بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه زنجان

باسمه تعالی

شماره: ۲۷۵۵۰
تاریخ: ۹۰/۷/۲۳

# صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم **خدیجه فرهادی** رشته **خاکشناسی** گرایش **شیمی وحاصلخیزی خاک** تحت عنوان **"تأثیر کبالت، مولیبدن، ازت و تلقیح بذر با ریزوبیوم بر رشد لوبیا چیتی در کشت هیدروپونیک"** در تاریخ **۱۳۹۰/۰۷/۱۸** با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه زنجان برگزار گردید و نظر هیأت داوران بشرح زیر می باشد:

☑ قبول (با درجه: عالی امتیاز: ۱۹/۷۵) ☐ دفاع مجدد ☐ مردود

۱- عالی (۲۰-۱۸)

۲- بسیار خوب (۱۷/۹۹-۱۶)

۳- خوب (۱۵/۹۹-۱۴)

۴- قابل قبول (۱۳/۹۹-۱۲)

| عضو هیأت داوران | نام و نام خانوادگی | رتبه علمی | امضاء |
|---|---|---|---|
| ۱- استاد راهنما | دکتر احمد گلچین | استاد | |
| ۲- استاد مشاور | دکترحسین بشارتی | استادیار | |
| ۳- استاد ممتحن | دکتر محمدامیر دلاور | استادیار | |
| ۴- استاد ممتحن | دکترپریسا علمداری | استادیار | |
| ۵- نماینده تحصیلات تکمیلی | دکتر اورنگ کاوسی | استادیار | |

دکتر علی شمس

معاون آموزش و تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی

دکتر محمد حسین شهیر

مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه

دانشکده کشاورزی
گروه خاکشناسی

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc) در رشته خاکشناسی

# تأثیر کبالت، مولیبدن، ازت و تلقیح بذر با ریزوبیوم بر رشد لوبیا چیتی در کشت هیدروپونیک

تحقیق و نگارش

**خدیجه فرهادی**

استاد راهنما

**جناب آقای دکتر احمد گلچین**

استاد مشاور

**جناب آقای دکتر حسین بشارتی**

پاییز ۱۳۹۰

تقدیم به

پیشگاه مقدس دردانه رسول خدا

و

پدر عزیز و مادر مهربانم

## سپاسگزاری

حمد و سپاس خداوندی را سزاست که با باران رحمتش غبار جهل را از آئینه زنگار بسته دلم زدود و در پرتو لطف بیکرانش گامی دیگر را در راه دانش‌اندوزی و رسیدن به کمال طی نمودم. نتایج زحماتم را تقدیم می‌دارم به پدر و مادر مهربان و عزیزم که وجودم برایشان همه رنج بود و وجودشان برایم همه مهر، توانشان رفت تا به توانایی برسم، مویشان سپید گشت تا رویم سپید بماند، راستی قامتم در قامت شکسته آن‌ها تجلی یافت، به خواهر عزیزم و برادران خوبم که یار و مشوقم بوده‌اند.

از استاد راهنمای ارجمندم، جناب آقای دکتر گلچین نهایت سپاسگزاری را می‌نمایم که طی نمودن این راه جز در سایه هدایت‌های عالمانه و دلسوزانه ایشان میسر نبود. از استاد مشاور ارجمندم، آقای دکتر بشارتی که از راهنمایی‌های ارزنده‌شان در طول این مسیر بهره‌مند گشتم کمال سپاس را دارم. از اساتید گرانقدرم آقای دکتر دلاور و خانم دکتر علمداری که زحمت داوری این پایان نامه را قبول نمودند، کمال امتنان را دارم. از استاد گرامی آقای دکتر کاوسی که به عنوان نماینده تحصیلات تکمیلی در جلسه حضور داشتند سپاسگزارم. از مدیر محترم گروه خاکشناسی استاد گرانقدرم آقای دکتر واعظی که افتخار شاگردی ایشان را داشته‌ام کمال امتنان را دارم. از مسئولین محترم آزمایشگاه خاکشناسی آقای مهندس بیات و خانم مهندس حسینی کمال تشکر را دارم. از منشی محترم گروه آقای رضایی به خاطر کمک‌های دلسوزانه سپاسگزارم. صمیمانه‌ترین قدرشناسی را از دوستانم خانم‌ها الهه عزیزآبادی، هاجر عروجی، زهرا فهیم، زهرا یاسمی، فاطمه نظریان، زهرا عبدالهی، سمیرا حسنی، نادیا نوری، نسترن قدیمی، افسانه صفائیان، زهرا رضایی، فاطمه رخش، ملیحه خالقی و آقایان غلامرضا نوری و سعید شفیعی و همکلاسی‌های عزیزم داشته و برایشان آرزوی موفقیت دارم.

با تشکر

خدیجه فرهادی

## چکیده

به منظور بررسی تأثیر کبالت، مولیبدن، نیتروژن و تلقیح بذر با ریزوبیوم بر رشد لوبیا چیتی در کشت هیدروپونیک، یک آزمایش گلدانی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۷۲ تیمار، در سه تکرار و با مجموع ۲۱۶ گلدان در گلخانه گروه خاکشناسی دانشگاه زنجان اجرا گردید. تیمارها شامل ترکیب فاکتوریل چهار سطح نیتروژن (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، سه سطح مولیبدن (۰/۰۶۷، ۰/۲ و ۰/۶ میلی‌گرم در لیتر)، سه سطح کبالت (۰/۰۰۶، ۰/۰۶ و ۰/۳ میلی‌گرم در لیتر) و دو سطح تلقیح بذر با باکتری (با و بدون تلقیح) بودند. تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت به ترتیب از طریق افزودن مقادیر مختلف نمک‌های نیترات آمونیوم، مولیبدات آمونیوم و کلرید کبالت به محلول غذایی پایه توصیه شده توسط EPA برای کشت بدون خاک لگوم‌ها، تهیه گردیدند. مشاهدات گلخانه‌ای و نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمار تلقیح بذر با باکتری بر روی هیچ کدام از پارامترهای مورد بررسی معنی‌دار نیست، بنابراین تیمار تلقیح حذف و داده‌های آزمایش به صورت طرح سه فاکتوره مورد تجزیه آماری قرار گرفت.

نتایج بدست آمده نشان داد که افزایش غلظت نیتروژن محلول غذایی تا سطح ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در لیتر محلول غذایی باعث افزایش وزن خشک بوته، وزن خشک ریشه، وزن خشک غلاف و تعداد غلاف می‌شود. با افزایش غلظت نیتروژن محلول غذایی شاخص کلروفیل برگ افزایش ولی ارتفاع گیاه کاهش یافت. افزایش غلظت مولیبدن محلول غذایی باعث افزایش شاخص کلروفیل برگ و وزن خشک غلاف گردید ولی بر سایر شاخص‌های رشد تأثیر معنی‌داری نداشت. افزایش غلظت کبالت محلول غذایی باعث افزایش وزن خشک ریشه، ارتفاع بوته و تعداد غلاف گردید ولی وزن خشک بوته، شاخص کلروفیل برگ و وزن خشک غلاف را کاهش داد. افزایش غلظت نیتروژن محلول غذایی سبب افزایش غلظت نیتروژن، فسفر، منیزیم، آهن، منگنز، مس، مولیبدن و کبالت و کاهش غلظت پتاسیم، کلسیم و روی در برگ گردید. افزایش غلظت مولیبدن محلول غذایی سبب افزایش غلظت نیتروژن، فسفر، منیزیم، آهن، منگنز، مس و مولیبدن و کاهش غلظت کلسیم، روی و کبالت در برگ گردید ولی بر غلظت پتاسیم برگ تأثیر معنی‌داری نداشت. افزایش غلظت کبالت محلول غذایی سبب افزایش غلظت مس و مولیبدن و کاهش غلظت کلسیم، آهن، منگنز و روی در برگ گردید ولی بر غلظت کبالت و سایر عناصر پرمصرف برگ تأثیر معنی‌داری نداشت.



**واژه‌های کلیدی:** تلقیح، شاخص‌های رشد، غلظت عناصر برگ، کبالت، لوبیا چیتی، مولیبدن، نیتروژن.

## فهرست مطالب


| عنوان | صفحه |
|---|---|
| **فصل اول- مقدمه و کلیات** | ۱ |
| ۱-۱- تاریخچه لوبیا | ۲ |
| ۱-۲- اهمیت اقتصادی لوبیا | ۲ |
| ۱-۳- ارزش غذایی لوبیا | ۳ |
| ۱-٤- مشخصات گیاهشناسی (مورفولوژی) لوبیا | ٤ |
| ۱-٤-۱- ریشه | ٤ |
| ۱-٤-۲- ساقه | ٥ |
| ۱-٤-۳- برگ | ٥ |
| ۱-٤-٤- گل | ٦ |
| ۱-٤-٥- میوه | ۷ |
| ۱-٤-٦- دانه | ۷ |
| ۱-٤-۷- تیپ بوته | ۸ |
| ۱-٥- مراحل رشد و نمو (فنولوژی) لوبیا | ۹ |
| ۱-٦- خصوصیات اکولوژیکی لوبیا | ۹ |
| ۱-٦-۱- نیاز حرارتی | ۹ |
| ۱-٦-۲- نیاز رطوبتی | ۱۰ |
| ۱-٦-۳- نیاز نوری | ۱۰ |
| ۱-٦-٤- شرایط خاک | ۱۱ |
| ۱-۷- ارقام مهم لوبیا | ۱۱ |
| ۱-۷-۱- ارقام و لاین‌های لوبیا قرمز | ۱۲ |
| ۱-۷-۲- ارقام و لاین‌های لوبیا چیتی | ۱٤ |
| ۱-۷-۳- ارقام و لاین‌های لوبیا سفید | ۱٥ |
| ۱-۸- تثبیت بیولوژیک نیتروژن در لوبیا | ۱۷ |
| ۱-۹- تغذیه لوبیا | ۱۸ |
| ۱-۹-۱- نیتروژن | ۱۹ |

۱-۹-۲- فسفر ۲۰
۱-۹-۳- پتاسیم ۲۰
۱-۹-٤- کلسیم، منیزیم و گوگرد ۲۱
۱-۹-۵- آهن و روی ۲۱
۱-۹-٦- منگنز و مس ۲۲
۱-۹-۷- بور ۲۲
۱-۹-۸- مولیبدن ۲۳
۱-۱۰- ضرورت و اهداف آزمایش ۲۳

**فصل دوم- بررسی منابع** ۲۵
۲-۱- نیتروژن ۲٦
۲-۱-۱- نیتروژن در خاک ۲۷
۲-۱-۲- کودهای شیمیایی نیتروژنه ۲۸
۲-۱-۲-۱- انواع کودهای شیمیایی نیتروژنه ۲۹
۲-۱-۳- منابع تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه ۳۰
۲-۱-٤- نیتروژن در گیاه ۳۱
۲-۱-۵- نقش نیتروژن در فیزیولوژی گیاهی ۳۳
۲-۱-٦- جذب نیتروژن به وسیله گیاه ۳۵
۲-۱-٦-۱- جذب به وسیله ریشه ۳۵
۲-۱-٦-۲- جذب از راه برگ ۳٦
۲-۱-۷- کمبود نیتروژن در گیاه ۳۷
۲-۱-۸- سمیت نیتروژن در گیاه ۳۷
۲-۱-۹- نقش نیتروژن در رشد و عملکرد گیاهان ۳۸
۲-۱-۱۰- تأثیر نیتروژن بر غلظت عناصر غذایی برگ ٤۱
۲-۱-۱۱- چرخه نیتروژن در طبیعت ٤۳
۲-۱-۱۱-۱- معدنی شدن نیتروژن ٤۳
۲-۱-۱۱-۲- غیرمتحرک شدن نیتروژن ٤۵
۲-۱-۱۱-۳- نیترات‌زدایی ٤۵
۲-۱-۱۱-٤- تثبیت بیولوژیکی نیتروژن مولکولی ٤٦

۲-۱-۱۲- تأثیر فعالیت‌های انسان بر چرخه نیتروژن ٤٧
۲-۲- تثبیت نیتروژن به روش همزیستی ٤٨
۲-۲-۱- همزیستی ریزوبیوم‌ها با گیاهان لگوم ٤٩
۲-۲-۲- نحوه برقراری همزیستی ریزوبیوم - لگوم (مراحل تشکیل گره) ٥٠
۲-۲-۳- عوامل مؤثر بر کارایی سیستم همزیستی ریزوبیوم - لگوم ٥٢
۲-۲-۳-۱- نوع میزبان و سویه باکتری ٥٢
۲-۲-۳-۲- رطوبت خاک ٥٣
۲-۲-۳-۳- دمای خاک ٥٤
۲-۲-۳-٤- شوری خاک ٥٥
۲-۲-۳-٥- اسیدیته خاک ٥٦
۲-۲-۳-٦- حاصلخیزی خاک ٥٧
۲-۲-۳-٦-۱- نیتروژن ٥٧
۲-۲-۳-٦-۲- فسفر ٦٣
۲-۲-۳-٦-۳- پتاسیم ٦٤
۲-۲-۳-٦-٤- کلسیم و منیزیم ٦٤
۲-۲-۳-٦-٥- گوگرد ٦٥
۲-۲-۳-٦-٦- آهن ٦٦
۲-۲-۳-٦-۷- بور ٦٧
۲-۲-۳-٦-۸- مولیبدن ٦٧
۲-۲-۳-٦-۹- کبالت ٦٨
۲-۲-۳-٦-۱۰- نیکل ٦٩
۲-۲-٤- تلقیح با باکتری ریزوبیوم همزیست ٦٩
۲-۲-٤-۱- اثر تلقیح با باکتری ریزوبیوم بر تشکیل گره و عملکرد گیاه ٦٩
۲-۲-٤-۲- اثر تلقیح با باکتری ریزوبیوم و سطوح مختلف کودهای نیتروژنه بر عملکرد ٧٢
۲-۳- مولیبدن ٧٤
۲-۳-۱- مولیبدن در خاک ٧٤
۲-۳-۱-۱- منابع و غلظت مولیبدن در خاک ٧٤
۲-۳-۱-۲- اشکال مختلف و قابلیت استفاده مولیبدن در خاک‌ها ٧٥

۲-۳-۱-۳- ارزیابی مولیبدن قابل استفاده گیاهان در خاک ۷٦
۲-۳-۲- رابطه متقابل مولیبدن با سایر عناصر غذایی ۷۷
۲-۳-۳- جذب مولیبدن توسط گیاهان ۷۸
۲-۳-٤- نیاز گیاهان به مولیبدن ۷۸
۲-۳-٥- آنزیم‌های دارای مولیبدن ۷۹
۲-۳-٦- تحرک مولیبدن در گیاه ۸۰
۲-۳-۷- علائم کمبود مولیبدن در گیاه ۸۰
۲-۳-۸- میزان حساسیت گیاهان به مولیبدن ۸۲
۲-۳-۹- رفع کمبود مولیبدن ۸۳
۲-۳-۱۰- علائم مسمومیت مولیبدن در گیاه ۸٦
۲-۳-۱۱- مولیبدن در انسان ۸٦
۲-۳-۱۱-۱- نقش مولیبدن در انسان ۸٦
۲-۳-۱۱-۲- رابطه سرطان مری و معده با کمبود مولیبدن ۸۷
۲-٤- کبالت ۸۸
۲-٤-۱- کبالت در خاک ۸۸
۲-٤-۲- کمبود کبالت ۸۹
۲-٤-۳- عوامل مؤثر بر قابلیت جذب کبالت ۹۰
۲-٤-٤- اثرات متقابل کبالت با سایر عناصر غذایی ۹۲
۲-٤-٥- نقش کبالت در تثبیت بیولوژیکی نیتروژن ۹۲
۲-٤-٦- نقش کبالت در گیاهان غیرلگوم ۹۷
۲-٤-۷- نقش کبالت در افزایش کارایی کودهای نیتروژنه ۱۰۰
۲-٤-۸- سمیت کبالت در گیاه ۱۰۱

**فصل سوم- مواد و روش‌ها** ۱۰۳
۳-۱- زمان و مکان انجام تحقیق ۱۰٤
۳-۲- طرح آزمایشی مورد استفاده ۱۰٤
۳-۳- تهیه و آماده‌سازی بذر ۱۰٤
۳-٤- کشت باکتری ریزوبیوم ۱۰٥
۳-٥- بستر کشت ۱۰٥

۳-٦- محلول غذایی مورد استفاده ۱۰٦
۳-٦-۱- روش تهیه محلول غذایی ۱۰٦
۳-٦-۲- نحوه تهیه تیمارهای آزمایشی ۱۰۸
۳-۷- کشت بذر ۱۰۹
۳-۸- مرحله داشت ۱۰۹
۳-۹- برداشت نمونه برگی ۱۱۰
۳-۱۰- اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ ۱۱۰
۳-۱۱- برداشت و اندازه‌گیری برخی از شاخص‌های رشد گیاه ۱۱۰
۳-۱۱-۱- اندازه‌گیری ارتفاع گیاه ۱۱۱
۳-۱۱-۲- اندازه‌گیری وزن خشک اندام هوایی ۱۱۱
۳-۱۱-۳- اندازه‌گیری وزن خشک و شمارش تعداد غلاف ۱۱۱
۳-۱۱-٤- اندازه‌گیری وزن خشک ریشه ۱۱۲
۳-۱۲- تجزیه‌های شیمیایی بافت‌های گیاهی ۱۱۲
۳-۱۲-۱- آماده‌سازی نمونه‌های برگ برای اندازه‌گیری عناصر غذایی ۱۱۲
۳-۱۲-۲- اندازه‌گیری عناصر کم مصرف و پرمصرف در گیاه به روش هضم تر با اسید سولفوریک، اسید سالیسیک و آب اکسیژنه ۱۱۳
۳-۱۲-۲-۱- اندازه‌گیری نیتروژن کل ۱۱٤
۳-۱۲-۲-۲- اندازه‌گیری فسفر (روش کالریمتری) ۱۱۵
۳-۱۲-۲-۳- اندازه‌گیری پتاسیم ۱۱۵
۳-۱۲-۲-٤- اندازه‌گیری کلسیم، منیزیم و عناصر میکرو ۱۱٦
۳-۱۳- نرم افزارهای مورد استفاده ۱۱٦

**فصل چهارم- نتایج و بحث** ۱۱۷
٤-۱- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر شاخص‌های رشد لوبیا چیتی ۱۱۸
٤-۱-۱- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر وزن خشک بوته لوبیا چیتی ۱۱۸
٤-۱-۲- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر وزن خشک ریشه لوبیا چیتی ۱۲۸
٤-۱-۳- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر ارتفاع بوته لوبیا چیتی ۱۳۱
٤-۱-٤- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر شاخص کلروفیل برگ لوبیا چیتی ۱۳٤
٤-۱-۵- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر وزن خشک غلاف لوبیا چیتی ۱۳۸

٤-١-٦- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر تعداد غلاف لوبیا چیتی ١٤٢
٤-٢- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر غلظت عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، روی، مس، مولیبدن و کبالت) برگ لوبیا چیتی ١٤٦
٤-٢-١- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر غلظت نیتروژن برگ لوبیا چیتی ١٤٦
٤-٢-٢- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر غلظت فسفر برگ لوبیا چیتی ١٥٥
٤-٢-٣- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر غلظت پتاسیم برگ لوبیا چیتی ١٥٩
٤-٢-٤- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر غلظت کلسیم برگ لوبیا چیتی ١٦٠
٤-٢-٥- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر غلظت منیزیم برگ لوبیا چیتی ١٦٤
٤-٢-٦- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر غلظت آهن برگ لوبیا چیتی ١٦٦
٤-٢-٧- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر غلظت منگنز برگ لوبیا چیتی ١٧٦
٤-٢-٨- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر غلظت روی برگ لوبیا چیتی ١٧٩
٤-٢-٩- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر غلظت مس برگ لوبیا چیتی ١٨٣
٤-٢-١٠- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر غلظت مولیبدن برگ لوبیا چیتی ١٨٧
٤-٢-١١- تأثیر تیمارهای نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر غلظت کبالت برگ لوبیا چیتی ١٩٠
٤-٣- نتیجه‌گیری کلی ١٩٣
٤-٤- پیشنهادها ١٩٤

**فهرست منابع** ١٩٥

## فهرست جدول‌ها


| عنوان | صفحه |
|---|---|
| جدول ۲-۱- مقاومت گونه‌های باکتری در برابر شوری | ۵۵ |
| جدول ۲-۲- مقدار و غلظت مولیبدن در سه سنگ رسوبی و دو سنگ آذرین | ۷٤ |
| جدول ۲-۳- حساسیت تعدادی از گیاهان به مولیبدن | ۸۳ |
| جدول ۲-٤- تأثیر دانه غنی شده سویا در تولید سویا در خاک‌هایی با کمبود مولیبدن | ۸٤ |
| جدول ۲-۵- مثال‌هایی از مواد حامل مولیبدن | ۸٤ |
| جدول ۲-٦- اثر آهک‌دهی بر مقدار کبالت چند گیاه که در خاک گرانیتی رشد کرده‌اند | ۹۱ |
| جدول ۲-۷- اثر کبالت روی رشد و تولید نیتروژن و کوآنزیم $B_{12}$ در ریزوبیوم ملیلوتی | ۹۳ |
| جدول ۳-۱- ترکیب محلول غذایی مورد استفاده | ۱۰۷ |
| جدول ٤-۱- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر شاخص‌های رشد لوبیا چیتی | ۱۲۱ |
| جدول ٤-۲- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح نیتروژن بر شاخص‌های رشد لوبیا چیتی | ۱۲۱ |
| جدول ٤-۳- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مولیبدن بر شاخص‌های رشد لوبیا چیتی | ۱۲۲ |
| جدول ٤-٤- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح کبالت بر شاخص‌های رشد لوبیا چیتی | ۱۲۳ |
| جدول ٤-۵- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح نیتروژن و مولیبدن بر شاخص‌های رشد لوبیا چیتی | ۱۲٤ |
| جدول ٤-٦- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح نیتروژن و کبالت بر شاخص‌های رشد لوبیا چیتی | ۱۲۵ |
| جدول ٤-۷- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح مولیبدن و کبالت بر شاخص‌های رشد لوبیا چیتی | ۱۲٦ |
| جدول ٤-۸- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر شاخص‌های رشد لوبیا چیتی | ۱۲۷ |
| جدول ٤-۹- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم برگ لوبیا چیتی | ۱٤۷ |
| جدول ٤-۱۰- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح نیتروژن بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم برگ لوبیا چیتی | ۱٤۸ |
| جدول ٤-۱۱- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مولیبدن بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم برگ لوبیا چیتی | ۱٤۹ |

جدول ٤-١٢- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح کبالت بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم برگ لوبیا چیتی ١٥٠
جدول ٤-١٣- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح نیتروژن و مولیبدن بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم برگ لوبیا چیتی ١٥١
جدول ٤-١٤- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح نیتروژن و کبالت بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم برگ لوبیا چیتی ١٥٢
جدول ٤-١٥- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح مولیبدن و کبالت بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم برگ لوبیا چیتی ١٥٣
جدول ٤-١٦- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم برگ لوبیا چیتی ١٥٤
جدول ٤-١٧- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر غلظت آهن، منگنز، روی، مس، مولیبدن و کبالت برگ لوبیا چیتی ١٦٨
جدول ٤-١٨- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح نیتروژن بر غلظت آهن، منگنز، روی، مس، مولیبدن و کبالت برگ لوبیا چیتی ١٦٨
جدول ٤-١٩- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مولیبدن بر غلظت آهن، منگنز، روی، مس، مولیبدن و کبالت برگ لوبیا چیتی ١٦٩
جدول ٤-٢٠- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح کبالت بر غلظت آهن، منگنز، روی، مس، مولیبدن و کبالت برگ لوبیا چیتی ١٧١
جدول ٤-٢١- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح نیتروژن و مولیبدن بر غلظت آهن، منگنز، روی، مس، مولیبدن و کبالت برگ لوبیا چیتی ١٧٢
جدول ٤-٢٢- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح نیتروژن و کبالت بر غلظت آهن، منگنز، روی، مس، مولیبدن و کبالت برگ لوبیا چیتی ١٧٣
جدول ٤-٢٣- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح مولیبدن و کبالت بر غلظت آهن، منگنز، روی، مس، مولیبدن و کبالت برگ لوبیا چیتی ١٧٤
جدول ٤-٢٤- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سطوح نیتروژن، مولیبدن و کبالت بر غلظت آهن، منگنز، روی، مس، مولیبدن و کبالت برگ لوبیا چیتی ١٧٥

## فهرست شکل‌ها


| عنوان | صفحه |
|---|---|
| شکل ٤-١- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر وزن خشک بوته لوبیا چیتی | ١١٩ |
| شکل ٤-٢- اثر سطوح مختلف کبالت بر وزن خشک بوته لوبیا چیتی | ١٢٢ |
| شکل ٤-٣- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر وزن خشک ریشه لوبیا چیتی | ١٢٨ |
| شکل ٤-٤- اثر سطوح مختلف کبالت بر وزن خشک ریشه لوبیا چیتی | ١٣٠ |
| شکل ٤-٥- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر ارتفاع بوته لوبیا چیتی | ١٣٢ |
| شکل ٤-٦- اثر سطوح مختلف کبالت بر ارتفاع بوته لوبیا چیتی | ١٣٣ |
| شکل ٤-٧- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر شاخص کلروفیل برگ لوبیا چیتی | ١٣٤ |
| شکل ٤-٨- اثر سطوح مختلف مولیبدن بر شاخص کلروفیل برگ لوبیا چیتی | ١٣٦ |
| شکل ٤-٩- اثر سطوح مختلف کبالت بر شاخص کلروفیل برگ لوبیا چیتی | ١٣٧ |
| شکل ٤-١٠- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر وزن خشک غلاف لوبیا چیتی | ١٣٩ |
| شکل ٤-١١- اثر سطوح مختلف مولیبدن بر وزن خشک غلاف لوبیا چیتی | ١٤٠ |
| شکل ٤-١٢- اثر سطوح مختلف کبالت بر وزن خشک غلاف لوبیا چیتی | ١٤١ |
| شکل ٤-١٣- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر تعداد غلاف لوبیا چیتی | ١٤٣ |
| شکل ٤-١٤- اثر سطوح مختلف کبالت بر تعداد غلاف لوبیا چیتی | ١٤٤ |
| شکل ٤-١٥- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت نیتروژن برگ لوبیا چیتی | ١٤٦ |
| شکل ٤-١٦- اثر سطوح مختلف مولیبدن بر غلظت نیتروژن برگ لوبیا چیتی | ١٤٨ |
| شکل ٤-١٧- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت فسفر برگ لوبیا چیتی | ١٥٥ |
| شکل ٤-١٨- اثر سطوح مختلف مولیبدن بر غلظت فسفر برگ لوبیا چیتی | ١٥٧ |
| شکل ٤-١٩- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت پتاسیم برگ لوبیا چیتی | ١٥٩ |
| شکل ٤-٢٠- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت کلسیم برگ لوبیا چیتی | ١٦١ |
| شکل ٤-٢١- اثر سطوح مختلف مولیبدن بر غلظت کلسیم برگ لوبیا چیتی | ١٦٢ |
| شکل ٤-٢٢- اثر سطوح مختلف کبالت بر غلظت کلسیم برگ لوبیا چیتی | ١٦٢ |
| شکل ٤-٢٣- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت منیزیم برگ لوبیا چیتی | ١٦٤ |
| شکل ٤-٢٤- اثر سطوح مختلف مولیبدن بر غلظت منیزیم برگ لوبیا چیتی | ١٦٥ |
| شکل ٤-٢٥- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت آهن برگ لوبیا چیتی | ١٦٧ |
| شکل ٤-٢٦- اثر سطوح مختلف مولیبدن بر غلظت آهن برگ لوبیا چیتی | ١٦٩ |

شکل ٤-٢٧- اثر سطوح مختلف کبالت بر غلظت آهن برگ لوبیا چیتی ١٧٠
شکل ٤-٢٨- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت منگنز برگ لوبیا چیتی ١٧٦
شکل ٤-٢٩- اثر سطوح مختلف مولیبدن بر غلظت منگنز برگ لوبیا چیتی ١٧٧
شکل ٤-٣٠- اثر سطوح مختلف کبالت بر غلظت منگنز برگ لوبیا چیتی ١٧٨
شکل ٤-٣١- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت روی برگ لوبیا چیتی ١٨٠
شکل ٤-٣٢- اثر سطوح مختلف مولیبدن بر غلظت روی برگ لوبیا چیتی ١٨١
شکل ٤-٣٣- اثر سطوح مختلف کبالت بر غلظت روی برگ لوبیا چیتی ١٨٢
شکل ٤-٣٤- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت مس برگ لوبیا چیتی ١٨٣
شکل ٤-٣٥- اثر سطوح مختلف مولیبدن بر غلظت مس برگ لوبیا چیتی ١٨٤
شکل ٤-٣٦- اثر سطوح مختلف کبالت بر غلظت مس برگ لوبیا چیتی ١٨٥
شکل ٤-٣٧- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت مولیبدن برگ لوبیا چیتی ١٨٧
شکل ٤-٣٨- اثر سطوح مختلف مولیبدن بر غلظت مولیبدن برگ لوبیا چیتی ١٨٨
شکل ٤-٣٩- اثر سطوح مختلف کبالت بر غلظت مولیبدن برگ لوبیا چیتی ١٨٩
شکل ٤-٤٠- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر غلظت کبالت برگ لوبیا چیتی ١٩٠
شکل ٤-٤١- اثر سطوح مختلف مولیبدن بر غلظت کبالت برگ لوبیا چیتی ١٩١

# فصل اول

# مقدمه و کلیات

## ۱-۱- تاریخچه لوبیا

لگوم‌ها از قدیمی‌ترین نباتات هستند که مورد کشت و کار انسان قرار گرفته‌اند و تاریخ آن‌ها به عنوان نباتات زراعی به زمان نئولیتیک بر می‌گردد، یعنی زمانی که انسان از شکار و جمع‌آوری غذا به مرحله تولید مواد غذایی پا گذاشت و وارد یک زندگی براساس اجتماع کشاورزی و روستایی شد. لگوم‌ها همچنین در توسعه کشاورزی دنیای جدید خیلی زود ظاهر شده‌اند و آثاری از کدوها، فلفل و لوبیای معمولی در غارهای اوکامپو مکزیک، متعلق به ٤ هزار سال قبل از میلاد یا پیش‌تر کشف گردیده است (مجنون حسینی، ۱۳۷۲). براساس بررسی‌های انجام شده توسط واویلوف، با توجه به تنوع ژنتیکی زیاد لوبیا در آمریکای مرکزی و جنوب مکزیک، این منطقه به عنوان مبدأ لوبیا در نظر گرفته شده است. بررسی‌های باستان شناسی نشان داده که لوبیا از ٤ تا ۷ هزار سال قبل از میلاد در مکزیک کشت می‌شد و از ۱ تا ۳ هزار سال قبل از میلاد در غرب آمریکا توسط بومیان مورد استفاده قرار می‌گرفت. شروع کاشت لوبیا در اروپا از سال ۱٥٤۲ میلادی پس از کشف قاره آمریکا بوده است (دری و همکاران، ۱۳۸۷).

## ۱-۲- اهمیت اقتصادی لوبیا

سطح زیر کشت حبوبات در دنیا ۳۷ میلیون هکتار است که بیش از نصف آن را لوبیا و بقیه را انواع دیگر حبوبات تشکیل می‌دهند (یزدی صمدی و عبدمیشایی، ۱۳۷۰). در بین حبوبات گسترده‌ترین سطح زیر کشت و همچنین بالاترین ارزش اقتصادی متعلق به لوبیا است (کوچکی، ۱۳۷٤). لوبیا در پنج قاره دنیا کشت می‌گردد. سطح زیر کشت جهانی آن حدود ۲۷ میلیون هکتار بوده که با متوسط عملکردی

معادل ٥٦٨ کیلوگرم در هکتار، مجموعاً ۱۵/۵ میلیون تن تولید دارد. برزیل، هندوستان، مکزیک و ایالات متحده از تولیدکنندگان عمده این محصول هستند. آسیا و آمریکا به ترتیب با بیش از ۳۰ و ٤٠ درصد، بالاترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده‌اند. سطح زیر کشت لوبیا در آفریقا ۲/۵ میلیون هکتار و در اروپا ۲ میلیون هکتار می‌باشد که چندان چشمگیر نیست. در هندوستان ۹ میلیون هکتار از اراضی زیر کشت این محصول است. سطح زیر کشت لوبیا در ایران ۲۳۵ هزار هکتار با تولید ۱۲۸ هزار تن و متوسط عملکرد ۷۸۰ کیلوگرم در هکتار است (مجنون حسینی، ۱۳۷۲).

## ۱-۳- ارزش غذایی لوبیا

حبوبات پس از غلات به عنوان دومین منبع غذایی انسان و دام، عمده‌ترین منبع تأمین کننده پروتئین نباتی محسوب می‌گردند. حبوبات گوشت مردم فقیر نامیده می‌شود. دانه حبوبات با داشتن حدود ۱۸ تا ۳۲ درصد پروتئین می‌تواند نقش مهمی در تأمین مواد پروتئینی مورد نیاز انسان داشته باشد. مقدار پروتئین موجود در دانه حبوبات دو تا سه برابر بیشتر از پروتئین موجود در دانه‌های غلات و ۱۰ تا ۲۰ برابر بیشتر از پروتئین موجود در گیاهان غله‌ای می‌باشد (مجنون حسینی، ۱۳۷۲). حبوبات منبع مهم ویتامین‌هایی مانند ریبوفلاوین، ویتامین ث و کاروتن می‌باشند و از لحاظ اسیدهای آمینه ضروری مخصوصاً لیزین که کمبود آن در غلات وجود دارد، غنی هستند. مصرف غلات به تنهایی غذای ناقصی را تشکیل می‌دهد، چون تعدادی از اسیدهای آمینه ضروری را ندارد. در حالی که اگر غلات به همراه حبوبات مصرف شود غذای کاملی بدست خواهد آمد ( Gupta, 19).

لوبیا در بین سایر حبوبات به دلیل داشتن پروتئین بالا (۲۰ تا ۲۵ درصد) از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است و از طرفی دارای ۵۵ تا ٥٦ درصد کربوهیدرات، ۰/۱ تا ۰/۵ درصد روغن و ۵ تا ۷ درصد رطوبت می‌باشد، که به این دلیل این محصول با ارزش مورد توجه کشورهایی است که به علت‌های مختلف از نظر کمبود پروتئین حیوانی رنج می‌برند. در این کشورها از دانه‌ها و نیام‌های تر لوبیا جهت تغذیه انسان و از شاخساره خشک شده آن جهت تغذیه دام‌ها استفاده می‌کنند (بقایی، ۱۳۷۷).

## ۱-٤- مشخصات گیاهشناسی (مورفولوژی) لوبیا

### ۱-٤-۱- ریشه

ریشه لوبیا اساساً از نوع راست است که درصورت وجود خاک نفوذپذیر می‌تواند تا عمق حدود ۱ متر وارد خاک گردد و شبکه نسبتاً توسعه یافته‌ای از ریشه را بوجود آورد. مانند دیگر گیاهان تیره بقولات لوبیا هم دارای گره‌های برون ریشه‌ای است که در آن‌ها باکتری‌های ریزوبیوم به صورت همزیست بوده و نیتروژن هوا را تثبیت می‌کنند (مجنون حسینی، ۱۳۷۲). این گره‌ها بر روی ریشه جانبی در قسمت‌های بالا و وسط سیستم ریشه‌ای ایجاد می‌شوند. این گره‌ها دارای شکل چند وجهی بوده و قطر آن‌ها بین ۲ تا ۵ میلی‌متر می‌باشد. غده‌ها بوسیله باکتری از جنس ریزوبیوم بصورت کلونی در آمده-اند که نیتروژن هوا را گرفته و تثبیت می‌نمایند. نیتروژن تثبیت شده مکمل احتیاج گیاه از نظر نیتروژن می‌باشد و از این نظر مقدار قابل توجهی نیتروژن به خاک اضافه می‌گردد، که به نوبه خود در بهبود حاصلخیزی خاک نقش مؤثری را دارا می‌باشد. لوبیا علاوه بر ریشه اصلی دارای تعدادی ریشه جانبی می‌باشد که تا عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک دیده می‌شود (کوچکی، ۱۳۷٤).