی
۴۷	۳-۳-۲ گزینه‌های جایگزین ساکارز
۵۲	۴-۳-۲ هیدرولیز ساکارز
۵۴	۵-۳-۲ جذب قندها
۵۴	۶-۳-۲ غلظت مؤثر قندها
۵۶	۷-۳-۲ تجمع نشاسته و مورفوزین
۵۷	۴-۲ اثر اسمزی مواد متشکله محیط
۵۷	۱-۴-۲ پتانسیل اسمزی و پتانسیل آب معی کلی
۶۰	۲-۴-۲ پتانسیل اسمزی محیط کشت بافت
۶۳	۳-۴-۲ تأثیرات و کاربردهای اسمولیت‌ها در کشت بافت
۷۱	PH۵-۲ محیط‌های کشت بافت
۷۱	۱-۵-۲ pH محیط
۷۹	۲-۵-۲ کنترل pH درونی گیاه
۷۹	۳-۵-۲ تأثیر pH بر روی کشت
۸۱	۶-۲ محیط‌های مایع و سیستم‌های نگهدارنده
۸۲	۱-۶-۲ محیط‌های مایع
۸۲	۲-۶-۲ نگهدارنده‌های نیمه جامد
۸۶	۳-۶-۲ نگهدارنده‌های متخاقل
۸۷	۴-۶-۲ سلول‌های تثبیت شده
۸۸	منابع
۸۹	فصل ۳ تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی؛ معرفی؛ اکسین‌ها؛ ترکیبات مشابه و بازدارنده
۸۹	۱-۳ هورمون‌ها، مواد رشد و تنظیم‌کننده‌های رشد
۹۱	۲-۳ اکسین‌ها
۹۱	۱-۲-۳ اکسین‌های طبیعی و سنتزی

۹۲	۲-۲-۳ خواص فیزیکی و شیمیایی اکسین ها
۹۳	۳-۳ متابولیسم اکسین
۹۳	۱-۳-۳ سطوح طبیعی IAA
۹۳	۲-۳-۳ بیوستتر اکسین
۹۴	۳-۳-۳ ترکیب و تجزیه اکسین
۹۶	۴-۳-۳ تأثیر اکسین های سنتزی بر سطوح IAA
۹۶	۵-۳-۳ پایداری در محیط های کشت
۹۷	۴-۳ انتقال اکسین ها
۹۸	۵-۳ نحوه عمل اکسین
۹۸	۱-۵-۳ دریافت سیگنال اکسین
۹۸	۲-۵-۳ مسیر (های) انتقال سیگنال اکسین
۹۹	۳-۵-۳ تنظیم بیان ژن توسط اکسین
۹۹	۶-۳ تأثیرات فیزیولوژیکی اکسین ها
۹۹	۱-۶-۳ تأثیر در سطح سلولی
۱۰۰	۲-۶-۳ تأثیر در سطوح بافت و گیاه کامل
۱۰۱	۷-۳ تأثیرات اکسین در کشت بافت
۱۰۱	۱-۷-۳ القاء رشد کالوس
۱۰۲	۲-۷-۳ کشت اندام
۱۰۲	۳-۷-۳ جنین زایی
۱۰۳	۴-۷-۳ استفاده از اکسین های سنتزی مختلف در کشت های بافت
۱۰۳	۵-۷-۳ ترکیب اکسین ها
۱۰۴	۶-۷-۳ جذب و متابولیسم اکسین در کشت بافت
۱۰۵	۷-۷-۳ تأثیر بازدارنده های انتقال اکسین بر کشت های شاخه
۱۰۵	۸-۷-۳ تأثیرات ضد اکسین ها و بازدارنده های انتقال اکسین بر تشکیل اندام نابجا
۱۰۶	۹-۷-۳ تأثیرات ضد اکسین ها و بازدارنده های انتقال اکسین بر جنین زایی
۱۰۷	۸-۳ تأثیرات تنظیمی فنل ها
۱۰۸	۱-۸-۳ نقش فلوروگلوکوسینول و کاتکول در کشت بافت
۱۰۹	۲-۸-۳ سایر ترکیبات فنلی
۱۰۹	۹-۳ کنش متقابل اکسین و اتیلن

۱۱۱	ضمیمه ۳-۱ مشخصات برخی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی
۱۱۲	منابع
۱۱۳	فصل ۴ تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی: سیتوکینین‌ها؛ ترکیبات مشابه و متضاد
۱۱۳	۱-۴ اثرات بیولوژیک
۱۱۴	۲-۴ خواص و کشف سیتوکینین‌ها
۱۱۴	فعالیت بیولوژیک
۱۱۴	کشف
۱۱۵	۳-۴ سیتوکینین‌های طبیعی
۱۱۵	۱-۳-۴ پیوستن سیتوکینین
۱۱۸	۴-۴ سیتوکینین‌های مصنوعی
۱۱۸	۱-۴-۴ بورین استیلوفنی
۱۱۹	۲-۴-۴ ترکیبات فنیل‌اوره
۱۲۰	۵-۴ نحوه عمل سیتوکینین‌ها
۱۲۱	۱-۵-۴ اثر ضد اکسینی
۱۲۲	۲-۵-۴ متابولیسم کربوهیدرات
۱۲۲	۳-۵-۴ ترکیبات فنیل‌اوره
۱۲۳	۶-۴ جذب و متابولیسم سیتوکینین
۱۲۴	۷-۴ تأثیرات سیتوکینین در کشت بافت و اندام گیاهی
۱۲۴	۱-۷-۴ تحریک تقسیم سلولی
۱۲۵	۲-۷-۴ تشکیل شاخه نابجا
۱۲۵	۳-۷-۴ تشکیل جنین
۱۲۵	۴-۷-۴ استفاده در کشت شاخه
۱۲۶	۸-۴ اختصاصی بودن عمل سیتوکینین‌ها
۱۲۶	۹-۴ اختصاصی بودن سیتوکینین در کشت‌های شاخه
۱۲۷	۱۰-۴ ترکیبات فنیل‌اوره
۱۲۷	۱۱-۴ اثر دما بر عمل سیتوکینین‌ها
۱۲۷	۱۲-۴ آدنین
۱۲۸	جنین‌زایی و شاخه‌زایی
۱۲۸	کشت‌های شاخه

۱۲۸	۴-۱۲-۱ نحوه عمل آذین
۱۲۹	۴-۱۲-۲ تأثیرات بازدارنده آذین
۱۲۹	۴-۱۳ آنتاگونیست‌های سیتوکینین
۱۳۰	۴-۱۴ کنش متقابل سیتوکینین-اکسین
۱۳۱	۴-۱۴-۱ دیاگرام‌های کنثوری
۱۳۱	۴-۱۴-۲ پیش‌تیمارها
۱۳۱	۴-۱۴-۳ تنظیم‌کننده‌های رشد و چرخه سلولی
۱۳۵	منابع
۱۳۷	فصل ۵ تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی: جبرلین‌ها، اتیلن، آبسسیک اسید، مواد مشابه و بازدارنده
۱۳۷	۵-۱ جبرلین‌ها
۱۳۷	۵-۱-۱ پیدایش جبرلین و فعالیت فیزیولوژی
۱۳۷	۵-۱-۲ بیوسنتز و نوع فعالیت
۱۳۸	۵-۱-۳ بازدارنده‌های بیوسنتز فعالیت
۱۳۹	۵-۲ تأثیر جبرلین در کشت بافت گیاهی
۱۴۱	۵-۲-۱ مورفوزنز
۱۴۱	۵-۲-۲ تشکیل شاخه‌های نابجا
۱۴۱	۵-۲-۳ ریشه‌زایی
۱۴۲	۵-۲-۴ جنین‌زایی و نمو جنین
۱۴۳	۵-۲-۵ تمایز سلولی
۱۴۳	۵-۲-۶ فعالیت آنزیمی
۱۴۳	۵-۳ استفاده در کشت‌های مرستم، شاخه و گره
۱۴۳	۵-۳-۱ کشت مرستم
۱۴۴	۵-۳-۲ کشت‌های شاخه و گره
۱۴۴	۵-۳-۳ تکثیر شاخه
۱۴۴	۵-۳-۴ رشد طولی ساقه
۱۴۵	۵-۳-۵ یکبارچگی مرستم انتهایی
۱۴۵	۵-۳-۶ اثرات نامطلوب
۱۴۵	۵-۳-۷ تیمار مرحله چهار (IV) ریزاردیادی
۱۴۵	۵-۴ آنتی جبرلین‌ها و ترکیبات بازدارنده (کند کننده) رشد

۱۴۵	۵-۴-۱ ترکیبات آنیومی
۱۴۶	۵-۴-۲ ترکیبات هتروسیکلک
۱۴۶	۵-۴-۳ آسیل هگزاندیون ها
۱۴۶	۵-۵-آبسیک اسید
۱۴۶	۵-۵-۱ پیدایش و فعالیت
۱۴۷	۵-۵-۲ آبسیک اسید در کشت بافت
۱۵۰	۵-۶-اتیلن
۱۵۰	۵-۶-۱ بیوسنتز اتیلن
۱۵۱	۵-۶-۲ بازدارنده های بیوسنتز
۱۵۳	۵-۶-۳ فعالیت اتیلن
۱۵۳	۵-۶-۴ بازدارنده های فعالیت اتیلن
۱۵۴	۵-۶-۵ مواد شیمیایی آزاد کننده اتیلن
۱۵۴	۵-۶-۶ حلالیت و جذب شیمیایی اتیلن
۱۵۴	۵-۶-۷ تولید اتیلن در شرایط درون شیشه
۱۵۶	۵-۶-۸ اثرات اتیلن بر روی کشت ها
۱۶۱	۵-۶-۹ سایر گازهای فرار
۱۶۱	۵-۷ پیام ها و پیام رسان های دیگر
۱۶۱	۵-۷-۱ پلی آمین ها
۱۶۶	۵-۸ استروئیدها
۱۶۶	۵-۹ فیتوتروپین ها و فوزیکوکسین ها
۱۶۷	۵-۱۰ سیستمین
۱۶۷	۵-۱۱ اسید سالیسیلیک
۱۶۷	۵-۱۲ اکسید نیتریک
۱۶۸	۵-۱۳ اسید جاسمونیک
۱۶۸	۵-۱۴ میوانوزیتول
۱۶۹	۵-۱۵ الیگوساکارین ها و الیستورها
۱۷۰	۵-۱۶ استرول ها
۱۷۱	۵-۱۷ تنظیم کننده های رشد غیر معمول
۱۷۱	ترکیبات مانع رشد انتهایی

۱۷۲	دیکه گولاکی
۱۷۲	متیل لورات و اکتادسیل پلی اتوکسی اتانل
۱۷۲	گلیفوسیت
۱۷۳	زغال فعال (AC)
۱۷۴	۱۸-۵ خوگیری
۱۷۸	منابع
۱۷۹	فصل ۶ آزمایشگاه کشت بافت گیاهی
۱۷۹	۱-۶ مقدمه
۱۸۰	۲-۶ امکانات ضروری یک آزمایشگاه کشت بافت
۱۸۰	۱-۲-۶ سازه و تسهیلات
۱۸۰	۲-۲-۶ بخش‌های مختلف آزمایشگاه کشت بافت گیاهی
۱۸۳	۳-۶ تکنیک‌ها
۱۸۳	۱-۳-۶ تستشوی ظروف شیشه‌ای و پلاسטיکی
۱۸۴	۴-۶ استریلیزاسیون
۱۸۵	منابع
۱۸۷	فصل ۷ تهیه ریزنمونه و آماده‌سازی محیط کشت
۱۸۷	۱-۷ تهیه ریزنمونه
۱۸۷	۱-۱-۷ عوامل مؤثر بر انتخاب ریزنمونه
۱۸۹	۲-۱-۷ ضد عفونی ریزنمونه
۱۹۰	۲-۷ انواع محیط‌های کشت بافت گیاهی
۱۹۶	۱-۲-۷ تهیه محیط کشت بافت
۲۰۱	ضمیمه ۷-۱: تهیه محلول ذخیره برخی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی
۲۰۲	ضمیمه ۷-۲: فرمولاسیون برخی محیط‌های کشت بافت گیاهی
۲۰۲	۱- محیط کشت آندرسون ANDERSON'S RHODODENDRON MEDIUM
۲۰۳	۲- محیط کشت جی و پول CHÉE AND POOL (C2D) VITIS MEDIUM
۲۰۴	۳- محیط کشت چو CHU (N6) MEDIUM
۲۰۵	۴- محیط کشت CLC/IPOMOE A BASAL MEDIUM (ویژه رشد کالوس جنین‌زا و نمو جنین)
۲۰۶	۵- محیط کشت گریف و جاکوب DE GREEF & JACOBS MEDIUM
۲۰۷	۶- محیط کشت گردو / DKW

۲۰۸	۷- محیط کشت اریکسون ERIKSSON (ER) MEDIUM
۲۰۹	۸- محیط کشت B5 گمبورگ GAMBORG B5 MEDIUM
۲۱۰	۹- محیط کشت گریشهوف و دوی GRESSHOFF & DOY (DBM2) MEDIUM
۲۱۱	۱۰- محیط کشت هلر HELLER MEDIUM
۲۱۲	۱۱- محیط کشت کائو و میشایلوک KAO & MICHAYLUK MEDIUM
۲۱۳	۱۲- محیط کشت نادسون KNUDSON C ORCHID MEDIUM (MOREL MODIFICATION)
۲۱۴	۱۳- محیط کشت لیندمن LINDEMANN ORCHID MEDIUM
۲۱۵	۱۴- محیط کشت لینزمایر و اسکوگ LINSMAIER & SKOOG MEDIUM
۲۱۶	۱۵- محیط کشت لیتوای LITVAY MEDIUM
۲۱۷	۱۶- محیط کشت MCCOWN WOODY PLANT MEDIUM
۲۱۸	۱۷- محیط کشت موراشیگ و اسکوگ MURASHIGE & SKOOG MEDIUM
۲۱۹	۱۸- محیط کشت نیچ NITSCH MEDIUM
۲۲۰	۱۹- محیط کشت LIN MEDIUM
۲۲۱	۲۰- محیط کشت ارکیمکس ORCHIMAX (محیط نگهداری ارکیده)
۲۲۲	۲۱- محیط کشت کوئیرین و لیپوبور QUOIRIN & LEPOUR MEDIUM
۲۲۳	۲۲- محیط کشت زیتون روگینی RUCI OLIVE MEDIUM
۲۲۴	۲۳- محیط کشت چنک و هیلدبرانت SCHENK & HILDEBRANDT MEDIUM
۲۲۵	۲۴- محیط کشت وستاوکو WESTVACO WV5 MEDIUM
۲۲۶	۲۵- محیط کشت واسین و ونت VACIN & WENT MEDIUM
۲۲۷	۲۶- محیط کشت وایت WHITE MEDIUM
۲۲۸	منابع
۲۲۹	فصل ۸ مقاومت سازی گیاهچه‌های حاصل از کشت درون شیشه
۲۲۹	۱-۸ مقدمه
۲۲۹	۲-۸ مشکلات مرتبط با انتقال گیاه از شرایط کشت درون شیشه
۲۳۱	۳-۸ انتقال از کشت‌های مرحله II
۲۳۱	۱-۳-۸ اهمیت کشت‌های مرحله III
۲۳۲	۲-۳-۸ القاء رشد فتواتوتروفی
۲۳۲	۳-۳-۸ نیاز به رفع خواب
۲۳۲	۴-۳-۸ تحمل به تنش‌های رطوبتی و پاتوژن‌ها

۲۳۳	۵-۳-۱ مشکلات مرتبط با کشت مرحله III
۲۳۳	۴-۸ اندازه واحدهای تکثیر در حین انتقال
۲۳۳	۵-۸ کاهش تنش در خلال انتقال
۲۳۳	۶-۸ بستر کاشت مناسب برای انتقال
۲۳۴	۷-۸ ممانعت از بیماری‌های گیاهی در حین انتقال
۲۳۴	۸-۸ اهمیت شرایط محیطی در حین انتقال
۲۳۵	۱-۸-۱ رطوبت
۲۳۵	۲-۸-۱ دما
۲۳۵	۳-۸-۱ نور
۲۳۶	منابع
۲۳۷	فصل ۹ کاربرد فلوسیتومتری در کشت دورن شیشه
۲۳۷	۱-۹ مقدمه
۲۳۸	۲-۹ آماده‌سازی مواد برای بررسی فلوسیتومتری
۲۳۹	۳-۹ عوامل مؤثر بر کیفیت نمونه
۲۳۹	۱-۳-۹ بافر استخراج هسته
۲۳۹	۲-۳-۹ فلوروکروم‌های استاندارد مرجع
۲۴۱	۳-۳-۹ فلوروکروم‌ها
۲۴۱	۴-۹ سیتومتری DNA گیاهی و تخمین اندازه ژنوم هسته
۲۴۲	۱-۴-۹ فلوسیتومتری DNA هسته
۲۴۷	۵-۹ کاربردهای فلوسیتومتری گیاهی
۲۴۷	۱-۵-۹ کشت بافت
۲۴۹	۲-۵-۹ سایر کاربردها
۲۴۹	۶-۹ مراقبت از فلوسیتومتری
۲۵۰	۷-۹ چگونگی عیب زدایی فلوسیتومتری
۲۵۰	از اجرا و بیکربندی صحیح فلوسیتومتری اطمینان حاصل نمایید
۲۵۰	استفاده از بافت‌های گیاهی با کیفیت مناسب
۲۵۰	استفاده از بافت مناسب
۲۵۰	استفاده از بافر صحیح
۲۵۱	مقدار بافت و یا میزان برش نمونه را تنظیم کنید

۲۵۱	انجام ساترینفورز
۲۵۱	استفاده از یک الگوی متفاوت
۲۵۱	ایجاد درجه در نمونه‌ها
۲۵۲	منابع
۲۵۳	فصل ۱۰ تکنیک‌های بافت‌شناسی
۲۵۳	۱-۱۰ مقدمه
۲۵۴	۲-۱۰ مواد و تجهیزات لازم
۲۵۵	۳-۱۰ پروتکل معمول در بافت‌شناسی مبتنی بر پارافین
۲۵۵	۱-۳-۱۰ تثبیت
۲۵۶	۲-۳-۱۰ آب‌گیری و نفوذ
۲۵۶	۳-۳-۱۰ قالب‌گیری نمونه‌ها
۲۵۶	۴-۳-۱۰ برش میکروتوم و قرار دادن مقطع حاصله بر روی اسلاید
۲۵۹	۵-۳-۱۰ رنگ‌آمیزی
۲۶۰	۶-۳-۱۰ تهیه نمونه برای میکروسکوپ الکترون سطحی نگاره (SEM)
۲۶۱	۷-۳-۱۰ شمارش کروموزوم
۲۶۲	منابع
۲۶۳	فصل ۱۱ تصویربرداری؛ ابزار تحقیق و مستندسازی در کشت بافت گیاهی
۲۶۳	۱-۱۱ مقدمه
۲۶۳	۲-۱۱ بررسی یک نمونه و ارزیابی نتایج
۲۶۴	۱-۲-۱۱ روش‌های مستندسازی
۲۶۴	۲-۲-۱۱ شناخت ریزنمونه اولیه
۲۶۴	۳-۲-۱۱ طرح سؤال در حین مشاهده؛ کلید فرآیند مشاهده موفق
۲۶۵	۳-۱۱ روش‌های تصویربرداری در کشت سلول و بافت گیاهی
۲۶۶	۱-۳-۱۱ دیجیتال در برابر فیلم
۲۶۷	۲-۳-۱۱ امکانات لازم برای عکاسی
۲۶۸	۳-۳-۱۱ عکاسی استریو میکروسکوپ
۲۶۹	۴-۳-۱۱ ماکروفتوگرافی جایگزینی برای عکاسی استریو- میکروسکوپ
۲۶۹	۵-۳-۱۱ استفاده از اسکنر دیجیتال
۲۶۹	۶-۳-۱۱ کنتراست رنگ پس‌زمینه

۲۷۰	۷-۳-۱۱ ساختار صفحات حاوی عکس
۲۷۰	۸-۳-۱۱ فوکوس و حذف قسمتی از تصویر
۲۷۲	۹-۳-۱۱ ترکیب
۲۷۳	۱۰-۳-۱۱ عمق میدان
۲۷۳	۱۱-۳-۱۱ جهت استقرار
۲۷۴	۱۲-۳-۱۱ انواع عکسبرداری در تحقیقات کشت سلول و بافت گیاهی
۲۷۵	۱۳-۳-۱۱ نکات مهم در بهبود عکاسی
۲۷۹	منابع
۲۸۱	فصل ۱۲ مبانی تحقیق در شرایط درون شیشه
۲۸۱	۱-۱۲ مقدمه
۲۸۱	۲-۱۲ روش‌های مرتبط با تحقیقات علمی
۲۸۱	۱-۲-۱۲ تعیین فرضیه‌ها و اهداف آزمایش
۲۸۲	۲-۲-۱۲ انتخاب اجزاء اساسی طراحی آزمایش
۲۸۶	۳-۲-۱۲ تعیین تعداد تکرار یک آزمایش
۲۸۷	۴-۲-۱۲ انتخاب بهترین داده‌ها و طراحی آنالیز آری
۲۸۷	۵-۲-۱۲ اجرای آزمایش
۲۸۸	۶-۲-۱۲ یادداشت‌برداری داده‌ها
۲۸۸	۷-۲-۱۲ تجزیه و تحلیل داده‌ها
۲۹۲	۸-۲-۱۲ روش‌های انجام مقایسات میانگین
۲۹۷	۹-۲-۱۲ آزمایش‌های فاکتوریل (چند عاملی)
۲۹۸	۱۰-۲-۱۲ تبدیل داده
۳۰۰	منابع