

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

٩

٥٠٣٤

مرکز تحقیقات و توسعه  
توسعه منابع

دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده کشاورزی - گروه آبیاری

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (معادل)

موضوع

**تأثیر ماده اصلاحی گچ بر خصوصیات خاک اراضی زه دار**

به راهنمایی استاد ارجمند:

آقای دکتر علیرضا آستارائی

اساتید مشاور:

آقای دکتر امین علیزاده

آقای مهندس محمد اینانلو

نگارش:

براتعلی کریمی

شهریورماه ۷۷

تقديم به:

پدر و مادر عزیز  
آقای و سرکار خانم روشنگر الهی و سرکار خانم  
مهتابی از ایشان سعادت برای من بوده است.

مدرس فداکار  
بی درمات زحمات صمیمانه و پرتلاشانه من بوده است.

روز بیگانه

سید

سارا

سپاس

## تشکر و قدردانی

سپاسی بیکران خداوند منان را خوی کمال جوئی را در نفس بندگانش نهاده و می  
محبت را در سبوی دل ریخته است.

از استاد راهنمای بزرگوام آقای دکتر علیرضا آستارایی به سبب زحمات بیشماری که  
در خلال طرح و تحقیق و تدوین این پایان نامه متحمل شده‌اند صادقانه تشکر و قدردانی  
می‌نمایم.

از استاد گرامی آقای دکتر امین علیزاده که مشاورت این پایان نامه را قبول نموده‌اند  
بخاطر ارشادات ارزنده صمیمانه سپاسگذارم.

از استاد گرامی آقای مهندس محمد اینانلو مدیر محترم گروه آبیاری و استاد مشاور  
اینجانب به خاطر مساعدت‌های بیدریغ و رهنمودهای ارزنده کمال تشکر را دارم.

از کمک‌های بی‌دریغ سازمان کشاورزی خراسان، مدیریت کشاورزی شیروان -  
آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده کشاورزی و پرسنل آزمایشگاه کمال تشکر را دارم.

از همسر گرامی و فداکارم که در این مدت متحمل زحمات زیادی شدند کمال تشکر را دارم.

براتعلی کریمی

شهریور ماه ۱۳۷۷



دانشگاه فردوسی مشهد  
دانشکده کشاورزی - گروه آبیاری

با تائیدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج)، جلسه دفاع از پایان نامه  
کارشناسی ارشد آقای مهندس براتعلی کریمی در رشته آبیاری و زهکشی

تحت عنوان:

تاثیر ماده اصلاحی گچ بر خصوصیات خاک لراضی زه دالر

با حضور استاد راهنما و هیأت داوران در محل دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی  
مشهد در تاریخ ۱۳۸۶/۰۶/۲۵ تشکیل و با موفقیت دفاع گردید. نمره.....با  
امتیاز.....دریافت شد.

هیأت داوران:

□ استاد راهنما:

آقای دکتر علیرضا آستارلی

□ اساتید مشاور:

آقای دکتر امین علیزاده

آقای مهندس محمد اینانلو



## فهرست مندرجات

| صفحه    | عنوان  |
|---------|--|
| ۱.....  | چکیده فارسی  |
|         | فصل اول: «مقدمه»   |
| ۴.....  | مقدمه  |
|         | فصل دوم: «بررسی منابع»                                       |
| ۱۱..... | ۱- انتخاب عمق اصلاح و اصلاح درکل پروفیل                      |
| ۱۲..... | ۲- انتخاب مواد اصلاحی  |
| ۱۲..... | ۱-۲- مواد اصلاحی اسیدی یا اسید زا                            |
| ۱۴..... | ۲-۲- کلرید کلسیم ( $\text{CaCl}_2$ )                         |
| ۱۴..... | ۳-۲- کارآیی مواد اصلاحی افزوده شده به خاک                    |
| ۱۶..... | ۴-۲- آبتشویی خاک   |
| ۱۶..... | ۱-۴-۲- اثر آبتشویی نمک                                       |
| ۱۷..... | ۲-۴-۲- روشهای آبتشویی  |
| ۲۰..... | ۵-۲- مخلوط کردن خاک در پروفیل                                |
| ۲۱..... | ۶-۳- ژپس یا گچ ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) |
| ۲۲..... | چگونگی واکنش خاک نسبت به ژپس                                 |
| ۲۲..... | شناخت خاکهای تاثیر پذیر نسبت به ژپس                          |

| عنوان  | صفحه |
|--|------|
| تعیین عوامل موثر بر ژپس مورد نیاز  | ۲۳   |
| افزودن ژپس به آب آبیاری  | ۲۳   |
| فاکتورهای موثر بر میزان حلالیت ژپس   | ۲۴   |
| افزودن ژپس همراه با کاه و کلش  | ۲۵   |
| ۲-۶-۱- تاثیر مواد اصلاحی در خاک  | ۲۷   |
| زمان آیشویی و مقدار آب مورد نیاز   | ۲۷   |
| هدایت هیدرولیکی  | ۲۷   |
| ۲-۶-۲- تاثیر شوری و قلیائیت بر خصوصیات خاک                                       | ۲۸   |
| ۲-۶-۳- تاثیر مواد اصلاحی بر خصوصیات فیزیکی خاک                                   | ۲۹   |
| ۲-۶-۳-۱- نفوذپذیری خاک   | ۳۰   |
| ۲-۶-۳-۲- نفوذ آب   | ۳۰   |
| ۲-۶-۴- تاثیر مواد اصلاحی بر خصوصیات شیمیایی خاک                                  | ۳۰   |
| ۲-۶-۴-۱- تاثیر اولیه ژپس   | ۳۱   |
| ۲-۶-۴-۲- اثرات باقیمانده ژپس   | ۳۲   |
| ۲-۶-۴-۳- تغییرات ایجاد شده در کاتیونها   | ۳۲   |
| ۲-۶-۴-۴- تغییرات ایجاد شده در کاتیونهای تبادل                                    | ۳۳   |
| ۲-۷-۷- تاثیر کیفیت آب آبیاری در اصلاح خاک  | ۳۳   |
| ۲-۷-۱- ترکیب شیمیایی آب آبیاری   | ۳۴   |
| ۲-۷-۱-۱- تاثیر نسبت کاتیونهای یک ظرفیتی به دو ظرفیتی در آب آبیاری بر خصوصیات خاک | ۳۵   |
| ۲-۷-۳- تاثیر نسبت جذب سدیم در رابطه با نسبت کلسیم و منیزیم                       | ۳۷   |

| عنوان   | صفحه |
|---|------|
| ۸-۲- تاثیر مواد اصلاحی در تبخیر سطحی، توزیع رطوبت و توزیع مجدد نمک در خاک       | ۳۸   |
| ۱-۸-۲- توزیع رطوبت خاک  | ۳۸   |
| ۲-۸-۲- تبخیر نسبی   | ۳۸   |
| ۳-۸-۲- توزیع مجدد نمک (هدایت الکتریکی)  | ۳۹   |
| ۴-۸-۲- نسبت جذب سدیم  | ۳۹   |
| <b>فصل سوم «مواد و روشها»</b>   |      |
| ۱-۳- مواد و روشها   | ۴۱   |
| ۱-۱-۳- محل انجام آزمایش   | ۴۱   |
| ۲-۱-۳- موقعیت اقلیم و وسعت منطقه  | ۴۱   |
| ۳-۱-۳- خصوصیات آب و خاک محل انجام آزمایش  | ۴۲   |
| ۲-۳- طرح آزمایشی  | ۴۵   |
| ۱-۲-۳- تعیین مقدار ماده اصلاح گچ برای طرحهای آزمایشی                            | ۴۵   |
| ۲-۲-۳- نحوه آماده سازی ستونهای آزمایش در شرایط آزمایشگاهی                       | ۴۶   |
| ۳-۲-۳- آماده سازی زمین در شرایط صحرائی  | ۴۸   |
| ۴-۲-۳- محاسبه مقدار آب مورد نیاز و ضریب آبتویی برای تعیین مقدار آب در هر آزمایش | ۵۰   |
| ۵-۲-۳- نحوه آبیاری در شرایط آزمایشگاهی  | ۵۲   |
| ۶-۲-۳- نحوه آبیاری در شرایط صحرائی  | ۵۳   |
| ۷-۲-۳- نحوه نمونه برداری در طول آزمایش و پس از اتمام عمل آبتویی                 | ۵۳   |
| ۱-۷-۲-۳- مرحله آزمایشگاهی   | ۵۳   |
| ۲-۷-۲-۳- مرحله صحرائی   | ۵۴   |



| عنوان  | صفحه |
|--|------|
| <b>فصل چهارم «نتایج و بحث»</b>   |      |
| الف : نتایج .....  | ۵۷   |
| ۱-۴- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر خصوصیات شیمیایی خاک در شرایط آزمایشگاهی .....                                       | ۵۷   |
| ۱-۱-۴- کاتیونهای محلول و درصد سدیم محلول در خاک .....  | ۵۷   |
| ۲-۱-۴- کاتیونهای تبدلی و درصد سدیم تبدلی در خاک .....  | ۶۱   |
| ۳-۱-۴- pH، هدایت الکتریکی، نسبت منیزیم تبدلی به ظرفیت تبادل کاتیونی، کل کاتیونهای محلول، نسبت جذب سدیم .....     | ۶۶   |
| ۲-۴- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر خصوصیات شیمیایی خاک در شرایط صحرائی .....   | ۷۲   |
| ۱-۲-۴- کاتیونهای محلول و درصد سدیم محلول در خاک .....  | ۷۲   |
| ۲-۲-۴- کاتیونهای تبدلی و درصد سدیم تبدلی در خاک .....  | ۷۶   |
| ۳-۲-۴- pH، هدایت الکتریکی، نسبت جذب منیزیم تبدلی به ظرفیت تبادل کاتیونی، کل کاتیونهای محلول، نسبت جذب سدیم ..... | ۷۹   |
| ۳-۴- کارآئی جایگزینی سدیم تبدلی در خاک .....   | ۸۶   |
| ۱-۳-۴- کارآئی جایگزینی سدیم تبدلی در شرایط آزمایشگاهی .....  | ۸۶   |
| ۲-۳-۴- کارآئی جایگزینی سدیم تبدلی در شرایط صحرائی .....  | ۸۶   |
| ۴-۴- تغییرات ایجاد شده در سدیم، منیزیم، کلسیم تبدلی نسبت به تیمار اول در خاک .....                               | ۹۰   |
| ۱-۴-۴- شرایط آزمایشگاهی .....  | ۹۰   |
| ۲-۴-۴- شرایط صحرائی .....  | ۹۵   |
| ب : بحث .....  | ۹۹   |
| ۱-۴- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر خصوصیات شیمیایی خاک در شرایط آزمایشگاهی .....                                       | ۹۹   |



## صفحه

## عنوان

- ۹۹..... ۴-۱-۱- کاتیونهای محلول و درصد سدیم محلول
- ۱۰۰..... ۴-۱-۲- کاتیونهای تبادلی و درصد سدیم تبادلی خاک
- ۱۰۲..... ۴-۱-۳- pH، هدایت الکتریکی، نسبت منیزیم تبادلی به ظرفیت تبادل کاتیونی، کل کاتیونهای محلول و نسبت جذب سدیم
- ۱۰۴..... ۴-۲- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر خصوصیات شیمیایی خاک
- ۱۰۴..... ۴-۲-۱- کاتیونهای محلول و درصد سدیم محلول خاک
- ۱۰۵..... ۴-۲-۲- کاتیونهای تبادلی و درصد سدیم تبادلی خاک
- ۱۰۸..... ۴-۲-۳- pH، هدایت الکتریکی، نسبت منیزیم تبادلی به ظرفیت تبادل کاتیونی، کل کاتیونهای محلول و نسبت جذب سدیم
- ۱۱۰..... ۴-۳- کارآئی جایگزینی سدیم تبادلی در خاک
- ۱۱۰..... ۴-۳-۱- کارآئی جایگزینی سدیم تبادلی در شرایط آزمایشگاهی
- ۱۱۰..... ۴-۳-۲- کارآئی جایگزینی سدیم تبادلی در شرایط صحرایی
- ۱۱۱..... ۴-۴- تغییرات ایجاد شده در سدیم، کلسیم و منیزیم تبادلی نسبت به تیمار اول در خاک
- ۱۱۱..... ۴-۴-۱- شرایط آزمایشگاهی
- ۱۱۳..... ۴-۴-۲- شرایط صحرایی
- ۱۱۴..... نتیجه گیری
- ۱۱۶..... منابع و ماخذ

## فهرست جداول

| عنوان   | صفحه |
|---|------|
| جدول ۳-۱- تجزیه شیمیایی آب آبیاری.....  | ۴۳   |
| جدول ۳-۲- خصوصیات فیزیکی، شیمیایی خاک مورد آزمایش قبل از استفاده از ماده اصلاحی گچ ..   | ۴۴   |
| جدول ۳-۳- تجزیه شیمیایی ماده اصلاحی گچ.....   | ۴۷   |
| جدول ۳-۴- روشهای اندازه گیری (کاتیونها و آنیونها).....  | ۵۵   |
| جدول ۴-۱- تأثیر ماده اصلاحی گچ بر کاتیونهای محلول خاک در شرایط آزمایشگاهی.....  | ۵۹   |
| جدول ۴-۲- تأثیر ماده اصلاحی گچ بر کاتیونهای محلول خاک در شرایط آزمایشگاهی.....  | ۶۴   |
| جدول ۴-۳- تأثیر ماده اصلاحی گچ بر pH، EC، نسبت $\frac{EXMY}{CEC}$ ، SAR، T.C در شرایط<br>آزمایشگاهی.....                                      | ۶۹   |
| جدول ۴-۴- تأثیر ماده اصلاحی گچ بر کاتیونهای محلول خاک در شرایط صحرایی.....  | ۷۴   |
| جدول ۴-۵- تأثیر ماده اصلاحی گچ بر کاتیونهای تبادل‌ی خاک در شرایط صحرایی.....  | ۷۸   |
| جدول ۴-۶- تأثیر ماده اصلاحی گچ بر pH، EC، نسبت $\frac{EXMY}{CEC}$ ، SAR، T.C در شرایط<br>صحرایی.....  | ۸۲   |
| جدول ۴-۷- تأثیر ماده اصلاحی گچ بر کارایی جایگزینی سدیم تبدلی در خاک.....  | ۸۸   |
| جدول ۴-۸- تأثیر ماده اصلاحی گچ بر تغییرات ایجاد شده در سدیم، کلسیم و منیزیم تبدلی هر تیمار در<br>مقایسه با تیمار اول در شرایط آزمایشگاهی..... | ۹۱   |
| جدول ۴-۹- تأثیر ماده اصلاحی گچ بر تغییرات ایجاد شده در سدیم، کلسیم و منیزیم تبدلی هر تیمار در<br>مقایسه با تیمار اول در شرایط صحرایی.....     | ۹۶   |

## فهرست شکلها

| عنوان  | صفحه |
|--|------|
| شکل ۴-۱- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی کلسیم در تیمارهای آزمایشی شرایط آزمایشگاه.....  | ۶۰   |
| شکل ۴-۲- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی منیزیم محلول در تیمارهای آزمایشی شرایط آزمایشگاه.....                                   | ۶۰   |
| شکل ۴-۳- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی سدیم محلول در تیمارهای آزمایشی شرایط آزمایشگاه.....                                     | ۶۲   |
| شکل ۴-۴- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی درصد سدیم محلول در تیمارهای آزمایشی شرایط<br>آزمایشگاه.....                             | ۶۲   |
| شکل ۴-۵- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی کلسیم تبادلی در تیمارهای آزمایشی شرایط آزمایشگاهی.....                                  | ۶۵   |
| شکل ۴-۶- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی منیزیم تبادلی.....  | ۶۵   |
| شکل ۴-۷- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی سدیم تبادلی.....  | ۶۷   |
| شکل ۴-۸- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی درصد سدیم تبادلی در تیمارهای آزمایشی شرایط<br>آزمایشگاهی.....                           | ۶۷   |
| شکل ۴-۹- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی pH در تیمارهای آزمایشی شرایط آزمایشگاهی.....  | ۷۰   |
| شکل ۴-۱۰- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی هدایت الکتریکی عصاره اشباع در تیمارهای آزمایشی<br>شرایط آزمایشگاهی.....                | ۷۰ a |
| شکل ۴-۱۱- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی نسبت منیزیم تبادلی به ظرفیت تبادل کاتیونی در تیمارهای<br>آزمایشی شرایط آزمایشگاهی..... | ۷۰ b |

| عنوان  | صفحه |
|--|------|
| شکل ۴-۱۲- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر کل کاتیونهای محلول در تیمارهای آزمایشی شرایط آزمایشگاهی .....                          | ۷۱   |
| شکل ۴-۱۳- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر نسبت جذب سدیم در تیمارهای آزمایشی شرایط آزمایشگاهی .....                               | ۷۲   |
| شکل ۴-۱۴- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی کلسیم محلول در تیمارهای آزمایشی شرایط صحرایی .....                                 | ۷۵   |
| شکل ۴-۱۵- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی منیزیم محلول در تیمارهای آزمایشی شرایط صحرایی .....                                | ۷۵   |
| شکل ۴-۱۶- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی سدیم محلول در تیمارهای آزمایشی شرایط صحرایی .....                                  | ۷۷   |
| شکل ۴-۱۷- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی درصد سدیم محلول در تیمارهای آزمایشی شرایط صحرایی .....                             | ۷۷   |
| شکل ۴-۱۸- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی کلسیم تبدلی در تیمارهای آزمایشی شرایط صحرایی .....                                 | ۸۰   |
| شکل ۴-۱۹- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی منیزیم تبدلی محلول در تیمارهای آزمایشی شرایط صحرایی .....                          | ۸۰   |
| شکل ۴-۲۰- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی سدیم تبدلی در تیمارهای آزمایشی شرایط صحرایی .....                                  | ۸۱   |
| شکل ۴-۲۱- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی درصد سدیم تبدلی در تیمارهای آزمایشی شرایط صحرایی .....                             | ۸۱   |
| شکل ۴-۲۲- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی pH در تیمارهای آزمایشی شرایط صحرایی .....  | ۸۴   |
| شکل ۴-۲۳- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی هدایت الکتریکی عصاره اشباع در تیمارهای آزمایشی شرایط صحرایی .....                  | ۸۴   |
| شکل ۴-۲۴- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی نسبت منیزیم تبدلی به ظرفیت تبادل کاتیونی در تیمارهای آزمایشی در شرایط صحرایی ..... | ۸۵   |

| عنوان  | صفحه |
|--|------|
| شکل ۴-۲۵- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر روی کل کاتیونهای محلول در تیمارهای آزمایشی شرایط صحرائی.....   | ۸۷   |
| شکل ۴-۲۶- تاثیر ماده اصلاحی گچ نسبت جذب سدیم در تیمارهای آزمایشی شرایط صحرائی.....               | ۸۴   |
| شکل ۴-۲۷- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر کارائی جایگزینی سدیم در تیمارهای آزمایشی شرایط آزمایشگاهی..... | ۸۹   |
| شکل ۴-۲۸- تاثیر ماده اصلاحی گچ بر کارائی جایگزینی سدیم در تیمارهای آزمایشی شرایط صحرائی.....     | ۸۹   |
| شکل ۴-۲۹- تغییرات ایجاد شده در درصد سدیم تبادلی نسبت به تیمار اول در خاک شرایط آزمایشگاهی.....   | ۹۲   |
| شکل ۴-۳۰- تغییرات ایجاد شده در درصد منیزیم تبادلی نسبت به تیمار اول در خاک شرایط آزمایشگاهی..... | ۹۲   |
| شکل ۴-۳۱- تغییرات ایجاد شده در درصد کلسیم تبادلی نسبت به تیمار اول در خاک شرایط آزمایشگاهی.....  | ۹۴   |
| شکل ۴-۳۲- تغییرات ایجاد شده در درصد سدیم تبادلی نسبت به تیمار اول در خاک شرایط صحرائی.....       | ۹۷   |
| شکل ۴-۳۳- تغییرات ایجاد شده در درصد منیزیم تبادلی نسبت به تیمار اول در خاک شرایط صحرائی.....     | ۹۸   |
| شکل ۴-۳۴- تغییرات ایجاد شده در درصد کلسیم تبادلی نسبت به تیمار اول در خاک شرایط صحرائی.....      | ۹۸   |

# فصل اول

« مقدمه »