

صلى الله عليه وسلم



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده کشاورزی

گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی

رساله:

برای دریافت درجه دکتری در رشته اصلاح نباتات

با عنوان:

بررسی اثر رقم و عوامل محیطی بر روی ریزغده‌زایی گیاهچه‌های درون‌شیشه‌ای

سیب‌زمینی در شرایط هواکشت

زهرا موحدی

استاد راهنما:

دکتر احمد معینی

استاد مشاور:

دکتر علی سروش زاده

مهر ۱۳۹۰



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از رساله دکتری

واحدی خود را با عنوان:

رساله

ارائه کردند.

خانم **آنگه زمره موحد**

در تاریخ

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا تایید کرده است و پذیرش آنرا برای

پیشنهاد می کنند.

تکمیل درجه دکتری

امضاء	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	اعضای هیات داوران
	دانشیار	دکتر احمد معینی	۱- استاد راهنمای اصلی
			۲- استاد راهنمای دوم
	دانشیار	دکتر علی سروش زاده	۳- استاد مشاور اول
			۴- استاد مشاور دوم
	دانشیار	دکتر مختار جلالی جواران	۵- استاد ناظر
	دانشیار	دکتر حمید دهقانی	۶- استاد ناظر
	استاد	دکتر احمد مجد	۷- استاد ناظر
	استاد	دکتر حسین میرزایی ندوشن	۸- استاد ناظر
	دانشیار	دکتر مختار جلالی جواران	۹- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی

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 رساله دکتری نگارنده در رشته اصلاح نباتات است که در سال ۱۳۹۰ در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر احمد معینی، مشاوره جناب آقای دکتر علی سروش زاده از آن دفاع شده است“

ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت 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 دانشجو 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 اینجانب زهرا موحدی دانشجوی رشته اصلاح نباتات مقطع دکتری تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: زهرا موحدی

تاریخ و امضاء: ۹۰/۱۱/۱۲



دانشگاه تربیت مدرس  
ساواست بروايش

برستفالي  
جمهوري اسلامي ايران

شماره  
تاریخ  
پوست

### آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگران، پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عنوان پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشند. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (ثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۲ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

و اینجانب زهرا... دانشجوی رشته... ورودی سال تحصیلی... مقطع...  
دانشکده... متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم.

امضاء:  
تاریخ: ۸۷/۱۲/۱۸

تربیت‌پوئل‌آلاس‌پولر  
شماره پستی: ۱۳۱۱۵-۲۱۸  
تلفن: ۸۸۰۱۱۰۰۱  
دو کتار: ۸۸۰۰۵۰۳۵  
@modares.ac.ir

تقدیرم بہ

پدر و مادر عزیزم

## سپاس و قدردانی

با استعانت از درگاه ایزد منان و توکل بر حول و قوه لایزال الهی، بدین وسیله بر خود لازم می‌دانم از کلیه بزرگواران و عزیزانی که بنده را مورد لطف خویش قرار داده و از هیچ گونه مساعدت و همفکری در طول انجام این پایان‌نامه دریغ ننموده‌اند، کمال تشکر را داشته باشم و از خداوند باری تعالی برای ایشان صحت و سلامت وجود و موفقیت در تمامی مراحل زندگی را خواستار باشم.

استاد راهنمای بسیار عزیز و گرامی جناب آقای دکتر احمد معینی که از زمان آغاز تحقیق بنده را مورد لطف قرار داده و در تمام مراحل مختلف بنده را راهنمایی نمودند. استاد مشاور جناب آقای دکتر علی سروش زاده که در اجرای تحقیق و نگارش پایان‌نامه بنده را مورد لطف خویش قرار دادند.

کارشناس محترم آزمایشگاه اصلاح نباتات جناب آقای مهندس یادگاری که در امر انجام کارهای آزمایشگاهی، کمک حال اینجانب بودند و همچنین جناب آقای مهندس ایری و سرکار خانم مهندس آزموه قدردانی می‌گردد.

از جناب آقای مهندس محمد رضایی که در انجام این تحقیق مرا کمک کردند، سپاسگزاری می‌نمایم. از جناب آقای دکتر صباغ‌نیا که در تجزیه و تحلیل داده‌ها به اینجانب کمک نمودند، قدردانی می‌کنم.

در نهایت نیز از پدر، مادر، برادرانم که در زندگی همواره یار و یاور اینجانب بوده و سختی‌های بی‌شماری را متحمل شدند، تقدیر و تشکر می‌نمایم.

## چکیده:

سیب زمینی، یکی از گیاهان الگو جهت انجام آزمایشات کشت بافت می باشد که به دلیل توان بالای باززایی این گیاه، امروزه تولید درون شیشه ای گیاهچه های سیب زمینی در سطح بسیار وسیعی صورت می گیرد. در پژوهش حاضر به منظور بهینه سازی تولید گیاه از طریق کشت ریزنمونه های گره ای سیب زمینی، آزمایشاتی بر روی سه رقم آگریا، ساوالان و مارفونا انجام شد. ریزنمونه های گره ای حاصل از گیاهان بدست آمده از کشت غده های سیب زمینی عاری از ویروس تهیه و در شرایط کنترل شده کشت شدند. برای بررسی اثر سن گیاه بر روی رشد و نمو ریزنمونه های گره ای، از گیاهانی با ۴ سن مختلف شامل ۳، ۴، ۵ و ۶ هفته به بالا (تعیین سن از زمان کشت غده محاسبه شد) تهیه و کشت شدند. برای بررسی اثر موقعیت ریزنمونه بر روی ساقه نیز از ریزنمونه های جوانه انتهایی، گره ای دوم، سوم و چهارم استفاده شد. به منظور بررسی اثر نمک های پر مصرف بر روی تولید گیاهچه های درون شیشه ای، اثرات نمک های نیترات پتاسیم، نیترات آمونیوم، کلرید کلسیم، مونوفسفات پتاسیم با غلظت ۱/۲۵، ۱/۵ و ۱/۷۵ برابر غلظت این نمک ها در محیط کشت پایه MS، مورد بررسی قرار گرفتند. یکی از مهمترین نتایج این پژوهش طراحی سیستم هواکشت برای تولید ریزغده سیب زمینی بود که در ادامه ریزغده زایی، سیستم هواکشت با روش کلاسیک تولید ریزغده در خاک از نظر ارتفاع ساقه، طول ریشه، قطر ساقه و تعداد ریزغده تولید شده در هر گیاه مورد مقایسه قرار گرفت. بر اساس نتایج، بهترین رشد و نمو ریزنمونه های گره ای با استفاده از ریزنمونه هایی بدست آمد که از گیاهانی با سن سه هفته تهیه شده بودند. همچنین با افزایش سن گیاه مولد ریزنمونه های گره ای، به تدریج رشد و نمو گیاهچه های حاصل از آنها غیر طبیعی شده، انتهای ساقه نکروزه شده و رشد و نمو آنها متوقف گردید. همچنین ریزنمونه های گره ای تهیه شده از قسمت فوقانی ساقه ها رشد بسیار مطلوبی داشتند و هرچه از قسمت های پایین تر تهیه شدند از کیفیت گیاهچه های حاصل از آنها کاسته می شد، به طوریکه زمانی که از گره های چهارم به سمت پایین ساقه ریزنمونه تهیه شد، گیاهچه های حاصل از آنها، رشد و نمو غیر طبیعی بیشتری داشتند. بطور کلی نتایج نشان داد که افزایش این نمک ها در محیط کشت اثر مثبتی بر روی رشد و نمو گیاهچه های درون شیشه ای داشتند. از نظر نوع سیستم تولید ریزغده، سیستم هواکشت از لحاظ صفات ارتفاع ساقه، طول ریشه، قطر ساقه و تعداد ریزغده تولید شده در هر گیاه بطور معنی داری بهتر از سیستم کلاسیک (تولید ریزغده در خاک) بود. در سیستم هواکشت، رقم آگریا از نظر ارتفاع ساقه و رقم مارفونا از نظر طول ریشه، قطر ساقه و عملکرد از ارقام ساوالان و آگریا بهتر بودند.

**کلمات کلیدی:** سیب زمینی، کشت گره، ریزغده زایی، سیستم هواکشت، روش کلاسیک



## فهرست مطالب

۱	مقدمه
۵	فصل اول:
۵	بررسی منابع
۵	۱-۱ مبداء و تاریخچه سیب‌زمینی
۷	۲-۱ خصوصیات گیاهی
۷	۱-۲-۱ مورفولوژی
۱۰	۲-۲-۱ مراحل رشد و نمو
۱۱	۱-۲-۲-۱ رشد جوانه غده (مرحله رشدی I)
۱۱	۲-۲-۲-۱ استقرار گیاه (مرحله رشدی II)
۱۱	۳-۲-۲-۱ شروع غده‌دهی (مرحله رشدی III)
۱۲	۴-۲-۲-۱ حجیم شدن غده‌ها (مرحله رشدی IV)
۱۲	۵-۲-۲-۱ رسیدگی غده (مرحله رشدی V)
۱۳	۳-۱ بیماری‌های ویروسی سیب‌زمینی
۱۵	۴-۱ کشت مریستم
۱۷	۵-۱ ریزازدیادی سیب‌زمینی
۱۸	۶-۱ عوامل مؤثر در ریزازدیادی سیب‌زمینی
۱۹	۶-۱-۱ ترکیب محیط کشت
۱۹	۶-۱-۱-۱ قند
۱۹	۶-۱-۱-۲ مواد معدنی
۲۲	۶-۱-۱-۳ عامل ژلی
۲۲	۶-۱-۱-۴ ویتامین‌ها
۲۳	۶-۱-۱-۵ تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی
۲۴	۱-۵-۱ عوامل فیزیکی مؤثر بر کشت بافت
۲۵	۱-۷-۱ تأثیر مواد گیاهی بر کشت بافت
۲۶	۸-۱ تولید ریزغده (مینی تیوبر)
۲۶	۱-۸-۱ روش کلاسیک (روش تولید در خاک)
۲۸	۲-۸-۱ روش آبکشت (هیدروپونیک)
۲۹	۳-۸-۱ روش ایروپونیک (هواکشت)

۳۱	..... ۱-۳-۸-۱- مزایای سیستم هواکشت :
۳۳	..... ۲-۳-۸-۱- کاربردهای سیستم هواکشت:
۳۴	..... ۳-۳-۸-۱- مزایای هواکشت در تولید ریزغده‌های سیب‌زمینی:
۳۵	..... ۴-۳-۸-۱- معایب سیستم هواکشت:
۳۷	..... ۱-۲- محل انجام آزمایش:
۳۷	..... ۲-۲- تهیه مواد گیاهی:
۳۹	..... ۳-۲- کشت ریزغده‌های عاری از ویروس سیب‌زمینی:
۳۹	..... ۴-۲- محیط کشت و نحوه استریل آن:
۴۱	..... ۵-۲- کشت گره سیب‌زمینی:
۴۲	..... ۶-۲- آزمایشات انجام شده:
۴۲	..... ۱-۶-۲- آزمایش ۱: بررسی اثر نوع گلدان بر جوانه‌زنی ریزغده سیب‌زمینی
۴۲	..... ۲-۶-۲- آزمایش ۲: بررسی اثر سن گیاه بر روی رشد و نمو گیاهچه‌های حاصل از کشت ریزنمونه‌های گره‌ای:
۴۳	..... ۳-۶-۲- آزمایش ۳: تعیین بهترین پروتکل ضدعفونی سطحی مواد گیاهی:
۴۳	..... ۴-۶-۲- آزمایش ۴: بررسی اثر موقعیت گره بر روی ساقه بر روی رشد و نمو گیاهچه‌های حاصل از کشت آنها:
۴۴	..... ۵-۶-۲- آزمایش ۵: بررسی اثر رقم بر روی ریشه‌زایی گیاهچه‌های حاصل از کشت ریزنمونه‌های گره‌ای در محیط کشت MS
۴۴	..... ۶-۶-۲- آزمایش ۶: بررسی اثر عامل ژلی بر روی رشد و نمو گیاهچه‌های حاصل از کشت ریزنمونه‌های گره‌ای:
۴۵	..... ۷-۶-۲- آزمایش ۷: بررسی اثر غلظت‌های مختلف نیترات پتاسیم بر روی رشد و نمو گیاهچه‌های حاصل از کشت ریزنمونه‌های گره‌ای
۴۵	..... ۸-۶-۲- آزمایش ۸: بررسی اثر غلظت‌های مختلف نیترات آمونیوم بر روی رشد و نمو گیاهچه‌های حاصل از کشت ریزنمونه‌های گره‌ای
۴۵	..... ۹-۶-۲- آزمایش ۹: بررسی اثر غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم بر روی رشد و نمو گیاهچه‌های حاصل از کشت ریزنمونه‌های گره‌ای
۴۶	..... ۱۰-۶-۲- آزمایش ۱۰: بررسی اثر غلظت‌های مختلف مونوفسفات پتاسیم بر روی رشد و نمو گیاهچه‌های حاصل از کشت ریزنمونه‌های گره‌ای
۴۷	..... ۱۱-۶-۲- آزمایش ۱۱: بررسی اثر غلظت‌های مختلف سولفات منیزیم بر روی رشد و نمو گیاهچه‌های حاصل از کشت ریزنمونه‌های گره‌ای
۴۷	..... ۱۲-۶-۲- آزمایش ۱۲: بررسی اثر نوع هیدرات کربن بر روی رشد و نمو گیاهچه‌های حاصل از کشت ریزنمونه‌های گره‌ای
۴۸	..... ای

- ۲-۶-۱۳- آزمایش ۱۳: بررسی اثر جیبرلیک اسید بر روی رشد و نمو گیاهچه‌های حاصل از کشت ریزنمونه‌های گره‌ای ۴۸
- ۲-۶-۱۴- آزمایش ۱۴: بررسی اثر ظروف کشت با اندازه‌های مختلف بر روی رشد و نمو گیاهچه‌های حاصل از کشت ریزنمونه‌های گره‌ای ..... ۴۹
- ۲-۷- یادداشت‌برداری صفات ..... ۵۰
- ۲-۹- سازگار نمودن گیاهچه‌های درون شیشه‌ای: ..... ۵۰
- ۲-۸- طراحی و ساخت سیستم هواکشت نسل اول: ..... ۵۲
- ۲-۹- طراحی و ساخت سیستم هواکشت نسل دوم ..... ۵۴
- ۲-۱۰- تجزیه و تحلیل داده‌ها ..... ۵۶
- ۳-۱- نتایج آزمایشات: ..... ۵۶
- ۳-۱-۱- آزمایش ۱: بررسی اثر نوع گلدان بر روی جوانه‌زنی ریزغده‌های سیب‌زمینی: ..... ۵۷
- ۳-۱-۲- آزمایش ۲: بررسی اثر سن گیاه بر روی رشد و نمو گیاهچه‌های حاصل از کشت ریزنمونه گره‌ای: ..... ۵۸
- ۳-۱-۳- آزمایش ۳: تعیین بهترین پروتکل ضدعفونی مواد گیاهی برای کشت درون شیشه‌ای ..... ۶۱
- ۳-۱-۴- بررسی اثر موقعیت ریزنمونه بر روی ساقه بر روی رشد و نمو گیاهچه‌های حاصل از کشت ریزنمونه‌های گره‌ای: ..... ۶۳
- ۳-۱-۵- آزمایش ۵: بررسی اثر رقم بر روی ریشه‌زایی در محیط کشت MS بدون هورمون ..... ۶۶
- ۳-۱-۶- آزمایش ۶: بررسی اثر عامل ژلی بر روی کشت ریزنمونه‌های گره‌ای سیب‌زمینی ..... ۶۷
- ۳-۱-۷- آزمایش ۷: بررسی اثر نیترات پتاسیم بر روی کشت ریزنمونه‌های گره‌ای سیب‌زمینی و غده‌زایی آن ..... ۷۱
- ۳-۱-۸- آزمایش ۸: بررسی اثر نیترات آمونیوم بر روی کشت ریزنمونه‌های گره‌ای سیب‌زمینی و غده‌زایی آنها ..... ۷۶
- ۳-۱-۹- آزمایش ۹: بررسی اثر کلرید کلسیم بر روی کشت ریزنمونه‌های گره‌ای سیب‌زمینی و غده‌زایی آنها ..... ۸۰
- ۳-۱-۱۰- آزمایش ۱۰: بررسی اثر مونوفسفات پتاسیم بر روی کشت ریزنمونه‌های گره‌ای سیب‌زمینی و غده‌زایی حاصل از آنها ..... ۸۴
- ۳-۱-۱۱- آزمایش ۱۱: بررسی اثر سولفات منیزیم بر روی کشت ریزنمونه‌های گره‌ای سیب‌زمینی و غده‌زایی گیاهان حاصل از آنها ..... ۸۹
- ۳-۱-۱۲- آزمایش ۱۲: بررسی اثر اسید جیبرلیک بر کشت ریزنمونه‌های گره‌ای سیب‌زمینی و غده‌زایی آن ..... ۹۴
- ۳-۱-۱۳- آزمایش ۱۳: بررسی اثر نوع منبع هیدرات کربن بر روی کشت ریزنمونه‌های گره‌ای در سیب‌زمینی و غده‌زایی آنها ..... ۹۷
- ۳-۱-۱۴- بررسی اثر ظروف مختلف کشت بر روی کشت ریزنمونه‌های گره‌ای سیب‌زمینی و غده‌زایی آنها ..... ۱۰۰

- ۱۰۴.....: ۱۵-۱-۳- نتایج نسل اول سیستم هواکشت:
- ۱۰۶.....: ۱-۱۵-۱-۳- حل مشکل نسل اول سیستم هواکشت:
- ۱۰۷.....: ۱۶-۱-۳- نتایج در نسل دوم سیستم هواکشت:
- ۱۲۲.....: ۴- منابع:

## فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱: روش مرسوم تکثیر سیب‌زمینی ..... ۸
- شکل ۲-۱: مورفولوژی گیاه سیب‌زمینی. (A): گیاه کامل (B): ساختمان گل (C): ساختمان میوه (D): گیاهچه سیب‌زمینی (E): بخش‌های زیرزمینی حاصل از غده بذری (F): ساختمان غده سیب‌زمینی و (G): ساختمان تک‌جوانه بر روی غده بذری ..... ۱۰
- شکل ۳-۱: شکل شماتیک سیستم هواکشت ..... ۳۰
- شکل ۱-۲ (الف): ریزغده‌های سیب‌زمینی عاری از ویروس ب: گیاه حاصل از کشت ریزغده ..... ۳۹
- شکل ۲-۲: گیاهچه‌های سیب‌زمینی درون شیشه‌ای سازگار شده ..... ۵۱
- شکل ۱-۳: نکروزه شدن قسمت انتهایی نوساقه حاصل از کشت ریزنمونه گره‌ای ..... ۵۹
- شکل ۱-۳: انتقال گیاهچه‌های سیب‌زمینی به سیستم هواکشت ..... ۱۰۴
- شکل ۲-۳: گیاهچه‌های سیب‌زمینی یک هفته پس از انتقال به سیستم هواکشت ..... ۱۰۵
- شکل ۳-۳: گیاهان سیب‌زمینی یک ماه پس از انتقال به سیستم هواکشت ..... ۱۰۵
- شکل ۳-۴: ریشه گیاهان سیب‌زمینی در اواخر دوره رشد در سیستم هواکشت ..... ۱۰۶
- شکل ۳-۵: آغاز غده دهی در سیب‌زمینی در سیستم هواکشت نسل دوم ..... ۱۱۲
- شکل ۳-۶: نمای کلی رشد و نمو گیاهان سیب‌زمینی در سیستم هواکشت ..... ۱۱۲
- شکل ۳-۷: غده دهی گیاهان سیب‌زمینی در سیستم هواکشت ..... ۱۱۳
- شکل ۳-۸: نمای کلی داخل مخازن سیستم هواکشت و غده زایی گیاهان سیب‌زمینی ..... ۱۱۴

فهرست جداول

جدول ۱-۲- ترکیب محیط کشت MS	۴۰
جدول ۲-۲: ترکیب محلول غذایی استفاده شده جهت تولید ریز غده سبب زمینی در سیستم هواکشت و کلاسیک	۵۵
جدول ۱-۳- نتایج تجزیه واریانس برای صفت جوانه‌زنی ریزغده‌های سبب‌زمینی	۵۸
جدول ۲-۳- مقایسه میانگین صفت جوانه‌زنی در آزمایش اول	۵۸
جدول ۳-۳- نتایج آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس برای صفات مورد مطالعه در آزمایش دوم	۶۰
جدول ۴-۳- نتایج مقایسه میانگین جفتی با آزمون ناپارامتری مان-ویتنی آزمایش دوم	۶۰
جدول ۵-۳- نتایج آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس برای صفات مورد مطالعه در آزمایش سوم	۶۱
جدول ۶-۳- نتایج مقایسه میانگین جفتی با آزمون ناپارامتری مان-ویتنی آزمایش سوم	۶۲
جدول ۷-۳- نتایج تجزیه واریانس صفت طول نوساقه در آزمایش چهارم	۶۳
جدول ۸-۳- نتایج آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس آزمایش چهارم	۶۳
جدول ۹-۳- نتایج مقایسه میانگین صفت طول نوساقه در آزمایش چهارم	۶۴
جدول ۱۰-۳- نتایج مقایسه میانگین جفتی با آزمون ناپارامتری مان-ویتنی آزمایش چهارم	۶۵
جدول ۱۱-۳- نتایج آزمون‌های ناپارامتری کروسکال-والیس و مان-ویتنی آزمایش پنجم	۶۷
جدول ۱۲-۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در آزمایش ۶	۶۸
جدول ۱۳-۳- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه آزمایش ۶	۶۸
جدول ۱۴-۳- مقایسه میانگین ارقام مورد مطالعه در آزمایش ۶	۶۹
جدول ۱۵-۳- نتایج آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس در آزمایش ۶	۶۹
جدول ۱۶-۳- نتایج مقایسه میانگین جفتی با آزمون ناپارامتری مان-ویتنی آزمایش ۶	۷۰
جدول ۱۷-۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در آزمایش ۷	۷۲
جدول ۱۸-۳- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در آزمایش ۷	۷۳
جدول ۱۹-۳- مقایسه میانگین ارقام مورد مطالعه در آزمایش ۷	۷۳
جدول ۲۰-۳- نتایج آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس در اثر نیترات پتاسیم	۷۳
جدول ۲۱-۳- جدول مقایسه میانگین تیمار در رقم در آزمایش ۷	۷۴
جدول ۲۲-۳- نتایج مقایسه میانگین جفتی با آزمون ناپارامتری مان-ویتنی در آزمایش ۷	۷۵
جدول ۲۳-۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در آزمایش ۸	۷۷
جدول ۲۴-۳- مقایسه میانگین در صفات مورد مطالعه در آزمایش ۸	۷۷
جدول ۲۵-۳- مقایسه میانگین در ارقام مورد مطالعه در آزمایش ۸	۷۷
جدول ۲۶-۳- نتایج آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس در آزمایش ۸	۷۸
جدول ۲۷-۳- نتایج مقایسه میانگین جفتی با آزمون ناپارامتری مان-ویتنی در آزمایش ۸	۷۹
جدول ۲۸-۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در آزمایش ۹	۸۱

جدول ۳-۲۹- نتایج مقایسه میانگین در صفات مورد مطالعه در آزمایش	۸۲
جدول ۳-۳۰- مقایسه میانگین در ارقام مورد مطالعه در آزمایش ۹	۸۲
جدول ۳-۳۱- نتایج آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس در آزمایش ۹	۸۲
جدول ۳-۳۲- نتایج مقایسه میانگین جفتی با آزمون ناپارامتری مان-ویتنی در آزمایش ۹	۸۳
جدول ۳-۳۳- نتایج تجزیه واریانس در آزمایش ۱۰	۸۶
جدول ۳-۳۴- مقایسه میانگین در صفات مورد مطالعه در آزمایش ۱۰	۸۶
جدول ۳-۳۵- مقایسه میانگین در ارقام مورد مطالعه در آزمایش ۱۰	۸۷
جدول ۳-۳۶- جدول مقایسه میانگین تیمار در رقم در مورد صفت ریزغده‌زایی	۸۷
جدول ۳-۳۷- نتایج آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس در آزمایش ۱۰	۸۷
جدول ۳-۳۸- نتایج مقایسه میانگین جفتی با آزمون ناپارامتری مان-ویتنی در آزمایش ۱۰	۸۸
جدول ۳-۳۹- نتایج تجزیه واریانس در آزمایش ۱۱	۹۱
جدول ۳-۴۰- مقایسه میانگین در صفات مورد مطالعه در آزمایش ۱۱	۹۱
جدول ۳-۴۱- جدول مقایسه میانگین در ارقام مورد مطالعه در آزمایش ۱۱	۹۲
جدول ۳-۴۲- نتایج آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس در آزمایش ۱۱	۹۲
جدول ۳-۴۳- جدول مقایسه میانگین تیمار در رقم در مورد صفت ریزغده‌زایی	۹۲
جدول ۳-۴۴- نتایج مقایسه میانگین جفتی با آزمون ناپارامتری مان-ویتنی در آزمایش ۱۱	۹۳
جدول ۳-۴۵- نتایج تجزیه واریانس در آزمایش ۱۲	۹۵
جدول ۳-۴۶- مقایسه میانگین در صفت طول ساقه در آزمایش ۱۲	۹۵
جدول ۳-۴۷- نتایج آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس در آزمایش ۱۲	۹۵
جدول ۳-۴۸- نتایج مقایسه میانگین جفتی با آزمون ناپارامتری مان-ویتنی در آزمایش ۱۲	۹۶
جدول ۳-۴۹- نتایج تجزیه واریانس در آزمایش ۱۳	۹۸
جدول ۳-۵۰- مقایسه میانگین در صفات مورد مطالعه در آزمایش ۱۳	۹۸
جدول ۳-۵۱- نتایج آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس در آزمایش ۱۳	۹۸
جدول ۳-۵۲- نتایج مقایسه میانگین جفتی با آزمون ناپارامتری مان-ویتنی در آزمایش ۱۳	۹۹
جدول ۳-۵۳- نتایج تجزیه واریانس در آزمایش ۱۴	۱۰۱
جدول ۳-۵۴- مقایسه میانگین در صفات مورد مطالعه در آزمایش ۱۴	۱۰۱
جدول ۳-۵۵- جدول مقایسه میانگین در ارقام مورد مطالعه در آزمایش ۱۴	۱۰۲
جدول ۳-۵۶- نتایج آزمون ناپارامتری کروسکال-والیس در آزمایش ۱۴	۱۰۲
جدول ۳-۵۷- نتایج مقایسه میانگین جفتی با آزمون ناپارامتری مان-ویتنی در آزمایش ۱۴	۱۰۳
جدول ۳-۵۸- نتایج تجزیه واریانس دو سیستم تولید ریز غده	۱۰۸
جدول ۳-۵۹- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در آزمایش ۱۶	۱۰۸

- جدول ۳-۵۹- نتایج مقایسه میانگین دو سیستم تولید ریزغده ..... ۱۰۸
- جدول ۳-۶۰: مقایسه میانگین نوع سیستم تولید ریزغده در رقم..... ۱۰۹
- جدول ۳-۶۱: برآورد تقریبی هزینه ها و سود حاصل از این سیستم ( محاسبات روی رقم اگر یا انجام شده است ) : ..... ۱۱۰
- جدول ۳-۶۲- نتایج تجزیه واریانس دو سیستم تولید ریزغده..... ۱۱۱
- جدول ۳-۶۳- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه..... ۱۱۱



در مقیاس جهانی، سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) یکی از ارزش‌ترین مواد غذایی محسوب شده و از جمله مهمترین محصولات است که قسمت عمده‌ای از نیازهای غذایی بشر را تأمین می‌کند. سیب‌زمینی مهمترین گیاه مغذی بعد از غلات است و پس از گندم، برنج و ذرت چهارمین محصول عمده دنیا به شمار می‌رود (Spooner *et al.*, 2005).

به علت قدرت تولید بالا و سازگاری با دامنه بسیار وسیعی از اقلیم‌ها، تولید سیب‌زمینی به عنوان یک منبع غذایی رو به افزایش است، به طوری که هر ساله حدود ۳۲۰ میلیون تن سیب‌زمینی در سراسر جهان تولید می‌شود (FAO, 2009). این محصول در ۱۴۰ کشور کشت می‌شود که بیش از ۱۰۰ کشور آن در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری واقع شده‌اند. با این وجود، هنوز بیشترین تولید در مناطق معتدله و در کشورهای صنعتی متمرکز است. تقریباً یک سوم این محصول در کشورهای در حال توسعه و عمدتاً در کشورهای آسیایی تولید می‌شود (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۵).

محصول سیب‌زمینی عملکرد بالایی داشته و در واحد سطح و زمان، انرژی و پروتئین بیشتری نسبت به سایر محصولات غذایی تولید می‌کند. سیب‌زمینی منبع غذایی مهمی برای جمعیت در حال افزایش جهان بوده، بصورت تازه، فرآوری شده، در تغذیه دام و صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد و به لحاظ محتوای پروتئین، کلسیم، ویتامین C و پتاسیم غنی می‌باشد (Bowen, 2003). تولید سالیانه بیش از ۳/۵ میلیون تن سیب‌زمینی در کشور، این محصول را در ردیف مهمترین ماده غذایی قابل مصرف بعد از گندم قرار داده است (خزاعی و ارشدی، ۱۳۸۷).

متوسط مصرف سرانه آن در کشور بیش از ۳۵ کیلوگرم بوده و مصرف آن روز به روز در حال افزایش است و با توجه به روند رو به رشد جمعیت و گرانی سایر منابع غذایی، نیاز به تولید بیشتر این محصول اجتناب ناپذیر است (خزاعی و ارشدی، ۱۳۸۷).

با وجود مزایای بی‌شمار، محصول سیب‌زمینی به علت دارا بودن تکثیر رویشی، مستعد آلودگی بوسیله باکتری‌ها، قارچ‌ها، ویروس‌ها و ویروئیدها می‌باشد که این عوامل بیماری‌زا در اثر تکثیر به نسل‌های رویشی بعد منتقل می‌گردند. این آلودگی‌ها می‌توانند عملکرد و کیفیت بازار پسندی محصول را بطور موثری تحت تاثیر قرار دهند (Tovar *et al.*, 1985).

در شرایط طبیعی کشت، حدود ۲۵ ویروس و یک ویروئید سیب‌زمینی را آلوده می‌سازند که از این ویروس‌ها، ویروس‌های X, Y, A و S در آلوده‌سازی سیب‌زمینی تأثیرات بیشتری دارند. بر اساس مطالعات انجام شده خسارات ویروسی به محصول سیب‌زمینی تا ۴۰٪ می‌باشد (Siddiqui *et al.*, 1996).

یکی از راه‌هایی که تا حد زیادی مشکل کاهش عملکرد محصول سیب‌زمینی در اثر پاتوژن‌های گیاهی، مخصوصاً ویروس‌ها را برطرف می‌کند، استفاده از بذر سالم سیب‌زمینی است. در سال‌های اخیر بهترین روش کنترل و مبارزه با ویروس‌ها، تولید گیاهان سالم بدست آمده از کشت سلول‌های مرستمی این گیاه تشخیص داده شده است (Struik, 2007). در واقع، کشت مرستمی بطور موفقیت‌آمیزی برای بدست آوردن ذخایر عاری از ویروس سیب‌زمینی به کار برده می‌شود (Bajaj, 1987).

در روش تولید گیاهچه‌های سالم از طریق کشت مرستمی، چون جداسازی و کشت مرستمی بر روی محیط کشت کاری بسیار ظریف و دقیق است، در هر بار تکرار آزمایش تعداد محدودی گیاهچه

بدست می‌آید، به همین دلیل و به منظور افزایش سرعت تکثیر و تولید گیاهچه‌های بیشتری از هر مریستم، از روش‌های ریزازدیادی استفاده می‌شود (Struik, 2007).

استفاده از کشت بافت برای سالم سازی مواد گیاهی و تولید و تکثیر آنها جهت افزایش تولید محصول در اواخر قرن بیستم مورد استفاده قرار گرفته و روش‌های اصلاح شده و مناسبی تدوین گردیده و در شرکت‌های تولید و عرضه کننده بذور، بهینه شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند (Naik *et al.*, 1998)

عوامل متعددی رشد و تکثیر گیاهچه‌های حاصل از کشت مریستم را تحت تاثیر قرار می‌دهند که از جمله می‌توان به ترکیب محیط کشت، نوع و غلظت منبع هیدرات کربن و هورمون‌های مورد استفاده اشاره کرد (Edwin *et al.*, 2008).

پس از تکثیر درون شیشه‌ای گیاهچه‌های درون شیشه‌ای بایستی اقدام به تولید ریزغده‌های (مینی تیوبر) عاری از ویروس نمود که روش‌های متعددی جهت تولید آن وجود دارد که از مهمترین آنها روش کلاسیک (تولید در خاک)، روش آبکشت (هیدروپونیک) و روش هواکشت (ایروپونیک) می‌باشد (Struik and Wiersema, 2002).

امروزه، مدرن‌ترین روش تولید ریزغده‌های سیب‌زمینی، روش هواکشت است که روش بسیار امیدبخشی است. در این روش جدید، گیاهچه‌های سیب‌زمینی به گونه‌ای کشت می‌شوند که ریشه‌ها، استولون‌ها و غده‌های آنها در هوا معلق بوده و با خاک تماس ندارد. در این روش، ریشه‌ها با محلولی از مواد غذایی مورد نیاز گیاه محلول پاشی می‌شوند و دیگر نیازی به ضدعفونی خاک با مواد شیمیایی مضر نبوده و غده‌ها نیز سالم می‌مانند. در حال حاضر مرکز بین‌المللی سیب‌زمینی در کشور پرو از این روش جهت افزایش تولید و کاهش هزینه‌های تولید ریزغده‌های سیب‌زمینی استفاده می‌کند. این روش تا ده برابر مؤثرتر از روش‌های معمول تولید ریزغده‌ها در بستر خاکی است و مزیت دیگر آن

برداشت ریزغده‌ها در اندازه دلخواه است. نتایج اولیه بسیار موفقیت‌آمیز بوده، بطوریکه در برخی ارقام، حدود ۷۰ ریزغده از هر گیاهچه بدست آمده است در حالی که با استفاده از روش‌های کلاسیک، می‌توان فقط ۵ تا ۱۰ ریزغده از هر گیاهچه تولید کرد (CIP, 2008).

با توجه به اهمیت سیب‌زمینی در تولید، اقتصاد و تغذیه مردم و نیاز حدود ۷ میلیون ریزغده در سال، همچنین اهمیت استفاده از بذر سالم در تولید محصول، که از جمله مهمترین عوامل مؤثر در افزایش عملکرد محصول سیب‌زمینی در واحد سطح می باشد، انجام بررسی و تحقیق در این زمینه ضرورت دارد. بر این اساس، بایستی شرایط مناسب تهیه ریزنمونه‌های عاری از عوامل بیماری‌زا، تعیین شرایط بهینه فیزیکی شیمیائی برای رشد بهینه و تکثیر سیب‌زمینی، تولید گیاهان از طریق ریزازدیادی و انتقال به خاک، تولید ریزغده در شرایط کشت درون شیشه‌ای تعیین گردد تا در نهایت فرایند تهیه منشاء بذری سالم ارقام تدوین گردد و امکان تهیه و تولید منشأهای بذری ارقام تجارتي موجود به صورت سالیانه بوجود آید.

هدف از انجام این رساله بررسی تعدادی از عوامل مؤثر بر رشد و نمو گیاهچه‌های درون شیشه‌ای و غده‌زایی آنها و همچنین طراحی و ساخت سیستم هواکشت جهت تولید ریزغده‌های سیب‌زمینی و تولید ریزغده در این سیستم و مقایسه آن با روش تولید در شرایط کلاسیک می باشد.