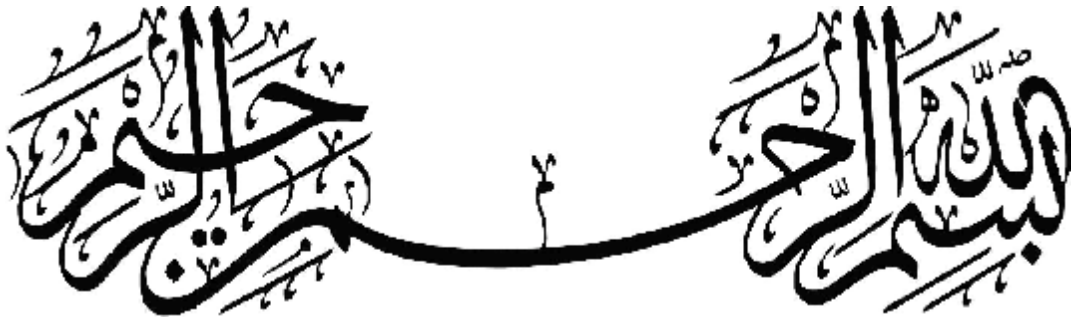
بسم الله الرحمن الرحيم

**بسمه تعالی**

# آیین نامهٔ چاپ پایان نامه(رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبیّنبخشی از فعالیتهای علمی-پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

**مادّه ۱** در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به **دفتر نشر آثار علمی** دانشگاه اطلاع دهد.

**مادّه ۲** در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

" کتاب حاضر، حاصل رسالهٔ دکتری نگارنده در رشته زراعت است که در سال ۱۳۸۸ در دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تربیت مدرّس به راهنمایی جناب آقای دکترسید علی محمد مدرس ثانوی، مشاورهٔ جناب آقای دکتر حسین حیدری شریف آباد و مشاورهٔ جناب آقای دکترسید رضا میرحسینی دهآبادی از آن دفاع شده است.

**مادّه ۳** به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به **دفتر نشر آثار علمی** دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

**مادّه ٤** در صورت عدم رعایت مادّه ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

**مادّه ۵** دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند، به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در مادّه ٤ را از محلّ توقیف کتابهای عرضه شدهٔ نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

**مادّه ٦** اینجانب کمال سادات اسمعیلان دانشجوی رشته زراعت مقطع دکتری تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

**نام و نام خانوادگی:**

**تاریخ و امضاء:**

**دانشکده کشاورزی**

**گروه زراعت**

**رساله برای دریافت درجه دکتری (Ph.D.) در رشته زراعت**

# پاسخ مرفولوژیک و فیزیولوژیک برخی توده‌های یونجه به رژیم‌های مختلف آبیاری در شرایط آب و هوایی کرج

نگارش

**کمال سادات اسمعیلان**

استاد راهنما

**دکتر سیدعلی‌محمد مدرس‌ثانوی**

استاد مشاور

**دکتر حسین حیدری‌شریف‌آباد**

**دکتر سید رضا میرحسینی ده‌آبادی**

تقدیم به:

روح پر فتوح مادر عزیزم

و

همسر فداکار و مهربانم

و

برادران گرامیم

## سپاسگزاری

پس از حمد و سپاس به درگاه پروردگار، بر خود لازم می‌دانم تا بدینوسیله مراتب سپاس و امتنان قلبی خود را به منظور ارج‌نهادن زحمات عزیزانی که اینجانب را در به پایان رسانیدن این رساله یاری نمودند، صمیمانه ابراز نمایم.

از راهنمایی استاد فرزانه جناب آقای **دکتر سیدعلی‌محمد مدرس‌ثانوی که** در انجام این رساله با نظرات اصلاحی، محتوای علمی آن را غنا بخشیدند، بی نهایت سپاسگزاری می کنم.

از اساتید محترم مشاور جناب آقای **دکتر حسین حیدری‌شریف‌آباد و مرحوم جناب آقای سید رضا میر حسینی ده‌آبادی** که با ارائه نظرات مفید خود موجب پرباری این اثر شدند، کمال تشکر و قدردانی را دارم. مراتب سپاس و تشکر خود را از جناب آقای **دکتر امیر قلاوند** و **دکتر مجید آقاعلیخانی** که از شروع تا پایان این طرح از مساعدت، راهنمایی و تشویق ایشان برخوردار بودم، ابراز می‌دارم.

از مسئول محترم آزمایشگاه زراعت جناب آقای مهندس علیزاده و مسئول محترم آزمایشگاه خاکشناسی سرکار خانم مهندس طبیب‌زاده و مسئول محترم آزمایشگاه دامپروری جناب آقای مهندس کاظمی کمال تشکر را دارم.

بدینوسیله موفقیت دوستان صمیمی و با محبت خود، آقایان مهندس علی مختصی بیدگلی، مهندس سید فرهاد صابرعلی، مهندس سعید صوفی‌زاده، مهندس سعید حاجیلویی و مهندس علی مفیدیان را از خداوند متعال خواستارم.

در پایان سلامت وجود محترم همه عزیزانی که در این طرح مرا یاری نمودند را از خداوند آرزو می‌نمایم.

کمال سادات اسمعیلان

بهار ۱۳۸۸

## چکیده

یونجه یکی از مناسب‌ترین گیاهانی است که می‌تواند در مزارع دیم کم بازده و در زمان بروز تنش خشکی کشت وکار شود و بر این اساس شناخت بیشتری از تنوع مقاومت ارقام یونجه در مقابل خشکی و نقش عوامل مختلف در افزایش مقاومت گیاه به این تنش مورد نیاز است. به منظور بررسی اثرات رژیم های آبیاری بر صفت‌های فیزیولوژیک و مورفولوژیک تعدادی از توده‌های مهم و شناخته شده یونجه، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در دو سال زراعی متوالی ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در شهرستان کرج انجام گردید. عامل اصلی شامل دو رژیم مختلف آبیاری بر اساس تخلیهٔ آب قابل استفادهٔ خاک است، رژیم اول آبیاری شامل تخلیه به میزان ۸۵٪ در چین دوم، ۷۰٪ در چین سوم، ۵۵٪ در چین چهارم و رژیم دوم شامل ۴۰٪ به عنوان شاهد در هر سه چین در نظر گرفته شد. عامل دوم اکوتیپ‌های مختلف یونجهٔ چند ساله شامل حکم‌آباد، چالشتر، سکوئل، مهاجران، گله‌بانی، قارقالوق، سی‌ریور، فامنین، کوزره و دیابلورده بود. در هر سال چهار چین برداشت گردید که صفات وزن تر و خشک بوته، ارتفاع بوته، نسبت برگ به ساقه، درصد پروتئین، کلسیم، پتاسیم و میزان پرولین گیاه در چین‌های دوم، سوم و چهارم مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که در همه توده‌ها در هر دو سال غلظت پرولین برگ با تنش خشکی افزایش یافت. همچنین ارتفاع کاهش یافت و به سبب کاهش وزن ساقه، نسبت برگ به ساقه در تیمارهای تنش خشکی افزایش یافت. در هر سه چین ارتفاع بوته، وزن تر و خشک در تیمارهای تنش خشکی کاهش یافت، ولی نسبت برگ به ساقه افزایش پیدا کرد. مقایسه توده‌ها در مجموع هر سه چین نشان داد که در شرایط عدم تنش خشکی توده‌های گله‌بانی و مهاجران بالاترین ارتفاع و توده دیابلورده پایین‌ترین ارتفاع را داشتند. همچنین در شرایط تنش توده‌های قارقالوق و سی‌ریور بیشترین ارتفاع و توده‌های چالشتر و حکم‌آباد کمترین ارتفاع را داشتند. مقایسه توده‌ها در مجموع سه چین همچنین نشان داد در شرایط عدم تنش بیشترین نسبت برگ به ساقه در توده‌های دیابلورده و سکوئل و کمترین آن در توده کوزره مشاهده شد. درصورتی‌که در شرایط تنش بیشترین نسبت برگ به ساقه در توده های دیابلورده و سی‌ریور و کمترین آن در توده‌های کوزره، فامنین و مهاجران مشاهده شد. در شرایط عدم تنش خشکی توده‌های سکوئل و گله‌بانی بیشترین تولید علوفه خشک را داشتند و توده‌های دیابلورده و حکم‌آباد کمترین میزان تولید علوفه خشک را داشتند. در حالی که در شرایط تنش بیشترین تولید علوفه خشک در توده‌های قارقالوق و سکوئل و کمترین آن در توده‌های چالشتر و کوزره مشاهده شد. بررسی درصد پروتئین توده‌ها در مجموع سه چین نیز نشان داد که در شرایط عدم تنش خشکی بیشترین درصد پروتئین در توده‌های دیابلورده و سکوئل مشاهده و کمترین آن در توده‌های سی‌ریور و قارقالوق مشاهده شد. در شرایطی که در شرایط تنش خشکی بیشترین درصد پروتئین در توده‌های سکوئل و کورزه و کمترین آن در توده‌های چالشتر و گله‌بانی دیده شد. مقایسه مجموع سه چین در یونجه به

تفکیک سطح تنش نشان داد که در شرایط عدم تنش خشکی توده‌های فامنین و قارقالوق بالاترین درصد کلسیم و توده‌های دیابلورده و کوزره کمترین درصد کلسیم را داشتند. در شرایط تنش خشکی توده‌های قارقالوق و حکم‌آباد بالاترین درصد کلسیم و توده‌های سکوئل و سی‌ریور کمترین درصد کلسیم را داشتند. مقایسه بین ضرایب همبستگی نیز نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد کلسیم و درصد پتاسیم وجود داشت. نتایج مطالعات آزمایشگاهی در مورد صفات جوانه‌زنی نشان داد که تنش خشکی کلیه‌ی صفات مورد بررسی شامل سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد و تفاوت توده‌های بررسی شده یونجه در تمام صفات فوق از نظر آماری معنی‌دار بود. به طور کلی تنش خشکی تا پتانسیل اسمزی ۴- بار تفاوت معنی‌داری در درصد جوانه‌زنی ایجاد نکرد و با افزایش معنی‌دار طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه موجب افزایش وزن خشک گیاهچه و همچنین افزایش نسبت وزنی ریشه‌چه به ساقه‌چه گردید. در تنش‌های شدیدتر (بین ۶- و ۸- بار) صفات یاد شده شدیداً کاهش یافت. توده سکوئل در شرایط عدم تنش و توده قارقالوق در شرایط تنش بیشترین درصد جوانه‌زنی را داشتند. در مورد آنالیز فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی در مطالعات آزمایشگاهی نتایج نشان داد که تنش متوسط خشکی (۴- بار) بیشترین سطح فعالیت چهار نوع آنزیم مورد مطالعه را به‌همراه داشته در تنش شدیدتر (۶- بار) احتمالاً با تخریب سیستم سنتز پروتئین، موجبات کاهش سطح فعالیت این گونه آنزیمها را فراهم نموده است. مقایسه میانگین سطح فعالیت آنزیم‌ها نیز نشان داد که آنزیم سوپراکسیددسموتاز و پراکسیداز به ترتیب با میانگین تغییرات جذب ۷۸۰/۱ و ۸/۲ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه، بیشترین و کمترین سطح فعالیت آنزیمی را داشته‌اند. اکثر اکوتیپ‌های مورد بررسی نیز روند تغییرات فعالیت آنزیمی مشابهی را در سطوح مختلف خشکی نشان دادند با این حال روند تغییرات فعالیت آنزیم پراکسیداز در توده‌های خارجی روندی بطور کامل متفاوت نسبت به توده‌های ایرانی بود به گونه‌ای که فعالیت آنزیم پراکسیداز در تنش متوسط و شدید خشکی روندی کاهشی داشت. این در حالی است که توده‌های ایرانی در معرض تنش متوسط با افزایش و در معرض تنش شدید با کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز، واکنش نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: توده‌های یونجه چند ساله (Medicago sativa L.)، پروتئین، پرولین، رژیم آبیاری

# فهرست مطالب


فهرست جداول ..... و
فهرست اشکال ..... ط
چکیده ..... أ
**مقدمه و کلیات** ..... ۱
**۱-۱- اهمیت یونجه** ..... ۲
**۱-۲- فرضیه‌های تحقیق** ..... ۷
**۱-۳- اهداف تحقیق** ..... ۷
**بررسی منابع** ..... ۸
**۲-۱- اثرات تنش خشکی در کشاورزی** ..... ۹
**۲-۲- اثر تنش خشکی روی صفات مرفولوژیک یونجه** ..... ۱۰
**۲-۳- اثر تنش خشکی روی صفات فیزیولوژیک یونجه** ..... ۱۳
**۲-۴- اثر تنش خشکی روی جذب عناصر معدنی در یونجه** ..... ۱۴
**۲-۵- اثر تنش خشکی روی متابولیت‌های سازگاری** ..... ۱۶
**۲-۶- اثر تنش خشکی روی پارامترهای جوانه‌زنی** ..... ۲۲
**۲-۷- اثر تنش خشکی روی فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی** ..... ۲۴
**مواد و روش‌ها** ..... ۲۸
**۳-۱- مشخصات کلی طرح** ..... ۲۹
**۳-۲- مشخصات هواشناسی** ..... ۲۹
**۳-۳- ویژگیهای خاک محل اجرای آزمایش** ..... ۳۰
**۳-۴- مشخصات آماری** ..... ۳۱
**۳-۵- روش اجرای طرح** ..... ۳۲
**۳-۶- روش اندازه‌گیری صفات مرفولوژیک** ..... ۳۳
**۳-۷- روش اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک و آناتومیک** ..... ۳۳
۳-۷-۱- روش اندازه‌گیری عناصر معدنی ..... ۳۳
۳-۷-۲- روش اندازه‌گیری پرولین ..... ۳۴
**۳-۸- مطالعات آزمایشگاهی** ..... ۳۵
۳-۸-۱- آزمایش‌های جوانه‌زنی ..... ۳۵

۳-۸-۲- تجزیه و تحلیل فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی ۳۶
۳-۸-۲-۱- سنجش فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و پلی‌فنل‌اکسیداز ۳۷
۳-۸-۲-۲- سنجش فعالیت آنزیم سوپرپراکسیدازدیسموتاز ۳۷
۳-۸-۲-۳- سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز ۳۸
**۳-۹- تجزیه و تحلیل آماری** ۳۸
**نتایج و بحث** ۳۹
**۴-۱- چین دوم یونجه** ۴۰
٤-۱-۱- ارتفاع بوته ۴۰
٤-۱-۲- نسبت برگ به ساقه ۴۱
٤-۱-۳- عملکرد علوفه خشک ۴۳
٤-۱-٤- عملکرد علوفه تر ۴۴
٤-۱-٥- غلظت پرولین اندام هوایی ۴۶
٤-۱-٦- درصد پروتئین اندام هوایی ۴۷
٤-۱-۷- درصد پتاسیم در اندام هوایی ۴۸
٤-۱-۸- درصد کلسیم در اندام هوایی ۴۹
**۴-۲- چین سوم یونجه** ۶۰
٤-۲-۱- ارتفاع بوته ۶۰
٤-۲-۲- نسبت برگ به ساقه ۶۱
٤-۲-۳- عملکرد علوفه خشک ۶۲
٤-۲-٤- عملکرد علوفه تر ۶۳
٤-۲-٥- غلظت پرولین اندام هوایی ۶۴
٤-۲-٦- درصد پروتئین اندام هوایی ۶۵
٤-۲-۷- درصد پتاسیم در اندام هوایی ۶۶
٤-۲-۸- درصد کلسیم در اندام هوایی ۶۷
**۴-۳- چین چهارم یونجه** ۷۸
٤-۳-۱- ارتفاع بوته ۷۸
٤-۳-۲- نسبت برگ به ساقه ۷۹
٤-۳-۳- عملکرد علوفه خشک ۸۰

٤-٣-٤- عملکرد علوفه تر ..... ٨١
٤-٣-٥- غلظت پرولین اندام هوایی ..... ٨٢
٤-٣-٦- درصد پروتئین اندام هوایی ..... ٨٣
٤-٣-٧- درصد پتاسیم در اندام هوایی ..... ٨۴
٤-٣-٨- درصد کلسیم در اندام هوایی ..... ٨۶
**۴-۴- مطالعات آزمایشگاهی** ..... ۹۷
۴-۴-۱- اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات جوانه‌زنی ..... ۹۷
۴-۴-۱-۱- سرعت و درصد جوانه‌زنی ..... ۹۷
۴-۴-۱-۲- طول ریشه‌چه و ساقه‌چه ..... ۹۸
۴-۴-۱-۳- وزن خشک گیاهچه ..... ۹۹
۴-۴-۱-۴- نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه ..... ۱۰۰
۴-۴-۲- اثر تیمارهای آزمایشی بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی ..... ۱۰۳
۴-۴-۲-۱- فعالیت آنزیم کاتالاز ..... ۱۰۴
۴-۴-۲-۲- فعالیت آنزیم سوپراکسیددسموتاز ..... ۱۰۵
۴-۴-۲-۳- فعالیت آنزیم پراکسیداز ..... ۱۰۷
۴-۴-۲-۴- فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز ..... ۱۰۹
نتیجه گیری کلی: ..... ۱۱۱
پیشنهادها ..... ۱۱۱
فهرست منابع ..... ۱۱۲

# فهرست جداول

جدول ۳-۱- نتایج تجزیه خاک قطعه زمین مورد نظر جهت اجرای آزمایش قبل از کاشت
جدول ۴-۱- تجزیهٔ واریانس صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه و نسبت برگ به ساقه در چین دوم توده‌های یونجه در سال ۸۵
جدول ۴-۲- تجزیهٔ واریانس صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه و نسبت برگ به ساقه در چین دوم توده‌های یونجه در سال ۸۶
جدول ۴-۳- تجزیهٔ واریانس مرکب صفت‌های وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین در چین دوم توده‌های یونجه در دو سال متوالی
جدول ۴-۴- مقایسهٔ میانگین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین تحت تاثیر رژیم آبیاری در چین دوم در دو سال متوالی
جدول ۴-۵- مقایسهٔ میانگین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین تحت تاثیر توده‌های یونجه در چین دوم در سال ۸۵
جدول ۴-۶- مقایسهٔ میانگین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین تحت تاثیر توده‌های یونجه در چین دوم در سال ۸۶
جدول ۴-۷- مقایسهٔ میانگین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین تحت تاثیر اثر متقابل رژیم آبیاری و توده‌های یونجهٔ در چین دوم در سال ۸۵
جدول ۴-۸- مقایسهٔ میانگین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین تحت تاثیر اثر متقابل رژیم آبیاری و توده‌های یونجهٔ در چین دوم در سال ۸۶
جدول ۴-۹- ضرایب همبستگی بین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین در چین دوم
جدول ۴-۱۰- تجزیهٔ واریانس صفت‌های وزن خشک علوفه، پرولین و نسبت برگ به ساقه در چین سوم توده‌های یونجه در سال ۸۵
جدول ۴-۱۱- تجزیهٔ واریانس صفت‌های وزن خشک علوفه، پرولین و نسبت برگ به ساقه در چین

سوم توده‌های یونجه در سال ۸۶
جدول ۴-۱۲- تجزیهٔ واریانس مرکب صفت‌های ارتفاع، وزن ترعلوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم و غلظت پتاسیم در چین سوم توده‌های یونجه در دوسال متوالی
جدول ۴-۱۳- مقایسهٔ میانگین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین تحت تاثیر رژیم آبیاری در چین سوم در دو سال متوالی
جدول ۴-۱۴- مقایسهٔ میانگین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین تحت تاثیر توده‌های یونجه در چین سوم در سال ۸۵
جدول ۴-۱۵- مقایسهٔ میانگین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین تحت تاثیر توده‌های یونجه در چین سوم در سال ۸۶
جدول ۴-۱۶- مقایسهٔ میانگین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین تحت تاثیر اثر متقابل رژیم آبیاری و توده‌های یونجهٔ در چین دوم در سال ۸۵
جدول ۴-۱۷- مقایسهٔ میانگین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین تحت تاثیر اثر متقابل رژیم آبیاری و توده‌های یونجهٔ در چین دوم در سال ۸۶
جدول ۴-۱۸- ضرایب همبستگی بین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین در چین سوم
جدول ۴-۱۹- تجزیهٔ واریانس مرکب میزان کلسیم و پتاسیم در چین چهارم توده‌های یونجه در دو سال متوالی
جدول ۴-۲۰- تجزیهٔ واریانس صفت‌های ارتفاع، وزن‌تر علوفه، وزن خشک علوفه، نسبت برگ به ساقه، غلظت پروتئین و غلظت پرولین در چین چهارم توده‌های یونجه در سال ۸۵
جدول ۴-۲۱- تجزیهٔ واریانس صفت‌های ارتفاع، وزن‌تر علوفه، وزن خشک علوفه، نسبت برگ به ساقه، غلظت پروتئین و غلظت پرولین در چین چهارم توده‌های یونجه در سال ۸۶
جدول ۴-۲۲- مقایسهٔ میانگین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین تحت تاثیر رژیم آبیاری در چین چهارم در دو سال متوالی
جدول ۴-۲۳- مقایسهٔ میانگین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین تحت تاثیر توده‌های یونجه در

چین چهارم در سال ۸۵
جدول ۴-۲۴- مقایسهٔ میانگین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین تحت تاثیر توده‌های یونجه در چین چهارم در سال ۸۶
جدول ۴-۲۵- مقایسهٔ میانگین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین تحت تاثیر اثر متقابل رژیم آبیاری و توده‌های یونجهٔ در چین چهارم در سال ۸۵
جدول ۴-۲۶- مقایسهٔ میانگین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین تحت تاثیر اثر متقابل رژیم آبیاری و توده‌های یونجهٔ در چین چهارم در سال ۸۶
جدول ۴-۲۷- ضرایب همبستگی بین صفت‌های ارتفاع، وزن خشک علوفه ، نسبت برگ به ساقه، وزن‌تر علوفه، غلظت پروتئین، غلظت کلسیم، غلظت پتاسیم، غلظت پرولین در چین چهارم
جدول ۴-۲۸- تجزیه واریانس صفت‌های سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه
جدول ۴-۲۹- مقایسه‌ی میانگین صفت‌های سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه تحت تاثیر اثر متقابل تنش خشکی و توده‌های یونجه
جدول ۴-۳۰- تجزیهٔ واریانس میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانت‌های گیاهچه‌ی توده‌های یونجه تحت تاثیر تنش خشکی
جدول ۴-۳۱- مقایسه‌ی میانگین میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی تحت تاثیر اثر متقابل تنش خشکی و توده‌های یونجه

# فهرست اشکال

شکل ۲-۱– مسیر بیوسنتز و متابولیسم پرولین (ال-پرولین) در گیاهان و مسیر بیوسنتز پرولین در باکتری‌ها
شکل ۲ -۲- نقش‌های فیزیولوژیک پیشنهاد شده برای پرولین حاصل از وقوع تنش در سلول‌های گیاهی
شکل ۳-۱- دمای میانگین ماهانه در دو سال آزمایش
شکل ۳-۲- مجموع بارندگی ماهانه در دو سال آزمایش
شکل ۴-۱- سطح تنش خشکی و توده بر میزان فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانت کاتالاز
شکل ۴-۲- سطح تنش خشکی و توده بر میزان فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانت سوپراکسیددسموتاز
شکل ۴-۳- سطح تنش خشکی و توده بر میزان فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانت پراکسیداز
شکل ۴-۴- سطح تنش خشکی و توده بر میزان فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانت پلی‌فنل‌اکسیداز

# فصل اول

# مقدمه و کلیات

### ۱-۱- اهمیت یونجه

یونجه (*Medicago sativa* L.) از گیاهان علوفه‌ای و بومی ایران است در شرایط متفاوت آب و هوایی کشور، ارقام مختلفی از آن مورد کشت و کار قرار می‌گیرد که خود بیانگر سازگاری وسیع این گیاه به شرایط کشورمان است (زمانیان و همکاران، ۱۳۸۳). سطح زیر کشت این گیاه زراعی با ارزش در کشور در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ حدود ۶۱۸۳۶۵ هکتار بوده و میزان تولید سالانه آن ۵۲۷۴۸۰۲ تن (علوفه خشک) و متوسط عملکرد کشور ۹۲۲۳ کیلوگرم مادهٔ خشک در هکتار می‌باشد (آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۶). این گیاه توانایی تولید ٤ تن علوفهٔ خشک در سال در دیم‌زارهای کم بازده که دارای متوسط بارندگی ۳۵۰ میلی‌متر می‌باشند را دارا می‌باشد (رستگار، ۱۳۸٤). در سطح دنیا ۳۲ میلیون هکتار به کشت این محصول اختصاص دارد و بیشترین سطوح کشت یونجه در مناطق معتدل جهان قرار دارد ولی در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر نیز یونجه کشت می‌گردد (یزدی‌صمدی، ۱۳۷۳). یونجه می‌تواند به‌صورت تازه، علوفه خشک و علوفه سیلویی برای نشخوارکنندگان و بعنوان یک منبع پروتئینی و ویتامین A برای غیرنشخوارکنندگان نیز مصرف می‌شود. یونجه علاوه بر اینکه یک گیاه علوفه‌ای خوب و مناسب است، یک لگوم مرتعی برتر نیز برای بسیاری از حیوانات اهلی می‌باشد که علاوه بر میزان محصول بالا و کیفیت علوفه خوب، سازگاری نسبتاً بالایی به خاک‌هایی با بافت مختلف دارد (کریمی، ۱۳٦۹). در سال‌های اخیر از جوانه‌های یونجه برای تهیه سالاد استفاده می‌گردد و منبع بالقوه‌ای از نظر پروتئین گیاهی برای جیره غذایی انسان می‌باشد (کوچکی و ریاضی،۱۳۷۵).

### ۱-۲- گیاه شناسی یونجه

یونجه گیاهی است چند ساله یا دائمی که ریشه‌ای راست و مستقیم دارد و به ریشه اولیه یونجه معروف است. این ریشه بعد از قرار گرفتن بذر در خاک و جذب رطوبت، بدون انشعاب به وجود می‌آید. به موازات پیدایش ریشه اولیه، قسمت زیر لپه یا هیپوکوتیل در زیر سطح خاک قرار می‌گیرد و با طویل شدن زیر لپه باعث جوانه زدن و خارج شدن از سطح خاک می‌شود. چنانچه زیر لپه‌ی یونجه بتواند از سطح خاک خارج گردد، در این موقع یونجه جوانه زده فقط دارای دو لپه یا کوتیلدون است که به‌صورت برگ‌های متورم به نظر می‌آیند. این لپه‌ها، بعد از مدتی از بین می‌روند و از مرکز آن اولین برگ یا دمبرگ بلندی تولید می‌شود. این برگ اولیه، ساده و معمولاً قلبی شکل است و شباهتی با برگ‌های اصلی یونجه (برگچه‌ها) ندارد. بعد از گذشت مدتی، نخستین برگ مرکب سه برگچه‌ای یونجه به وجود می‌آید که به تدریج با ادامه رشد و نمو، سایر برگ های مرکب نیز تشکیل می‌شود (کریمی، ۱۳٦۹). ساقه‌ی اصلی یونجه، تقریباً چهارگوش به‌نظر می‌رسد و مغز آن از سلول‌های

پارانشیمی نسبتاً بلند و فشرده پر شده است. برگچه‌های یونجه کشیده، طویل و تقریباً یک سوم آن مضرس است. آرایش گل به صورت خوشه‌ای است که در آن از ۵ تا ۵۰ گل ممکن است موجود باشد. رنگ گل‌ها معمولاً ارغوانی است ولی در واریته‌هایی، گل سفید و گل زرد نیز موجودند. کاسه-ی گل از ۵ کاسبرگ متصل به هم درست شده است. جام گل شامل ۵ قطعه است که یکی از همه بزرگتر و به نام درفش استاندارد، دو تا کوچکتر به اسم بال و دو تا از همه کوچکتر و نام ناو خوانده می‌شود (کریمی، ۱۳۶۹).

**۱-۲- سازگاری یونجه به خشکی**

به نظر می‌رسد یونجه یکی از مناسب‌ترین گیاهانی است که می‌تواند در مزارع دیم کم بازده و مراتع فقیر استفاده شود و بر این اساس شناخت بیشتری از تنوع مقاومت ارقام یونجه در مقابل خشکی و نقش عوامل مختلف در افزایش مقاومت مورد نیاز می‌باشد.برای نیل به حداکثر عملکرد لازم است گیاهان در شرایط بهینه رشد نمایند. این شرایط در بین گیاهان مختلف متفاوت است. زمانی که یک یا چند مورد از این شرایط خارج از حد مناسب باشند گیاه تحت تنش قرار می‌گیرد و در نتیجه رشد و عملکرد کاهش می‌یابند. یکی از عوامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی در سراسر جهان کمبود آب می‌باشد. حدود ٦٥ درصد از مساحت کشور ما را مناطق خشک و نیمه خشک تشکیل می‌دهد که متوسط بارندگی آن کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر در سال است (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۲). ایران به دلیل قرار گرفتن در منطقهٔ خشک و نیمه خشک و دارا بودن میانگین بارندگی کم (در حدود یک سوم میانگین جهانی) پیوسته دچار رژیم آبیاری و خشکسالی‌های مداوم و متناوب بوده است. اهمیت اقتصادی آب در مناطق خشک از یک سو و نیاز آبی بالای یونجه از سویی دیگر ضرورت مطالعه‌ی واکنش توده‌های مختلف این گیاه به رژیم آبیاری را دو چندان می‌نماید. در حال حاضر استفاده از گیاهان و توده‌های مقاوم به کم‌آبی یکی از مهم‌ترین روش‌های مؤثر در بهره‌برداری و افزایش عملکرد در واحد سطح در مناطق خشک و نیمه خشک جهان می‌باشد. در همین راستا انجام آزمایش‌هایی جهت تعیین توده‌هایی با مقاومت بیشتر به ویژه برای مناطق خشک و نیمه خشک بسیار حائز اهمیت است و اصولاً هر گیاه و تودهی که بتواند مقاومت بیشتری به تنش خشکی نشان دهد، خواهد توانست چرخه نخست رویش را موفق‌تر پشت سر بگذارد و تراکم کافی در واحد سطح تولید کند.

میزان کم نزولات آسمانی و پراکنش نامنظم آن به همراه مقادیر زیاد تبخیر و تعرق، میزان آب قابل دسترس در خاک را برای رشد گیاه کاهش می‌دهد. در این شرایط اقلیمی، گونه‌های گیاهی خاصی که در مدت زمان طولانی با خشکی سازگار شده‌اند می‌توانند در طی دوره خشکی با آب

ذخیره شده در خاک یا آب جذب شده از اتمسفر در طی شب، زنده باقی بمانند. تنش خشکی و کم‌آبی یکی از بزرگ‌ترین عوامل محدود کننده رشد در مناطقی که با این پدیده روبرو هستند می‌باشند. کاهش رشد در اثر کم‌آبی به مراتب بیشتر از سایر تنش‌های محیطی دیگر است (Rodriguez, 2006). برنامه‌های مربوط به تغییرات محیطی کره زمین نشان دهنده افزایش کم‌آبی در آینده و تکرار رویدادهای شدیدتر در بسیاری از نقاط دنیا می‌باشد (IPCC, 2001).

به طور کلی مقاومت به تنش در تمام مراحل زندگی گیاه اهمیت دارد و بدیهی است که اولین مرحله، جوانه‌زنی بذر است. از آنجا که عملکرد از نظر کمی و کیفی به میزان و درصد سبز شدن و هم‌چنین یکنواختی آن وابسته می‌باشد، بنابراین علاوه بر اهمیت مطالعه اثر تنش در مراحل رویشی و زایشی گیاه، مرحله‌ی جوانه‌زنی گیاه که مرحله‌ی حساس و مهمی برای استقرار مطلوب گیاهچه‌ها است نیز بایستی مدنظر باشد (Athar and Johnson, 1996). برخی قطع آبیاری را معادل تنش آب یا خشکی دانسته‌اند (Rodriguez, 2006). عبارت قطع آبیاری اگر چه هنوز در اغلب منابع به کار می‌رود، اما نمی‌تواند مناسب باشد، زیرا زمان تخلیه آب خاک به عواملی نظیر ظرفیت رطوبتی اتمسفر، سطح برگ و ویژگی‌های فیزیکی خاک بستگی دارد. تنش خشکی می‌تواند با در نظر گرفتن وضعیت آب در محیط (هوا و خاک) و تقاضا (مربوط به هوا و نیاز اتمسفری) بیان شود. در مورد وضعیت آب گیاه یک سری صفات فیزیولوژیک که تحت تأثیر شرایط محیطی و تنظیم کننده‌های گیاهی قرار می‌گیرند، به عنوان مبنای تعریف در نظر گرفته می‌شوند. بالا بودن میزان تبخیر و تعرق، محدودیت منابع آبی و سایر عوامل، توجه بیشتر در مورد اثرهای تنش خشکی و انتخاب ارقام متحمل به خشکی را ایجاب می‌کند (Tardieu, 1996).

هر کوششی بمنظور افزایش تولید علوفه در کشور نه تنها به ثبات سهم بخش کشاورزی و دامداری در رشد ناخالص ملی کمک خواهد نمود، بلکه گام مفید و مؤثری نیز در کاهش تخریب منابع طبیعی خواهد بود. اما از آنجا که در حال حاضر هیچ راه منطقی در افزایش بارندگی، که عامل محدود کننده تولید در بسیاری از مناطق کشور است، وجود ندارد، لذا بهترین راه مقابله با تأثیرات سوء خشکی آن است که با به کارگیری عملیات زراعی که بتواند به افزایش ذخیره رطوبت خاک کمک نماید و یا با استفاده و توسعه گونه‌ها و ارقام مختلف متحمل و سازگار به دوره‌های خشکی و دارای رشد سریع به اهداف افزایش تولید علوفه نزدیک شد (عبادی خزینه قدیم، ۱۳۷۸).

اتخاذ روش‌هایی چون بهره‌برداری صحیح از آب موجود با استفاده از شیوه‌های صحیح زراعی بغیر از ارقام سازگار شامل:

-کشت گیاهان متحمل

-شناخت ارتباط کمبود آب خاک و رشد گیاهان زراعی در هر مرحله
-تهیه ارقامی که بتوانند با آبیاری محدود عملکرد قابل ملاحظه‌ای تولید نمایند.
-بررسی واکنشهای فیزیولوژیک و روابط مفید داخلی گیاه در مقابله با تنش کمبود آب
-انتقال صفات مطلوب فیزیولوژیک به ارقام پر محصول

و سایر مواردی که امکان توسعه هر چه بیشتر کشت گیاهان در مناطق خشک را فراهم کند در این رابطه مثمر خواهد شد (نبی‌زاده، ۱۳۸۲).

در ارتباط با ژنوتیپ‌های سازگار، تعیین و گزینش صفاتی که در اجتناب از خشکی، تحمل خشکی و افزایش بازده استفاده از آب نقش دارند می‌تواند مؤثر باشد. برخی از این صفات مهم عبارتند از:

-تطبیق فنولوژی گیاه با زمان عرضه آب
-افزایش تحمل گیاه به از دست دادن آب
-افزایش توانایی گیاه برای استخراج آب از خاک
-افزایش بازده استفاده از آب
-تنظیم اسمزی
-انجام عمل تسهیم یا افزایش کارائی آن به منظور حفظ ساختارهای زایشی

خسارت ناشی از تنش خشکی را می‌توان به طور کلی به دو بخش صدمه‌های اولیه و ثانویه تقسیم نمود (نبی‌زاده، ۱۳۸۲؛ Levitt, 1980):

۱- صدمه‌های اولیه که خود شامل دو بخش صدمه‌های اولیه مستقیم و غیر مستقیم می‌باشد.

الف: صدمه‌های اولیه مستقیم: کاهش مواد ذخیره‌ای پروتئین‌ها در داخل سلول مستلزم زمان زیادی است. بنابراین تنش مستقیم مربوط به خشکی نمی‌تواند به طور سریع صدمه وارد سازد و این حقیقت در مورد اختلالات متابولیسمی سلول و فتوسنتز نیز صدق می‌کند. بنابراین عامل دیگری سبب وارد ساختن صدمه شدید می‌شود که نتیجه آن تغییر ساختمان غشاء و از دست دادن آب است. به عبارت دیگر سرعت خشک شدن و جذب دوباره آب به ساختمان غشاء سیتوپلاسمی بستگی دارد. اگر سرعت خشک شدن گیاه کم باشد یک نوع مقاومت به وجود می‌آید که از آن در مقاوم کردن تدریجی گیاه به خشکی استفاده می‌شود.

ب: خسارت‌های اولیه غیرمستقیم: این نوع آسیب ممکن است ناشی از یک یا چند اثر غیرمستقیم از دست دادن آب باشد که تمامی آن‌ها به‌طور طبیعی متابولیک هستند و عبارتند از:

۱- گرسنگی: که در اثر بالا رفتن تنفس و کم شدن فتوسنتز در گیاه بوجود می‌آید. زیرا که

روزنه‌ها بسته می‌شوند و فتوسنتز نمی‌تواند انجام گیرد و بدین ترتیب فتوسنتز بیشتر از تنفس تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

۲- کاهش نقل و انتقال شیره پرورده: علت این امر آن است که مراکز مصرف در گیاه دچار کمبود مواد غذایی می‌شود. به عنوان مثال کاهش رشد ریشه‌ها نتیجه نهایی کاهش مواد ذخیره شده در گیاه می‌باشد.

۳- تخریب پروتئین‌ها: در اثر خشکی پروتئین برگ‌های تحتانی به اسید آمینه آسپارژین و گلوتامین تبدیل شده و این مواد به برگ‌های فوقانی انتقال می‌یابد و دوباره تبدیل به پروتئین می‌شوند.

از سایر اختلالها می‌توان غیر فعال شدن آنزیم‌های مراحل مختلف از قبیل فسفاتازها، دی‌هیدروژنازها، ساکاروز و کاهش RNA و همچنین تولید مواد سمی، هورمون‌های تسریع کنندهٔ رشد و افزایش هورمون‌های تأخیردهندهٔ رشد را نام برد.

۲- صدمه‌های ثانویه: که در این نوع صدمه تنش خشکی از طرق دیگر بر گیاه آسیب می‌رساند به عنوان مثال تنش خشکی ممکن است باعث ایجاد حرارت‌های ثانویه در گیاه شود و این عمل از طریق افزایش حرارت برگ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد اتفاق می‌افتد.

بیشتر متخصصان اصلاح نباتات از چهار اصطلاح در ارتباط با مقاومت به خشکی استفاده می‌کنند (Malik *et al.*, 1988):

۱- مقاومت به خشکی: توانایی یک گیاه در زنده ماندن، رشد و تولید عملکرد رضایت بخش با مقدار محدود عرضه آب و یا تحت شرایط کمبود دوره‌ای آب.

۲- فرار از خشکی: توانایی گیاه در بالغ شدن پیش از آنکه تنش آبی تبدیل به یک عامل محدود کننده جدی شود.

۳- اجتناب از خشکی: گیاه در طول دوره خشکی خود مقادیر بالای آب را حفظ می‌کند که خود به دو دسته تقسیم می‌شوند و تحت عنوان ذخیره‌کنندگان آب و مصرف‌کنندگان آب طبقه‌بندی می‌گردند.

٤- تحمل به خشکی: توانایی گیاه در زنده ماندن در پتانسیل آب پایین و در واقع سازوکار تحمل به خشکی زمانی صورت می‌گیرد که از نظر ترمودینامیک گیاه با تنش به حالت تعادل می‌رسد، بدون اینکه آسیبی را متحمل شود یا در صورت آسیب دیدگی قابلیت ترمیم را دار باشد. با این سازوکار گیاه ممکن است با وجود رطوبت داخلی کم زنده بماند.

مقاومت‌های متفاوت در مقابل خشکی ناشی از تنوع ژنتیکی گیاهان می‌باشد و انتخاب براساس