

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

همه امتیازات این پایان نامه به دانشگاه لرستان تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب آن در مجلات، کنفرانس ها یا سخنرانی ها، باید نام دانشگاه لرستان (یا استاد یا اساتید راهنمای پایان نامه) و دانشجو با ذکر نام خود و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.



دانشکده کشاورزی

بررسی اثرات پرایمینگ هورمونی بر سبز شدن و خصوصیات  
فیزیولوژیکی گیاهچه ذرت علوفه‌ای (سینگل کراس 704) تحت

تنش سرما

نگارش

نسیم فتحی هفشجانی

استاد راهنما

دکتر حمید رضا عیسوند

استاد مشاور

دکتر داریوش گودرزی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زراعت

بهمن 1392

## «بسمه تعالی»

شماره :

تاریخ :

پیوست :



دانشگاه لرستان

مدیریت تحصیلات تکمیلی

صورتجلسه ارزشیابی پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

903003306

شماره دانشجویی

نسیم فتحی هفشجانی

پایان نامه خانم

با عنوان:

« بررسی اثرات پرایمینگ هورمونی بر سبز شدن و خصوصیات فیزیولوژیکی گیاهچه ذرت علوفه‌ای (سینگل

گراس 704) تحت تنش سرما »

در ساعت: 8

زراعت

جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته

مورخ 92/11/30 در دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان آرایه گردید و تصمیمات ذیل اتخاذ شد:

پایان نامه با نمره به عدد 19/25 به حروف (نوزده و بیست و پنج) و با درجه عالی مورد تصویب هیئت

داوران قرار گرفت.

امضاء

مرتبه علمی: استادیار

1- استاد راهنما: دکتر حمید رضا عیسوند

امضاء

مرتبه علمی: مربی

2- استاد مشاور: دکتر داریوش گودرزی

امضاء

مرتبه علمی: استادیار

3- داور: دکتر ناصر اکبری

امضاء

مرتبه علمی: استادیار

4- داور: دکتر احمد اسماعیلی

امضاء

مرتبه علمی: استادیار

6- نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده (استاد ناظر): دکتر علی حقی زاده

مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه

رییس دانشکده کشاورزی

مدیر گروه زراعت و اصلاح نباتات

دکتر بهمن غضنفری

دکتر شهریار جعفری

دکتر فرهاد نظریان فیروز آبادی

## چکیده:

ذرت پس از گندم و برنج مهمترین ماده غذایی دنیا را تشکیل می‌دهد و علاوه بر این که یک محصول دانه‌ای است، یک محصول علوفه‌ای خوب نیز می‌باشد زیرا عملکرد بیوماس آن بالا است. برای گیاه ذرت حتی دماهای بین 15-12 درجه سانتی‌گراد نیز ممکن است تنش سرمازدگی را القا کند. سرمازدگی و یخ زدگی همه ساله خسارات قابل توجهی را به اقتصاد و چرخه تولید کشور تحمیل می‌کند. بنابراین انجام تحقیقات در این زمینه و حصول روشهایی جهت کاهش خسارت گیاهان در شرایط دمای پایین امری ضروری است. تحقیق حاضر نیز در همین راستا و با هدف دستیابی به روشهایی برای بهبود سبز شدن ذرت علوفه‌ای تدارک دیده شده است. این آزمایش با دو تیمار دمایی (دمای 25 درجه سانتی‌گراد به عنوان دمای عادی و دمای 14 درجه سانتی‌گراد به عنوان تنش سرما در ژرمیناتور) و 9 تیمار پرایمینگ شامل سه سطح 200 و 300 و 400 ppm از جیبرلیک اسید، سه سطح 100 و 200 و 300 ppm از سالیسیلیک اسید و سه سطح 100 و 200 و 300 ppm از آسکوربیک اسید به همراه یک تیمار هیدروپرایم و یک شاهد در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. درصد و سرعت سبز شدن، تعداد برگ و ریشه، طول برگ، ریشه و اولین میانگره، وزن تر و خشک برگ و ریشه، آنزیم کاتالاز برگ، کاتالاز ریشه، پروکسیداز برگ، پروکسیداز ریشه و شاخص سبزیگی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در شرایط دمایی عادی تیمار هیدروپرایم بیشترین اثر را در بیشتر صفات نشان داد و پس از آن 300 ppm جیبرلیک اسید و 300 ppm سالیسیلیک اسید (اثر گذار بر طول اولین میانگره) و 300 ppm اسید آسکوربیک (اثر گذار بر شاخص سبزیگی) مؤثرترین تیمار هورمونی بودند که همگی آنها اختلاف معنی داری با شاهد داشتند همچنین سه سطح جیبرلیک اسید و 100 ppm سالیسیلیک اسید بیشترین اثر را بر کاتالاز و پروکسیداز داشتند. در شرایط دمایی سرمازدگی تیمارهای هورمونی اعمال شده مؤثرتر بودند به طوری که 100 ppm سالیسیلیک اسید و 100 ppm اسید آسکوربیک بیشترین درصد سبز شدن و سرعت سبز شدن را نشان دادند. سطوح مختلف جیبرلیک اسید هم بر طول برگ، طول ریشه، طول اولین میانگره، وزن تر و خشک برگ اثر معنی داری داشت و 100 و 300 ppm اسید آسکوربیک به همراه 100 ppm سالیسیلیک اسید مؤثرترین تیمارها بر وزن تر و خشک ریشه بودند. تیمارهای 300 ppm جیبرلیک اسید، 200 ppm اسید آسکوربیک و 300 ppm سالیسیلیک اسید بیشترین اثر را بر کاتالاز و پروکسیداز داشتند. بر اساس نتایج، تیمارهای اعمال شده بر اکثر صفات اثر معنی دار داشته و تقریباً در تمام موارد باعث بهبود صفت مورد نظر شده اند. بنابراین پرایمینگ هورمونی با جیبرلیک اسید و سالیسیلیک اسید می‌تواند به عنوان یک راهبرد برای بهبود رشد و خصوصیات فیزیولوژیکی ذرت در جوانه زنی و مرحله گیاهچه‌ای در نظر گرفته شود.

کلمات کلیدی: جیبرلیک اسید، سالیسیلیک اسید، آسکوربیک اسید، سبز شدن، تنش سرما، آنزیم های آنتی

اکسیدانت

ماحصل آموخته هایم را تقدیم می کنم به آنان که مهر آسمانی شان آرام بخش آلام زمینی ام است:

به استوارترین تکیه گاهم، دستان پر مهر پدرم،

به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان مادرم،

به اسطوره زندگیم، پناه محبتگیم و امیدبودنم، همسرم.

## تقدیر و شکر

پاس و ستایش مرخدا می را جل و جلاله که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، در نشان. آفریدگاری که خویش را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت

بیازماید.

با شکر فراوان از کسانی که محظرات ناب باور بودن، لذت و غرور دانستن، جبارت خواستن، عظمت رسیدن و تمام تجربه های یکتا و زیبای زندگی می بین حضور سبز آنهاست، پدر و مادر و همسر. در اینجا می ایلم از پدر و مادر همسر که نفس خیرشان و دعای روح پرورشان بدرقه راهم بود قدر دانی و شکر کنم.

با پاس فراوان از راهبانی و زحمات استاد محترم و کرامت قدر جناب آقای دکتر حمید رضا عیونند از ابتدای راه و طی انجام این تحقیق، با راهبانی های خود مرا بخارش این اثر یاری نمودند و جناب آقای دکتر احمد اسماعیلی و جناب دکتر ناصر اکبری زحمت داوری این اثر را بر عهده گرفته اند و همچنین قدر دانی و تقدیر از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر داریوش کوردزی استاد محترم مشاور، با هدایت و حمایت های بی دریغشان یاری ام نمودند.

در انتها از تمام همراهان و دوستان عزیز می که در شرایط مختلف پشتیبان روحی و علمی ام بودند از صمیم قلب شکر کنم.

نسیم قحی

بهمن ۱۳۹۲



## فهرست مطالب:

1.....	فصل اول مقدمه.....
2.....	<b>1-1- اهمیت بذر</b> .....
۲.....	2-1- تنش‌های محیطی و اثرات زیانبار آنها.....
۴.....	3-1- ذرت.....
۶.....	1-3-1- سطح زیر کشت و میزان تولید در ایران و جهان.....
۷.....	4-1- تنظیم کننده‌های رشد گیاهی.....
۸.....	5-1- آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت.....
۱۰.....	6-1- فرضیات تحقیق و اهداف.....
۱۰.....	1-6-1- فرضیه‌های آزمایش.....
۱۰.....	2-6-1- هدف‌های پژوهش.....
۱۱.....	7-1- کلیاتی در مورد ذرت.....
۱۱.....	1-7-1- جایگاه ذرت در رده‌بندی گیاهی.....
۱۱.....	2-7-1- سطح، میزان تولید و عملکرد ذرت دانه‌ای کشور در سال زراعی 1387-88.....
۱۲.....	3-7-1- تاریخچه ورود ذرت به ایران.....
۱۳.....	4-7-1- پادشاه غلات.....
۱۴.....	5-7-1- ویژگی‌های گیاه شناسی ذرت.....
۱۶.....	6-7-1- ویژگی‌های فیزیولوژیک ذرت.....
۱۶.....	7-7-1- رشد و نمو گیاه ذرت و ذخیره ماده خشک.....
۱۷.....	8-7-1- قدرت تطابق و سازگاری و نیازهای آب و هوایی ذرت.....
۱۷.....	9-7-1- دمای مناسب برای رشد ذرت.....
۱۸.....	10-7-1- نیاز آبی ذرت.....

- ۱۱-7-1- کاشت ذرت در مناطق مختلف ایران ..... ۱۸
- ۱۲-7-1- خلاصه مشخصات هیبرید سینگل کراس 704 ..... ۱۸
- ۱۳-7-1- اهمیت اقتصادی ذرت ..... ۱۹
- ۱۴-7-1- موارد مصرف ذرت ..... ۲۰
- ۱۵-7-1- ارزش غذایی و کیفیت دانه و علوفه ذرت ..... ۲۰
- فصل دوم بررسی منابع ..... 21
- 1-2- اثر تنش سرما بر ذرت و بویژه سبز شدن آن ..... ۲۲
- 2-2- نقش پرایمینگ در بهبود جوانه زنی و سبز شدن محصولات و بویژه ذرت ..... ۲۴
- 3-2- نقش آنزیم های آنتی اکسیدانت طی تنش سرما و تحمل به سرمازدگی ..... ۲۶
- فصل سوم مواد و روش ها ..... 29
- 1-3- مشخصات جغرافیایی محل اجرای طرح ..... ۳۰
- 2-3- طرح آزمایشی مورد استفاده و عوامل مورد بررسی ..... ۳۰
- 3-3- صفات مورد مطالعه ..... ۳۱
- 4-3- روش تجزیه و تحلیل اطلاعات ..... ۳۶
- فصل چهارم نتایج ..... 37
- 1-4- درصد سبز شدن ..... ۳۸
- 2-4- سرعت سبز شدن: ..... ۴۰
- 3-4- تعداد برگ و تعداد ریشه: ..... ۴۲
- 4-4- طول برگ: ..... ۴۲
- 5-4- طول ریشه: ..... ۴۵
- 6-4- طول اولین میانگره: ..... ۴۷
- 7-4- وزن تر برگ ..... ۴۹

۵۱	..... 8-4- وزن تر ریشه
۵۵	..... 9-4- وزن خشک برگ:
۵۸	..... 10-4- وزن خشک ریشه:
۶۰	..... 11-4- کاتالاز برگ:
۶۳	..... 12-4- کاتالاز ریشه:
۶۵	..... 13-4- پروکسیداز برگ:
۶۷	..... 14-4- پروکسیداز ریشه
۶۹	..... 15-4- شاخص سبزینگی:
۷۷	..... بحث
۸۰	..... پیشنهادات
81	..... فصل پنجم منابع

## فهرست اشکال

- شکل 4-1) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر درصد سبز شدن گیاهچه های ذرت در شرایط دمای پایین (رشد یافته در ژرمیناتور دمای 14 درجه سانتی گراد)..... 39
- شکل 4-2) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر سرعت سبز شدن گیاهچه های ذرت در شرایط دمای پایین (رشد یافته در ژرمیناتور در دمای 14 درجه سانتیگراد)..... 41
- شکل 4-3) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر طول برگ گیاهچه های ذرت در شرایط دمای پایین (رشد یافته در ژرمیناتور دمای 14 درجه سانتیگراد)..... 44
- شکل 4-4) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر طول برگ گیاهچه های ذرت در شرایط دمای نرمال (رشد یافته در دمای 25 درجه سانتیگراد)..... 45
- شکل 4-5) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر طول ریشه گیاهچه های ذرت در شرایط دمای پایین (رشد یافته در ژرمیناتور در دمای 14 درجه سانتیگراد)..... 46
- شکل 4-6) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر طول اولین میانگره گیاهچه های ذرت در شرایط دمای پایین (رشد یافته در دمای 14 درجه سانتی گراد)..... 48
- شکل 4-7) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر طول اولین میانگره گیاهچه های ذرت در شرایط دمای نرمال (رشد یافته در دمای 25 درجه سانتی گراد)..... 49
- شکل 4-8) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر وزن تر برگ گیاهچه های ذرت در شرایط دمای پایین (رشد یافته در ژرمیناتور در دمای 14 درجه سانتیگراد)..... 50
- شکل 4-9) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر وزن تر برگ گیاهچه های ذرت در شرایط دمای نرمال (رشد یافته در دمای 25 درجه سانتیگراد)..... 51
- شکل 4-10) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر وزن تر ریشه گیاهچه های ذرت در شرایط دمای پایین (رشد یافته در دمای 14 درجه سانتیگراد)..... 52

- شکل 4-12) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر وزن خشک برگ گیاهچه های ذرت در شرایط دمای پایین (رشد یافته در دمای 14 درجه سانتیگراد)..... 57
- شکل 4-13) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر وزن خشک برگ گیاهچه های ذرت در شرایط دمای نرمال (رشد یافته در دمای 25 درجه سانتیگراد)..... 58
- شکل 4-14) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر وزن خشک ریشه گیاهچه های ذرت در شرایط دمای پایین (رشد یافته در دمای 14 درجه سانتیگراد)..... 59
- شکل 4-15) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر وزن خشک ریشه گیاهچه های ذرت در شرایط دمای نرمال (رشد یافته در دمای 25 درجه سانتیگراد)..... 60
- شکل 4-16) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر فعالیت کاتالاز برگ گیاهچه های ذرت در شرایط دمای پایین (رشد یافته در دمای 14 درجه سانتیگراد)..... 61
- شکل 4-17) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر کاتالاز برگ گیاهچه های ذرت در شرایط دمای نرمال (رشد یافته در دمای 25 درجه سانتیگراد)..... 62
- شکل 4-18) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر کاتالاز ریشه گیاهچه های ذرت در شرایط دمای نرمال (رشد یافته در دمای 25 درجه سانتیگراد)..... 64
- شکل 4-19) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر فعالیت پروکسیداز برگ گیاهچه های ذرت در شرایط دمای پایین (رشد یافته در دمای 14 درجه سانتیگراد)..... 65
- شکل 4-20) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر فعالیت پروکسیداز برگ گیاهچه های ذرت در شرایط دمای نرمال (رشد یافته در دمای 25 درجه سانتیگراد)..... 66
- شکل 4-21) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر پروکسیداز ریشه گیاهچه های ذرت در شرایط دمای پایین (رشد یافته در دمای 14 درجه سانتیگراد)..... 68
- شکل 4-22) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر پروکسیداز ریشه گیاهچه های ذرت در شرایط دمای نرمال (رشد یافته در دمای 25 درجه سانتیگراد)..... 69

شکل 4-23) اثر تیمارهای پرایمینگ هورمونی اعمال شده بر شاخص سبزی‌نگی گیاهچه های ذرت در شرایط  
دمای پایین (رشد یافته در دمای 14 درجه سانتیگراد)..... 70

## فهرست جداول

- جدول 3-1): نام کامل تیمارهای بکار رفته در آزمایش و نام اختصاری ..... 32
- جدول 3-2) ترکیبات مورد نیاز برای تهیه 250 ml بافر استخراج ..... 34
- جدول 3-3) مواد مورد استفاده و میزان مورد نیاز برای سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز ..... 35
- جدول 3-4) مواد مورد استفاده و حجم مورد نیاز برای سنجش فعالیت آنزیم پروکسیداز ..... 36
- جدول 4-1) نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ذرت سینگل کراس 704 در دمای 25 درجه سانتیگراد ..... 54
- جدول 4-2) نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ذرت سینگل کراس 704 در دمای 14 درجه سانتیگراد ..... 54
- جدول 4-3) مقایسات اورتوگونال اثر تیمارهای پرایمینگ بر صفات مورد بررسی گیاهچه های ذرت رشد یافته در دمای 25 درجه سانتیگراد ..... 55
- جدول 4-4) مقایسات اورتوگونال اثر تیمارهای پرایمینگ بر صفات مورد بررسی گیاهچه های ذرت رشد یافته در دمای 14 درجه سانتیگراد ..... 55
- جدول 4-5) تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ذرت سینگل کراس 704 در دمای 25 درجه سانتیگراد.. 71
- جدول 4-6) تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ذرت سینگل کراس 704 در دمای 14 درجه سانتیگراد.. 71
- جدول 7) مقایسات اورتوگونال اثر تیمارهای پرایمینگ بر صفات مورد بررسی گیاهچه های ذرت رشد یافته در دمای 25 درجه سانتی گراد ..... 72
- جدول 8) مقایسات اورتوگونال اثر تیمارهای پرایمینگ بر صفات مورد بررسی گیاهچه های ذرت رشد یافته در دمای 14 درجه سانتی گراد ..... 72
- جدول 4-9) همبستگی صفات در دمای 14 درجه سانتی گراد ..... 75
- جدول 4-10) همبستگی صفات در دمای 25 درجه سانتی گراد ..... 76

# فصل اول

## مقدمه



## 1-1- اهمیت بذر

بذر نتیجه نهایی فعالیتهای یک نسل گیاه و همچنین سرآغازی برای نسل جدید می باشد. این عضو گیاه حاوی جنین بوده که گیاهچه کوچکی است و توان رشد و نمو و تبدیل شدن به یک گیاه بالغ را دارد در عین حال این توانایی به علت از دست دادن آب، متوقف شده است. بذرها دو نقش مهم در زراعت و باغبانی دارند. اولاً به عنوان عامل اصلی تکثیر و نقطه شروع برای بسیاری از گیاهان زراعی محسوب می شوند و ثانیاً می تواند محصول نهایی گیاه زراعی باشد که تولید کننده برداشت می کند (رحیمیان و خسروی، 1375).

## 1-2- تنش‌های محیطی و اثرات زیانبار آنها

تنش ها دو نوع هستند: تنشهای زنده که اکولوژی موجودات زنده را تحت تأثیر قرار می دهند مثل بریدن، چرا و عوامل بیماری زا، و تنشهای غیر زنده که هم فیزیولوژی و هم اکولوژی را تحت تأثیر قرار می دهد. تنش های غیر زنده ممکن است شامل اکثر فاکتورهای فیزیوشیمیایی طبیعی مانند دما، آب، شوری و ... باشد. تنش های محیطی معین ممکن است موجودات زنده مختلف را بسته به قابلیت سازگاریشان به طرق مختلفی تحت تأثیر قرار دهد. تنش، اساساً مشابه یک نیروی اعمال شده است. پاسخ به تنش، پاسخ بیولوژیکی منظم موجود زنده معین به انواعی از شرایط تحریک کننده است. پاسخ تنش ممکن است به صورت ناهنجاری های آناتومیک، رفتاری یا فیزیولوژیکی در موجودات زنده مشاهده گردد. تنش، همچنین از وظایف حیاتی سلول ها، بافتها یا اندام های زنده می کاهد تا اینکه در نهایت سبب مرگ آنها شود. پاسخ سلول ها یا بافتها به تنش به شکل اختلالات فیزیولوژیک، آسیب دیدگی یا خسارت نیز نامیده می شود (عیسوند و عشوری، 1389).

تغییر اقلیم پدیده ای است که بر اساس شواهد موجود، از زمان های بسیار دور وجود داشته و اکنون نیز وجود آن بسیار محتمل است. سرعت و ماهیت تغییرات پارامترهای اقلیمی در نیمه دوم قرن بیستم، متفاوت بوده و شتاب بیشتری به خود گرفته و روند آن با گذشته قدری متفاوت شده است (ابراهیمی و همکاران، 1384). فرایند تغییر اقلیم به ویژه تغییرات دما و بارش مهمترین بحث مطرح در قلمرو علوم محیطی می باشد (علیخانی و قویدل رحیمی، 1384). علیرغم اهمیت کلیه پارامترهای آب و هوایی بر رشد و تولید محصولات زراعی، درجه حرارت و بارندگی بیش از سایر پارامترها مورد توجه بوده و تقریباً تمامی روش های طبقه بندی اقلیمی کشاورزی و نیز شاخص های اقلیمی کشاورزی بر پایه این دو متغیر استوار می باشند. در شرایط تغییر

اقلیم، شاخص های اقلیمی کشاورزی نیز تغییر کرده و با ارزیابی تغییر این شاخص ها امکان بررسی واکنش گیاهان زراعی به شرایط اقلیمی آینده میسر خواهد شد (نصیری و کوچکی، 1384).

شرایط اقلیمی در تولید یا عدم تولید محصولات گیاهی هر منطقه نقش بسزایی دارند و در بین عوامل و عناصر اقلیمی، دما نقش مهمی دارد و هر گونه تغییر در آن می تواند باعث بهبود یا نابودی محصول گردد. در بسیاری از گیاهان مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری نظیر پنبه، لوبیاچشم بلبلی، بادام زمینی، ذرت و برنج حساسیت به سرما در 10-15 درجه سانتی گراد خیلی زیاد است (عیسوند و عشوری، 1389). حساسیت به دمای پایین گیاهان جوان ذرت یکی از مهمترین فاکتورهای محدودیت برای گسترش تولید ذرت است. برای گیاهان ذرت حتی دماهای بین 12-15 درجه سانتی گراد ممکن است تنش سرمازدگی را القا کند (Holla *et al.*, 2003).

تنش یا استرس در تعریف عام عبارت است از هر نیرویی که به جسمی وارد می شود که بر اثر آن نیرو تغییراتی در ابعاد جسم به وجود آید که این تغییرات را استرس می گویند. در گیاهان استرس برابر است با تحریکاتی که منجر به برهم خوردن تعادل زیستی گیاه می شود. حالت استرس یا تنش در شرایطی پیش می آید که یک عامل محیطی خارج از حد نرمال بر گیاه اثر گذارد. سرمازدگی یکی از مهمترین استرس های محیطی مؤثر در رشد گیاهان و تولید محصولات زراعی است. تنش سرما (*chilling*) در دماهای بالاتر از صفر و کمتر از صفر فیزیولوژیک گیاه رخ می دهد. این درجه حرارت را بین 0-15 درجه سانتی گراد تقسیم بندی کرده اند که گیاهان حساس به تنش سرما در این محدوده قرار می گیرند. ذرت قادر نیست درجه حرارت زیر یخبندان را تحمل کند و همچنین قادر نیست در درجه حرارت های دائماً پایین (اما بدون یخبندان) رشد کند. ذرت در مراحل گیاهچه ای و بلوغ از یخبندان خسارت می بیند. کشت زودهنگام به منظور افزایش تطابق سطح برگ با دوره انرژی نورانی بالا ممکن است گیاهچه را در معرض یخبندان انتهایی بهار یا شرایط سرد، قرار دهد (راشد محصل و همکاران، 1376). گیاهان گرمسیری اساساً به تنش سرما حساس هستند. شدت تنش سرمازدگی یا با کاهش بیشتر دما و یا با افزایش زمان آن افزایش می یابد زیرا هم مدت زمان تنش و هم شدت آن، از عوامل مهم کنترل خسارت سرما هستند. پاسخ اولیه موجودات زنده به تنش دمای پایین، تغییر قابل برگشت ناشی از سرما در وضعیت فیزیکی غشاء است. تغییر فاز لیپیدهای غشاء از کریستال مایع به ژل، از جمله تغییرات دماگرایی است که در اکثر لیپیدهای غشاء گیاهان حساس به سرمازدگی در اثر دمای پایین رخ می دهد. نقش دیگر لیپیدهای غشاء اثرات تنظیمی است که در آنها از طریق اثرات متقابل لیپید-پروتئین بر آنزیم ها یا پروتئین ها دارند. میزان خسارت ناشی از سرما با تغییرات نامناسب در اجزای سلولی و فعالیت آنزیم های مربوط همبستگی

دارد. فعالیت تعدادی از آنزیم ها نظیر اینورتاز، پلی گالاکتوروناز، آمونیا لیاز، کاتالاز، پیرووات دکربوکسیلاز، الکل دهیدروژناز، PEP کربوکسی کیناز، آمیلاز و ... در اثر اعمال تیمار سرما بر گیاهان و دیگر موجودات افزایش می یابد و بنابراین تغییرات متابولیکی کنترل شونده توسط این آنزیم ها نیز تغییر می کنند (عیسوند و عشوری، 1389). (Kang and Saltveit., (2002) گزارش کرده اند که سرمزدگی سطح اکسیژن آزاد فعال (AOS) را در گیاهان حساس به سرمزدگی افزایش می دهد. معمولاً تنش اکسیداتیو به صورت اختلال در نسبت ترکیبات اکسیدانت و آنتی اکسیدانت که منجر به آسیب به بافت ها و سلول ها می شود تعریف می گردد. تنش اکسیداتیو در زیر حد آستانه، فقط پاسخ های سازگاری را برمی انگیزد ولی بیشتر از آن سبب آسیب به سلولها یا بافت ها خواهد شد. رادیکال های آزاد، گونه های شیمیایی مستقل با یک یا چند الکترون جفت نشده هستند. مشخص شده که تمامی گونه های واکنش پذیر اکسیژن که در سیستم های بیولوژیک تولید می شوند، در واکنش های بسیاری که برای موجودات زنده هوازی لازم و ضروری هستند، شرکت دارند. آنها آسیب جدی به سیستم غشایی وارد ساخته و آن را شدیداً نفوذپذیر می کنند. به دنبال از هم گسیختگی سلول های تحت تنش، محتوی آنها شامل یون های فلزی از جمله آهن خارج شده و می تواند آسیب های ناشی از رادیکال ها را کاتالیز و تشدید نماید. آسیب اکسیداتیو به پروتئین ها، توسط رادیکال های اکسیژن، ممکن است شامل تجزیه، شکستگی ها، قطع اتصالات پروتئین ها و غیر فعال شدن در نتیجه آسیب به ساختارشان باشد. پاسخ سلول در مقابل تنش های اکسیداتیو، در گام اول، سازگاری و احتمالاً استفاده از واکنش های اکسیداسیون-احیاء در خنثی کردن تنش باشد (عیسوند و عشوری، 1389).

### 1-3- ذرت

ذرت پس از گندم و برنج مهمترین ماده غذایی دنیا را تشکیل می دهد. از لحاظ فتوسنتزی گیاهی چهار کربنه است و دامنه سازگاری بالایی دارد (امام، 1383). ذرت نه تنها در حال حاضر یکی از مهمترین غلات در کشاورزی جدید است بلکه در طول تمدن امریکا و در دوران قبل از کشف امریکا نیز غذای اصلی و مهمی بوده است. در مورد محل اولیه ذرت، عقاید مختلفی وجود دارد مهمترین کشف احتمالاً در دهه 1950 بوده است که فسیل دانه های گرده ذرت را در عمق 70 متری در بلاس آتریس واقع در شهر مکزیکی یافتند. کارشناسان قدمت این دانه های گرده را 60 تا 80 هزار سال تخمین زدند. اندازه و شکل این دانه های گرده تا حدودی در مقایسه با دانه های گرده ذرت های جدید قابل تشخیص و تفکیک است و لذا مدارک و اسناد موجود، مکزیکی را مرکز و موطن اولیه ذرت می داند (میرهادی، 1380). این گیاه می تواند در نواحی نسبتاً کم آب با بارندگی سالیانه 20 تا 25 سانتی متر تا جایی که بارندگی سالیانه ممکن است بیش از 400 سانتی متر

باشد رشد کند (راشد محصل و همکاران، 1376). عمده‌ترین محل پراکنش ذرت عرض‌های جغرافیایی 30 تا 55 درجه می‌باشد. مهمترین کشورهای تولید کننده ذرت، امریکای شمالی، چین و امریکای لاتین می‌باشند. بزرگترین صادرکنندگان ذرت را کشورهای امریکای شمالی، فرانسه و آرژانتین و بزرگترین واردکنندگان آن را ژاپن، روسیه و کره جنوبی تشکیل می‌دهند (امام، 1383).

ذرت علاوه بر این که یک محصول دانه‌ای است، یک محصول علوفه‌ای خوب نیز می‌باشد زیرا عملکرد بیوماس آن بالا است و با آسانی می‌توان یک علوفه خوب با کیفیت بالا تولید کرد (راشد محصل و همکاران، 1376). ذرت گیاهی تک‌لپه و یکساله از خانواده گرامینه یا پوآسه است که دارای تنوع فنوتیپی بسیار زیادی است. ارقامی از ذرت با طول ساقه 60 سانتی متر و 7 برگ تا ارقامی با ارتفاع 7 متر و 48 برگ وجود دارد. طول برگ‌ها از 15 تا 30 سانتی متر و عرض آنها از 4 تا 15 سانتی متر متغیر است. این تنوع فنوتیپی زیاد، امکان گزینش فنوتیپ‌های مورد نظر را با ویژگی‌های مطلوب فراهم می‌سازد (امام، 1383). از لحاظ ژنتیکی نیز ذرت دیپلوئید، با ده جفت کروموزوم می‌باشد. تعداد کروموزوم‌های نسبتاً کم همراه با این حقیقت که ذرت را می‌توان با آسانی کشت و دستکاری نمود، سبب شده است مطالعات ژنتیکی بسیار زیادی بر روی این گیاه انجام شود (راشد محصل و همکاران، 1376). دمای پایه برای ذرت 10 درجه سانتی‌گراد و نیاز حرارتی ارقام گوناگون آن بین 1500 تا 2000 درجه روز متفاوت است. دمای بهینه برای جوانه‌زنی ذرت 20-18 درجه و برای رشد رویشی 37-20 درجه سانتی‌گراد می‌باشد همچنین ذرت را بر اساس تاریخ گلدهی به انواع بسیار زودرس (80 تا 90 روزه)، زودرس (90 تا 100 روزه)، متوسط رس (100 تا 110 روزه) و دیررس (110 تا 130 روزه) تقسیم‌بندی می‌کنند (امام، 1383). ذرت را به زیرگونه‌ها یا انواع زیر تقسیم‌بندی کرده‌اند که این طبقه‌بندی در تجارت نیز به کار می‌رود: ذرت سخت (Flint maize)، ذرت دندان اسبی (Dent maize)، ذرت شیرین (Sweet maize)، پاپ کورن (Pop maize)، ذرت آردی (Floury maize)، ذرت غلاف‌دار (Pod maize)، ذرت مومی (Waxy maize) (میرهادی، 1380).