

سورة الاحقاف



دانشکده کشاورزی

گروه علوم خاک

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته علوم خاک

گرایش بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک

عنوان

**تأثیر تنش کم آبی بر ترشح گلومالین توسط قارچ‌های گلومرال همزیست با**

**گیاه ذرت**

استاد راهنما

دکتر ناصر علی اصغرزاد

استاد مشاور

دکتر محمدرضا نیشابوری

پژوهشگر

مرضیه ریش سفید

بهمن ماه ۱۳۹۱

اگر تنها ترین تنها شوم، باز خدا هست، او جانشین همه می زنداشتن هست  
ای پناهگاه ابدی! تومی توانی جانشین همه می بی پناهی باشوی.

تقدیم به:

پدرم، آئینه می "افتادگی" و مادرم، آئینه می "عاطفه" و "پارسایی" -

که زندگی ام، برایشان همه "رنج" بوده و وجودشان، برایم همه "مهر"

و

همسر مهربانم

چه نعمت‌های بزرگی در زندگی داشته‌ام، روح‌های عظیم، زیبا، سوزنده و سازنده‌ی بی‌که روزگار چندی مرا بر سر راهشان،  
دکنارشان نشانده است.

از آقای دکتر ناصر علی اصغرزاد، استاد راهنمای گرانقدر پایان‌نامه که از راهنمایی‌های بی‌دریغ و راهگشایی‌های ارزنده ایشان  
بهره‌مند گردیدم، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از آقای دکتر محمد رضاشابوری، استاد مشاور محترم پایان‌نامه به خاطر مساعدت‌ها و زحماتشان کمال تشکر را دارم.  
از آقای دکتر محمد رضا ساریخانی، استاد و داور محترم پایان‌نامه که زحمت بازخوانی پایان‌نامه را قبل نمودند، تقدیر و تشکر  
می‌نمایم.

از اساتید محترم گروه خاکشناسی، آقایان: دکتر جعفرزاده، دکتر اوستان، دکتر نجفی، دکتر رحمانی تبار، دکتر شهبازی، دکتر  
احمدی و دکتر زارع‌حق که از محضرشان کسب علم نمودم، سپاسگزاری می‌نمایم.

از کارشناسان محترم آزمایشگاه‌های بیولوژی خاک، فیزیک خاک و خاکشناسی، آقایان: مهندس لطف‌الهی، مهندس  
اسفهلانی و مهندس عارت پرداز به خاطر همکاری‌شان، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از دوستان عزیزم، خانم‌ها: سمانه احمدی، زهرا افشاری، وحیده شعبانی و ویدا نتجی، که دوستی‌های عزیزان یادگاری

روزهای شیرین دوران تحصیل است، و آقایان: شهاب محمودی و محمد رضا مقصودی به خاطر زحمات و مساعدت -

باشان شکر و قدردانی می‌نمایم.

از همه‌ی عزیزانی که به نحوی، بنده را در مراحل مختلف این تحقیق یاری نمودند سپاسگزاری می‌کنم و برای تمامی آنها

سلامتی و توفیق را در مراحل مختلف زندگیشان آرزو مندم.

مرضیه ریش سفید

بهمن ماه ۱۳۹۱

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| نام خانوادگی: ریش سفید  | نام: مرضیه                       |
| عنوان: تأثیر تنش کم آبی بر ترشح گلومالین توسط قارچ‌های گلومرال همزیست با گیاه ذرت   |                                  |
| استاد راهنما: دکتر ناصر علی اصغرزاد   |                                  |
| استاد مشاور: دکتر محمدرضا نیشابوری  |                                  |
| مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد  | رشته: علوم خاک                   |
| گرایش: بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک  | گرایش: بیولوژی و بیوتکنولوژی خاک |
| دانشگاه: تبریز  | دانشکده: کشاورزی                 |
| تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۹۱/۱۱/۱۸   | تعداد صفحه: ۱۱۸                  |
| واژه‌های کلیدی: تنش کم آبی، دینامیک کربن، ذرت، قارچ‌های گلومرال، گلومالین.  |                                  |
| چکیده:  |                                  |
| <p>گلومالین گلیکوپروتئینی است که در هیف قارچ‌های راسته گلومرال شناسایی شده است. گلومالین ماده چسبناکی است که از هیف‌های قارچی ترشح یافته و بر روی ذرات خاک رسوب می‌کند و منجر به خاکدانه‌سازی و پایداری خاکدانه‌ها می‌شود. گلومالین به عنوان یک پوشش پایدار ایده‌آل برای هیف‌های قارچی و خاکدانه‌ها شناخته شده است. این ترکیب می‌تواند بعنوان شاخصی از کیفیت اکوسیستم خاک و همچنین شاخص حساس به تغییرات کربن خاک، مفید باشد. کم آبی بعنوان مهمترین عامل غیرزنده محدودکننده رشد، اثر نامطلوبی بر رشد و تولید گیاهان می‌گذارد. تنش کم آبی فتوسنتز را از طریق بسته شدن روزنه‌ها و نرسیدن دی‌اکسید کربن به کلروپلاست و کاهش پتانسیل آب سلول تحت تأثیر قرار می‌دهد. همزیستی میکوریزی ریشه‌های گیاهان، با متعادل کردن فرآیندهای فیزیولوژیکی و عملکرد فتوسنتزی باعث افزایش بقای گیاهان تحت تنش کم آبی می‌شود. در گیاه تحت تنش کم آبی، سهم کربنی که گیاه در اختیار قارچ همزیست می‌گذارد، کاهش می‌یابد و درصد کلنیزاسیون ریشه کمتر می‌شود. تنش کم آبی با تأثیر بر این رابطه می‌تواند تولید گلومالین را تحت تأثیر قرار دهد. بدین منظور آزمایشی بصورت گلخانه‌ای در خاک استریل با گیاه ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴) و سه گونه قارچ میکوریز شامل: <i>Glomus versiforme</i> (Gv)، <i>Glomus intraradices</i> (Gi)، <i>Glomus etunicatum</i> (Ge) انجام شد و پس از استقرار گیاهان، سه سطح رطوبتی در خاک شامل: ۳۰-۱۰ درصد تخلیه آب قابل استفاده (<math>W_0</math>)، ۵۵-۳۵ درصد تخلیه آب قابل استفاده (<math>W_1</math>)، ۹۰-۶۰ درصد تخلیه آب قابل استفاده (<math>W_2</math>) اعمال گردید. اندازه‌گیری گلومالین در دو مرحله انجام شد، در مرحله اول که گلومالین ساده استخراج (EEG) عصاره‌گیری می‌شود، خاک در محلول سیترات سدیم ۲۰ میلی‌مولار با pH ۷ بمدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد اتوکلاو می‌شود. در مرحله دوم، خاک باقی‌مانده از مرحله اول، با سیترات سدیم ۵۰ میلی‌مولار با pH ۷ اتوکلاو می‌شود که مجموع گلومالین عصاره‌گیری شده در دو مرحله شامل گلومالین کل (TG) خواهد بود. تیمارهای قارچی Gv، Gi و Ge به ترتیب ۸/۷، ۷/۸ و ۳۱/۴ درصد وزن تر بخش هوایی را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند و با کاهش رطوبت خاک، وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه کاهش یافت. با وقوع تنش کم آبی، پتانسیل آب برگ (LWP) و هدایت روزنه‌ای (<math>g_s</math>) کاهش یافت. مقدار پرولین در حضور قارچ کمتر از تیمار شاهد</p> |                                  |

بدون قارچ بود و با کاهش رطوبت خاک مقدار فسفر و پتاسیم بخش هوایی و ریشه کاهش یافت و گیاهان تلقیح شده با قارچ‌های میکوریزی در هر سه سطح رطوبتی مقدار فسفر و پتاسیم بیشتری نسبت به گیاهان غیرمیکوریزی داشتند. تیمارهای قارچی  $G_v$ ،  $G_i$  و  $G_e$  (به ترتیب) ۵۱، ۶۲/۶، ۹۰/۴۵ درصد، مقدار فسفر بخش هوایی را در مقایسه با شاهد افزایش دادند. در هر سه تیمار قارچی، در تنش کم‌آبی متوسط، درصد کلنیزاسیون افزایش یافت و سپس با کاهش شدید رطوبت خاک درصد کلنیزاسیون میکوریزی نیز کاهش یافت. نتایج مربوط به اندازه‌گیری تغییرات گلومالین کل (TG) نشان داد که تنش کم‌آبی بطور معنی‌داری باعث افزایش مقدار گلومالین کل (TG) می‌شود و این افزایش در سطوح رطوبتی  $W_1$  و  $W_2$  در مقایسه با سطح رطوبتی  $W_0$  بترتیب ۲۸/۰۹ و ۴۷/۳۹ درصد بود. حضور قارچ میکوریز باعث افزایش در مقدار TG شد، این افزایش در تیمارهای قارچی  $G_v$ ،  $G_i$  و  $G_e$  به ترتیب ۱۶/۷۷، ۱۳/۲۷ و ۴۲/۹۶ درصد در مقایسه با شاهد بدون قارچ بودند. با وقوع تنش رطوبتی متوسط ( $W_1$ )، مقدار گلومالین کل در تیمارهای قارچی  $G_v$ ،  $G_i$  و  $G_e$  به ترتیب ۲۲/۱۲، ۱۴ و ۶۲/۹۷ درصد نسبت به تیمار شاهد بدون قارچ افزایش یافته و در سطح رطوبتی  $W_2$  این افزایش به ترتیب ۱۵/۸۴، ۸/۴۵ و ۳۲/۲۴ درصد بودند. در مورد گلومالین ساده استخراج (EEG) نیز مشاهده شد که تنش کم‌آبی باعث افزایش معنی‌دار مقدار EEG می‌شود. مقدار EEG در تیمارهای قارچی  $G_v$ ،  $G_i$  و  $G_e$  به ترتیب ۱۰/۵۳، ۵/۲۴ و ۳۰/۴۸ درصد در مقایسه با شاهد بدون قارچ بیشتر بودند. در سطح رطوبتی  $W_2$ ، مقادیر EEG در تیمارهای قارچی  $G_v$ ،  $G_i$  و  $G_e$  به ترتیب ۷/۷۹، ۱۱/۸۵ و ۳۳/۶۷ درصد در مقایسه با شاهد بدون قارچ بیشتر بودند. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، افزایش تولید گلومالین تحت تنش کم‌آبی می‌تواند مهر تأییدی بر اثرات ارزشمند همزیستی میکوریزی در شرایط تنش کم‌آبی باشد.

## فهرست مطالب

| صفحه                        | عنوان   |
|-----------------------------|---|
| ۱                           | مقدمه   |
| <b>فصل اول: بررسی منابع</b> |   |
| ۴                           | ۱-۱ انتشار دی اکسید کربن  |
| ۴                           | ۲-۱ پتانسیل خاک برای انباشت کربن  |
| ۶                           | ۳-۱ همزیستی میکوریز آربوسکولار  |
| ۷                           | ۱-۳-۱ مشخصات قارچ‌های میکوریز آربوسکلار (AMF)                                       |
| ۸                           | ۲-۳-۱ مورفولوژی قارچ‌های AM   |
| ۸                           | ۴-۱ گلومالین در اکوسیستم  |
| ۱۰                          | ۱-۴-۱ خصوصیات گلومالین  |
| ۱۲                          | ۲-۴-۱ کنترل‌ها بر تولید گلومالین - ارزیابی تولید                                    |
| ۱۲                          | ۱-۲-۴-۱ کنترل فراوانی قارچ میکوریز آربوسکلار - منابع معدنی و قارچ میکوریز آربوسکلار |
| ۱۳                          | ۲-۲-۴-۱ قارچ میکوریز آربوسکلار و تولید گلومالین                                     |
| ۱۵                          | ۳-۴-۱ کنترل تجزیه گلومالین  |
| ۱۵                          | ۴-۴-۱ الگوهای جهانی در ذخایر گلومالین   |
| ۱۵                          | ۱-۴-۴-۱ پوشش گیاهی و ذخایر گلومالین   |
| ۱۷                          | ۲-۴-۴-۱ منابع معدنی و ذخایر گلومالین  |
| ۱۹                          | ۵-۱ ماده آلی خاک  |
| ۲۱                          | ۶-۱ خاکدانه‌سازی  |
| ۲۳                          | ۷-۱ قارچ میکوریز آربوسکلار و کشاورزی آلی  |
| ۲۴                          | ۸-۱ تأثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکلار در اکوسیستم‌های کشاورزی                        |
| ۲۴                          | ۱-۸-۱ تغذیه گیاهان زراعی  |
| ۲۵                          | ۲-۸-۱ روابط آبی گیاه  |
| ۲۷                          | ۳-۸-۱ آفات و بیماری‌های گیاهی   |
| ۲۸                          | ۹-۱ عوامل مؤثر در همزیستی میکوریزی  |
| ۲۸                          | ۱-۹-۱ نور   |
| ۲۸                          | ۲-۹-۱ رطوبت   |
| ۲۹                          | ۳-۹-۱ دما   |
| ۲۹                          | ۴-۹-۱ pH  |
| ۲۹                          | ۵-۹-۱ غلظت عناصر غذایی  |
| ۳۰                          | ۱۰-۱ تنش  |
| ۳۰                          | ۱-۱۰-۱ کمبود آب و مقاومت به کم‌آبی  |



- ۳۰-۱۰-۱ کاهش سطح برگ پاسخ سازشی اولیه به کمبود آب .....
- ۳۱-۱۰-۱ ریزش برگ .....
- ۳۱-۱۰-۱ تغییرات رشد ریشه در تنش کم‌آبی .....
- ۳۱-۱۰-۱ رفتار روزنه‌ها در تنش کم‌آبی .....
- ۳۲-۱۰-۱ کمبود آب و فتوسنتز .....
- ۳۲-۱۰-۱ تنظیم اسمزی سلول‌ها در پاسخ به تنش کم‌آبی .....
- ۳۳-۱۱-۱ اثرات میکوریز بر روابط آبی خاک در شرایط خشکی .....

### فصل دوم: مواد و روش‌ها

- ۳۵-۲-۱ آماده‌سازی مایه تلقیح گونه‌های قارچی .....
- ۳۵-۲-۲ انتخاب و آماده‌سازی خاک .....
- ۳۶-۲-۳ آماده‌سازی خاک جهت کشت گلدانی .....
- ۳۶-۲-۴ تعیین تیمارهای رطوبتی خاک .....
- ۳۸-۲-۵ انتخاب و آماده‌سازی بذر .....
- ۳۸-۲-۶ کشت گیاه و اعمال تیمارهای قارچی .....
- ۳۹-۲-۷ تعیین پتانسیل آب برگ (LWP) .....
- ۴۰-۲-۸ اندازه‌گیری هدایت روزنه‌ای .....
- ۴۰-۲-۹ پرولین برگ .....
- ۴۲-۲-۱۰ اندازه‌گیری وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه‌ها .....
- ۴۳-۲-۱۱ اندازه‌گیری عناصر گیاه .....
- ۴۳-۲-۱۱-۱ هضم نمونه‌های گیاهی به روش خشک سوزانی .....
- ۴۳-۲-۱۱-۲ تعیین درصد ماده خشک .....
- ۴۴-۲-۱۱-۳ اندازه‌گیری فسفر به روش رنگ‌سنجی وانادات- مولیبدات (روش زرد) .....
- ۴۵-۲-۱۱-۴ اندازه‌گیری غلظت پتاسیم .....
- ۴۶-۲-۱۲ اندازه‌گیری گلومالین در خاک .....
- ۴۶-۲-۱۲-۱ استخراج گلومالین ساده استخراج (EEG) .....
- ۴۷-۲-۱۲-۲ استخراج گلومالین کل (TG) .....
- ۴۹-۲-۱۳ تعیین درصد کلنیزاسیون ریشه .....
- ۵۰-۲-۱۴ طرح آزمایشی و تجزیه آماری .....

### فصل سوم: نتایج و بحث

- ۵۱-۳-۱ خصوصیات خاک مورد آزمایش .....
- ۵۲-۳-۲ پتانسیل آب برگ (LWP) .....
- ۵۵-۳-۳ هدایت روزنه ای .....

|    |  |
|----|--|
| ۵۹ | ..... ۴-۳ پرولین برگ                         |
| ۶۳ | ..... ۵-۳ وزن تر و خشک بخش هوایی             |
| ۶۸ | ..... ۶-۳ وزن تر و خشک ریشه                  |
| ۷۲ | ..... ۷-۳ فسفر                               |
| ۷۲ | ..... ۱-۷-۳ غلظت فسفر                        |
| ۷۳ | ..... ۲-۷-۳ مقدار جذب فسفر                   |
| ۷۹ | ..... ۸-۳ پتاسیم                             |
| ۷۹ | ..... ۱-۸-۳ غلظت پتاسیم                      |
| ۸۰ | ..... ۲-۸-۳ مقدار جذب پتاسیم                 |
| ۸۵ | ..... ۱-۹-۳ غلظت گلومالین کل (TG)            |
| ۸۷ | ..... ۲-۹-۳ غلظت گلومالین ساده استخراج (EEG) |
| ۹۲ | ..... ۱۰-۳ درصد کلنیزاسیون ریشه              |
| ۹۶ | ..... ۱۱-۳ نتیجه گیری                        |
| ۹۷ | ..... ۱۲-۳ پیشنهادات                         |
| ۹۸ | ..... منابع                                  |

## فهرست جداول

| عنوان   | صفحه |
|---|------|
| جدول ۱-۲: تهیه محلول‌های استاندارد پرولین.....  | ۴۲   |
| جدول ۲-۲: استانداردهای آلومین سرم گاوی در اندازه‌گیری پروتئین به روش بردفورد.....                                 | ۴۸   |
| جدول ۱-۳: برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش.....   | ۵۱   |
| جدول ۲-۳: جدول تجزیه واریانس اثر سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر پتانسیل آب برگ.....                              | ۵۴   |
| جدول ۳-۳: مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر پتانسیل آب برگ.....                             | ۵۴   |
| جدول ۴-۳: جدول تجزیه واریانس اثر سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر هدایت روزنه‌ای.....                              | ۵۸   |
| جدول ۵-۳: مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر هدایت روزنه‌ای.....                             | ۵۸   |
| جدول ۳-۶: جدول تجزیه واریانس اثر سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر مقدار پرولین برگ.....                            | ۶۲   |
| جدول ۳-۷: مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر مقدار پرولین برگ.....                           | ۶۲   |
| جدول ۳-۸: جدول تجزیه واریانس اثر سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر وزن تر و خشک بخش هوایی.....                      | ۶۶   |
| جدول ۳-۹: مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر وزن تر و خشک بخش هوایی.....                     | ۶۶   |
| جدول ۳-۱۰: جدول تجزیه واریانس اثر سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر وزن تر و خشک بخش ریشه.....                      | ۷۰   |
| جدول ۳-۱۱: مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر وزن تر و خشک بخش ریشه.....                     | ۷۰   |
| جدول ۳-۱۲: جدول تجزیه واریانس اثر سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر غلظت و مقدار فسفر بخش هوایی و ریشه.....         | ۷۶   |
| جدول ۳-۱۳: مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر غلظت و مقدار فسفر بخش هوایی و ریشه.....        | ۷۶   |
| جدول ۳-۱۴: جدول تجزیه واریانس اثر سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر غلظت و مقدار پتاسیم بخش هوایی و ریشه.....       | ۸۲   |
| جدول ۳-۱۵: مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر غلظت و مقدار پتاسیم بخش هوایی و ریشه.....      | ۸۲   |
| جدول ۳-۱۶: جدول تجزیه واریانس اثر سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر مقدار گلومالین کل و گلومالین ساده استخراج.....  | ۸۹   |
| جدول ۳-۱۷: مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر مقدار گلومالین کل و گلومالین ساده استخراج..... | ۸۹   |
| جدول ۳-۱۸: جدول تجزیه واریانس اثر سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر کلنیزاسیون ریشه.....                            | ۹۵   |
| جدول ۳-۱۹: مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح رطوبتی و گونه‌های قارچی بر درصد کلنیزاسیون ریشه.....                      | ۹۵   |

## فهرست شکل‌ها

| صفحه    | عنوان  |
|---------|--|
| ۵۵..... | شکل ۱-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر پتانسیل آب برگ                                 |
| ۵۷..... | شکل ۲-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر هدایت روزنه‌ای                                 |
| ۶۳..... | شکل ۳-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر مقدار پرولین برگ                               |
| ۶۷..... | شکل ۴-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر وزن تر بخش هوایی                               |
| ۶۷..... | شکل ۵-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر وزن خشک بخش هوایی                              |
| ۷۱..... | شکل ۶-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر وزن تر بخش ریشه                                |
| ۷۱..... | شکل ۷-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر وزن خشک بخش ریشه                               |
| ۷۷..... | شکل ۸-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر غلظت فسفر بخش هوایی                            |
| ۷۷..... | شکل ۹-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر غلظت فسفر بخش ریشه                             |
| ۷۸..... | شکل ۱۰-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر مقدار فسفر بخش هوایی                          |
| ۷۸..... | شکل ۱۱-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر مقدار فسفر بخش ریشه                           |
| ۸۳..... | شکل ۱۲-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر غلظت پتاسیم بخش هوایی                         |
| ۸۳..... | شکل ۱۳-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر غلظت پتاسیم بخش ریشه                          |
| ۸۴..... | شکل ۱۴-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر مقدار پتاسیم بخش هوایی                        |
| ۸۴..... | شکل ۱۵-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر مقدار پتاسیم بخش ریشه                         |
| ۹۰..... | شکل ۱۶-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر مقدار گلومالین TG                             |
| ۹۰..... | شکل ۱۷-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر مقدار گلومالین EEG                            |
| ۹۱..... | شکل ۱۸-۳: نمودار تولید گلومالین کل به ازای واحد درصد کلنیزاسیون در سطوح رطوبتی مختلف           |
| ۹۱..... | شکل ۱۹-۳: نمودار تولید گلومالین ساده استخراج به ازای واحد درصد کلنیزاسیون در سطوح رطوبتی مختلف |
| ۹۴..... | شکل ۲۰-۳: اثر متقابل قارچ میکوریز و رطوبت خاک بر درصد کلنیزاسیون ریشه                          |

# مقدمہ

در مناطق خشک و نیمه‌خشک، افزایش شدت خشکی می‌تواند بعلت افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن تحت الگوی تغییر آب و هوا باشد (گریگوری و همکاران ۲۰۰۳). این موضوع بر محصولات کشاورزی این مناطق تأثیرگذار است. در این مناطق کمبود آب رشد و تولید گیاهان را محدود می‌کند (هارل و همکاران ۲۰۰۷). در مقابل، افزایش مستمر دی‌اکسیدکربن اتمسفری ممکن است تولید بیوماس گیاهی را تحریک کند. کربن آلی آزاد شده به خاک، جمعیت میکروبی در محیط اطراف ریشه و در نتیجه تولید مواد برون سلولی مثل پلی‌ساکاریدها را که توانایی پایدار ساختن خاکدانه‌ها را دارند، بهبود می‌بخشد (رولدن و همکاران ۲۰۰۶). پس بسیار محتمل است که هر گونه تغییر در مقدار و ترکیب کربن قابل دسترس خاک در پاسخ به دی-اکسیدکربن، بر بسیاری از خصوصیات خاک بویژه پایداری خاکدانه‌ها تأثیرگذار باشد (کوهلر و همکاران ۲۰۰۹). افزایش فشار جمعیت در بسیاری از نقاط جهان، تقاضا در سیستم‌های کشاورزی را افزایش داده و اغلب منجر به تخریب منابع خاک می‌شود. کربن آلی خاک عامل اصلی تعیین کننده پایداری سیستم‌های کشاورزی است و تغییر در ذخایر کل، فعال و یا حساس کربن می‌تواند رخ دهد (بلیر و همکاران ۱۹۹۵). امروزه استفاده از سیستم‌های زراعی کم‌نهاد و ابداع شیوه‌های نوین مدیریت بهره‌برداری از منابع به منظور دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. یکی از ارکان اصلی در کشاورزی پایدار حذف یا کاهش قابل ملاحظه نهاده‌های شیمیایی است (شارما ۲۰۰۲). قارچ‌های میکوریز دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی می‌باشند و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی، افزایش جذب آب، افزایش مقاومت در برابر تنش‌های زنده (بیماری‌ها) و غیرزنده (کم‌آبی، شوری، فلزات سنگین) سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌شوند (سیلویا و ویلیامز ۱۹۹۲، ساینز و همکاران ۱۹۹۸). گلومالین<sup>۱</sup> در سال ۱۹۹۶ توسط رایت گزارش شد. دو مشخصه بارز آن: فراوانی، محکمی و دوام مولکول است (رایت و همکاران ۱۹۹۶، رایت و آپادایا ۱۹۹۶). قارچ‌های راسته گلومرال<sup>۲</sup> به مقدار زیادی گلیکوپروتئین انحلال‌ناپذیر، آب‌گریز و مقاوم به تجزیه بنام گلومالین تولید می‌کنند که در پایداری

---

1- Glomalin

2- Glomerales

خاکدانه‌ها مهم است (رایت و همکاران ۲۰۰۰). گلومالین دارای کربن است و بخش قابل توجهی از منبع کربن جهانی را تشکیل می‌دهد. افزایش دی‌اکسیدکربن اتمسفر می‌تواند منجر به افزایش تولید گلومالین بدلیل افزایش همکاری بین گیاه و قارچ‌های گلومرال شود (رایت و همکاران ۲۰۰۰). گلومالین ۲۰-۱۵ درصد از کربن آلی در خاکهای دست‌نخورده را شامل می‌شود. منابع گلومالین حتی در دوره زمانی کوتاهی، نسبت به تنش‌های اکوسیستمی مثل غلظت بالای دی‌اکسیدکربن اتمسفر (ریلیچ و همکاران ۱۹۹۹، ۲۰۰۰) گرم شدن اتمسفر (ریلیچ و همکاران ۲۰۰۲) و روش‌های مدیریتی کشاورزی (رایت و اندرسون ۲۰۰۰) واکنش نشان می‌دهند. کم‌آبی به یک سری از تغییرات در فیزیولوژی گیاه بویژه در متابولیسم کربن و نیتروژن ریشه‌ها منجر می‌شود (اکه ۲۰۰۱). بدنال کاهش فعالیت فتوسنتزی گیاه، جذب عناصر غذایی کاهش می‌یابد (چاوز و همکاران ۲۰۰۲). تحمل به کم‌آبی می‌تواند ناشی از همزیستی با قارچ‌های میکوریز در اغلب گیاهان باشد (اکه ۲۰۰۱) که شامل چندین فرآیند فیزیولوژیکی است: (۱) تغییر پارامترهای مربوط به مقدار آب برگ، تبادل گاز، پتانسیل آب برگ، کشسانی بافت برگ (لارچر ۱۹۹۴). (۲) تغییر در تورم سلول‌های گیاهی و سیگنال‌های ریشه به ساقه (دوآن و همکاران ۱۹۹۶). پاینر و همکاران (۲۰۰۵) علت فعالیت فتوسنتزی و عملکرد بیشتر گیاهان گل‌سرخ میکوریزی شده با *Glomus intraradices* تحت تنش کم‌آبی را این چنین شرح داده‌اند: تنش کم‌آبی منجر به کاهش مراکز واکنش<sup>۱</sup> فعال می‌شود. اثر تعدیل تنش توسط همزیستی میکوریزی بر جریان انرژی برای انتقال الکترون و مراکز واکنش مشاهده شده است. مراکز واکنش فعال، کنترل‌کننده شدت واکنش‌های فتوسنتزی هستند. میکوریزی شدن باعث عملکرد بهتر مراکز واکنش فعال در فرآیند فتوسنتز گیاه تحت تنش کم‌آبی می‌شود و جریان الکترونی افزایش می‌یابد. مرولاندا و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کرده‌اند که سویه بومی متحمل به کم‌آبی *Glomus intraradices* با مشارکت میکروبه‌های بومی خاک، نیاز آبی برای تولید لگوم *Retama sphaerocarpa* ۴۲ درصد کاهش می‌دهد. وو و زیا (۲۰۰۶) دریافتند که تنش کم‌آبی بطور معنی‌داری کلنیزاسیون میکوریزی را در مرکبات کاهش می‌دهد، این نشان می‌دهد که اثرات سودمند کلنیزاسیون میکوریزی در محیط‌های خشک و نیمه خشک کاهش

---

1- Reaction centre

می‌یابد (مورت و همکاران ۲۰۰۰). پاسخ به کم‌آبی گیاهان میکوریزی بسته به نوع گیاه و گونه قارچی متفاوت است (مورت و همکاران ۲۰۰۰، شنگ‌وآ و همکاران ۲۰۰۸، جاکوبسن و همکاران ۱۹۹۲). وو و همکاران (۲۰۰۸) و رولدن و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌شان دریافتند تأثیر مثبت قارچ میکوریز بر پایداری ساختمان ریزوسفر *Juniperus oxycedrus* بعد از خشک‌شدن خاک بیشتر آشکار می‌شود و تحت شرایط استرس خشکی شدید در مقایسه با استرس خشکی متوسط تولید گلومالین توسط قارچ کاهش می‌یابد. نتایج اغلب تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که تنش کم‌آبی تأثیر منفی بر روی همزیستی میکوریزی دارد و اثرات مفید همزیستی در شرایط کم‌آبی کاهش می‌یابد. همچنین مشخص می‌گردد که اطلاعاتی در خصوص اثرات تنش کم‌آبی بر میزان تولید گلومالین توسط قارچ‌ها در دست نیست. در این تحقیق تأثیر تنش کم‌آبی بر فعالیت قارچ‌های گلومرال و تولید گلومالین بررسی شده است. روابط بین سطوح مختلف آب خاک، گونه‌ی قارچ، درصد کلنیزاسیون ریشه توسط قارچ و تولید گلومالین مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به اینکه گلومالین شباهت ساختاری با پروتئین‌های شوک حرارتی (HSP)<sup>۱</sup> دارد، احتمال افزایش تولید گلومالین با افزایش تنش کم‌آبی وجود دارد.

---

1- Heat Shock Proteins



فصل اول:

بررسی منابع

## بررسی منابع

## ۱-۱ انتشار دی‌اکسید کربن

دی‌اکسید کربن از گازهای گلخانه‌ای اولیه ساطع شده از طریق فعالیت‌های انسانی است. این گاز بطور طبیعی در جو موجود است و بعنوان بخشی از چرخه کربن زمین (گردش طبیعی کربن در میان اتمسفر، اقیانوس‌ها، خاک و گیاهان و حیوانات) است. فعالیت‌های انسانی هم از طریق افزودن دی‌اکسید کربن زیاد به اتمسفر و هم با تأثیر بر توانایی سینک‌های (مخازن برای جذب) طبیعی مانند جنگل‌ها (که توانایی کاهش دی‌اکسید کربن اتمسفری را دارند) چرخه کربن را تغییر می‌دهند. مهمترین فرآیند تولید کننده دی-اکسید کربن، احتراق سوخت‌های فسیلی (زغال سنگ، گاز طبیعی و نفت) برای تولید انرژی و حمل و نقل است. اگرچه فرآیندهای صنعتی و تغییر کاربری اراضی نیز دی‌اکسید کربن منتشر می‌کنند. دی‌اکسید کربن بطور مستمر در اتمسفر، اقیانوس و سطح زمین در حال تبادل است زیرا توسط بسیاری از میکروارگانیسم‌ها، گیاهان و جانوران، تولید یا جذب می‌شود و به توسط این فرآیندها، انتشار و حذف دی‌اکسید کربن به تعادل می‌رسد (وزارت کشاورزی ایالات متحده امریکا ۲۰۰۷). افزایش میزان دی‌اکسید کربن اتمسفری ممکن است تولید ریشه، تغییر و تبدیل ریشه و تعادل کربن اکوسیستمی را تغییر دهد (لوکیسی و همکاران ۲۰۰۱).

## ۱-۲ پتانسیل خاک برای انباشت کربن

خاک منبعی برای ذخیره و جذب کربن در ارتباط با اتمسفر است. ظرفیت بالای خاک برای جذب یا رهاسازی کربن باعث می‌شود تا این سیستم نقش مهمی در کنترل میزان دی‌اکسید کربن اتمسفر داشته باشد (سینوزکی و آبروسوالد ۱۹۹۹، زوبرگن و تورن ۱۹۸۷). مکانیسم‌های تثبیت کربن آلی خاک بدلیل توانایی شان برای افزایش دی‌اکسید کربن آزاد شده از ماده آلی خاک به اتمسفر و در نتیجه گرم شدن زمین، بسیار مورد توجه‌اند (ریلیج و همکاران ۲۰۰۷). ذخایر کربن آلی در خاک نقش مهمی در پویایی اکوسیستم

خاک داشته و شامل بخش قابل توجهی از منبع کربن خاک‌های جهان می‌باشد (هایل - ماریام و همکاران ۲۰۰۷). مقدار کربن آلی ذخیره شده در خاک از تعادل بین میزان ورودی‌های (نهاده) کربن آلی خاک و میزان معدنی شدن هر کدام از منابع کربن آلی نتیجه می‌شود. تغییر در کربن آلی خاک با کشت، نشان دهنده استعداد قابل توجه خاک برای افزایش میزان ترسیب کربن با فعالیت‌های مدیریتی است. خاک در ترسیب دی‌اکسیدکربن اتمسفری و انتشار گازهایی همچون متان و دی‌اکسیدکربن که اثر گلخانه‌ای را افزایش می‌دهند، مهم است. تغییر کاربری اراضی و گرم شدن کره زمین، از طریق تأثیر بر حاصلخیزی و شرایط خاک و جوامع گیاهی دارای تأثیرات مهمی در مقدار منابع ماده آلی در خاک بوده و بطور مستقیم بر غلظت اتمسفری این گازها دارد. مواد آلی خاک از اجزای مهم هر اکوسیستم خاکی است و هر گونه تغییر در فراوانی و ترکیب آن دارای اثرات مهم در بسیاری از فرآیندهایی است که درون هر سیستم رخ می‌دهد (لگروز و همکاران ۱۹۹۴). تعادل کربن در اکوسیستم خاک با تأثیر مستقیم از فعالیت‌های انسانی از جمله جنگل‌زدایی، سوزاندن زیست توده، تغییر کاربری اراضی و آلودگی زیست محیطی - که گازهای گلخانه‌ای را منتشر می‌کند (بولین ۱۹۸۱، ترابالکا و ریچل ۱۹۸۶) می‌تواند بطور قابل ملاحظه‌ای تغییر یابد. از دست دادن کربن آلی خاک با تبدیل پوشش گیاهی طبیعی به سیستم کشت، به خوبی شناخته شده است (جنی ۱۹۴۱، دیویدسن و اکرم ۱۹۹۳، من ۱۹۸۶، پست و من ۱۹۹۰). کاهش در کربن آلی خاک را به کاهش ورودی‌های مواد آلی، افزایش انحلال‌پذیری بقایای گیاهی و اثرات خاکورزی (که باعث کاهش مقدار حفاظت فیزیکی نسبت به تجزیه است) می‌توان نسبت داد. خاکورزی علاوه بر هم‌زدن خاک، خاکدانه‌ها را تخریب و سطوح آلی - معدنی را در معرض تجزیه قرار می‌دهد. کربن آلی خاک شامل بقایای گیاهی، جانوری و میکروبی در حال تجزیه است. سرعت تغییر و تبدیل ترکیبات کربنی آلی خاک با توجه به اثرات متقابل پیچیده بین فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در خاک، مختلف است. پروتئین‌های خاک بعنوان ایفاکنندگان نقش اصلی در پایداری و ناپایداری کربن و نیتروژن آلی خاک می‌باشند. دو دسته از پروتئین‌ها ارائه شده‌اند: دسته اول پروتئین‌های حاصل از تخریب سلولی که به خاک آزاد می‌شوند، دسته دوم پروتئین‌های عملکردی که برای انجام وظایف خاص به خاک آزاد می‌شوند، بعنوان مثال هیدروفوبین‌ها و گلومالین (ریلیج و همکاران ۲۰۰۷).

## ۳-۱ همزیستی میکوریز آربوسکولار

سلامت گیاه و خاک به اثرات متقابل مؤلفه‌های بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی ریزوسفر (ناحیه ریشه) وابسته است. ریزوسفر مکانی با بیشترین جریان انرژی و مواد معدنی در میان این مؤلفه‌ها است (رایت و میلنر ۱۹۹۴). در این منطقه، همزیستی حیاتی بین ریشه‌های ۸۰ درصد گونه‌های گیاهی آوندی و قارچ خاکزی میکوریز آربوسکلار<sup>۱</sup> (AMF) وجود دارد. قدمت این وابستگی به بیشتر از ۴۰۰ میلیون سال پیش و زمانیکه گیاهان برای اولین بار از محیط آبی به خاکی حرکت کردند، می‌رسد (مورتون ۱۹۹۰، سیمون و همکاران ۱۹۹۳، تیلر و همکاران ۱۹۹۵). در این همزیستی، گیاهان از جذب افزایش یافته مواد مغذی غیرمتحرک در خاک و ساختمان خاک بهبود یافته سود می‌برند (رایت و آپادایا ۱۹۹۸)، درحالی‌که قارچ کربن فتوسنتزی و سایر مواد غذایی ضروری را از گیاه میزبان دریافت می‌کند (اسمیف و رید ۱۹۹۷). در آربوسکول‌های داخل سلول‌های ریشه، قندهای هگزوز (قندهای مونوساکارید ۶ کربنه) از گیاه، با مواد غذایی کسب و ترابری شده توسط قارچ‌ها تبادل می‌شوند. بطور نمونه بین ۲۷-۱۲ درصد کربن همگون‌سازی شده فتوسنتزی در اختیار قارچ گذاشته می‌شود (تینکر و همکاران ۱۹۹۴). در مقابل، قارچ هزینه کربن را با دسترسی به حجم بیشتری از خاک از طریق هیف‌های قارچی جبران می‌کند. هیف‌ها دارای نواحی سطحی بزرگتری نسبت به ریشه‌های مویی هستند و قابلیت دسترسی به نواحی دورتر از مناطق تخلیه شده از مواد غذایی پیرامون ریشه‌ها را دارند (دادز و میلنر ۱۹۹۹، میلنر و رایت ۲۰۰۲). این موضوع اجازه‌ی کاوش برای دستیابی به مواد غذایی بشدت غیرمتحرک مثل فسفات را می‌دهد. بعلاوه، غشای سلولی قارچی، قادر به تغلیظ حل‌شده‌ها در مقابل گرادیانشان است (بولن ۱۹۹۱، جورج و همکاران ۱۹۹۲). مایکورایزا (Mycorrhiza) کاراترین مکانیسم برای اکتساب فسفر، بخصوص تحت شرایط تنش است. اگرچه این قارچ دارای میزبان گیاهی اختصاصی نیست، اما ژنوتیپ‌های قارچی و میزبان گیاهی و متغیرهای زنده و غیرزنده خاک بر این همزیستی اثرگذارند (گیانیازی و همکاران ۱۹۹۵، وارما ۱۹۹۵). همزیستی میکوریزی منافع

1- Arbuscular Mycorrhizal Fungi

2- Solutes