بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه بیرجند
دانشکده کشاورزی
گروه زراعت و اصلاح نباتات

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر

عنوان

اثر بیوپرایم بذر با باکتری‌های ریزوسفری تولیدکننده آنزیم ACC-دی‌آمیناز بر رشد ارقام گندم تحت تنش شوری

استادان راهنما:

دکتر محمدقادر قادری

دکتر غلامرضا زمانی

استاد مشاور:

دکتر مجید جامی‌الاحمدی

نگارش:

رضوان نادری

پاییز ۱۳۹۲

اظهارنامه

اینجانب ..... دانشجوی دوره دکتری/ کارشناسی ارشد رشته .....
دانشکده..... دانشگاه بیرجند، نویسنده رساله / پایان‌نامه .....
---------- تحت راهنمایی ..... متعهد می‌شوم:

- تحقیقات در این رساله/پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در این رساله/ پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه بیرجند می‌باشد و مقالات مستخرج از آن با نام « دانشگاه بیرجند » و یا « University of Birjand » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی رساله / پایان نامه اثرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از رساله/ پایان نامه رعایت و از افزودن نام افراد غیر مرتبط پرهیز خواهد شد.
- در کلیه مراحل انجام این رساله/ پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آن) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این رساله/ پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.
- عدم رعایت موارد فوق توسط اینجانب تخلف محسوب شده و دانشگاه بیرجند حق پیگیری موضوع را از طریق مجاری قانونی خواهد داشت.

تاریخ
امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه‌ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه بیرجند می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در رساله/ پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.

تقدیم به مقدستترین واژه ها در لغت نامه ی قلبم،

مادر مهربانم که زندگیم را مدیون مهر و عطوفت او می دانم

پدر، مهربانی مشفق، بردبار و حامی

همسرم که نشانه لطف الهی در زندگی من است

خواهرانم، همراهان همیشگی و پشتوانه های زندگیم

تشکر و سپاس

«من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق»

«الحمدلله علی ما عرّفنا من نفسه، و الهمنا من شکره، و فتح لنا من ابواب العلم بربوبیّته، و دلّنا علیه من الاخلاص له فی توحیده، و جنّبنا من الالحاد والشّکّ فی امره»

حمد و سپاس کردگاری را سزاست که رخصت کسب علم و دانش را به ما عطا فرموده است

خدایی که آفرید

جهان را، انسان را، عقل را، علم را، معرفت را، عشق را...

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

از پدر و مادر عزیزم، این دو معلم بزرگوارم که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت هایم گذشته اند و در تمام عرصه های زندگی یار و یاوری بی چشم داشت برای من بوده اند، سپاسگزارم.

بسی شایسته است از اساتید فرهیخته و فرزانه خود، جناب آقایان دکتر محمد قادر قادری و دکتر غلامرضا زمانی که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشیدند و گلشن سرای علم و دانش را با راهنمایی های کارساز و سازنده ی خویش بارور ساختند، تقدیر و تشکر نمایم.

بر خود لازم می دانم که از زحمات و رهنمودهای ارزشمند استاد مشاورم، جناب آقای دکتر مجید جامی الاحمدی که در تمامی مراحل اجرای این پایان نامه مرا یاری نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم.

در پایان نیز از کلیه ی عزیزانی که به نحوی در اجرا و به سرانجام رساندن این پایان نامه مرا یاری نمودند، به ویژه همسر عزیزم تشکر نموده و توفیقات روزافزون آن ها را از درگاه پروردگار لایزال خواستارم.

رضوان نادری

مهر ۱۳۹۲

چکیده

تنش شوری با القای اثرات سوئی نظیر کاهش جذب آب توسط بذور در حال جوانه‌زنی و همچنین ریشه‌های گیاه، بروز سمیت یون‌های کلر و سدیم و همچنین افزایش بیوسنتز اتیلن در گیاهان و گیاهچه‌های در حال رشد در خاک شور، موجب بروز اختلال در رشد طبیعی آن‌ها شده و بدین طریق رشد و عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد. این در حالیست که ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه و به ویژه ریزوباکتری‌های تولیدکننده آنزیم ۱-آمینوسیکلوپروپان-۱-کربوکسیلیک اسید (ACC)-دی‌آمیناز قادرند با محافظت از گیاه در مقابل اثرات سوء تنش شوری و همچنین تحریک رشد آن‌ها به‌واسطه‌ی تولید ترکیباتی نظیر ایندول استیک اسید (IAA) و سیدروفور و بهبود حاصلخیزی خاک از طریق انحلال فسفات یا تثبیت نیتروژن اتمسفری، سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان مواجه با تنش شوری گردند. از این رو، بیوپرایم بذر توسط این باکتری‌ها به عنوان یکی از مؤثرترین و در عین حال مقرون‌به‌صرفه‌ترین روش‌های مقابله با تنش شوری در گیاهان زراعی و در نتیجه فراهم آوردن امکان استفاده از خاک‌ها و آب‌های شور در پرورش محصولات زراعی محسوب می‌شود. در این راستا، مطالعه‌ی حاضر با هدف ارزیابی تأثیر دو سویه‌ی باکتریایی سودوموناس (شامل: *Pseudomonas fluorescens* strain 169 و *Pseudomonas putida* strain 108) که هر دو از توانایی تولید آنزیم ACC-دی‌آمیناز و همچنین صفات محرک رشدی دیگر نظیر تولید ایندول استیک اسید (IAA) برخوردار هستند بر رشد گیاهچه‌ها و بوته‌های سه رقم گندم (شامل: روشن، قدس و چمران) تحت سه سطح آب شور (شامل صفر، پنج و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) در دو مرحله‌ی مجزای آزمایشگاهی و گلخانه‌ای در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد به اجرا درآمد. نتایج آزمون آزمایشگاهی حاکی از آن بود که تلقیح بذور ارقام مورد مطالعه توسط دو سویه‌ی باکتریایی در اغلب موارد سبب بهبود سرعت جوانه‌زنی بذور آن‌ها تحت تنش شوری گردید. از طرف دیگر، هر دو سویه باکتریایی در موارد متعددی موجب افزایش معنی‌دار درصد گیاهچه‌ی نرمال ارقام گندم تحت تنش شوری گردیدند. علاوه بر این، سویه‌های باکتریایی مورد مطالعه توانستند در هر سه سطح شوری به‌طور معنی‌داری وزن خشک گیاهچه‌ی هر سه رقم گندم را نسبت به تیمار شاهد بدون تلقیح سطح شوری متناظر افزایش دهند. به علاوه، در برخی موارد طول ریشه‌ی گیاهچه‌ها نیز در نتیجه‌ی تلقیح بذور گندم توسط هر دو سویه‌ی باکتریایی نسبت به تیمار شاهد بدون تلقیح افزایش یافت. در بخش گلخانه‌ای نیز سویه‌های باکتریایی مورد مطالعه تنها در موارد بسیار اندکی توانستند موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته‌ی گندم در مقایسه با تیمار شاهد گردند. این در حالیست که هر دو سویه‌ی باکتریایی در بسیاری از موارد وزن خشک بوته‌ی ارقام گندم را به‌طور معنی‌داری تحت تنش شوری افزایش دادند و بدین طریق سبب بهبود شاخص تحمل آن‌ها گردیدند. با این حال، در مجموع نتایج نشان داد که تأثیر سویه‌ی *Pseudomonas putida* strain 108 که مقدار بیشتری آنزیم ACC-دی‌آمیناز تولید می‌کند، بر صفات مورد مطالعه در این آزمون بیشتر از سویه‌ی دیگر بود.

واژگان کلیدی: گندم، شوری، ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه، اتیلن

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه ۱
۱-۱- گندم ۲
۱-۲- تنش شوری ۳
۱-۳- بیوپرایمینگ (تیمار بیولوژیکی بذر) ۴
۱-۴- اهداف تحقیق ۵
فصل دوم: بررسی منابع ۶
۲-۱- گندم و اهمیت آن ۷
۲-۱-۱- رقم چمران ۸
۲-۱-۲- رقم قدس ۸
۲-۱-۳- رقم روشن ۸
۲-۲- تنش شوری و اثرات آن ۹
۲-۳- پرایمینگ بذر و اثرات آن ۱۱
۲-۳-۱- بیوپرایمینگ بذر با ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) ۱۲
۲-۳-۱-۱- نقش باکتری‌های محرک رشد گیاه در کاهش اثرات تنش شوری بر گیاهان زراعی ۱۳
۲-۳-۱-۲- تأثیر بیوپرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاه بر جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه تحت شرایط تنش‌زا ۱۵
۲-۳-۱-۳- تأثیر بیوپرایمینگ بذر با باکتری‌های محرک رشد گیاه بر افزایش رشد و عملکرد گیاه تحت شرایط تنش‌زا ۱۷
۲-۳-۲- عوامل مؤثر بر کارآیی بیوپرایمینگ با ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه ۱۹
فصل سوم: مواد و روش‌ها ۲۱
۳-۱- تهیه‌ی مایه‌ی تلقیح سویه‌های باکتریایی دارای فعالیت آنزیمی ACC-دی‌آمیناز ۲۲
۳-۲- بررسی تأثیر سویه‌های باکتریایی دارای فعالیت آنزیمی ACC-دی‌آمیناز بر جوانه‌زنی بذور و رشد گیاهچه‌های گندم تحت سطوح مختلف آب شور در شرایط آزمایشگاهی ۲۳
۳-۳- بررسی تأثیر سویه‌های باکتریایی دارای فعالیت آنزیمی ACC-دی‌آمیناز بر رشد بوته‌های گندم تحت سطوح مختلف آب شور در شرایط گلخانه ۲۶
۳-۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها ۲۸
فصل چهارم: نتایج و بحث ۲۹
۴-۱- نتایج مربوط به آزمون آزمایشگاهی ۳۰
۴-۱-۱- سرعت جوانه‌زنی ۳۰
۴-۱-۲- طول ریشه‌چه ۳۸
۴-۱-۳- وزن خشک گیاهچه ۴۵
۴-۱-۴- درصد گیاهچه‌ی نرمال ۵۳
۴-۱-۵- شاخص تحمل گیاهچه‌های گندم ۶۰
۴-۱-۶- اثر تلقیح باکتریایی (BIE) ۶۵
۴-۲- نتایج مربوط به آزمون گلدانی ۷۰
۴-۲-۱- ارتفاع بوته ۷۱
۴-۲-۲- وزن خشک اندام هوایی ۷۷
۴-۲-۳- شاخص تحمل ۸۲
۴-۲-۴- اثر تلقیح باکتریایی (BIE) ۸۸
۴-۳- نتیجه‌گیری کلی ۹۱
پیشنهادها ۹۲
منابع ۹۳
چکیده ۱۰۳

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱- برخی از صفات محرک رشدی باکتری‌های مورد مطالعه به همراه میزان فعالیت آن‌ها ۲۲
جدول ۳-۲- برخی از خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده در آزمون ۲۷
جدول ۴-۱- تجزیه‌ی واریانس برای صفات سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، وزن خشک و تعداد گیاهچه نرمال گیاهچه‌های گندم ۳۰
جدول ۴-۲- مقایسات میانگین مربوط به تأثیر تلقیح باکتریایی بر سرعت جوانه زنی ارقام گندم تحت سطوح مختلف شوری ۳۷
جدول ۴-۳- مقایسات میانگین مربوط به تأثیر تلقیح باکتریایی بر طول ریشه‌ی گیاهچه ارقام گندم تحت سطوح مختلف شوری ۴۴
جدول ۴-۴- مقایسات میانگین مربوط به تأثیر تلقیح باکتریایی بر وزن خشک گیاهچه‌های گندم تحت سطوح مختلف شوری ۵۱
جدول ۴-۵- مقایسات میانگین مربوط به تأثیر تلقیح باکتریایی بر درصد گیاهچه‌های نرمال گندم تحت سطوح مختلف شوری ۵۸
جدول ۴-۶- تجزیه واریانس برای شاخص تحمل گندم ۶۰
جدول ۴-۷– تأثیر تلقیح باکتریایی بر شاخص تحمل ارقام گندم تحت سطوح مختلف شوری ۶۵
جدول ۴-۸- تجزیه واریانس اثر تلقیح باکتریایی (BIE) ۶۶
جدول ۴-۹- مقایسات میانگین مربوط به تأثیر رقم بر تلقیح باکتریایی سویه‌های مختلف تحت سطوح شوری ۶۹
جدول ۴-۱۰- تجزیه‌ی واریانس برای صفات ارتفاع بوته و وزن خشک اندام هوایی ارقام گندم ۷۱
جدول ۴-۱۱– تأثیر تلقیح باکتریایی بر ارتفاع بوته‌ی ارقام گندم تحت سطوح مختلف شوری ۷۶
جدول ۴-۱۲– تأثیر تلقیح باکتریایی بر وزن خشک اندام هوایی ارقام گندم تحت سطوح مختلف شوری ۸۲
جدول ۴-۱۳- تجزیه‌ی واریانس برای شاخص تحمل گندم ۸۳
جدول ۴-۱۴– تأثیر تلقیح باکتریایی بر شاخص تحمل ارقام گندم تحت سطوح مختلف شوری ۸۸
جدول ۴-۱۵– تجزیه واریانس اثر تلقیح باکتریایی (BIE) ۸۸

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱- نمایش شماتیک نحوه‌ی جلوگیری ریزوباکتری‌های محرک رشد محتوی آنزیم ACC-دی‌آمیناز از کاهش رشد ریشه‌ی القا شده توسط غلظت‌های بالای اتیلن تنشی ۱۴
شکل ۴-۱- تأثیر سطوح مختلف شوری بر سرعت جوانه‌زنی گندم ۳۱
شکل ۴-۲- تأثیر رقم بر سرعت جوانه‌زنی گندم ۳۲
شکل ۴-۳– تأثیر تلقیح باکتریایی بر سرعت جوانه زنی ۳۲
شکل ۴-۴– تأثیر سطوح مختلف شوری بر سرعت جوانه‌زنی ارقام مختلف گندم ۳۳
شکل ۴-۵ – تأثیر تلقیح باکتریایی بر سرعت جوانه زنی بذور گندم در سطوح مختلف شوری ۳۴
شکل ۴-۶– تأثیر تلقیح باکتریایی بر سرعت جوانه زنی ارقام گندم ۳۵
شکل ۴-۷ – تأثیر سطوح مختلف شوری بر طول ریشه‌ی گیاهچه‌های گندم ۳۹
شکل ۴-۸– تأثیر رقم بر طول ریشه‌ی گیاهچه‌های گندم ۳۹
شکل ۴-۹– تأثیر تلقیح باکتریایی بر طول ریشه‌ی گیاهچه‌های گندم ۴۰
شکل ۴-۱۰– تأثیر سطوح مختلف شوری بر طول ریشه‌ی گیاهچه‌های گندم ۴۱
شکل ۴-۱۱– تأثیر تلقیح باکتریایی بر طول ریشه‌ی گیاهچه‌های گندم در سطوح مختلف شوری ۴۲
شکل ۴-۱۲– تأثیر تلقیح باکتریایی بر طول ریشه‌ی گیاهچه‌های گندم ۴۳
شکل ۴-۱۳– تأثیر سطوح مختلف شوری بر وزن خشک گیاهچه گندم ۴۵
شکل ۴-۱۴– تأثیر رقم بر وزن خشک گیاهچه گندم ۴۶
شکل ۴-۱۵– تأثیر تلقیح باکتریایی بر وزن خشک گیاهچه گندم ۴۷
شکل ۴-۱۶– تأثیر سطوح مختلف شوری بر وزن خشک گیاهچه ارقام گندم ۴۸
شکل ۴-۱۷– تأثیر تلقیح باکتریایی بر وزن خشک گیاهچه گندم در سطوح مختلف شوری ۴۹
شکل ۴-۱۸– تأثیر تلقیح باکتریایی بر وزن خشک گیاهچه ارقام گندم ۵۰
شکل ۴-۱۹– تأثیر سطوح مختلف شوری بر درصد گیاهچه نرمال ۵۴
شکل ۴-۲۰– تأثیر رقم بر درصد گیاهچه نرمال ۵۴
شکل ۴-۲۱– تأثیر تلقیح باکتریایی بر درصد گیاهچه نرمال ۵۵
شکل ۴-۲۲– تأثیر سطوح مختلف شوری بر درصد گیاهچه نرمال ارقام گندم ۵۶
شکل ۴-۲۳– تأثیر تلقیح باکتریایی بر درصد گیاهچه نرمال گندم در سطوح مختلف شوری ۵۷
شکل ۴-۲۴– تأثیر تلقیح باکتریایی بر درصد گیاهچه نرمال ارقام گندم ۵۷
شکل ۴-۲۵– تأثیر سطوح مختلف شوری بر شاخص تحمل گندم ۶۱
شکل ۴-۲۶– تأثیر رقم بر شاخص تحمل گندم ۶۱
شکل ۴-۲۷– تأثیر تلقیح باکتریایی بر شاخص تحمل گندم ۶۲
شکل ۴-۲۸– تأثیر سطوح مختلف شوری بر شاخص تحمل ارقام گندم ۶۳
شکل ۴-۲۹– تأثیر تلقیح باکتریایی بر شاخص تحمل گندم در سطوح مختلف شوری ۶۳
شکل ۴-۳۰– تأثیر تلقیح باکتریایی بر شاخص تحمل ارقام گندم ۶۴
شکل ۴-۳۱– تأثیر سطوح مختلف شوری بر اثر تلقیح باکتریایی ۶۷
شکل ۴-۳۲– تأثیر رقم بر اثر تلقیح باکتریایی ۶۷
شکل ۴-۳۳– تأثیر سویه‌ی باکتری بر اثر تلقیح باکتریایی ۶۸
شکل ۴-۳۴– تأثیر رقم بر اثر تلقیح باکتریایی تحت سطوح مختلف شوری ۶۹

شکل ۴-۳۵– تأثیر سطوح مختلف شوری بر ارتفاع بوته‌ی گندم ۷۲
شکل ۴-۳۶– تأثیر رقم بر ارتفاع بوته‌ی گندم ۷۲
شکل ۴-۳۷– تأثیر تلقیح باکتریایی بر ارتفاع بوته‌ی گندم ۷۳
شکل ۴-۳۸– تأثیر سطوح مختلف شوری بر ارتفاع بوته‌ی ارقام گندم ۷۳
شکل ۴-۳۹– تأثیر تلقیح باکتریایی بر ارتفاع بوته‌ی گندم در سطوح مختلف شوری ۷۴
شکل ۴-۴۰– تأثیر سطوح مختلف شوری بر وزن خشک اندام هوایی گندم ۷۷
شکل ۴-۴۱– تأثیر رقم بر وزن خشک اندام هوایی گندم ۷۷
شکل ۴-۴۲– تأثیر تلقیح باکتریایی بر وزن خشک اندام هوایی گندم ۷۸
شکل ۴-۴۳– تأثیر سطوح مختلف شوری بر وزن خشک اندام هوایی ارقام گندم ۷۸
شکل ۴-۴۴– تأثیر تلقیح باکتریایی بر وزن خشک اندام هوایی گندم در سطوح مختلف شوری ۷۹
شکل ۴-۴۵– تأثیر تلقیح باکتریایی بر وزن خشک اندام هوایی ارقام گندم ۸۰
شکل ۴-۴۶– تأثیر سطوح مختلف شوری بر شاخص تحمل گندم ۸۴
شکل ۴-۴۷– تأثیر رقم بر شاخص تحمل گندم ۸۴
شکل ۴-۴۸– تأثیر تلقیح باکتریایی بر شاخص تحمل گندم ۸۵
شکل ۴-۴۹– تأثیر سطوح مختلف شوری بر بر شاخص تحمل ارقام گندم ۸۵
شکل ۴-۵۰– تأثیر تلقیح باکتریایی بر شاخص تحمل گندم در سطوح مختلف شوری ۸۶
شکل ۴-۵۱– تأثیر تلقیح باکتریایی بر شاخص تحمل ارقام گندم ۸۷
شکل ۴-۵۲– تأثیر رقم بر اثر تلقیح باکتریایی (BIE) ۸۹
شکل ۴-۵۳– تأثیر سویه‌ی باکتری بر اثر تلقیح باکتریایی (BIE) تحت سطوح مختلف شوری ۹۰

فصل اول

مقدمه

۱-۱- گندم

گندم حدود ۱۵-۱۰ هزار سال قبل از میلاد مسیح در ناحیه‌ای واقع در غرب ایران و شرق عراق به تکامل رسیده است (کاظمی آربات، ۱۹۹۷). این گیاه جزء مهمترین گیاهان زراعی جهان به شمار می‌آید و به عنوان جیره و غذای اصلی بسیاری از مردم جهان، به ویژه در کشورهای در حال توسعه به مصرف می‌رسد و در مقایسه با سایر محصولات و غلات، بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است. گندم حدود ۶۱ تا ۸۷ درصد کالری و ۷۸ تا ۹۳ درصد پروتئین مورد نیاز بشر را از طریق مصرف انواع نان تأمین می‌کند. لذا، با توجه به نیاز روز افزون بشر برای تأمین احتیاجات غذایی روزمره خود و با عنایت به افزایش روز افزون و بی‌رویه جمعیت جهان ضروری به نظر می‌رسد که افزایش عملکرد در واحد سطح مورد توجه قرار گیرد و شرایط لازم برای نیل به حداکثر تولید در جهان فراهم گردد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۶).

در ایران نیز گندم از مهمترین محصولات کشاورزی می‌باشد و بر این اساس سطح وسیعی از اراضی کشور به آن اختصاص دارد، به طوری که گندم از لحاظ سطح زیرکشت در رتبه اول گیاهان زراعی قرار دارد. اهمیت اختصاصی این محصول به لحاظ میزان تولید (کمیت) و ارزش غذایی (کیفیت)، سبب شده است که گندم بیش از سایر محصولات مورد توجه قرار گرفته و لذا سال‌هاست که افزایش تولید آن در واحد سطح به طور جدی در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌های کلان بخش کشاورزی کشور دنبال می‌شود. افزایش تولید گندم همانند سایر محصولات کشاورزی به عوامل متعددی بستگی دارد، به طوری که علاوه بر افزایش سطح زیر کشت، به میزان عملکرد در واحد سطح نیز وابسته است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۶).

۱-۲- تنش شوری

محدودیت منابع آب شیرین در بسیاری از کشورها به صورت یک معضل جدی مطرح است، به‌طوری‌که توانسته پیشرفت این کشورها را تحت‌الشعاع قرار دهد. از آنجایی که ۹۷/۶ درصد از کل آب‌های موجود جهان را آب‌های شور اقیانوس‌ها و دریاها تشکیل می‌دهد و تنها ۰/۶ درصد آن غیر شور و قابل استفاده است، بهره‌برداری و استفاده صحیح از آب‌های شیرین و مدیریت مناسب منابع آب شور حائز اهمیت می‌باشد. محدود بودن میزان آب در دسترس از یک سو و افزایش جمعیت دنیا و نیازهای غذایی آن از سوی دیگر، سبب افزایش سطح زیر کشت محصولات زراعی گردیده است و به همین دلیل ضرورت استفاده از آب‌های شور زهکش‌ها، فاضلاب‌های صنعتی و کشاورزی، آب دریا و به طور کلی آب‌های با کیفیت پایین، بیش از پیش احساس می‌شود. همچنین منابع وسیعی از آب‌های سطحی و زیرزمینی شور و نیمه‌شور موجود است که می‌توان در آینده از آن‌ها به منظور کشت محصولات زراعی استفاده کرد (پیری، ۱۳۸۸).

ایران کشوری با اقلیم گرم و خشک است که بر اساس برآوردهای صورت گرفته در مجموع دارای حدود ۲۷ میلیون هکتار اراضی شور و سدیمی می‌باشد و این مقدار بیش از نیمی از زمین‌های قابل کشت کشور را در بر می‌گیرد (رضوانی‌مقدم و کوچکی، ۲۰۰۱). دلایل اصلی تراکم املاح در نیم‌رخ خاک‌های کشور، کمبود بارش‌های جوی و توزیع نامناسب آن، بالا بودن شدت تبخیر، دوری از دریا و موقعیت خاص جغرافیایی می‌باشد (پیری، ۱۳۸۸). این در حالیست که عملیات‌های زراعی غیراصولی نظیر آبیاری و کوددهی نامناسب نیز به طور روزافزون بر شدت شوری خاک‌ها، به ویژه در نواحی خشک و نیمه‌خشک می‌افزایند (راوات و همکاران، ۲۰۱۱).

تنش شوری یکی از مهمترین عوامل محیطی محدودکننده‌ی رشد اغلب گیاهان زراعی می‌باشد. اکثر گیاهان زراعی قادر به تحمل سطوح بالای شوری نیستند و همین امر موجب محدودیت شدید استفاده از خاک و آب‌های شور به منظور کشت گیاهان زراعی می‌گردد (راوات و همکاران، ۲۰۱۱). اگرچه میان گونه‌های گیاهی از لحاظ توانایی تحمل شوری اختلافاتی وجود دارد، با این حال تنش شوری در نهایت سبب کاهش رشد اغلب گیاهان زراعی خواهد شد. سطوح بالای شوری خاک می‌تواند از طریق اثرات تلفیقی ناشی از پتانسیل اسمزی بالا و همچنین سمیت یون‌ها (نظیر سدیم)، مانع از جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه شود. بنابراین، کاهش جوانه‌زنی بذر و استقرار ضعیف گیاهچه از پیامدهای شوری خاک هستند،

که بر رشد و نمو گیاهان زراعی اثرات سوء داشته و در نهایت منجر به کاهش عملکرد آن‌ها می‌گردند (راوات و همکاران، ۲۰۱۱).

گندم (*Triticum aestivum* L.)، گیاه زراعی است که در تمامی انواع خاک‌ها رشد می‌کند و دارای ارقامی حساس، نیمه‌متحمل و متحمل به تنش شوری، می‌باشند (مَس و هافمن، ۱۹۷۷). جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌ی گندم نیز همانند سایر گیاهان زراعی تحت تأثیر اثرات مخرب ناشی از تنش‌های شوری و خشکی قرار می‌گیرد. اثرات شوری در مرحله‌ی گیاهچه‌ای گندم از کاهش در درصد جوانه‌زنی بذر، وزن تر و خشک ریشه‌ها و اندام‌های هوایی تا کاهش در جذب عناصر غذایی گوناگون، متغیر است (راوات و همکاران، ۲۰۱۱).

با توجه به گسترش روزافزون مساحت خاک‌های شور، ضرورت دستیابی به راه‌حل‌های علمی جهت افزایش بازده محصول تحت شرایط استفاده از آب یا خاک شور بیش از گذشته احساس می‌شود. یکی از راهکارهای اساسی برای مواجهه با این معضل، استفاده از پتانسیل مفید میکروارگانیسم‌های همیار با گیاه طی فرآیندی تحت عنوان بیوپرایمینگ بذر است. بر این اساس، استفاده از میکروارگانیسم‌های سودمندی نظیر باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR)[1] و قارچ‌های میکوریزا، به راهکاری مؤثر جهت افزایش تحمل به شوری گیاهان زراعی تبدیل گردیده است.

۱-۳- بیوپرایمینگ (تیمار بیولوژیکی بذر)

بیوپرایمینگ[2] فرآیند تیمار بیولوژیکی بذر گیاه است که شامل آبگیری[3] و تلقیح همزمان بذر با میکروارگانیسم‌های سودمند به منظور حفاظت از آن در مقابل عوامل نامساعد محیطی می‌باشد (سینگ و خان، ۲۰۰۳). یکی از مهمترین کاربردهای تیمار بیولوژیکی بذر، استفاده از قارچ‌ها یا باکتری‌های سودمند به منظور کنترل عوامل بیماری‌زای بذرزاد و خاک‌زاد و نیز جهت بهبود رشد گیاهان تحت تنش می‌باشد (اکرم قادری و همکاران، ۱۳۸۷). طی سال‌های اخیر استفاده میکروارگانیسم‌های سودمند نظیر ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه به علت اهمیت آن‌ها برای سلامتی انسان و محیط‌زیست؛ و همچنین

[1] Plant Growth Promoting Rhizobacteria
[2] Biopriming
[3] hydration

مخاطرات مربوط به سمیت گیاهی ناشی از مصرف بیش از حد سموم آفت‌کش و کودهای شیمیایی با استقبال بیشتری روبه‌رو شده است (اکرم قادری و همکاران، ۱۳۸۷).

اصطلاح ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) ابتدا برای باکتری‌های ریزوسفری متعلق به گروه سودوموناس‌های فلورسنت (گونه‌های فلورسنس و پوتیدا) مورد استفاده قرار گرفت و دلیل آن افزایش قابل توجهی بود که در رشد گیاهان تلقیح شده با این باکتری‌ها مشاهده می‌شد (صالح راستین، ۱۳۷۷)، این در حالیست که این عنوان امروزه طیف وسیعی از باکتری‌های ریزوسفری سودمند را در بر می‌گیرد. بر این اساس، باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه، گروهی از باکتری‌های ریزوسفری مفید هستند که قادرند به طور مستقیم، از طریق تثبیت نیتروژن، تولید مواد تنظیم کننده رشد گیاه، افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی مختلف برای گیاه، تولید ویتامین‌ها و دیگر مواد محرک رشد گیاه و یا غیرمستقیم، از طریق تولید آنتی بیوتیک، تخلیه ریزوسفر از آهن مورد نیاز میکروب‌های بیماری‌زا، رقابت با گونه‌های بیماری‌زا برای اشغال ریشه، تولید آنزیم‌های لیز کننده دیواره سلولی قارچ‌های بیماری‌زا، ایجاد مقاومت سیستمیک در گیاه و افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های غیرزیستی، موجب افزایش رشد گیاه شوند (گلیک و همکاران، ۱۹۹۵). به هر حال، کارآیی این باکتری‌ها و سایر عوامل بیولوژیک در تیمار بذرها به کارکرد عامل کنترل کننده زیستی، تعداد اندام‌های تکثیری اضافه شده به بذر، نحوه کاربرد این عوامل و تأثیر سایر میکروب‌ها در فرآیند استفاده از آن‌ها بستگی دارد (اکرم قادری و همکاران، ۱۳۸۷).

۱-۴- اهداف تحقیق

با توجه به فرضیاتی از جمله کاهش شاخص‌های رشدی و جوانه‌زنی در نتیجه آبیاری با آب شور، تفاوت بین سویه‌های باکتریایی مورد استفاده در آزمایش از لحاظ تأثیر بر شاخص‌های رشدی و جوانه‌زنی گندم و هم چنین بهبود شاخص‌های رشدی بوته‌های گندم تحت تأثیر سویه‌های باکتریایی دارای فعالیت آنزیم ACC-دی‌آمیناز تحت شرایط آبیاری با آب شور، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تیمارهای بیوپرایم با باکتری‌های محرک رشد گیاه در کاهش اثرات تنش شوری بر رشد و عملکرد سه رقم گندم به منظور ارزیابی امکان بهره‌برداری از منابع آب و خاک با کیفیت پایین (شور) در تولید گیاه زراعی گندم طراحی و اجرا گردید.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- گندم و اهمیت آن

گندم (*Triticum aestivum* L.) مهمترین گیاه زراعی جهان است که با اختصاص بیشترین سطح زیرکشت در بین تمام گیاهان زراعی، دارای بیشترین اهمیت در تأمین غذای مورد نیاز انسان می‌باشد (سینکلیر و جامی‌سون، ۲۰۰۶). در سطح جهانی، نزدیک به ۵۲٪ زمین‌های قابل کشت دنیا (یعنی معادل ۷۰۷ میلیون هکتار) به کشت غلات اختصاص دارد که یک سوم این مقدار (نزدیک به ۲۳۲ میلیون هکتار) زیر کشت گندم است (امام، ۱۳۸۳). این گیاه زراعی با تولید سالانه حدود ۵۴۰ میلیون تن، مقام اول را در بین محصولات زراعی به خود اختصاص داده است (حیدری و همکاران، ۱۳۸۵). تقریباً ۹۰ درصد این تولید مستقیماً توسط انسان‌ها مصرف می‌شود و در نتیجه گندم حدود ۲۰ درصد از کل ماده خشک خوراکی با منشأ گیاهی جهان را تأمین می نماید (حیدری و همکاران، ۱۳۸۵).

در بسیاری از کشورهای دنیا گندم به عنوان غذای اصلی مردم (اکثراً در مناطق خشک و نیمه خشک) کشت می‌شود (حیدری و همکاران، ۱۳۸۵). قسمت اعظم مواد غذایی دانه گندم مواد غیر ازته می باشد که منبع اصلی کربوهیدرات مورد نیاز انسان را تشکیل می‌دهد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۶). از طرف دیگر، آرد گندم غنی‌شده می‌تواند نقش مهمی در تأمین آهن، روی، اسید فولیک و انواع مختلف ویتامین‌های مورد نیاز برای رشد و نمو طبیعی بدن انسان‌ها بر عهده داشته باشد (لیدون، ۲۰۰۴).

در ایران نیز گندم یکی از محصولات استراتژیک کشور است که بالغ بر ۴۵ درصد پروتئین و ۵۵ درصد از کالری مورد نیاز مردم کشورمان را تأمین می‌کند (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۶). این گیاه زراعی ۶۶/۵ درصد از سهم غلات تولیدی کشور را به خود اختصاص داده است و سطح برداشت آن در حدود ۶/۷ میلیون هکتار می‌باشد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۸۹). کشت گندم در مقایسه با محصولات پردرآمد و پرهزینه، مزیت نسبی ندارد، ولی به خاطر منافع ملی، قطع وابستگی غذایی و صرفه جویی ارزی، نیل به خود کفایی آن بایستی سرلوحه برنامه‌های آینده کشور باشد (شهابی و تهرانی، ۱۳۸۹).

ارقام و لاین‌های فراوان و متنوعی از گندم در ایران موجود است که ذکر ویژگی‌های تمامی آن‌ها مرتبط با پژوهش حاضر نمی‌باشد، لذا تنها اشاره‌ای مختصر به خصوصیات سه رقم مورد مطالعه در این پژوهش (شامل چمران، قدس و روشن) خواهیم داشت.

۲-۱-۱- رقم چمران

خصوصیات مهم زراعی: این رقم دارای تیپ رشد بهاره بوده و میانگین ارتفاع بوته‌ی آن ۹۵ سانتیمتر می‌باشد. سایر خصوصیات زراعی رقم چمران به شرح زیر است: تاریخ رسیدن: زودرس، میانگین وزن هزاردانه: ۳۹ گرم، سنبله ریشک‌دار، رنگ دانه: زرد، میانگین درصد پروتئین دانه: ۱۰/۴، مقاوم به خوابیدگی، نیمه مقاوم به ریزش دانه، متحمل به گرما و خشکی آخر فصل، میانگین عملکرد دانه: ۶/۲ تن در هکتار، نیمه حساس به زنگ زرد و قهوه‌ای.

مناطق یا اقلیم‌های توصیه شده برای کشت این رقم: مناطق گرم جنوب غرب و جنوب شرق از جمله خوزستان، داراب، کرمان، دهلران، ایرانشهر و زابل.

۲-۱-۲- رقم قدس

خصوصیات مهم زراعی: این رقم دارای تیپ رشد بینابین بوده، سنبله ریشک‌دار، میانگین ارتفاع بوته: ۹۷/۵ سانتیمتر، تاریخ رسیدن: متوسطرس، میانگین وزن هزاردانه: ۴۲ گرم، رنگ دانه: زرد کهربایی، کیفیت نانوایی: متوسط تا خوب، میانگین درصد پروتئین دانه: ۱۰/۵، مقاوم به خوابیدگی، نیمه مقاوم به ریزش دانه، میانگین عملکرد دانه: ۶ تن در هکتار، حساس به زنگ زرد.

مناطق یا اقلیم‌های توصیه شده برای کشت: مناطق معتدل کشور

۲-۱-۳- رقم روشن

خصوصیات مهم زراعی: این رقم دارای تیپ رشد بینابین بوده، ریشک‌های خیلی کوتاه (بدون ریشک)، میانگین ارتفاع بوته: ۱۱۵ سانتیمتر، تاریخ رسیدن: نیمه زودرس، میانگین وزن هزاردانه: ۴۶ گرم، رنگ دانه: روشن، کیفیت نانوایی: خوب، میانگین درصد پروتئن دانه: ۱۱/۱، نیمه مقاوم به

خوابیدگی، مقاوم به ریزش دانه، متحمل به خشکی و شوری، میانگین عملکرد دانه: ۴ تن در هکتار، حساس به زنگ‌های زرد، قهوه‌ای و سیاه، متحمل به سرما.

مناطق یا اقلیم‌های توصیه شده برای کشت: مناطق نسبتاً گرم (اصفهان، فارس، لرستان، کرمان) و مناطق معتدله سردسیر.

۲-۲- تنش شوری و اثرات آن

در بین تنش‌های محیطی شوری خاک و آب به دلیل اثرات قابل توجهی که بر رشد و فیزیولوژی گیاه ایجاد می‌کند امروزه به یک مشکل بزرگ جهانی تبدیل شده است. حدود ۴۰۰ میلیون هکتار از اراضی جهان (۲۵٪ از اراضی کل جهان) تحت تأثیر شوری می‌باشند، در ایران نیز حدود ۱۵٪ از راضی قابل‌کشت با مشکل شوری مواجه هستند (جعفری، ۱۳۷۳). شوری حاصل از آب آبیاری هر ساله سبب غیرقابل کشت شدن حدود ۲۰۰ هزار هکتار از اراضی زراعی جهان می‌شود (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰). حتی گاهی میزان نمک موجود در خاک به حدی می‌رسد که دیگر استفاده از آن خاک جهت تولید محصول، مقرون به‌صرفه نبوده و یا اصولاً به زمینی غیرحاصلخیز و عقیم تبدیل می‌شود (جعفری، ۱۳۷۳).

شوری موجب تغییر در تعادل عناصر غذایی، آب قابل دسترس خاک و کاهش کیفیت اراضی زراعی شده و ساختار اکولوژیکی جوامع میکروبی خاک را تغییر داده و با اعمال تنش اسمزی، خشکی فیزیولوژیکی را القاء کرده و در نتیجه میزان فتوسنتز و رشد گیاهی را کاهش می‌دهد (مونس و همکاران، ۱۹۹۵). هنگام بروز تنش شوری، علاوه بر کاهش جذب آب، تجمع برخی از یون‌ها در بافت‌های گیاهی نیز می‌تواند منجر به ایجاد سمیت و یا عدم تعادل یونی در گیاه شود (گراتانا و گریو، ۱۹۹۸). مطالعات مختلف حاکی از آن هستند که تجمع غلظت‌های بالای نمک در خاک‌های شور سبب کاهش جذب کلسیم و پتاسیم توسط گیاه می‌شود (خوشگفتارمنش و سیادت، ۱۳۸۱). تحت شرایط بروز تنش شوری، انرژی مصرفی گیاه جهت جذب آب از خاک افزایش می‌یابد که پیامد آن، افزایش تنفس و کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌باشد. در شرایطی که گیاه اجازه ورود نمک به سلول‌های خود را نمی‌دهد، جذب آب دچار مشکل شده و در صورت تداوم تنش، گیاه از بین می‌رود (رستم‌پور و همکاران، ۱۳۹۰). یکی از خسارت‌های تنش شوری بر گیاهان، آسیبی است که به غشاء سلول‌ها وارد می‌شود و در نتیجه پایداری غشاء کاهش یافته و الکترولیت‌ها از داخل سلول به بیرون آن نشت می‌کنند (فتحی و همکاران، ۱۳۹۰).

در گیاهانی که با بذر تکثیر می‌شوند، مرحله‌ی جوانه‌زنی به دلیل تأثیرگذاری مستقیم بر تراکم گیاه، بسیار مهم و حساس است (میرمحمدی میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که افزایش غلظت املاح در محیط جوانه‌زنی بذر سبب بروز تغییر در تعادل یونی بافت‌های گیاهی در واکنش به تنش اسمزی خواهد شد. در مرحله‌ی جوانه‌زنی یون‌های موجود در خاک یا آب می‌توانند به صورت تحریک‌کننده یا بازدارنده‌ی جوانه‌زنی عمل کنند و یا اینکه تأثیری بر آن نداشته باشند (میرمحمدی میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱). کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در اثر کاهش پتانسیل اسمزی و سمیت یونی ناشی از تجمع یون‌های مضری همچون سدیم و کلر در گونه‌های زیروفیت و هالوفیت (زانگ و همکاران، ۲۰۱۰) و ارقام جو (کمال‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۵) و باقلا (میسرا و گوبتا، ۲۰۰۵) گزارش شده است.

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از مهمترین گیاهان زراعی است که در برابر تنش شوری دارای تنوع قابل ملاحظه‌ای از ارقام حساس، نیمه متحمل و متحمل می‌باشد (مَس و هافمن، ۱۹۷۷). جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌ی گندم نیز همانند سایر گیاهان زراعی تحت تأثیر اثرات مخرب ناشی از تنش‌های شوری و خشکی قرار می‌گیرد. اثرات شوری در مرحله‌ی گیاهچه‌ای گندم، از کاهش در درصد جوانه‌زنی بذر، وزن تر و خشک ریشه‌ها و اندام‌های هوایی تا کاهش در جذب عناصر غذایی گوناگون، متغیر است (راوات و همکاران، ۲۰۱۱). کوک و وست (۱۹۹۱)، اثر تنش شوری در مراحل جوانه‌زنی و پنجه‌زنی گندم را شامل کاهش در تعداد سنبله در واحد سطح گزارش نمودند (افیونی و همکاران، ۱۳۸۴)، این در حالیست که در مرحله‌ی پرشدن دانه، تنش شوری موجب کاهش وزن دانه می‌شود (اهدایی و واینس، ۱۹۹۶). محدودیت رشد برگ‌های گندم در نتیجه‌ی تنش شوری موجب کاهش سطح برگ و کاهش رشد ساقه شده که در نتیجه‌ی آن میزان فتوسنتز و تثبیت CO_2 توسط برگ‌ها نیز با کاهش مواجه می‌گردد و در نهایت ماده‌ی خشک تولیدی و عملکرد گیاه کاهش می‌یابد (مَس و گریو، ۱۹۹۰). ارزیابی اثر تنش شوری بر ۲۶ رقم گندم نشان داد که در نتیجه‌ی شوری خاک، صفاتی از جمله مدت زمان کاشت تا ظهور خوشه، کاشت تا رسیدن، ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد خوشه در واحد سطح با کاهش مواجه گردید، اما تعداد دانه در سنبلچه تحت تأثیر شوری قرار نگرفت (افیونی و همکاران، ۱۳۸۴). کاهش تعداد پنجه در شرایط بروز تنش شوری و تأثیر آن بر عملکرد گندم نیز گزارش شده است (فرانکویس و همکاران، ۱۹۹۴). ماس و همکاران (۱۹۹۶) در بررسی سهم ساقه‌های مختلف در