بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی
گروه زراعت و اصلاح نباتات

مطالعه فرآیند جوانه‌زنی بذور عدس و نخود تحت تنش شوری با استفاده از سیستم آنالیز تصویری

اساتید راهنما :
دکتر رئوف سید شریفی
دکتر رسول اصغری زکریا

اساتید مشاور :
دکتر اسماعیل چمنی
دکتر محمد صدقی

توسط:
فائزه بلالی

تیر ۱۳۹۰

تقدیم به

تنها سرمایه‌های زندگیم:

پدر و مادر بزرگوار، مهربان و فداکارم

به رسم بوسه‌ای بر دستانشان
و به پاس عاطفه سرشارشان

و نازنین برادرانم

مهدی و حامد

به پاس حریم رافتشان

تقدیر و تشکر

من لم یشکر مخلوق لم یشکر خالق

خداوند متعال را شاکرم که در تمامی لحظات یاری گر این حقیر بوده و همیشه چشم به راه لطف بی پایان او برای ادامه راهم می‌باشم. حال که به مدد پروردگار توفیق اتمام پایان نامه نصیبم شد بر خود لازم می‌دانم از تمامی عزیزانی که در این تحقیق یاریم فرمودند، تشکر و قدردانی کنم.

از صمیم قلب، از سر اخلاص و بدون اغراق، از زحمات بی‌دریغ و راهنمایی‌های ارزشمند اساتید راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر رئوف سید شریفی و جناب آقای دکتر رسول اصغری زکریا که با صبر و حوصله فراوان در تمامی مراحل این تحقیق یاریم نمودند و همواره از محضرشان کسب علم نمودم کمال تشکر و قدردانی را دارم.

مراتب امتنان و سپاس خود را نثار اساتید مشاور خود جناب آقای دکتر اسماعیل چمنی و جناب آقای دکتر محمد صدقی می‌نمایم که در جریان این تحقیق و طی دوران تحصیل در محضرشان کسب علم نموده و از انوار افکار شایسته‌شان بهره برده‌ام.

خالصانه‌ترین و سبزترین سپاس خود را نثار پدر و مادر عزیز و مهربانم می‌نمایم که وجود مقدسشان همیشه آرام بخش روح و روانم بوده و هست و لحظه‌های سرافزایم را مدیون دست‌های پر مهر آنان می‌باشم.

از برادران مهربان و نازنینم که در همه حال مشوق و پشتیبان من بودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

بر خود لازم می‌دانم از تمامی دوستان عزیزم، خانم مهندس مریم حقیقت حور، خانم مهندس فاطمه احمدپور و خانم مهندس خاطره همتی که خواهرانه یاریم دادند و محبت کلامشان و یاری دستانشان، امید بخش دوران تحصیلم بود تشکر و قدردانی کنم. از دیگر دوستان، همکلاسی‌ها و عزیزانی که مجالی برای بردن نام تک تک این عزیزان نیست و من شرمسار محبت‌هایشان هستم، سپاسگزارم.

چشم به راه فرصتی برای جبران محبت‌ها و یاری‌های بی منت تمامی این بزرگواران هستم...

فهرست مطالب

عنوان ..... **صفحه**

فصل اول : مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- جوانه زنی..... ۴

۱-۱-۱- الگوی جوانه زنی..... ۴

۱-۱-۲- عوامل موثر بر جوانه زنی ۴

۱-۱-۳- فعالیت آنزیمی ۶

۱-۱-۴- مکانیسم‌های بیوشیمیایی جوانه زنی بذر..... ۷

۱-۱-۵- هورمونهای گیاهی تحریک کننده جوانه زنی..... ۷

۱-۱-۶- عوامل شیمیایی خارجی..... ۷

۱-۳- تنش های محیطی ۸

۱-۳-۱- انواع تنشهای محیطی..... ۸

۱-۳-۲- اهمیت مطالعه تنش شوری..... ۸

۱-۳-۳- اثر تنش شوری بر گیاه..... ۹

۱-۳-۴- اثر تنش شوری بر مرحله جوانه زنی..... ۱۲

۱-۳-۵- مکانیسم های مقاومت گیاهان به شوری..... ۱۵

۱-۴- تکنیک آنالیز تصویری و اهداف این سیستم..... ۱۶

۱-۵- معرفی و کاربر نرم افزار Image J..... ۲۱

۱-۶- حبوبات..... ۲۲

۱-۶-۱- گیاه شناسی عدس..... ۲۲

۱-۶-۲- نخود ۲۳

اهداف پژوهش..... ۲۴

فصل دوم : مواد و روش ها

۲-۱- مواد گیاهی..... ۲۷

۲-۲- اجرای آزمایش..... ۲۷

۲-۲-۱- آنالیز تصاویر ۲۷
۲-۲-۲- روش محاسبه مساحت ومحیط بذر ۲۸
۲-۲-۳- روش محاسبه رنگ بذر ۲۸
۲-۲-۴- روش محاسبه طول ریشه چه و ساقهچه ۲۸
۲-۳- اندازه گیری نسبت سدیم و پتاسیم ۳۰
۲-۴- محاسبه های آماری ۳۰
فصل سوم : نتایج و بحث
۳-۱- تجزیه رگرسیونی تغییرات مساحت و محیط بذور عدس طی زمان جذب آب در سطوح شوری ۳۲
۳-۱-۱- مساحت بذر و درصد افزایش آن نسبت به مقدار اولیه ۳۲
۳-۱-۲- محیط بذر و درصد افزایش آن نسبت به مقدار اولیه ۳۵
۳-۱-۳- تجزیه رگرسیونی تغییرات طول ریشهچه و ساقهچه در طی زمان در سطوح شوری ۴۷
۳-۱-۴- منحنی های رگرسیونی مولفههای رنگ بذر طی فرآیند جوانه زنی در سطوح مختلف شوری ۵۵
۳-۲- تجزیه رگرسیونی تغییرات مساحت و محیط بذور نخود و درصد افزایش آن نسبت به مقدار اولیه طی فرآیند جوانه زنی در سطوح شوری ۶۷
۳-۲-۱- مساحت بذر و درصد افزایش آن نسبت به مقدار اولیه ۶۷
۳-۲-۲- تغییرات محیط بذر و درصد افزایش آن نسبت به مقدار اولیه ۷۵
۳-۲-۳- تجزیه رگرسیونی صفت طول ریشه چه و ساقه چه در طی زمان در سطوح مختلف شوری ۸۲
۳-۳-تاثیر سطوح مختلف شوری و مدت زمان اعمال تنش بر مقادیر سدیم و پتاسیم بذر ۹۵
۳-۳-۱- نتایج تجزیه واریانس ۹۵
۳-۳-۲- مقایسه میانگین صفت مقدار Na دو ژنوتیپ عدس در سه زمان مختلف در سطوح شوری ۹۶
۳-۳-۳- مقایسه میانگین مقدار پتاسیم دو ژنوتیپ عدس در سه زمان مختلف در سطوح شوری ۹۸
۳-۳-۴- مقایسه میانگین نسبت Na/K دو ژنوتیپ عدس در سه زمان در سطوح شوری ۹۹
۳-۳-۵- مقایسه میانگین صفت مقدار سدیم دو ژنوتیپ نخود در سه زمان در سطوح شوری ۱۰۱
۳-۳-۶- مقایسه میانگین صفت مقدارپتاسیم نخود در سطوح شوری و زمان ۱۰۲
۳-۳-۷- مقایسه میانگین صفت Na/K دو ژنوتیپ نخود در سطوح شوری در سه زمان ۱۰۳

۳-۴- نتایج حاصل از بررسی مولفه های جوانه زنی بذور عدس و نخودتحت شرایط شوری.....۱۰۳
۳-۴-۱- مقایسه میانگین مولفه های جوانهزنی در سطوح مختلف شوری در عدس.....۱۰۶
۳-۴-۲- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی دو ژنوتیپ نخود در سطوح مختلف شوری.....۱۰۸
۳- نتیجه گیری.....۱۱۱
۳- پیشنهادها.....۱۱۲
منابع.....۱۱۳

نام خانوادگی دانشجو: بلالی نام: فائزه

عنوان پایان‌نامه: مطالعه فرآیند جوانه‌زنی بذور عدس و نخود تحت تنش شوری با استفاده از سیستم آنالیز تصویری

اساتید راهنما: دکتر رئوف سید شریفی و دکتر رسول اصغری زکریا

اساتید مشاور: دکتر اسماعیل چمنی و دکتر محمد صدقی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی کشاورزی گرایش: علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه: محقق اردبیلی

دانشکده: کشاورزی تاریخ فارغ‌التحصیلی: ۱۳۹۰/۴/۸ تعداد صفحه: ۱۲۵

کلید واژه‌ها: آنالیز تصویری، تنش شوری، جذب آب، فرآیند جوانه‌زنی، بذور عدس و نخود، تغییرات یونی

چکیده: به منظور بررسی فرآیند جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در بذور عدس و نخود تحت شرایط شوری از سیستم آنالیز تصویری استفاده شد. در این آزمایش دو ژنوتیپ عدس ILL ۱۶-۱۲-۲۳۷ و ILL ۱۷-۱۷-۳۳۰ و دو ژنوتیپ نخود ILC ۵۳۳–۴۱ از تیپ دسی و هاشم از تیپ کابلی مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. برای ایجاد تنش شوری، از چهار محلول با سطوح شوری صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار نمک طعام (NaCl) استفاده شد. عکسبرداری از مراحل جذب آب، جوانه‌زنی و رشد گیاهچه به وسیله دوربین متصل به کامپیوتر تا ۷۸ ساعت پس از شروع آزمایش هر دو ساعت یکبار انجام گرفت. بعد از انتقال تصاویر به محیط فتوشاپ و مرتب کردن عکس‌ها، آنالیز تصاویر توسط نرم‌افزار Image J انجام شد و تغییرات رنگ، مساحت و محیط طی زمان جذب آب ، زمان ظهور ریشه-چه و ساقه‌چه و میزان رشد گیاهچه، اندازه گیری گردید و تغییرات آنها در طول زمان به صورت منحنی‌های رگرسیونی رسم شد. مشاهده شد که با افزایش سطوح شوری مرحله دوم جذب آب طولانی‌تر از مرحله اول گردید و جوانه‌زنی و ظهور ریشه-چه و ساقه‌چه در این بذور به تعویق افتاد. با افزایش غلظت نمک، مقدار تغییرات رنگ بذر کمتر می‌شود ولی در بذور واقع در شرایط بدون تنش تغییرات رنگ بیشتر و رنگ بذر روشنتر می‌باشد. دو ژنوتیپ مورد بررسی گیاه عدس به شوری ۱۵۰ میلی-مولار حساس می‌باشند به طوری که در این دو ژنوتیپ در این سطح شوری ساقه‌چه ظاهر نشد. در بین دو ژنوتیپ نخود نیز رقم هاشم حساس‌تر بود. اندازه‌گیری مقادیر سدیم و پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم بذور تحت سطوح مختلف شوری در سه زمان ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت نشان داد که با افزایش مدت زمان مواجهه با تنش شوری، تجمع یون سدیم در بذر بیشترمی-شود. میزان پتاسیم نیز همگام با افزایش غلظت نمک در محیط، افزایش می‌یابد و نسبت پایین Na^+/K^+ ملاک برتری آن رقم در محیط مورد آزمایش تعیین گردید

.

مقدمه

بذر یک واحد زایشی است که به عنوان سر رشته حیات از طریق جوانه‌زنی بقای گونه‌ها را حفظ می‌کند. علاوه بر آن به دلیل نقش بذر در استقرار بوته، جوانه‌زنی بذر به عنوان عامل کلیدی در کشاورزی نوین اهمیت خود را حفظ کرده است. بنابراین درک بنیادین از جوانه‌زنی و عوامل موثر و مخرب بر این عامل زیستی، برای تولید حداکثر در گیاهان زراعی ضرورت دارد. از عوامل محیطی که جوانه‌زنی و آغاز زندگی گیاهچه‌ای را بیشتر از عوامل دیگر تحت تاثیر قرار می‌دهد شوری خاک می‌باشد (اکرم قادری و همکاران، ۱۳۸۷).

بررسی‌های مختلف در رابطه با تاثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی بذور گیاهان مختلف نشان داده است که بیشترین تاثیر نامطلوب شوری در مرحله جوانه‌زنی بذر بوده واین فرآیند را از جنبه‌های مختلف مثل درصد و سرعت به‌شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد. در شوری‌های بالاتر، جوانه‌زنی متوقف می‌شود (گوتیرز بوئم و لاوادو، ۱۹۹۶؛ مر و همکاران، ۲۰۰۰). مرحله جوانه‌زنی در تعیین تراکم بوته در واحد سطح اهمیت زیادی دارد. تراکم کافی زمانی بدست می‌آید که بذرهای کاشته شده به‌طور کامل و با سرعت کافی جوانه بزنند (باقری کاظم آباد و همکاران، ۱۳۶۷). بنابراین تعیین مرحله‌ای از جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه که بیشترین حساسیت را در مقابل تنش شوری نشان می‌دهند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. در اواخر سال ۱۹۹۸، تکنیک آنالیز تصویری جهت بررسی فرآیند جوانه‌زنی به‌کار برده شد (مکدونالد، ۱۹۹۸). با استفاده از این تکنیک علاوه بر مشاهده بهتر مراحل مختلف رشد گیاه، اثر فاکتورهای محیطی تاثیرگذار در هر مرحله مشاهده و مقدار و میزان تاثیر با پردازش کامپیوتری اعداد محاسبه می‌شود (برد فورد، ۱۹۹۶). این روش در شرایط جوانه‌زنی متفاوت مثل تنش شوری، خشکی و رژیم‌های متفاوت دمایی کاربرد دارد و مراحل زوال بذر، تغییرات شکل بذر، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه از زمان ایجاد برآمدگی در بذر تا مراحل پیشرفته‌تر را اندازه‌گیری می‌کند (دل آکوئیلا و همکاران، ۲۰۰۰).

با شناختن مراحل حساس رشدی گیاه به شوری و میزان شوری مخرب و با کم کردن یا برطرف کردن اثر شوری در این مراحل، می‌توان به نتیجه مطلوب در تولیدات کشاورزی دست یافت. مشکل کمبود مواد غذایی بویژه مواد پروتئینی هم اکنون در بسیاری از نقاط جهان در مرحله بحرانی است و افزایش سریع جمعیت دنیا روز به روز بر نگرانی‌های موجود می‌افزاید به طوری که قسمتی از فعالیت‌ها در بالا بردن سطح کیفی تولیدات مواد غذایی می‌باشد (آلبایراک و همکاران، ۲۰۰۶ و ورنر و نیوتن، ۲۰۰۵).

حبوبات با دارا بودن ۱۸ تا ۳۲ درصد پروتئین بعنوان دومین منبع مهم غـذایی انسـان پـس از غـلات بشمار می‌رود (صادقی‌پور، ۱۳۸۰). در بسیاری از کشورهای جهان اکثر مردم برای تامین پـروتئین مـورد نیاز خود از حبوباتی نظیر نخود، عدس، لوبیا و ماش استفاده می‌کننـد (سـلطانی و همکـاران، ۲۰۰۱). در ایران نخود و عدس در بین حبوبات بیشترین اهمیت و سطح زیر کشت را دارا می‌باشند. نخود اولین لگوم دانه‌ای است که بطور گسترده در ایران کشت می‌شـود (بـاقری و همکـاران، ۱۳۷۸). از طرفـی عـدس بـا داشتن۲۸/۵ درصد پروتئین از نظر ارزش غذایی جایگزین خوبی برای گوشـت مـی‌باشـد و کـاه و بقایـای ناشی از کوبیدن آن ارزش غذایی زیادی برای دام دارد. با وجـود سـطح زیـر کشـت زیـاد، ایـن دو لگـوم دانه‌ای از عملکرد پایینی برخوردار هستند. پتانسیل پایین عملکرد ارقـام نخـود و عـدس را مـی‌تـوان بـه کارگیری محدود نهاده‌های کشاورزی و عدم اتخاذ روش‌های مناسب تولید نسبت داد. عامل مهم دیگـری که سبب کاهش تولید و نوسانات دایمی و یا موقتی در عملکرد آنها می‌شود حساسیت ارقـام موجـود بـه تنش‌های محیطی مثل خشکی و شوری می‌باشد که بسته به زمان وقوع و طـول دوره مـی‌توانـد موجـب تغییرات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی متعددی در گیاه شود. در این مطالعه با توجه به اهمیت جوانه‌زنی و اثر شوری بر مراحل این فرآیند، سعی شده است با استفاده از سیسـتم آنـالیز تصـویری مراحـل مختلـف جوانه‌زنی بذور عدس و نخود و تاثیر شوری بر آن شناسایی و با پردازش کـامپیوتری مـورد ارزیـابی قـرار گیرد.

فصل اول

مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

۱-۱- جوانه‌زنی

تعاریف مختلفی برای جوانه‌زنی پیشنهاد شده است که درک تفاوت‌های بین آن‌ها مهم می‌باشد. در فیزیولوژی بذر، جوانه‌زنی معادل خروج ریشه‌چه از پوسته بذر در نظر گرفته می‌شود. متخصصان تجزیه بذر، جوانه‌زنی را به صورت ظهور و توسعه ساختارهای ضروری از جنین تعریف کرده‌اند که نشان دهنده توانمندی بذر در تولید یک گیاه طبیعی در شرایط مطلوب می‌باشد (AOSA, ۲۰۰۰). برخی دیگر جوانه زنی را از سرگیری رشد فعال جنین می‌دانند که منجر به ایجاد شکاف در پوسته و ظهور گیاهچه می‌شود (آمن، ۱۹۶۸).

۱-۱-۱- الگوی جوانه‌زنی

جوانه‌زنی فرآیندی است که از چندین مرحله متوالی تشکیل شده است. هر یک از این مراحل می‌تواند تحت تاثیر عوامل محیطی یا درونی متوقف شود و یا با سرعت بالایی انجام گیرد که نتیجه آن استقرار کامل گیاهچه سالم و در نهایت درصد سبز یکنواخت در مزرعه خواهد بود. بسیاری از بذرها توالی خاصی از رویدادها را طی جوانه‌زنی تجربه می‌کنند. مهم‌ترین این رویدادها به ترتیب جذب آب، فعالیت آنزیمی، شروع رشد جنین، شکافتن پوسته بذر و سبز شدن گیاهچه می‌باشد (اکرم قادری و همکاران، ۱۳۸۷).

۱-۱-۲- عوامل موثر بر جوانه‌زنی

آب، دما و تهویه مناسب برای جوانه‌زنی بذرهای رسیده‌ای که در حالت خواب نیستند ضرورت دارد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۷). فرآیند جوانه‌زنی با جذب آب توسط بذر خشک شروع و با ظهور نوک ریشه-چه در سطح بذر به اتمام می‌رسد (بیولی، ۱۹۹۷). به‌طور معمول این مرحله، جوانه‌زنی قابل مشاهده نام-گذاری شده است (دل آکوئیلا و همکاران، ۲۰۰۰). جذب آب اولین مرحله جوانه‌زنی می‌باشد و اولین رخداد کلیدی است که بذرها را از یک موجود زنده خشک، ساکن و دارای رکود به از سرگیری رشد جنین هدایت می‌کند. بنابراین، یک سری اتفاقات منظم از قبیل افزایش سریع جذب آب، فعالیت آنزیمی

و از سر گیری رشد جنین مشاهده می‌شود (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۷). وجود یک الگوی سه مرحله‌ای جذب آب طی فرآیند جوانه‌زنی در اکثر بذرها به اثبات رسیده است. مرحله اول از فرآیند جذب آب آبنوشی[1] بذر نام دارد (فاز I). طی این مرحله بذرهای زنده و مرده هر دو آب جذب کرده و متورم می‌شوند. مقدار آب جذب شده به ترکیب شیمیایی بذر بستگی دارد. پروتئین‌ها، موسیلاژها و پکتین‌ها، کلوئیدی و آب دوست بوده و بیشتر از نشاسته آب جذب می‌کنند. این مرحله از فرایند جذب آب بسرعت تکمیل می‌شود و عوامل محیطی نامساعد اثر اندکی بر سرعت انجام این مرحله دارد. طی این مرحله مساحت بذر به‌شدت افزایش می‌یابد (اکرم قادری و همکاران، ۱۳۸۷). در مطالعه‌ای که توسط دل آکوئیلا (۲۰۰۵) برای مطالعه تاثیر دما بر فرآیند جوانه‌زنی بذور کلم و تربچه انجام گرفت، نشان داده شد که در محدوده دمایی ۱۰ تا $35^{\circ}c$ تفاوت معنی‌داری در سرعت انجام مرحله اول فرآیند جذب آب وجود ندارد. وی چنین نتیجه‌گیری نمود که وقتی بذور در محیط مرطوب در حد ظرفیت زراعی مزرعه قرار می‌گیرند آب جذب می‌کنند و در این راستا تنها عامل اصلی، وجود آب در محیط و ترکیبات داخلی بذر می‌باشد.

مرحله دوم از فرآیند جذب آب مرحله تاخیری[2] نامیده می‌شود (فاز II). در این مرحله جذب آب به کندی صورت می‌گیرد و از نظر ظاهری افزایش اندکی در مساحت و وزن بذر دیده می‌شود ولی از نظر متابولیکی بذر بسیار فعال می‌باشد. عوامل نامساعد محیطی تاثیر زیادی بر این مرحله دارند. این مرحله به وسیله تغییرات کم در محتوای آب در نمودار سه مرحله‌ای قابل تشخیص می‌باشد. این مرحله در تعیین زمان ظهور ریشه‌چه کاربرد دارد. طول این فاز به وسیله شرایط غیر نرمال جوانه‌زنی مثل تنش آبی، دماهای بالا و یا پایین می‌تواند بیشتر و یا با بهبود عوامل محیطی کمتر شود (بردفورد، ۱۹۹۶).

پایان مرحله دوم و شروع مرحله سوم با ظهور برجستگی ریشه‌چه و افزایشی سریع در مساحت بذر، قابل تشخیص می‌باشد.

از نظر مقدار رطوبت، ظرفیت زراعی برای جوانه‌زنی مطلوب می‌باشد. هر چه رطوبت مزرعه به طرف نقطه پژمردگی کاهش یابد سرعت جوانه‌زنی آهسته‌تر می‌گردد. اگر میزان آب کمتر از حد مطلوب باشد، جذب آب به‌طور کامل صورت نگرفته و جوانه‌زنی افت محسوسی کرده یا متوقف می‌شود (اکرم قادری و همکاران، ۱۳۸۷).

1- Imbibition
2- Lag phase

ترکیب محیط کشت، بخصوص میزان مواد محلول، مقدار آب موجود را تحت تاثیر قرار می‌دهد. رایـان (۱۹۷۳) دریافت که افزایش غلظت اسمزی، میزان آب قابل دسترس را در طول فاز دوم جذب آب کاهش می‌دهد اما یون‌های بخصوصی چون سدیم و منیزیم بیش ازسایر عوامل، جوانه‌زنی را تحت تاثیر قرار می-دهند. صرفنظر از عمل جذب آب، خروج ریشه‌چه شامل فرآیندهای آنزیمی متعددی از نوع کاتابولیسـم و آنابولیسم است که وجود آب را برای شروع این مرحله الزامی می‌سازد.

۱-۱-۳- فعالیت آنزیمی

به محض جذب آب توسط بذر، تغییرات محسوسی در متابولیسم آن رخ می‌دهد. فعالیت آنزیم‌ها طـی مراحل I و II جذب آب شروع می‌شود. طی مرحله II، بذر بسیاری از فرآیندهای لازم برای جوانه زنـی را تجربه می‌کند. در طی این مرحله افزایش تنفس و تراوش عناصر از بذرهای آبگیری شده منجر به کاهش وزن خشک می‌شود. سرانجام در مرحله III طویل شدن ریشه مشاهده می‌شود. ریشه‌هـا در ایـن مرحلـه کارکرد خود را بدست می‌آورند و مسئول افـزایش جـذب آب در مرحلـه III مـی‌باشـند (اکـرم قـادری و همکاران، ۱۳۸۷).

فعال شدن یا سنتز آنزیم‌ها در مرحله II جذب آب، سبب تجزیه بافت‌های ذخیره‌ای می‌شود. هدف از این تجزیه کمک به انتقال عناصر از بافت ذخیره‌ای در لپه‌ها یا آندوسپرم به نقاط رشد و آغاز واکنش‌های شیمیایی است که ترکیبات تجزیه شده را برای ساخت مواد جدید به‌کار می‌گیرند. به طور معمول اولـین آنزیم‌هایی که در طی مرحله II توسط بذر فعال می‌شوند در تجزیه کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، پروتئین‌ها و ترکیبات فسفردار دخالت دارند (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۷).

در فاز II افزایش وزن به حداقل می‌رسد. عوامل نامساعد محیطی به ویژه تنش شوری و اثرات اسمزی با تاثیر منفی بر ساخت و فعالیت آنزیم‌ها و پروتئین‌ها و دخالت در میزان جذب اندک آب باعث

طولانی شدن این مرحله و به تعویق افتادن جوانه‌زنی می‌شود (دل آکوئیلا و همکاران، ۲۰۰۰). کاتمب و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که در شرایط وجود تنش شـوری، تجمـع یـون‌هـای سـدیم و کلـر در سلول، منجر به تغییر در فعالیت پروتئین‌ها شده و درصد بذرهای جوانه‌زده کاهش می‌یابـد. آن‌هـا خـاطر نشان کردند که یون‌های کلر و سدیم با اعمال اثر بازدارندگی بر فعالیت بعضی از آنزیم‌ها، جوانه‌زنی را بـه طور منفی متاثر می‌نمایند.

۱-۱-۴- مکانیسم‌های بیوشیمیایی جوانه‌زنی بذر

بر اساس مدل آمن (۱۹۶۸)، جوانه‌زنی به واسطه عوامل بازدارنده و تحریک کننده کنترل می‌شود. هنگامی که غلظت بازدارنده‌ها به لحاظ فیزیولوژیکی بیش از تحریک کننده‌ها باشد رکود مشاهده می‌شود و جوانه‌زنی متوقف می‌گردد. محرکی مثل نور یا دما برای کاهش یا غیر فعال کردن میزان بازدارنده‌ها در بذر لازم است. یک ماده محرک جوانه‌زنی مثل اسید جیبرلیک قادر به اعمال اثر افزایشی است و به واسطه خنثی نمودن اثر بازدارنده‌ها جوانه‌زنی شروع می‌شود.

جیبرلین‌ها سنتز جدید آنزیم‌های هیدرولیز کننده مانند α-آمیلاز و ریبونوکلئاز را افزایش داده، β-آمیلازها را فعال نموده و نشاسته را هیدرولیز می‌کنند و بدین ترتیب سوبسترای لازم جهت تامین انرژی مورد نیاز برای جوانه‌زنی فراهم می‌شود (اکرم قادری و همکاران، ۱۳۸۷).

۱-۱-۵- هورمون‌های گیاهی تحریک کننده جوانه‌زنی

هورمون‌های گیاهی، محرک فرآیندهای اصلی جوانه‌زنی می‌باشند. نقش چندین هورمون رشد در فرآیند جوانه‌زنی به خوبی شناخته شده است:

۱- جیبرلین‌ها آنزیم‌های هیدرولیتیک را فعال می‌کنند.

۲- سایتوکینین‌ها تقسیم سلول را تحریک می‌کنند که سبب ظهور ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود.

۳- اکسین‌ها از طریق کمک به طویل شدن غلاف ریشه‌چه و ساقه‌چه و نیز به وسیله فعال کردن زمین گرایی (جهت صحیح رشد ریشه و ساقه بدون توجه به جهت استقرار بذر) رشد را افزایش می‌دهند.

۱-۱-۶- عوامل شیمیایی خارجی

برخی از عوامل شیمیایی سبب تحریک جوانه‌زنی بعضی از گونه‌ها در محیط کشت می‌شوند که بهتر است این مواد را به‌عنوان محرک جوانه‌زنی و نه مواد لازم برای جوانه‌زنی در نظر گرفته شود (اکرم قادری و همکاران، ۱۳۸۷). بعضی از مواد شیمیایی که برای تحریک جوانه‌زنی استفاده می‌شود عبارت است از (کوپلند، ۱۹۶۷):

۱- نیترات پتاسیم (KNO_3) که به‌طور مرتب در آزمایش‌های جوانه‌زنی به‌خصوص برای بذور گیاهان چمنی و بذور فتوبلاستیک به کار می‌رود

۲- تیواوره یا $CS(NH_2)_2$ که کاربرد زیادی ندارد، ولی در بعضی گونه‌ها سبب تحریک جوانه‌زنی می‌شود. این ماده نمی‌تواند جایگزین نیازهای نوری و دمایی را گردد.

۳- آب اکسیژنه یا پراکسید هیدروژن (H_2O_2) که بر روی بذر بعضی از لگوم‌ها و گوجه‌فرنگی موثر است (کوپلند، ۱۹۶۷).

۴- اتیلن (C_2H_4) که سبب تحریک جوانه‌زنی در بعضی از گونه‌ها و افزایش قطر محور گیاهچه در حال جوانه‌زنی می‌شود. خواب بذر و شکستن آن توسط اتیلن بسته به نوع رقم، متغیر است.

۵- جیبرلین‌ها که می‌توانند تا حدودی جایگزین نور و سرما در بذرهای فتوبلاستیک شود. این دسته از مواد شیمیایی باعث تسریع جوانه‌زنی بذور می‌شوند.

۱-۳- تنش‌های محیطی

تنش از جنبه زیست شناختی به هرگونه انحراف از حد مطلوب عوامل محیطی موثر که توان بالقوه صدمه زدن به موجود زنده را داشته باشد، گفته می‌شود (قاسمی گلعذانی و همکاران، ۱۳۷۶).

۱-۳-۱- انواع تنش‌های محیطی

تنش‌های محیطی را اغلب به دو دسته عمده تنش‌های زیستی و غیر زیستی تقسیم می‌کنند. تنش‌های نوع اول شامل رقابت علف‌های هرز، حمله آفات و بیماری‌ها به گیاهان است. تنش‌های نوع دوم به پنج دسته تقسیم می‌شوند. از بین آن‌ها تنش‌های خشکی، شوری و دماهای بالا و پایین در سطح جهان گسترده‌تر

بوده و بیشتر مورد مطالعه قرار گرفته است (سرمدنیا، ۱۳۷۲).

۱-۳-۲- اهمیت مطالعه تنش شوری

در حدود ۷ درصد از کل سطح زمین‌های دنیا تحت تاثیر نمک بوده و بیش از ۲۳ درصد کل زمین‌های قابل کشت دنیا متاثر از شوری هستند. شوری خاک و آب‌های کم کیفیت و شور، مشکلات جدی در تولید محصولات کشاورزی در سطح جهان ایجاد کرده است و مدیریت غلط در بهره‌برداری از منابع خاک و آب اغلب موجب گسترش شوری ثانویه می‌گردد. بنابراین، درک نوع خسارت ناشی از انواع املاح که خود حاصل ترکیب کاتیون‌ها و آنیون‌های متفاوت هستند از اهمیت بسزایی برخوردار است. جوامع کشاورزی- روستایی متاثر از مشکل شوری خاک از لحاظ اقتصادی دچار بحران هستند (میر محمدی میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱).

بیش از یک سوم خاک‌های شور دنیا در قاره آسیا یافت می‌شود و کشورهای بسیار کمی در این قاره وجود دارند که با مشکل شوری مواجه نباشند. خاک‌های شور و قلیایی در مناطق خشک و نیمه خشک ایران توسعه یافته و سطحی معادل ۱۲/۵ درصد از کل سطح کشور را پوشش می‌دهند. بخش عمده مناطق شور کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر در سال باران دریافت می‌کنند.

۱-۳-۳- اثر تنش شوری بر گیاه

به‌طور کلی اثر ناشی از تنش شوری بر گیاهان به سه دسته تقسیم می‌شود (خان و اشرف ۱۹۸۸):

۱- اثر اسمزی شوری بر گیاهان

۲- اثر سمیت یون‌ها بر گیاهان

۳- اثرات غیر مستقیم شوری بر گیاهان (اختلال در جذب برخی از عناصر غذایی).

دو دسته معیار گزینش برای افزایش تحمل به شوری شناخته شده است:

الف- معیارهای زراعی که در این راستا می‌توان به میزان افت جوانه‌زنی بذور در شرایط شوری، میزان کاهش رشد و تولید عملکرد، صدمات برگی، تداوم بقا، ارتفاع گیاه و در نهایت مقدار هدایت الکتریکی که در تولید بیوماس یا عملکرد دانه ایجاد می‌شود، اشاره کرد (علیزاده، ۱۳۸۲).

ب- معیارهای فیزیولوژیک که می‌توان به آنالیز شیمیایی بافت‌های گیاه برای شناخت اثرات ویژه یونی، تجزیه و تحلیل نسبت Na^+/K^+ در اندام‌های گیاهی، تعیین میزان دفع یون‌های Na^+ و Cl^-، بررسی پراکنش نمک در بافت‌های گیاهی و در نهایت بررسی تجمع برخی از مواد تنظیم کننده اسمزی مانند تجمع پرولین، گلایسین و اسموتین اشاره کرد (نوبل و راجرز، ۱۹۹۲).

در بین نسبت‌های یونی که اختلال در آن‌ها می‌تواند به عدم تعادل تغذیه‌ای و در نهایت ممانعت از رشد گیاه منجر شود، نسبت K^+/Na^+ دارای اهمیت زیادی است که اغلب در تحمل شوری غیر هالوفیت‌ها مهم جلوه می‌کند. اگر چه نسبت پایین K^+/Na^+ در سیتوپلاسم، متابولیسم را مختل می کند، این نسبت در اندام‌های هوایی یا برگ‌ها با تحمل شوری بسیاری از گونه‌ها مانند پنبه، گندم، سورگوم و برنج همبستگی نشان داده است. در سطح سلولی نیز نسبت K^+/Na^+ در کالوس با تحمل شوری مرتبط می‌باشد.

مانز و ترمات (۱۹۸۶) طبق بررسی‌هایی که بر کاهش عملکرد تحت تنش شوری انجام دادند، اظهار داشتند که علت خسارت شوری، افزایش یون‌ها و یا کمبود آب است. همچنین اعلام داشتند که کمبود آب مورد نیاز برای توسعه بافت‌ها، مسئول کاهش رشد می‌باشد. کاهش رشد بیشتر ناشی از افزایش

میزان جذب یون‌ها و بالا رفتن محتوای یونی و همچنین قندها تحت شرایط شـور اسـت. محـدود شـدن محتوای یونی دربافت‌های در حال توسعه باعث محدود شدن جذب آب و کاهش توسعه سلول می‌گـردد. کمبود آب به واسطه محتوای یونی محدود کننده رشد می‌باشد.

وقتی گیاه در یک محیط شور که پتانسیل آب آن کاهش یافته قرار می‌گیرد، دیگر گیاه قادر به جذب آب از محیط نبوده و در اثر تجمع نمک در گیاه یک نوع تطابق اسمزی با محیط دارای پتانسیل آب کـم ایجاد می‌گردد (ساتکلیف و بیکر، ۱۹۸۱).

کلر یکی از آنیون‌های غالب در خاک‌های شور می‌باشد و حضور آن به مقدار فراوان نـه تنهـا بـه طـور مستقیم موجب سمیت گیاه می‌گردد بلکه موجب بهم خوردن تعادل (نسبت) میان عناصر غذایی موجود در محلول خاک و گیاه می‌گردد. سمیت ناشی از کلر معمولاً به‌صورت زرد شدن برگ‌ها ظاهر مـی‌گـردد (مانز، ۲۰۰۲).

برخی از اثرات نامطلوب میزان بالای یون سدیم خاک در نتیجه کمبود دیگر مواد غـذایی و یـا در اثـر متقابل با دیگر فاکتورهای محیطی مثل خشکی است که اثرات سمیت سدیم را تشدید می‌کنـد (سـیلبر بوش و بن اشر، ۲۰۰۱). کیینگسبری و اپتین (۱۹۸۶) در مطالعه اثر یون‌های مختلف بر رشد گندم اظهار داشتند که اثرات سمی، ناشی از وجود یون سدیم است. مشخص شده اسـت کـه آنـزیم‌هـای مـرتبط بـا مسیرهای اصلی انرژی از قبیل گلیکولیز در تمام گیاهان، به شوری حساس است و این نمی‌تواند متـاثر از فشار اسمزی باشد (بلوم،۱۹۸۸). لئوپولد و ویلینگ (به نقل از قلی‌پوری، ۱۳۸۰) معتقدند که NaCl بر اثر تخریب کمپلکس‌های فتو فسفریلاسیون و صدمه به غشای کلروپلاست بر روی فتوسنتز تاثیر مـی‌گـذارد. تنش شوری مراحل مختلف رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از طرفی حساسیت گیاه بـه شـوری در طول فصل رشد به‌طور دایم در حال تغییر می‌باشد. حساس‌ترین مرحله رشد از نظر تنش شوری در اکثر گونه‌های گیاهی، مراحل اولیه رشد می‌باشد و بیشتر پژوهش‌های مربـوط در ایـن زمینـه نیـز در همـین مرحله از رشد انجام گرفته است (ذکری و پرسونز، ۱۹۹۰).

پاسترنک و همکاران (۱۹۸۵) کشت ذرت با استفاده از آب شور و تنـاوب آن بـا آب معمـولی را مـورد بررسی قرار داد. وی اعلام داشت که گونه‌های مختلف گیاهان فقط در دوره کوتاهی از رشد و نمو خود به شوری حساس هستند و کاربرد آب شور در خارج از این دوره موجبات استفاده بهینه از آب را فراهم می-آورد.

چنانچه گیاه در خاک استقرار یابد با گذشت زمان و در مراحل بعدی رشد، به شوری مقاوم‌تر می‌شود. بنابراین اگر گیاه بتواند مرحله گیاهچه تا رشد اولیه را در یک خاک شور با موفقیت پشت سر گذاشته و در آن استقرار یابد با افزایش سن، تحمل آن به شوری افزایش خواهد یافت (بهی زیره، ۲۰۰۷). تنش شوری مرحله گیاهچه‌ای را همانند مراحل دیگر تحت تاثیر قرار داده و پارامترهای رشدی نظیر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه و سطح برگ را کاهش می‌دهد. معمول‌ترین و آشکارترین اثر شوری، تاخیر در رشد است.

نخستین مشخصه آسیب گیاه از شوری به صورت کوچک ماندن گیاه ظاهر می‌شود. سرانجام گیاه بتدریج جوانه‌های خود را از دست می‌دهد به‌طوری که رشد آن متوقف می‌شود. کاهش در اندازه گیاه، کوتیکول ضخیم‌تر، کاهش تعداد روزنه در واحد سطح و تسریع در لیگنینی شدن ساقه و ریشه از علایم تنش شوری می‌باشد. رنگ برگ‌ها نیز در شوری‌های پایین‌تر به سبز تیره تمایل پیدا می‌کند و در موارد شدیدتر نکروز و پژمردگی ظاهر می‌شود (پلات و هر، ۱۹۸۵).

بیشتر سبزی‌ها در گروه گیاهان حساس به شوری قرار دارند و در بسیاری از سبزی‌های رشد یافته تحت تاثیر تنش شوری، علایم عدم تعادل مواد غذایی و کمبود دیده می‌شود (برنستین و همکاران، ۱۹۷۴).

مطالعات جعفری (۲۰۰۱) روی ژنوتیپ‌های پنبه نشان داده است که آن‌ها در شرایط تنش شوری بازده و محصول متفاوتی داشته، با افزایش شوری کاهش قابل ملاحظه‌ای در میزان رشد و عملکرد نشان می‌دهند.

بعضی از غلظت‌های نمک می‌توانند رشد ریشه‌ها را تحریک کند، در صورتی‌که از رشد ساقه جلوگیری می‌نمایند. محققان دریافتند که طول ریشه در نخود در شوری ۱۲۰ میلی‌مولار NaCl، ۴۰ تا ۵۰ روز بعد از اعمال این تنش نسبت به شاهد افزایش می‌یابد، اما بعد از یک دوره کاهش پیدا می‌کند. در همه حالات شوری در دراز مدت مانع رشد ریشه و توزیع مواد غذایی معدنی به گیاه می‌شود (میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱).

مطالعات انجام یافته در ارتباط با اثر تنش شوری بر خصوصیات زراعی گیاهان، حاکی از اثر منفی و کاهنده شوری بر میزان وزن تر و خشک بخش هوایی و سیستم ریشه‌ای گیاهان است (اشرف، ۲۰۰۱).

۱-۳-۴- اثر تنش شوری بر مرحله جوانه‌زنی

شوری می‌تواند تاثیر معنی دار روی گسترش فرآیندهایی که در یک مرحله خاص اتفاق می‌افتند، داشته باشد. شوری عموماً جوانه‌زنی بذرهای اکثر گیاهان زراعی را کاهش داده و به تاخیر می‌اندازد. اثر شوری در خاک‌های با رطوبت پایین‌تر نسبت به خاک‌های با رطوبت بالاتر بیشتر است زیرا مکش خاک و فشار اسمزی اثرهای زیان آور خیلی شدید وارد می‌کند (صبوری،۱۳۸۳).

الگوی حساسیت گیاهان به شوری در مرحله جوانه‌زنی کمی پیچیده است. حتی بسیاری از گیاهان حساس به شوری می‌توانند در غلظت زیاد املاح خاک با موفقیت جوانه بزنند. این موضوع برای پنبه توسط کورت و همکاران (۱۹۸۶) نشان داده شده است. برعکس برخی از گیاهان متحمل یا نیمه متحمل به شوری در مرحله جوانه زنی به شوری بسیار حساس می‌باشند (کنت و لاچلی، ۱۹۸۵). گزارش‌ها حاکی از آن است که شوری باعث کاهش درصد جوانه‌زنی و تاخیر در سبز شدن گیاهچه در گیاهان زراعی از جمله کلزا و لوبیا (گراتان و گریو، ۱۹۹۹)، و نخود (اشرف و وحید، ۱۹۹۲) می‌گردد. با این حال، واکنش همه ارقام به شوری یکسان نبوده و از نظر تحمل شوری، تنوع ژنتیکی به چشم می‌خورد (قلی پوری، ۱۳۸۰).

مطالعات مختلف در رابطه با اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی بذور گیاهان مختلف نشان داده است که فرآیند جوانه‌زنی از ابعاد مختلف مانند درصد و سرعت جوانه‌زنی به‌شدت تحت تاثیر قرار گرفته و حتی در شوری‌های بالاتر، جوانه‌زنی متوقف می‌شود (گوتیرز بوئم و لاوادو، ۱۹۹۶.، مر و همکاران، ۲۰۰۰).

در بررسی اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی ارقام نخود که توسط بهبودیان و همکاران (۱۳۸۴) انجام شد، نشان داده شد که تنش شوری درصد و سرعت جوانه‌زنی کلیه ارقام را کاهش می‌دهد. طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، تعداد ریشه‌های جانبی، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه از سطح شوری صفر تا ۶ دسی‌زیمنس بر متر افزایش نشان می‌دهد و سپس با زیاد شدن غلظت نمک در محیط این صفت کاهش می‌یابد. مطالعات انجام شده بر روی جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های مختلف عدس در سطوح مختلف شوری نیز نشان داد که با افزایش شوری، درصدجوانه‌زنی تمامی ارقام به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (اشرف و وحید، ۱۹۹۰).

نتایج مشابهی در خصوص کاهش رشد در لاین‌های مختلف عدس (شریعت جعفری، ۱۳۷۶) و اسپرس (باقری کاظم آباد و همکاران، ۱۳۶۷) در شرایط تنش شوری گزارش شده است.

علت کاهش درصد جوانه‌زنی و سرعت سبز کردن گیاهچه در شرایط واجد تنش شوری به اثرات اسمزی و همچنین به سمیت یون‌های ویژه نسبت داده شده است (گراتان و گریو، ۱۹۹۹). در تایید این