

سیدنا محمد



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

تأثیر تیمار کردن بذر با اسید سالیسیلیک و همزیستی میکوریزی بر برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بزرک در شرایط تنش خشکی

پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت

آیدا انصاری

استاد راهنما

دکتر جمشید رزمجو



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت خانم آیدا انصاری تحت عنوان

تأثیر تیمار کردن بذر با اسید سالیسیلیک و همزیستی میکوریزایی بر برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بزرک در شرایط تنش خشکی

در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۱۷ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب قرار گرفت.

دکتر جمشید رزمجو

۱- استاد راهنمای پایان نامه

دکتر حسن کریم مجنی

۲- استاد مشاور پایان نامه

دکتر مهدی زارعی

۳- استاد مشاور پایان نامه

دکتر محمد حسین اهتمام

۴- استاد داور

دکتر مژگان سپهری

۵- استاد داور

دکتر احمد ریاسی

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده

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

تقدیر و شکر:

خداوندا، سپاس و شکر از آن تو که بندگان ناسپاست را نیز، از لطف و مرحمت درگاه خود ناامید نمی سازی و مرا توفیق عطا نمودی تا گامی هر چند کوچک در مسیر علم، این میراث ارزشمند بشری بردارم و این قدم ناچیز را مرهون بزرگواری هستم که مشوقانه دستم را گرفتند و با همراهیشان گام‌هایم استوار گردید. بر خود لازم می دانم، پس از شکر خداوند متعال، از زحماتی که خانواده ام خالصانه در حق اینجانب ادا کرده اند، از پدر و مادرم که در طی بیست و چند سال عمری که سپری کرده ام آنقدر در حق من بزرگی کرده اند که دوری از آنها بسی مرا آزرده خاطر می کند خاضعانه تشکر می کنم. از استاد گرامی دکتر جمشید رزمجو به خاطر راهنمایی‌های ارزنده شان در تمام مراحل اجرای این تحقیق کمال تشکر را دارم. همچنین از اساتید مشاورم دکتر حسن کریم-مجنی و دکتر مهدی زارعی که در انجام این پایان نامه از کمک‌های ایشان بهره مند شدم سپاس گذارم. از اساتید محترم دکتر محمد حسین اهتمام و دکتر مژگان سپهری که زحمت بازخوانی و داوری این پایان نامه را تقیل نمودند تشکر می کنم. از کارشناسان آزمایشگاه مهندس مصطفی خزاعی و مهندس اعظم بهارلویی جهت همکاری‌های بی دریغشان قدردانی می کنم. همچنین جا دارد از کلیه دوستان، خانم‌ها مرضیه صباغ و سمیه کیانی و آقایان محمد ضرابیان، وحید کنعانی، محمد مهدی خدایی که در این پژوهش از همراهی آنها بهره مند بوده و لحظات زیستن و آموختن در کنارشان به زیباترین خاطرات بدل شد، سپاسگزارم و در پایان دست همه کسانی را که در گذر زندگی مرا یاری دادند به گرمی می فشارم.

آیدا انصاری

زمستان ۱۳۹۰

به پاس تعبیر عظیم و انسانی‌شان از کلیه ایثار و از خودگذشتگی

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است

به پاس قلب‌های بزرگشان که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناهمان به شجاعت می‌گراید

و به پاس محبت‌های بی‌دریغشان که هرگز فروکش نمی‌کند

این تحقیق را به پدر و مادرم تقدیم می‌کنم

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
هشت	فهرست مطالب
۱	چکیده
۲	فصل اول: مقدمه
۲	۱-۱- مقدمه
۴	۲-۱- اهمیت و اهداف
۵	فصل دوم: بررسی منابع
۵	۱-۲- بزرک
۵	۲-۲- منشأ و سابقه تاریخی بزرک
۶	۳-۲- گیاهشناسی
۷	۴-۲- مراحل فنولوژیک
۷	۵-۲- تاریخ کاشت
۷	۶-۲- سطح زیر کشت
۸	۷-۲- تولید
۸	۸-۲- سازگاری و نیازهای زراعی
۹	۹-۲- نیاز آبی بزرک
۹	۱۰-۲- ترکیبات دانه بزرک
۱۰	۱۱-۲- روغن بزرک
۱۰	۱۲-۲- اسیدهای چرب روغن بزرک
۱۱	۱۳-۲- کاربرد و موارد مصرف بزرک
۱۲	۱۴-۲- تنش‌های محیطی
۱۲	۱۵-۲- اهمیت آب
۱۲	۱۶-۲- خشکی
۱۳	۱۷-۲- مکانیزم‌های مقابله با خشکی
۱۵	۱۸-۲- پرایمینگ
۱۶	۱۹-۲- سالیسیلیک اسید
۱۸	۲۰-۲- میکوریز
۲۰	۲۱-۲- عمده‌ترین گروه‌های قارچ میکوریز
۲۴	۲۲-۲- نقش قارچ میکوریز در کشاورزی

۲۶	۲۳-۲- تاثیر میکوریز در مقابله با تنش.....
۲۶	۲۴-۲- میکوریز و خشکی.....
۲۷	۲۵-۲- تاثیر عوامل آزمایشی بر صفات مورد بررسی.....
۲۷	۱-۲۵-۲- تاثیر سالیسیلیک اسید بر روی درصد سبز شدن.....
۲۷	۲-۲۵-۲- تاثیر عوامل آزمایشی بر ارتفاع، تعداد برگ و سطح برگ.....
۲۸	۳-۲۵-۲- تاثیر عوامل آزمایشی بر گلدهی.....
۲۸	۴-۲۵-۲- تاثیر عوامل آزمایشی بر محتوای نسبی آب.....
۲۹	۵-۲۵-۲- تاثیر عوامل آزمایشی بر رنگدانه‌های فتوسنتزی.....
۳۰	۶-۲۵-۲- تاثیر عوامل آزمایشی بر پرولین.....
۳۱	۷-۲۵-۲- تاثیر عوامل آزمایشی بر آنتی‌اکسیدانت‌ها.....
۳۲	۸-۲۵-۲- تاثیر عوامل آزمایشی بر وزن خشک اندام‌های هوایی و ریشه.....
۳۳	۹-۲۵-۲- تاثیر عوامل آزمایشی بر سیستم ریشه.....
۳۵	۱۰-۲۵-۲- تاثیر عوامل آزمایشی بر کلنیزاسیون.....
۳۵	۱۱-۲۵-۲- تاثیر عوامل آزمایشی بر عناصر غذایی.....
۳۷	۱۲-۲۵-۲- تاثیر عوامل آزمایشی بر عملکرد دانه.....
۳۹	فصل سوم: مواد و روش‌ها.....
۳۹	۱-۳- موقعیت و خصوصیات مکان اجرای آزمایش.....
۳۹	۲-۳- طرح آماری مورد استفاده و نحوه اجرای آزمایش.....
۴۱	۳-۳- صفات مورد بررسی و نحوه اندازه‌گیری آن‌ها.....
۴۷	۴-۳- تجزیه و تحلیل آماری.....
۴۹	فصل چهارم: نتایج و بحث.....
۴۹	۱-۴- درصد سبز شدن.....
۵۰	۲-۴- ارتفاع، تعداد برگ در بوته و روز تا گلدهی.....
۵۶	۳-۴- سطح برگ، پرولین و محتوای نسبی آب.....
۶۱	۴-۴- محتوای کارتنوئید، کلروفیل a، b و کل.....
۶۶	۵-۴- فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی.....
۷۲	۶-۴- وزن خشک ساقه، برگ و کل اندام هوایی.....
۷۶	۷-۴- طول و وزن خشک ریشه.....
۸۰	۸-۴- فسفر اندام هوایی و فسفر خاک.....
۸۴	۹-۴- قطر هیف، قطر ویزیکول و درصد کلنیزاسیون.....
۸۹	۱۰-۴- تعداد کپسول در بوته، وزن کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه در بوته.....
۹۴	۱۱-۴- همبستگی بین صفات.....

۹۴	۱-۱۱-۴- همبستگی صفات در شرایط بدون تنش.....
۹۵	۲-۱۱-۴- همبستگی صفات در شرایط تنش شدید خشکی.....
۹۶	۱۲-۴- تجزیه رگرسیون مرحله‌ای.....
۱۰۰	۱۳-۴- تجزیه علیت.....
۱۰۳	فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها.....
۱۰۳	۱-۵- نتیجه گیری.....
۱۰۴	۲-۵- پیشنهادها.....
۱۰۵	منابع.....
۱۱۸	پیوست.....

فهرست جداول و اشکال

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
جدول ۴-۱- تجزیه واریانس اثر سالیسیلیک اسید بر صفت درصد سبز شدن در گیاه بزرک.....	۴۹
جدول ۴-۲- جدول مقایسات میانگین صفت درصد سبز شدن در شرایط تیمار با سالیسیلیک اسید در گیاه بزرک.....	۵۰
جدول ۴-۳- تجزیه واریانس اثرات تنش خشکی و تلقیح با میکوریز و تیمار با سالیسیلیک اسید بر صفات ارتفاع، تعداد برگ و روز تا گلدهی در گیاه بزرک.....	۵۱
جدول ۴-۴- مقایسات میانگین اثر تلقیح با میکوریز بر صفات ارتفاع، تعداد برگ و روز تا گلدهی گیاه بزرک.....	۵۱
جدول ۴-۵- مقایسات میانگین اثر خشکی بر صفات ارتفاع، تعداد برگ و روز تا گلدهی گیاه بزرک.....	۵۲
جدول ۴-۶- مقایسات میانگین اثر سالیسیلیک اسید بر صفات ارتفاع، تعداد برگ و روز تا گلدهی گیاه بزرک.....	۵۴
جدول ۴-۷- مقایسات میانگین اثر متقابل بین تلقیح با میکوریز و خشکی بر صفات ارتفاع، تعداد برگ و روز تا گلدهی گیاه بزرک.....	۵۴
جدول ۴-۸- مقایسات میانگین اثر متقابل بین تلقیح با میکوریز و سالیسیلیک اسید بر صفات تعداد برگ و روز تا گلدهی گیاه بزرک.....	۵۵
جدول ۴-۹- مقایسات میانگین اثر متقابل بین تلقیح با میکوریز و خشکی و سالیسیلیک اسید بر صفات ارتفاع و روز تا گلدهی گیاه بزرک.....	۵۶
جدول ۴-۱۰- تجزیه واریانس اثرات تنش خشکی و تلقیح با میکوریز و تیمار با سالیسیلیک اسید بر صفات سطح برگ، پرولین و محتوای نسبی آب در گیاه بزرک.....	۵۷
جدول ۴-۱۱- مقایسات میانگین اثر تلقیح با میکوریز بر صفات پرولین، سطح برگ و محتوای نسبی آب گیاه بزرک.....	۵۸
جدول ۴-۱۲- مقایسات میانگین اثر خشکی بر صفات پرولین، سطح برگ و محتوای نسبی آب گیاه بزرک.....	۵۸
جدول ۴-۱۳- مقایسات میانگین اثر سالیسیلیک اسید بر صفات پرولین، سطح برگ و محتوای نسبی آب گیاه بزرک.....	۶۰
جدول ۴-۱۴- مقایسات میانگین اثر متقابل بین تلقیح با میکوریز و خشکی بر صفات پرولین، سطح برگ و محتوای نسبی آب گیاه بزرک.....	۶۱
جدول ۴-۱۵- مقایسات میانگین اثر متقابل بین تلقیح با میکوریز و سالیسیلیک اسید بر صفات سطح برگ و محتوای نسبی آب گیاه بزرک.....	۶۱
جدول ۴-۱۶- تجزیه واریانس اثرات تنش خشکی و تلقیح با میکوریز و تیمار با سالیسیلیک اسید بر صفات کارتنوئید، کلروفیل a، b و کلروفیل کل گیاه بزرک.....	۶۲
جدول ۴-۱۷- مقایسات میانگین اثر تلقیح با میکوریز بر صفات کارتنوئید، کلروفیل a، b و کلروفیل کل در گیاه بزرک.....	۶۳
جدول ۴-۱۸- مقایسات میانگین اثر خشکی بر صفات کارتنوئید، کلروفیل a، b و کلروفیل کل در گیاه بزرک.....	۶۳
جدول ۴-۱۹- مقایسات میانگین اثر سالیسیلیک اسید بر صفات کارتنوئید، کلروفیل a، b و کلروفیل کل در گیاه بزرک.....	۶۴

- جدول ۴-۲۰- مقایسات میانگین اثر متقابل بین تلقیح با میکوریز و خشکی بر صفات کارتنوئید، کلروفیل a، b و کلروفیل کل در گیاه بزرک..... ۶۵
- جدول ۴-۲۱- مقایسات میانگین اثر متقابل بین تلقیح با میکوریز و خشکی و سالیسیلیک اسید بر صفات کارتنوئید، کلروفیل a، b و کلروفیل کل در گیاه بزرک..... ۶۶
- جدول ۴-۲۲- تجزیه واریانس اثرات تنش خشکی و تلقیح با میکوریز و تیمار با سالیسیلیک اسید بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی بزرک..... ۶۷
- جدول ۴-۲۳- مقایسات میانگین اثر تلقیح با میکوریز بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی گیاه بزرک..... ۶۸
- جدول ۴-۲۴- مقایسات میانگین اثر خشکی بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی گیاه بزرک..... ۶۹
- جدول ۴-۲۵- مقایسات میانگین اثر سالیسیلیک اسید بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی گیاه بزرک..... ۷۰
- جدول ۴-۲۶- مقایسات میانگین اثر متقابل بین تلقیح با میکوریز و خشکی بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی گیاه بزرک..... ۷۱
- جدول ۴-۲۷- مقایسات میانگین اثر متقابل میکوریز در خشکی در سالیسیلیک اسید بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی گیاه بزرک..... ۷۲
- جدول ۴-۲۸- تجزیه واریانس اثرات تنش خشکی و تلقیح با میکوریز و تیمار با سالیسیلیک اسید بر صفات وزن خشک ساقه، برگ و کل اندام هوایی گیاه بزرک..... ۷۳
- جدول ۴-۲۹- مقایسات میانگین اثر تلقیح با میکوریز بر وزن خشک ساقه، برگ و کل اندام هوایی گیاه بزرک..... ۷۳
- جدول ۴-۳۰- مقایسات میانگین اثر خشکی بر وزن خشک ساقه، برگ و کل اندام هوایی گیاه بزرک..... ۷۴
- جدول ۴-۳۱- مقایسات میانگین اثر سالیسیلیک اسید بر وزن خشک ساقه، برگ و کل اندام هوایی گیاه بزرک..... ۷۵
- جدول ۴-۳۲- مقایسات میانگین اثر متقابل بین تلقیح با میکوریز و سالیسیلیک اسید بر صفات وزن خشک ساقه، برگ و کل اندام هوایی گیاه بزرک..... ۷۵
- جدول ۴-۳۳- تجزیه واریانس اثرات تنش خشکی و تلقیح با میکوریز و تیمار با سالیسیلیک اسید بر صفات طول و وزن خشک ریشه گیاه بزرک..... ۷۶
- جدول ۴-۳۴- مقایسات میانگین اثر تلقیح با میکوریز بر طول و وزن خشک ریشه گیاه بزرک..... ۷۷
- جدول ۴-۳۵- مقایسات میانگین اثر خشکی بر طول و وزن خشک ریشه گیاه بزرک..... ۷۷
- جدول ۴-۳۶- مقایسات میانگین اثر سالیسیلیک اسید بر طول و وزن خشک ریشه گیاه بزرک..... ۷۸
- جدول ۴-۳۷- مقایسات میانگین اثر متقابل بین تلقیح با میکوریز و خشکی بر وزن خشک ریشه گیاه بزرک..... ۷۹
- جدول ۴-۳۸- مقایسات میانگین اثر متقابل بین تلقیح با میکوریز و سالیسیلیک اسید بر وزن خشک ریشه گیاه بزرک..... ۷۹
- جدول ۴-۳۹- مقایسات میانگین اثر متقابل تلقیح با میکوریز و خشکی و سالیسیلیک اسید بر صفات طول ریشه گیاه بزرک..... ۸۰
- جدول ۴-۴۰- تجزیه واریانس اثرات تنش خشکی و تلقیح با میکوریز و تیمار با سالیسیلیک اسید بر صفات فسفر اندام هوایی و فسفر خاک در گیاه بزرک..... ۸۱
- جدول ۴-۴۱- مقایسات میانگین اثر تلقیح با میکوریز بر صفات فسفر خاک و فسفر اندام هوایی گیاه بزرک..... ۸۲
- جدول ۴-۴۲- مقایسات میانگین اثر خشکی بر صفات فسفر خاک و فسفر اندام هوایی گیاه بزرک..... ۸۲
- جدول ۴-۴۳- مقایسات میانگین اثر سالیسیلیک اسید بر صفات فسفر خاک و فسفر اندام هوایی گیاه بزرک..... ۸۳

جدول ۴-۴۴- مقایسات میانگین اثر متقابل بین تلقیح با میکوریز و سالیسیلیک اسید بر صفت فسفر اندام هوایی گیاه بزرک.....	۸۳
جدول ۴-۴۵- مقایسات میانگین اثر متقابل بین خشکی و سالیسیلیک اسید بر صفات قطر هیف، درصد کلنیزاسیون و فسفر اندام هوایی گیاه بزرک.....	۸۴
جدول ۴-۴۶- تجزیه واریانس اثرات تنش خشکی و تلقیح با میکوریز و تیمار با سالیسیلیک اسید بر صفات قطر هیف، قطر ویزیکول و درصد کلنیزاسیون.....	۸۵
جدول ۴-۴۷- مقایسات میانگین اثر تلقیح با میکوریز بر صفات قطر هیف، قطر ویزیکول و درصد کلنیزاسیون.....	۸۵
جدول ۴-۴۸- مقایسات میانگین اثر خشکی بر صفات قطر هیف، قطر ویزیکول و درصد کلنیزاسیون.....	۸۶
جدول ۴-۴۹- مقایسات میانگین اثر سالیسیلیک اسید بر قطر هیف، قطر ویزیکول و درصد کلنیزاسیون.....	۸۶
جدول ۴-۵۰- مقایسات میانگین اثر متقابل بین تلقیح با میکوریز و خشکی بر قطر ویزیکول و کلنیزاسیون.....	۸۷
جدول ۴-۵۱- مقایسات میانگین اثر متقابل بین تلقیح با میکوریز و سالیسیلیک اسید بر صفات قطر هیف، قطر ویزیکول و درصد کلنیزاسیون.....	۸۸
جدول ۴-۵۲- مقایسات میانگین اثر متقابل بین تلقیح با میکوریز و خشکی و سالیسیلیک اسید بر صفت درصد کلنیزاسیون.....	۸۹
جدول ۴-۵۳- تجزیه واریانس اثرات تنش خشکی و تلقیح با میکوریز و تیمار با سالیسیلیک اسید بر صفات تعداد کپسول در بوته، وزن کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه در بوته بزرک.....	۹۰
جدول ۴-۵۴- مقایسات میانگین اثر تلقیح با میکوریز بر صفات تعداد کپسول در بوته، وزن کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه در بوته گیاه بزرک.....	۹۱
جدول ۴-۵۵- مقایسات میانگین اثر خشکی بر صفات تعداد کپسول در بوته، وزن کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه در بوته گیاه بزرک.....	۹۲
جدول ۴-۵۶- مقایسات میانگین اثر سالیسیلیک اسید بر صفات تعداد کپسول در بوته، وزن کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه در بوته گیاه بزرک.....	۹۲
جدول ۴-۵۷- مقایسات میانگین اثر متقابل تلقیح با میکوریز و خشکی بر صفات تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول گیاه بزرک.....	۹۳
جدول ۴-۵۸- مقایسات میانگین اثر متقابل تلقیح با میکوریز و سالیسیلیک اسید بر صفات تعداد کپسول در بوته، وزن کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول گیاه بزرک.....	۹۳
جدول ۴-۵۹- مقایسات میانگین اثر متقابل تلقیح با میکوریز و خشکی و سالیسیلیک اسید بر صفات تعداد بذر در کپسول گیاه بزرک.....	۹۴
جدول ۴-۶۰- ضرایب همبستگی ساده صفات بزرک در شرایط بدون تنش.....	۹۷
جدول ۴-۶۱- ضرایب همبستگی ساده صفات گیاه بزرک در شرایط تنش شدید خشکی.....	۹۸
جدول ۴-۶۲- نتایج رگرسیون مرحله ای برای عملکرد دانه در بوته به عنوان متغیر تابع در برابر سایر صفات در شرایط بدون تنش.....	۹۹
جدول ۴-۶۳- نتایج رگرسیون مرحله ای برای عملکرد دانه در بوته به عنوان متغیر تابع در برابر سایر صفات در شرایط تنش شدید.....	۱۰۰

- جدول ۴-۶۴ - تجزیه مسیر برای تعیین اثرات مستقیم و غیر مستقیم عملکرد دانه در بوته در شرایط بدون تنش.....۱۰۱
- جدول ۴-۶۵ - تجزیه مسیر برای تعیین اثرات مستقیم و غیر مستقیم عملکرد دانه در بوته در شرایط تنش شدید.....۱۰۲
- شکل ۱- ساختار شیمیایی اسید سالیسیلیک.....۱۶

چکیده

خشکی یکی از مهمترین عوامل محدودکننده تولیدات زراعی می‌باشد. از جمله روش‌های مقابله با خشکی، استفاده از تیمار بذر با غلظت‌های بهینه هورمون‌های رشد گیاهی همانند سالیسیلیک اسید و کاربرد میکروارگانسیم‌های مفید همچون قارچ‌های میکوریز می‌باشد. این تحقیق با هدف بررسی اثرات تیمار با سالیسیلیک اسید و تلقیح با قارچ میکوریز در سطوح مختلف آبیاری در گیاه بزرک انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی در ۶ تکرار (۳ تکرار در مرحله گلدهی برای مطالعه خصوصیات ریشه و سایر صفات و ۳ تکرار هم برای بررسی عملکرد و اجزای عملکرد) در سال ۹۰-۱۳۸۹ در اتاقک رشد اجرا شد. تیمارهای آزمایشی به صورت رژیم‌های آبیاری در ۳ سطح (۱۰۰٪، ۷۰٪ و ۴۰٪ ظرفیت زراعی)، میکوریز در ۳ سطح (عدم تلقیح و تلقیح با ۲ گونه *Glomus mosseae* و *G. intraradices*) و تیمار بذر با سالیسیلیک اسید در ۲ سطح (بذور تیمار شده با غلظت $250 \mu\text{M}$ سالیسیلیک اسید به مدت ۸ ساعت و بذور بدون تیمار) بودند. درصد سبز شدن بذور، ارتفاع، تعداد و سطح برگ، روز تا گلدهی (طول دوره رشد رویشی)، پرولین، محتوای نسبی آب، کارتنوئید، کلروفیل a، b و کلروفیل کل، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی، وزن خشک ساقه، برگ و کل اندام هوایی، طول و وزن خشک ریشه، فسفر اندام هوایی، فسفر خاک، قطر هیف و وزیکول، درصد کلنیزاسیون، تعداد و وزن کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه در بوته اندازه‌گیری شدند. ۴۰٪ ظرفیت زراعی باعث کاهش صفات تعداد و سطح برگ، محتوای نسبی آب، طول و وزن خشک ریشه، ارتفاع، وزن خشک ساقه، برگ و کل اندام هوایی، تعداد و وزن کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و عملکرد دانه و افزایش پرولین، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز، فسفر خاک، روز تا گلدهی، قطر وزیکول و درصد کلنیزاسیون شد ولی تأثیری روی فسفر اندام هوایی، کارتنوئید، کلروفیل a، b و کلروفیل کل، قطر هیف، فعالیت آنزیم‌های گلوکاتایون ریداکتاز و کاتالاز نداشت. هر دو گونه میکوریز در هر ۳ سطح آبیاری اثرات مثبتی در صفات مورد بررسی داشتند به طوری که تحمل به خشکی در گیاهان بزرک تلقیح شده با هر دو نوع میکوریز نسبت به گیاهان بدون تلقیح افزایش یافت. در شرایط تنش خشکی می‌توان قارچ *Glomus mosseae* را به دلیل افزایش تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول، به عنوان گونه بهتر در این آزمایش معرفی نمود. سالیسیلیک اسید باعث افزایش درصد سبز شدن، ارتفاع، فعالیت آنزیم گلوکاتایون ریداکتاز و روز تا گلدهی و کاهش میزان کارتنوئید، فعالیت آنزیم‌های آسکوربات پراکسیداز و پراکسیداز، تعداد و سطح برگ، طول و وزن خشک ریشه، قطر هیف، وزن خشک ساقه، برگ و کل اندام هوایی شد ولی در بقیه صفات مورد بررسی تأثیر معنی‌داری را نداشت. اثر متقابل بین میکوریز و سالیسیلیک اسید نشان داد که تلقیح با میکوریز در کنار تیمار با سالیسیلیک اسید باعث کاهش صفات مورد بررسی نسبت به شرایط تلقیح با میکوریز و عدم کاربرد سالیسیلیک اسید شد که این حالت نشان دهنده عدم وجود اثر افزایشی بین میکوریز و سالیسیلیک اسید می‌باشد. نتایج نشان داد که ۱۰۰٪ ظرفیت زراعی و گونه *Glomus mosseae* به ترتیب بهترین سطح آبیاری و بهترین قارچ میکوریز بودند.

واژگان کلیدی: *Glomus mosseae*، *G. intraradices*، سالیسیلیک اسید، خشکی، آنزیم‌های آنتی اکسیدان، بزرک

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه:

بررسی تحولات و توجه به مسائل آب نشان می‌دهد که بحران آب در طول تاریخ تمدن بشر، در مناطق خشک و نیمه خشک با وی همراه و همگام بوده است. در دهه‌های اخیر، به ویژه در سالهای پایانی قرن بیستم، آب به عنوان یکی از نکات مورد توجه در امر کشاورزی به حساب آمده است. از دید گیاه‌شناسی می‌توان اذعان داشت که یکی از عوامل محدود کننده رشد گیاهان تنش خشکی و کمبود آب است که از یک جهت موجب کاهش عملکرد در واحد سطح و از سویی دیگر باعث کاهش سطح زیر کشت می‌گردد [۷]. با توجه به قرار گرفتن کشور ایران روی کمر بند مناطق خشک و نیمه خشک جهان و همچنین وقوع خشکسالی در چند دهه اخیر، توجه به مسأله تنش‌های محیطی و به ویژه تنش خشکی نیز بیشتر شده است [۱۴۳]. ایران با قرار گرفتن در عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۳۸ درجه جزو مناطق خشک و نیمه خشک به حساب می‌آید و عملکرد گیاهان زراعی در نتیجه کمبود نزولات جوی به شدت کاهش می‌یابد. با توجه به نیاز کشور به روغن و کمبود آب برای آبیاری، تعیین دور آبیاری مناسب که بتوان با اعمال آن ضمن صرفه جویی در آب عملکرد قابل قبولی را نیز به دست آورد، ضروری می‌نماید [۳۸]. یکی از مهمترین مدیریت‌های مزرعه برای دستیابی به شرایط مطلوب رشد جامعه گیاهی و عملکرد مناسب، تأمین آب کافی می‌باشد تا گیاه در مراحل حساس رشد دچار تنش رطوبتی نگردد [۲۲]. استون و همکاران [۱۸۰] در این رابطه اظهار داشتند که میزان دسترسی به رطوبت خاک مهمترین عامل در تعیین عملکرد گیاهان زراعی در مناطق نیمه خشک می‌باشد.

یکی از مهمترین و کاربردی ترین زمینه‌های مورد تحقیق در مطالعات علمی روز، تلاش برای تولید کودهای زیستی می‌باشد. کودهای زیستی متشکل از باکتریها و همچنین قارچ‌های مفیدی هستند که هر یک به

منظور خاصی مانند تثبیت نیتروژن و رهاسازی یونهای فسفات، پتاسیم و آهن از ترکیبات نامحلول، تولید می‌شوند. این میکروارگانیسم‌ها معمولاً در اطراف ریشه مستقر شده و گیاه را در جذب عناصر همیاری می‌کنند. اکنون مشخص شده است که این میکروارگانیسم‌ها بیش از یک نقش دارند یعنی علاوه بر کمک به جذب عنصری خاص باعث جذب سایر عناصر، کاهش بیماریها، تحمل تنش‌های محیطی، بهبود ساختمان خاک و در نتیجه رشد بیشتر گیاه و افزایش کمی و کیفی محصول می‌شوند [۸]. از طرفی یکی دیگر از راه‌های نوین در کشاورزی پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک، جهت کاهش خسارت‌های ناشی از تنش خشکی و دیگر تنش‌های محیطی و ارزیابی عملکرد گیاهان زراعی، استفاده از میکروارگانیسم‌های مفید خاک مثل استفاده از رابطه همزیستی میکوریزی می‌باشد [۱۴].

سالیسیلیک اسید با نام شیمیایی ۲-هیدروکسی بنزوئیک اسید در گروه هورمون‌های گیاهی طبقه‌بندی شده است. سالیسیلیک اسید و ترکیبات وابسته به آن می‌توانند از طریق افزایش یک سری از فرآیندها و جلوگیری از فرآیندهای دیگر تأثیر خود را بگذارند. امروزه کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید در شرایط تنش‌های محیطی برای ایجاد مقاومت به تنش افزایش یافته است [۱۶۳].

منابع غذایی جهان معمولاً بر مبنای حبوبات، گندم، برنج و ذرت (غلات) به عنوان غذاهای اصلی مورد بحث قرار می‌گیرند، اما دانه‌های روغنی در مقام دوم محصولات زراعی نقش مهمی در برنامه غذایی ایفا می‌کنند. ارزش و اهمیت غذایی دانه‌های روغنی از نظر تأمین کالری و انرژی مورد نیاز انسان و دام در بین محصولات زراعی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. این محصولات دارای ۲۰ تا ۵۰ درصد روغن هستند که اغلب موارد حاوی ترکیبات متوازی از اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع می‌باشند [۱۱]. کاربرد دانه‌های روغنی در مصارف غذایی انسان و استفاده از کنجاله آنها برای دام و نیز مصرف آنها در داروسازی، صابون سازی و سوخت، از دیرباز سبب جلب توجه دولت‌مردان شده بود و در نتیجه از کاشت آنها حمایت کرده‌اند [۷]. دانه‌های روغنی دانه یا میوه گیاهانی هستند که روغن تنها در بخش اندوخته‌ای دانه ذخیره شده و مقدار آن از ۱۵ درصد کمتر نباشد [۵].

بزرک گیاهی یک ساله است که به عنوان ششمین گیاه دانه روغنی در دنیا کشت می‌شود [۲۷] مانند گندم و جو از قدیمی‌ترین گیاهان شناخته شده توسط انسان می‌باشد و از نظر گیاهشناسی نام آن به معنی "با مصارف متعدد" است [۱۱]. بزرک به علت دارا بودن اسیدهای آمینه ضروری مانند لیستین، متیونین و تریئوفان از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد [۱۱]. دانه بزرک نیز در تولید فرآورده‌های غذایی از جمله نان و کیک و به منظور بهبود خاصیت هضم و ارزش غذایی آن از جمله تأمین اسید چرب ضروری و غیر اشباع لینولنیک و همچنین به دلیل خواص دارویی وسیع آن استفاده می‌گردد [۲۷].

۱-۲- اهمیت و اهداف

با توجه به متغیر بودن بارندگی در سالها و مناطق مختلف کشور و اینکه تقریباً دو سوم زمین‌های زیر کشت ایران در حوزه مناطق نیمه خشک قرار دارند و از طرفی تلقیح با میکوریزا باعث بهبود تولید گیاهان زراعی از طریق کلنیزاسیون بهتر با قارچ، می‌شود و همچنین کاربرد برخی مواد تنظیم‌کننده رشد یا هورمون‌های گیاهی در کارکرد گیاهی به ویژه تحت شرایط تنش‌های محیطی مؤثر می‌باشند و باعث بهبود کارکرد گیاهی می‌شوند، از این رو استفاده از ترکیباتی همچون اسید سالیسیلیک اسید و کودهای بیولوژیک در کشت گیاهان در این مناطق می‌تواند راهکار مؤثری واقع شود. لذا این مطالعه با توجه به اهداف زیر انجام شده است:

- ۱- تعیین اثر دو فاکتور اسید سالیسیلیک و میکوریزا بر خصوصیات رشد بزرک در شرایط نرمال و خشکی.
- ۲- تعیین اثر رژیم‌های آبیاری بر خصوصیات رشد گیاه بزرک.
- ۳- تعیین اثر افزایشی^۱ یا غیر افزایشی ترکیب اسید سالیسیلیک اسید با میکوریزا در بزرک.
- ۴- معرفی قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار به عنوان کود بیولوژیک به مناطق خشک جهت کاهش مشکلات موجود در آن مناطق.

^۱ synergistic

فصل دوم

بررسی منابع

۱-۲- بزرک:

بزرک به واریته‌هایی اطلاق می‌شود که ساقه آن‌ها کوتاه (۸۰-۶۰ سانتی متر بلندی ساقه)، دارای انشعابات زیاد [۴ و ۱۹] و با تعداد کپسول‌های بیشتر و دانه‌های بزرگ‌تری نسبت به واریته‌های کتان هستند [۴] و در نتیجه عملکرد دانه آن‌ها زیاد می‌باشد، ولی کیفیت الیاف آن‌ها برای صنعت ریسندگی مناسب نیست و از دانه آن برای استخراج روغن استفاده می‌شود [۱۹]. محصولات جوانه زده دانه بزرک در هند و انگلستان تحت عنوان Linseed و در کانادا و آمریکا Flaxseed نامیده شده و در کشورهای اروپایی نیز از اصطلاح Flax Oil یا Flax seed استفاده می‌گردد.

۲-۲- منشأ و سابقه تاریخی بزرک:

بزرک یکی از قدیمی‌ترین گیاهانی است که حدود ۸۰۰۰-۶۰۰۰ سال پیش در یونان کشت می‌شده است [۱۱] و از لحاظ اقتصادی یک گیاه مهم دانه روغنی^۱ و فیبری^۲ می‌باشد. هر دو نوع دانه روغنی و فیبری از گونه‌ای که در دریای مدیترانه و جنوب شرق آسیا سرچشمه گرفته است، تکامل یافتند [۸۳]. منشأ ژنتیکی بزرک غیر مشخص می‌باشد ولی بعضی از دانشمندان گونه *Linum bienne* را جد بزرک دانه کوچک دانسته که منشأ آن کردستان و ایران می‌باشد. در حالیکه سایر دانشمندان گونه *L. angustifolium* را که دانه آن حاوی مقدار روغن بالا و وزن بالا است را به عنوان جد بزرک در نظر گرفته که منشأ آن مناطق مدیترانه‌ای می‌باشد. بعضی دانشمندان نیز بر این عقیده‌اند که گونه‌های *L. angustifolium* و *Linum bienne* گونه‌های مشابهی هستند که در سرتاسر غرب اروپا، مدیترانه، شمال آفریقا و ایران گسترش یافته‌اند. به طور کلی برای بزرک دو منشأ شامل آسیای جنوب شرقی (مربوط به بزرک دانه کوچک) و آفریقای شمالی و مدیترانه (مربوط به بزرک دانه بزرگ)

^۱ Linseed

^۲ Flax

در نظر گرفته شده است [۱۱]. واویلوف معتقد بود کتان‌های وحشی *L. angustifolium* با کپسول‌های شکوفا و درصد روغن بالا توسط جهش به کتانهایی با کپسول ناشکوفا تبدیل شده و از طریق هیبریداسیون بین ارقام فوق، ارقام متعدد بزرک به وجود آمده است [۳۲]. لذا تصور می‌شود زیر گونه *L. angustifolium* به احتمال زیاد جد بزرک زراعی می‌باشد [۱۱ و ۱۹]. داده‌های حاصل از مارکرهای مولکولی نیز این موضوع را تأیید می‌کنند [۱۱]. فرم دانه روغنی *Linum usitatissimum* یک گیاه روغنی قابل توجه در بسیاری از مناطق دنیا، به ویژه مناطقی با آب و هوای خنک می‌باشد [۸۳]. بزرک در مناطق با ۶۳ درجه عرض شمالی و ۵۰ تا ۵۵ درجه عرض جنوبی قابل کشت می‌باشد [۱۱]. مهمترین مناطق رشد آن آرژانتین، هند، چین، کانادا، ایالات متحده آمریکا و روسیه می‌باشد [۸۳]. بزرک از اولین گیاهانی می‌باشد که اهلی شده و سابقه استفاده از آن به عصر هجر می‌رسد. سابقه زراعت بزرک در مصر به حدود ۵۰۰۰ سال پیش می‌رسد که در آن زمان از آن برای بهره‌گیری از فیبرهای نرم آن‌ها جهت پارچه‌بافی، مصرف دانه آن‌ها همانند غلات و استفاده از روغن خشک شونده آن‌ها برای رنگ‌سازی کشت می‌نمودند. در حال حاضر کشت بزرک در آسیا، کانادا و ایالات متحده انجام می‌شود [۱۹].

۲-۳- گیاهشناسی:

بزرک با نام علمی *Linum usitatissimum* L. گیاهی یک ساله از تیره کتان^۱ [۱۵]، راسته جرانیالز^۲، زیر کلاس دیالی پتالز^۳ و کلاس دو لپه‌ای می‌باشد [۱۱]. از نظر گیاه‌شناسی بزرک و کتان یک گونه محسوب می‌شوند ولی وارسته آن‌ها متفاوت بوده و از نظر خصوصیات رشد، با هم فرق دارند [۱۵]. ارقام الیافی یا کتان طول ساقه بیشتر، انشعاب و کپسول کمتر و دانه‌های کوچکتری نسبت به نوع روغنی (بزرک) دارند [۳۲]. بوته بزرک معمولاً دارای یک ساقه باریک است اما در صورت پایینی تراکم بوته، فراوانی رطوبت و حاصلخیزی خاک، ممکن است ۲ یا چند شاخه از ناحیه قاعده بوته رشد کنند و به گیاه ظاهری مشابه پنجه زنی در غلات، ولی از گره‌های بالای سطح خاک بدهند [۱۹]. ریشه بزرک کوتاه و منشعب است. عمق نفوذ ریشه بزرک در مرحله گل دهی به حداکثر میزان خود رسیده و در خاک‌های نفوذپذیر به حدود ۱ متر می‌رسد. برگ‌های بزرک کوتاه، باریک و بدون دم‌برگ می‌باشد و به صورت متناوب بر روی ساقه آرایش یافته‌اند اما ۲ تا ۳ جفت برگ اول به صورت متقابل می‌باشند. گل‌ها با آرایش گرز در بخش انتهایی ساقه اصلی، پنجه‌ها و شاخه‌ها به ظهور می‌رسند. رنگ گلبرگ‌ها از خصوصیات وارسته‌ای بوده و از آبی تیره تا روشن، سفید و تا صورتی کم‌رنگ متغیر است. باز شدن گل‌ها به تدریج از پایین به طرف بالای ساقه می‌باشد. بزرک گیاهی خودگشن است و درصد

^۱ Linaceae

^۲ Geraniales

^۳ Dially petals

دگرگشتی آن به فعالیت حشرات بستگی داشته و بین ۳-۲ درصد متغیر می‌باشد. میوه بزرک به صورت کپسول کوچک، خشک و عموماً ناشکوفاً می‌باشد که از ۵ برچه تشکیل شده است و در هر کپسول ۱۰-۶ دانه تشکیل می‌شود. دانه‌های بزرک به شکل بیضی مسطح و با نوک تیز و به طول ۵-۳/۵ میلی‌متر دیده می‌شوند. وزن هزار دانه بزرک ۱۰-۵ گرم است. دانه به رنگ‌های زرد، طلایی یا قهوه‌ای روشن تا قهوه‌ای تیره مایل به قرمز دیده می‌شود [۱۹].

۲-۴- مراحل فنولوژیک:

مراحل نمو بزرک به مراحل اصلی زیر تقسیم می‌شود که طول این مراحل به رقم و شرایط محیطی بستگی زیادی دارد [۱۹]:

- ۱- سبز شدن با خروج و باز شدن لپه‌ها مشخص می‌گردد.
- ۲- شروع رشد طولی ساقه هنگامی محسوب می‌شود که اولین برگ با آرایش متناوب روی ساقه پدیدار گردد. رشد طولی ساقه تا پیدایش جوانه گل در راس ساقه اصلی ادامه می‌یابد.
- ۳- گلدهی با پیدایش جوانه گل در راس ساقه اصلی آغاز می‌گردد. پس از آن انشعابات گل آذین شروع به رشد می‌کنند و اولین گل باز می‌شود.
- ۴- دوران کپسول دهی با تشکیل اولین کپسول آغاز گردیده و تا قهوه‌ای شدن ۷۵٪ کپسول‌ها (زمان رسیدگی فیزیولوژیک گیاه) ادامه می‌یابد. در اوایل دوران کپسول دهی، باز شدن گل‌های دیررس ادامه می‌یابد.
- ۵- مرحله رسیدگی کامل بزرک با قهوه‌ای شدن ۹۰٪ کپسول‌ها مشخص می‌گردد.

۲-۵- تاریخ کاشت:

کشت پائیزه بزرک بر کشت بهاره آن در کلیه نواحی اقلیمی که خطر سرمازدگی وجود ندارد، ارجح است. کشت بهاره بزرک در نواحی اقلیمی با زمستان نیمه سرد و سردتر انجام می‌گیرد. اولین تاریخ کاشت ممکن در بهار هنگامی است که یخبندان خاک مرتفع شده و رطوبت خاک اجازه ورود به زمین را بدهد. اما از نظر حصول درصد سبز شدن مناسب، می‌توان بزرک و کتان را هنگامی کاشت نمود که میانگین شبانه روزی دما در نواحی با زمستان نیمه سرد به حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد و در نواحی سردتر به ۱۰ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد رسیده باشد. طول دوره رشد آن در کشت بهاره و بسته به رقم ۹۰-۱۵۰ روز و در کشت پائیزه تا ۲۵۰ روز می‌رسد [۱۹].

۲-۶- سطح زیر کشت:

بزرک به منظور تهیه الیاف در حال حاضر تقریباً در ۳۹۰۰۰۰ هکتار، در سراسر جهان عمدتاً در کشورهای چین، فدراسیون روسیه، بلاروس و فرانسه کشت می‌شود [۸۳]. عمده سطح زیر کشت بذر کتان در کانادا، چین، هند، آرژانتین، ایالات متحده، انگلستان، شوروی سابق و بعضی از کشورهای اروپایی بوده است.