بسم الله الرحمن الرحیم

دانشکده کشاورزی
گروه زراعت

عنوان:

بررسی تاثیر هیدروپرایمینگ، نیتروکسین و بیوفسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای

ارائه‌دهنده: عباس شمس آبادی

استاد راهنما:
دکتر حمید عباس دخت

اساتید مشاور:
دکتر منوچهر قلی پور
دکتر مهدی برادران فیروزآبادی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

خرداد ۱۳۹۰

تقدیم به:

حامیان زندگی ام

پدر دلسوز و مهربانم

مادر بزرگوار و صبورم

این دو فرشته بی همتای زندگی ام

سپاسگزاری

حمد و سپاس پروردگار متعال را که بزرگترین و مستحکم ترین تکیه گاه انسان ها ست. او که با الطاف بیکران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش این مرز و بوم، گام کوچکی برداشته باشیم. لازم می دانم از استاد ارجمندم، جناب آقای دکتر حمید عباس دخت، که به من علم و معرفت آموختند و با کمال دقت، صبر و حوصله در این تحقیق من را راهنمایی نمودند، و با محبت خود مرا مرهون منت خویش ساختند، کمال سپاس و قدردانی خود را ابراز کرده و همواره قدردان زحماتشان خواهم بود. همچنین از جناب آقای دکتر منوچهر قلی پور و جناب آقای دکتر مهدی برادران فیروز آبادی که به عنوان استاد مشاور، صمیمانه در این تحقیق همراه من بودند، سپاس گزارم.

بررسی تاثیر هیدروپرایمینگ، نیتروکسین و بیوفسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای

چکیده

این آزمایش به منظور مطالعه تاثیر هیدروپرایمینگ، کاربرد کودهای بیولوژیک نیتروکسین و بیوفسفر به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با هشت تیمار و چهار تکرار اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل: هیدروپرایمینگ (شاهد A_1 و پرایمینگ A_2)، نیتروکسین (شاهد B_1 و تلقیح B_2) و بیوفسفر (شاهد C_1 و تلقیح C_2) بودند. نتایج این بررسی نشان داد که تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک نیتروکسین و بیوفسفر به طور معنی‌داری موجب افزایش ارتفاع بوته، وزن خشک چوب بلال، قطر چوب بلال، وزن خشک بلال، تعداد دانه در بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن صد دانه، عملکرد بلال و عملکرد بیولوژیکی ذرت دابل کراس ۳۷۰ گردید. تیمار هیدرو پرایمینگ برای همه صفات به جز وزن دانه معنی‌دار شد. اثر متقابل هیدروپرایمینگ و نیتروکسین بر عملکرد دانه، ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک، وزن بلال و وزن چوب بلال معنی‌دار گردید. اثرات متقابل هیدروپرایمینگ و بیوفسفر و همچنین نیتروکسین و بیوفسفر فقط بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد. نتایج این آزمایش نشان داد که هیدروپرایمینگ به همراه تلقیح بذر با نیتروکسین و بیوفسفر در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری موجب افزایش تعداد دانه در بلال، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گردید. در یک جمع بندی کلی با اجرای این پژوهش مشخص گردید که با استفاده از تکنیک پرایمینگ بذر و تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک نیتروکسین و بیوفسفر، در مقادیر پایین کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر می توان عملکرد و اجزای عملکردی برابر و یا بیشتر از میزان آنها در مقادیر بالای کاربرد این کودها به دست آورد و صدمات ناشی از کودهای شیمیایی را در محیط کاهش داد.

کلمات کلیدی :ذرت، هیدرو پرایمینگ، نیتروکسین، بیوفسفر، عملکرد، اجزای عملکرد

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده ..... ت

فهرست مطالب ..... ث

فهرست اشکال ..... خ

فهرست جداول ..... ذ

فصل اول: بررسی منابع

مقدمه ۲

۱-۱- تاریخچه ذرت ۴

۱-۲- تولید ذرت در جهان و ایران ۵

۱-۳- ویژگی های گیاهشناسی ذرت ۶

۱-۴- انواع ذرت..... ۱۰

۱-۴-۱- ذرت دندان اسبی ۱۰

۱-۴-۲- ذرت بلوری ۱۰

۱-۴-۳- ذرت آردی یا نرم ۱۱

۱-۴-۴- ذرت شیرین (قندی) ۱۱

۱-۴-۵- ذرت آجیلی ۱۱

۱-۴-۶- ذرت گلوم دار ۱۱

۱-۴-۷- ذرت مومی ۱۱

۱-۴-۸- ذرت اپک ۱۲

۱-۵- کاشت ذرت ۱۲

۱-۶- نیاز گرمایی ذرت ۱۳
۱-۷- ویژگی های زراعی و فیزیولوژیک ذرت ۱۳
۱-۸- مورفولوژی و فیزیولوژی ذرت ۱۶
۱-۸-۱- ریشه ۱۶
۱-۸-۲- ساقه ۱۷
۱-۸-۳- برگ ۱۸
۱-۸-۴- گل آذین ۲۰
۱-۹- پرایمینگ ۲۱
۱-۹-۱- انواع پرایمینگ ۲۲
۱-۹-۱-۱- هیدروترمال پرایمینگ ۲۳
۱-۹-۲- فاکتورهای موثر در پرایمینگ بذر ۲۴
۱-۹-۲-۱- دما ۲۴
۱-۹-۲-۲- مدت زمان پرایمینگ ۲۴
۱-۹-۲-۳- خشک کردن بذر ۲۴
۱-۹-۳- اثرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پرایمینگ ۲۵
۱-۹-۴- اثرات آناتومیکی و مورفولوژیکی پرایمینگ ۲۵
۱-۹-۵- فواید پرایمینگ ۲۶
۱-۹-۵-۱- بهبود تغذیه گیاهان زراعی ۲۶
۱-۹-۵-۲ افزایش مقاومت به آفات و بیماری ها ۲۷
۱-۹-۵-۳- افزایش جوانه زنی و سبز شدن و یکنواختی در سبز شدن ۲۷
۱-۹-۵-۴- بهبود عملکرد در شرایط مطلوب ۲۸
۱-۹-۵- ۵- تأثیر هیدرو پرایمینگ بر فعالیت های آنزیمی در زمان جوانه ۲۸
۱-۹-۵-۶- تأثیر هیدرو پرایمینگ بر رشد و عملکرد گیاه ۲۸

۱-۱۰- ریزوباکترهای تحریک کننده رشد گیاه ۲۹

۱-۱۱- تثبیت نیتروژن اتمسفری توسط باکتری‌های آزادزی ۳۱

۱-۱۲- باکتری‌های حل‌کننده فسفات ۳۴

۱-۱۳- تأثیر ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه بر خصوصیات گیاهان زراعی و دارویی ۳۵

۱-۱۴- فرآیند کلونیزه شدن ریشه ۳۷

۱-۱۴-۱- عوامل مؤثر بر فرآیند کلونیزاسیون و محدودیت‌های عملی ۳۷

فصل دوم: مواد و روشها

۲-۱- زمان و محل اجرای آزمایش ۴۰

۲-۲- خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش ۴۰

۲-۳- اجرای طرح ۴۱

۲-۳-۱- مشخصات مواد آزمایشی ۴۱

۲-۳-۲- نحوه اعمال تیمارها ۴۲

۲-۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی ۴۲

۲-۳-۴- آماده سازی زمین و کوددهی ۴۳

۲-۳-۵- عملیات داشت ۴۴

۲-۳-۵-۱- آبیاری ۴۴

۲-۳-۵-۲- مبارزه با علفهای هرز و آفات ۴۴

۲-۳-۵-۳- نمونه برداری و اندازه گیری ها ۴۴

۲-۳-۶- برداشت نهایی ۴۵

۲-۳-۷- تجزیه و تحلیل اطلاعات ۴۵

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ۴۷

۳-۱-۱- ارتفاع بوته ۴۷
۳-۱-۲- وزن خشک بلال ۴۹
۳-۱-۳- وزن خشک چوب بلال ۵۲
۳-۱-۴- قطر چوب بلال ۵۴
۳-۱-۵- طول بلال ۵۵
۳-۱-۶- تعداد دانه در بوته ۵۷
۳-۱-۷- تعداد ردیف دانه در بلال ۶۰
۳-۱-۸- تعداد دانه در ردیف بلال ۶۱
۳-۱-۹- وزن صد دانه ۶۳
۳-۱-۱۰- عملکرد بیولوژیک ۶۵
۳-۱-۱۱- عملکرد دانه ۶۸
۳-۲- جمع بندی نتایج ۷۴
۳-۳- پیشنهادات ۷۵

فصل چهارم: پیوست

جدول پیوست ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده تحت تاثیر عوامل آزمایش ۷۷
شکل پیوست ۱- نقشه کشت مزرعه آزمایشی ۷۸
منابع مورد استفاده ۷۹

فهرست اشکال

شکل ۳-۱- تاثیر متقابل هیدروپرایم و نیتروکسین بر ارتفاع بوته ذرت ۴۸
شکل ۳-۲- تاثیر نیتروکسین بر ارتفاع بوته ذرت ۴۸
شکل ۳-۳- تاثیر هیدروپرایمنگ بذر بر ارتفاع بوته ذرت ۴۸
شکل ۳-۴- تاثیر بیوفسفر بر ارتفاع بوته ذرت ۴۹

شکل ۳-۵- اثر متقابل تیمار هیدروپرایم و نیتروکسین بر وزن خشک بلال ۵۰
شکل ۳-۶- تاثیر هیدروپرایمینگ بر وزن خشک بلال ۵۱
شکل ۳-۷- تاثیر تلقیح بذر با نیتروکسین بر وزن خشک بلال ۵۱
شکل ۳-۸- تاثیر تلقیح بذر با بیوفسفر بر وزن خشک بلال ۵۱
شکل ۳-۹- اثر متقابل تیمار هیدروپرایم و نیتروکسین بر وزن خشک چوب بلال ۵۲
شکل ۳-۱۰- تاثیر هیدروپرایم بر وزن خشک چوب بلال ۵۳
شکل۳-۱۱- تاثیر تیمار تلقیح بذر با نیتروکسین بر وزن خشک چوب بلال ۵۳
شکل۳-۱۲- تاثیر تیمار تلقیح بذر با بیوفسفر بر وزن خشک چوب بلال ۵۳
شکل ۳-۱۳- تاثیر تیمار هیدروپرایم بر قطر چوب بلال ۵۴
شکل ۳-۱۴- تاثیر تیمار تلقیح بذور با نیتروکسین بر قطر چوب بلال ۵۵
شکل ۳-۱۵- تاثیر تیمار تلقیح بذور با بیوفسفر بر قطر چوب بلال ۵۵
شکل ۳-۱۶- تاثیر تیمار هیدروپرایمینگ بر طول بلال ۵۶
شکل ۳-۱۷- تاثیر تیمار تلقیح بذر با نیتروکسین بر طول بلال ۵۶
شکل ۳-۱۸- تاثیر تیمار تلقیح بذر با بیوفسفر بر طول بلال ۵۷
شکل ۳-۱۹- تاثیر تیمار هیدروپرایمینگ بر صفت تعداد دانه در بوته ۵۸
شکل۳-۲۰- تاثیر تیمار تلقیح بذور با نیتروکسین بر صفت تعداد دانه در بوته ۵۹
شکل ۳-۲۱- تاثیر تیمار تلقیح بذور با بیوفسفر بر صفت تعداد دانه در بوته ۵۹
شکل ۳-۲۲- تاثیر متقابل تیمارهای هیدروپرایمینگ، نیتروکسین و بیوفسفر بر تعداد دانه در بوته ۵۹
شکل ۳-۲۳- تاثیر تیمار هیدروپرایمینگ بر تعداد ردیف دانه در بلال ۶۱
شکل ۳-۲۴- تاثیر تیمار تلقیح بذر با نیتروکسین بر تعداد ردیف دانه در بلال ۶۱
شکل ۳-۲۵- تاثیر تیمار هیدروپرایمینگ بر تعداد دانه در ردیف ۶۲
شکل ۳-۲۶- تاثیر تیمار تلقیح بذور با نیتروکسین بر تعداد دانه در ردیف ۶۳

شکل ۳-۲۷- تاثیر تیمار تلقیح بذور با بیوفسفر بر تعداد دانه در ردیف ۶۳
شکل ۳-۲۸- تاثیر تیمار تلقیح بذر با نیتروکسین بر وزن صد دانه ۶۴
شکل ۳-۲۹- تاثیر تیمار تلقیح بذر با بیوفسفر بر وزن صد دانه ۶۴
شکل ۳-۳۰- اثر متقابل تیمارهای هیدروپرایمینگ و نیتروکسین بر عملکرد بیولوژیک در ذرت ۶۶
شکل ۳-۳۱- اثر متقابل تیمارهای هیدروپرایمینگ و بیوفسفر بر عملکرد بیولوژیک در ذرت ۶۶
شکل ۳-۳۲- اثر متقابل تیمارهای نیتروکسین و بیوفسفر بر عملکرد بیولوژیک در ذرت ۶۷
شکل ۳-۳۳- اثر متقابل تیمارهای هیدروپرایمینگ، نیتروکسین و بیوفسفر بر عملکرد بیولوژیک در ذرت ۶۷
شکل ۳-۳۴- تاثیر تیمار هیدروپرایمینگ بر عملکرد بیولوژیک در ذرت ۶۷
شکل ۳-۳۵- تاثیر تیمار تلقیح بذور با نیتروکسین بر عملکرد بیولوژیک در ذرت ۶۸
شکل ۳-۳۶- تاثیر تیمار تلقیح بذور با بیوفسفر بر عملکرد بیولوژیک در ذرت ۶۸
شکل ۳-۳۷- تاثیر اثر متقابل هیدروپرایم و نیتروکسین بر عملکرد دانه ۷۲
شکل ۳-۳۸- تاثیر اثر متقابل هیدروپرایم و بیوفسفر بر عملکرد دانه ۷۲
شکل ۳-۳۹- تاثیر اثر متقابل نیتروکسین و بیوفسفر بر عملکرد دانه ۷۲
شکل ۳-۴۰- تاثیر اثرات متقابل هیدروپرایمینگ، نیتروکسین و بیوفسفر بر عملکرد دانه ۷۳
شکل ۳-۴۱- تاثیر هیدروپرایمینگ بر عملکرد دانه ۷۳
شکل ۳-۴۲- تاثیر تلقیح بذور با نیتروکسین بر عملکرد دانه ۷۳
شکل ۳-۴۳- تاثیر تلقیح بذور با بیوفسفر بر عملکرد دانه ۷۴

فهرست جداول

جدول ۲-۱- میزان بارندگی در ماه های سال ۱۳۸۸ بر حسب میلیمتر ۴۱
جدول ۲-۲- متوسط درجه حرارت در ماه های سال ۱۳۸۸ بر حسب درجه سانتی گراد ۴۱
جدول۲-۳- نتایج تجزیه شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی ۴۲

فصل اول

بررسی منابع

مقدمه

ذرت به دلیل ویژگی های منحصر به فرد از قبیل قدرت سازگاری با شرایط اقلیمی گوناگون، بسیار زود در تمام دنیا گسترش یافت و مکان سوم را بعد از گندم و برنج از نظر سطح زیرکشت به خود اختصاص داد. در حال حاضر در بیش از ۱۳۰ میلیون هکتار از اراضی دنیا کشت می گردد. تجربیات علمی و آزمایشگاهی متعددی که در نقاط مختلف دنیا روی ذرت انجام گرفته، مشخص نموده است که ذرت علاوه بر آنکه علوفه بسیار مطلوب برای دام می باشد از نظر تامین انرژی نیز بی نظیر است. به همین دلیل امروزه ذرت در تغذیه مرغ و تولید تخم مرغ به عنوان یک غذای پر انرژی دارای اهمیت بسیار زیاد شناخته شده است و بالاترین مقام و ارزش را در مقایسه با سایر غلات دارا می باشد.

تحقیقات انجام گرفته در مناطق خشک و نیمه خشک و همچنین اظهار نظر زارعین حاکی از آن است که استقرار ضعیف بذر از علل معمول کم بودن عملکرد گیاهان زراعی است (هریس و همکاران، ۲۰۰۱). جوانه زنی یکی از مهم ترین مراحل رشد است که اطلاع از آن نیاز اولیه و اساسی برای تعیین تراکم مناسب گیاه در مزرعه محسوب می شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۷). افزایش سرعت سبز شدن بذر و استقرار گیاهچه ها در مزرعه می‌تواند سبب شتاب بیشتر آنها در جذب آب و عناصر غذایی گردیده و استفاده بیشتر از نور خورشید را ممکن می‌سازد (فنیچ-ساواژ و همکاران، ۲۰۰۴).

اگر جوانه زنی و به دنبال آن توسعه ریشه به سرعت انجام شود، احتمال بقای گیاهچه به علت افزایش احتمال جذب رطوبت از عمق بیشتری از خاک، زیادتر می شود. پرایم کردن بذر، تیماری است که قبل از جوانه زنی اعمال می گردد. در طی این تیمار، مقدار کنترل شده ای آب جذب بذر می شود تا فعالیت های متابولیکی قبل از فرایند جوانه زنی و بدون خارج شدن ریشه چه از بذر آغاز شود (المداریس و جوتزی، ۱۹۹۹و مائورومیکال و کاوالارو، ۱۹۹۷). استفاده از روش پرایمینگ یکی از روش های بهبود کارکرد بذر و افزایش کیفیت بذر در شرایط نامساعد محیطی می باشد، در واقع

تیمار پرایمینگ باعث کوتاه شدن زمان کاشت تا سبز شدن و حفاظت بذور از عوامل زنده و غیر زنده در مرحله بحرانی استقرار گیاهچه می شود، هم چنین این تیمارها یکنواختی سبز شدن را موجب می شوند که منجر به استقرار یکنواخت و بهبود عملکرد در محصول می شود (بسرا و همکاران، ۲۰۰۴).

باکتری‌های ریزوسفری تحریک‌کنندهٔ رشد گیاه، می‌توانند فراهمی و جذب عناصر غذایی و سوبستراهای رشد گیاه را افزایش دهند (گیون و همکاران، ۲۰۰۲). فرآیندهای تثبیت بیولوژیکی ازت، ۶۵ درصد از نیتروژن مورد استفاده در کشاورزی را تأمین می‌کنند (بوریس و رابرت، ۱۹۹۳). گرچه تصور می‌شود که بیشتر این مقدار از طریق تثبیت همزیستی حاصل شده باشد، اما تثبیت غیرهمزیستی یا تثبیت همیاری[1] یا همزیستی همیاری[2] (در رابطه با گیاهان عالی) در بعضی محصولات نظیر نیشکر و سورگوم که مسیر فتوسنتزی چهار کربنه دارند و نیز در بوم‌نظام‌های خاصی که نیتروژن یک عامل محدودکنندهٔ رشد گیاه است، اهمیت خاصی پیدا می‌کنند. برخی محصولات مثل برنج که در خاک‌های غرقابی کشت می‌شود، از فعالیت باکتری‌های دیازوتروف آزادزی و سیانوباکتری‌ها بهرهٔ فراوانی می‌برند.

کل درصد فسفر موجود در خاک تقریباً ۰/۰۴ تا ۰/۱ درصد می‌باشد که از این مقدار تنها، ۱ تا ۲/۵ درصد می‌تواند جذب گیاه شود. بیشتر فسفری که در خاک وجود دارد به فرم غیرقابل جذب برای گیاهان می‌باشد (لین، ۱۹۹۰). دسترسی پایین به فسفر خاک به‌خصوص زمانی که گیاهان به نیتروژن کافی دسترسی دارند، تبدیل به عامل محدودکننده برای رشد گیاه و ریشهٔ آن شده است (کاناکو و همکاران، ۲۰۰۴ و چن و همکاران، ۲۰۰۸). برای جبران کمبود فسفر و حصول اطمینان از تولید محصول زیاد، سالانه نزدیک به ۳۰ میلیون تن کود فسفر در سراسر جهان استفاده می‌شود، که بیش از ۸۰ ٪ آن هدر می‌رود، زیرا فسفر در خاک سریعاً به‌حالت غیرمتحرک در می‌آید و به علت رسوب

[1] Associative fixation
[2] Associative symbiosis

یافتن و یا تبدیل شدن به فرم آلی برای گیاه غیر قابل دسترس می‌شود. همچنین کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی فسفره در زمین‌های کشاورزی، باعث آلودگی و مشکلات زیست‌محیطی و اقتصادی می‌شود (چن و همکاران، ۲۰۰۸). در بسیاری از مناطق ایران نیز به رغم فراوانی فسفر، مقدار فسفر محلول در خاک و قابل جذب برای گیاه، کمتر از مقدار لازم برای رشد بهینه گیاهان است (درزی و همکاران، ۱۳۸۱). بنابراین، توسعه منابع جایگزین این کود ضروری به‌نظر می‌رسد. اخیراً به دلیل هزینه‌های بالای کودهای شیمیایی و تمایل به کاهش آلودگی ناشی از کود فسفر، گرایش به سمت استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات (فسفوباکترها) افزایش یافته است (سان و همکاران، ۲۰۰۶ و آیادورای و همکاران، ۲۰۰۶).

۱-۱- تاریخچه ذرت

ذرت پس از گندم و برنج، مهمترین ماده ی غذایی دنیا را تشکیل می دهند (پوئل من، ۱۹۵۹) . ذرت از لحاظ فتوسنتزی گیاهی چهار کربنه است و اگر چه دامنه ی سازگاری آن گسترده است، ولی در اقلیم های گرمسیری و نیمه گرمسیری رشد بهتری می کند. ذرت از جمله گیاهانی است که عملکرد دانه ی آن در عرض های جغرافیایی بالاتر از خاستگاه خویش، زیادتر می باشد (ایوانس و همکاران، ۱۹۷۰). این موضوع بیانگر توسعه اقتصادی و استفاده بیشتر از نهاده ها در تولید این محصول در عرض های جغرافیایی بالاتر است، هر چند طول دوره روشنایی زیادتر و فصل رشد طولانی تر هم در این امر موثر بوده اند (ایوانس و همکاران). پتانسیل عملکرد ذرت در واحد سطح تجاری رایج می باشد (تولنار و همکاران، ۱۹۹۹). به دلیل استعداد زیاد در تولید دانه، ذرت را پادشاه غلات نامیده اند (پئوپلز و همکاران، ۱۹۸۰).

خاستگاه ذرت قاره آمریکاست (جنوب مکزیک) و پیشینه کشت آن به ۸ تا ۱۰ هزار سال پیش می رسد (تولنار و همکاران، ۱۹۹۹). قدیمی ترین آثار باستان شناسی ذرت از مکزیک به دست آمده است (فائو، ۲۰۰۰). نام گونه ذرت (mays) از واژه ی mahis گرفته شده که نام قبیله ای در قاره

آمریکاست. در سال ۱۴۹۲ میلادی هنگامی که کریستف کلمب به کوبا رسید، مشاهده کرد که بومی ها ذرت تولید می کنند. او نام mahis را به ذرت داد. این نام بعدها به صورت mays تغییر یافت و هم اکنون در زبان انگلیسی به صورت maize نوشته می شود. احتمال دارد که بذر ذرت به وسیله کریستف کلمب از آمریکا به اروپا آورده شده باشد، زیرا از سال ۱۵۰۰ میلادی به بعد کشت ذرت در اسپانیا و ایتالیا رواج یافته است (فائو، ۲۰۰۰). در اوایل سده ی شانزدهم میلادی، ذرت به وسیله بازرگانان پرتقالی به جنوب آسیا راه یافته است و در امتداد جاده ابریشم به منطقه ی هیمالیا رفته است (فائو، ۲۰۰۰).

جد ذرت های کنونی شاید نوعی ذرت وحشی غلاف دار بوده که در آن هر دانه به وسیله گلومهایی از دیگر دانه ها جدا شده و امکان انتشار دانه ها در محیط و بقای نسل گیاه در شرایط طبیعت وجود داشته است. چنانچه ذرت های کنونی به حال خود رها شوند، پوشش های دور بلال و تمرکز دانه ها حول محور بلال مانع از تداوم نسل زندگی گیاه در طبیعت خواهد شد. در اثر تلاقی جد اولیه ذرت با خویشاوندانی همچون (Euchlaena Mexicana) Teosinte و Tripsacum ذرت کنونی به صورت گیاهی هتروزیگوت (ناخالص) در آمده است (آرون، ۱۹۷۲). در بین غلات ، ذرت بیشترین تنوع مصرف کننده را داراست، زیرا ذرت افزون بر مصرف به عنوان غذای انسان (کنسرو یا تهیه غذا در خانه) و به عنوان علوفه برای دامها، در صنایع تخمیر و تهیه فرآورده های متنوع صنعتی از جمله اتانل نیز مورد استفاده قرار می گیرد (فائو، ۲۰۰۰). به نظر می رسد اهمیت ذرت در آینده زیادتر شود زیرا در کشورهای فقیر غذای اصلی است، و در کشور های غنی برای تولید پروتئین حیوانی ضروری است (فائو، ۲۰۰۰).

۱-۲- تولید ذرت در جهان و ایران

در سال ۲۰۰۳ سطح زیر کشت جهانی آن نزدیک به ۱۴۲/۶ میلیون هکتار و تولید جهانی آن نزدیک به ۶۳۸ میلیون تن بوده است (فائو، ۲۰۰۳-۱۹۸۶). عمده ترین محل پراکنش ذرت در عرض

های جغرافیایی ۳۰ تا ۵۵ درجه می باشد (اسپراگو، ۱۹۸۸). مهمترین کشورهای تولید کننده ذرت، آمریکای شمالی، چین و آمریکایی لاتین می باشند که آمریکای شمالی با ۱۴ درصد سطح زیر کشت جهانی ذرت، اندکی کمتر از نیمی از تولید جهانی ذرت را به خود اختصاص داده است (پینتوس، ۱۹۷۳). بزرگترین صادر کنندگان ذرت را کشورهای آمریکایی شمالی، فرانسه و آرژانتین و بزرگترین وارد کنندگان آن را ژاپن، روسیه و کره جنوبی تشکیل می دهند (اسپراگو، ۱۹۸۸). در آمریکای لاتین ذرت مهمترین غله دانه ای است و گندم و برنج در مرتبه های بعدی قرار دارند (گالاگر و همکاران، ۱۹۸۴).

در سال زراعی ۱۳۸۲ سطح زیر کشت ذرت دانه ای در ایران معادل ۲۱۰ هزار هکتار بوده که از آن بیش از ۱/۸ میلیون تن ذرت دانه ای برداشت شده است. در بین استان های کشور، استان فارس با بیش از ۱۰۰ هزار هکتار سطح زیر کشت و تولید بیش از ۶۰۰ هزار تن ذرت دانه ای در کشور دارای مقام نخست تولید است.

۱-۳- ویژگی های گیاهشناسی ذرت

ذرت گیاهی تک لپه و یکساله از خانواده گرامینه یا پواسه است که دارای تنوع فنوتیپی بسیار زیادی است. ارقامی از ذرت با طول ساقه ۶۰ سانتیمتر و ۷ برگ تا ارقامی با ارتفاع ۷ متر و ۴۸ برگ وجود دارد. طول برگها از ۳۰ تا ۱۵ سانتیمتر متغییر است (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶). این تنوع فنوتیپی زیاد، امکان گزینش فنوتیپ های مورد نظر را با ویژگی های مطلوب فراهم می سازد. در ارقام تجاری به طور معمول ارتفاع ساقه ۲ تا ۳ متر با ۱۶ تا ۲۳ برگ است (تولنار و همکاران ۱۹۹۹).

گل آذین ذرت از گل آذین گندم و جو به طور کامل متمایز است و اندامهای نر و ماده در تقاط گوناگون یک بوته قرار گرفته اند. اندام نر ذرت که گل تاجی نامیده می شود، به صورت خوشه در بخش انتهایی بوته قرار دارد به گونه ای که گرده افشانی به وسیله باد تسهیل می شود. در هر سنبلک گل تاجی دو گلچه نر وجود دارد. گل تاجی قبل از ظاهر شدن در داخل غلاف برگ انتهایی است و

پس از کامل شدن رشد به تدریج از غلاف برگ انتهایی خارج می شود. هر گلچه نر ذرت در برگیرنده سه پرچم است و مادگی در آن تحلیل رفته و اثری از برون پوشینه و درون پوشینه در آن دیده نمی شود. هر گل تاجی ممکن است بیش از ۲۵ میلیون دانه گرده تولید کند (پئوپلز و همکارن، ۱۹۸۰) که این تعداد دانه ی گرده صرف تلقیح حدود ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ بذر می شود. در مرحله گلدهی هر بوته روزانه تا ۱۰ میلیون دانه گرده تولید می کند (تولنار و همکاران، ۱۹۹۹).

گل آذین ماده ذرت به صورت سنبله است که به آن بلال گفته می شود. به طور معمول در ارقام تجاری بیش از یک بلال تولید نمی شود، هر چند آغازه تا ۸ بلال در جوانه های جانبی هر ساقه ذرت ممکن است تشکیل شود (تولنار و همکاران، ۱۹۹۹). بلال از جوانه های جانبی موجود در زاویه ی برگها منشاء می گیرد (فائو، ۲۰۰۰) و به طور معمول ۰/۵ تا یک متر (به فاصله ۵ تا ۷ برگ) پایین تر از گل تاجی قرار دارد (پئوپلز و همکاران، ۱۹۸۰). بلال دارای محور استوانه ای و ضخیمی است. بر روی محور بلال سنبلک های قرار دارند که هر کدام دارای دو گلچه است. یکی از گلچه ها عقیم و دیگری بارور می باشد، بنابراین، تعداد دانه در هر بلال زوج است (۱۰ تا ۳۰ ردیف)، هر گلچه دارای برون پوشینه، درون پوشینه و مادگی است، ولی فاقد پرچم می باشد. مادگی شامل کلاله، خامه و تخمدان است. خامه رشد طولی زیادی کرده و رشته ای به نام ابریشم به طول ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر را به وجود می آورد که به مجموع این رشته ها کاکل می گویند. طول رشته های تلقیح نشده ی کاکل ممکن است به نیم متر تا ۷۵ سانتیمتر هم برسد. رشته های کاکل با کرک های ریزی پوشیده شده و مرطوب و چسبناک است و این امر باعث سهولت دریافت دانه ی گرده به وسیله ی آنها می شود. اگر رشته های کاکل با دانه های گرده تماس پیدا نکنند، همچنان تا مدتی به رشد طولی خود ادامه می دهند (۱۰-۷ روز)، ولی پس از تماس با دانه گرده رشد طولی آنها متوقف شده، رنگشان از نقره ای به قهوه ای تبدیل می شود و به تدریج خشک می شوند. نزدیک به ۹۵ درصد گل های ماده بارور در ذرت از راه گرده افشانی، و باقی مانده از راه خود گرده افشانی تلقیح می شوند (پوئل من، ۱۹۵۹).

اگرچه ابتدا رشته های کاکل مربوط به سنبلک های پایینی بلال شروع به رشد طولی می کنند، اما ابریشم سنبلک های میانی بلال زودتر ظاهر می شود، چون فاصله طولی کمتری را برای خارج شدن از پوششی که روی بلال را گرفته، می گذرانند. بنابراین، نخستین جنین هایی که بارور می شوند مربوط به سنبلک های ناحیه مرکزی بلال است و ابریشم مربوط به سنبلک های بالایی بلال ممکن است زمانی ظاهر شوند که دانه گرده چندانی برای تلقیح موجود نباشد و به همین دلیل دانه های قسمت بالایی بلال بیشتر به صورت تلقیح نشده و پوک باقی می مانند. هر دانه گرده پس از آزاد شدن از گل تاجی به دلیل خشک شدن در هوا تنها چند دقیقه زنده است (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶).

طول بلال از ۱۰ سانتیمتر در برخی انواع ذرت بو داده تا یک متر در ذرت های سیلویی متغییر است. بزرگترین بلال در بالاترین قسمت ساقه قرار دارد. به تدریج با رسیدن بلال پوشش های دور بلال شل می شوند، و بلال به سمت پایین خم می شود و به این ترتیب، دانه های رسیده از آسیب پرندگان و باران محفوظ می مانند. امروزه کشاورزان ذرت های تک بلالی را بر چند بلالی ترجیح می دهند (فائو، ۲۰۰۰). میوه ذرت هم مانند جو و گندم، گندمه است. تعداد کل برگهای هر بوته در پایان فصل رشد به وسیله تعداد آغازه های برگ موجود در جنین به علاوه تعداد آغازه های تشکیل شده تا مرحله آغازش گل تاجی، تعیین می شود (تولنار و همکاران، ۱۹۹۹).

شمار برگها در هر ساقه و شاخص سطح برگ در ارقام دیررس زیادتر است (تولنار و همکاران، ۱۹۹۹). در هیبرید های جدید ذرت برگ ها برای مدت طولانی تری سبز می مانند و عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت زیادتر است (پینتوس و همکاران، ۱۹۷۳). ذرت، در اصل گیاه روز کوتاه کمّی است، گرچه ذرت هایی که در نواحی معتدله کشت می شوند، حساسیت چندانی به طول روز ندارند، اما ذرت های نواحی گرمسیری روز کوتاه هستند و در طول روز های بیش از ۱۲/۵ ساعت گلدهی در آنها به تاخیر می افتد (فائو، ۲۰۰۰).

سیستم ریشه ای ذرت در برگیرنده سه نوع ریشه است:

الف- ریشه های بذری[1]

که از بذر منشاء می گیرند و شمار آنها ۳ تا ۵ عدد است (آرنون، ۱۹۷۲). نقش این ریشه ها در جذب آب و مواد غذایی از اعماق خاک است. رشد عمقی این ریشه ها در خاک تا مرحله سه برگی ادامه یافته و در نهایت متوقف می شود (فائو، ۲۰۰۰). نقش این ریشه ها در جذب آب و عناصر غذایی در ذرت، در مقایسه با گندم بسیار کمتر است.

ب – ریشه های اصلی یا دائمی [2]

که از گره های قاعده ساقه در بالای سطح خاک منشاء می گیرند. این ریشه ها در همه بوته ها، بدون توجه به عمق کاشت بذر، از یک عمق مشابه از سطح خاک منشاء می گیرند. شمار آنها ابتدا ۷ تا ۸ عدد است که گاهی به ۱۵ تا ۲۰ ریشه هم می رسد. کار این ریشه ها جذب آب و عناصر غذایی از سطح خاک است. رشد این ریشه ها تا زمان ظهور گل تاجی ادامه می یابد و اهمیت آنها در استقرار بوته و جذب آب و عناصر غذایی بسیار زیاد است.

ج- ریشه های هوایی، طوقی یا استحکامی[3]

که از گره های از ساقه در بالای سطح خاک منشاء می گیرند. این ریشه ها بیشتر در قائم نگه داشتن گیاه نقش دارند و در جذب عناصر غذایی نقش چندانی ندارند، گرچه به تازگی برخی از پژوهشگران گزارش کرده اند که این ریشه ها در جذب آب و مواد غذایی مشارکت می کنند (فائو، ۲۰۰۰). این ریشه ها به طور معمول در فاصله ظهور گل تاجی تا پر شده دانه ها به وجود می آیند.

[1] - seminal roots
[2] - Nodal = Permanent roots
[3] - Aerial = Brace roots = Prop roots

وجود ساقه های ضخیم و محکم از یک طرف و ریشه های هوایی از سوی دیگر احتمال خوابیدگی در ذرت را کم می کند.

ریشه های نوع ب و ج از نوع ریشه های نا به جا هستند. بخش عمده سیستم ریشه ای ذرت را ریشه های اصلی یا دائمی تشکیل می دهند.

۱-۴- انواع ذرت

ذرت را از لحاظ شکل ظاهری دانه و نوع مصرف به انواع زیر تقسیم می کنند:

۱-۴-۱- ذرت دندان اسبی (Dent corn) *Zea mayz indentata*

مبدا آن مکزیک است. در برش طولی دانه، آندوسپرم سخت فقط در قسمت دیواره های جانبی به طرف خارج قرار می گیرد. آندسپرم نرم تمام قسمت وسط و بخش بالایی دانه را اشغال می کنند،. دانه ها در مرحله رسیدن مقداری از آب خود را از دست می دهند که باعث متراکم شدن میدانی آن می گردد و در نتیجه یک گودی در راس دانه تشکیل می گردد که به شکل دندان اسب می باشد. دانه ها به رنگ سفید، زرد، ارغوانی یا قرمز می باشد. بوته ها دارای برگ زیاد و تولید دانه در آن بسیار زیاد است. در حال حاضر دارای بیشترین سطح زیر کشت است و غالبا برای تهیه سیلو و علوفه کشت می گردد (فائو، ۲۰۰۰).

۱-۴-۲- ذرت بلوری (ذرت سخت) (Flint corn) *Zea mays indurate*

در این نوع ذرت بافت شاخی بیشترین قسمت آندوسپرم را اشغال می کند و آندسپرم نشاسته ای به مقدار خیلی کم فقط در اطراف جنین قرار دارد. این ذرت نیز ذرت شیشه ای نامیده می شود. دانه آن صاف و شفاف و به رنگ سفید، زرد، ارغوانی، پرتقالی، قرمز و شکل های مختلف دیده می شود که در راس گرد می باشند همچنین دارای فرمهای بسیار زودرس تا خیلی دیررس هستند.

۱-۴-۳- ذرت آردی یا ذرت نرم (Soft corn یا Flour corn) *Zea mays amylacea*

تمام آندوسپرم آن آردی می باشد. بیشتر در پرو و بولیوی کشت می گردد، و دانه ها به شکل کروی هستند.

۱-۴-۴- ذرت شیرین (قندی) (Sweet coern) *Zea mays amylacea*

آندوسپرم این نوع ذرت غنی از هیدرات های کربن قابل حل (آمیلو دکسترین) و فقیر از نشاسته است. این نوع ذرت دارای آندوسپرم کاملا براق است. در موقع رسیدن دانه ها آب خود را از دست می دهند و کوچک و چروکیده می گردند. دانه به رنگ زرد و صورتی، قرمز، ارغوانی، خاکستری یا سیاه می باشند. این گیاه دارای قدرت زیادی در تولید پنجه است.

۱-۴-۵- ذرت آجیلی (پاپ کرن) (Popcorn) *Zea mays everta*

آندسپرم کاملا شاخی است به جز مقدار بسیار اندکی که در اطراف جنین قرار دارد. دانه ها خیلی ریز (وزن هزار دانه ۱۴۰-۴۰ گرم)، صاف و غنی از پروتئین می باشند. با حرارت دادن دانه، آب وسط آندوسپرم بخار می گردد و حجم دانه به طور ناگهانی افزایش و به رنگ سفید شبیه کف صابون در می آیند، یعنی حجم آنها ۲۰-۱۵ برابر زیاد می شود. بسیار خوشمزه بوده و مصرف خوراکی دارند. این نوع ذرت معمولا چند بلال تولید می کند(فائو، ۲۰۰۰).

۱-۴-۶- ذرت گلوم دار (پوشینه دار – غلاف دار) *Zea mays tunicate*

در این ذرت، (گلوم دار) هر دانه به وسیله غلافی شامل دو گلوم پوشیده شده است. در این نوع ذرت، گلومها رشد بسیار زیادی دارند و تمامی سطح دانه ها را می پوشانند. برخی از پژوهشگران آن را جد ذرت های کنونی دانسته اند (فائو، ۲۰۰۰).

۱-۴-۷- ذرت مومی (Waxy corn) *Zea mays amyleesaccharata*

این نوع ذرت برای اولین با از چین گزارش شده است (فائو، ۲۰۰۰). دارای آندوسپرم شاخی و چسبناک در بخش خارجی دانه می باشد. دانه ها سفید یا زرد می باشد. مولکول نشاسته ذرت مومی با ذرت های ذکر شده در فوق متفاوت و به گلوکوژن شباهت داشته و نشاسته آن حالت چسبندگی دارد. این ذرت بیشتر در چین و فیلیپین کشت می شود.

۱-۴-۸- ذرت اپک – ۲ Opaque-2

موتانتی از ذرت دندان اسبی است که دارای ژن مغلوب O_2 می باشد. وجود این ژن باعث ازدیاد میزان دو اسید آمینه ضروری لایسین و تریپتوفان تا حد دو برابر می شود. از آنجا که یکی از مشکلات پروتئین ذرت کمبود این دو اسید آمینه است، کیفیت پروتئین این ذرت در بالاترین حد خود است و به همین دلیل آن را ذرت کیفیت دار پروتئینی [1] هم می نامند (فائو، ۲۰۰۰). عملکرد دانه این ذرت کمتر از ذرت دندان اسبی است.

۱-۵- کاشت ذرت

به دلیل گوناگونی زیاد در ارقام ذرت، امکان کشت آن در محدوده گسترده ای از شرایط آب و هوایی وجود دارد. ذرت در خاکهای گوناگون به عمل می آید و قدرت تحمل pH در محدوده ۵ تا ۸ را داراست (اسپراگو و همکاران، ۱۹۸۸). دمای کمینه برای جوانه زنی ذرت ۱۰ċ است. کاشت زود هنگام ذرت در بهار با هدف استفاده بیشتر از انرژی تابشی، ممکن است نهال بذرها را با خطر سرمای اول فصل روبرو کند. چنانچه در اول فصل هوا سرد (کمتر از ۱۰ ċ) و مرطوب باشد، رشد اولیه نهال بذرها بسیار کند خواهد بود و ممکن است سبز شدن بذرها تا یک ماه به طول انجامد (تولنار و همکاران، ۱۹۹۹). بر عکس، در خاکهای گرم و مرطوب، ممکن است بذر ذرت ۴ تا ۵ روزه سبز شود (فائو، ۲۰۰۰). عمق کاشت بذر در ذرت زیادتر از گندم است. بذرهای ذرت دانه ای در شرایطی که رطوبت

[1] - Quality protein maize

فراهم باشد، در عمق ۵ تا ۷ سانتیمتر سطح خاک کشت می شوند (فائو، ۲۰۰۰). شیوه جوانه زدن بذر ذرت همانند گندم است و تنها اندازه جنین و آندوسپرم در ذرت بزرگتر از گندم می باشد. ضد عفونی بذرها به هنگام کاشت برای ایجاد یک مزرعه یکنواخت ضروری است (تولنار و همکاران، ۱۹۹۹). آغازه ی پنچ برگ نخست ذرت در داخل جنین وجود دارد. خروج جوانه های ذرت از نوع درون زمینی[1] است. نقطه نموی انتهایی تا مرحله ۴ تا ۵ برگی در زیر خاک قرار دارد (تولنار و همکاران، ۱۹۹۹). پس از رسیدن نقطه نموی انتهایی به بالای سطح خاک، گیاه وارد مرحله رشد سریع طولی ساقه می شود.

۱-۶- نیاز گرمایی ذرت

دمای پایه برای ذرت ċ ۱۰ و نیاز حرارتی ارقام گوناگون آن بین ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ درجه روز متفاوت است. دمای بهینه برای جوانه زنی ذرت ۲۰-۱۸ درجه سانتیگراد و برای رشد رویشی ۳۷-۲۰ درجه می باشد. دمای بیش از ۳۷ درجه سانتیگراد تلقیح گل ها را با مشکل مواجه می کند و پوکی دانه ها زیاد می شود. ذرت را بر اساس تاریخ گلدهی به انواع بسیار زود رس (۸۰ تا ۹۰ روز)، زود رس (۹۰ تا ۱۰۰ روز)، متوسط رس (۱۰۰ تا ۱۱۰ روز) و دیر رس (۱۱۰ تا ۱۳۰ روز) تقسیم بندی می کنند. به طور معمول ذرت دیررس عملکرد بیشتری دارند (فائو، ۲۰۰۰). آغازه ی برگها در اوایل زندگی گیاه در زیر سطح خاک است، بنابراین، سرعت ظهور برگها به وسیله دمای خاک تعیین می شود (امام و نیک نژاد، ۱۳۷۴). ذرت های که در نواحی گرمسیری کشت می شوند، در مقایسه با ذرت های نواحی معتدله تعداد برگ بیشتری در هر بوته تولید می کنند. دلیل این امر عدم محدودیت دما در طول فصل رشد این ذرت هاست (فائو، ۲۰۰۰).

۱-۷- ویژگی های زراعی و فیزیولوژیک ذرت

[1] - Hypogeal emergence

در زراعت ذرت فاصله بذرها روی پشته ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتر از هم و فاصله پشته ها از هم ۵۰ تا ۶۰ سانتیمتر است. چنانچه عمق کاشت بذر زیاد باشد، محور میان لپه که از رشد طولی میانگره اول حاصل می شود، عمق زیاد کشت بذر را جبران می کند. مواد ذخیره ای آندوسپرم بذر، رشد گیاهچه را تا مرحله ۴ برگی پشتیبانی می کنند (تولنار و همکاران، ۱۹۹۹). از این مرحله به بعد ذرت از هتروتروف به اتوتروف در می آید. آغازه ی تمام برگها تا مرحله ۸ تا ۱۰ برگی تشکیل شده است (تولنار و همکاران، ۱۹۹۹). تراکم بوته ذرت در هکتار بسته به ارتفاع بوته ها و زود رسی محصول در ذرت دانه ای بین ۶۰ تا ۸۰ هزار در ذرت علوفه ای بین ۹۰ تا ۱۴۰ هزار بوته در هکتار، و گاهی تا ۲۰۰ هزار بوته در هکتار متغیر است (زادوکس و همکاران، ۱۹۴۷). تراکم پذیری هیبرید های جدید ذرت زیادتر از هیبرید های قدیمی است (ایوانس، ۱۹۹۳). در هیبرید های زودرس ذرت که تعداد برگها در هر بوته کمتر است، تراکم کاشت بذر ها را زیادتر می گیرند (فائو، ۲۰۰۰). کارایی استفاده از آب در هیبرید های بیشتر از غلات سه کربنه است (امام و نیک نژاد، ۱۳۷۴) و عملکرد دانه ای آن در واحد سطح بیش از ۲/۵ برابر گندم است (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶).

در بین گیاهان زراعی چهار کربنه، ذرت بیشترین حساسیت را به تنش های محیط دارد (ایوانس، ۱۹۹۳). ذرت به آب فراوان نیاز دارد و در مقابل شوری حساس بوده و شوری های بیشتر از ۱/۷ دسی زیمنس بر متر باعث کاهش رشد می شوند (اسپراگو و همکاران، ۱۹۸۸). نخستین علایم تنش شوری پژمردگی بوته هاست زیرا بوته ها از خشکی فیزیولوژیک رنج می برند. ذرت به شرایط غرقاب نیز بسیار حساس است و خاک مزرعه ذرت باید از زهکش خوبی برخوردار باشد (فائو، ۲۰۰۰). ذرت به عنوان گیاه زراعی اصلی، در برنامه تناوب زراعی گیاه مناسبی است، ولی کشت پی در پی آن در یک زمین موجب کاهش حاصلخیزی و طغیان آفات می شود (اسپراگو و همکاران، ۱۹۸۸)

به طور معمول، گلدهی در ذرت با هوای گرم مواجه است و خطر وقوع تنش خشکی وجود دارد. برخی از پژوهش ها نشان داده است که چنانچه میانگین دما در طول فصل رشد ۲۰ تا ۲۲ درجه

سانتیگراد باشد، عملکرد دانه ذرت بهینه خواهد بود (فائو، ۲۰۰۰). تنش خشکی، کمبود عناصر غذایی، بروز آفات و یا تراکم بیش از حد بوته ها در واحد سطح موجب عقیمی دانه می شوند. به طور معمول بلال های بسیار درشت (بیش از ۳۷۰ گرم) از تراکم های بسیار کم بوته در واحد سطح به دست می آیند.

بذر مورد استفاده ذرت بر خلاف گندم، برنج و جو از ارقام هیبرید که سالانه نیاز به تولید بذر دارند، تامین می شود. بنابراین نمی توان از دانه های برداشت شده ی کشت قبلی به عنوان بذر استفاده کرد. بذر ذرت فاقد دوره ی رکود است. وزن هزار دانه ذرت بین ۱۰۰ تا ۴۰۰ گرم متغییر است. میزان بذر مورد نیاز جهت کاشت در هر هکتار ۲۰ تا ۳۰ کیلو گرم خواهد بود، یعنی با کاشت میزان اندکی بذر در هکتار عملکرد دانه بسیار زیادی برداشت می شود. همین موضوع باعث شده ذرت غله انسانهای تنبل نامیده شود.

بخش عمده ای (تا ۸۵ درصد) وزن دانه های ذرت در جریان پر شدن دانه ها از فتوسنتز برگهای بالایی بلال تامین می شود (فایری و همکاران، ۱۹۷۸). برگهای زیر بلال عمدتا وظیفه تامین هیدراتهای کربن مورد نیاز بخش های پایینی ساقه و ریشه ها را عهده دار هستند. بخش اندکی (حدود ۱۰ درصد) از هیدراتهای کربن دانه های بلال از راه انتقال مجدد از ساقه تامین می شود (پریبول و همکاران، ۱۹۹۰). این مواد در شرایطی بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند که سرعت رشد دانه ها زیادتر از فتوسنتز گیاه باشد. در این شرایط بیش از ۵۰ درصد نیتروژن دانه های بلال از راه انتقال مجدد تامین می شود (تولنار و همکاران، ۱۹۹۹).

از گلدهی به بعد، هیدارتهای کربن اختصاص یافته به ریشه ها کم می شود و بنابراین فعالیت ریشه در جذب نیتروژن از خاک نیز کاهش می یابد.

خشک شدن دانه پس از تشکیل لایه ی سیاه به آرامی ادامه می یابد و سرعت از دست رفتن رطوبت به وسیله ی بلال تحت تاثیر اختلاف رطوبت دانه ها با هوای اطراف بوته هاست (دستفال و همکاران، ۱۹۹۹).

طول دوره سبز ماندن برگها در شرایط تراکم بوته زیاد، رطوبت کم و کمبود نیتروژن کاهش می یابد (تولنار و همکاران، ۱۹۹۹).

۱-۸- مورفولوژی و فیزیولوژی

۱-۸-۱- ریشه

ذرت گیاهی علفی، یک ساله و دارای ریشه های افشان می باشد. جنین در موقع جوانه زدن فقط تولید یک ریشه کرده و انشعاباتی تولید نموده و در عمق خاک نفوذ می کند. از مزوکوتیل نیز ریشه نابجا خارج می شود. این ریشه همراه با ریشه جنینی، سیستم ریشه ای اولیه را در ذرت به وجود می آورد که تامین کننده آب و مواد غذایی برای ذرت در ۳-۲ هفته اول می باشند. چند روز بعد از رویش، در داخل خاک (در عمق بسیار کم) اولین گره ساقه به وجود می آید. فاصله میان بذر و اولین گره را مزوکوتیل می نامند و طول آن بسته به عمق کاشت متغیر است. این قطعه در حقیقت اولین گره ساقه ذرت است که از هر نقطه طول خود می تواند ریشه تولید کند. بعد از آن گیاه تعداد زیادی گره به فاصله بسیار کم روی ساقه خود در زیر زمین به وجود می آورد که تمامی این گره ها فقط یک گره به نظر می آیند که به آن گره انشعاب یا حلقه نمو می گویند. تعداد گره های زیر زمینی بستگی به رقم یا هیبرید دارد و تعداد آنها بین ۱۰-۶ عدد می باشد. تعداد گره ها را در هیبرید های مختلف ۸/۱ - ۵/۱ مشخص نمود. هر گره زیر زمینی ساقه می تواند ۱۶-۴ ریشه دائمی یا ریشه های تاجی را به وجود آورد(لارسون و همکاران، ۱۹۷۷).

بین تعداد گره های زیر زمینی و طول عمر گیاه رابطه مستقیمی وجود دارد. هر چه تعداد گره ها بیشتر باشد مرحله رویشی طولانی تر است. هیبرید نیمه دیررس و دیررس به دلیل داشتن تعداد گره های زیر زمینی بیشتر نسبت به ارقام زودرس دارای سیستم ریشه ای قوی وتوسعه یافته تری است. بنابراین قدرت بیشتری در جذب آب و عناصر غذایی دارند. سیستم ریشه ای ذرت همانند سایر غلات افشان است ولی توسعه خیلی زیادی یافته است. رشد جانبی ریشه های دائمی (ثانویه) تا عمق ۳۰ سانتی متری دیده می شوند.

ریشه های یک گیاه ذرت تقریبا ۲ متر مکعب خاک را اشغال می کند. سیستم ریشه ای ذرت در اراضی با رطوبت کم، توسعه بیشتری نسبت به اراضی مرطوب خواهد یافت. سطح جذب مواد معدنی در ریشه های ذرت نسبت به حجمی که اشغال نموده، کم می باشد، زیرا رشد ریشه ها در رابطه با افزایش سطح جذب نخواهد بود. شعاع جذب در ۴ هفته بعد از رویش تا ۶۰ سانتی متر و در موقع رسیدن تا ۱۲۰ سانتی متر می باشد، این در حالی است که ریشه ها می توانند آب را بیشتر از حجم خاکی که در اختیار دارند جذب کنند. از دومین تا هفتمین گره ساقه که بالای سطح خاک قرار دارد، ریشه های هوائی [1] به وجود می آید. تعداد بسیار زیادی از ریشه های هوائی در داخل خاک فرو می روند. این ریشه ها علاوه بر استقرار بهتر گیاه در داخل خاک در جذب مواد غذایی نیز نقش مهمی دارند.

۱-۸-۲- ساقه

ذرت دارای یک ساقه استوانه ای و در مقطع عرضی بیضوی است. ارتفاع آن بسیار متغیر و بسته به شرایط اقلیمی ۳۰-۹۰ سانتی متر، و به طور معمول ۳-۱/۵ متر است. امروزه محققین بیشتر در فکر به وجود آوردن هیبرید های قد کوتاه هستند زیرا ارقام قد کوتاه نسبت به ارقام قد بلند تراکم بیشتری را می پذیرند و در نتیجه عملکرد آنها افزایش خواهد یافت. کاهش ارتفاع ساقه ذرت در یک

[1]- Aerial یا Brace Root

گروه معین با کاهش تعداد میانگره ها صورت نمی گیرد. بلکه با کوتاه و ضخیم شدن آنها صورت می گیرد. تعداد و اندازه برگها و اندازه بلالها تقریبا بدون تغییر باقی می ماند. ساقه ذرت دارای ۸ تا ۲۱ گره است که پر از مغز بوده و از نظر علوفه بسیار با ارزش است (لئونارد و همکاران، ۱۹۶۳). قطر میانگره از ۶-۲ سانتی متر متغیر است. تعداد گره ها بستگی به طول عمر گیاه دارد به طوری که تعداد گره ها در ارقام زودرس ۱۰-۸ و در ارقام دیررس تا ۲۰ گره می رسد. ارقام دیررس بلند تر از ارقام زودرس هستند. اکثر ارقام ذرت برخلاف سایر غلات پنجه تولید نمی کنند. فقط در بعضی مواقع ممکن است از گره تحتانی تعداد کمی پنجه به وجود آید. این پنجه ها تولید سنبله نمی کنند (به استثناء ذرت قندی که پنجه های آن در شرایط مطلوب محیطی در بعضی مواقع تولید بلال خواهد نمود) و با وجودی که ریشه های مستقل به وجود می آورند ولی متصل به سیستم آوندی ساقه اصلی باقی می مانند. ساقه ذرت باید مقاومت خیلی خوبی نسبت به ورس داشته باشد(لارسون و همکاران، ۱۹۷۷).

۱-۸-۳- برگ[1]

در هر گره ساقه یک برگ قرار دارد و گره ها همانند سایر غلات به طور متناوب در دو طرف طول ساقه قرار می گیرند. برگها از غلاف و پهنک تشکیل یافته اند (لئونارد و همکاران، ۱۹۶۳). طول برگها ۸۰-۵۰ و عرض آنها ۱۲-۴ سانتی متر است. رگبرگها موازی بوده و رگبرگ میانی توسعه بسیار زیادی یافته و برجسته است. لیگول برگ ذرت به طول ۵-۳ میلی متر می باشد. سطح زیرین پهنک برگ صاف و روی آن پرز دار است. در اپیدرم سطح بالایی پهنک برگ، تعداد بسیار زیادی سلولهای پیازی شکل دیده می شود که در هوای گرم این سلولها آب خود را از دست می دهند و پهنگ برگ به طرف داخل خود پیچ می خورد و به همین دلیل سطح تعرق به وسیله برگها به مقدار خیلی زیادی کاهش می یابد و مقاومت نسبت به تشنگی افزایش پیدا می کند. هنگامی که رطوبت دوباره به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار گیرد برگها به حالت اولیه خود بر می گردند. تعداد برگها از خصوصیات تقریبا ثابت

[1] - Leaf

هر هیبرید می باشد و بین ۸-۶ در ارقام خیلی زودرس و تا ۴۸ در ارقام خیلی دیررس است و تحت تاثیر شرایط محیطی مانند گرما و رطوبت قرار نمی گیرد، در صورتی که با افزایش گرما، طول دوره رشد کاهش می یابد ولی تعداد برگها ثابت باقی می ماند. بین تعداد برگها در ساقه اصلی و طول دوره رشد گیاه رابطه مثبتی وجود دارد طوری که تعداد برگها در هیبرید های دیررس بیشتر از هیبرید های زودرس می باشد.

باید یاد آوری گردد که تعداد برگها در ذرت فقط با تاثیر فتوپرتودیسم تغییر می کند. نحوه قرار گرفتن برگ روی ساقه یک صفت ژنتیکی است که رابطه مستقیمی با جذب انرژی خورشیدی دارد. در هیبرید های معمولی پهنک برگ نسبت به ساقه دارای زاویه ای معادل ۴۰-۳۰ درجه است. در صورتی که در هیبریدهایی که در آنها برگها بدون لیگول هستند این زاویه به ۱۱-۶ درجه کاهش می یابد و در نتیجه زاویه تابش اشعه خورشیدی نسبت به پهنک کاهش می پذیرد و برگها مقدار بسیار زیادتری نور خورشید را جذب می کنند. هیبرید های که دارای برگهای مورب هستند بهتر از هیبریدهای معمولی انرژی خورشیدی را جذب کرده و عملکرد آنها به مراتب بیشتر است. راندمان خالص فتوسنتز بسته به نوسانات دمایی شب و روز، شدت نور، میزان آب و مواد غذایی، مرحله زندگی گیاهی و تراکم متغییر است. حداکثر تولید خالص فتوسنتز در مرحله ظهور سنبله ها تا رسیدن دانه های شیری به دست می آید و در این مرحله بیشترین نقش را برگهای جوانی به عهده دارند که در یک سوم بالایی ساقه قرار گرفته اند. سطح جذب به وسیله شاخص سطح برگ ارزیابی می گردد و بستگی بسیار زیادی به سطح تولید در هکتار دارد. شاخص های بسیار زیاد موقعی به دست می آید که گیاه در بهترین شرایط از نظر آب و غذا قرار گرفته باشد که سبب حداکثر پوشانیدن سطح خاک و ذخیره مقدار زیادی انرژی در گیاه می گردد.

حداکثر عملکرد ذرت هنگامی به دست می آید که LAI [1] در شرایط معمولی (بدون آبیاری) ۵-۴ و در شرایط آبیاری زیاد ۶-۵ باشد. بین میزان رطوبت خاک با روند رشد، تشکیل برگها، مدت فعالیت برگها، قدرت تولیدی فتوسنتزی و میزان عملکرد وابستگی زیادی وجود دارد. حداکثر LAI در ذرت کمی بعد از مرحله سنبله رفتن به دست می آید و سپس کاهش پیدا می کند. مدت فعالیت هر برگ بستگی به محل قرار گرفتن آن روی ساقه (یا مرحله ای که در آن ظاهر می گردد) و شرایط محیطی دارد. برگهای اولیه دارای مدت فعالیت بسیار کوتاهی هستند. در شرایط مساعد، دو برگ تحتانی ۳۵-۳۰ روز سبز باقی خواهند ماند، در صورتی که برگهای ۱۰-۸ به مدت ۱۰۰-۹۰ روز سبز می باشند. این برگها دارای نقش بسیار مهمی در مراحل اولیه رشد ذرت خواهند داشت. برگهای بعدی بزرگتر و طول عمر بیشتری دارند و نقش اصلی را در تولید به عهده دارند.

۱-۸-۴- گل آذین

ذرت گیاهی یک پایه و دگر گرده افشان. گل آذین نر به صورت یک خوشه غیر متراکم می باشد، که روی آخرین گره بالایی ساقه قرار دارد. طول آن ۴۰-۱۵ سانتی متر دارای ۴۰-۱۰ انشعاب می باشد. سنبلچه ها به صورت جفتی می باشند، که یکی بدون دمگل و دیگری با دمگل [2] است.

سنبلچه ها به طور مارپیچی روی محور سنبله قرار گرفته اند. هر سنبلچه در قسمت تحتانی خود دارای دو گلوم می باشد که درون آن دو گل قرار دارد. هر گل پوشیده از دو پوشینک و شامل سه پرچم، یک تخمدان ناقص و ابتدائی و دو لودیکول می باشد. بعضی مواقع این تخمدانها فعال می گردند و در این صورت دانه های منفردی در سنبله نر مشاهده می گردد. هر پرچم می تواند تا ۲۰۰۰ دانه گرده تولید کند به نحوی که تعداد دانه های گرده یک گل آذین ممکن است به حدود ۲۵ میلیون و حتی خیلی بیشتر برسد. گل آذین نر (گل تاجی) قبل از بلال ظاهر می گردد (چن و همکاران، ۱۹۹۴). دانه های گرده معمولا ۷-۵ روز قبل از ظهور ابریشم ها از پرچم رها می گردند و در

[1] - Leaf area index
[2] - Pedicellate

مواقعی که دما خیلی زیاد باشد این فاصله به ۲۰-۱۰ روز هم خواهد رسید که در نتیجه باعث افزایش گیاهان نازا خواهد گردید. بیشترین میزان دانه های گرده در سومین روز بعد از شروع گل دهی در مزرعه رها می گردند (آزاد کردن دانه های گرده ۵-۱ روز طول می کشد).

گل آذین ماده یا سنبله ماده یا بلال که به وسیله برگهای تغییر شکل یافته احاطه شده است از جوانه های جانبی واقع بر روی گره های ساقه ظاهر می گردد. تعداد گل آذین ماده (بلال) در ارقام اصلاح شده معمولا یک عدد است (بعضی از گونه ها مانند Everta دارای ۱۲-۹ بلال می باشند). معمولا ۶-۵ گره انتهایی ساقه داری جوانه های تولید کننده بلال هستند. دانه در ذرت گندمه بوده و دارای طول ۲۲-۲/۵ میلی متر، عرض ۱۸-۳ میلی متر و ضخامت ۸-۲/۷ میلی متر می باشد. دانه ها به رنگهای سفید، زرد، پرتقالی، قرمز و گاه آبی یا بنفش می باشند. شکل دانه ذرت تقریبا گرد بوده و وزن هزار دانه بین ۳۰ تا ۱۲۰۰ گرم متغیر است.

۱-۹- پرایمینگ بذر

از حدود چهل سال پیش پرایمینگ بذور با مواد مختلف شروع شده و این تیمار بذر برای افزایش سرعت و یکنواختی سبز شدن در تعدادی از سبزیجات، گل ها و برخی گیاهان زراعی مورد استفاده قرار گرفته است. این تمهیدات به عنوان عاملی سودمند در کیفیت بذر، جوانه زنی، استقرار محصول، رشد و عملکرد مطرح می باشد. این تیمارها و مشخصات آنها توسط برخی محققین مورد بررسی قرار گرفته است (کان، ۱۹۹۲و اشرف و فود، ۲۰۰۶). پرایمینگ بذر دوره کاشت تا استقرار گیاهچه را کوتاه کرده و صدمات ناشی از قرارگیری بذر در شرایط نامساعد محیطی را کاهش می دهد (کان و همکاران، ۱۹۷۸). این تکنیک شامل فرآیندهایی است که طی آن بذر آب جذب کرده و پس از خشک کردن بذور، آنها را برای مدت تعیین شده در محیطی با دمای خاص قرار می دهند (بردفورد، ۱۹۸۸). هریس (۱۹۹۹) اذعان داشت که پرایمینگ شامل جذب آب و خشک شدن مجدد بذر می باشد، که باعث تغییرات بیوشیمایی در درون بذر به هنگام جذب آب و همچنین بعد از کاشت می گردد. سودمندی

پرایمینگ بر رشد و نمو گیاهان مربوط به اثرات مستقیم و غیر مستقیم این فرآیند است (هریس و همکاران، ۱۹۹۹، ۲۰۰۱). اثرات غیر مستقیم پرایمینگ سرعت رشد گیاهان بیش از اثرات مستقیم آن می باشد. در زمان انجام پرایمینگ، بذور نباید در درون آب جوانه بزنند، بذور بایستی قبل از ظهور ریشه چه و در مرحله انتقال از آب خارج گردند. اساساً بذوری که در زمان عملیات پرایمینگ جوانه بزنند، پس از خشک شدن نمی توانند سریع جوانه زده و توسعه یابند. اثرات سودمند پرایمینگ پس از خشک کردن بذر می تواند برای یک دوره زمانی معینی حفظ شود (آترتون و فاروکوئی، ۱۹۸۳). چانگ و سانگ (۱۹۹۸) گزارش کردند که بذور پرایم نسبت به بذور غیر پرایم از طول عمری بیشتری برخوردار هستند. تغییر در ترکیب قندهای محلول ممکن است یکی از عوامل مؤثر بر طول عمر بذر باشد. همچنین پرایمینگ باعث مقاومت به دماهای بالا و کاهش صدمات وارده به بذر می شود (فرنسیس و کولبر، ۱۹۸۸). دمای بالا در زمان جوانه زنی اغلب باعث ترمودورمانسی یا خواب دمایی بذر در ذرت، کاهو و اسفناج می شود، که در این شرایط پرایمینگ بذر مانع ترمودورمانسی می شود. همچنین پرایمینگ جوانه زنی بذور را در دما بالاتر از ۳۰ درجه تسریع می کند (آترتون و همکاران، ۱۹۸۳). سودمندی دیگر پرایمینگ در ارتباط با نور می باشد. برای هر توده از بذور پرایم شده بر اساس اهمیت آن چهار پارامتر باید تعریف شود. این موارد چهار گونه عبارتند از:

۱. اثرات ویژه املاح
۲. اهمیت پتانسیل اسمزی محلول پرایمینگ
۳. مدت زمان پرایمینگ
۴. اثر دما بر پرایمینگ

۱-۹-۱- انواع پرایمینگ بذر

تعدادی از روش های پرایمینگ شامل هیدروترمال پرایمینگ، اسمز پرایمینگ، هالو پرایمینگ، ماتریک پرایمینگ، ترمو پرایمینگ و ... می باشد که در این قسمت فقط به هیدروترمال پرایمینگ می پردازیم.

۱-۹-۱-۱- هیدروترمال پرایمینگ

جوانه زنی نامناسب بذر و سبز شدن گیاهچه ها، یکی از عوامل مهم استقرار ضعیف گیاهان و عملکرد پایین در شرایط نامساعد محیطی می باشد. با جوانه زنی سریع، گیاهچه ها زودتر سبز شده و ریشه ها قبل از مواجه شدن با خشکی خاک و سله در لایه های سطحی خاک، در افق های پایین خاک توسعه می یابند که این به نوبه‌ی خود منجر به استقرار بهتر گیاه و در نهایت افزایش عملکرد می شود. هیدروترمال پرایمینگ فرآیندی است که با جوانه زنی سریع گیاه به استقرار بهتر گیاه کمک می کند. در این نوع تیمار، بذور قبل از کاشت در آب خیسانده شده اند یا جذب آب باعث فعال شدن فرآیندهای متابولیکی شده و سپس قبل از ظهور ریشه چه بذور را از آب خارج می کنند (پیل و نیکئر، ۲۰۰۱). خیساندن طولانی مدت بذور به علت ناتوانی بذور در گرفتن اکسیژن کافی، مضر می باشد (کان، ۱۹۹۲). بذور باید قبل از ظهور ریشه‌چه در مرحله فاز انتقال از آب خارج و بلافاصله خشک شوند، تا از نمو و ظهور ریشه چه جلوگیری شود. در طول دوره پرایمینگ بذور، اگر ریشه چه ظاهر شود، با خشک شدن مجدد بذور آسیب می بیند و سودمندی ایجاد شده به وسیله پرایمینگ به طور چشمگیری کاهش می یابد (بئری و دئرنال، ۱۹۷۱). هیدروترمال پرایمینگ باعث تأمین نیاز دمایی گیاه شده و رشد و نمو گیاه را پس از کاشت افزایش می دهد (بردفورد، ۱۹۹۶). رشید و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که هیدروترومال پرایمینگ بذور لوبیا، برای مدت ۸ ساعت، باعث افزایش عملکرد گردید. هریس و همکاران (۲۰۰۱) اذعان داشتند که هیدرو پرایمینگ بذر باعث بهبود ویگور اولیه در برنج دیم، ذرت و نخود می گردد، در نتیجه باعث نمو سریع تر، گلدهی زودتر و عملکرد

بیشتر می گردد. هیدرو پرایمینگ، اثرات منفی شوری بر تمام قندها و قندهای احیایی، لاکتوز، مالاتوز و پرولین را کاهش می دهد. هیدرو پرایمینگ بذر به علت تغییرات قابل ملاحظه ای که در واکنش های متابولیکی ایجاد می کند باعث افزایش رشد رویشی و عملکرد گیاه در شرایط شور و غیر شور می گردد. بنابراین هیدرو پرایمینگ بذر یک تکنولوژی کلیدی و ارزان می باشد که باعث افزایش عملکرد گیاهان در شرایط مختلف محیطی می گردد (هریس و همکاران، ۱۹۹۹).

۱-۹-۲- فاکتورهای مؤثر در پرایمینگ بذر

۱-۹-۲-۱- دما

هاردگری (۱۹۹۴ الف) پی برد که بذور اکثر گراس ها زمانی حداکثر میزان جوانه زنی را دارند که ماتریک پرایمینگ در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد صورت گرفته باشد. فریت و پیل (۱۹۹۵) گزارش کردند که اگر دما و پتانسیل آب در زمان اجرای پرایمینگ بالا باشد، امکان ظهور ریشه چه در زمان پرایمینگ افزایش می یابد.

۱-۹-۲-۲- مدت زمان پرایمینگ

هریس و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که مدت زمان ۱۶ تا ۱۸ ساعت، مدت زمان مطلوب برای پرایمینگ بذور ذرت بوده که عملکرد دانه را در سطح احتمال ۵ درصد به صورت معنی داری از ۱۷٪ تا ۷۶٪ افزایش داد.

۱-۹-۲-۳- خشک کردن بذر

خشک کردن بذر پس از انجام عمل پرایمینگ، علاوه بر سهولت در حمل و نقل، این اجازه را می دهد که کاشت و نگهداری بذور به آسانی صورت گیرد. بلیک و کلئر (۱۹۷۰) گزارش کردند که خشک

کردن بذور پرایم پس از تیمار هیدروپرایمینگ باعث کاهش اثرات مفید پرایمینگ بر جوانه زنی و رشد گیاه می گردد. هاردگری (۱۹۹۴ ب) پی برد که جوانه زنی بذور پرایم به طور معنی داری بیشتر از بذور غیر پرایم است، حتی زمانی که بذور پرایم خشک شده باشند.

۱-۹-۳- اثرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پرایمینگ

در اثر پرایمینگ، غلظت پروتئین ها افزایش یافته و مقدار آنها پس از خشک شدن بذر نیز حفظ می شود (هریس، ۱۹۹۹). کان و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند که در زمان پرایمینگ، محتوای پروتئین های محلول در گوجه فرنگی به میزان ۱۴۰٪ افزایش نشان می دهد. کان (۱۹۹۲) اذعان داشت که کمیت و کیفیت پروتئین های سنتز شده در زمان جوانه زنی بذور پرایم و غیر پرایم متفاوت می باشد. در تکنیک پرایمینگ، غلظت اسیدهای نوکلئیک افزایش یافته و مقدار آنها پس از خشک شدن بذر حفظ می شود (کان و همکاران، ۱۹۹۲). در آزمایشی توسط کان و همکاران (۱۹۹۲)، پرایمینگ بذور کاهو، گندم، گوجه فرنگی و ذرت موجب افزایش RNA و DNA شد که این افزایش در مورد RNA بیشتر بود. این محققین همچنین افزایش فعالیت تعدادی از آنزیم ها از جمله فسفاتاز را در طول مدت پرایمینگ گزارش کردند. در فرآیند پرایمینگ، فعالیت هیدرولیزی و غلظت اسیدهای استری افزیش می‌یابد. افزایش آنزیم ها، پروتئین ها و نوکلئیک اسیدها در زمان پرایمینگ باعث می شود که رویدادهای مرتبط با جوانه زنی به طور نرمال و پی در پی صورت گیرد. افزایش فعالیت های تنفسی بذور و میزان سوپر اکسیدازها، کاتالاز و گلوتاتیون ردوکتاز به وسیله پرایمینگ بذر ثابت شده است (فرنسیسی و کولبر، ۱۹۸۸).

۱-۹-۴- اثرات آناتومیکی و مورفولوژیکی پرایمینگ

مطالعاتی روی اثرات آناتومیکی و مورفولوژیکی پرایمینگ صورت گرفته است. این مطالعات روی برخی از گونه های گیاهی مانند کرفس (واندرتورن، ۱۹۸۹)، هویج (ویبی و تیسن، ۱۹۷۹) و گوجه

فرنگی (لیپتای و زاریوا، ۱۹۹۳) انجام شده است. افزایش اندازه بذر در زمان پرایمینگ به علت انبساط غیر قابل برگشت پوسته بذر می باشد. پرایمینگ موجب افزایش مقاومت غشاها می گردد.

تراوش محتویات سلولی بذر در زمان جذب آب منجر به صدمات وارده به جنین می شود، پرایمینگ بذر با کاهش تراوشات سلولی از صدمات وارده به جنین جلوگیری می کند (کان، ۱۹۹۲). اسمو پرایمینگ باعث افزایش اندازه جنین، تعداد و حجم سلول (گری و همکاران، ۱۹۹۰) در هویج گردید.

۱-۹-۵- فواید پرایمینگ

۱-۹-۵-۱- بهبود تغذیه گیاهان زراعی

هریس و همکاران (۲۰۰۱)، تفاوتی را در رنگ شاخ و برگ پرایم و غیر پرایم مشاهده کردند به این صورت که رنگ شاخ و برگ گیاهان پرایم، سبز تیره بود. این محققین نتیجه گرفتند که گیاهان پرایم به علت رشد اولیه خیلی سریع گیاه، نیتروژن بیشتری از خاک جذب می کنند. دایاناد و همکاران (۱۹۷۷) اثرات پرایمینگ در طول شب (بدون خشک کردن) را بر میزان جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در ۷ رقم گندم مورد مقایسه قرار داد. پرایمینگ اثر معنی داری بر جذب فسفر و پتاسیم نداشت اما در مطالعاتی که در طی دو سال متوالی انجام شد، جذب نیتروژن را به صورت معنی دار ۸٪ و ۷٪ افزایش داد. محققین این اثر را به جوانه زنی و رشد سریع گیاهچه های حاصل از بذور پرایم نسبت دادند، که در نتیجه افزایش میزان نیتروژن، عملکرد دانه و کلش تولیدی در گیاه بیشتر گردید. بر اساس برخی از مطالعات، پرایمینگ بذر با محلول رقیق فسفات ممکن است به جذب بهتر فسفر توسط گندم کمک کند. در آزمایشات اولیه ای که توسط رشید و همکاران (۲۰۰۲) صورت پذیرفت، پرایمینگ بذر گندم با محلول رقیق سولفات روی که حاوی ۰/۴٪ روی بود، باعث بهبود استقرار گیاهچه ها گردید. در آزمایشات دیگری که در سالهای ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴ انجام شد، بذور پرایم

شده با محلول سولفات روی به مدت ۱۰ ساعت، افزایش عملکردی به میزان ۲۱٪ نسبت به گیاهان غیر پرایم نشان دادند.

۱-۹-۵-۲- افزایش مقاومت به آفات و بیماری ها

رشید و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که پرایمینگ بذور لوبیا به مدت ۸ ساعت با آب موجب افزایش مقاومت گیاهان به موزائیک زرد لوبیا گردید. که در این شرایط عملکرد دانه در گیاهان پرایم به صورت معنی داری افزایش نشان داد. پرایمینگ بذور ارزن مروارید به مدت ۸ ساعت با آب موجب کاهش بیماری سفیدک کرکی در ارقام بسیار ارزن مروارید گردید (هریس و همکاران، ۲۰۰۰). پرایمینگ بذور نخود، پوسیدگی طوقه ناشی از بیماری های خاکزی و فوزاریوم را در ۲ سال متوالی به میزان ۴۵٪ و ۳۰٪ کاهش داد (موسی و همکاران، ۱۹۹۹).

۱-۹-۵-۳- افزایش جوانه زنی و سبز شدن و یکنواختی در سبز شدن

پرایمینگ بذر باعث جوانه زنی سریع بذور در زمان آبگیری مجدد می گردد و درصد سبز شدن گیاهچه ها را افزایش می دهد (بردفورد و همکاران، ۱۹۸۶). در آزمایش دیگری مشخص شد که بذور هیدروپرایم شده لوبیا از جوانه زنی و سبز شدن سریع تر و کامل تری نسبت به بذور غیر پرایم برخوردار هستند (رشید و همکاران، ۲۰۰۲). در مطالعات انجام شده روی گندم نیز مشخص گردیدکه هیدروپرایمینگ بذور باعث افزایش سرعت و میزان جوانه زنی بذور می گردد بدون اینکه اثر منفی بر درصد جوانه زنی نهایی داشته باشد (هریس و همکاران، ۲۰۰۱). پرایمینگ بذور همچنین باعث توسعه سریع ریشه ها گردیده و گیاه می تواند از رطوبت موجود در خاک قبل از خشک شدن لایه سطحی خاک استفاده کند (هریس و همکاران، ۲۰۰۱). کلارک و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که هیدروپرایمینگ بذور ذرت به مدت ۱۷ ساعت باعث کاهش زمان جوانه زنی و افزایش درصد جوانه زنی می گردد. هیدوپرایمینگ بذور ذرت به علت جوانه زنی و سبز شدن سریع و کامل بذور باعث

استقرار خوب گیاهچه گردیده که از خصوصیات مهم تولید محصولات زراعی در مناطق گرم و نیمه خشک و بستر کشت نامناسب می باشد. بنیت و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند که پرایمینگ بذر باعث بهبود یکنواختی سبز شدن گیاهچه ها و کاهش اثرات زیان بار ناشی از فشارهای خارجی از قبیل سله بستن خاک، پاتوژن ها و درجه حرارت ناخواسته می گردد.

۱-۹-۵-۴- بهبود عملکرد در شرایط مطلوب

رشید و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که پرایمینگ بذور جو به وسیله محلول نمک طعام باعث افزایش مقاومت گیاهچه های حاصل از بذور پرایم به خاک های شور و استقرار و عملکرد بالاتر این گیاهان در شرایط شوری نسبت به گیاهان حاصل از بذور غیر پرایم می گردد. هیدروپرایمینگ بذور ذرت باعث بهبود استقرار، رشد و عملکرد گیاه در شرایط تنش خشکی و دماهای بالا گردید (کلارک و همکاران، ۲۰۰۱).

۱-۹-۵-۵- تأثیر هیدرو پرایمینگ بر فعالیت های آنزیمی در زمان جوانه زنی

آندو و کوباتا (۲۰۰۲) گزارش کردند که هیدروپرایمینگ باعث افزایش جذب آب و فعالیت آلفا آمیلاز در بذور گندم و برنج می شود. به طور کلی می توان گفت که بهبود جوانه زنی و سبز شدن در بذور پرایم شده به علت افزایش انتقال کربوهیدرات های محلول برای رشد جنین می باشد.

۱-۹-۵-۶- تأثیر هیدرو پرایمینگ بر رشد و عملکرد گیاه

در آزمایشات مزرعه ای، هیدرو پرایمینگ بذر گلرنگ برای مدت ۱۲ ساعت، باعث افزایش تعداد گیاهان در متر مربع، کاپیتول در هر گیاه، دانه در هر کاپیتول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و محتوای روغن در مقایسه با بذور غیر پرایم گردید (باستیا و همکاران، ۱۹۹۹). نتایج مشابهی نیز در ذرت، برنج و نخود توسط هریس و همکاران (۱۹۹۹) در شرایط خشک گزارش شد. پرایمینگ بذور ۶ رقم ارزن انگشتی به مدت ۸ ساعت با آب، افزایش ارتفاع و رسیدگی زودتر گیاهان را در بر داشت که عملکرد

تولیدی این گیاهان نسبت به گیاهان غیر پرایم بیشتر بود (کومار و همکاران، ۲۰۰۲). موروتگو و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که پرایمیگ بذور ذرت باعث افزایش استقرار گیاه، عملکرد و خنثی نمودن اثرات منفی محیطی می گردد. دهینگرا و همکاران (۱۹۷۴) بیان کردند که خیساندن بذور گندم برای مدت ۱۸ ساعت باعث بهبود عملکرد دانه در حدود ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد کلش در حدود ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار گردید.

۱-۱۰- ریزوباکتری‌های تحریک‌کنندهٔ رشد گیاه[1]

قبلاً محققان گمان می‌کردند که رشد گیاه در نتیجهٔ تلقیح با ازوتوباکتر و *Azospirillum spp.* فقط به خاطر تثبیت نیتروژن باشد، اما بعدها معلوم شد که این باکتری‌ها و برخی دیگر مثل *Bacillus* ریشه‌ها را کلونیزه کرده و هورمون‌های تحریک‌کنندهٔ رشد گیاهی از قبیل سیتوکینین، اسید جیبرلیک، اکسین، اسیدهای آمینه و ویتامین‌های گروه B را سنتز می‌کنند، لذا آنها را باکتری‌های ریزوسفری تحریک‌کنندهٔ رشد گیاه نامیدند (شوانیتز و زیگلر، ۱۹۸۶ و کلوپر و همکاران، ۱۹۸۰). تحریک رشد گیاهی می‌تواند به صورت غیرمستقیم و در نتیجهٔ کاهش کلونیزاسیون ریشه و بذر توسط پاتوژن‌ها باشد. سامر (۱۹۹۰) افزایش جذب نیترات، پتاسیم و فسفر و نیز افزایش رشد و زیست تودهٔ ذرت و سورگوم تلقیح شده با *Azospirillum brasilense* را گزارش کرد.

باکتری‌ها و قارچ‌های کلونی‌کنندهٔ ریشه که برای رشد گیاه زیان‌آورند، اما انگل نیستند، میکروارگانیزم‌های زیان بخش ریزوسفر[2] نامیده می‌شوند (شیپرز و همکاران، ۱۹۸۷). فعالیت زیان‌بخش این میکروارگانیزم‌ها شامل تغییر در فراهمی آب، یون‌های عناصر غذایی و سوبستراهای رشد گیاه است که عملکرد ریشه را تغییر داده و یا رشد را محدود می‌کنند. باکتری‌های ریزوسفری تحریک‌کنندهٔ رشد گیاه، از طریق کلونی‌کردن نظام ریشه، سبب افزایش رشد گیاهان شده و مانع از

[1] Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)
[2] DRMO

استقرار و رشد میکروارگانیزم‌های زیان‌بخش ریزوسفر روی ریشه می‌شوند (سامر، ۱۹۹۰). نشان داده شده است که باکتری‌های ریزوسفری تحریک‌کنندهٔ رشد گیاه و نیز میکوریزا، عمل کنترل زیستی را از طریق سازوکاری به نام مقاومت سیستمی، انجام می‌دهند (جیانینازی و همکاران، ۲۰۰۱). برای مثال، کوردیر و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که در گوجه‌فرنگی میکوریزایی شده با *Glomus mosseae*، میکوریزا باعث ایجاد مقاومت سیستمیک در برابر باکتری‌های پاتوژن محیط ریشه شد. آنها این تأثیر را به نقش میکوریزوسفر (به‌ویژه میسلیوم میکوریزا) در ایجاد نیچ مناسب برای باکتری‌های مفید (بیوفیلم‌های طبیعی)، نسبت داده و از آن تحت عنوان حفاظت زیستی یاد کردند.

اُکن و لاباندرا (۱۹۹۴) نتایج بیست سالهٔ آزمایش‌های تلقیح گیاهان در مزرعه با باکتری آزوسپیریلوم را جمع‌آوری و خلاصه کردند. آنها دریافتند که اکثر آزمایش‌ها (۶۰ تا ۷۰ درصد) منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد در حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد شده است. به‌علاوه، آنها نتیجه‌گیری کردند که آزمایش‌های موفق، آن دسته از آزمایش‌هایی بوده‌اند که محققان به تعداد مناسب سلول‌های باکتری آزوسپیریلوم در مادهٔ تلقیحی توجه داشته‌اند و روش‌های تلقیحی را به‌کار گرفته‌اند که در آنها تعداد مناسبی سلول زنده و قابل استفاده برای تشکیل کلونی در اطراف ریشه باقی مانده است. گزارش شده است که گیاهان تلقیح‌شده در جذب مواد غذایی راندمان بسیار بیشتری دارند، همچنین گزارش شده است (سامر، ۱۹۹۰) که باکتری‌هایی که به‌عنوان مواد تلقیحی استفاده می‌شوند، نفوذپذیری غشاء سلولی سلول‌های ریشه را تغییر می‌دهند. آزوسپیریلوم، نه‌تنها همراه بسیاری از گونه‌های گیاهی، نیتروژن تثبیت می‌کند، بلکه به‌عنوان ریزوباکتری افزایش‌دهندهٔ رشد گیاه نیز عمل می‌کند. قابلیت استفادهٔ مستقیم از نیتروژن تثبیت‌شده، این امکان را به میزبان می‌دهد تا در خاک‌های فقیر از نظر نیتروژن رشد کند و در همان حال، تلفات نیتروژن در نتیجهٔ دنیتریفیکاسیون، تصعید و آبشویی کاهش یافته و پایداری نظام‌های کشاورزی افزایش یابد.

بافت خاک می‌تواند بر انتقال میکروارگانیزم‌ها به ریشه و تشکیل کلونی تأثیر بگذارد. به‌طورکلی، باکتری‌ها در خاک‌های درشت‌بافت نسبت به خاکهای ریزبافت، تا اعماق بیشتری در خاک نفوذ کرده و در قسمت‌های پایینی، کلونی ایجاد می‌کنند (آنانی‌اِوا و همکاران، ۲۰۰۷).

سیلویا و همکاران (۱۹۹۰) بیان کردند از آن‌جایی که بیشتر خاک‌ها کربن قابل استفادهٔ کمی برای رشد میکروبی دارند، لذا مواد حاوی کربن که توسط ریشه و بذر ترشح می‌شوند، اهمیت بسیار زیادی برای رشد میکروبی دارند، چرا که به‌طور معمول، حدود ۵۰ درصد ترکیب سلول میکروبی از کربن تشکیل شده است. سرعت ترشح می‌تواند متأثر از علف‌کش‌ها، پاتوژن‌ها و رابطهٔ همزیستی باشد. در نتیجهٔ کمبود نیتروژن، کاهش شدت نور و کاهش جمعیت میکروبی، میزان ترشح کاهش پیدا می‌کند. روابط همزیستی ریشه و ریزوبیوم و یا قارچ‌های میکوریزا، میزان ترشحات ریشه را افزایش می‌دهند (راتنایاک و همکاران، ۱۹۷۸). میکروارگانیزم‌های بیماری‌زای گیاهان، چه آنها که روی برگ فعالیت می‌کنند و چه آنها که در محیط ریشه هستند، هر دو می‌توانند کیفیت و مقدار ترشحات را تغییر دهند.

۱-۱۱- تثبیت نیتروژن اتمسفری توسط باکتری‌های آزادزی

موجوداتی که از نیتروژن اتمسفری به‌عنوان تنها منبع نیتروژن برای رشد استفاده می‌کنند، دیازوتروف[1] نامیده می‌شوند (diazo برای نیتروژن مولکولی). برخی از آنها مثل *Azotobacter diazotrophicus* ممکن است بافت‌های داخلی ریشه نیشکر و از جمله عناصر آوندی آن را اشغال کنند (جیمز و همکاران، ۱۹۹۴). این باکتری‌ها بی‌هوازی، بی‌هوازی اختیاری و یا هوازی می‌باشند و در مناطق مختلف اکولوژیک پراکنده شده‌اند و از میان آنها ازوتوباکترها به دلیل فراوانی و وسعت انتشار، به‌ویژه در خاک‌های مناطق معتدله، بیش از سایر تثبیت‌کننده‌های نیتروژن، مورد توجه قرار

[1] Diazotrophus

گرفته‌اند. این باکتری‌ها روی سطح برگ و در آب‌های شیرین نیز حضور دارند (کانونگو و همکاران، ۱۹۹۷).

اُکن (۱۹۹۴) بیان کرد که در همیاری بین *Paspalum notatum* و *Azotobacter paspali* ظاهراً نوعی رابطهٔ خاص وجود دارد، به این معنی که باکتری فقط با کولتیوار تتراپلوئید batatis از این گیاه همیاری می‌کند. بوریس و رابرتز (۱۹۹۳) بیان کردند که برآورد دقیق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن بسیار مشکل است، اما محدودهٔ مقادیر آن ۱۰۰ تا ۱۸۰ میلیون تن در سال (در برابر تثبیت صنعتی نیتروژن که حدود ۸۵ میلیون تن در سال است)، می‌باشد. فرآیندهای تثبیت بیولوژیکی، ۶۵ درصد از نیتروژن مورد استفاده در کشاورزی را تأمین می‌کنند. گرچه تصور می‌شود که بیشتر این مقدار از طریق تثبیت همزیستی حاصل شده باشد، اما تثبیت غیرهمزیستی یا تثبیت همیاری[1] یا همزیستی همیاری[2] (در رابطه با گیاهان عالی) در بعضی محصولات نظیر نیشکر و سورگوم که مسیر فتوسنتزی چهار کربنه دارند و نیز در بوم‌نظام‌های خاصی که نیتروژن یک عامل محدودکنندهٔ رشد گیاه است، اهمیت خاصی پیدا می‌کنند. برخی محصولات مثل برنج که در خاک‌های غرقابی کشت می‌شود، از فعالیت باکتری‌های دیازوتروف آزادزی و سیانوباکتری‌ها بهرهٔ فراوانی می‌برد (بوریس و رابرت، ۱۹۹۳).

بوریس و رابرتز (۱۹۹۳) بیان کردند که در حدود ۳×۱۰^{۵} باکتری تولید کننده نیترات در هر گرم خاک لازم است تا نیتریفیکاسیونی معادل یک میلی‌گرم نیتروژن در هر کیلوگرم خاک در روز، انجام شود. آنها پیشنهاد کردند که در خاک‌های کود داده نشده، تعداد تولیدکننده‌های نیترات خیلی کمتر از این حد و اغلب در حدود $۱۰^{۳}$ تا $۱۰^{۴}$ باکتری در هر گرم خاک می‌باشد، باوجوداین، مشاهده شده است که با افزودن کودهای نیتروژنه، جمعیت‌های تولید کنندهٔ نیترات به بیشتر از $۱۰^{۶}$ باکتری در هر گرم خاک افزایش می‌یابند. اغلب، زمانی که خاک‌های دست‌نخورده به‌هم زده می‌شوند نیز نتیجهٔ مشابهی مشاهده می‌شود. بسیاری از خاک‌های دست‌نخورده در شرایط طبیعی، دارای غلظت

[1] Associative fixation
[2] Associative symbiosis

نیترات کم و جمعیت‌های تولیدکنندهٔ نیترات پایینی هستند، درصورتی‌که به‌هم‌زدن خاک، فراهمی آمونیوم را افزایش دهد، جمعیت‌های تولیدکنندهٔ نیترات و سرعت نیتریفیکاسیون به‌تدریج افزایش پیدا خواهد کرد تا این که به یک وضعیت پایدار و در حد بالاتر برسد (سیلویا و همکاران، ۲۰۰۵).

هیل (۱۹۹۲) بیان کرد که دلیل سرعت پایین تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های تشکیل دهندهٔ کلونی در ریزوسفر، حساس بودن نظام نیتروژناز به غلظت اکسیژن محیط است، لذا راندمان تثبیت نیتروژن به ازای هر گرم از منبع کربنی، کم می‌باشد. او میانگین راندمان تثبیت نیتروژن ریزوسفری را ۱۵ میلی‌گرم نیتروژن به ازای هر گرم منبع کربن گزارش کرد. در اثر مصرف اکسیژن توسط ریشه و تنفس میکروبی، ریزمکان‌هایی[1] با فشار اکسیژن پایین (غلظت کم اکسیژن مولکولی) تشکیل می‌شود، این کاهش فشار اکسیژن، برای گروه‌هایی از دیازوتروف‌ها بسیار مفید است. الکساندر و زوبرر (۱۹۸۹) نیز با بیان این‌که راندمان تثبیت نیتروژن توسط ازوتوباکتر در سطوح بالای اکسیژن کاهش می‌یابد، گزارش کردند که اگر غلظت اکسیژن در اطراف ریشه حدود ۲ درصد باشد، با وجود حتی ۴/۲ میلی‌گرم بر لیتر نیتروژن آمونیومی در محلول غذایی، احیاء استیلن مربوط به ریشه‌های ذرت متوقف می‌شود. آنها همچنین بیان کردند که نیتروژناز در یک محدودهٔ بسیار ناچیز حرارتی فعال است. در حد پایینی یعنی ۵ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد، نیتروژناز فعالیت کمی دارد، همچنین در حد بالا یعنی ۳۷ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد، فعالیت نیتروژناز به‌علت حساسیت آن نسبت به حرارت، به‌سرعت کاهش می‌یابد. هیل (۱۹۹۲) بیان کرد، از آنجایی که در نظام‌های همیاری باکتری- علف‌چمنی، باکتری‌های دیازوتروف، درون یا روی ریشه و یا در ریزوسفر خاک که بلافاصله در اطراف ریشه قرار گرفته است، زندگی می‌کنند، بنابراین آزاد شدن سوبسترا از ریشهٔ میزبان، رشد آنها را افزایش می‌دهد. او همچنین پیشنهاد کرد که فعالیت نیتروژناز توسط ترکیبات نیتروژن نیز تنظیم می‌شود، لذا باکتری‌ها فقط زمانی نیتروژن را تثبیت می‌کنند که الزاماً ضروری باشد. بنابراین، ممکن است مقدار

[1] Microsite

نیتروژن در محلول خاک اطراف ریشه‌های گیاهان زراعی که کود شیمیایی دریافت کرده‌اند به حدی باشد که تثبیت همیاری نیتروژن، ضروری نباشد.

هیل (۱۹۹۲) و شوانیتز و زیگلر (۱۹۸۶) بیان کردند که احتمالاً عمده‌ترین مانع برای دیازوتروف‌های همیار در ریشه و ریزوسفر، عدم عرضهٔ کافی منابع کربنی و رقابت بسیار زیاد برای کربن آزاد شده از ریشه است. ریزوسفر منحصراً توسط باکتری‌های دیازوتروف اشغال نمی‌شود، در حقیقت آنها فقط ۱ تا ۱۰ درصد از جمعیت ریزوسفر را تشکیل می‌دهند. رقابت بین این موجودات برای دستیابی به منابع محدود کربن قابل استفاده، محدودیت‌های شدیدی را روی تثبیت نیتروژن در منطقهٔ ریشه به‌وجود می‌آورد. باکتری‌ها برای تأمین منابع کربنی به گیاه میزبان وابسته هستند. بنابراین هر چیزی که بر فتوسنتز گیاه اثر بگذارد به طور غیرمستقیم روی باکتری‌های همراه ریشه یا ساختارهای زیرزمینی دیگر نظیر گره‌ها نیز تأثیر می‌گذارد.

۱-۱۲- باکتری‌های حل‌کننده فسفات[1]

کل درصد فسفر موجود در خاک تقریباً ۰/۰۴ تا ۰/۱ درصد می‌باشد که از این مقدار تنها، ۱ تا ۲/۵ درصد می‌تواند جذب گیاه شود. بیشتر فسفری که در خاک وجود دارد به فرم غیرقابل جذب برای گیاهان می‌باشد (لین، ۱۹۹۰). دسترسی پایین به فسفر خاک به‌خصوص زمانی که گیاهان به نیتروژن کافی دسترسی دارند، تبدیل به عامل محدودکننده برای رشد گیاه و ریشهٔ آن شده است (کاناکو و همکاران، ۲۰۰۴؛ چن و همکاران، ۲۰۰۸). برای جبران کمبود فسفر و حصول اطمینان از تولید محصول زیاد، سالانه نزدیک به ۳۰ میلیون تن کود فسفر در سراسر جهان، استفاده می‌شود، که بیش‌از ۸۰ ٪ آن هدر می‌رود، زیرا فسفر در خاک سریعاً به‌حالت غیرمتحرک در می‌آید و به علت جذب، رسوب یافتن و یا تبدیل شدن به فرم آلی برای گیاه غیر قابل دسترس می‌شود. همچنین کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی فسفره در زمین‌های کشاورزی، باعث آلودگی و مشکلات زیست‌محیطی و

[1] Phosphate soloublizing bacteria (PSB)

اقتصادی می‌شود (چن و همکاران، ۲۰۰۸). در بسیاری از مناطق ایران نیز به رغم فراوانی فسفر، مقدار فسفر محلول در خاک و قابل جذب برای گیاه، کمتر از مقدار لازم برای رشد بهینه گیاهان است (درزی و همکاران، ۱۳۸۱)، بنابراین، توسعه منابع جایگزین این کود ضروری به‌نظر می‌رسد. اخیراً به دلیل هزینه‌های بالای کودهای شیمیایی و تمایل به کاهش آلودگی ناشی از کود فسفر، گرایش به سمت استفاده از باکتری‌های حل‌کننده فسفات (فسفوباکترها) افزایش یافته است (سان و همکاران، ۲۰۰۶). فسفوباکترها که سودوموناس و باسیلوس از مهمترین آنها می‌باشند، نقش مهمی در محلول‌سازی اشکال غیرقابل دسترس فسفر و جذب و کاربرد آن ایفا می‌کنند. مکانیسم عمل این باکتری‌ها متفاوت می‌باشد. ترشح اسیدهای آلی بویژه ۲- کتواگزالیک، سیتریک، اسید مالیک و اسید سوکسینیک و غیره، تولید فسفاتازها و تولید ترکیبات کلات‌کننده، اسیدهای معدنی و سیدروفورها به‌عنوان عوامل شناخته شده مؤثر در محلول‌سازی فسفر یاد می‌شوند (چن و همکاران، ۲۰۰۸؛ صالح راستین، ۱۳۸۰). همچنین، گزارشات متعددی وجود دارد مبنی براینکه، گونه‌های مختلف جنس سودوموناس در کنترل قارچ‌های بیماری‌زا مؤثر می‌باشد (زهیر، ۲۰۰۴؛ وسی، ۲۰۰۳؛ ژانگ، ۲۰۰۲).

۱-۱۳- تأثیر ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه بر خصوصیات گیاهان زراعی و دارویی

مدیریت صحیح استفاده از گونه‌های میکروبی همیار با گیاهان دارویی در بهبود عملکرد و کیفیت آنها تأثیرگذارخواهد بود. حضور باکتریهای آزوسپیریلوم، ازتوباکتر و سودوموناس درمحیط ریشه برخی گیاهان دارویی از جمله پروانش (Catharanthus roseus)، *Coleus forskohlii*، ریحان و صبر زرد (*Aloe vera*) گزارش شده است، به طوری‌که جمعیت این باکتری‌ها در هر چهار گونه گیاه دارویی در مقایسه با محیط غیر ریشه‌ای گیاهان بیشتر بود. این نتایج می‌تواند در معرفی کودهای بیولوژیک برای تولید تجاری این گونه‌ها مورد استفاده قرار گیرد (فاتما و همکاران، ۲۰۰۸).

تبریزی (۱۳۸۳) به نقل از کالرا گزارش کرد که کاربرد مخلوط ازتوباکتر و آزوسپیریلوم در گیاه نعناع فلفلی (*Menta piperita*)، باعث حصول عملکرد اسانس به مقدار ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار شد،

که این میزان معادل ۸۵٪ عملکرد حاصل از کرت‌های بود که در آنها از کود شیمیایی استفاده شده بود فاتما و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که، کودهای بیولوژیک شامل ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات، روی شاخص‌های رشدی و میزان اسانس گیاه مرزنگوش (*Majorana hortensis*) و نیز روی اثرات اسانس آن بر باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی، قارچ‌ها و مخمرها اثرات قابل توجهی دارد.

اردکانی و همکاران (۱۳۷۹) افزایش جذب آهن، منیزیم، روی، مس، نیتروژن، فسفر و پتاسیم را به ترتیب به‌مقدار ۱۶٪، ۲۰٪، ۱۸٪، ۲۱٪، ۱۷٪، ۱۴٪ و ۲۰٪ در اثر تلقیح بذر گندم با باکتری آزوسپیریلوم گزارش کرده و بیان داشتند که آزوسپیریلوم باعث توسعه سیستم ریشه‌ای گندم شده و بنابراین بطور طبیعی امکان دسترسی و جذب بهتر عناصر مختلف غذایی برای این گیاه فراهم شده است. گزارش شده است که استفاده از کود زیستی حاوی ازتوباکتر به‌تنهایی، عملکرد *Cymbopogon martini* var. Motia را به میزان ۱۶٪ افزایش داد و وقتی این کود با ۸۰ کیلوگرم نیتروژن ترکیب شد، عملکرد را ۲۹٪ افزایش داد (محفوظ و شرفالدین، ۲۰۰۷). لویس و همکاران (۱۹۹۵) از کود بیولوژیک حاوی ازتوباکتر به‌میزان مضاعف (۱۵ لیتر در هکتار) بر روی سیر (*Allium sativum* L.) استفاده کردند. آنها کود بیولوژیک را به دو صورت مورد استفاده قرار دادند، یکی پس از کاشت، که خاک را با باکتری تلقیح کردند و روش دیگر شامل غوطه‌ور کردن بذور در مایع تلقیح پیش از کاشت به‌علاوهٔ کاربرد کود بیولوژیک در خاک به‌صورت سرک، ۲۵ روز بعد از کاشت بود. آنها دریافتند که بیشترین منفعت از روش دوم حاصل شد. همچنین گزارش شده است که، تلقیح با مخلوط حاوی ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به همراه دوز کاملی از سنگ فسفات و کود معدنی نیتروژن و تلقیح با میکوریزا (AM)[1] بهبود رشد گیاهان داتوره (*Datura stramonium*) و (*Ammi visnaga: Fam.* Umbelliferae) را در پی داشته است (محفوظ و شرف‌الدین، ۲۰۰۷). القادبان وهمکاران (۲۰۰۶)،

[1]- Arbuscular Mycorrhiza

دریافتند که پاسخ رازیانه به کود بیولوژیک به‌صورت افزایش رشد و عملکرد روغن و تغییر ترکیبات شیمیایی بروز می‌کند.

دلیپ و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که، تلقیح بذرهای نخود با *Pseudomonas fluorescens* منجر به افزایش ارتفاع ساقه، طول ریشه و وزن خشک گیاه نسبت به شاهد شد. گزارش شده است که تلقیح بذور ذرت با گونه‌های باکتریایی از جنس باسیلوس، منجر به افزایش عملکرد حدود ۵۰٪ بیشتر نسبت به شاهد شد (فاتما و همکاران، ۲۰۰۸) در آزمایشی دیگر، مصرف یک گونه باکتری حل کننده‌فسفات به‌همراه نوعی فسفات معدنی غیرمحلول به‌نام تری‌کلسیم فسفات، موجب بهبود غلظت فسفر ساقه نسبت به شاهد در گیاه رازیانه شد. همچنین در این آزمایش، سطوح مختلف باکتری‌های حل‌کننده فسفات باعث افزایش غلظت فسفر دانه و نیز عملکرد دانه شد (درزی و همکاران، ۱۳۸۸).

۱-۱۴- فرآیند کلونیزه شدن ریشه

مؤثر بودن میکروارگانیزم‌های تلقیحی جهت کمک به رشد گیاه و یا کنترل زیستی، به بقاء، استقرار و تکثیر آنها در مکان‌های آلودگی بر سطح ریشه بستگی دارد. در نهایت، سرنوشت میکروارگانیزم تلقیحی، توسط توانایی آنها در رقابت با میکروارگانیزم‌های بومی تعیین می‌شود (سیلویا و همکاران، ۲۰۰۵؛ گیون و همکاران، ۲۰۰۲). نظر به این‌که ظرفیت نگهداری ریزوسفر محدود شده است، لذا گونهٔ تلقیحی باید برای پایدار ماندن در خاک بر موجودات بومی غلبه کند.

۱-۱۴-۱- عوامل مؤثر بر فرآیند کلونیزاسیون و محدودیت‌های عملی

لیندرمن و دیویس (۲۰۰۴)، وان‌درهیدن و ساندرز (۲۰۰۲) و ولر (۱۹۸۸) بیان کردند که عوامل بسیاری از جمله ویژگی‌های خود میکروارگانیزم، ویژگی‌های گیاه و محیط، بر روی کلونیزاسیون ریشه توسط میکروارگانیزم‌های خاک تأثیر می‌گذارند. جهرینگ و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که شرایط محیطی و به‌ویژه رطوبت، به میزان زیادی بر کلونیزاسیون میکوریز آربسکولار تأثیر می‌گذارد.

هاپکینز و همکاران (۱۹۸۷) گزارش کردند که ژنوتیپ گیاه از طریق ایجاد تفاوت در کیفیت و کمیت ترشحات ریشه‌ای، بر مقدار و ترکیب میکروارگانیزم‌های ریزوسفر اثر می‌گذارد.

میکروگراف‌های الکترونی نشان داده است که به‌طور طبیعی فقط ۷ تا ۱۵ درصد از سطح ریشه توسط میکروارگانیزم‌ها اشغال می‌شود (سیلویا و همکاران، ۲۰۰۵). کلونی‌ها با حفرات، پارگی‌ها، شکاف‌ها و اتصالات سلول‌های اپیدرمی در ریشه، در ارتباط می‌باشند. سیگنال‌های شناسایی، در کلونیزه شدن و توسعهٔ ریشه می‌توانند نقش مهمی ایفا کنند (هاریسون، ۲۰۰۵) برای مثال، باکتری‌هایی که به ترشحات ریشه می‌چسبند نسبت به باکتری‌هایی که این ویژگی را ندارند، بهتر می‌توانند حرکت رو به‌پایین ریشه را در خاک دنبال و در ریزوسفر، کلونی ایجاد کنند. ممکن است کل ریزوسفر توسط موجودی که با بذرها تلقیح شده است، کلونی شود، مسلماً در این حالت، انتقال (فعال یا غیر فعال) مشکلی ایجاد نمی‌کند، اما حالت‌های زیادی وجود دارد که باکتری و قارچ به بذر تلقیح نشده‌اند، اما باوجوداین، در امتداد سطح ریشه منتقل می‌شود. بنابراین، انتقال میکروارگانیزم‌ها، بسته به ویژگی‌های میکروارگانیزم، گیاه و محیط می‌تواند بسیار متغیر باشد.

فراول و همکاران (۱۹۸۵) بیان کردند که یک مانع محدودکننده برای کودهای زیستی از طریق تلقیح خاک یا تیمار بذری، کمبود روش‌هایی برای کشت انبوه و تلقیح میکروارگانیزم‌ها در نظام‌های تولیدی است. پیشرفت فن‌آوری در زمینهٔ ترکیباتی که تشکیل ژل داده و سپس کپسول‌دار می‌شوند، می‌تواند نویدبخش باشد. ویژگی‌های یک مادهٔ ناقل مناسب برای مواد تلقیحی، ظرفیت نگهداری آب بالا، عدم سمیت برای ریزوبیوم‌ها، دسترسی آسان، تولید ارزان و راحت، قابلیت استریلیزه شدن با اتوکلاو و یا اشعه، چسبندگی خوب به بذر، و ظرفیت بافری بالا است (سوماسگاران و هوبن، ۱۹۹۴).

فصل دوم

مواد و روشها

۲-۱- زمان و محل اجرای آزمایش

این آزمایش در سال ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی بسطام دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود به اجرا درآمد. شهرستان شاهرود در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و ۵۴ درجه ۵۷ دقیقه طول شمالی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۴۹/۱ متر است. بر اساس تقسیم بندی های اقلیمی منطقه بسطام دارای اقلیم سرد و خشک است. میانگین بارندگی سالانه حدود ۱۵۵ میلی متر بوده و بارندگی ها عمدتا در فصل بهار و پائیز رخ می دهد. بر اساس اطلاعات ثبت شده در ایستگاه هوا شناسی شاهرود میانگین سالانه دما در این منطقه ۱۴/۴ درجه سانتی گراد گزارش شده است. میزان بارندگی و متوسط دما در ماههای اجرای آزمایش در جدول ۲-۱ و ۲-۲ آمده است.

جدول ۲-۱- میزان بارندگی در ماه های سال ۱۳۸۸ بر حسب میلی متر

فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
۶۳/۷	۱۰/۳	۱۷/۹	۰/۸	۰	۰	۱۵/۴	۰/۲	۴۲

جدول ۲-۲- متوسط دما در ماه های سال ۱۳۸۸ بر حسب درجه سانتی گراد

فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
۱۲/۷	۱۹/۶	۲۵/۲	۲۶/۷	۲۶/۴	۲۴/۸	۱۷/۵	۱۳/۱	۵/۲

۲-۲- خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش

قبل از انجام عملیات آماده سازی و اجرای نقشه آزمایش به منظور تعیین بافت خاک و وضعیت عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم از عمق ۳۰-۰ سانتی متری در ۱۰ نقطه از خاک مزرعه نمونه برداری هایی صورت گرفت. برای این منظور محوطه کشت را به صورت مشبک فرض کرده و از هر نقطه معادل یک کیلو گرم خاک جدا کرده، سپس نمونه های جمع آوری شده را روی هم ریخته و به صورت مخروط در آورده و هر بار قسمتی از خاک را که در اطراف مخروط جمع گردید حذف شد. نهایتا یک نمونه یک کیلوگرمی که در بر گیرنده کل نمونه هاست به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه مکانیکی و شیمیایی خاک در جدول ۲-۳ نشان داده شده است . با توجه به تجزیه مکانیکی و درصد هر یک از اجزای خاک بافت خاک از نوع لومی تعیین گردید.

جدول۲-۳- نتایج تجزیه شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

عوامل مورد تجزیه	هدایت الکتریکی (dS/m)	(pH)	کربن آلی (٪)	رس (٪)	لای (٪)	شن (٪)	ازت کل (٪)	فسفر قابل جذب (p.p.m)	پتاسیم قابل جذب (p.p.m)
نتیجه آزمون	۰/۵۶	۸/۱۰	۰/۷۷	۲۸/۰	۴۲/۰	۳۰/۰	۰/۰۶۶	۱۹	۱۴۹

۲-۳- اجرای طرح

۲-۳-۱- مشخصات مواد آزمایشی

رقم ذرت دانه‌ای مورد استفاده در این آزمایش دابل کراس ۳۷۰ بود که از بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه گردید. کودهای بیولوژیکی

مورد استفاده در این آزمایش نیتروکسین و بیوفسفر بودند. کود بیولوژیک نیتروکسین حاوی مجموعه ای از فعالترین سوش های باکتری های *Azotobacter chroococcum* و *Azospirillum lipoferum* بوده که هر دو از باکتری‌های طبیعی و بومی خاک‌های کشور بوده که از شرکت فن آوری زیستی مهر آسیا (مابکو) تهیه شد که دارای CFU/ml $۱۰^{۸}$ باکتری در هر میلی لیتر بود. عامل بعدی کود بیولوژیک بیوفسفر بود که حاوی باکتری های حل کننده فسفات از جنس *Pseudomonas* و *Bacillus* بوده و تعداد سلول زنده ($CFU\ ۱۰^{۷}$) از هر یک از جنس های باکتری در هر میلی لیتر بود. ماده همراه در هر دو کود بیولوژیک نیتروکسین و بیوفسفر چسب طبیعی، ماده رنگین طبیعی و ماده غذایی باکتری بود که در ظروف یک لیتری بسته شده بودند.

۲-۳-۲- نحوه اعمال تیمارها

برای اعمال تیمار هیدرو پرایمینگ بذر ها را با ۵۰ درصد وزنی آنها با آب به مدت ۲۴ ساعت قبل از کاشت مخلوط کرده و سپس برای کشت آماده کردیم.

برای اعمال تیمار نیتروکسین بذر ها را ۲۴ ساعت قبل از کشت با ماده مورد نظر تلقیح داده و پس از انجام عمل تلقیح بذر ها را تا هنگام کشت در محیطی تاریک و بدون نور قرار دادیم. همچنین برای اعمال تیمار بیوفسفر نیز مانند اعمال نیتروکسین عمل کردیم و بذر ها را برای کشت آماده نمودیم.

۲-۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی

این آزمایش به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با هشت تیمار و چهار تکرار اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل:

الف- هیدروپرایمینگ در دو سطح:

۱- شاهد، عدم هیدروپرایمینگ (A_1)

۲- هیدروپرایمینگ (A_2)

ب- نیتروکسین در دو سطح:

۱- شاهد، عدم تلقیح با نیتروکسین (B_1)

۲- تلقیح با نیتروکسین (B_2)

ج- بیوفسفر در دو سطح:

۱- شاهد، عدم تلقیح با بیوفسفر (C_1)

۲- تلقیح با بیوفسفر (C_2)

طول هر بلوک (تکرار) ۳۰ متر انتخاب شد و در مجموع ۴ تکرار حدود ۱۰۰۰ متر مربع زمین با احتساب حواشی و نهرها و فاصله ۳ متری بین تکرارها به اجرای این آزمایش اختصاص یافت. درهر بلوک ۸ کرت فرعی هر یک به مساحت۲۱ متر مربع (۳×۷ متر) قرار گرفت. هر کرت فرعی شامل ۴ ردیف کاشت به فاصله ۷۰ سانتی متر بوده و فاصله بین بوته ها در روی ردیف ۱۵ سانتی متر منظور شد. نحوه قرارگیری تیمارها طبق نقشه کشت (شکل پیوست ۱) تنظیم گردید.

۲-۳-۴- آماده سازی زمین و کوددهی

به منظور آماده سازی زمین یک شخم عمیق در پاییز و یک شخم سطحی در بهار انجام شد. با استفاده از لولر عمل تسطیح صورت پذیرفت. در مرحله بعد نقشه طرح اجرا شد و جویهای آبیاری در بین بلوکها تعبیه گردیدند. تاریخ کشت رایج در منطقه برای ذرت اواسط اردیبهشت تا اوایل خرداد ماه می باشد. اما در این مطالعه برای بررسی تاثیرات پرایمینگ بذر بر شاخص های فیزیولوژیکی رشد،

عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و به علت واقع شدن به عنوان محصول دوم، کاشت در تاریخ ۸۸/۴/۱۵ انجام شد.

۲-۳-۵- عملیات داشت

۲-۳-۵-۱- آبیاری

پس از کاشت ذرت بلافاصله آبیاری سنگینی به صورت نشتی انجام شد به صورتی که پشته ها کاملا خیس شدند. آبیاری های بعدی هم در طول فصل رشد هر هفت روز یکبار انجام گردید.

۲-۳-۵-۲- مبارزه با علفهای هرز و آفات

مرحله اول وجین علفهای هرز به صورت دستی پس از آبیاری سوم انجام گردید. در مرحله گلدهی نیز به منظور حذف علف های هرز داخل جویهای آبیاری مجددا وجین انجام گرفت. خارشتر، تاج ریزی، خردل وحشی و پیچک صحرایی از مهمترین علفهای هرز موجود در مزرعه بودند. بیماری خاصی هم در طول فصل رشد مشاهده نشد.

۲-۳-۵-۳- نمونه برداری و اندازه گیری ها

با توجه به زمان کشت، اولین نمونه برداری در ۱۵ مرداد ماه صورت گرفت و نمونه گیری های بعدی نیز هر ۱۰ روز یکبار انجام شد. در هر مرحله از نمونه برداری از هر کرت آزمایشی، ۴ بوته با احتساب حاشیه ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت به نحوی انتخاب می شدند که بتوانند تا حد زیادی خصوصیات واحد آزمایشی مربوطه را نشان دهند. قطع بوته ها از سطح خاک و از ناحیه طوقه انجام گرفت. پس از انجام نمونه برداری بوته ها در کیسه های نخی شماره گذاری شده قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شدند و در آنجا قسمتهای مختلف گیاه جدا گشته و صفات زیر مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۱- تعداد برگ: برگهایی که حداقل به ۵۰ درصد سطح کامل خود رسیده بودند، شمارش شدند.

۲- طول ساقه: ارتفاع گیاه از ناحیه طوقه (محل برش) تا نوک خوشه اصلی به عنوان طول ساقه (ارتفاع گیاه) بر حسب سانتی متر اندازه گیری شد.

۳- وزن خشک گیاه: پاکت های شماره دار محتوای گیاه در داخل آون (به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد) قرار داده شدند و سپس پاکت ها به مدت ۲۰ تا ۲۵ دقیقه در هوای آزمایشگاه نگهداری شدند تا با محیط به تعادل دمایی برسند و در نهایت با ترازوی حساس به دقت ۰/۰۱ گرم توزین شد.

۲-۳-۶- برداشت نهایی

بوته‌ها در انتهای دوره رشد پس از رسیدگی فیزیولوژیکی از مساحت ۱/۵ متر مربع جهت اندازه-گیری عملکرد نهایی و اجزای عملکرد برداشت شدند و سپس به آزمایشگاه انتقال یافتند. در آخرین نمونه‌گیری برخی صفات مانند ارتفاع گیاه، وزن بلال، تعداد دانه در بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، وزن و قطر چوب بلال، طول بلال، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نیز اندازه‌گیری شد.

۲-۳-۷- تجزیه و تحلیل اطلاعات

داده های حاصل از آزمایش و نمونه برداری های مختلف هر یک جداگانه تجزیه واریانس شد که برای این منظور از نرم افزارهای MSTATC و SAS استفاده گردید. میانگین صفات مورد بررسی توسط آزمون LSD در سطح ۵ درصد مقایسه شدند. اشکال آزمایش با استفاده از نرم افزار Excel رسم شد.

فصل سوم

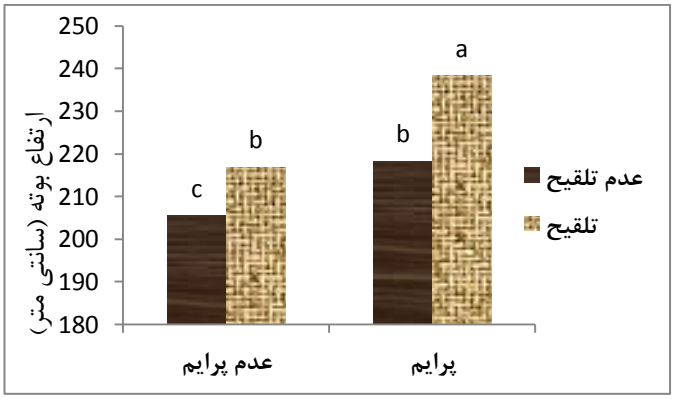
نتایج و بحث

۳-۱- صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد

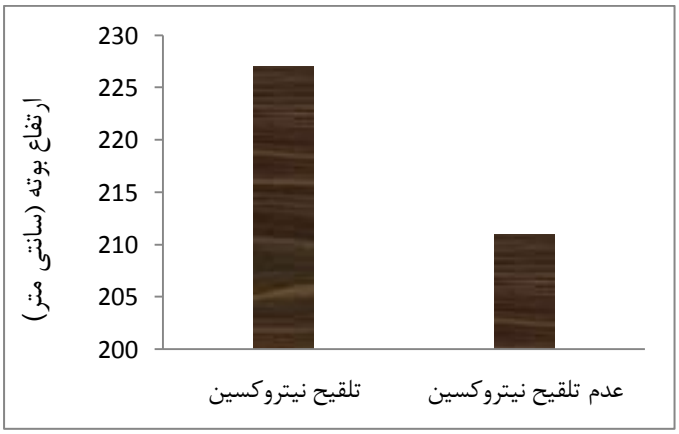
۳-۱-۱- ارتفاع بوته

با توجه به نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس که در جدول پیوست ۱ آمده است مشخص شد که ارتفاع بوته های ذرت تحت تاثیر متقابل تیمارهای نیتروکسین و هیدروپرایم قرار گرفت (شکل۳-۱). در هر یک از سطوح پرایم و عدم پرایم تلقیح با نیتروکسین منجر به افزایش ارتفاع بوته گردید به طوری که در سطح عدم پرایم تلقیح ارتفاع بوته را ۶ درصد و در سطح پرایم تلقیح این صفت را درصد ۹/۲ افزایش داد. ولی در مجموع بلندترین بوته ها از ترکیبات تیماری تلقیح با باکتری و پرایم بدست آمدند که از لحاظ آماری در گروه برتر قرار گرفت. هریس (۲۰۰۶) گزارش کرد که گیاهان پرایم ارتفاع بیشتری در مقایسه با گیاهان غیر پرایم تولید نمودند. همچنین هریس و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که اعمال پرایمینگ بر ده رقم مختلف برنج سبب تولید بوته هایی با ارتفاع بیشترگردید (۱۰۸ سانتی متر در مقایسه با ۹۴ سانتی متر در تیمار شاهد). افزایش ارتفاع بوته، مقدار کلروفیل و عملکرد با اعمال پرایمینگ درسورگم در مقایسه با شاهد توسط کادیری و هوساینی (۱۹۹۹) نیز گزارش شده است.

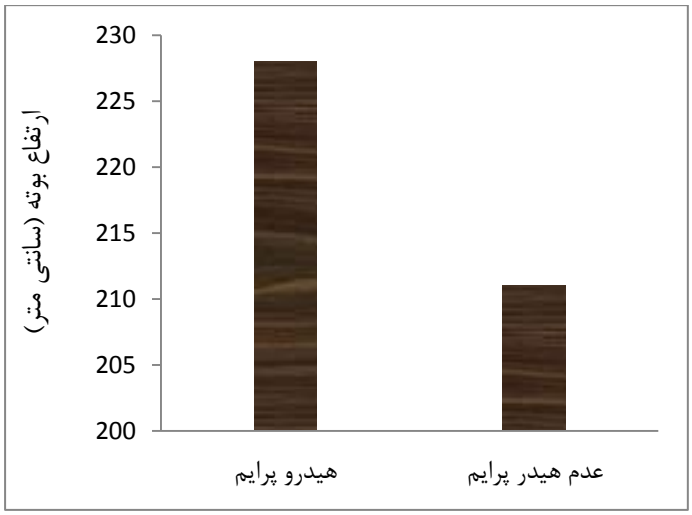
بر اساس نتایج حاصل از جدول پیوست ۱ نیتروکسین اثر معنی داری بر ارتفاع بوته ها داشت ($P<۰/۰۱$). بوته های تلقیح شده با نیتروکسین در مقابل بوته های شاهد ۷/۶ درصد افزایش ارتفاع نشان داد (شکل ۳-۲). با توجه به نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس اعمال تیمار هیدروپرایم تاثیر معنی داری بر ارتفاع بوته ذرت داشت ($P<۰/۰۱$). این صفت در مقایسه با شاهد (عدم اعمال هیدروپرایم) ۸/۰۵ درصد افزایش نشان داد (شکل ۳-۳). اثر تیمار تلقیح بذر با بیوفسفر بر صفت ارتفاع بوته معنی دار شد (جدول پیوست ۱). بوته ها تلقیح یافته با بیوفسفر در مقایسه با شاهد ۲/۳ درصد افزایش ارتفاع نشان دادند (شکل۳-۴) از طرفی تیمار تلقیح بذر با بیوفسفر هیچ گونه اثر متقابلی با سایر تیمارها نداشت.



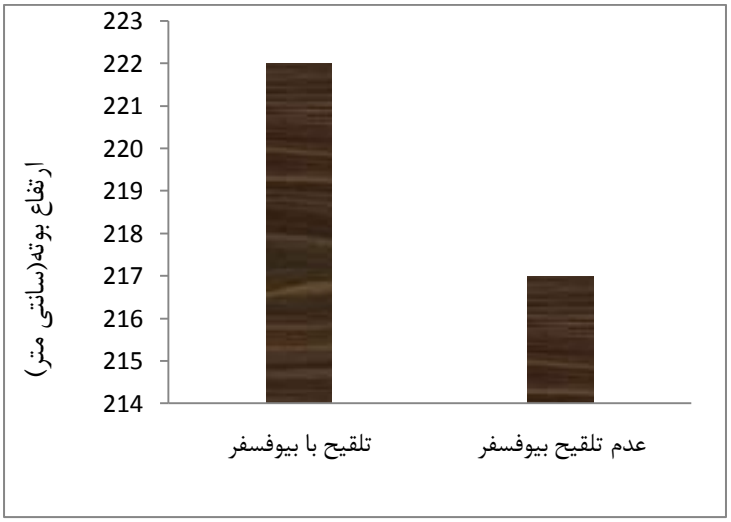
شکل ۳-۱- تاثیر متقابل هیدروپرایم و تلقیح نیتروکسین بر ارتفاع بوته ذرت



شکل ۳-۲- تاثیر نیتروکسین بر ارتفاع بوته ذرت



شکل ۳-۳- تاثیر هیدروپرایمینگ بذر بر ارتفاع بوته ذرت



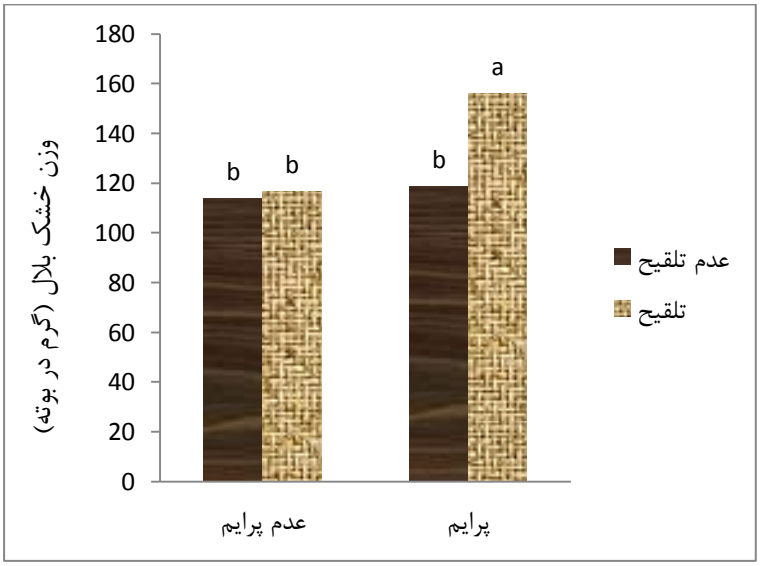
شکل ۳-۴- تاثیر بیوفسفر بر ارتفاع بوته ذرت

۳-۱-۲- وزن خشک بلال

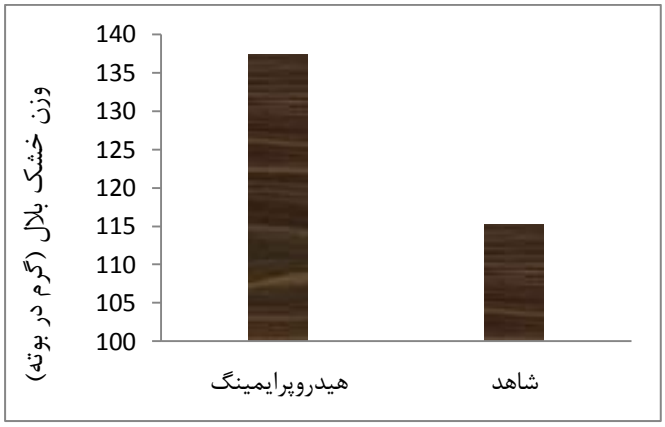
نتایج حاصل از این تحقیق (جدول پیوست ۱) حاکی از این است که اثر متقابل هیدروپرایمینگ و نیتروکسین اثر معنی داری (در سطح ۰/۰۱) بر وزن خشک بلال داشت (شکل ۳-۵). به طور کلی بیشترین وزن خشک بوته ها در ترکیبات تیماری حاصل از تلقیح با نیتروکسین در هر دو شرایط پرایم و عدم پرایم مشاهده شد. در هریک از سطوح پرایم و عدم پرایم تلقیح با نیتروکسین منجر به افزایش وزن خشک بلال گردید به طوری که در سطح عدم پرایم تلقیح با نیتروکسین وزن خشک بلال را ۲/۶ درصد و در سطح پرایم، تلقیح با نیتروکسین این صفت را ۳۱ درصد افزایش داد. ولی در مجموع بیشترین وزن خشک بلال از ترکیب تیماری تلقیح با نیتروکسین و پرایم به دست آمدند که از لحاظ آماری در گروه برتر قرار گرفت.

کاربرد تیمار هیدروپرایمینگ دارای اثر معنی داری (در سطح ۰/۰۱) بر وزن خشک بلال بود (جدول پیوست۱). هیدروپرایمینگ بذر توانست این صفت را به میزان ۱۹/۲۳ درصد در مقایسه با شاهد افزایش دهد، به طوری که وزن خشک بلال در تیمار هیدروپرایمینگ ۱۳۷/۴۱۸ گرم و در تیمار شاهد ۱۱۵/۲۴۸ گرم به دست آمد (شکل۳-۶). نتایج تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) نشان

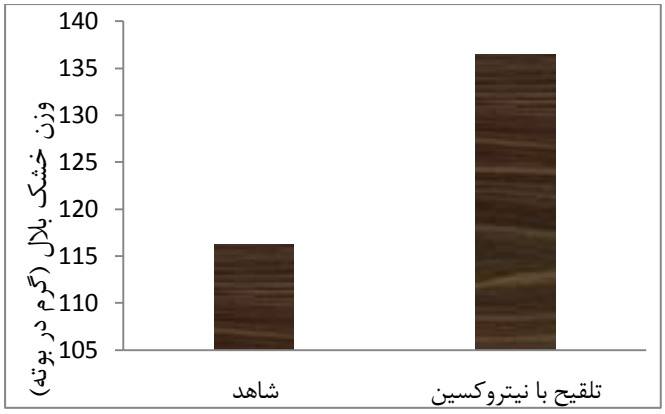
داد که تیمار تلقیح بذور با نیتروکسین دارای اثر معنی داری (در سطح ۰/۰۱) بر وزن خشک بلال بود. این تیمار وزن خشک بلال را در مقایسه با شاهد ۱۷/۳۵ درصد افزایش داد. این صفت در تیمار تلقیح بذور با نیتروکسین ۱۳۶/۴۲۱ گرم و در تیمار شاهد ۱۱۶/۲۴۵ گرم بود (شکل ۳-۷). وزن خشک بلال به طور معنی داری (در سطح ۰/۰۱) تحت تاثیر تیمار تلقیح بذور با بیوفسفر قرار گرفت. افزایش وزن خشک بلال در این تیمار در مقایسه با شاهد ۱۵/۵۶ درصد بود. این صفت در تیمار تلقیح بذور با بیوفسفر ۱۳۵/۴۵ گرم و در تیمار شاهد ۱۱۷/۲۰۹ گرم مشخص شد (شکل ۳-۸). سایر تیمارهای مورد بررسی در این تحقیق اثر معنی داری بر این صفت نداشتند (جدول پیوست ۱).



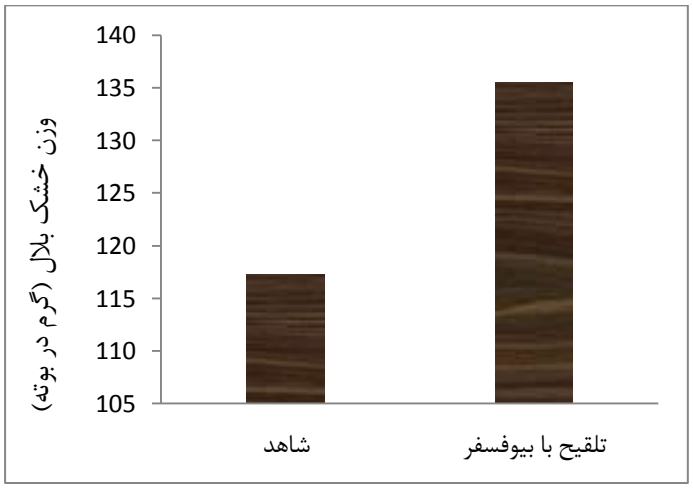
شکل ۳-۵- تاثیر اثر متقابل هیدروپرایمینگ و تلقیح نیتروکسین بر وزن خشک بلال



شکل ۳-۶- تاثیر هیدروپرایمینگ بر وزن خشک بلال



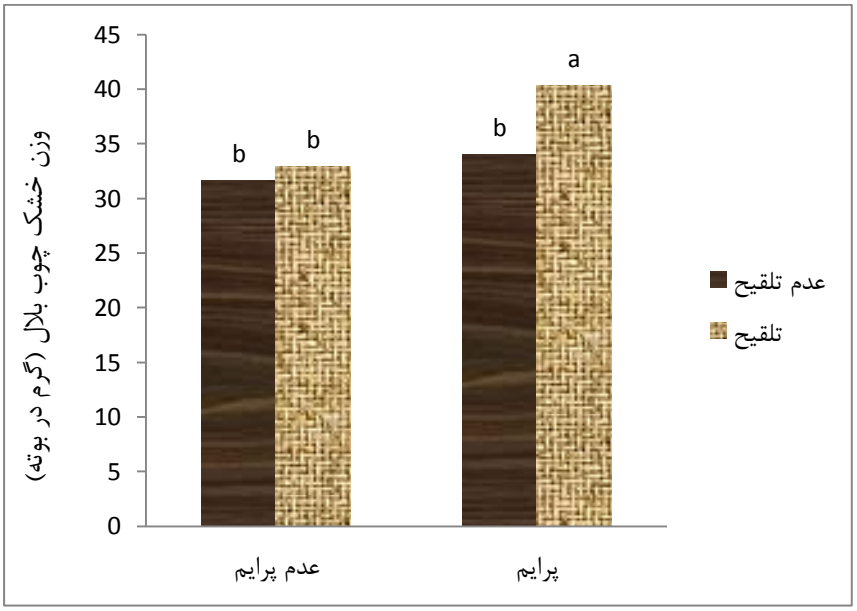
شکل ۳-۷- تاثیر تلقیح بذور با نیتروکسین بر وزن خشک بلال



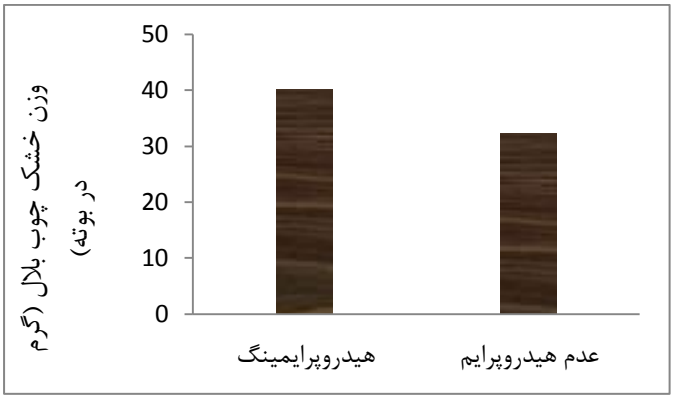
شکل ۳-۸- تاثیر تلقیح بذور با بیوفسفر بر وزن خشک بلال

۳-۱-۳- وزن خشک چوب بلال

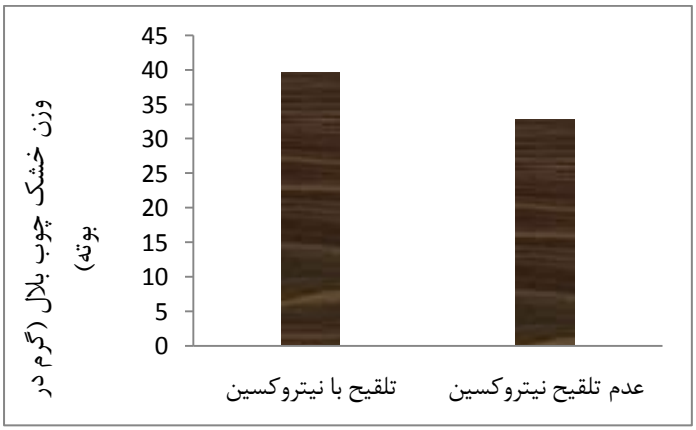
نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از این است که اثر متقابل هیدروپرایمینگ و نیتروکسین اثر معنی داری (در سطح ۰/۰۵) بر وزن خشک چوب بلال داشت (شکل ۳-۹). وزن خشک چوب بلال به طور معنی داری تحت تاثیر تیمار هیدروپرایم قرار گرفت (P<۰/۰۱)(جدول پیوست۱). این تیمار توانست وزن خشک چوب بلال را به میزان ۲۴/۶۶ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دهد (شکل ۳-۱۰). با توجه به نتایج حاصل از جدول پیوست ۱ می توان این گونه بیان کرد که تیمار تلقیح بذر با نیتروکسین نیز افزایش معنی داری روی این صفت داشت (P<۰/۰۱)، به طوری که وزن خشک چوب بلال را ۲۰/۶۵ درصد در مقایسه با تیمار عدم تلقیح بذور با نیتروکسین افزایش داد (شکل ۳-۱۱). تیمار تلقیح بذر با بیوفسفر نیز دارای اثر معنی داری (P<۰/۰۵) بر این صفت بود (جدول پیوست ۱). این تیمار وزن خشک چوب بلال را در مقایسه با شاهد ۱۹ درصد افزایش داد (شکل۳-۱۲).



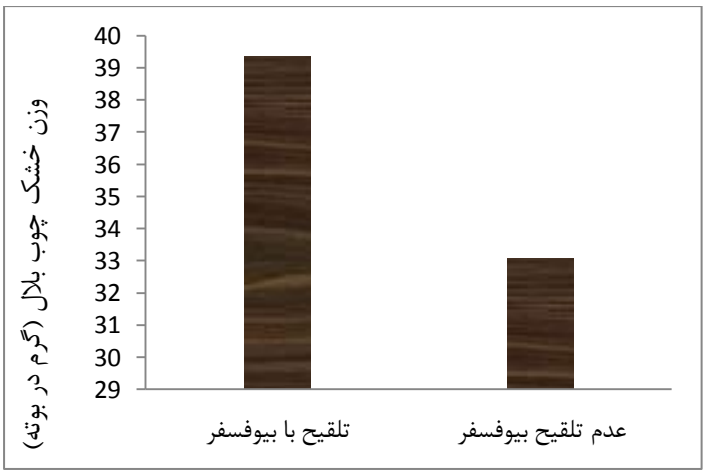
شکل ۳-۹- اثر متقابل تیمار هیدروپرایم و تلقیح نیتروکسین بر وزن خشک چوب بلال



شکل۳-۱۰- تاثیر تیمار هیدروپرایمینگ بذر بر وزن خشک چوب بلال



شکل۳-۱۱- تاثیر تیمار تلقیح بذر با نیتروکسین بر وزن خشک چوب بلال

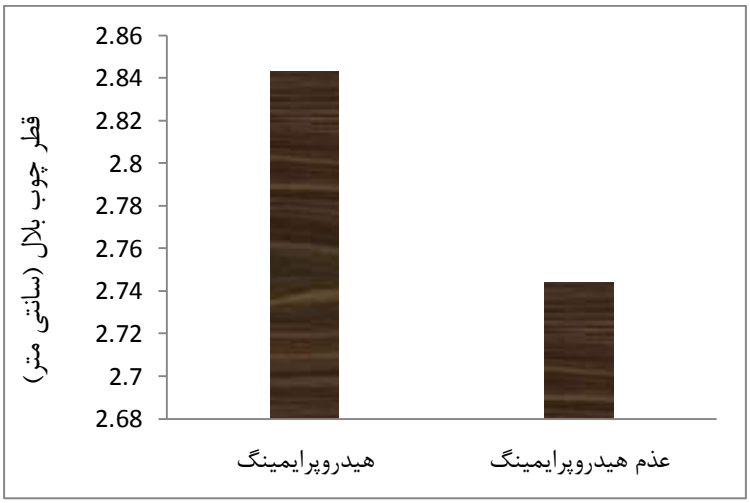


شکل ۳-۱۲- تاثیر تیمار تلقیح بذر با بیوفسفر بر وزن خشک چوب بلال

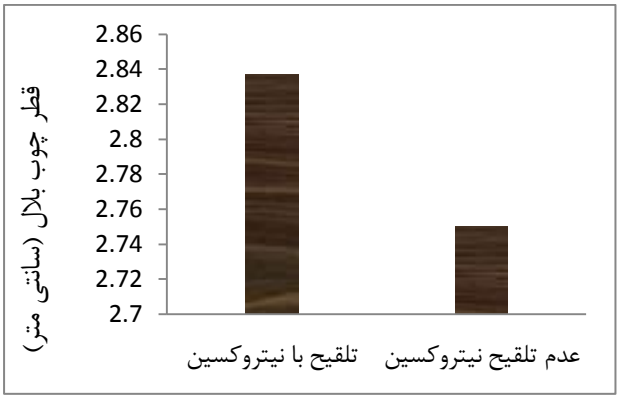
۳-۱-۴- قطر چوب بلال

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می توان بیان کرد قطر چوب بلال به طور معنی داری (P<۰/۰۵) تحت تاثیر تیمار هیدروپرایمینگ قرار گرفت (جدول پیوست ۱). میزان افزایش قطر چوب بلال در این تیمار نسبت به شاهد۳/۶ درصد بود (شکل۳-۱۳). تاثیر مثبت پرایمینگ بر قطر چوب بلال توسط مورنگو و همکاران (۲۰۰۴) نیز گزارش شده است.

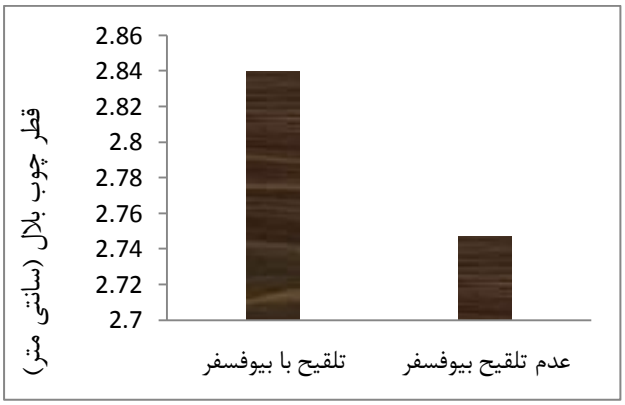
قطر چوب بلال به طور معنی داری (P<۰/۰۵) تحت تاثیر تیمار تلقیح بذور با نیتروکسین قرار گرفت (جدول پیوست ۱). این تیمار قطر چوب را به میزان ۳/۱۶ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (شکل ۳-۱۴). ردی و همکاران (۱۹۸۷) در بررسی اثرات تراکم گیاهی و نیتروژن بر برخی خصوصیات ذرت های هیبرید نشان دادند که حاصلخیزی بالای خاک موجب افزایش قطر چوب بلال می گردد. نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) حاکی از این است که تیمار تلقیح بذور با بیوفسفر توانسته است اثر معنی داری بر صفت قطر چوب بلال داشته باشد (P<۰/۰۵)، میزان افزایش در مقایسه با شاهد ۳/۴ درصد بود (شکل ۳-۱۵). تیمار های هیدروپرایم، نیتروکسین و بیوفسفر هیچکدام دارای اثر متقابل معنی داری بر این صفت نبود (جدول پیوست ۱).



شکل ۳-۱۳- تاثیر تیمار هیدروپرایم بر قطر چوب بلال



شکل ۳-۱۴- تاثیر تیمار تلقیح بذور با نیتروکسین بر قطر چوب بلال



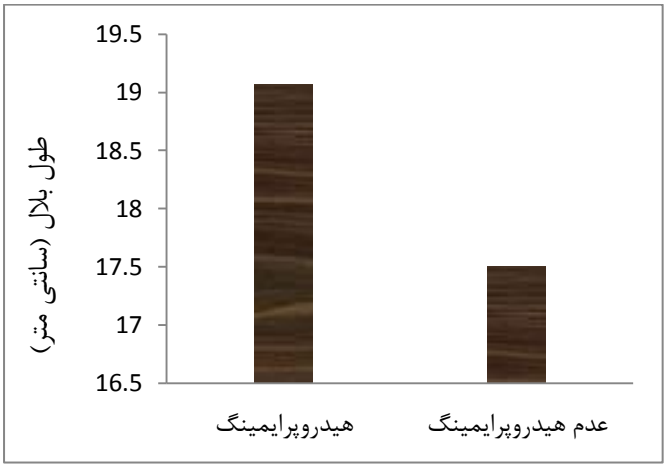
شکل ۳-۱۵- تاثیر تیمار تلقیح بذور با بیوفسفر بر قطر چوب بلال

۳-۱-۵- طول بلال

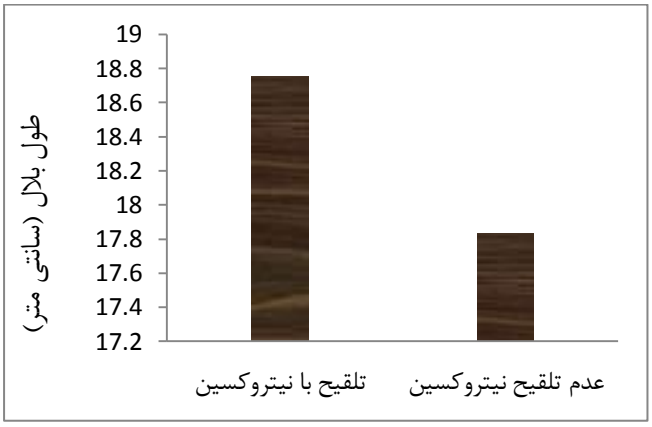
با اعمال تیمار هیدروپرایمینگ طول بلال به طور معنی داری (P<۰/۰۱) در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت (جدول پیوست ۱). مقایسات میانگین ها نشان داد که تیمار هیدروپرایمینگ طول بلال را به میزان ۹ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد (شکل۳-۱۶). مورونگو و همکاران (۲۰۰۴) افزایش طول بلال را در واکنش به پرایمینگ بذر گزارش کردند.

طول بلال در تیمار تلقیح بذور با نیتروکسین در مقایسه با تیمار عدم تلقیح بذور با نیتروکسین به طور معنی داری افزایش یافت (P<۰/۰۱) (جدول پیوست ۱). مطابق نتایج به دست آمده میزان افزایش طول بلال در این تیمار در مقایسه با شاهد ۵/۱۶ درصد بود (شکل ۳-۱۷).

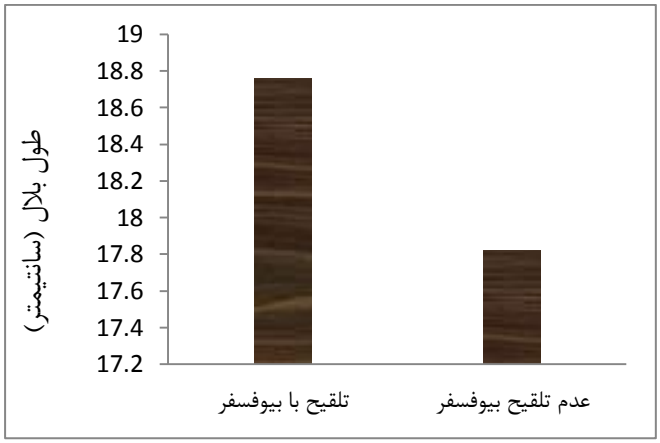
با توجه به جدول پیوست ۱تیمار تلقیح بذر با کود بیولوژیک بیوفسفر توانسته است اثر معنی داری بر طول بلال داشته باشد (P<۰/۰۱). میزان افزایش طول بلال در این تیمار در مقایسه با شاهد ۵/۳ درصد بود (شکل ۳-۱۸).



شکل ۳-۱۶- تاثیر تیمار هیدروپرایمینگ بر طول بلال



شکل ۳-۱۷- تاثیر تیمار تلقیح بذر با نیتروکسین بر طول بلال



شکل ۳-۱۸- تاثیر تیمار تلقیح بذر با بیوفسفر بر طول بلال

۳-۱-۶- تعداد دانه در بوته

تعداد دانه در بوته به طور معنی داری (P<۰/۰۱) تحت تاثیر هیدروپرایمینگ بذر قرار گرفت (جدول پیوست ۱). به طوری که تعداد دانه در بوته های حاصل از بذور هیدروپرایم در حدود ۶/۷ درصد بیش از میزان این صفت در بوته های شاهد بود (شکل ۳-۱۹). الیو (۱۹۸۹) طی تحقیقی مشخص نمود که پیش تیمار بذور سویا با محلول کلرید کلسیم ۰/۲۵ مولاریته به مدت ۲۴ ساعت سبب افزایش تعداد دانه و کاهش تعداد غلافهای بدون بذر[1] شد. آلدسوکیو و ابراهیم (۲۰۰۰) نشان دادند که افزایش عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا در تیمار بذور با اسید شیمیک در نتیجه افزایش تعداد غلاف در بوته، طول غلاف و تعداد دانه در غلاف بود. سوبدی و ما (۲۰۰۵) نیز نشان دادند که تعداد بذور و عملکرد هر گیاه در بذور پرایم شده نخود با آب و مانیتول ۴٪ در مقایسه با بذور پرایم نشده بیشتر بود.

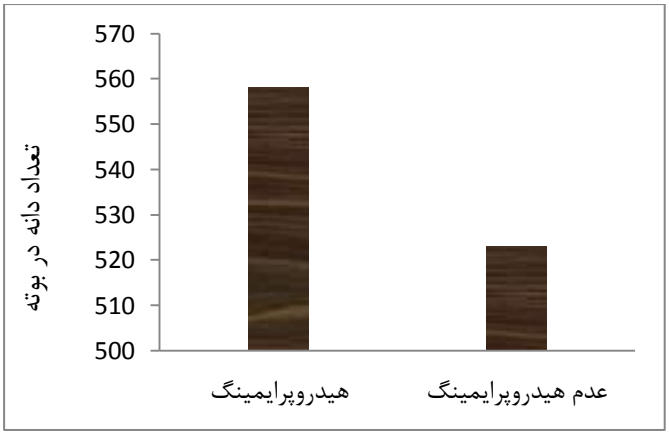
بذور تلقیح شده با نیتروکسین اثر معنی داری بر صفت تعداد دانه در بوته داشت (P<۰/۰۵). این تیمار توانست تعداد دانه در بوته را در مقایسه با شاهد ۵/۱۲ درصد افزایش دهد (شکل ۳-۲۰).

[1] seedless pods

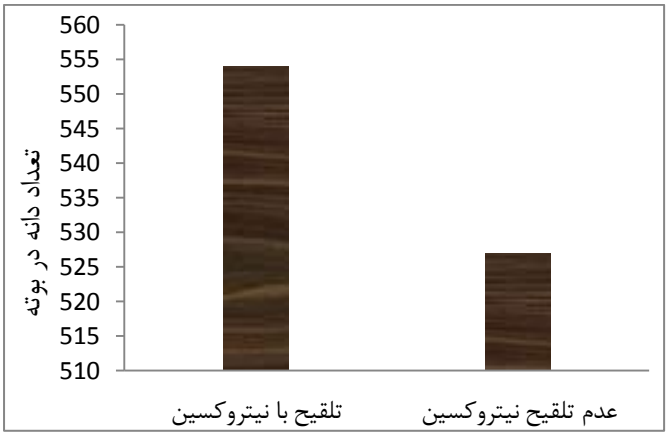
گیراردین و همکاران (۱۹۷۸) گزارش دادند که کمبود نیتروژن در طول مرحله جوانه زنی تا گسترش برگهای شش و هفت، تعداد دانه در بلال را کاهش می دهد.

نتایج (جدول پیوست ۱) نشان می دهد که تیمار تلقیح بذور با بیوفسفر توانست اثر معنی داری بر صفت تعداد دانه در بوته داشته باشد (P<۰/۰۵). کود بیولوژیک بیوفسفر تعداد دانه در بوته را ۵/۱۲ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (شکل ۳-۲۱).

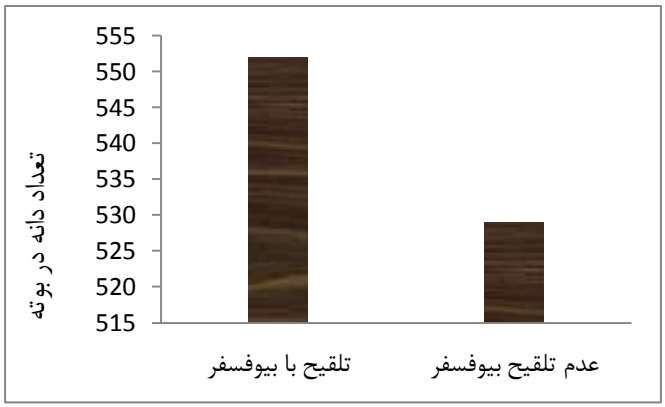
با توجه با نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱)، اثر متقابل هیدروپرایمینگ، نیتروکسین و بیوفسفر توانست اثر معنی داری بر صفت تعداد دانه در بوته داشته باشد (P<۰/۰۵). به طوری که میزان افزایش این صفت درتیمار هیدروپرایمینگ، کاربرد نیتروکسین و کاربرد بیوفسفر در مقایسه با تیمار شاهد ۲۲/۳۳ درصد بود (شکل ۳-۲۲).



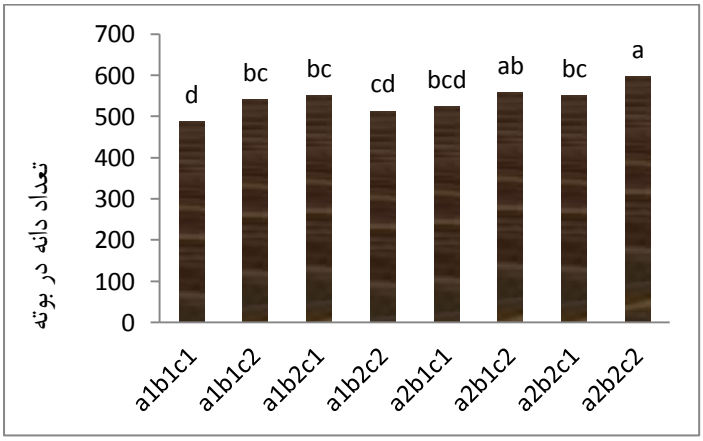
شکل ۳-۱۹- تاثیر تیمار هیدروپرایمینگ بر صفت تعداد دانه در بوته



شکل۳-۲۰- تاثیر تیمار تلقیح بذور با نیتروکسین بر صفت تعداد دانه در بوته



شکل ۳-۲۱- تاثیر تیمار تلقیح بذور با بیوفسفر بر صفت تعداد دانه در بوته



عدم هیدروپرایمینگ (a_1) عدم تلقیح با نیتروکسین (b_1) عدم تلقیح با بیوفسفر (c_1)

هیدروپرایمینگ (a_2) تلقیح با نیتروکسین (b_2) تلقیح با بیوفسفر (c_2)

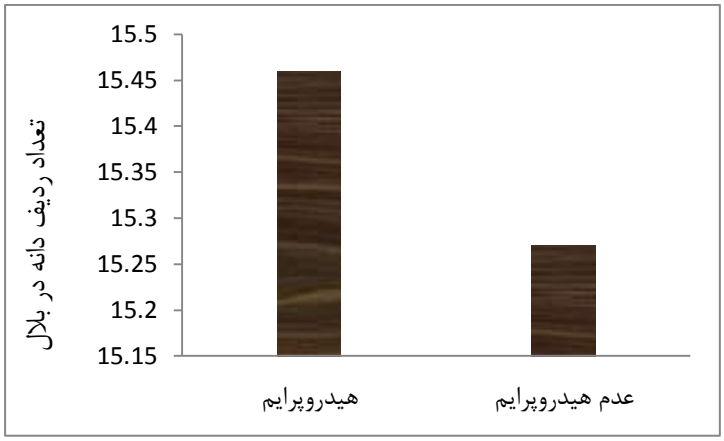
شکل ۳-۲۲- اثر متقابل تیمارهای هیدروپرایمینگ، نیتروکسین و بیوفسفر بر تعداد دانه در بوته

۳-۱-۷- تعداد ردیف دانه در بلال

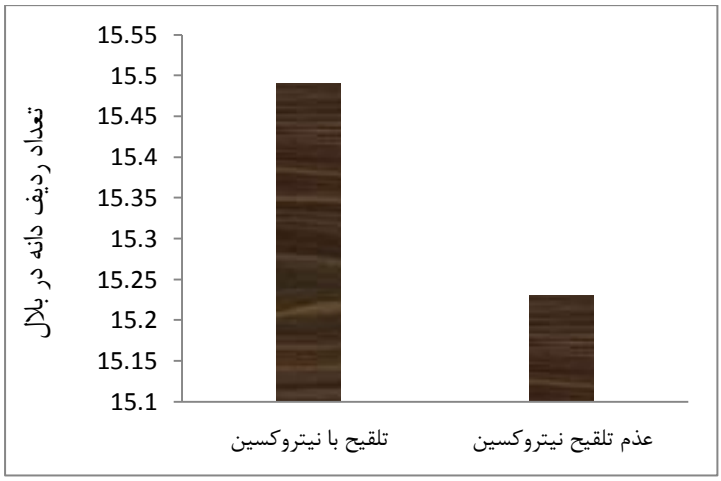
با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) می توان بیان کرد که هیدروپرایمینگ بذر دارای اثر معنی داری بر تعداد ردیف دانه در بلال بود (P<۰/۰۵) میانگین مربوط به این صفت در شکل ۳-۲۳ قابل مشاهده است. هریس و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی تاثیر پرایمینگ بر عملکرد و اجزای عملکرد نشان دادند که اعمال این تیمار سبب افزایش تعداد ردیف دانه در بلال می گردد. اورداس و استاکر (۱۹۷۷) بیان کردند که افزایش قطر بلال می تواند با افزودن بر تعداد ردیف دانه روی بلال موجب افزایش تعداد دانه در بلال و در نتیجه بالا رفتن عملکرد دانه بوته گردد.

صفت تعداد ردیف دانه در بلال به طور معنی داری (P<۰/۰۱) تحت تاثیر تیمار تلقیح بذر با نیتروکسین قرار گرفت (جدول پیوست ۱). افزایش این صفت در تیمارهای تلقیح یافته با نیتروکسین در مقایسه با شاهد برابر ۱/۷ درصد بود (شکل۳-۲۴). در آزمایش کاپولینیک و همکاران (۱۹۸۲) نیز با کاربرد باکتری افزایش تعداد ردیف دانه در بلال مشاهده شد. اثرت متقابل تیمارهای هیدروپرایمینگ، نیتروکسین و بیوفسفر هیچ گونه تاثیر معنی داری بر صفت تعداد ردیف دانه در بلال نداشتند.

تیمار تلقیح بذرها با بیوفسفر دارای تاثیر معنی داری (P<۰/۰۱) بر تعداد ردیف دانه در بلال بود (جدول پیوست ۱). این صفت در تیمار تلقیح بذر با بیوفسفر در مقایسه با تیمار شاهد ۱/۷ درصد افزایش نشان داد که این مقدار افزایش برابر میزان افزایش در تیمار تلقیح بذرها با نیتروکسین بود.



شکل ۳-۲۳- تاثیر هیدروپرایمینگ بذر بر تعداد ردیف دانه در بلال



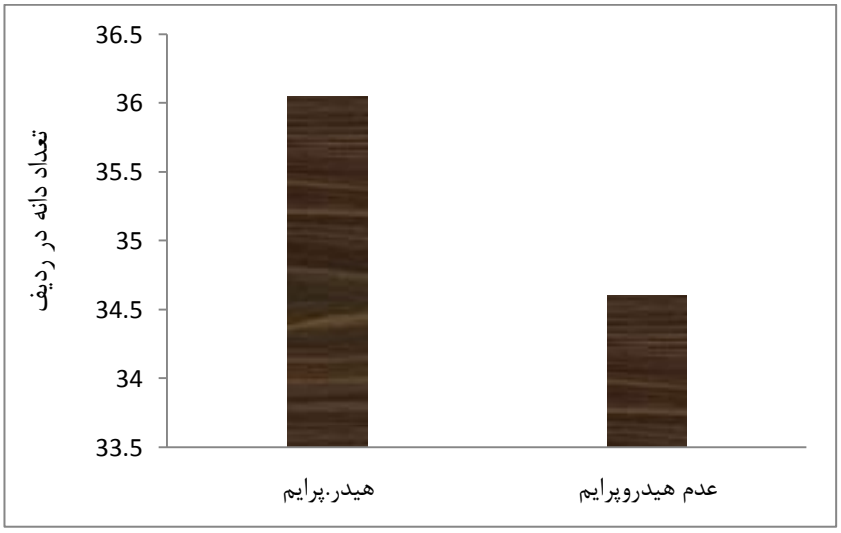
شکل ۳-۲۴- تاثیر تلقیح بذر با نیتروکسین بر صفت تعداد ردیف دانه در بلال

۳-۱-۸- تعداد دانه در ردیف بلال

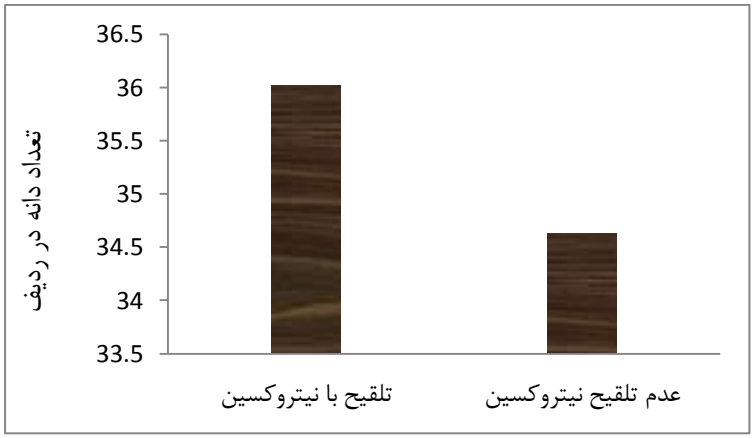
تعداد دانه در هر ردیف بلال به طور معنی داری (P<۰/۰۵) تحت تاثیر هیدروپرایمینگ بذر قرار گرفت (جدول پیوست ۱). تیمار هیدروپرایمینگ بذر در مقایسه با شاهد تعداد دانه در ردیف بلال را ۴/۱ درصد افزایش داد (شکل۳-۲۵). تیمار تلقیح بذرها با نیتروکسین نیز دارای اثر معنی داری بر تعداد دانه در هر ردیف بلال بود (P<۰/۰۵). این تیمار در مقایسه با شاهد این صفت را به مقدار ۴/۰۱ درصد افزایش داد (شکل۳-۲۶). ازتوباکتر یک باکتری آزادزی تثبیت کننده نیتروژن هوا است و

مقدار تثبیت نیتروژن به وسیله این باکتری۴۰-۲۰ کیلوگرم در هکتار در سال می باشد. بروکتن و پولر (۱۹۸۶) و کافی و همکاران (۱۳۷۸) گزارش کردند که تعداد دانه در هر ردیف بلال تحت تاثیر کاربرد نیتروژن در مراحل متوالی رشد می باشد. حمیدی و همکاران (۱۳۷۹) نیز نشان دادند که افزایش طول بلال با مقدار نیتروژن خاک رابطه مثبت داشته و موجب افزایش تعداد دانه در بلال گردید. هریس و همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند که پرایمینگ بذر باعث افزایش تعداد دانه در ردیف بلال می گردد.

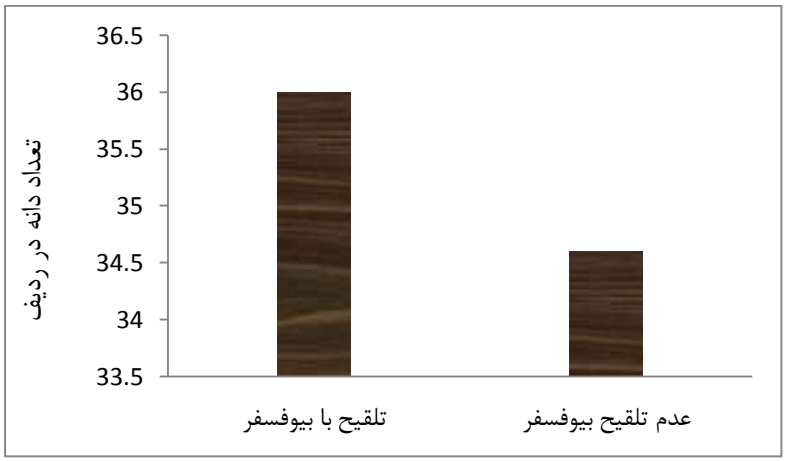
نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) حاکی از وجود اثر معنی دار تیمار تلقیح بذر با بیوفسفر بر صفت تعداد دانه در ردیف بلال بود (P<۰/۰۵). مقایسه میانگین اثر تیمارها بر تعداد دانه در ردیف نشان داد که تیمار تلقیح بذر با بیوفسفر توانست این صفت را در مقایسه با شاهد به میزان ۳/۸۷ درصد افزایش دهد (شکل۳-۲۷).



شکل ۳-۲۵- تاثیر تیمار هیدروپرایم بر صفت تعداد دانه در ردیف



شکل ۳-۲۶- تاثیر تیمار تلقیح بذر با نیتروکسین بر صفت تعداد دانه در ردیف

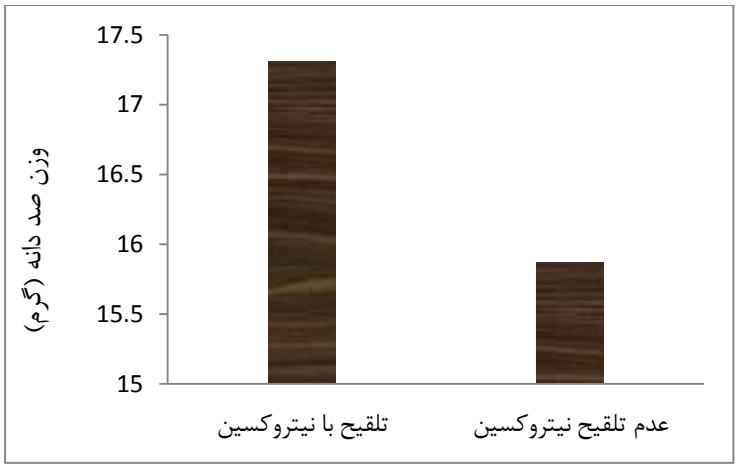


شکل ۳-۲۷- تاثیر تیمار تلقیح بذر با بیوفسفر بر صفت تعداد دانه در ردیف

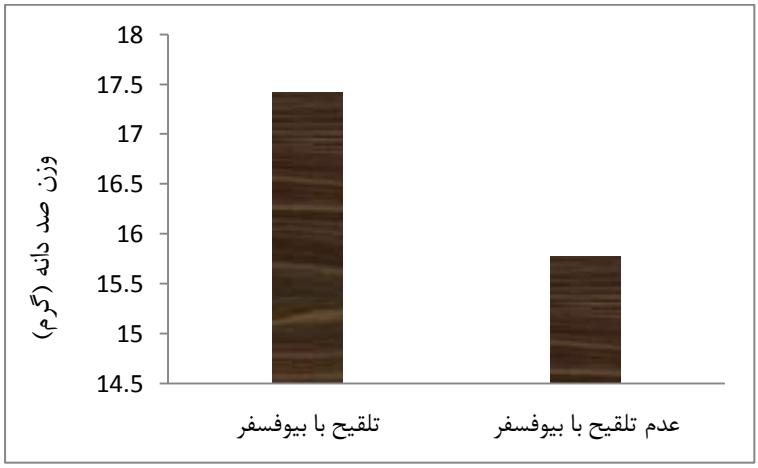
۳-۱-۹- وزن صد دانه

تیمار هیدروپرایمینگ اثر معنی داری بر صفت وزن صد دانه نداشت ولی تیمار تلقیح بذور با نیتروکسین اثر معنی داری (P<۰/۰۵) بر این صفت دانه داشت (جدول پیوست ۱). این صفت در تیمار تلقیح بذور با نیتروکسین به مقدار ۹/۰۷ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت (شکل۳-۲۸).

با توجه به نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) تیمار تلقیح بذور با بیوفسفر توانست تاثیر معنی داری بر صفت وزن دانه داشته باشد (P<۰/۰۵). میزان افزایش وزن صد دانه در این تیمار در مقابل شاهد ۱۰/۵ درصد بود (شکل۳-۲۹). اثر متقابل بین تیمارهای هیدروپرایمینگ، نیتروکسین و بیوفسفر بر این صفت معنی دار نبود.



شکل ۳-۲۸- تاثیر تیمار تلقیح بذور با نیتروکسین بر صفت وزن صد دانه

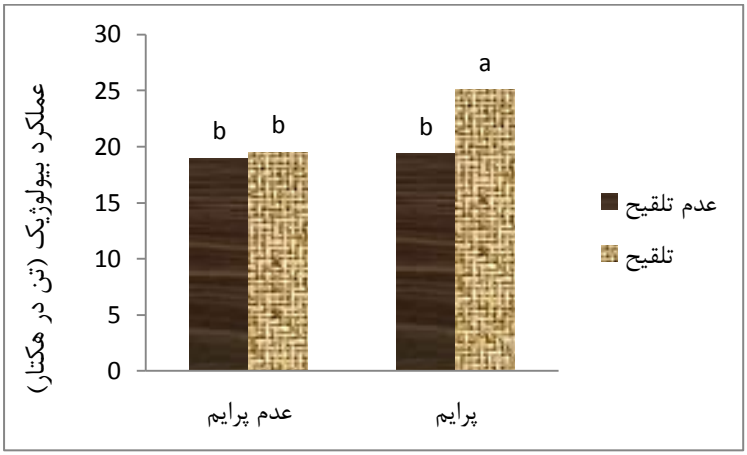


شکل ۳-۲۹- تاثیر تیمار تلقیح بذور با بیوفسفر بر صفت وزن صد دانه

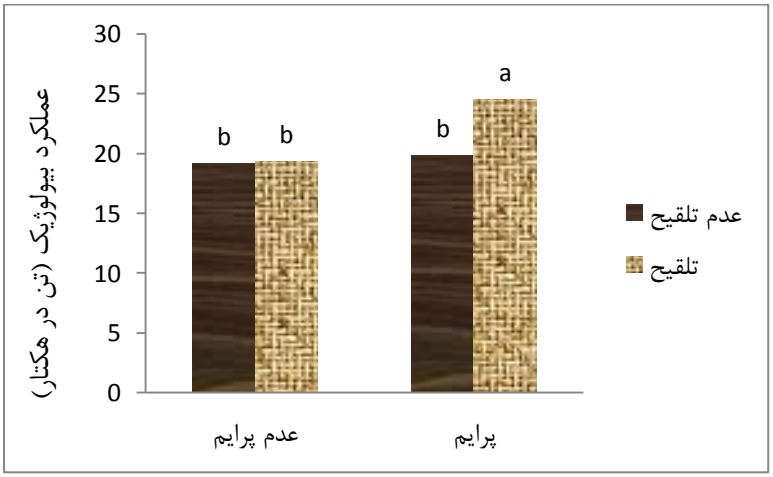
۳-۱-۱۰- عملکرد بیولوژیک

کلیه تیمارهای مورد بررسی در این آزمایش و همچنین اثر متقابل این تیمارها بر عملکرد بیولوژیک اثر معنی داری داشت (جدول پیوست ۱). اثر متقابل تیمارهای هیدروپرایم و نیتروکسین و همچنین تیمارهای هیدروپرایم و بیوفسفر بر عملکرد بیولوژیک ذرت در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی دار گردید. این تیمارها توانستند عملکرد بیولوژیک را افزایش دهند (شکل های ۳-۳۰ و ۳-۳۱). با توجه به نتایج این تحقیق (جدول پیوست ۱) عملکرد بیولوژیک به طور معنی داری (در سطح احتمال ۰/۰۵) تحت تاثیر اثر متقابل نیتروکسین و بیوفسفر و همچنین اثر متقابل هیدروپرایمینگ، نیتروکسین و بیوفسفر قرار گرفت (شکل های ۳-۳۲ و ۳-۳۳). باسرا و همکاران (۲۰۰۳) و رشید و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیقات خود نشان دادند که اعمال پرایمینگ روی بذور به طور معنی داری بیوماس کل و وزن خشک کل را در مقایسه با شاهد افزایش می دهد. دایاناد و همکاران (۱۹۷۷) اثرات پرایمینگ در طول شب (بدون خشک کردن) را بر ۷ رقم گندم مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی، پرایمینگ اثر معنی داری بر جذب فسفر و پتاسیم نداشت اما در مطالعاتی که طی دو سال متوالی انجام شد، جذب نیتروژن را به طور معنی داری (۷ و ۸ درصد) افزایش داد. محققان این اثر را به جوانه زنی و رشد سریع گیاهچه های حاصل از بذور پرایم شده نسبت دادند که در نتیجه این واکنش ها عملکرد دانه و کلش تولید شده در گیاه افزایش می یابد. دهینگراد و همکاران (۱۹۷۴) بیان کردند که خیساندن بذور گندم به مدت ۱۸ ساعت موجب بهبود عملکرد کلش در حدود ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار شد. کمبود نیتروژن باعث کاهش نور دریافتی گیاه و کاهش کارایی استفاده از آن می شود، در نتیجه در شرایط کمبود نیتروژن عملکرد بیولوژیک گیاه کاهش می یابد. در واقع افزایش عملکرد بیولوژیک را در گیاه ذرت می توان به افزایش گسترش و دوام سطح برگ ناشی از نیتروژن نسبت داد که موجب افزایش دوام و طول عمر اندامهای فتوسنتز کننده می گردد (کوچکی و راشد محصل، ۱۳۶۷).

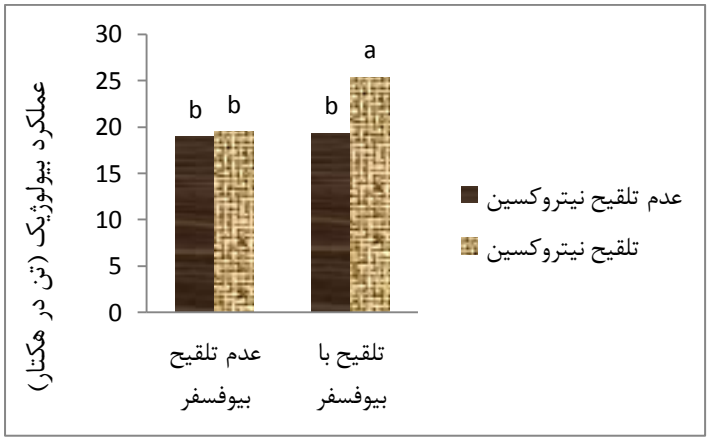
هیدروپرایمینگ توانست اثر معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۱ بر این صفت داشته باشد. میزان افزایش عملکرد بیولوژیکی در تیمار هیدروپرایمینگ در مقایسه با شاهد (عدم اعمال هیدروپرایمینگ) ۱۵/۴۱ درصد بود (شکل۳-۳۴). با توجه به جدول پیوست ۱ می توان گفت که تیمار نیتروکسین دارای اثر معنی داری در سطح ۰/۰۱ بر عملکرد بیولوژیک بود و این تیمار توانست عملکرد بیولوژیک را در مقایسه با شاهد ۱۶/۱۷ درصد افزایش دهد (شکل۳-۳۵). تیمار تلقیح بذور با بیوفسفر نیز دارای اثر معنی داری در سطح ۰/۰۱ بر عملکرد بیولوژیک بود، این تیمار توانست عملکرد بیولوژیک را در مقایسه با شاهد (عدم تلقیح بذور با بیوفسفر) ۱۲/۳ درصد افزایش دهد (شکل۳-۳۶).



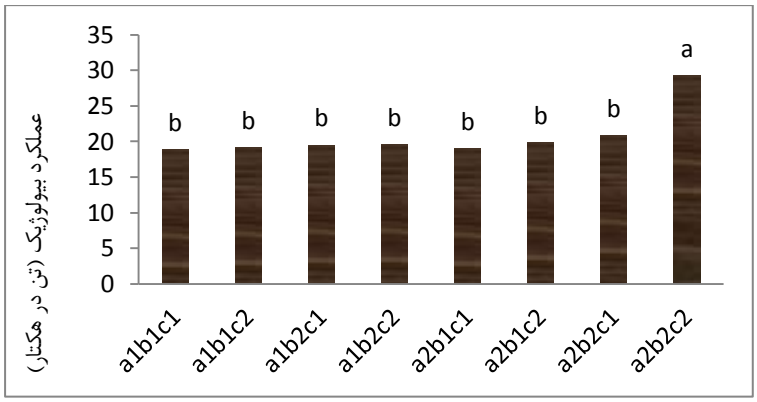
شکل ۳-۳۰- اثر متقابل تیمارهای هیدروپرایمینگ و تلقیح نیتروکسین بر عملکرد بیولوژیک در ذرت



شکل ۳-۳۱- اثر متقابل تیمارهای هیدروپرایمینگ و بیوفسفر بر عملکرد بیولوژیک در ذرت



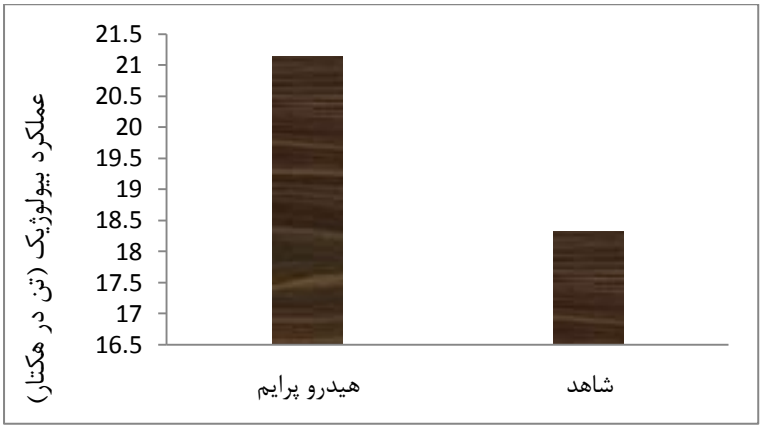
شکل ۳-۳۲- اثر متقابل تیمارهای نیتروکسین و بیوفسفر بر عملکرد بیولوژیک در ذرت



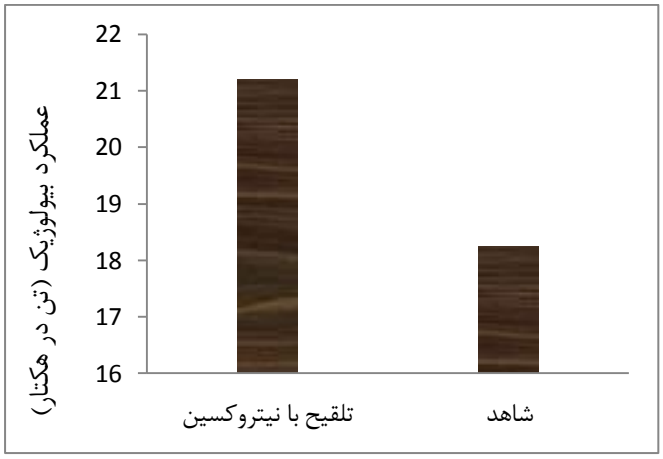
عدم هیدروپرایمینگ (a_1) عدم تلقیح با نیتروکسین (b_1) عدم تلقیح با بیوفسفر (c_1)

هیدروپرایمینگ (a_2) تلقیح با نیتروکسین (b_2) تلقیح با بیوفسفر (c_2)

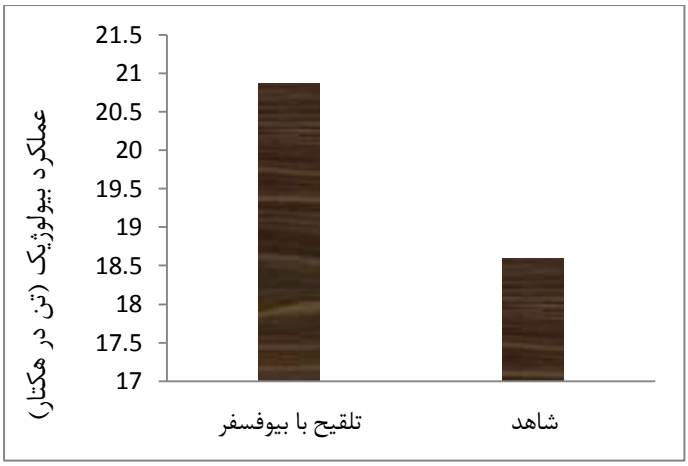
شکل ۳-۳۳- اثر متقابل تیمارهای هیدروپرایمینگ، نیتروکسین و بیوفسفر بر عملکرد بیولوژیک در ذرت



شکل ۳-۳۴- تاثیر تیمار هیدروپرایمینگ بر عملکرد بیولوژیک در ذرت



شکل ۳-۳۵- تاثیر تیمار تلقیح بذور با نیتروکسین بر عملکرد بیولوژیک در ذرت



شکل ۳-۳۶- تاثیر تیمار تلقیح بذور با بیوفسفر بر عملکرد بیولوژیک در ذرت

۳-۱-۱۱- عملکرد دانه

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که کلیه تیمارهای مورد بررسی دارای اثر معنی داری بر این صفت بودند. با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول پیوست ۱) تیمار اثر متقابل هیدروپرایم و نیتروکسین دارای اثر معنی داری (در سطح ۰/۰۱) بر عملکرد بود. این تیمار توانست عملکرد دانه را در مقایسه با شاهد ۳۲/۹۱ درصد افزایش دهد(شکل ۳-۳۷). عملکرد دانه در تیمارهای اثرات متقابل هیدروپرایمینگ و بیوفسفر، نیتروکسین و بیوفسفر و همچنین هیدروپرایمینگ،

نیتروکسین و بیوفسفر نیز معنی دار شد (در سطح ۰/۰۵)(شکل‌های ۳-۳۸ و ۳-۳۹ و ۳-۴۰). هیدروپرایمینگ بذر می تواند از طریق افزایش فعالیت آنزیم های درگیر در متابولیسم ساکارز، نظیر ساکارز سینتاز، اینورتازها و ساکارز فسفات سینتاز سبب افزایش قدرت مخزن و در نهایت افزایش عملکرد گردد (کائور و همکاران، ۲۰۰۵). تحقیقات نشان داده است هیدروپرایمینگ نه تنها می تواند جوانه زنی بذر را بهبود بخشد، بلکه می تواند رشد ثانویه و فرایند های متابولیکی و عملکرد نهایی را افزایش دهد (الیوا، ۱۹۸۹ و سلام، ۱۹۹۹). در واقع بهبود استقرار گیاه در نتیجه پرایمینگ می تواند با افزایش مقاومت به تنش خشکی و کاهش تنش های ناشی از عوامل بیماری زا عملکرد گیاه را افزایش دهد (هریس و همکاران، ۱۹۹۹؛ موسی و همکاران، ۱۹۹۹و هریس و همکاران، ۲۰۰۰).

در آزمایشات مزرعه ای، هیدروپرایمینگ آفتابگردان به مدت ۱۲ ساعت سبب افزایش عملکرد دانه در مقایسه با شاهد شد (باستیا و همکاران، ۱۹۹۹). نتایج مشابهی از تاثیر هیدروپرایمینگ بر رشد ارزن در مناطق خشک گزارش شده است (کومار و همکاران، ۲۰۰۲). این محققین زمان لازم برای پرایم نمودن بذرها را تعیین کردند چرا که افزایش زمان اعمال تیمار به بذر آسیب جدی وارد می کند. به این ترتیب زمان لازم برای ذرت و برنج ۲۴ ساعت، نخود ۱۰ ساعت و برای ارزن ۸ ساعت تعیین شد.

هیدروپرایمینگ علاوه بر تاثیر بر عملکرد می تواند تغییرات بیوشیمیایی را در مراحل آخر رشد گیاه ایجاد کند. به عنوان مثال در آزمایشی گلدانی توسط سلام (۱۹۹۹) مشخص گردید که رشد بوته های ماش حاصل از بذور پرایم شده بیشتر از بذور شاهد بود. هیدروپرایمینگ همچنین اثر شوری را شامل کاهش قندهای لاکتوز، مالتوز و پرولین از بین می برد. خیساندن دانه های گندم در آب نیز سبب افزایش معنی دار کلروفیل کل، کلروفیل a و b و نسبت کلروفیل a به b در مقایسه با شرایط غیر پرایم شد (روی و سریواستاوا، ۲۰۰۰). افزایش عملکرد دانه در تیمارهای اعمال پرایمینگ در

مقایسه با عدم پرایم توسط برخی از محققین دیگر نیز گزارش شده است (رشید و همکاران، ۲۰۰۲؛ بارسا و همکاران، ۲۰۰۳؛ هریس و همکاران، ۲۰۰۱).

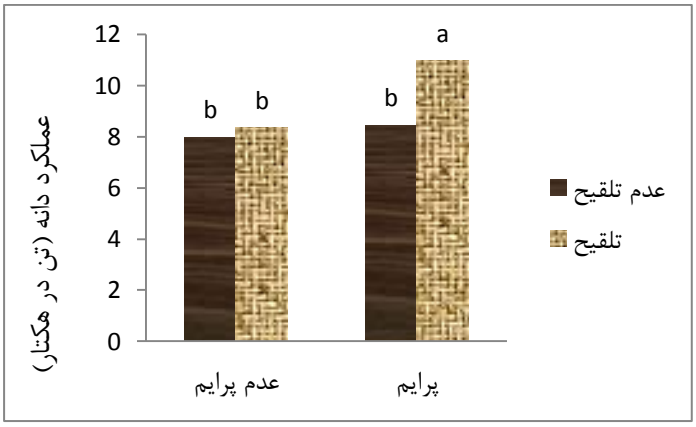
یوهارت و آندرید (۱۹۹۵) گزارش کردند کمبود نیتروژن عملکرد را کاهش می دهد و این کاهش عملکرد هم از طریق کاهش تعداد دانه و هم وزن دانه می باشد. هانوی (۱۹۹۲) معتقد است تعداد دانه یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه است و تاثیر مثبت افزایش نیتروژن در بهبود عملکرد دانه از طریق افزایش تعداد دانه در بلال است. باکتری های PGPR از طرق مختلفی از جمله تثبیت نیتروژن، سنتز و تولید سیدروفورهای کمپلکس کننده آهن، تولید هورمون های گیاهی، تولید آنتی بیوتیکها و ترکیبات قارچ کش، رشد گیاهان را بهبود می بخشند. ازتوباکتر قادر است با استفاده از مکانیسم های مختلفی همچون تثبیت نیتروژن اتمسفری، تولید هورمون هایی نظیر اکسین، اسید ایندول استیک (IAA)، جیبرلین ها و ویتامین های B، توسعه سیستم ریشه ای گیاه و ترشح اسید های آلی در ریزوسفر، عملکرد را در گیاهانی نظیر گندم تا حدود ۲۰ درصد افزایش دهد (شارما، ۲۰۰۲).

بروکتن و پولر (۱۹۸۶) گزارش کردند پاسخ گیاهان به تلقیح با این باکتری‌ها (PGPR) بر حسب سویه باکتری و شرایط خاک و آب و هوای منطقه متفاوت است و در موارد پاسخ مثبت، افزایش محصول در حدود ۷ تا ۱۲درصد و حداکثر تا ۳۹ درصد گزارش شده است. بورنس و دانیل (۱۹۸۱) بیان کردند آزوسپریلیوم ها باکتری های گرم منفی، خمیده و هوازی هستند. این موجودات نه تنها خود نیتروژن را تثبیت می کنند بلکه قادرند با تثبیت کننده های دیگر نظیر ازتوباکتر همیار شوند. از جمله واکنشهای مشاهده شده توسط گیاه تلقیح یافته با این باکتریها می توان به افزایش عملکرد، تاثیر بر وزن دانه و سایر اجزای عملکرد اشاره کرد (کوهن،۱۹۸۰). در سویا چنانچه نیتروژن کافی در اختیار باشد، دوام برگها و طول مدت فتوسنتز موثر افزایش یافته و دوام دوره پر شدن دانه نیز بیشتر می شود و این امر موجب افزایش وزن خشک دانه ها و عملکرد می گردد (لویلر-ساندل و همکاران ۱۹۹۸).

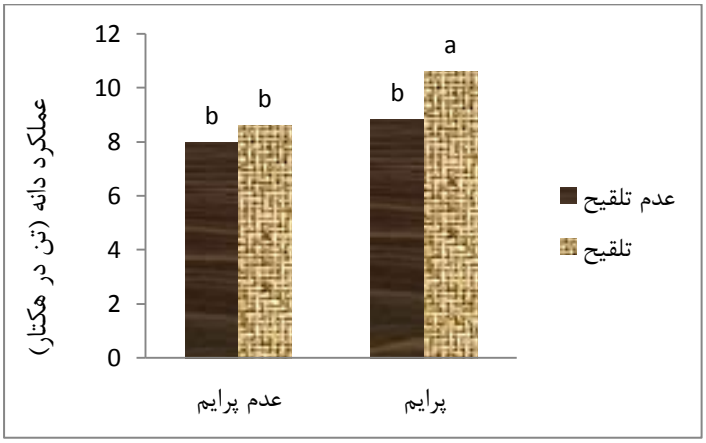
تیمار هیدروپرایمینگ دارای اثر معنی داری در سطح ۰/۰۱ بر عملکرد دانه بود (جدول پیوست ۱). این تیمار در مقایسه با شاهد عملکرد دانه را ۱۷/۱۹ درصد افزایش داد. میزان عملکرد دانه در تیمار هیدروپرایمینگ ۹/۲۵۵ تن و تیمار شاهد ۷/۸۹۷ تن در هکتار بود (شکل ۳-۴۱). در این تحقیق، افزایش عملکرد در تیمارهای پرایمینگ می تواند در نتیجه جوانه زنی سریع تر و مناسب تر بذور، تعداد دانه بیشتر یا تولید دانه های سنگین تر در این تیمار ها باشد. شارما و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که با اعمال دوره گلدهی و تشکیل گل و غلاف های بیشتر در هر بوته سبب افزایش عملکرد می شود.

با توجه به نتایج این تحقیق تیمار نیتروکسین اثر معنی داری (در سطح ۰/۰۱) بر عملکرد دانه داشت (جدول پیوست ۱). این تیمار عملکرد دانه را در مقایسه با تیمار شاهد ۱۶ درصد افزایش داد به گونه ای که عملکرد به دست آمده از تیمار نیتروکسین ۹/۲۱۱ تن و عملکرد حاصل از تیمار شاهد ۷/۹۴۰ تن در هکتار بود (شکل۳-۴۲).

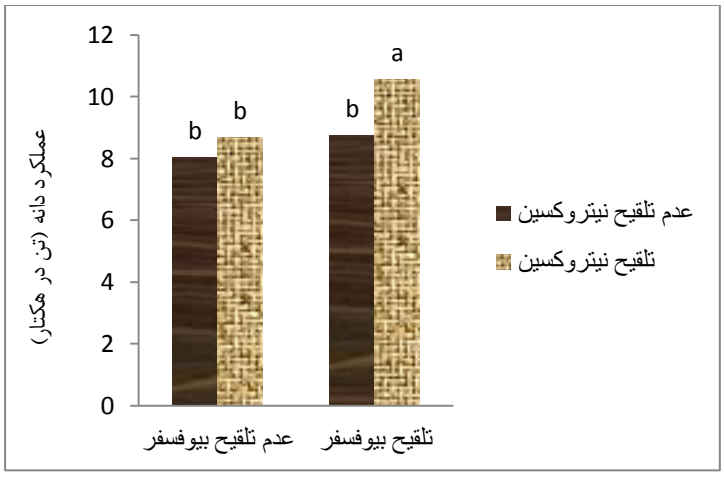
در این تحقیق تیمار تلقیح بذور با بیوفسفر توانست اثر معنی داری (درسطح ۰/۰۱) را بر عملکرد دانه داشته باشد. این تیمار توانست عملکرد دانه را ۱۴/۶۱ درصد در مقایسه با شاهد افزایش دهد. عملکرد دانه در تیمار تلقیح بذور با بیوفسفر ۹/۱۴۷ تن، در حالی که در تیمار شاهد ۷/۹۴۰ تن در هکتار بود (شکل ۳-۴۳). باکتریهای حل کننده فسفات نیز با ترشح آنزیم فسفاتاز و اسیدهای آلی موجب محلول سازی فسفات و افزایش فسفات قابل جذب گیاه می شوند که در نهایت منجر به افزایش جذب فسفر توسط گیاه و عملکرد می گردند (کیانی راد۱۳۷۴).



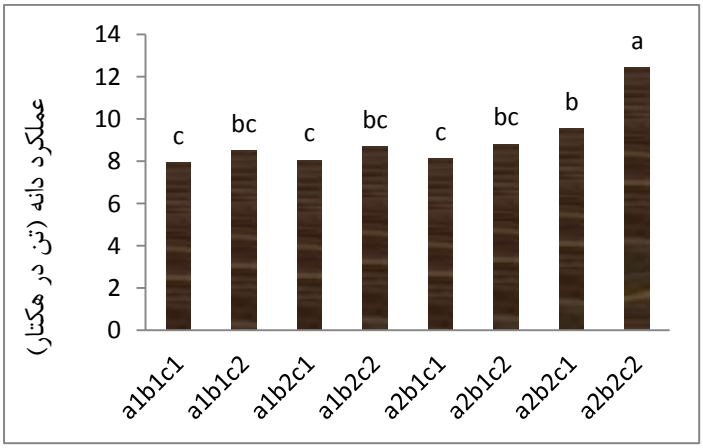
شکل ۳-۳۷- تاثیر اثر متقابل هیدروپرایم و تلقیح نیتروکسین بر عملکرد دانه



شکل ۳-۳۸- تاثیر اثر متقابل هیدروپرایم و تلقیح بیوفسفر بر عملکرد دانه



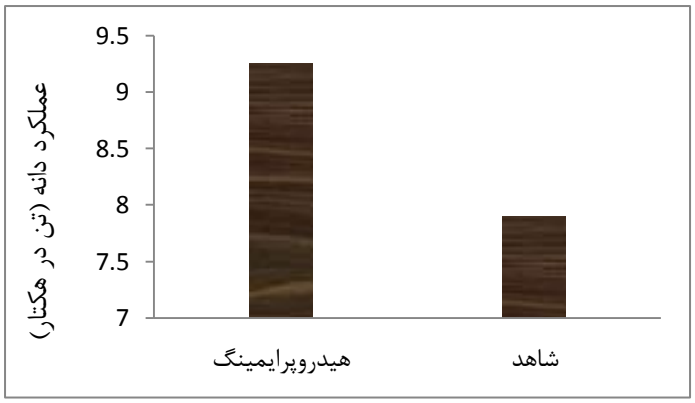
شکل ۳-۳۹- تاثیر اثر متقابل نیتروکسین و بیوفسفر بر عملکرد دانه



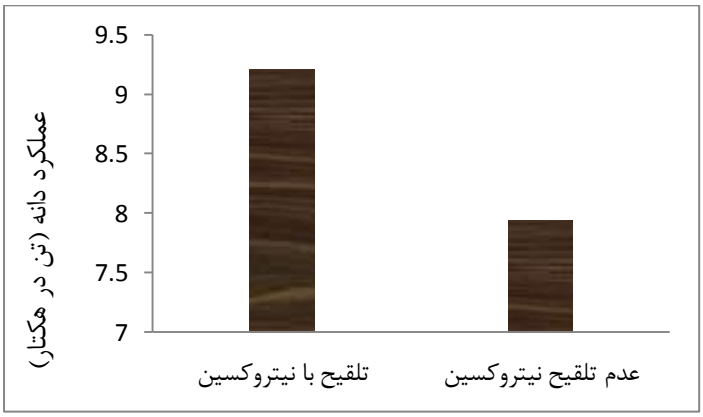
عدم هیدروپرایمینگ (a_1) عدم تلقیح با نیتروکسین (b_1) عدم تلقیح با بیوفسفر (c_1)

هیدروپرایمینگ (a_2) تلقیح با نیتروکسین (b_2) تلقیح با بیوفسفر (c_2)

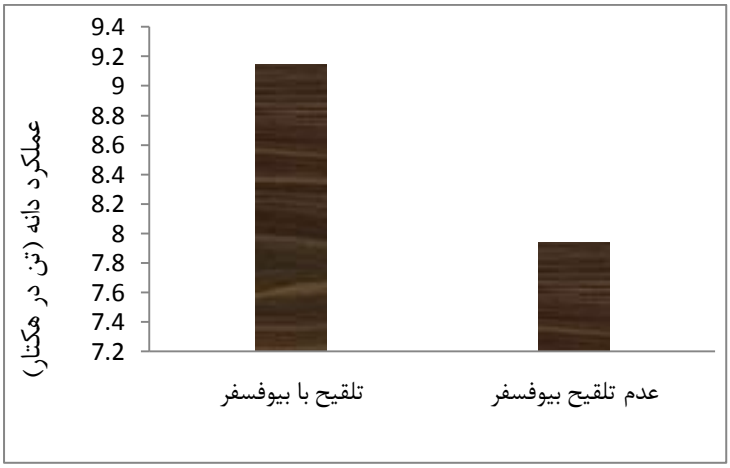
شکل ۳-۴۰- تاثیر اثرات متقابل هیدروپرایمینگ، نیتروکسین و بیوفسفر بر عملکرد دانه



شکل ۳-۴۱- تاثیر هیدروپرایمینگ بر عملکرد دانه



شکل ۳-۴۲- تاثیر تلقیح بذور با نیتروکسین بر عملکرد دانه



شکل ۳-۴۳- تاثیر تلقیح بذور با بیوفسفر بر عملکرد دانه

۳-۲- جمع بندی نتایج

در یک جمع بندی کلی می‌توان گفت که کاربرد کودهای زیستی از نوع باکتری‌های افزاینده رشد به صورت تلقیح با بذر با تأثیر مثبت بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو گیاه ذرت می‌توانند از طریق اثر هم افزایی برای عوامل تقویت‌کننده رشد و نمو و اثر آنتاگونیستی برای عوامل کاهنده رشد و نمو موجب افزایش سرعت و میزان رشد و نمو و در نتیجه افزایش عملکرد محصول گردند.

هیدروپرایمینگ با افزایش سرعت سبز شدن بذر و استقرار گیاهچه ها در مزرعه سبب شتاب بیشتر آنها در جذب آب و عناصر غذایی گردیده و از این طریق باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان پرایم شده نسبت به گیاهان پرایم نشده می شود.

تلقیح ذرت با نیتروکسین در افزایش عملکرد و رشد آن تأثیر بسزایی دارد. باکتری های ریزوبیوم و آزوسپریوم بوسیله تثبیت بیولوژیک نیتروژن رشد و عملکرد ذرت را افزایش می دهد. فسفوباکترها که سودوموناس و باسیلوس از مهمترین آنها می‌باشند، نقش مهمی در محلول‌سازی اشکال غیرقابل دسترس فسفر و جذب و کاربرد آن ایفا می‌کنند.

به طور کلی نتایج این تحقیق حاکی از این است که کاربرد کود های زیستی نیتروکسین و بیوفسفر، به تنهایی و یا استفاده توأم از آنها در بهبود ویژگی‌های رشدی و عملکرد گیاه ذرت تاثیر

مثبتی داشت. با توجه به ضرورت تولید این گیاهان در نظام‌های زراعی و لزوم توجه به کشت این گیاهان در نظام‌های کم نهاده، به نظر می‌رسد استفاده از تکنیک هیدروپرایمینگ و کودهای بیولوژیک می‌توانند در برخی موارد به عنوان جایگزین و در اکثر موارد به عنوان مکمل کودهای شیمیایی، پایداری تولید را در نظام های کشاورزی تضمین کنند.

۳-۳- توصیه‌ها و پیشنهادات

قبل از اقدام برای تولید انبوه و کاربرد این مواد در مقیاس وسیع، انجام آزمایشات بیشتر در مناطق مختلف ضروری می‌باشد. در این راستا پیشنهادات زیر برای مطالعات بیشتر سایر پژوهشگران در تحقیقات بعدی توصیه می‌گردد:

- مطالعات گسترده‌تر در مورد اثر تلقیح باکتری‌های محرک رشد بر روی دیگر گیاهان زراعی بویژه غلات
- بررسی اثرات متقابل این باکتری‌ها با انواع دیگر ریزموجودات خاکزی برای شناسایی مناسب‌ترین ترکیب
- مطالعه و بررسی تأثیر انواع نهاده‌های کشاورزی بر نحوه فعالیت باکتری‌های محرک رشد در خاک
- انجام آزمایشات مزرعه‌ای در مناطق جغرافیایی مختلف برای تعیین سویه‌های سازگار با شرایط محیطی هر منطقه
- تحقیق بر روی خصوصیات فیزیولوژیکی باکتری‌های مورد آزمایش و تعیین ارتباط آنها با ویژگی‌های رشدی گیاه میزبان

پیوست

جدول پیوست ۱ -تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده تحت تاثیر عوامل آزمایش

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن خشک کل	وزن بلال	قطر چوب بلال	تعداد دانه در بلال	وزن چوب بلال	طول بلال
تکرار	۳	۳۴۳/۰۶	۱۴۶/۵۱	۰/۰۹۸۸	۱۵۴۹/۷۷	۸/۹۱۹	۱/۴۷۶
پرایمینگ (A)	۱	۷۰۳۷/۱۳ **	۳۹۳۲/۲۹ **	۰/۰۷۷۳ *	۹۳۶۰/۳۰ **	۵۰۵/۹۳ **	۱۹/۶۸ **
نیتروکسین (B)	۱	۷۶۹۱/۱۰ **	۳۲۵۶/۴۴ **	۰/۰۶۱۵ *	۵۴۶۰/۶۲ *	۳۶۷/۴۷ **	۶/۶۶۱ **
بیوفسفر (C)	۱	۴۶۱۷/۱۲ **	۲۶۶۳/۵۸ **	۰/۰۷۰ *	۴۴۳۹/۰۵ *	۳۱۴/۸۷ *	۷/۱۲۵ **
اثر متقابل (AB)	۱	۵۲۶۶/۴۵ **	۲۳۹۲/۲۶ **	۰/۰۰۲۳ ns	۵۳۵/۸۱ ns	۲۴۳/۸۷ *	۲/۵۸۷ ns
اثر متقابل (AC)	۱	۴۰۷۱/۶۲ **	۲۹۲/۷۵ ns	۰/۰۲۰۱ ns	۲۱۳۹/۶۷ ns	۰/۰۹۶۸ ns	۱/۲۸۰ ns
اثر متقابل (BC)	۱	۲۷۰۱/۸۶ *	۱۸۱/۵۹ ns	۰/۰۱۵۶ ns	۲۹۹۵/۷۴ ns	۰/۰۹۰ ns	۲/۵۸۷ ns
اثر متقابل (ABC)	۱	۳۰۵۴/۱۰ *	۱۴۲/۵۹ ns	۰/۰۱۰ ns	۵۲۲۹/۱۹ *	۱۰/۶۴۹ ns	۰/۴۰۵ ns
اشتباه آزمایش	۲۱	۴۸۱/۰۱	۱۵۸/۹۲	۰/۰۱۲۷	۸۴۹/۱۰	۴۰/۳۳۳	۰/۶۰۷
CV		۱۰/۵۸	۹/۹۷	۴/۰۴	۵/۳۹	۱۷/۵۳	۴/۰۳

ادامه جدول پیوست ۱ -تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده تحت تاثیر عوامل آزمایش

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	وزن صد دانه	عملکرد دانه	ارتفاع بوته
تکرار	۳	۷/۴۴۳۳	۰/۰۷۲۸	۷/۲۰۷	۸۷/۸۰۴	۴۱/۶۶۶
پرایمینگ (A)	۱	۱۶/۷۹۱۰ *	۰/۲۸۵۰ *	۳/۸۰۸ ns	۱۶۲۷/۶۳ **	۲۳۴۶/۱۲ **
نیتروکسین (B)	۱	۱۵/۴۸۴۶ *	۰/۵۵۶۵ **	۱۶/۵۸۸ *	۱۴۲۶/۵۸ **	۱۹۴۸/۵۰ **
بیوفسفر (C)	۱	۱۴/۴۱۸۴ *	۰/۵۳۵۶ **	۲۱/۶۸۱ *	۱۱۵۳/۴۴ **	۱۸۰/۵۰ *
اثر متقابل (AB)	۱	۰/۴۲۳۲ ns	۰/۲۵۲۰ ns	۲/۲۷۹ ns	۱۱۲۰/۳۰ **	۱۵۳/۱۲۵ *
اثر متقابل (AC)	۱	۰/۲۹۲۶ ns	۰/۲۵۲۰ ns	۰/۱۹۲ ns	۲۷۸/۹۵ *	۵۵/۲۲۵ ns
اثر متقابل (BC)	۱	۷/۸۶۰۶ ns	۰/۰۲۲ ns	۰/۰۷۲۲ ns	۲۵۷/۱۹ *	۵۰/۰۰ ns
اثر متقابل (ABC)	۱	۱۱/۳۲۸۸ ns	۰/۰۰۶۶ ns	۳/۰۳۸۱ ns	۲۲۸/۳۳ *	۱۲۰/۱۲۵ ns
اشتباه آزمایش	۲۱	۳/۱۴۰	۰/۰۶۳۵	۳/۸۲۶	۵۱/۱۵۵	۲۹/۱۱۹
CV		۵/۰۱	۱/۶۴	۱۱/۷۸	۷/۹۳	۲/۴۵

**، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیرمعنی دار

R1	A1B1C1	A1B1C2	A1B2C1	A1B2C2	A2B1C1	A2B1C2	A2B2C1	A2B2C2
R2	A2B1C1	A1B2C1	A2B2C1	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C2	A1B2C2	A2B1C2
R3	A2B2C2	A1B2C2	A2B1C2	A2B1C1	A2B2C1	A1B1C1	A1B2C1	A1B1C2
R4	A1B2C1	A2B1C2	A1B1C1	A2B2C2	A1B1C2	A1B2C2	A2B1C1	A2B2C1

A1: عدم هیدرو پرایم　　B1: عدم تلقیح نیتروکسین　　C1: عدم تلقیح بیوفسفر

A2: هیدروپرایم　　B2: تلقیح نیتروکسین　　C2: تلقیح بیوفسفر

شکل پیوست ۱- نقشه کشت مزرعه آزمایشی

منابع مورد استفاده:

اردکانی، م.ر.، مظاهری، د.، مجد، ف.، و نورمحمدی، ق. ۱۳۷۹. نقش همیاری باکتری آزوسپیریلوم در جذب عناصر غذایی میکرو و ماکرو گندم. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۳ تا ۱۶ شهریور دانشگاه مازندران، بابلسر.

امام، ی. ۱۳۸۳. زراعت غلات ۱۷۵ صفحه.

امام، ی. و م. نیک نژاد. ۱۳۷۴. مقدمه ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۱ صفحه.

تبریزی، ل. ۱۳۸۳. اثر تنش رطوبتی و کود دامی بر خصوصیات کمی و کیفی اسفرزه (*Plantago ovate*) و پسیلیوم (*Plantago psyllium*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

حمیدی، آ.، خدابنده، ن.، و دباغ محمدی نسب، ع. ۱۳۷۹ . بررسی تاثیر تراکم بوته و سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه و برخی ویژگی های ظاهری دو هیبرید ذرت. ۳۱(۳):۵۶۷-۵۷۹.

درزی، م.ت. و حاج سید هادی، م.ر. ۱۳۸۱. بررسی مسایل زراعی و اکولوژیکی دو گیاه بابونه و رازیانه. مجله زیتون، ۱۵۲:۴۹-۴۳.

راشد محصل، م. ح.، حسینی، م.، عبدی، م. و ملافیلابی، ع. ۱۳۷۶. زراعت غلات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۶ صفحه.

صالح راستین، ن.۱۳۸۰. کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار. علوم خاک و آب، ویژه نامه کودهای بیولوژیک، ۲۳: ۲۳-۱۹.

کافی، م.، لاهوتی، م.، زند، ا.، شریفی، ح.، و گلدانی، م. ۱۳۷۸. فیزیولوژی گیاهی(ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

کاظمی اربط، ح. ۱۳۸۴. مورفولوژی و آناتومی غلات. ۵۸۸ صفحه.

کوچکی، ع.، راشد محصل، م.ح.، نصیری، م.، و صدر آبادی، ر. ۱۳۶۷. مبانی فیزیولوؤیکی رشد و نمو گیاهان زراعی. انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۰۴ صفحه.

کیانی راد، م، ۱۳۷۴. بررسی میکروارگا نیسمهای حل کننده فسفات و تأثیر آنها در کاهش مصرف کودهای فسفره در کشت سویا، دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی.

Aldesuquy, H.S. and Ibrahim, A.H.A. 2000. The role of shikimic acid in regulation of growth, transpiration, pigmentation, photosynthetic activity and productivity of *Vigna sinensis* plants. Phyton. Horn. 40:277-292.

Alexander, D.B. and Zuberer, D.A. 1989. Impact of soil environmental factors on rates of N2 fixation associated with intact maize and sorghum plants. In: Skinner, F.A. Bodderand, R.M., and Fendrik, I. (eds.). Nitrogen fixation with non-legumes. Kluwer Academic Press, The Netherlands. pp. 310.

Al-Mudaris, M.A. and Jutzi, S.C. 1999. The influence of fertilizer-based seed priming treatments on emergence seedling growth of sorghum bicolor and pennisetum glaucum in pot trials under greenhouse conditions. Journal of Agronomy and Crop Science. 182:135-141.

Amon, I. 1972. Crop production in Dry Regions. Vol. II: Systematic Treatment of the Principal Crops. Plant Science Monograph. Leonard Hill Book, London. 683 PP.

Ananyeva, N.D., Susyan, E.A., Chernova, O.V. and Wirth, S. 2007. Microbial respiration activities of soils from different climatic regions of European Russia. European Journal of Soil Biology. Article in Press.

Andoh, H. and Koata, T. 2002. Effect of seed hardening on the seedling emergence and alpha-amylase activity in the grains of wheat and rice sown in dry soil. Japan. J.Crop Sci.71,20-225.

Ashraf, M. and Foolda, M. R. 2006. Per-sowing seed treatment: A shotgun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline and non-saline condition Adv. Agron. 88, 223-271.

Atherton, J.G. and Farooque, A.M. 1983. High tempreture and germination in spinach. II. Effect of osmotic priming. Scientia Horticulture. 19,221-227.

Basra, M.A.S., Ehsanullah, E.A., Warraich, M.A. and Afzal, I. 2003. Effect of storage on growth and yield of primed canola *Brassica napusi* seeds. Intern.J.Agric. Bio. 5:117-120.

Basra, S.M.A., Ashraf, M., Iqbal, N., Khliq, A. and Ahmad, R. 2004. Physiologycal and biochemical aspect of pre-sowing heat stress on cotton seed. Seed Sci and technol. 32:765-774.

Bastia, D. K., Rout, A K., Mohanty, S. K. and Prusty, A. M. 1999. Effect of sowing date, sowing methods and seed soaking on yield and oil content of rainfed safflower grown in Kalahandi, Orissa. Indian. J. Agron. 44:621-623.

Bennett, M., Fritz, V. A. and Callan, N.W. 1992. Impact of seed treatment on crop stand establishment. Hort Technol. 2,345-349.

Berrie, A.M.M. and Drennan, D.S.H. 1971. The effect of hydration-dehydration on seed germination. New Phytol. 70, 135-142.

Bleak, A.T. and Keller, W.1970. Field emergence and growth of crested wheatgrass from pretreated vs. nontreated seeds. Crop Sci. 10:85-87.

Bradford, K. J.1986. Manipulation of seed water relation via osmotic priming to improve germination under stress condition. Hort Science. 21: 1105-1112.

Broughton, W.J. and S. Puler.1986. Nitrogen fixation, volume 4: Mollecular biology. Clarnedon press. Oxford.

Burris, R.H. and Roberts, G.P. 1993. Biological nitrogen fixation. Annuals Reviews Nutrition, 13: 317-335.

Burns, T.A., Bishop, P.E. and Daniel, W. 1981. Enhanced nodulation of legominousplant roots by mixed cultures of Azotobacter vine landii and Rhizobium. Plant and soil.

Chang, S.M. and Sung, J.M. 1998. Deteriorative changes in primed shrunken-2 sweet corn seeds during strorageSeed Sci. Technol. 26,pp. 613-626.

Chen, P.C. and D.R. Pareddy. 1994. Morphology and development of the tassel and ear. In: M. Freeling and V. Walbot (Eds.) The maiz handbook. Springer-Verlag. pp: 37-47.

Chen, Z., Ma, Sh. and Liu, L. 2008. Studies on phosphorus solubilizing activity of a strain of phosphobacteria isolated from chestnut type soil in China. Bioresource Technology, 99: 6702–6707.

Clark, L.J, Whalley, W.R., Ellis-Jones, J., Dent, K., Rowse, H.R., Finch-Savage, W.E., Gatsai, T., Jasi, L., Kaseke, N.E., Murungu, F.S., Riches, C.R. and Chiduza, C. 2001. On-farm seed priming in maize: A physiological evalution. Seventh Eastern and Southern Africa Regional Maize Confrence. Pp. 268-273.

Cohen, E., Okon, Y., Kigel, J., Nur, I. and Henis, Y. 1980. Increase in dry weight and total nitrogen content in Zea mays and *Setaria italica* associated with nitrogen-fixing *Azospirillum*.Plant Physio. 66: 746-749

Cordier, C., Pozo, V.M.J., Barea, J.M., Gianinazzi, S. and Gianinazzi-Pearson, V. 1998. Cell defence responses associated with localised and systemic resistance to *Phytophthora parasitica* induced in tomato by an arbuscular mycorrhizal fungus. Molecular Plant-Microbe Interaction, 11: 1017-1028.

Dastfal, M., Y. Emam and M. T. Assad. 1999. Yield dnd yield adjustments of non-prolific hybrids response to plant population density. Iran Agric. Res. 18(2):132-152.

Dayanand, M. K., Singh, k. N. and Agrawal. K. N. 1977. Effect of varieties, soil covers, forms of nitrogen and seed spacing on the uptake of major nutrients (NPK) in late sown wheat. Indian. J. Agron. 22(2):96-98.

Dileep Kumar, S.B., Berggren, I. and Martensson, A.M. 2001. Potential for mproving pea production by coinoculation with *Fluorescent Pseudomonas* and Rhizobium. *Plant and Soil, 229: 25-34.*Earles, R. 2005. Sustainable Agriculture: An Introduction. NCAT Agriculture Specialists.

Dhingra, K.K., Gill G.S. and Kaul, J.N. 1974. Agronomic studies on the late-sown wheat. J.Res. 11(3):262-268.

Eleiwa, M.E. 1989. Effect of prolonged seed soaking on the organic and mineral components of immature pods of soybeans. Egypt. J. Bot. 32:149-160.

El-Ghadban, E.A.E., Shalan, M.N. and Abdel-Latif, T.A.T. 2006. Influence of biofertilizers on growth, volatile oil yield and constituents of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Egyptian *J.* Agric. Res, 84(3): 977-992.

Evans, L. T. 1993. Crop Evolution, Adaptation and Yield. Cambridge University Press. 500 pp.

Evans, L. T. and R.L. Dunstone. 1970. Some physiological aspects of evolution in wheat. Aust. J. Biol. Sci. 23:725-741.

Fatma, A.G., Lobna, A.M. and Osman, N.M. 2008. Effect of compost and biofertilizers on growth, yield and essential Oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) Plant. International Journal of Agriculture and Biology, 10(4): 381–387.

Fairey, N. A. and T.B. Daynaed. 1978. Quantitative distribution of assimilates in component organs of maize during reproductive growth. Can. J. Plant Sci. 58: 709-717.

FAO. 1986-2003. Food and Agriculture Organization of the United nations. Quaterly bulletin of statistics. Rome, Italy.

FAO. 2000. Tropical Maize, Improvement and Production. Food and Agriculture Organization of the United nations Production and Protection Series. No. 28. 363 pp.

Finney, K.F , W.T. Yamazaki, V.L. Youngs, and G.L. Rubenthaler. 1987. Quality of Hard, Soft and Durum Wheats. In: F.G. Henye. (Ed.) Wheat and Wheat Improvement. A.S.A. , C.S.S.A. and S.S.S.A., Madison, Wisc., U.S.A. pp. 677-748.

Francis, A. and Coolbear, P. 1988. Change in the fatty acid content of the lipid fraction of tomato seeds induced by ageing and/or low temperature presowing treatment. Seed Sci. Technol, 16, 87-95.

Fravel, D.R., Marios, J.J., Lumsden, R.D. and Connick, W.J. 1985. Encapsulation of potential biocontrol agents in an alginate-clay matrix. Phytopathology, 75:774-777.

Freet, J.J. and Pill, W.G.1995. Improved seed performance of four fescue species with priming. J. Turf. Mngmnt. 1, 13-31.

Gallagher, E.I. 1984. Cereal Production. Butterworths. 354 pp.

Gehring, C.A., Mueller, R.C. and Whitham, T.G. 2006. Environmental and genetic effects on the formation of ectomycorrhizal and arbuscular mycorrhizal associations in cottonwoods. Oecologia, 149: 158-164.

Gianinazzi, S. and Vosatka, M. 2004. Inoculum of arbuscular mycorrhizal fungi for production systems: science meets business. Canadian Journal of Botany, 82: 1264–1271.

Giradin, P., Tollenaar, M., Deltour, A. and Muldon, J. 1978. Temporary N starvation in maize (*Zea mays* L.) effects on development, dry matter accumulation and grain yield. Agronome(Paris). 7:289-296.

Gray, D., Steekel, J.R.A. and Hands, L.J. 1990. Response of vegetable seeds to controlled hydration. Annals of Botany, 66, 227-235.

Hanwey, J.J. 1992. How a corn plant develops. Iowa. Coop. Ext. Ser. Spec. REP. 48.

Hardegree, S.P., and Van Vactor, S.S. 2000. Germination and emergence of primed grass seeds under field and simulated- field temperature regimes. Ann. Bot. 85: 379-390.794.

Harris, D., Joshi, A., Khan, P.A., Gothkar, P. and Sodhi, P.S. 1999. On-farm seed priming in semi-arid agriculture: Development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. Exp. Agric. 35:15-29.

Harris, D., Tripathi, R.S. and Joshi, A. 2000. On farm seed priming to improve crop establishment and yield in direct-seeded rice, in IRRI: International Workshop on Dryseeded Rice technology.philippines: 164.

Harris, D., Pathan, A.K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W. and Nyamudeza, P. 2001. On-farm seed priming: Using participatory methods to revive and refine a key technology. Agric. Syst. 69, 151–164.

Harris, D., Rashid, A.G., Miraj, M. and Shah, H. 2007. On –farm seed priming with zinc sulphate solution a cost-effective way to increase the maize yield of resource-poor farmers. Field.Crop.Res.102(2):119-127.

Harrison, M.J. 2005. Signaling in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. Annual Review of Microbiology, 59: 19-42.

Hill, S. 1992. Physiology of nitrogen fixation in free-living heterotrophs. In: Stacey, G., Burris, R.H. and Evans, H.J. (eds.). Biological nitrogen fixation. Chapman and Hall, New York. pp. 87-134.

Hopkins, D.L., Larkin, R.P. and Elstrom, G.W. 1987. Cultivar-specific inductions of soil suppressiveness to Fusarium wilt of watermelon. Phytopathology, 77: 607-611.

James, E.K., Reis, V.M., Olivares, F.L., Baldani, J.I. and Dobereiner, J. 1994. Infection of sugar cane by the nitrogen-fixing bacterium *Acetobacter diazotrophicus*. Journal of Experimental Botany, 45: 756-766.

Kadiri, M. and Hussaini, M.A. 1999. Eeffect of hardening pretreatments on vegetative growth ,enzyme activities and yield of *Pennisetum americanum* and *Sorghum bicolor*. Global J. Pure Appl. Sci. 5:179-183.

Kanungo, P.K., Ramakrishan, B. and Rajaramamohan Rao, V. 1997. Placement effect of organic source on nitrogenase activity and nitrogen0fixing bacteria in flooded rice soils. Biology and Fertility of Soils, 25: 103-108.

Kapulnik, Y., Sarig, S., Nur, A., Oken, Y. and Henis, Y. 1982. the effect of Azospirillum inoculation on growth and yield of corn. Israel Journal of Botany, 31:247-255.

Kaura, S., Gupta, A.K. and Kaur, N. 2005. Seed priming increase crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. *J. Agron*. Crop. Sci. 191: 81-87.

Khan, A.A., 1992. Preplant physiological seed conditioning. Horric. Rev., 13: 131-181.

Khan. A. A., N. H. Peck, A. G. Taylor and C. Samimy. 1983. Osmoconditioning of beet seeds to improve emergence and yield in cold soil. Agron. J. 75: 788-5.

Kumar, A., Gangwar, J.S. Prasrd, S.C. and Harris, D. 2002. On-farm seed Priming increases yield of direct-sown finger millet in India Intl. Sorghum Millets News. I. 43:90-92.

Larson, W.E. and J. J. Hanway. 1977. Corn Production. In corn and corn improvement. American Society of Agronomy. Madison, Wis. U. S. A.

Lewis, A.L., Dominguez, L.O. and Munoz, O.S. 1995. Effect of time and method of Azotobacter chroococcum application on the cultivation of garlic (*Allium sativum* L.) cv. Vietnamita. Int. Am. Soc. Tropical Hort, 39: 27-32.

Leonard, W.H. and J.H. Martin 1963. Cereal crops. The Macmillan Co. N.Y.

Lin, C.G. 1990. Agricultural chemistry of soil. In: Lin, C.G. (ed.), The Holes, Structures and Cultivable Peculiarly of Field Soil. Agriculture Press, Beijing, pp. 56–65.

Linderman, R.G. and Davis, E.A. 2004. Varied response of marigold (*Tagetes* spp.) genotypes to inoculation with different arbuscular mycorrhizal fungi. Scientia Horticulturae, 99: 67-78.

Lhuillier-Soundele, A., Munier-Jolian, N.G., Roch, R., B.N.Y. and Duthin, C. 1998. Seed growth in legumes. I: Effect of photo-assimilates availability on seed growth rate. J. Exp. Bot. 49: 1963-1969

Mahfouz, S.A. and Sharaf-Eldin. M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Int. Agrophysics, 21: 361-366.

Musa, A.M., Johansen, C. kumar, J. and Harris, D. 1999. Response of chickpea to seed priming in the High Barind Tract of Bangladesh. Intern. Chickpea. Pigeonpea. News. I. 6:20-22.

Murungu, F.S., Chiduza, C., Nyamugafata, P., Clark, L.J. and Whalley, W.R. 2004a. Effect of on-form seed priming on emergence, growth, and yield of cotton and maize in a semi-arid area of Zimbabwe. Exp. Agr. 40:23-36.

Murungu, F.S., Chiduza, C. Nyamugafata, P., Clark, L.K. and Whalley E.R. 2004b. Effect of on-form seed priming` on consecutive daily sowing occasions on the emergence and growth of maize in a semi-arid ara of Zimbabwe. Field. Crop. Res. 89:49-57.

Sprague, G.F. and J.W. Dudley (eds). 1988. Corn and Corn Improvement , 3rd edition. Agronomy Monograph no. 18. WL, U.S.A. 986 pp.

Okon, Y. and Labandera, C. 1994. Agronomic application of Azospirillum: An evaluation of 20 years worldwide field inoculation. Soil Biol. Biochem. 26: 1591-1601.

Ordas, A. and R.F. Stucker. 1977. Effect of planting density on correlations among yield and it`s components. Corp.Sci. 17:926-929.

Peoples, M.B., V.C. Beilharz, S.P. Waters , R.I. Simpson, and M.J. Dalling. 1980. Nitrogen redistribution during grain growth in wheat (Triticum aestivum L.) Planta 149: 241-251.

Pinthus, M.J. 1973 Lodging in wheat, barley and oats: the phenomenon, its causes, and preventive measures. Adv. In Agron. 25: 209-263.

Prioul, J.R., A. Reyss and N. Schwebel-Dugue. 1990. Relationship between carbohydrate metabolism in ear and adjacent leaf during grain filing in maize genotypes. Plant Physiol. Biochem. 28: 485-493.

Poehlman, I.M. 1959. Breeding Field Crops. Henry Holt and Company, Inc. New York 427 pp.

Ratanayake, M., Leonard, R.T., and Menge, J.A. 1978. Root exudation in relation to supply of phosphorus and possible relevance to mycorrhizal formation. *New Phytologist, 81: 543-552.*

Rashid, A., Harris, D., Hollington, P.A. and Khattak, R.A. 2002. On-farm seed priming: a key technology for improving the livelihood of resource poor fanners on saline lands. Center for Arid Zone Studies, University of Wales, UK.

Reddy, B.B., Reddy, S.N., Reddy, N.M., Kumar, A. and Swamy., K.B. 1987. Effect of plant population on the performance of maize hybrids at different fertility levels in a semi-arid environment. Indian.J.Agric.Sci.57(10):705-709.

Roy, N.K. and Srivastava, A.K. 2000. Adverse effect of salt stress condition through pre-soaking treatments. Indian J. Agric. Sci. 70: 777-778.

Sallam, H. A. 1999. Effect of some seed-soaking treatments on growth and chemical components on faba bean plants under saline conditions. Ann. Agric. Sci. (Cairo) 44: 159-171.

Sannazzaro, A.L., Ruiz, O.A., Alberto, E.O. and Menendez, A.B. 2006. Alleviation of salt stress in *Lotus glaber* by *Glomus intraradices*. Plant and Soil, 285: 279-287.

Schippers, B., Bakker, A.W. and Bakker, P.A.H.M. 1987. Interaction of deleterious and beneficial rhizosphere microorganisms and the effect of cropping practice. Annuals Reviews in Phytopatholgy. 25: 339-358.

Schoenwitz, R. and Ziegler, H. 1986. Influence of rhizosphere bacteria on morphological characteristics of maize seedlings (*Zea mays* L.). *Z.* Pflanzenernaehr. Boden, 149: 614-622.

Sharma, R., E.H. Kwon and K.P. Ganeshan. 1993. Response of soybean (*Glycine max(L).* Merril to seed priming with salicylic acid. Indian. J. Eco. 20:27-29.

Sharma, A. K., 2002. Biofertilizers: For Sustainable Agriculture, Jodhpur, Agrobios, 407 p.

Somasegaran, P. And Hoben, H.J. 1994. Handbook for rhizobia: methods in legume-rhizobium technology .Springer-Verlag, New York, USA. 450 p.

Son, H.J., Park, G.T., Cha, M.S. and Heo, M.S. 2006. Solubilization of insoluble inorganic phosphates by a novel salt-and pH-tolerant Pantoea agglomerans R-42 isolated from soybean rhizosphere. Bioresource. Technology, 97, 204–210.

Subedi, K. D. and Ma, B.L. 2005. Seed priming does not improve corn yield in a humid temperate environment. Agr. J. 97:211-218.

Summer, M.E. 1990. Crop responses to Azospirillum inoculation. In: Stewart, B.A. (ed.). Advances in soil science. Springer-Verlag, New York. Vol. 12. pp. 53-123.

Sylvia, D.M., Fuhrmann, J.J., Hartel, P.G. and Zuberer, D.A. 2005. Principles and applications of soil microbiology. 2nd ed. Pearson Prentice Hall, New Jersey. 640 p.

Tollenaar M. and L.M. Dwyer. 1999. Physiology of maize. In: D.L. Smith and C. Hamel (eds.). Crop Yield, Physiology and Processes. Springer-Verlag. Pp 169-204.

Uhart, S.A. and Andrade, F.H. 1995. Nitrogen deficiency in maize: I. effects on crop growth, development, dry matter partitioning, and kernel set. Crop. Sci. 35: 1376-1383.

Van der Heijden, M.G.A. and Sanders, I. 2002. Mycorrhizal ecology. Springer, Berlin, Heidelberg. 469 p.

Zadoks, J.C., T.T. Change and C.F. Chang and C.F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res. 14: 415-421.

Zahir, A.Z., Arshad, M. and Frankenberger(jr), W.F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: Application and perspective. Advances in Agronomy, 81:97-168.