

گامبورگ
فیلیس

کشت سلول، بافت و اندام گیاهی

دکتر سید محمد حسینی نصر

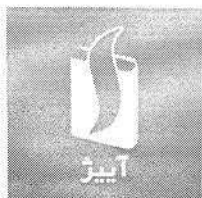
(عضو هیأت علمی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری)



آبیز

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، نشر یا پخش کند، مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

عنوان و نام پدیدآور	کشت سلول، بافت و اندام گیاهی / [ویراستاران: اولوف ال گامبورگ، گرگوری سی فیلیبس] مترجم سیدمحمد حسینی نصر.
مشخصات نشر	تهران: آبیژ، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	۴۰۸ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	978-964-970-470-8
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
یادداشت	Plant cell, tissue and organ culture: fundamental methods, 1995. عنوان اصلی.
موضوع	گیاهان-- یاخته ها و بافت ها-- کشت-- دستنامه های آزمایشگاهی
موضوع	گیاهان-- تکثیر آزمایشگاهی-- دستنامه های آزمایشگاهی
موضوع	تکنولوژی زیستی گیاهی
شناسه افزوده	گامبورگ، اولوف ال، ۱۹۳۴-م.
شناسه افزوده	Gamberg, O. L. (Oluf L).
شناسه افزوده	فیلیبس، گرگوری سی، ۱۹۵۴-م.
شناسه افزوده	Phillips, Gregory C.
شناسه افزوده	حسینی نصر، محمد، ۱۳۳۴-، مترجم.
ردمبندی کنگره	۱۳۹۲ ک/ ۷۲۵ QK
ردمبندی دیویی	۵۸۱/۸
شماره کتابشناسی سی	۳۳۲۹۸۲۶



کشت سلول، بافت و اندام گیاهی

تالیف	گامبورگ، فیلیبس
ترجمه	دکتر سیدمحمد حسینی نصر
ناشر	آبیژ
قطع	وزیری
نوبت چاپ	اول
تاریخ	بهار ۱۳۹۴
تیراژ	۱۰۰۰
صفحات	۴۰۸
شابک	۹۷۸-۹۶۴-۹۷۰-۴۷۰-۸
لیتوگرافی	نورنگ ۷۷۵۳۱۰۲۷-۷۷۵۲۹۳۶۳
چاپ و صحافی	طرفه ۵۵۲۶۹۲۸۷-۸

۲۲۰۰۰ تومان

کتابیران: تهران، میدان انقلاب ابتدای خیابان آزادی، خیابان دکتر قریب، بعد از فرصت شیرازی،

پلاک ۷، تلفن: ۱۸-۶۶۵۶۶۵۰۹

نوپردازان: تهران، خیابان لبافی نژاد، بین اردیبهشت و فروردین، پلاک ۲۲۸

تلفن: ۶۶۴۱۳۴۷۲-۶۶۴۱۳۵۱۵-۶۶۴۱۱۱۷۳-۶۶۴۹۴۲۰۹

WWW.Ketabiran.ir

فروش اینترنتی

پیش‌گفتار مؤلفان

طیف گسترده‌ای از فناوری‌ها در زمینه کشت بافت، دستکاری ژنتیکی و زیست‌شناسی مولکولی، برای تعداد فزاینده‌ای از گونه‌های گیاهی توسعه یافته است. به‌طور مشترک این فناوری‌های مبتنی بر فعالیت‌های آزمایشگاهی، به عنوان بیوتکنولوژی گیاهی شناخته می‌شوند. این فناوری‌ها به عنوان روش‌های عملی به منظور افزایش بهره‌وری تمام شاخه‌های تولید و بهبود گیاهی، و همچنین به عنوان ابزاری برای کمک به مطالعه جنبه‌های اساسی از علوم مربوط به گیاهان پدید آمده‌اند.

این توافق کلی وجود دارد که بیوتکنولوژی گیاهی تأثیر عمده‌ای بر تمام جنبه‌های صنایع کشاورزی، از تولیدکننده به مصرف‌کننده خواهد داشت. بیوتکنولوژی گیاهی دارای کاربرد مستقیمی در بهبود و اصلاح ژنتیک و تولید گیاهان می‌باشد. استفاده از ریز ازدیادی در تولید گیاه به یک صنعت چند میلیارد دلاری برای گلخانه‌ها و مراکز تجاری در سراسر جهان تبدیل شده است. ریز ازدیادی در تولید گیاهان عاری از ویروس‌ها و دیگر عوامل بیماری‌زا و همچنین برای تکثیر روشی سریع گونه استفاده می‌شود. مبنای اساسی برنامه‌های کاربردی بیوتکنولوژی گیاهی، توانایی سلول‌های گیاهی و توسعه اندام‌ها، به گیاهان کامل می‌باشد، که می‌تواند منجر به ایجاد یک گیاه بالغ شود. روش‌های کشت مرستم یا نوک ساقه و یا لاین‌های در حال توسعه چنین‌های غیرجنسی به‌طور گسترده به عنوان انواع روش‌ها در ریززدیادی استفاده می‌شود. افزایش دسترسی ملید به ژن‌های مشخص شده به عنوان مولکول‌های DNA نو ترکیب، پالایش روش‌ها به منظور معرفی ژن به سلول‌های گیاهی هدف، و همچنین پیشرفت در گیاهان باززایی شده انواع گیاهان زراعی، منجر به تولید تعداد زیادی از گیاهان تراریخت شده است. نتیجه گیاهان تراریخته، تولید گیاهان با پتانسیل بهبود مقاومت در برابر بیماری‌ها، مقاومت در برابر حشرات، رنگ‌های جدید گل‌ها، و بالا بودن کیفیت محصولات بوده است. محصولات ژنتیکی بهبود یافته و توسعه یافته، با کمک بیوتکنولوژی گیاهی تأثیر عمده‌ای در تولید و بازاریابی مواد غذایی و صنعتی محصولات داشته است.

به دلیل پیشرفت‌های سریع در علم بیوتکنولوژی گیاهی، نیاز روزافزون به آموزش و توسعه مهارت در تکنیک‌های مورد نیاز در زمینه تحقیقات پیشرفته گیاهان و کاربردهای عملی آنها احساس می‌شود. کتاب حاضر، دسترسی مؤثر به منظور دستیابی به مهارت‌های عملی و تجربی در طیف گسترده‌ای از تکنیک‌های اساسی بیوتکنولوژی گیاهی را در اختیار خواننده قرار می‌دهد. از ویژگی‌های منحصر به فرد این کتاب، این واقعیت است که جامع و کامل است، تمام اطلاعات و روش‌های مورد نیاز برای انجام روش‌های بیوتکنولوژی در فصل‌های این کتاب یافت می‌شود.

موضوعات با تنظیمات و مدیریت یک واحد آزمایشگاه عملی آغاز و با طرح روش‌های اساسی

آماده‌سازی محیط کشت و تکنیک‌های استریل ادامه می‌یابد. در فصل‌های بعدی مراحل اصلی تکثیر گیاه و باززایی از بافت ریزنمونه و همچنین کشت سلول نشان داده شده است. در یک فصل ویژه آخرین فن‌آوری‌های تولید، حفظ و استفاده از جنین‌زایی غیرجنسی به‌عنوان پروپاگل‌ها نشان داده شده است. سومین بخش عمده، در رابطه با سیستم‌های کشت تخصصی از جمله کشت مریستم به‌منظور حذف ویروس، کشت جنین به‌منظور گسترش هیبریداسیون و کاربردهای دیگر، و کشت بساک و اسپور برای تولید گیاهان هاپلوئید است. یک بخش جداگانه برای روش کشت پروتوپلاست و روش تبدیل و تولید گیاهان تراریخته اختصاص داده شده است.

آخرین بخش از کتاب بسیاری از روش‌های تجزیه و تحلیل که غالباً در ارتباط با سلول گیاهی و کشت بافت استفاده می‌شود را پوشش می‌دهد. این روش‌ها عبارتند از: بافت‌شناسی، میکروسکوپ الکترونی، تکنیک‌های ایمونوفلورسنس مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل گسترش سلول و بافت در هنگام کشت، روش‌های ایمونوبزوبینت برای صدور گواهی‌نامه گیاهان بدون ویروس، و استفاده از روش‌های رنگ‌آمیزی کروموزوم و تقویت مارک‌های پلی‌مرفیسم DNA برای توصیف خصوصیات سلول‌ها و گیاهان باززایی شده، در ضمیمه‌ای از ترکیبات محیط کشت، فهرستی از اغلب ترکیبات با وزن مولکولی، یک لیست از تأمین‌کنندگان مواد آزمایشگاهی همراه با آدرس، پاسخ به سؤالات مورد مطالعه در هر فصل^۱، و همچنین یک واژه‌نامه گسترده از اصطلاحات استفاده شده ارائه شده است. طراحی فصول، و کل کتاب به‌گونه‌ای است که مورد نیاز تکنسین‌های پژوهشی، دانشجویان و کارآموزان خواهد بود و همچنین ارزش زیادی برای محققین حرفه‌ای، پژوهشگران، مدیران، و معلمان که تا به حال تجربه قبلی در بیوتکنولوژی گیاهی داشته یا نداشته‌اند خواهد داشت.

اولف. ال. گامبورگ

گریگوری. سی. فیلیپس

لاس کروز، آوریل ۱۹۹۵

۱. نظر به اینکه این کتاب قرار است یکی از منابع درسی لحاظ شود، پاسخ به سؤالات در ترجمه کتاب حذف شده است.

راهنمای استفاده کاربردی از کتاب

طرح‌ریزی این کتاب براساس اهدافی چند است. عمده‌ترین استفاده از این کتاب فوق‌العاده، کسب مهارت‌ها و انجام دقیق آزمایشات بر اساس تکنولوژی‌های مورد نیاز، است. دیگر موارد استفاده از این مرجع، کاربری چندمنظوره جهت استفاده از اطلاعات تکنیکی در زمینه بیوتکنولوژی گیاهی می‌باشد. طرح هر فصل کتاب سبب سهولت در امر آموزش، یادگیری و راهنمای کاربری‌های تحقیقاتی می‌گردد. در مقدمه هر فصل، راهنمایی‌های کلی به منظور کاربرد تکنولوژی‌های ویژه و شرح خلاصه‌ای از چگونگی استفاده از تکنولوژی با تأکید بر اهداف آن فصل، آمده است. سپس فهرست تجهیزات، لوازم، معرف‌ها و مواد مورد نیاز جهت انجام هر تکنولوژی بیان شده است. پیش از شرح روش‌های کاربردی در هر فصل، بخشی وجود دارد که به تشریح آماده‌سازی محیط کشت، محلول‌ها، مواد گیاهی و دیگر موارد می‌پردازد.

بخش بعدی هر فصل وارد جزئیات روش‌های کاربردی می‌شود. سبک نگارش پروتکل^۱، با توجه به زبان اصطلاحی و رسانیدن خطاها به حداقل، سهولت امر پیگیری آزمایش را باعث می‌شود. سپس در هر فصل، نمونه‌هایی از نتایج مورد انتظار و شیوه ارائه این نتایج (مشاهدات) بیان شده است. در تمام طول فصل‌های کتاب، نکات سؤال‌برانگیز و نظریاتی دیده می‌شود که در پایان هر فصل، بخشی برای رایج‌ترین مسائل موجود اختصاص یافته است.

برای دریافت میزان فهمیدن محتویات کتاب توسط شخص استفاده‌کننده و ثبت آن محتویات در حافظه شخصی جهت آموزش و کاربرد و یا طرح در بحث‌های گروهی، سؤالاتی در هر بخش طرح شده که ضمناً پاسخ آنها در بخش الحاقی آخر کتاب آمده است. این کتاب به گونه‌ای طرح‌ریزی شده است که بتوان از آن به عنوان یک کتاب پایه جهت یک ترم کامل در بیوتکنولوژی گیاهی سود برد. به عنوان مثال، از فصل ۱ تا ۱۶ یا زیر مجموعه‌هایی از این بخش‌ها را می‌توان پایه تدریس یک ترم شش ماهه یا یک ساله قرار داد. بخش‌های کمتری از این کتاب را برای یک دوره شش ماهه یا جهت یک سری از ترم‌هایی که برای مبتدیان در نظر گرفته شده می‌توان انتخاب نمود، البته به دنبال آن دیگر بخش‌ها را جهت دوره‌های پیشرفته طرح و دوره‌های ویژه می‌شود تخصیص داد، به عنوان مثال، فصل‌های ۲ و ۳ به همراه فصل‌های ۴ و ۵ می‌توانند پایه‌ای برای یک ترم آغازین بوده و همراه با فصل اول به صورت یک دوره آماده‌سازی در نظر گرفته شود. فصل‌های ۶، ۷، ۸ و ۹ را می‌توان به دوره‌های پیشرفته اختصاص داده و همچنین فصل‌های ۱۲ و ۱۳ را نیز می‌توان از سرفصل‌های دوره پیشرفته در نظر گرفت.

در یک دوره ویژه، می‌توان فصل‌های ۱۰ و ۲۱ که مربوط به تولید گیاهان عاری از ویروس از طریق کشت مرستیم و چگونگی سنجش گیاهان یا تست ELISA^۱ را تدریس نمود. در دیگر دوره‌های ویژه می‌توان فصل‌های ۱۵ و ۱۶ را ارائه داده که به تولید گیاهان تراریخته می‌پردازد و به دنبال آن فصل ۲۲ طرح پیشرفته‌ایست که می‌توان از آن جهت ارائه دلیل مستحکمی از تکمیل ژن بیگانه در داخل ژنوم گیاه تراریخته استفاده کرد. در هر یک از فصل‌های ۱۷ تا ۲۰ طرح‌هایی به منظور یادگیری تکنیک‌های ویژه ارائه شده است که می‌توان جهت مهیا ساختن مواد گیاهی لازم این بخش‌ها را با بخش‌های ۵ تا ۸ یا ۱۴ ترکیب نمود.

دانشجویی که در این کتاب از تکنولوژی‌های ارائه شده مهارت کافی به‌دست آورده است، باید توان سرپرستی تحقیقات پایه گیاهی، شرکت در برنامه‌های اصلاح ژنتیکی محصولات گیاهی و یا اجرای برنامه‌های تولید صنعتی گیاهی در هر زمینه از دانش عملی بیوتکنولوژی گیاهی را داشته باشد.

توصیه به خوانندگان و استفاده‌کنندگان از پروتکل‌های این کتاب:

اینجانبان (اولف، ال. کامورک و جی. سی. فیلپس) از ارائه نظریات سودمند و اطلاعات موجود در کتاب بسیار خرسند می‌باشیم. همچنین ما از تذکر و یادآوری خطاهای احتمالی، موفقیت‌ها و یا فقدان موفقیت‌ها در استفاده هر کدام از پروتکل‌ها بسیار سپاسگزاریم. تمام پیشنهادهای شما در بهبود هر کدام از بخش‌های این کتاب سودمند است، به عنوان نمونه هر تغییری را در هر مرحله از روش‌های کاربردی که سبب اصلاح نتایج می‌شود، به ما گزارش دهید که این اطلاعات واصله در تجدید نظر چاپ‌های بعدی کتاب با ارزش می‌باشند.

تذکر

بنابر دلایل بسیاری نویسندگان این کتاب استفاده از لوازم و مواد را با نام تجاری و علامت ویژه تولید-کنندگان این اقلام ذکر کرده‌اند. این روش ارائه نام به معنای قابل استفاده بودن سایر منابع نمی‌باشد، گرچه این خواسته مدیران از مؤلفین کتاب بوده که نمونه‌های استفاده شده از مواد را در آزمایشگاه‌هایشان ارائه نمایند تا نتایج آزمایشات انجام شده توسط مبتدیان، یادگیری تکنیک‌ها را تسهیل نماید.

1. ELISA (enzyme-Linked immuno sorbent assay)

[هزار نکته باریکتر ز مو اینجاست]

حافظ

یکی از اهداف علوم تجربی، برخورداری از منابع زیستی در جهت بهبود زندگی مادی و معنوی انسان است، پس از کشف نظریه توانمندی سلولی^۱ توسط اشوان^۲ و اشلیدن^۳ در سال ۱۸۳۸ تحولی نوین در دانش زیستی به وجود آمد. هر سلول گیاهی یا جانوری در نقش یک کارخانه زیستی تولیدی برای ساخت محصولات جاندار یا بی جان با هدف گذاری خاص، توانی اعجاب آور برای بشر ایجاد کرد. کتاب حاضر بیشترین روش های علمی و عملی در زمینه کشت سلول، بافت و اندام گیاهان را برای اهداف متنوع شامل می شود.

نکته قابل تأمل در این کتاب، یکی، روش های عملی و تکنولوژی روش انجام کارها و عملیات را، همگام با مدیریت عملی آزمایشگاه های بیوتکنولوژی باید دانست و دیگر اینکه در روش های مختلف انجام کارهای عملی، پژوهشگران برجسته این علم در گرایش های متفاوت از مؤسسات آموزشی و تحقیقاتی تمام تجربیات خویش را در اختیار خوانندگان قرار داده اند، در تألیف آن ۲۸ نفر از پروفیسورهای دانش بیوتکنولوژی نقش دارند و چنین کاری علمی بسیار نادر اتفاق می افتد.

کتاب فوق نسبت به سایر کتاب های کشت بافت و سلول دارای برتری هایی است که می توان گفت پروتکل های عملی ساخت مدیوم (محیط کشت)، نحوه ساختن محلول هورمون ها، دستورالعمل های عملی برای کشت های متفاوت، نحوه ثبت گزارش های آزمایشگاهی، آشنایی عملی با تکنیک های جدید این علم می باشد، مخاطب آن دانشجویان بیوتکنولوژی گیاهی، علوم زیستی گیاهی در مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد، دکتری و سایر محققان و اساتید می باشند که در فصول متفاوت این کتاب مسائل مورد نیاز آنها را به بحث گذاشته است. نویسندگان کتاب که معرفی می شوند، در زمینه های تخصصی خویش سرآمد هستند. پروفیسور گامبورگ و پروفیسور فیلیپس به عنوان سردبیران این مجموعه که تمام نوشته ها و فصول را از نظر سبک نگارش و جزئیات تفصیل به صورت شکل واحدی ارائه نمودند خود از دانشمندان و کاشفین برجسته علوم و تکنولوژی کشت سلول و بافت می باشند. در انجام تحقیقات و یا تقسیم کار در مراکز تحقیقاتی هر فصل از کتاب می تواند مورد استفاده پژوهشگران قرار گیرد، از احداث، تجهیز و راه اندازی آزمایشگاه ها تا بهره برداری و تحقیقات گسترده و مستمر، کتاب فوق کاربرد دارد.

در پایان از مدیریت محترم نشر آییز، زنده‌یاد جناب دکتر گهواره که روح بلندشان به ملکوت پیوست و در نشر علوم زیستی خدماتی شایسته به جامعه دانشگاهیان نمود و همکاران ایشان آقای قارلقی، سرکار خانم ملکی که زحمت کارهای فنی این کتاب را تقبل نمودند سپاسگزارم. سرکار خانم مهندس الهه احمدی کارشناس ارشد رشته جنگلداری به پاس تمام کمک‌هایی که نمودند، آقایان احسان رجایی و علی پرواز دانشجویان کارشناسی ارشد که در مطابقت متن‌های تایپ شده، همچنین آقای حسن فتاحی که مشوق و پی‌گیر تمام کارها برای چاپ و نشر بودند سپاسگزاری می‌نمایم. ناگفته نماند، حمایت‌های همه جانبه و تدارک محیط امن و آرامش را مدیون صبر و تحمل‌های همسر خانم ماءسلطان کاشی می‌باشم.

از خوانندگان محترم استدعا دارم، نظرات ارزشمندشان را به ایمیل اینجانب به آدرس mhn1946@Gmailil.com ارسال بفرمایند تا در چاپ‌های بعدی جهت تجدید نظر لحاظ شود.

چگونه سر ز خجالت برآورم بر دوست که خدمتی بسزا برنیامد از دستم

ساری-مهرماه ۱۳۹۲

سید محمد حسینی نصر

www.ketab.ir

فهرست

بخش ۱ تجهیزات و تکنولوژی مورد نیاز برای عملیات آزمایشگاهی

۲	فصل ۱ تجهیزات، عملیات و مدیریت آزمایشگاهی	اولف ال. گامبورگ و گریگوری. سی. فیلپس
۳	۱-۱ مقدمه	
۴	۲-۱ اهداف و مقاصد	
۴	۳-۱ طرح یک واحد آزمایشگاهی و توسعه آن	
۵	۱-۳-۱ آزمایشگاه عمومی و آماده کردن محیط کشت	
۷	۲-۳-۱ اتاق انتقال ضد عفونی	
۷	۳-۳-۱ اتاق کشت	
۷	۴-۳-۱ اتاق شستشو	
۸	۵-۳-۱ اتاق ابزارآلات	
۸	۶-۳-۱ گلخانه ها	
۸	۷-۳-۱ نیازمندی های ویژه و کشت در تعداد زیاد	
۹	۴-۱ لوازم و تجهیزات	
۹	۱-۴-۱ آماده سازی محیط کشت و بخش ضد عفونی کننده	
۱۰	۲-۴-۱ اتاق انتقال ضد عفونی شده	
۱۰	۳-۴-۱ بخش مخصوص کشت در واحد آزمایشگاهی	
۱۱	۵-۱ مدیریت آزمایشگاه	
۱۲	۱-۵-۱ مدیریت یا هماهنگ کننده آزمایشگاه	

۱۲	شرح وظایف	۲-۵-۱
۱۲	مدیریت بخش	۳-۵-۱
۱۴	تقسیم‌بندی مسئولیت‌ها	۴-۵-۱
۱۷	برنامه‌ریزی جهت نیل به اهداف مدنظر	۵-۵-۱
۱۸	ایمنی کارکنان و آزمایشگاه	۶-۱
۲۰	سیستم‌های اضطراری	۷-۱
۲۰	تعریف واحدهای انرژی و نور	۸-۱
۲۱	برخی از منابع مفید	۹-۱
۲۲	پرسش‌های مطالعاتی	۱۰-۱
۲۲	منابع	

فصل ۲ آماده‌سازی و استعمال محیط کشت

اولف ال. گامبورگ و گریگوری. سی. فیلیس

۲۳	مقدمه	۱-۲
۲۵	اهداف و مقاصد	۲-۲
۲۵	تسهیلات و لوازم	۳-۲
۲۶	لوازم و تجهیزات	۱-۳-۲
۲۶	مواد مورد نیاز	۲-۳-۲
۲۷	روش‌های آماده‌سازی محیط کشت	۴-۲
۲۷	محللول‌های ذخیره	۱-۴-۲
۳۲	پیش‌نویس جهت آماده‌سازی محیط کشت	۲-۴-۲
۳۵	محللول کشت جهت اهداف ویژه	۳-۴-۲
۳۷	محیط کشت‌های آماده شده تجاری	۴-۴-۲
۳۷	جابه‌جایی و نگهداری محیط کشت	۵-۴-۲
۳۷	حل مسائل	۵-۲
۳۸	پرسش‌های مطالعاتی	۶-۲
۳۹	منابع	

فصل ۳ تکنیک‌های ضد عفونی

اولف ال. گامبورگ و گریگوری. سی. فیلیس

۴۱	مقدمه	۱-۳
----	-------	-----

۴۱	اهداف و مقاصد	۲-۳
۴۲	تجهیزات و مواد	۳-۳
۴۲	روش های کاربردی	۴-۳
۴۲	تکنیک های ضد عفونی جهت هودهای انتقال استریل	۱-۴-۳
۴۳	ضد عفونی محلول کشت	۲-۴-۳
۴۳	آماده سازی مواد نمونه برداری شده	۳-۴-۳
۴۸	کشف و شناسایی آلودگی ها	۵-۳
۴۸	حل مسائل	۶-۳
۴۹	پرسش های مطالعاتی	۷-۳
۴۹	منابع	

بخش ۲ اصول بازرانی و شیوه های تولید مثل گیاه

۵۳	فصل ۴ ریز ازدیادی از طریق تکثیر جوانه های جانبی	
	گریگوری سی فیلیپس و جان اف هابستن بکر	
۵۳	مقدمه	۱-۴
۵۵	اهداف و مقاصد	۲-۴
۵۵	تجهیزات، امکانات، مواد	۳-۴
۵۵	مواد گیاهی	۱-۳-۴
۵۵	تجهیزات مورد نیاز	۲-۳-۴
۵۶	واکنش دهنده ها و محیط کشت	۳-۳-۴
۵۷	روش های کاربردی	۴-۴
۵۷	آماده سازی معرف ها و محلول کشت	۱-۴-۴
۵۷	تیمار مواد	۲-۴-۴
۵۷	طرح آزمایش	۳-۴-۴
۵۸	پروتکل ها	۴-۴-۴
۶۱	فهرست مشاهدات و اندازه گیری ها	۵-۴-۴
۶۱	نتایج	۵-۴
۶۲	حل مسائل	۶-۴
۶۳	پرسش های مطالعاتی	۷-۴
۶۴	منابع	

فصل ۵ تکثیر ساقه‌های نابه جا ۶۵
 گریگوری سی. فیلیپس، جان. اف. هابستن برگر و الیزابت. ائی. هانسن

۶۵	مقدمه	۱-۵
۶۶	اهداف و مقاصد	۲-۵
۶۷	تجهیزات، وسایل و مواد	۳-۵
۶۷	مواد گیاهی	۱-۳-۵
۶۷	تجهیزات	۲-۳-۵
۶۷	معرف‌ها و محلول کشت	۳-۳-۵
۶۸	روش‌های کاربردی	۴-۵
۶۸	آماده‌سازی معرف‌ها و محلول کشت	۱-۴-۵
۶۸	تیمار مواد	۲-۴-۵
۶۹	طرح آزمایش	۳-۴-۵
۶۹	پروتکل‌ها	۴-۴-۵
۷۱	فهرست مشاهدات و اندازه‌گیری‌ها	۵-۴-۵
۷۱	نتایج	۵-۵
۷۳	حل مسائل	۶-۵
۷۵	پرسش‌های مطالعاتی	۷-۵
۷۶	منابع	

فصل ۶ باززایی گیاهان از طریق کالوس و کشت‌های سوسپانسیون سلول ۷۷
 گریگوری سی. فیلیپس، جان. اف. هابستن برگر و الیزابت. ائی. هانسن

۷۷	مقدمه	۱-۶
۷۹	اهداف و مقاصد	۲-۶
۷۹	امکانات، تجهیزات و مواد	۳-۶
۷۹	مواد گیاهی	۱-۳-۶
۷۹	تجهیزات	۲-۳-۶
۸۰	محیط‌های کشت	۳-۳-۶
۸۱	روش‌های کاربردی	۴-۶
۸۱	آماده‌سازی معرف‌ها و محیط کشت	۱-۴-۶
۸۱	تیمار مواد	۲-۴-۶