

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده علوم جنگل

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته
جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل

تأثیر تنش خشکی بر ویژگی‌های رشد، مورفولوژی برگ و شرایط فیزیولوژیک نهال گلدانی بلندمازو در شرایط گلخانه

پژوهش و نگارش:

مریم کلاهی

استاد راهنما:

دکتر داوود آزادفر

استاد مشاور:

مهندس زهره سعیدی

پاییز ۱۳۹۳

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه انجام فعالیت‌های پایان‌نامه‌های تحصیلی با بهره‌گیری از حمایت‌های علمی، مالی و پشتیبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت می‌پذیرد، به منظور رعایت حقوق دانشگاه، نسبت به رعایت موارد زیر متعهد می‌شوم:

۱. این گزارش حاصل فعالیت‌های علمی - پژوهشی و دانش و آگاهی نگارنده است مگر آنکه در متن به نویسنده یا پدید آورنده اثر ارجاع داده شده باشد.
۲. چاپ هر تعداد نسخه از پایان‌نامه با کسب اجازه کتبی از مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه خواهد بود.
۳. انتشار نتایج پایان‌نامه به هر شکل (از قبیل کتاب، مقاله و همایش) با اطلاع و کسب اجازه کتبی از استاد راهنما خواهد بود. نام کامل دانشگاه: **به فارسی: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان**
و به انگلیسی: **Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources**
در بخش آدرس‌دهی درج خواهد شد.
۴. در انتشار نتایج پایان‌نامه در قالب اختراع، اکتشاف و موارد مشابه، نام کامل دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به عنوان عضو حقوقی در انتهای فهرست اسامی درج گردد.
۵. تعیین ترتیب اسامی نویسندگان در انتشار نتایج مستخرج از پایان‌نامه و هر گونه تفاوت احتمالی در آن با فهرست مصوب اسامی هیات راهبری پایان‌نامه با تایید استاد راهنمای اول خواهد بود.

اینجانب **مریم کلاهی** دانشجوی رشته **جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

مریم کلاهی

تقدیم به مقدس ترین واژه مادر لغت نامه دلم

پدرم، استوارترین تکیه گاهم

مادر مهربانم که زندگیم را دیون مهر و عطفوت آن می دانم

همسرم که نشانه لطف الهی در زندگی من است

برادر و خواهرانم همراهم همیشگی و پشتوانه های زندگیم

تقدیر و تشکر

الکون که با الطاف نانتناهی الهی مراحل انجام این تحقیق به پایان رسیده، بر خود واجب می دانم از پدر و مادر عزیز، دلسوز و فداکارم که پیوسته جرعه نوش جام تعلیم و تربیت، فضیلت و انسانیت آنها بوده ام و همواره چراغ وجودشان روشنگر راه من در سختی ها و مشکلات بوده است و همسر مهربانم که سایه سار زندگی من می باشد، او که اسوه صبر و تحمل بوده و مشکلات مسیر را برایم تسهیل نمودند و همچنین از استاد راهنمای محترم و بزرگوارم جناب آقای دکتر آزادفر که مسئولیت این پایان نامه را قبل نمودند و در مراحل انجام آن مرا از راهنمایی های ارزشمند خود بهره مند ساختند، و با حسن خلق و فروتنی، از بیج گلی در این عرصه بر من دریغ ننمودند کمال تشکر و امتنان را داشته باشم.

همچنین از مشاور محترم سرکار خانم مهندس سعیدی پاسکزارم.

از اساتید کرامتقدر جناب آقای دکتر علی عرب و جناب آقای دکتر حبیبی به پاس قبول زحمت مطالعه و داوری این پایان نامه پاسکزارم.

همچنین از کارشناس آزمایشگاه سرکار خانم مهندس رفیعی بابت راهنمایی ها و زحماتشان پاسکزارم.

با تشکر ویژه از خانم مهندس اصغر پور که در تمامی مراحل انجام این تحقیق ایجاب ریاری و همراهی نمودند.

در نهایت از تمام دوستان و همکلاسی های عزیزم. بخصوص خانم مهندس احمدی طباطبائی، شکری پور و مری راووبی نهایت پاسکزارم و برایشان از خداوند متعال بهترین ها را خواستارم.

چکیده

بلوط بلندمازو به لحاظ حجم چوب صنعتی دومین گونه‌ی با ارزش جنگل‌های شمال ایران به‌شمار می‌آید. با توجه به تغییرات اقلیمی در چند دهه‌ی اخیر که افزایش گرمایش جهانی و خشکی از پیامدهای آن است آگاهی از اثرات تنش خشکی، تعیین آستانه‌ی پژمردگی و نیز آگاهی از میزان مقاومت بلندمازو نسبت به سطوح مختلف تنش خشکی ضروری به‌نظر می‌رسد. لذا به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر ویژگی‌های رشد، مورفولوژیک برگ و شرایط فیزیولوژیک نهال گلدانی بلندمازو، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ سطح ظرفیت زراعی شامل ظرفیت زراعی ۱۰۰٪ (شاهد)، ۷۵٪ (تنش ملایم)، ۵۰٪ (تنش متوسط)، ۲۵٪ (تنش شدید) و ۵٪ (تنش خیلی شدید) در شرایط اتافک رشد انجام شد. براساس یافته‌های این مطالعه تحت تأثیر تنش خشکی از میان ویژگی‌های رویشی قطر یقه، وزن تر برگ، ساقه و ریشه، میزان آب برگ، ساقه و ریشه تغییر یافتند. همچنین از میان ویژگی‌های مورفولوژیک برگ طول، عرض، مساحت، شاخص سطح برگ و سطح برگ ویژه و نسبت طول به عرض تغییر یافتند. همچنین تنش خشکی بر اکثر ویژگی‌های فیزیولوژیک به‌جز آنزیم پراکسیداز تأثیر معنی‌داری داشت، طوری که با افزایش شدت تنش خشکی میزان کلروفیل a و b افزایش ولی میزان کاربونیید، نشت الکترولیت و محتوای نسبی آب تغییر یافت. بر اساس بررسی‌های انجام شده بر روی ویژگی‌های روزنه‌ای پس از اعمال تنش خشکی با افزایش شدت تنش خشکی مساحت روزنه باز و بسته، طول روزنه باز و طول سلول محافظ روزنه باز تغییر یافت ولی در سایر ویژگی‌های روزنه‌ای تغییری مشاهده نشد. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که شروع فرآیندهای پاسخ به تنش خشکی از سطح ۷۵٪ ظرفیت زراعی به پایین بوده به‌طوری‌که اگر به زیر ۲۵٪ ظرفیت زراعی برسد مرگ‌آور می‌باشد بنابراین مدیریت آب در نهالستان جهت این گونه باید به گونه‌ای باشد که ظرفیت زراعی خاک از ۷۵٪ کاهش نیابد.

کلید واژه: بلوط بلندمازو، تنش خشکی، ویژگی‌های رویشی، فیزیولوژیک و روزنه‌ای

فصل اول / مقدمه و کلیات

۲	۱-۱- مقدمه
۴	۲-۱- کلیات
۵	۱-۲-۱- فنولوژی و اکولوژی بلندمازو
۶	۲-۲-۱- پراکنش و اهمیت اقتصادی بلندمازو
۷	۳-۲-۱- تنش یا استرس محیطی
۸	۴-۲-۱- تنش خشکی
۹	۵-۲-۱- راهکارهای سازگاری گیاهان به خشکی
۹	۱-۵-۲-۱- فرار از خشکی
۹	۲-۵-۲-۱- اجتناب از خشکی
۹	۳-۵-۲-۱- مقاومت به خشکی
۱۱	۶-۲-۱- اثرات تنش خشکی بر گیاهان و پاسخ آنها
۱۱	۱-۶-۲-۱- اثرات تنش خشکی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه
۱۱	۱-۱-۶-۲-۱- اثر تنش بر رشد گیاه
۱۲	۲-۱-۶-۲-۱- اثر تنش بر ارتفاع گیاه
۱۲	۳-۱-۶-۲-۱- اثر تنش بر برگ گیاه
۱۳	۴-۱-۶-۲-۱- اثر تنش بر ریشه
۱۳	۲-۶-۲-۱- اثرات تنش خشکی بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه
۱۴	۱-۲-۶-۲-۱- تنش خشکی و محتوای نسبی آب
۱۴	۲-۲-۶-۲-۱- تنش خشکی و نشت الکترولیت
۱۴	۳-۲-۶-۲-۱- تنش خشکی و تغییرات کلروفیل و کارتنوئید

فهرست مطالب

صفحه عنوان

- ۱-۲-۶-۲-۴- اثر تنش خشکی بر خصوصیات روزنه‌ای ۱۵
- ۱-۳-۱- اهداف و فرضیه‌ها ۱۶
- ۱-۳-۱- اهداف ۱۶
- ۲-۳-۱- فرضیه‌ها ۱۷

فصل دوم / مروری بر منابع

- ۱-۵- مروری بر مطالعات انجام شده در ایران ۲۰
- ۲-۵- مروری بر مطالعات انجام شده در خارج از ایران ۲۸

فصل سوم / مواد و روش‌ها

- ۱-۳- مشخصات منطقه‌های مورد مطالعه ۴۲
- ۱-۱-۳- پارک جنگلی قرق، النگدره و ناهارخوران ۴۲
- ۲-۳- عملیات صحرائی ۴۳
- ۱-۲-۳- نمونه‌گیری از درختان ۴۳
- ۲-۲-۳- مطالعات آزمایشگاهی ۴۳
- ۱-۲-۲-۳- استراتیگیکاسیون بذور ۴۳
- ۲-۲-۲-۳- تعیین ظرفیت زراعی و اعمال تیمار ۴۳
- ۳-۲-۳- ویژگی‌های رویشی مورد مطالعه ۴۴
- ۴-۲-۳- ویژگی‌های فیزیولوژیکی مورد مطالعه ۴۶
- ۱-۴-۲-۳- محتوای کلروفیل برگ ۴۶
- ۲-۴-۲-۳- فعالیت آنزیم پراکسیداز ۴۷
- ۱-۲-۴-۲-۳- عصاره‌گیری برگ ۴۷
- ۲-۲-۴-۲-۳- مطالعات کمی آنزیم پراکسیداز ۴۸

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴۹	۳-۲-۴-۳- نشت الکتروولیت.....
۴۹	۳-۲-۴-۴- محتوای آب نسبی برگ.....
۵۰	۳-۲-۵- ویژگی‌های روزنه‌ای مورد مطالعه.....
۵۰	۳-۳- تجزیه و تحلیل داده‌ها.....

فصل چهارم / نتایج

۵۲	۴- نتایج زنده‌مانی نهال‌ها.....
۵۲	۴-۱- ویژگی‌های رویشی.....
۵۲	۴-۱-۱- تغییرات ارتفاع ساقه.....
۵۳	۴-۱-۲- تغییرات قطر یقه.....
۵۴	۴-۱-۳- تغییرات تعداد برگ.....
۵۵	۴-۱-۴- وزن تر برگ.....
۵۶	۴-۱-۵- وزن خشک برگ.....
۵۷	۴-۱-۶- میزان آب برگ.....
۵۸	۴-۱-۷- وزن تر ساقه.....
۵۹	۴-۱-۸- وزن خشک ساقه.....
۶۰	۴-۱-۹- میزان آب ساقه.....
۶۱	۴-۱-۱۰- وزن تر ریشه.....
۶۲	۴-۱-۱۱- وزن خشک ریشه.....
۶۳	۴-۱-۱۲- میزان آب ریشه.....
۶۴	۴-۱-۱۳- نسبت بیوماس ریشه به ساقه.....
۶۵	۴-۱-۱۴- طول برگ.....

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱-۱-۱۵- عرض برگ	۶۶
۱-۱-۱۶- نسبت طول به عرض برگ	۶۷
۱-۱-۱۷- ضریب شکل برگ	۶۸
۱-۱-۱۸- محیط برگ	۶۹
۱-۱-۱۹- مساحت برگ	۷۰
۱-۱-۲۰- ضخامت برگ	۷۱
۱-۱-۲۱- شاخص سطح برگ	۷۲
۱-۱-۲۲- سطح برگ ویژه	۷۳
۲- ویژگی‌های فیزیولوژیکی	۷۴
۱-۲-۱- محتوای کلروفیل a	۷۴
۲-۲-۲- محتوای کلروفیل b	۷۵
۳-۲-۲- محتوای کارتینوئید	۷۶
۴-۲-۲- میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز	۷۷
۵-۲-۲- میزان نشت الکتروولت	۷۸
۶-۲-۲- محتوای نسبی آب برگ	۷۹
۳-۳-۳- ویژگی‌های روزنه‌ای	۸۰
۱-۳-۳-۱- مساحت روزنه‌های باز	۸۱
۲-۳-۳-۲- طول روزنه‌های باز	۸۲
۳-۳-۳-۳- عرض روزنه‌های باز	۸۳
۴-۳-۳-۴- طول سلول‌های محافظ روزنه‌ی باز	۸۴
۵-۳-۳-۵- عرض سلول‌های محافظ روزنه‌ی باز	۸۵
۶-۳-۳-۶- مساحت روزنه‌های بسته	۸۶
۷-۳-۳-۷- طول روزنه‌های بسته	۸۷

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۸۸	۴-۳-۸- طول سلول‌های محافظ روزنه‌ی بسته.....
۸۹	۴-۳-۹- عرض سلول‌های محافظ روزنه‌ی بسته.....
۹۰	۴-۳-۱۰- تراکم روزنه‌های باز.....
۹۱	۴-۳-۱۱- تراکم روزنه‌های بسته.....
۹۲	۴-۳-۱۲- تراکم روزنه‌های بسته و باز (کل).....
فصل پنجم / بحث و نتیجه‌گیری	
۹۴	۵-۱- ویژگی‌های رویشی.....
۹۷	۵-۲- ویژگی‌های فیزیولوژیکی.....
۱۰۰	۵-۳- ویژگی‌های روزنه‌ای.....
۱۰۲	۵-۴- نتیجه‌گیری کلی.....
۱۰۴	پیشنهادات.....
۱۰۵	پیشنهادات اجرایی.....
۱۰۶	پیشنهادات پژوهشی.....
۱۰۷	منابع.....

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۴۷	جدول ۳-۱- مواد مورد نیاز جهت آماده نمودن محلول عصاره‌گیری.....
۴۸	جدول ۳-۲- مواد مورد نیاز جهت قرائت فعالیت کمی آنزیم پراکسیداز.....
۵۲	جدول ۴-۱-۱- آنالیز واریانس تغییرات ارتفاع ساقه اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۵۳	جدول ۴-۱-۲- آنالیز واریانس تغییرات قطر یقه اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۵۴	جدول ۴-۱-۳- آنالیز واریانس تغییرات تعداد برگ اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۵۵	جدول ۴-۱-۴- آنالیز واریانس وزن تر برگ اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۵۶	جدول ۴-۱-۵- آنالیز واریانس وزن خشک برگ اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۵۷	جدول ۴-۱-۶- آنالیز واریانس میزان آب برگ اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۵۸	جدول ۴-۱-۷- آنالیز واریانس وزن تر ساقه اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۵۹	جدول ۴-۱-۸- آنالیز واریانس وزن خشک ساقه اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۶۰	جدول ۴-۱-۹- آنالیز واریانس میزان آب ساقه اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۶۱	جدول ۴-۱-۱۰- آنالیز واریانس وزن تر ریشه اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۶۲	جدول ۴-۱-۱۱- آنالیز واریانس وزن خشک ریشه اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۶۳	جدول ۴-۱-۱۲- آنالیز واریانس میزان آب ریشه اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۶۴	جدول ۴-۱-۱۳- آنالیز واریانس نسبت بیوماس ریشه به ساقه اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۶۵	جدول ۴-۱-۱۴- آنالیز واریانس طول برگ اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۶۶	جدول ۴-۱-۱۵- آنالیز واریانس عرض برگ اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۶۷	جدول ۴-۱-۱۶- آنالیز واریانس نسبت طول به عرض برگ اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۶۸	جدول ۴-۱-۱۷- آنالیز واریانس ضریب شکل برگ اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۶۹	جدول ۴-۱-۱۸- آنالیز واریانس محیط برگ اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۷۰	جدول ۴-۱-۱۹- آنالیز واریانس مساحت برگ اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۷۱	جدول ۴-۱-۲۰- آنالیز واریانس ضخامت برگ اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....
۷۲	جدول ۴-۱-۲۱- آنالیز واریانس شاخص سطح برگ اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف.....

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
جدول ۴-۱-۲۲- آنالیز واریانس سطح برگ ویژه اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف	۷۳
جدول ۴-۲-۱- آنالیز واریانس محتوای کلروفیل a اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف	۷۵
جدول ۴-۲-۲- آنالیز واریانس محتوای کلروفیل b اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف	۷۶
جدول ۴-۲-۳- آنالیز واریانس میزان کارتنوئید اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف	۷۷
جدول ۴-۲-۴- آنالیز واریانس میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف	۷۸
جدول ۴-۲-۵- آنالیز واریانس میزان نشت الکترولیت اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف	۷۹
جدول ۴-۲-۶- آنالیز واریانس محتوای نسبی آب اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف	۸۰
جدول ۴-۳-۱- آنالیز واریانس مساحت روزنه‌های باز اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف	۸۱
جدول ۴-۳-۲- آنالیز واریانس طول روزنه‌های باز اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف	۸۲
جدول ۴-۳-۳- آنالیز واریانس عرض روزنه‌های باز اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف	۸۳
جدول ۴-۳-۴- آنالیز واریانس طول سلول‌های محافظ روزنه‌ی باز اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف	۸۴

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۸۵	جدول ۴-۳-۵- آنالیز واریانس عرض سلول‌های محافظ روزنه‌ی باز اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف ۸۵
۸۶	جدول ۴-۳-۶- آنالیز واریانس مساحت روزنه‌های بسته‌ی اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف ۸۶
۸۷	جدول ۴-۳-۷- آنالیز واریانس طول روزنه‌های بسته‌ی اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف ۸۷
۸۸	جدول ۴-۳-۸- آنالیز واریانس طول سلول‌های محافظ روزنه‌ی بسته‌ی اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف ۸۸
۸۹	جدول ۴-۳-۹- آنالیز واریانس عرض سلول‌های محافظ روزنه‌ی بسته اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف ۸۹
۹۰	جدول ۴-۳-۱۰- آنالیز واریانس تراکم روزنه‌های باز اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف ۹۰
۹۱	جدول ۴-۳-۱۱- آنالیز واریانس تراکم روزنه‌های بسته اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف ۹۱
۹۳	جدول ۴-۳-۱۲- آنالیز واریانس تراکم روزنه‌های باز و بسته (کل) اندازه‌گیری شده در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف ۹۳

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۱- شماتیک تنش‌های محیطی..... ۷
- شکل ۲-۱- طرح کلی مکانیسم‌های سازگاری به تنش خشکی (کوزلواسکی و پالاردی، ۱۹۹۷) ... ۱۰
- شکل ۳-۱- ابزار و نحوه اندازه‌گیری ارتفاع و قطر نهال در تیمارهای مختلف..... ۴۴
- شکل ۳-۲- بررسی ویژگی‌های فیزیولوژیکی..... ۴۶
- شکل ۴-۱-۱- مقایسه میانگین تغییرات ارتفاع ساقه در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۵۳
- شکل ۴-۱-۲- مقایسه میانگین تغییرات قطر یقه در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۵۴
- شکل ۴-۱-۳- مقایسه میانگین تغییرات تعداد برگ در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۵۵
- شکل ۴-۱-۴- مقایسه میانگین وزن تر برگ در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۵۶
- شکل ۴-۱-۵- مقایسه میانگین وزن خشک برگ در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۵۷
- شکل ۴-۱-۶- مقایسه میانگین میزان آب برگ در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۵۸
- شکل ۴-۱-۷- مقایسه میانگین وزن تر ساقه در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۵۹
- شکل ۴-۱-۸- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۶۰
- شکل ۴-۱-۹- مقایسه میانگین میزان آب ساقه در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۶۱

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۶۲	شکل ۴-۱-۱۰- مقایسه میانگین وزن تر ریشه در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار).....
۶۳	شکل ۴-۱-۱۱- مقایسه میانگین وزن خشک ریشه در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار).....
۶۴	شکل ۴-۱-۱۲- مقایسه میانگین میزان آب ریشه در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار).....
۶۵	شکل ۴-۱-۱۳- مقایسه میانگین نسبت بیوماس ریشه به ساقه در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار).....
۶۶	شکل ۴-۱-۱۴- مقایسه میانگین طول برگ در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار).....
۶۷	شکل ۴-۱-۱۵- مقایسه میانگین عرض برگ در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار).....
۶۸	شکل ۴-۱-۱۶- مقایسه میانگین نسبت طول به عرض برگ در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار).....
۶۹	شکل ۴-۱-۱۷- مقایسه میانگین ضریب شکل برگ در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار).....
۷۰	شکل ۴-۱-۱۸- مقایسه میانگین محیط برگ در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار).....
۷۱	شکل ۴-۱-۱۹- مقایسه میانگین مساحت برگ در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار).....
۷۲	شکل ۴-۱-۲۰- مقایسه میانگین ضخامت برگ در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار).....

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۲۱-۴- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۷۳
- شکل ۱-۲۲-۴- مقایسه میانگین سطح برگ ویژه در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۷۴
- شکل ۱-۲-۴- مقایسه میانگین محتوای کلروفیل a در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۷۵
- شکل ۲-۲-۴- مقایسه میانگین محتوای کلروفیل b در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۷۶
- شکل ۳-۲-۴- مقایسه میانگین میزان کارتنوئید در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۷۷
- شکل ۴-۲-۴- مقایسه میانگین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۷۸
- شکل ۵-۲-۴- مقایسه میانگین میزان نشت الکترولیت در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۷۹
- شکل ۶-۲-۴- مقایسه میانگین محتوای نسبی آب در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۸۰
- شکل ۱-۳-۴- مقایسه میانگین مساحت روزنه‌های باز در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۸۱
- شکل ۲-۳-۴- مقایسه میانگین طول روزنه‌های باز در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۸۲
- شکل ۳-۳-۴- مقایسه میانگین عرض روزنه‌های باز در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۸۳

فهرست شکل ها

صفحه

عنوان

- شکل ۴-۳-۴- مقایسه میانگین طول سلول‌های محافظ روزنه‌ی باز در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۸۴
- شکل ۴-۳-۵- مقایسه میانگین عرض سلول‌های محافظ روزنه‌ی باز در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۸۵
- شکل ۴-۳-۶- مقایسه میانگین مساحت روزنه‌های بسته در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۸۶
- شکل ۴-۳-۷- مقایسه میانگین طول روزنه‌های بسته در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۸۷
- شکل ۴-۳-۸- مقایسه میانگین طول سلول‌های محافظ روزنه‌های بسته در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۸۸
- شکل ۴-۳-۹- مقایسه میانگین عرض سلول‌های محافظ روزنه‌های بسته در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۸۹
- شکل ۴-۳-۱۰- مقایسه میانگین تراکم روزنه‌های باز در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۹۰
- شکل ۴-۳-۱۱- مقایسه میانگین تراکم روزنه‌های بسته در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۹۱
- شکل ۴-۳-۱۲- مقایسه میانگین تراکم روزنه‌های باز و بسته (کل) در تیمارهای ظرفیت زراعی مختلف (میانگین \pm اشتباه معیار)..... ۹۲

فصل اول

مقدمه و کلیات