بسم الله الرحمن الرحيم

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه بین المللی امام خمینی

IMAM KHOMEINI
INTERNATIONAL UNIVERSITY

دانشکده فنی و مهندسی

گروه بیوتکنولوژی کشاورزی

مطالعه اثرات سیلیکون در ارقام برنج تحت تنش خشکی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی کشاورزی
گرایش بیوتکنولوژی کشاورزی

دانشجو
فاطمه بیگلری

استاد راهنما
دکتر رحیم حداد

اساتید مشاور
دکتر رامین حسینی
دکتر عباس ستوده نیا

شهریور ماه ۱۳۹۰

تقدیم به آن دو فرشته‌ی مهربانی

پدر و مادرم

و

آن یار دلارام

محمد حسن عزیزم

چکیده

سیلیکون عنصری فراوان در پوسته ی زمین است که نقش آن در افزایش تحمل گیاهان به تنش های محیطی اثبات شده است. با توجه به خشکسالی های پی در پی می بایست به موضوع مقابله با تنش خشکی خصوصا در مناطق کشت برنج توجه ویژه داشت. به همین منظور این آزمایش با هدف بررسی اثرات سیلیکون در افزایش مقاومت به تنش خشکی در ارقام برنج در شرایط گلخانه اجرا شد تا در صورت اثبات نقش مثبت این عنصر در افزایش تحمل به خشکی، بتوانیم از آن در شرایط مزرعه ای نیز استفاده کنیم.

در این پژوهش، اثر سیلیکات سدیم بر فعالیت آنزیم های ضد اکسنده آسکوربات پراکسیداز (APX)، کاتالاز (CAT) ، پراکسیداز (POD)، سوپر اکسید دیسموتاز (SOD) و گوئیکول پراکسیداز (GPX)، محتوای پرولین و گلایسین بتائین، میزان پروتئین محلول کل و میزان رطوبت نسبی در تنش اکسداتیو القا شده به وسیله ی خشکی در دو رقم برنج (*Oryza sativa* L.) بومی به نام های هاشمی (نیمه متحمل) و خزر (حساس) در مراحل مختلف رشدی بررسی شد.

نتایج نشان داد که کاربرد سیلیکون باعث افزایش در محتوی کلروفیل ها، پروتئین، محتوی نسبی آب و همچنین فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت و محتوای اسمولیت ها در مقایسه با تیمارهای شاهد و خشکی می گردد. حضور سیلیکون وضعیت نگهداری محتوی آب نسبی گیاهان تحت تنش خشکی را بهبود بخشید. فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربیت پراکسیداز و نیز اسمولیت های مورد سنجش در رقم خزر بالاتر از رقم هاشمی بود. در حالیکه محتوی کلروفیل های a، b و کل، همچنین محتوی نسبی آب و پروتئین محلول کل و نیز فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت سوپراکسید دیسموتاز و گوئیکول پراکسیداز در رقم هاشمی در سطح بالاتری قرار گرفت. نتایج، وابستگی اثرات سیلیکون به زمان را اثبات نمود و مشخص شد که با ادامه ی زندگی گیاه اثرات آن افزایش می یابد. نظر به افزایش فعالیت آنزیم های ضد اکسنده و نیز تجمع اسمولیت ها در پاسخ به تنش جهت افزایش تحمل گیاه، می توان چنین استنتاج کرد که سیلیکون تحمل به تنش در هر دو رقم خاصیت افزایش دهندگی داشته و بنابراین می توان از تیمار خارجی سیلیکون در جهت دستیابی به محصولی با قدرت تحمل بیشتر به شرایط تنش استفاده کرد.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : کلیات **۱**

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- مبدأ و تاریخچه پیدایش برنج ۳

۱-۳- موارد استفاده گیاه برنج ۳

۱-۳-۱- ترکیبات شیمیایی برنج ۴

۱-۴- مشخصات گیاه شناسی ۴

۱-۵- طبقه بندی برنج ۶

۱-۶- طبقه بندی زراعی برنج ۷

۱-۷- شرایط مناسب برای کشت برنج ۷

۱-۸- تنش خشکی ۸

۱-۹- واکنش های سلولی گیاه به کمبود آب ۹

۱-۱۰- مفهوم مقاومت به خشکی ۱۰

۱-۱۱- مکانیزم های مقاومت به خشکی ۱۰

۱-۱۱-۱- اجتناب از خشکی ۱۱

۱-۱۱-۲- تحمل خشکی ۱۱

۱-۱۱-۳- فرار از خشکی ۱۲

۱-۱۲- تنش اکسیداتیو ۱۲

۱-۱۳- گونه های اکسیژن فعال ۱۳

۱-۱۴-عمل اکسیژن فعال ۱۵

۱-۱۴-۱- خسارت اکسید شدن شدن لیپیدها ۱۵

۱-۱۴-۲- خسارت اکسیده شدن پروتئین ها ۱۶

۱-۱۴-۳- خسارت اکسیده شدن DNA ۱۷

۱-۱۵- مکان تولید اکسیژن فعال در داخل سلول ۱۷

۱-۱۵-۱- کلروپلاست ۱۷

۱-۱۵-۲- میتوکندری ۱۸

۱-۱۵-۳- ریز اندام ها ۱۹

۱-۱۶- سیستم های دفاعی ضد اکسنده ۱۹
۱-۱۶-۱- آنزیم های ضد اکسنده ۲۰
۱-۱۶-۱-۱- آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) ۲۰
۱-۱۶-۱-۲- آنزیم کاتالاز (CAT) ۲۱
۱-۱۶-۱-۳- آنزیم آسکوربیت پراکسیداز (APX) ۲۱
۱-۱۶-۱-۴- آنزیم پراکسیداز (POD) ۲۲
۱-۱۶-۱-۵- آنزیم گلوتاتیون ردوکتاز (GR) ۲۳
۱-۱۶-۲- ضد اکسنده های غیر آنزیمی ۲۳
۱-۱۶-۲-۱- گلوتاتیون ۲۳
۱-۱۶-۲-۲- آسکوربیک اسید ۲۴
۱-۱۷-۲-۳- توکوفرول ها ۲۴
۱-۱۷-۲-۴- ترکیبات فنولیک کاروتنوئیدها ۲۵
۱-۱۷- تنظیم اسمزی ۲۵
۱-۱۷-۱- پرولین ۲۶
۱-۱۷-۲- گلایسین بتائین ۲۷
۱-۱۸- سیلیکون ۲۸
۱-۱۸-۱- مکانیزم های کاهش سمیت فلزی به واسطه سیلیکون ۲۹
۱-۱۸-۲- مکانیزم های افزایش تحمل به تنش خشکی به واسطه سیلیکون ۳۰
فصل دوم : بررسی منابع ۳۱
۲-۱- روابط آبی گیاه ۳۲
۲-۲- تغییرات غلظت کلروفیل در شرایط تنش ۳۴
۲-۳- تغییرات پروتئین محلول کل تحت تأثیر تنش ۳۶
۲-۴- اثرات تنش های اکسیداتیو گوناگون بر سیستم های ضد اکسنده ی گیاهان ۳۷
۲-۵- اثرات تنش خشکی در مرحله جوانه زنی ۴۲
فصل سوم : مواد و روش ها ۴۴
۳-۱-مواد گیاهی ۴۵
۳-۲- بررسی اثرات سیلیکون در مرحله جوانه زنی ۴۶
۳-۳- بررسی اثرات سیلیکون در شرایط گلخانه ۴۸
۳-۳-۱- نحوه ی کشت و اعمال تنش ۴۸

۳-۳-۱-۱- بلوک گچی..... ۴۹
۳-۳-۲- نمونه برداری ۵۰
۳-۳-۳- محتوای نسبی آب برگ ۵۰
۳-۳-۴- استخراج پروتئین محلول کل ۵۱
۳-۳-۵- تعیین غلظت کلروفیل برگی ۵۲
۳-۳-۶- سنجش پروتئین محلول کل ۵۳
۳-۳-۷- سنجش آنزیم های ضد اکسنده ۵۴
۳-۳-۷-۱- کاتالاز (CAT) ۵۵
۳-۳-۷-۱-۱- محاسبه فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) ۵۶
۳-۳-۷-۲- آسکوربیت پراکسیداز (APX)..... ۵۷
۳-۳-۷-۲-۱-محاسبه میزان فعالیت آنزیم آسکوربیت پر اکسیداز ۵۸
۳-۳-۷-۳- پراکسیداز (POD)..... ۵۸
۳-۳-۷-۳-۱- محاسبه میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز ۵۹
۳-۳-۷-۴- سوپراکساید دیسموتاز ۶۰
۳-۳-۷-۴-۱- محاسبه فعالیت آنزیم سوپراکساید دیسموتاز ۶۱
۳-۳-۷-۵- گوئیکول پراکسیداز..... ۶۲
۳-۳-۷-۵-۱- محاسبه فعالیت گوئیکول پراکسیداز..... ۶۳
۳-۳-۸- الکتروفورز پروتئین کل (SDS-PAGE) ۶۳
۳-۳-۸-۱- بافرهای لازم جهت آماده سازی نمونه های پروتئینی ۶۴
۳-۳-۸-۲- ژل جداکننده ی ۱۲/۵٪ ۶۵
۳-۳-۸-۳- ژل متراکم کننده (۴/۵ درصد) ۶۵
۳-۳-۸-۴- آماده سازی ژل SDS-PAGE ۶۶
۳-۳-۸-۵- آماده سازی نمونه های پروتئینی در تجزیه SDS-PAGE ۶۶
۳-۳-۸-۶- الکتروفورز ۶۷
۳-۳-۸-۷- رنگ آمیزی کوماسی آبی ۶۷
۳-۳-۹- الکتروفورز ژل بومی ۶۸
۳-۳-۹-۱- الکتروفورز ژل بومی آنزیم کاتالاز ۶۸
۳-۳-۹-۱-۱- ژل جداکننده (۶٪) ۶۸
۳-۳-۹-۱-۲- ژل متراکم کننده (۴٪) ۶۹

۳-۳-۹-۱-۳- الکتروفورز ۷۰
۳-۳-۹-۱-۴- رنگ آمیزی اختصاصی آنزیم کاتالاز ۷۱
۳-۳-۹-۲- الکتروفورز ژل بومی آنزیم سوپراکساید دیسموتاز ۷۲
۳-۳-۹-۲-۱- ژل جداکننده ۱۰٪ ۷۲
۳-۳-۹-۲-۲- ژل متراکم کننده ۴٪ ۷۲
۳-۳-۹-۲-۳- رنگ آمیزی اختصاصی آنزیم سوپراکساید دیسموتاز ۷۳
۳-۳-۹-۳- الکتروفورز ژل بومی آنزیم آسکوربیت پراکسیداز ۷۴
۳-۳-۹-۳-۱- رنگ آمیزی اختصاصی آنزیم آسکوربیت پراکسیداز ۷۵
۳-۳-۹-۴- الکتروفورز ژل بومی آنزیم پراکسیداز ۷۶
۳-۳-۹-۴-۱- رنگ آمیزی اختصاصی آنزیم پراکسیداز ۷۶
۳-۳-۹-۵- الکتروفورز ژل بومی آنزیم گوئیکول پراکسیداز ۷۷
۳-۳-۹-۵-۱- ژل جداکننده ۱۰٪ ۷۷
۳-۳-۹-۵-۲- ژل متراکم کننده ۵٪ ۷۷
۳-۳-۹-۵-۳- رنگ آمیزی اختصاصی آنزیم گوئیکول پراکسیداز ۷۸
۳-۳-۱۰- سنجش میزان اسمولیت ها ۷۸
۳-۳-۱۰-۱- اندازه گیری میزان پرولین ۷۸
۳-۳-۱۰-۲- اندازه گیری میزان گلایسین بتائین ۸۰
۳-۱۱- تجزیه آماری ۸۱
فصل چهارم : نتایج و بحث ۸۲
۴-۱- بخش اول : بررسی اثرات سیلیکون بر جوانه زنی بذور برنج تحت تنش خشکی..... ۸۳
۴-۱-۱- نتایج تجزیه واریانس شاخص های مرتبط با جوانه زنی ۸۳
۴-۱-۱-۱- نتایج تجزیه واریانس درصد جوانه زنی..... ۸۳
۴-۱-۱-۲- نتایج تجزیه واریانس سرعت جوانه زنی..... ۸۳
۴-۱-۱-۳- نتایج تجزیه واریانس شاخص سرعت جوانه زنی..... ۸۴
۴-۱-۱-۴- نتایج تجزیه واریانس میانگین زمان جوانه زنی..... ۸۴
۴-۱-۱-۵- نتایج تجزیه واریانس زمان تا ۱۰٪ جوانه زنی..... ۸۴
۴-۱-۲- جمع بندی..... ۸۵
۴-۲- بخش دوم : اثر عوامل پراکندگی تیمار، مرحله رشدی و رقم بر میزان پروتئین و فعالیت..... ۸۹
۴-۲-۱- نتایج تجزیه واریانس کل آزمایش ۸۹

۴-۲-۲-۱- نتایج تجزیه واریانس میزان آب نسبی برگ ۸۹
۴-۲-۲-۲- نتایج تجزیه واریانس میزان کلروفیل های a، b و کل..... ۹۱
۴-۲-۲-۳- نتایج تجزیه واریانس میزان پروتئین محلول کل ۹۱
۴-۲-۲-۴- نتایج تجزیه واریانس میزان آنزیم کاتالاز ۹۱
۴-۲-۲-۵- نتایج تجزیه واریانس میزان آنزیم سوپراکساید دیسموتاز..... ۹۲
۴-۲-۲-۶- نتایج تجزیه واریانس میزان آنزیم آسکوربیت پراکسیداز ۹۲
۴-۲-۲-۷- نتایج تجزیه واریانس میزان آنزیم پراکسیداز ۹۲
۴-۲-۲-۸- نتایج تجزیه واریانس میزان آنزیم گوئیکول پراکسیداز ۹۲
۴-۲-۱-۹- نتایج تجزیه واریانس محتوی اسمولیت پرولین..... ۹۳
۴-۲-۱-۱۰- نتایج تجزیه واریانس محتوی اسمولیت گلایسین بتائین..... ۹۳
۴-۲-۲- اثر تیمارهای شاهد، سیلیکون-خشکی و خشکی بر روی صفات مورد بررسی..... ۹۳
۴-۲-۲-۱- میزان آب نسبی برگ..... ۹۳
۴-۲-۲-۲- میزان کلروفیل a، b و کل ۹۴
۴-۲-۲-۳- میزان پروتئین محلول کل..... ۹۵
۴-۲-۲-۴- فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز ۹۶
۴-۲-۲-۵- فعالیت ویژه آنزیم سوپراکساید دیسموتاز ۹۷
۴-۲-۲-۶- فعالیت ویژه آنزیم آسکوربیت پراکسیداز ۹۸
۴-۲-۲-۷- فعالیت ویژه آنزیم پراکسیداز ۹۸
۴-۲-۲-۸- میزان فعالیت ویژه آنزیم گوئیکول پراکسیداز ۹۹
۴-۲-۲-۹- میزان پرولین ۱۰۰
۴-۲-۲-۱۰- میزان گلایسین بتائین ۱۰۰
۴-۲-۳- اثر تیمارهای شاهد، سیلیکون-خشکی و خشکی بر روی دو رقم..... ۱۰۱
۴-۲-۳-۱- میزان آب نسبی برگ..... ۱۰۱
۴-۲-۳-۲- میزان کلروفیل a، b و کل ۱۰۲
۴-۲-۳-۳- میزان پروتئین محلول کل..... ۱۰۴
۴-۲-۳-۴- فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز ۱۰۴
۴-۲-۳-۵- فعالیت ویژه آنزیم سوپراکساید دیسموتاز ۱۰۵
۴-۲-۳-۶- فعالیت ویژه آنزیم آسکوربیت پراکسیداز ۱۰۶
۴-۲-۳-۷- فعالیت ویژه آنزیم پراکسیداز ۱۰۷

۴-۲-۳-۸- میزان فعالیت ویژه آنزیم گوئیکول پراکسیداز ۱۰۷
۴-۲-۳-۹- بررسی میزان تنظیم کننده های اسمزی..... ۱۰۸
۴-۲-۳-۹-۱- میزان پرولین ۱۰۸
۴-۲-۳-۹-۲- میزان گلایسین بتائین ۱۰۹
۴-۲-۴- اثر تیمارهای شاهد، سیلیکون-خشکی و خشکی در مراحل مختلف رشد رویشی به تفکیک ارقام مورد بررسی..... ۱۱۰
۴-۲-۴-۱- میزان آب نسبی برگ..... ۱۱۰
۴-۲-۴-۲- میزان کلروفیل a، b و کل ۱۱۱
۴-۲-۴-۳- میزان پروتئین محلول کل..... ۱۱۲
۴-۲-۴-۴- فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز ۱۱۳
۴-۲-۴-۵- فعالیت ویژه آنزیم سوپراکساید دیسموتاز ۱۱۴
۴-۲-۴-۶- فعالیت ویژه آنزیم آسکوربیت پراکسیداز ۱۱۵
۴-۲-۲-۷- فعالیت ویژه آنزیم پراکسیداز ۱۱۵
۴-۲-۲-۸- میزان فعالیت ویژه آنزیم گوئیکول پراکسیداز ۱۱۶
۴-۲-۵- همبستگی میان صفات ۱۱۷
۴-۲-۶- بحث ۱۱۹
۴-۲-۷- جمع بندی کلی..... ۱۳۰
پیشنهادها **۱۳۲**
منابع ۱۳۳
ضمائم ۱۴۸
چکیده ی انگلیسی ۱۵۲

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۱- گلدان های پلاستیکی حاوی نمونه های شاهد..... ۴۹
شکل ۴-۱- تغییرات درصد جوانه‌زنی در اثر تیمار سیلیکون و خشکی (صفر، ۶- و ۹- بار) ... ۸۷
شکل ۴-۲- تغییرات سرعت جوانه‌زنی در اثر تیمار سیلیکون و خشکی (صفر، ۶- و ۹- بار)... ۸۷
شکل ۴-۳- تغییرات زمان موردنیاز برای جوانه‌زنی ۱۰٪ و ۵۰٪ بذور ۸۸
شکل ۴-۴- تغییرات محتوای نسبی آب برگ در تیمار شاهد، سیلیکون-خشکی و خشکی.. ۹۴
شکل ۴-۵- تغییرات پروتئین محلول در اثر تیمار شاهد، سیلیکون و خشکی ۹۵
شکل ۴-۶- تغییرات میزان کلروفیل (a، b و کل) در اثر تیمار شاهد، سیلیکون و خشکی..... ۹۶
شکل ۴-۷- تغییرات فعالیت آنزیم CAT در اثر تیمار شاهد، سیلیکون و خشکی ۹۷
شکل ۴-۸- تغییرات فعالیت آنزیم SOD در اثر تیمار شاهد، سیلیکون و خشکی ۹۷
شکل ۴-۹- تغییرات فعالیت آنزیم APX در اثر تیمار شاهد، سیلیکون و خشکی ۹۸
شکل ۴-۱۰- تغییرات فعالیت آنزیم POD در اثر تیمار شاهد، سیلیکون و خشکی ۹۹
شکل ۴-۱۱- تغییرات فعالیت آنزیم GPX در اثر تیمار شاهد، سیلیکون و خشکی..... ۹۹
شکل ۴-۱۲- تغییرات محتوای پرولین در تیمارهای شاهد، سیلیکون و خشکی..... ۱۰۰
شکل ۴-۱۳- تغییرات محتوای گلایسین بتائین در تیمارهای شاهد، سیلیکون و خشکی.... ۱۰۱
شکل ۴-۱۴- تغییرات محتوای نسبی آب برگ در رقم حساس و متحمل ۱۰۲
شکل ۴-۱۵- تغییرات کلروفیل (a، b و کل) در رقم حساس و متحمل ۱۰۳
شکل ۴-۱۶- تغییرات محتوای پروتئین محلول در رقم حساس و متحمل ۱۰۴
شکل ۴-۱۷- تغییرات فعالیت آنزیم CAT در رقم حساس و متحمل ۱۰۵
شکل ۴-۱۸- تغییرات فعالیت آنزیم SOD در رقم حساس و متحمل ۱۰۶
شکل ۴-۱۹- تغییرات فعالیت آنزیم APX در رقم حساس و متحمل..... ۱۰۶
شکل ۴-۲۰- تغییرات فعالیت آنزیم POD در رقم حساس و متحمل..... ۱۰۷
شکل ۴-۲۱- تغییرات فعالیت آنزیم GPX در رقم حساس و متحمل ۱۰۸
شکل ۴-۲۲- تغییرات محتوی پرولین در رقم حساس و متحمل..... ۱۰۹
شکل ۴-۲۳- تغییرات محتوی گلایسین بتائین در رقم حساس و متحمل..... ۱۰۹
شکل ۴-۲۴- تغییرات محتوای نسبی آب برگ در مراحل رشدی مختلف ۱۱۰
شکل ۴-۲۵- تغییرات محتوای کلروفیل a در مراحل رشدی مختلف ۱۱۱

شکل ۴-۲۶- تغییرات محتوای کلروفیل b در مراحل رشدی مختلف ۱۱۲
شکل ۴-۲۷- تغییرات محتوای کلروفیل کل در مراحل رشدی مختلف ۱۱۲
شکل ۴-۲۸- تغییرات محتوای پروتئین محلول در مراحل رشدی مختلف ۱۱۳
شکل ۴-۲۹- تغییرات فعالیت آنزیم CAT در مراحل رشدی مختلف ۱۱۴
شکل ۴-۲۹- تغییرات فعالیت آنزیم SOD در مراحل رشدی مختلف ۱۱۵
شکل ۴-۳۰- تغییرات فعالیت آنزیم APX در مراحل رشدی مختلف ۱۱۵
شکل ۴-۳۱- تغییرات فعالیت آنزیم POD در مراحل رشدی مختلف ۱۱۶
شکل ۴-۳۲- تغییرات فعالیت آنزیم GPX در مراحل رشدی مختلف ۱۱۶

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱- مشخصات زراعی ارقام مورد آزمایش..... ۷۹
جدول ۴-۱- میانگین مربعات صفات مورد بررسی در آزمایش جوانه‌زنی ۷۹
جدول ۴-۲- میانگین مربعات تجزیه واریانس محتوای نسبی آب برگ، پروتئین کل و ۸۷
جدول ۴-۳- همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در تیمار شاهد ۱۲۳
جدول ۴-۴- همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در تیمار سیلیکون ۱۲۳
جدول ۴-۵- همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در تیمار خشکی ۱۲۴

فصل اول

مقدمه و کلیات

مقدمه

تنش خشکی، یکی از مهمترین تنش هاست که به شدت عملکرد گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار می دهد. برنج ماده غذایی بسیار مهمی در امنیت غذایی ایران و جهان است، به طوری که سهم آن در تامین کالری روزانه مردم جهان به نقل از فائو، بیشتر از ۲۰ درصد است. این خود اهمیت عرضه و تقاضای برنج را در دنیایی که در مسیر جهانی شدن اقتصاد و آزادسازی تجارت حرکت می کند یا سعی می کند تجارت جهانی محصولات کشاورزی را ممکن سازد، نشان می دهد. به ویژه این که قاره آسیا ۹۰ درصد از تولید و مصرف برنج را به خود اختصاص داده است. سیلیکون هنوز به عنوان یک عنصر ضروری متداول برای گیاهان مورد بررسی قرار نگرفته است، که تا حدی به خاطر عدم درک درست نقش آن در بیولوژی گیاهی می باشد. اخیراً در پژوهش های صورت گرفته به اثرات مفید و حاصلخیزی آن اشاره شده است، به ویژه در زمان بروز تنش های محیطی که با افزایش در فعالیت آنزیم های ضد اکسنده و بالا رفتن محتوای اسمولیت ها، نقش مهمی را در ایجاد تحمل به تنش های زنده و غیر زنده در گیاهان ایفا می کند. این ماده همچنین با کاهش در میزان کاربرد علف کش ها و مواد سمی مانع از آلودگی محیط زیست از اثرات مضر ناشی از استعمال سموم کشاورزی ناشی می شود. در تحقیقاتی که تا کنون در رابطه با نقش سیلیکون و اثرات آن صورت گرفته است، اثر افزایشی آن در رشد گیاه اثبات شده است. همچنین در بسیاری از موارد با تحریک رشد، افزایش در فعالیت آنزیم های ضد اکسنده و کاهش میزان گونه های اکسیژن فعال در سلول های گیاهی موجب حفاظت گیاه در برابر تنش های محیطی می شود. امروزه با توجه به گرم شدن تدریجی کره زمین و خشکسالی های پی در پی سعی بر آن است تا با استفاده از عناصری نظیر سیلیکون با خاصیت بهبود روند ضد اکسندگی برخی آنزیم ها در مزارع برنج، مقاومت این محصول را در برابر تنش خشکی بهبود بخشند. به همین منظور این آزمایش با هدف بررسی اثرات سیلیکون در افزایش مقاومت به تنش خشکی در ارقام برنج در شرایط گلخانه اجرا شد تا نقش ضد اکسندگی این عنصر، بر روی فعالیت آنزیم های ضد اکسنده کاتالاز، سوپر اکسید دیسموتاز، آسکوربیت پراکسیداز، پراکسیداز و گوئیکول پراکسیداز مورد مطالعه قرار گیرد. همچنین از آنجا که پرولین و گلایسین بتائین از جمله اسمولیت های آلی مهم بوده که در بسیاری از گونه های گیاهی در واکنش به استرس های محیطی از قبیل خشکی، شوری، دماهای بالا، اشعه UV و فلزات سنگین تجمع می یابند، لذا توجه به راهکارهایی جهت افزایش میزان تولید این مواد در شرایط تنش ضروری می باشد. در این بررسی به مطالعه اثرات سیلیکون بر روی محتوی پروتئین، کلروفیل، رطوبت نسبی برگ و فعالیت آنزیم های ضد اکسنده پرداختیم تا در صورت اثبات نقش موثر این عنصر بتوان جهت استفاده از آن در شرایط مزرعه ای گام های جدیدی برداشت.

۱-۲- مبدا و تاریخچه پیدایش برنج

برنج قدیمی ترین گیاهی است که از هند و چین منشأ گرفته و بعد از گندم مهمترین غله پر مصرف در جهان محسوب می شود. برنج حدود ۵۰۰۰ سال است که در چین و هندوستان کشت می شود. این گیاه از آسیای صغیر، قاره اروپا و آفریقا گسترش یافت. سالیان بعد از آسیا به ژاپن، سبلان و دیگر نقاط استوایی کره زمین راه یافت و در قرن هفتم میلادی مصریان نیز شروع به کشت آن کردند. برنج محصول فصل گرم بوده و هم اکنون نیز غذای بیش از نیمی از مردم مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری را تامین می کند. به علت محدود بودن زمین های قابل استفاده در زراعت برنج، تولید آن از طریق افزایش محصول در واحد سطح مد نظر قرار می گیرد (اخوت و وکیلی، ۱۳۷۶). نیاز آبی این گیاه از سایر غلات بیشتر است و مقدار آن تابع عوامل متعدد نظیر رقم، اقلیم و حتی نوع کشت می باشد. کمبود منابع آبی و پایین بودن راندمان آبیاری در مزارع برنج، لزوم استفاده بهینه و افزایش بهره وری از منابع موجود را می طلبد. این محصول یک سوم سطح زیر کشت غلات دنیا را اشغال کرده است و تأمین کننده ۲۵ تا ۶۰ درصد کالری ۲/۷ میلیارد نفر از جمعیت جهان می باشد. امروزه بیش از ۹۰ درصد برنج دنیا در آسیا تولید و مصرف می شود. برنج، گیاهی است که نسبت به دیگر گیاهان تحت آبیاری، بیشترین سطح زیر کشت را دارا است. بیش از ۸۰ درصد منابع آب شیرین در قاره آسیا برای اهداف کشاورزی مورد استفاده قرار می گیرد که نیمی از کل این آب صرف تولید برنج می شود (دیو[1] و همکاران، ۲۰۰۵).

۱-۳- موارد استفاده ی گیاه برنج

برنج علاوه بر مصرف خوراکی بسیاری از مردم در کشورهای آسیایی از جمله ایران، در صنایع الکل گیری، پارچه بافی (برای آهار پارچه) و تهیه نشاسته نیز مصرف می گردد. به علاوه کاه برنج برای

1. Dawe *et al.*

غذای دام ها، پوشش سقف خانه ها و کندوج به کار رفته و ساقه های آن نیز در صنعت کاغذسازی و صنایع دستی جهت تهیه حصیر، کلاه و سایر لوازم مصرف می شود. دانه های ریز و به اصطلاح خرده برنج نیز در تغذیه پرندگان مورد استفاده قرار می گیرد و حتی در داروسازی نیز از این گیاه استفاده می گردد. همچنین از پوست دانه های برنج هم، برای خوراک و تهیه بستر حیوانات می توان استفاده نمود (خدابنده، ۱۳۷۹).

۱-۳-۱- ترکیبات شیمیایی برنج

ترکیبات شیمیایی، نشاسته، پروتئین، لیپید، خاکستر، مواد معدنی، فیبری و مقدار رطوبت در کیفیت غذایی برنج مانند کیفیت پخت و خوراکی تاثیر دارد. ترکیبات شیمیایی برنج با سایر غلات زیاد تفاوت ندارد. ترکیبات شمیایی گیاهی دانه برنج براساس نوع رقم، شرایط محیطی و عملیات زراعی متفاوت است. شلتوک یا همان پوسته بیرونی دانه و برنج قهوه ای دارای ترکیبات شیمیایی بیش تر از برنج سفید هستند.

۱-۴- مشخصات گیاهشناسی

برنج گیاهی از تیره غلات و جنس Oryza است. و نوع زراعتی و اساسی آن *O. Sativa* است که در آسیا، اروپا و امریکا کشت می گردد. جنس اوریزا دارای بیست گونه با تعداد کروموزوم پایه ۱۲ می باشد. این جنس شامل گونه های دیپلوئید و تتراپلوئید است که در شش گروه ژنومی طبقه بندی می گردد. گونه ساتیوا به سه زیر گونه ی جاوانیکا[1]، جاپونیکا[2] و ایندیکا[3] طبقه بندی می شود (ارزانی، ۱۳۷۸).

1. Javanica
2. Japonica
3. Indica

تیپ ایندیکا: مخصوص کشت در نواحی گرمسیری بوده و عمدتا در هندوستان کشت می گردد. در برابر ریزش دانه حساس می باشد. دانه های آنها دراز و باریک بوده و دارای ساقه های بلند و ضعیف است.

تیپ جاپونیکا: دارای انواع معتدله، با ساقه ها و برگ های کوتاه، مقاوم به دمای پائین، پنجه دهی متوسط، دانه های گرد و کوتاه با محتوی آمیلوز اندک می باشد که دانه ها را در هنگام پخت به صورت چسبنده در می آورد.

تیپ جاوانیکا: پابلند با ساقه های ضخیم و برگ های محکم و پهن، پنجه دهی کم، باسنبله های بلند، مقاوم به ریزش و دانه های گرد و بلند است (ارزانی، ۱۳۷۸).

برنج گیاهی یکساله، علفی و خود گشن بوده و بین صفر تا ۳ درصد دگرگشنی دارد. گرده افشانی تقریباً هم‌زمان با باز شدن گلها در شرایط طبیعی روی می‌دهد. دمای مطلوب برای گرده افشانی در حدود ۳۱ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد است. خشکی و دمای پایین می‌تواند روی گرده افشانی اثر منفی داشته باشد (اخوت و وکیلی، ۱۳۷۶).

گل آذین در برنج بصورت پانیکول بوده و فرق آن با گل آذین سنبله در این است که در پانیکول هر سنبلک دارای دم باریک و بلندی می‌باشد. برنج بر خلاف سایر غلات که ۳ تا ۴ پرچم دارند دارای ۶ پرچم است. همچنین دارای یک مادگی بوده که حاوی یک تخمدان می‌باشد. کلاله نیز دو شاخه و پردار است. در اطراف هر گل دو برگ بنام پوشینه[1] وجود دارد که یکی لما[2] و دیگری پالئا[3] نامیده می‌شود (ارزانی، ۱۳۷۸).

ریشهٔ برنج سطحی و افشان بوده و حداکثر در عمق ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متری خاک نفوذ می‌نماید. از آنجا که ریشه برنج هم تار کشنده و هم ریشه فرعی دارد، لذا به طور طبیعی سازگاری ریشه ی این گیاه بیشتر با زمین‌هایی است که اکسیژن محلول در آنها اندک می باشد.

1. Glumelle
2. Lemma
3. Palea

ساقهٔ برنج بندبند و تو خالی بوده و در فواصل مختلف روی ساقه بین ۱۰ الی ۲۰ گره وجود دارد. قدرت تولید پنجه در برنج بسیار بالاست بطوری که هر بوته برنج معمولاً قادر به تولید ۴ تا ۵ پنجه می باشد (خدابنده، ۱۳۷۹)

۱-۵- طبقه بندی برنج

برنج های مورد کشت در نقاط مختلف ایران از جهات مختلف طبقه بندی گردیده اند که از مهمترین آنها می‌توان به گرده، صدری و چمپا اشاره کرد. از تیپهای اصلاح نژاد شده و پر محصول نیز می توان از سفیدرود و خزر را نام برد.

گروه برنج های صدری: از مرغوب ترین برنج ها است. بسیار طویل و دانه بلند بوده و طول دانه آنها بیش از ۷ میلیمتر است. این گروه از برنج ها پخت بسیار خوبی داشته، اما در مقایسه با برنج های چمپا و گرده محصول کمتری دارند.

گروه برنج چمپا: طول دانه کوتاه تر از صدری بوده و درحدود ۵ میلیمتر می باشد. اما در مقابل آفات و بیماری مقاوم تر از صدری است و عملکرد آن نیز بیشتر است.

گروه برنج های گرده: این برنج ها از نظر تجاری و خصوصیات پخت و طعم ارزش کمتری دارند. دانه هایش گرد و عملکرد ان بیشتر از ارقام ذکر شده می باشد. نسبت به عوامل نا مساعد و بیماری ها و آفات نیز مقاوم هستند (یزدی صمدی و عبدمیشانی، ۱۳۷۵).

بررسی ها نشان می دهد ارقام ایرانی از تیپ ایندیکا بوده ولی برخی خصوصیات تیپ جاوانیکا را نیز نشان می دهند (صالحی، ۱۳۶۶).