

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

## مطالعه فعالیت آنزیم اوره آز در برخی از خاکهای استان اصفهان

رساله دکتری خاکشناسی

۱۳۸۲ / ۷ / ۲۰

فرشید نوربخش

۱۳۸۲ / ۷ / ۲۰

استادان راهنما

دکتر حسین شریعتمداری

دکتر گیتی امتیازی

رئیس اطلاعات درک علمی ایران  
توسعه و مدیریت منابع

۴۸۵۱۰

۱۳۸۰



دانشگاه صنعتی اصفهان




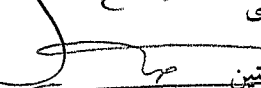

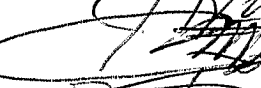



دانشکده کشاورزی

رساله دکتری خاکشناسی آقای فرشید نوربخش

تحت عنوان

مطالعه فعالیت آنزیم اوره آز در برخی از خاکهای استان اصفهان

در تاریخ ۸۰/۱۲/۲۰ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و اصالت و صحت مطالب رساله مورد تأیید قرار گرفت.

- |   |                        |                               |
|---|------------------------|-------------------------------|
|  | دکتر حسین شریعتمداری   | ۱- استاد راهنمای رساله        |
|  | دکتر گیتی امتیازی      | ۲- استاد راهنمای رساله        |
|  | دکتر مسعود بهار        | ۳- استاد مشاور                |
|  | دکتر علی اصغر انصافی   | ۴- استاد مشاور                |
|  | دکتر ناهید صالح راستین | ۵- استاد داور                 |
|  | دکتر امیر لکزیان       | ۶- استاد داور                 |
|  | دکتر مجید افیونی       | ۷- استاد داور                 |
|  | دکتر مهدی کدیور        | ۸- استاد داور                 |
|  | دکتر آقافخر میرلوحی    | سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده |

## سپاسگزاری

بنام چاشنی بخش زبانها

حلاوت بخش معنی در بیانها

شکرپاش زبانهای شکرریز

به شیرین نکته‌های حالت انگیز

برای شکرگزاری از معبود جهان بالاتر از سخن شیخ شیراز نمی‌توان گفت که فرمود "منت خدای را عز و جل که طاعتش موجب قربت است و به شکراندرش مزیت نعمت"، سپاسگزاری از بندگان نیک پروردگار نیز آسانتر از خود او نیست. با این همه از جناب آقای دکتر شریعتمداری و سرکار خانم دکتر امتیازی بخاطر راهنمائیهای ارزنده‌شان سپاسگزاری می‌نمایم. از جناب آقای دکتر بهار و جناب آقای دکتر انصافی بخاطر آنکه از مشورت‌های سودمند ایشان بهره‌ها برده‌ام قدردانی می‌گردد.

قسمتی از این تحقیق بانظارت آقایان دکتر مونریل و دکتر دینل و با هزینه بخش تحقیقات غلات و دانه‌های روغنی وزارت کشاورزی کانادا صورت گرفت که بدین وسیله از مساعدت ایشان سپاسگزاری می‌گردد. از سرکار خانم دکتر صالح راستین، جناب آقای دکتر لکریان، جناب آقای دکتر افیونی و جناب آقای دکتر کدیور که داوری این پایان نامه را پذیرفتند قدردانی می‌گردد.

انتخاب خاکهای مورد مطالعه با کمک برادر عزیزم جناب آقای مهندس نوربخش و با استفاده از اطلاعات بخش تحقیقات خاک و آب وزارت کشاورزی صورت گرفت که بدین وسیله سپاسگزاری می‌گردد. روزهای نخستین کار این پایان نامه در حضور جناب آقای دکتر حاج رسولیها صورت گرفت و پس از آن با مساعدت جناب آقای دکتر رضائی نژاد ادامه یافت که از این دو استاد بزرگوار تشکر می‌نمایم.

بهترین آرزوهایم برای تمام اعضای گروه خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان جناب آقای دکتر کلباسی، جناب آقای دکتر جلالیان، جناب آقای دکتر حاج عباسی، جناب آقای دکتر اقبال و جناب آقای دکتر خادمی. از کارکنان آزمایشگاه خاکشناسی بویژه جناب آقای مهندس صدر ارحامی و جناب آقای مرادی تشکر می‌گردد. از سرکار خانم قجاوند که زحمت تایپ این مجموعه را تقبل نموده‌اند نیز قدردانی می‌گردد.

خاطره این پایان نامه با روزهای خوشی که در کنار دوستان مهربانم آقایان صالحی، فرپور، مصدقی و

ایوبی به سر برده‌ام عجین شده است.

وقت است که صبر پیش گیرم

دنباله کار خویش گیرم

اسفند ۱۳۸۰

فرشید نوربخش

کلیه حقوق مادی مترتب بر  
نتایج مطالعات، ابتکارات و  
نوآوریهای ناشی از تحقیق  
موضوع این رساله متعلق به  
دانشگاه صنعتی اصفهان است.

به:

مونس، مادر و پدر

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
شش	فهرست مطالب
۱	چکیده
	<b>فصل اول</b>
	<b>مقدمه و بررسی منابع</b>
۱	۱-۱-۱- فعالیت‌های آنزیمی در خاک
۲	۲-۱- توصیف آنزیم‌های خاک
۲	۱-۲-۱- گروه‌های اصلی آنزیم‌های سنجش شده در خاک
۲	۲-۲-۱- منبع آنزیم‌های خاک
۴	۳-۲-۱- وضعیت آنزیم در خاک
۷	۳-۱- اکولوژی آنزیم‌های برون سلولی در خاک
۹	۴-۱- اهمیت و پتانسیل مطالعه آنزیم‌های خاک
۱۰	۱-۴-۱- افزایش کارآیی استفاده از کود
۱۰	۲-۴-۱- تاثیر متقابل با گیاهان
۱۱	۳-۴-۱- وضعیت اکسید و احیا در خاک
۱۱	۴-۴-۱- اهمیت اکولوژیکی
۱۱	۵-۴-۱- زیست پالایی خاکهای آلوده
۱۲	۶-۴-۱- ارزیابی تاثیر نوع استفاده از اراضی
۱۲	۷-۴-۱- سایر کاربردها
۱۲	۵-۱- تاثیر سیستم‌های کشاورزی بر ویژگیهای بیوشیمیایی خاک
۱۳	۱-۵-۱- شخم
۱۳	۲-۵-۱- تناوب زراعی
۱۴	۳-۵-۱- افزودن مواد معدنی و آلی
۱۴	۴-۵-۱- نتیجه‌گیری
۱۵	۶-۱- آنزیم اوره آز
۱۵	۱-۶-۱- مکانیسم عمل آنزیم اوره آز
۱۷	۲-۶-۱- فعالیت آنزیم اوره آز خاک

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱-۶-۲-۱- سنجش.....	۱۷
۱-۶-۲-۲- توزیع فعالیت اوره آز با عمق خاک.....	۱۸
۱-۶-۳- تاثیر خصوصیات خاک بر فعالیت آنزیم اوره آز.....	۱۸
۱-۷-۷- تاثیر خصوصیات خاک بر سایر آنزیمهای موثر بر معدنی شدن نیتروژن.....	۲۲
۱-۷-۱- آمیداز.....	۲۲
۱-۷-۲- ال - هیستیدین آمونیالیز (هیستیداز).....	۲۳
۱-۷-۳- ال - آسپاراژیناز.....	۲۳
۱-۷-۴- ال - گلو تامیناز.....	۲۴
۱-۷-۵- آسپاراتاز.....	۲۵
۱-۷-۶- آریل آمیداز.....	۲۵
۱-۸-۱- تاثیر فلزات سنگین بر فعالیت های آنزیمی خاک.....	۲۵
۱-۸-۱- فلزات سنگین مورد مطالعه در تحقیق حاضر.....	۲۸
۱-۸-۱-۱- کروم (Cr).....	۲۸
۱-۸-۱-۲- کادمیوم (Cd).....	۲۹
۱-۸-۱-۳- سرب (Pb).....	۲۹
۱-۹-۱- تاثیر افزودن مواد آلی بر فعالیت اوره آز.....	۲۹
۱-۱۰-۱- تاثیر شوری بر فعالیت اوره آز.....	۳۰
۱-۱۱-۱- سینتیک واکنشهای آنزیمی.....	۳۱
۱- لاینویور- برک.....	۳۵
۲- ایدی - هافستی.....	۳۶
۱-۱۱-۳- هینز- ولف.....	۳۷
۱-۱۱-۴- مزایا و معایب اشکال خطی معادله میکائیلیس - متنن.....	۳۸
۱-۱۱-۵- انحراف از وضعیت خطی.....	۳۸
۱-۱۲-۱- بررسی سینتیک آنزیم ها در خاک.....	۳۹



## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱۳-۱- تاثیر برخی از فعالیتهای مدیریتی بر فعالیت آنزیمها در خاک..... ۴۷

### فصل دوم

مواد و روشها..... ۵۲

۱-۲- همبستگی فعالیت آنزیمهای اوره آز و ال-آسپاراژیناز با برخی خصوصیات خاک..... ۵۲

۱-۱-۲- نمونه برداری و آماده سازی نمونه ها..... ۵۲

۲-۱-۲- تعیین ویژگیهای فیزیکی - شیمیایی خاکها..... ۵۳

۲-۱-۳- تعیین جمعیت های میکروبی..... ۵۳

۲-۱-۴- تعیین شاخص بیولوژیکی قابلیت جذب نیتروژن..... ۵۴

۲-۱-۵- تعیین فعالیت آنزیم اوره آز..... ۵۴

۲-۱-۶- تعیین فعالیت آنزیم ال-آسپاراژیناز..... ۵۵

۲-۱-۷- روشهای آماری و نرم افزار مورد استفاده..... ۵۵

۲-۲- بررسی تاثیر فلزات سنگین کروم، کادمیوم و سرب بر آنزیمهای اوره آزوال-آسپاراژیناز..... ۵۵

۲-۲-۱- تیمار نمودن خاکهای مورد مطالعه با کروم، کادمیوم و سرب..... ۵۵

۲-۲-۲- طرح آزمایش و نرم افزار مورد استفاده..... ۵۶

۲-۲-۳- تاثیر سطوح مختلف شوری و پودر یونجه بر فعالیت آنزیم اوره آز..... ۵۶

۲-۳-۱- اعمال سطوح مختلف نمک و پودر یونجه..... ۵۷

۲-۳-۲- اندازه گیری تنفس..... ۵۷

۲-۳-۳- اندازه گیری اوره آز..... ۵۷

۲-۳-۴- تجزیه گیاه یونجه..... ۵۸

۲-۳-۵- طرح آزمایش و نرم افزار مورد استفاده..... ۵۸

۲-۴- تاثیر بیست سال کشت و کار یونجه بر پارامترهای سینتیکی آنزیم اوره آز..... ۵۸

۲-۴-۱- تعیین مقادیر  $V_{max}$  و  $K_m$  آنزیم اوره آز..... ۵۸

۲-۴-۲- تجزیه و تحلیل آماری و نرم افزار مورد استفاده..... ۵۹

مرکز اطلاعات درک علمی ایران  
تهیه و تدوین

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵۹	۵-۲- تاثیر کود آلی حاصل از لیگنایت بر فعالیتهای آنزیمی خاک و .....
۵۹	۲-۵-۱- خاک و کود .....
۶۰	۲-۵-۲- طرح آزمایش و اعمال تیمارها .....
۶۰	۲-۵-۳- اندازه گیریهای آزمایشگاهی .....
۶۰	۲-۵-۳-۱- اندازه گیری فعالیت آنزیم دهیدروژناز .....
۶۱	۲-۵-۳-۲- اندازه گیری فعالیت آنزیم ال-گلوتامیناز .....
۶۱	۲-۵-۳-۳- اندازه گیری فعالیت اوره آز .....
۶۱	۲-۵-۳-۴- نیتروژن معدنی قابل عصاره گیری با KCl .....
۶۲	۲-۵-۳-۵- نیتروژن قابل عصاره گیری با KCl داغ .....
۶۲	۲-۵-۳-۶- اندازه گیری نیتروژن کل در بافتهای گیاهی .....
۶۲	۲-۵-۴- طرح آزمایش و نرم افزارهای مورد استفاده .....

## فصل سوم

### نتایج و بحث

۶۳	۳-۱- همبستگی فعالیت های آنزیم اوره آز وال-آسپاراژیناز با برخی از خصوصیات خاک .....
۶۳	۳-۱-۱- خصوصیات خاکهای مورد مطالعه .....
۶۶	۳-۱-۲- همبستگی های ساده خطی .....
۸۱	۳-۱-۳- همبستگی های چند متغیره قدم به قدم .....
۸۱	۳-۱-۳-۱- اوره آز .....
۸۲	۳-۱-۳-۲- ال - آسپاراژیناز .....
۸۴	۳-۱-۴- تحلیل اطلاعات به کمک روش تجزیه اجزاء اصلی (PCA) .....
۸۶	۳-۲- تاثیر فلزات بر فعالیت اوره آز وال-آسپاراژیناز .....
۹۰	۳-۲-۱- تحلیل تاثیر فلزات سنگین بر فعالیت آنزیم ها با استفاده از روش تجزیه های تبیعی .....

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۳- تاثیر سطوح مختلف شوری و پودر یونجه بر فعالیت آنزیم اوره آز	۹۳
۳-۳-۱- بررسی تاثیر متقابل غلظت نمک و پودر یونجه بر فعالیت اوره آز	۱۰۴
۳-۳-۲- بررسی تاثیر متقابل غلظت نمک و نوع خاک بر فعالیت اوره آز	۱۰۶
۳-۴- تاثیر بیست سال کشت و کار یونجه بر پارامترهای سینتیکی آنزیم اوره آز	۱۰۸
۳-۴-۱- تاثیر کشت و کار بر کربن آلی خاک	۱۰۸
۳-۴-۲- تاثیر کشت و کار بر الگوی توزیع Vmax	۱۱۲
۳-۴-۳- تاثیر کشت و کار بر الگوی توزیع Km	۱۱۸
۳-۵- تاثیر کود آلی حاصل از لیگنایت بر فعالیت‌های آنزیمی خاک و جذب نیتروژن بوسیله گیاه ذرت	۱۲۴
۳-۵-۱- نیتروژن معدنی	۱۲۵
۳-۵-۲- نیتروژن آمونیوم قابل عصاره گیری با KCl داغ	۱۲۸
۳-۵-۳- اوره آز	۱۳۱
۳-۵-۴- ال - گلو تامیناز	۱۳۳
۳-۵-۵- دهیدروژناز	۱۳۶
۳-۵-۶- استفاده از روش تجزیه اجزاء اصلی در تحلیل اطلاعات	۱۳۷
۳-۵-۷- جذب نیتروژن بوسیله گیاه ذرت	۱۳۹
نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات	۱۴۴
منابع	۱۴۵
چکیده انگلیسی	I

## فهرست اشکال

- شکل ۱-۱- اجزاء فعالیت‌های آنزیمی در خاک [۱] ..... ۴
- شکل ۲-۱- ارتباط‌های ممکن بین آنزیم ایموبلیزه شده، سوبسترای خارجی ..... ۸
- شکل ۳-۱- ارتباط بین غلظت سوبسترا و سرعت واکنش در واکنش‌های آنزیمی ..... ۳۲
- شکل ۴-۱- شکل خطی لاینیور- برک برای معادله میکائیلیس - متن ..... ۳۵
- شکل ۵-۱- شکل خطی ایدی - هافستی برای معادله میکائیلیس - متن ..... ۳۶
- شکل ۶-۱- شکل خطی هینز- ولف برای معادله میکائیلیس - متن ..... ۳۷
- شکل ۱-۳- رابطه بین فعالیت آنزیم اوره آز (UA) و مقدار کربن آلی خاک (OC) ..... ۶۷
- شکل ۲-۳- رابطه بین فعالیت آنزیم اوره آز (UA) و مقدار نیتروژن کل خاک (TN) ..... ۶۸
- شکل ۳-۳- رابطه بین فعالیت آنزیم اوره آز (UA) و شاخص بیولوژیک ..... ۶۹
- شکل ۴-۳- رابطه بین فعالیت آنزیم اوره آز (UA) و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (ECe) ..... ۷۰
- شکل ۵-۳- رابطه بین فعالیت آنزیم ال- آسپاراژیناز (LAA) و مقدار کربن آلی خاک (OC) ..... ۷۲
- شکل ۶-۳- رابطه بین فعالیت آنزیم ال- آسپاراژیناز (LAA) و مقدار نیتروژن کل خاک (TN) ..... ۷۳
- شکل ۷-۳- رابطه بین فعالیت آنزیم ال- آسپاراژیناز (LAA) و شاخص بیولوژیک ..... ۷۴
- شکل ۸-۳- رابطه بین فعالیت آنزیم ال- آسپاراژیناز (LAA) و هدایت الکتریکی ..... ۷۶
- شکل ۹-۳- رابطه بین فعالیت آنزیم ال- آسپاراژیناز (LAA) و نسبت جذب سدیم ..... ۷۷
- شکل ۱۰-۳- رابطه بین فعالیت آنزیم‌های ال- آسپاراژیناز (LAA) و اوره آز (UA) ..... ۸۳
- شکل ۱۱-۳- نمودار تجزیه اجزاء اصلی برای خصوصیات مختلف خاک‌های مورد بررسی ..... ۸۵
- شکل ۱۲-۳- نمودار تجزیه‌های تبعیضی برای تاثیر سه فلز کروم، کادمیوم و سرب ..... ۹۱
- شکل ۱۳-۳- نمودار تجزیه‌های تبعیضی برای تاثیر خاک‌های مختلف بر میزان بازدارندگی فلزات ..... ۹۲
- شکل ۱۴-۳- تاثیر افزودن پودر یونجه و سطوح مختلف نمک بر فعالیت آنزیم اوره آز ..... ۹۶
- شکل ۱۵-۳- تاثیر افزودن پودر یونجه و سطوح مختلف نمک بر فعالیت آنزیم اوره آز ..... ۹۷
- شکل ۱۶-۳- تاثیر افزودن پودر یونجه و سطوح مختلف نمک بر تنفس تجمعی میکروبی ..... ۹۹
- شکل ۱۷-۳- تاثیر افزودن پودر یونجه و سطوح مختلف نمک بر تنفس تجمعی میکروبی ..... ۱۰۰
- شکل ۱۸-۳- مقایسه شیب نزول فعالیت اوره آز (UA) حاصل از شوری ..... ۱۰۵
- شکل ۱۹-۳- مقایسه شیب نزول فعالیت اوره آز (UA) حاصل از شوری در دو خاک لوم شنی و لوم رسی ..... ۱۰۷

- شکل ۳-۲۰ - روند تغییرات کربن آلی خاک نسبت به عمق در دو سیستم مدیریت ..... ۱۱۰
- شکل ۳-۲۱ - منحنی‌های میکائلیس - متن آنزیم اوره آز در اعماق مختلف و در وضعیت کشت نشده ..... ۱۱۴
- شکل ۳-۲۲ - منحنی‌های میکائلیس - متن آنزیم اوره آز در اعماق مختلف ..... ۱۱۵
- شکل ۳-۲۳ - روند تغییرات  $V_{max}$  آنزیم اوره آز نسبت به عمق در دو سیستم مدیریت ..... ۱۱۷
- شکل ۳-۲۴ - روند تغییرات  $K_m$  آنزیم اوره آز نسبت به عمق در دو سیستم مدیریت ..... ۱۲۰
- شکل ۳-۲۵ - نمودار تجزیه‌های تبعیضی برای تاثیر عمق بر پارامترهای سینتیکی آنزیم اوره آز ..... ۱۲۳
- شکل ۳-۲۶ - نیتروژن معدنی خاک در تیمارهای مختلف و در مراحل مختلف رشد گیاه ..... ۱۲۶
- شکل ۳-۲۷ - نیتروژن قابل عصاره‌گیری با  $KCl$  داغ در تیمارهای مختلف و در مراحل مختلف رشد گیاه ..... ۱۲۹
- شکل ۳-۲۸ - فعالیت آنزیم اوره آز خاک در تیمارهای مختلف و در مراحل مختلف رشد گیاه ..... ۱۳۲
- شکل ۳-۲۹ - فعالیت آنزیم ال- گلو تامیناز در تیمارهای مختلف و در مراحل مختلف رشد گیاه ..... ۱۳۴
- شکل ۳-۳۰ - فعالیت آنزیم دهیدروژناز در تیمارهای مختلف و در مراحل مختلف رشد گیاه ..... ۱۳۸
- شکل ۳-۳۱ - نمودار تجزیه اجزاء اصلی برای ویژگیهای اندازه‌گیری شده در تیمارهای مورد مطالعه ..... ۱۳۹
- شکل ۳-۳۲ - جذب نیتروژن در اندامهای مختلف گیاه ..... ۱۴۱

## فهرست جداول

- جدول ۱-۱- آنزیم‌های مهم موجود در خاک [۱] ..... ۳
- جدول ۲-۱-  $V_{max}$  و  $K_m$  آنزیم اوره آز در خاکهای مختلف ایالت آیوا ..... ۴۰
- جدول ۱-۳- برخی ویژگیهای آماری خصوصیات خاکهای مطالعه شده ..... ۶۴
- جدول ۲-۳- ضرائب همبستگی ساده خطی بین فعالیت آنزیم‌های اوره آز، ال-آسپاراژیناز ..... ۷۱
- جدول ۳-۳- برخی از خصوصیات مهم پنج خاک منتخب جهت مطالعه اثر فلزات کروم، کادمیوم و سرب ..... ۸۶
- جدول ۴-۳- نتایج تجزیه واریانس تاثیر سه فلز کروم، کادمیوم و سرب بر دو آنزیم اوره آز و ال آسپاراژیناز ..... ۸۷
- جدول ۵-۳- تاثیر بازدارندگی کروم، کادمیوم و سرب بر فعالیت اوره آز ..... ۸۸
- جدول ۶-۳- تاثیر بازدارندگی کروم، کادمیوم و سرب بر فعالیت ال - آسپاراژیناز ..... ۸۸
- جدول ۷-۳- هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) دو خاک مورد مطالعه پس از دریافت سطوح مختلف نمک ..... ۹۳
- جدول ۸-۳- نتایج تجزیه واریانس تاثیر نوع خاک، افزودن پودر یونجه و نمک بر فعالیت آنزیم اوره ..... ۹۴
- جدول ۹-۳- مقایسه میانگین فعالیت اوره آز و تنفس تجمعی به روش LSD ..... ۱۰۱
- جدول ۱۰-۳- مقایسات ارتوگونال خطی و درجه دوم تاثیر سطوح مختلف نمک بر فعالیت اوره آز ..... ۱۰۲
- جدول ۱۱-۳- توزیع بافت خاک نسبت به عمق در دو شرایط مدیریت کشت نشده و کشت شده ..... ۱۰۹
- جدول ۱۲-۳- نتایج تجزیه واریانس تاثیر دو نوع مدیریت و عمق خاک بر درصد کربن آلی خاک ..... ۱۰۹
- جدول ۱۳-۳- مواد آلی خاک در عمق ۱۰-۰ سانتیمتری خاک [۱۳۴] ..... ۱۱۱
- جدول ۱۴-۳- مقایسه میانگین توزیع درصد کربن آلی نسبت به عمق ..... ۱۱۲
- جدول ۱۵-۳- نتایج تجزیه واریانس دو نوع مدیریت و عمق خاک بر  $V_{max}$  آنزیم اوره آز ..... ۱۱۳
- جدول ۱۶-۳- مقادیر  $V_{max}$  -۱-۲h- $N$  - $\mu g NH_4$  آنزیم اوره آز ..... ۱۱۶
- جدول ۱۷-۳- نتایج تجزیه واریانس دو نوع مدیریت و عمق خاک بر  $K_m$  آنزیم اوره آز ..... ۱۱۹
- جدول ۱۸-۳- مقادیر  $K_m$  (mM) آنزیم اوره آز در اعماق مختلف و مدیریتهای مختلف ..... ۱۲۱
- جدول ۱۹-۳- تجزیه واریانس تاثیر فاکتورهای زمان، نوع کود، سطح کوددهی و تاثیرات متقابل آنها ..... ۱۲۷
- جدول ۲۰-۳- مقایسات آماری و مطالعه روند تغییرات نیتروژن در خاکهای مورد مطالعه ..... ۱۲۸
- جدول ۲۱-۳- مقایسات آماری و مطالعه روند تغییرات نیتروژن آمونیومی قابل عصاره گیری با KCl داغ ..... ۱۳۰
- جدول ۲۲-۳- مقایسات آماری و مطالعه روند تغییرات فعالیت آنزیم اوره آز در خاکهای مورد مطالعه ..... ۱۳۳
- جدول ۲۳-۳- مقایسات آماری و مطالعه روند تغییرات فعالیت آنزیم ال-گلوتامیناز ..... ۱۳۵

- جدول ۳-۲۴- مقایسات آماری و مطالعه روند تغییرات فعالیت آنزیم دهیدروژناز در خاکهای مورد مطالعه ..... ۱۳۷
- جدول ۳-۲۵- نتایج تجزیه واریانس جذب نیتروژن به تفکیک اندامهای مختلف و جذب کل در گیاه ذرت ..... ۱۴۰
- جدول ۳-۲۶- مقایسات ارتوگونال برای روند جذب نیتروژن در اندامهای مختلف گیاه ذرت ..... ۱۴۲