دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت

مقایسه تأثیر اسموپرایمینگ و هیدروترمال پرایمینگ بذر در سطوح مختلف فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم ذرت سینگل کراس ۷۰۴

استاد راهنما:

دکتر حمید عباس دخت

اساتید مشاور :

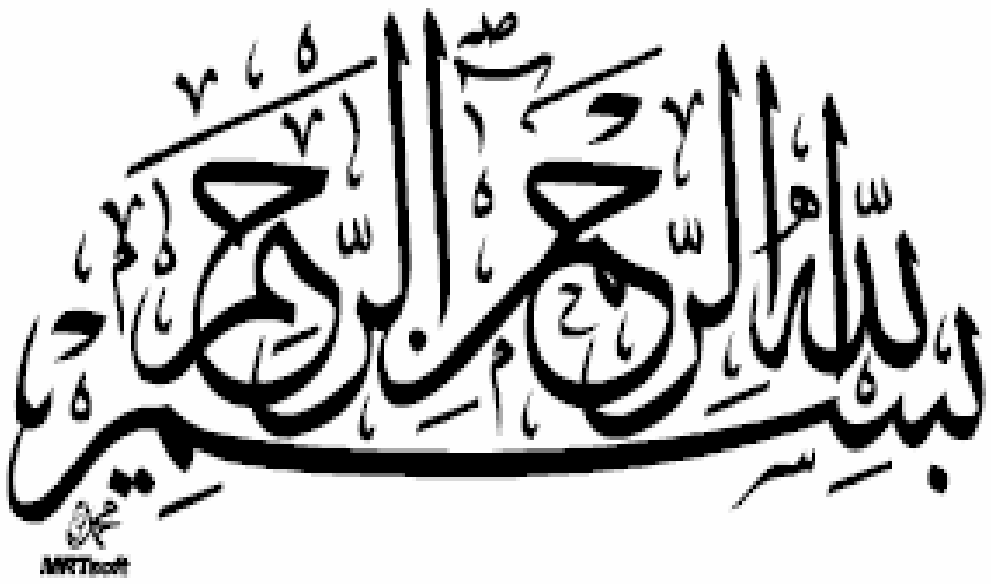
دکتر حمیدرضا اصغری

دکتر منوچهر قلی پور

نگارنده :

مهدی رستمی

تیر ۱۳۸۹


بسم الله الرحمن الرحيم
MRTsoft

تقدیم :

به همسر عزیزم به خاطر همدلی ها و همراهی هایش

به پدر و مادر خودم و همسرم به خاطر تشویق ها و حمایت هایشان

با تقدیر و تشکر از :

همه اساتید کارشناسان کارمندان و کارگران دانشکده کشاورزی و مزرعه بسطام

که از ذکر نام آنها معذورم و با پوزش از تمامی بزرگواران و به نمایندگی از ایشان

سپاس فراوان از آقای دکتر حمید عباس دخت دارم که راهنمای من در این راه

پر فراز و نشیب و جذاب بودند .

فهرست مطالب

چکیده ۱

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱- جمعیت و غذا ۳
۱-۲- محدودیت منابع مورد استفاده در تأمین غذا ۴
۱-۲-۱- زمین ۴
۱-۲-۲- آب ۴
۱-۳- استعداد تولید در غلات ۵
۱-۴- ذرت ۸
۱-۵- نیازهای آب و هوایی و خاک ۹
۱-۶- ویژگیهای گیاهشناسی ذرت ۱۰
۱-۷- انواع ذرت ۱۱
۱-۸- جوانه زنی و مراحل رشد گیاه ذرت ۱۲
۱-۹- مراحل رشد ۱۳
۱-۱۰- تولید ماده خشک ۱۳
۱-۱۱- شاخص سطح برگ ۱۴
۱-۱۲- عملکرد و اجزای عملکرد ۱۵
۱-۱۳- نیازهای غذایی ۱۵
۱-۱۳-۱- نیتروژن ۱۶
۱-۱۳-۲- فسفر ۱۷
۱-۱۳-۳- پتاس ۱۷
۱-۱۴- نیاز گرمایی ذرت ۱۸
۱-۱۵- کاشت ذرت ۱۹
۱-۱۶- کنترل علفهای هرز در ذرت ۲۰
۱-۱۷- برداشت ذرت ۲۱

فصل دوم: بررسی منابع

۲-۱- پرایمینگ بذر ۲۲
۲-۱-۱- تأثیر پرایمینگ بذر بر جوانه زنی و استقرار اولیه گیاهچه ۲۲
۲-۱-۲- تأثیر پرایمینگ بذر بر افزایش محصول دانه و بیوماس ۲۳
۲-۱-۳- پرایمینگ بذر و زودرسی ۲۴
۲-۱-۴- نقش پرایمینگ بذر در بهبود رفتار جوانه زنی تحت شرایط تنش های محیطی ۲۵
۲-۱-۵- تأثیر پرایمینگ بذر بر بهبود کارایی مصرف آب ۲۶
۲-۱-۶- تأثیر پرایمینگ بذر بر کاهش خسارات ناشی از عوامل بیماری زا ۲۶
۲-۲- انواع پرایمینگ ۲۷
۲-۲-۲- هیدروترمال پرایمینگ ۲۷

۳-۲-۲- اسموپرایمینگ ۲۹
۳-۲- پرایمینگ ذرت ۳۱
۳-۴- نقش نیتروژن در گیاهان ۳۳
۳-۴-۱- کودهای نیتروژنی ۳۳
۳-۴-۲- اوره ۳۴
۳-۵- نقش فسفر در گیاهان ۳۵
۳-۵-۱- کودهای فسفر ۳۷
۳-۶- کودهای پتاسیم ۳۸

فصل سوم: مواد و روشها

۳-۱- بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ (SC704) ۳۹
۳-۲- پرایمینگ بذر ۳۹
۳-۲-۱- هیدروترمال پرایمینگ ۳۹
۳-۲-۲- اسموپرایمینگ ۴۰
۳-۳- زمان و محل اجرای آزمایش ۴۱
۳-۴- موقعیت شهرستان شاهرود از نظر جغرافیایی ۴۱
۳-۵- ویژگی های آب و هوایی ۴۱
۳-۶- خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش ۴۲
۳-۷- تناوب زراعی ۴۳
۳-۸- مشخصات طرح آزمایشی ۴۴
۳-۹- آماده سازی زمین و کوددهی ۴۵
۳-۱۰- عملیا ت داشت ۴۶
۳-۱۰-۱- آبیاری ۴۶
۳-۱۰-۲- مبارزه با علفهای هرز و دفع آفات و بیماریها ۴۶
۳-۱۰-۳- واکاری و تنک ۴۷
۳-۱۱- نمونه برداری و اندازه گیری ها ۴۷
۳-۱۱-۱- سطح برگ ۴۷
۳-۱۱-۲- تعداد برگ ۴۸
۳-۱۱-۳- طول ساقه ۴۸
۳-۱۱-۴- وزن خشک گیاه ۴۸
۳-۱۲- برآورد شاخص های رشد ۴۸
۳-۱۲-۱- شاخص سطح برگ (LAI) ۴۸
۳-۱۲-۲- سرعت رشد گیاه (CGR) ۴۹
۳-۱۲-۳- سرعت رشد نسبی (RGR) ۴۹
۳-۱۲-۴- کل ماده خشک (TDM) ۵۰
۳-۱۲-۵- سرعت اسیمیلاسیون خالص (NAR) ۵۰
۳-۱۳- تجزیه و تحلیل اطلاعات ۵۰

فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱- صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ۵۱
۴-۱-۱- ارتفاع بوته ۵۱
۴-۱-۲- تعداد برگ در بوته ۵۳
۴-۱-۳- سطح برگ ۵۳
۴-۱-۴- تعداد دانه در ردیف بلال ۵۳
۴-۱-۵- تعداد ردیف دانه در بلال ۵۵
۴-۱-۶- وزن صد دانه ۵۵
۴-۱-۷- وزن خشک بلال ۵۶
۴-۱-۸- عملکرد بیولوژیک ۵۸
۴-۱-۹- عملکرد دانه ۶۰
۴-۱-۱۰- شاخص برداشت ۶۲
۴-۲- شاخص های رشد ۶۴
۴-۲-۱- تعریف رشد ۶۴
۴-۲-۲- ماده خشک کل (TDM) ۶۴
۴-۲-۳- شاخص سطح برگ (LAI) ۶۸
۴-۲-۴- سرعت رشد محصول (CGR) ۷۲
۴-۲-۵- سرعت رشد نسبی (RGR) ۷۶
۴-۲-۶- سرعت جذب خالص (NAR) ۷۹

جمع بندی نتایج ۸۲

پیشنهادات ۸۴

منابع ۸۶

Abstract ..... (1)

فهرست جداول

جدول ۳-۱- میزان بارندگی در ۹ ماه اول سال ۱۳۸۷ بر حسب میلی متر ۴۱
جدول ۳-۲- متوسط درجه حرارت در ۹ ماه اول سال ۱۳۸۷ بر حسب درجه سانتیگراد ۴۱
جدول ۳-۳- متوسط رطوبت نسبی در ۹ ماه اول سال ۱۳۸۷ بر حسب درصد ۴۲
جدول ۳-۴- تعداد ساعات آفتابی در ۹ ماه اول سال ۱۳۸۷ بر حسب ساعت ۴۲
جدول ۳-۵- حداکثر سرعت باد در ۹ ماه اول سال ۱۳۸۷ بر حسب متر بر ثانیه ۴۲
جدول ۳-۶- نتایج آزمون خاک مزرعه دانشکده کشاورزی در بسطام ۴۳
جدول ۳-۷- تناوب زراعی در محدوده محل اجرای طرح ۴۴
جدول ۴-۱- خلاصه جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه ۸۵

فهرست شکل ها

شکل ۱-۳- اندازه گیری تأثیر دما و غلظت بر پتانسیل محلول PEG-6000 با دو تکنیک ۴۰
شکل ۲-۳- نقشه کشت ۴۵
شکل ۱-۴- اثر متقابل تیمارهای پرایمینگ و سطوح کودی فسفر بر ارتفاع بوته ۵۲
شکل ۲-۴- اثر متقابل تیمارهای پرایمینگ و سطوح کودی فسفر بر تعداد دانه در ردیف بلال ۵۴
شکل ۳-۴- مقایسه میانگین وزن صد دانه تحت تأثیر تیمارهای پرایمینگ ۵۶
شکل ۴-۴- مقایسه میانگین وزن خشک بلال تحت تأثیر تیمارهای پرایمینگ ۵۷
شکل ۵-۴- مقایسه میانگین وزن خشک بلال تحت تأثیر سطوح کودی فسفر ۵۷
شکل ۶-۴- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر تیمارهای پرایمینگ ۵۹
شکل ۷-۴- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر سطوح کودی فسفر ۵۹
شکل ۸-۴- اثر متقابل تیمارهای پرایمینگ و سطوح کودی فسفر بر عملکرد دانه ۶۲
شکل ۹-۴- مقایسه میانگین شاخص برداشت تحت تأثیر سطوح کودی فسفر ۶۳
شکل ۱۰-۴- روند تغییرات ماده خشک کل در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۰ کیلوگرم در هکتار فسفر ۶۶
شکل ۱۱-۴- روند تغییرات ماده خشک کل در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر ۶۶
شکل ۱۲-۴- روند تغییرات ماده خشک کل در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر ۶۷
شکل ۱۳-۴- روند تغییرات ماده خشک کل در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر ۶۷
شکل ۱۴-۴- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۰ کیلوگرم در هکتار فسفر ۷۰
شکل ۱۵-۴- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر۷۰
شکل ۱۶-۴- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر ۷۱
شکل ۱۷-۴- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر۷۱
شکل ۱۸-۴- روند تغییرات سرعت رشد محصول در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۰ کیلوگرم در هکتار فسفر ۷۴
شکل ۱۹-۴- روند تغییرات سرعت رشد محصول در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی۱۵۰کیلوگرم در هکتار فسفر۷۴
شکل ۲۰-۴- روند تغییرات سرعت رشد محصول در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی۳۰۰کیلوگرم در هکتار فسفر۷۵
شکل ۲۱-۴- روند تغییرات سرعت رشد محصول در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی۴۵۰کیلوگرم در هکتار فسفر۷۵
شکل ۲۲-۴- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۰ کیلوگرم در هکتار فسفر ۷۷
شکل ۲۳-۴- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر ۷۷
شکل ۲۴-۴- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر ۷۸
شکل ۲۵-۴- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر ۷۸
شکل ۲۶-۴- روند تغییرات سرعت جذب خالص در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۰ کیلوگرم در هکتار فسفر ۸۰
شکل ۲۷-۴- روند تغییرات سرعت جذب خالص در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر۸۰
شکل ۲۸-۴- روند تغییرات سرعت جذب خالص در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر۸۱
شکل ۲۹-۴- روند تغییرات سرعت جذب خالص در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی۴۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر۸۱

چکیده

به منظور بررسی و مقایسه تأثیر اسموپرایمینگ و هیدروترمال پرایمینگ بذر در سطوح مختلف فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۸۷ و در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود در شهر بسطام انجام گرفت.

در این آزمایش پرایمینگ در سه سطح: عدم پرایم، اسموپرایم، هیدروترمال پرایم و کود فسفر (فسفات آمونیم) در چهار سطح: ۰، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار اعمال شد و تأثیر آن بر ۱۰ صفت: ارتفاع بوته، تعداد برگ، سطح برگ، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، وزن صد دانه، وزن خشک بلال، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت گیاه ذرت، ارزیابی گردید.

نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیر معنی دار پرایمینگ بر ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف بلال و وزن خشک بلال در سطح احتمال ۵٪، وزن صددانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۱٪ و همچنین حاکی از تأثیر معنی دار کود فسفر بر ارتفاع بوته و شاخص برداشت در سطح احتمال ۵٪، تعداد دانه در ردیف بلال، وزن خشک بلال و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ و تأثیر معنی دار اثر متقابل پرایمینگ و کود فسفر بر تعداد دانه در ردیف بلال، ارتفاع بوته و عملکرد دانه در سطح احتمال ۵٪، بود.

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که هیدروترمال پرایمینگ بذر باعث افزایش معنی دار ارتفاع بوته نسبت به تیمار عدم پرایم گردید. در صفات تعداد دانه در ردیف بلال، وزن صد دانه، عملکرد

بیولوژیک و عملکرد دانه افزایش معنی داری نسبت به تیمارهای اسموپرایم و عدم پرایم مشاهده شد. در صفت وزن خشک بلال تیمار هیدروترمال پرایم افزایش معنی داری نسبت به تیمار اسموپرایم داشت. در بقیه صفات مورد مطالعه تأثیر معنی داری ملاحظه نشد.

مقایسه میانگین اثرات متقابل پرایمینگ و کود فسفر نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته، تعداد برگ، سطح برگ، وزن خشک بلال، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه مربوط به تیمار هیدروترمال پرایم با سطح کودی kg/ha ۳۰۰، بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال مربوط به تیمار عدم پرایم با سطح کودی kg/ha ۳۰۰، بیشترین تعداد ردیف دانه در بلال مربوط به تیمار اسموپرایم با سطح کودی ۴۵۰ Kg/ha ، بیشترین وزن صد دانه مربوط به تیمار هیدروترمال پرایم با سطح کودی kg/ha ۴۵۰ بود.

در مجموع تیمار هیدروترمال پرایمینگ با سطح کودی kg/ha ۳۰۰ فسفر را می توان به عنوان بهترین تیمار با بهترین صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد در این تحقیق معرفی نمود.

واژه های کلیدی: اسموپرایمینگ، هیدروترمال پرایمینگ، فسفر، ذرت، عملکرد و اجزای عملکرد.

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- جمعیت و غذا

جمعیت کره ی زمین پیوسته در حال افزایش است. این جمعیت کـه در سـال ۱۹۳۰ مـیلادی تنها ۲ میلیارد نفر بود، در سال ۱۹۹۰ به ۵/۳ میلیارد نفر رسید و در سال ۲۰۰۰ میلادی از ۶ میلیـارد نفـر تجـاوز کـرد و پـیش بینـی مـی شـود کـه در سـال ۲۰۲۵ مـیلادی بـه ۸/۵ میلیـارد نفـر برسـد (فائو، ۲۰۰۳-۱۹۸۶). بیش از سه چهارم جمعیت جهان در کشورهای در حال توسعه اسـت و متأسـفانه سهم عمده افزایش جمعیت مربوط به این کشورها می باشد که امروزه با مشکل گرسنگی و سوء تغذیـه روبرو هستند و افزایش جمعیت در این کـشورها بـه معنـای افـزوده شـدن بـر شـمار گرسـنگان اسـت (گالاقر، ۱۹۸۴).

از دیدگاه کارشناسان تولیدات کشاورزی، افزایش تولید غذا تنها راه حل مشکل گرسنگی است و به ویژه در کشورهای در حال توسعه، بایسته است تا سرمایه گذاری بیشتری در امر تولید غذا صـورت گیرد. چنانچه قرار باشد تا سرمایه گذاری بیشتری در امر تولید غذا صورت گیرد و عرضه غذا به صـورت کنونی انجام شود، این کشورها باید طی ۳۰ سال آینده دسـت کـم ۶۰٪ بـه تولیـدات کـشاورزی خـود بیفزاینـد (فـائو، ۱۹۹۲) و در سـطح جهـانی طـی ۲۰ سـال آینـده تولیـد غـذا بایـد دو برابـر شـود (فائو، ۲۰۰۳-۱۹۸۶). پیش بینی شده است که جمعیت کشور ما در سال ۱۴۰۰ بر مبنای نرخ رشد ۳٪ به ۱۳۴ میلیون نفر برسد و بر مبنای رشد ۲٪ جمعیت کشور در سال ۱۴۰۰ از ۱۲۰ میلیون نفر تجـاوز می کند (مظاهری، ۱۳۷۶).

غلات مهمترین گیاهان غذایی کره ی زمین و تأمین کننده ۷۰٪ غذای مردم می باشند. گنـدم و برنج تقریباً ۶۰٪ انرژی مورد نیاز بشر را تأمین می کنند و به طور کلی بیش از سه چهارم انرژی و یک دوم پروتئین مورد نیاز بشر از غلات تأمین می گردد و به راستی غلات پایه اصلی تغذیه و بقای بشر بـه شمار می روند (گالاقر، ۱۹۸۴).

۲-۱- محدودیت منابع مورد استفاده در تأمین غذا

روشن است منابعی که در تأمین غذای بشر مورد استفاده قرار می گیرند، محـدود هـستند. دو منبع مهم محدود کننده تولید غذای بشر عبارتند از:

۱-۲-۱- زمین

تقریباً ۶۰٪ سطح کره زمین برای استفاده به صورت چراگاه مناسب است که نیمـی از آن قابـل کشت گیاهان زراعی به صورت پایدار است. با این همه زمـین یکـی از منـابع زیربنـایی محـدود کننـده تأمین غذای بشر است (اوانس و پیکوک، ۱۹۸۱). هم اکنون سطح زیر کشت زمین های زراعی در جهان حدود ۱/۵ میلیارد هکتار است و مساحت علف زارها و جنگل ها نزدیک به ۱/۷ میلیارد هکتار می باشـد (فائو، ۲۰۰۳-۱۹۸۶).

۲-۲-۱- آب

یکی دیگر از منابع عمده مورد استفاده در تأمین غذای بشر آب می باشد. گرچه میـزان آب در مقیاس جهانی بسیار زیاد است، ولـی ۹۷٪ آن شـور، ۲/۲۵٪ آن بـه صـورت یخچالهـای طبیعـی و یـخ می باشد و تنها ۷۵٪ آن به صورت آب شیرین آبخیزها، رودخانه ها و دریاچه ها در دسترس می باشد.

بنابر پیش بینی های انجام شده، منابع آبی جهان در حال کاهش است و کمبود آب به عنوان محدودیت اصلی برای افزایش تولیدات کشاورزی و امنیت غذایی در قرن بیست و یکم پذیرفته شده است (فائو، ۲۰۰۳-۱۹۸۶).

۳-۱- استعداد تولید در غلات

تا کنون افزایش عملکرد، هم از راه ازدیاد سطح زیر کشت و هم از راه افزایش تولید در واحد سطح موجب افزایش تولید محصول همگام با افزایش جمعیت شده است. با این وجود باید با بکارگیری شیوه های نوین، کل تولید محصولات زراعی به ویژه غلات افزایش یابد. با گذشت زمان و افزایش میانگین تولید در واحد سطح، ازدیاد عملکرد پیچیده تر خواهد شد (گالاقر، ۱۹۸۴). با یک دید خوش بینانه به نظر می رسد افزایش عملکرد غلات در واحد سطح دست کم به دو دلیل زیر هنوز امکان پذیر باشد:

الف – منابع تغییر ژنتیکی در غلات هنوز به طور کامل به خدمت گرفته نشده و با توجه به تنوع ژنتیکی در غلات هنوز منابع تغییر قابل استفاده زیادی وجود دارد که می توان آنها را با روش های نوین به نژادی مولکولی مورد بهره برداری قرار داد و تا زمانی که این توانایی تغییر وجود دارد، برای افزایش عملکرد نیز زمینه وجود خواهد داشت (گالاقر، ۱۹۸۴).

ب- عملکردی که هم اکنون در واحد سطح از مزارع غلات برداشت می شود، از میزان پتانسیل ژنتیکی عملکرد خیلی کمتر است و در بسیاری نقاط حتی به نصف آن هم نمی رسد (گالاقر، ۱۹۸۴). بنابراین می توان با برطرف کردن موانع تولید از راه انجام عملیات مناسب به زراعی و به نژادی زمینه بروز استعداد تولید را در ارقام کنونی یا ارقامی که در آینده اصلاح خواهند شد، فراهم آورد (بوشاک، ۱۹۹۴).

افزایش روز افزون جمعیت جهان و به تبع آن تقاضای مضاعف نسبت به غذا، سبب توجه کشاورزان به اراضی کم بازده شده است. گرچه توجه دست اندرکاران و مدیران بخش کشاورزی در اقصی نقاط جهان نسبت به تبدیل این اراضی به مزارعی حاصلخیز متمرکز می‌باشد، با این حال جای تردیدی نیست که بخشی از غذای مصرفی بشر باید از مناطقی بدست آید که شرایط برای تولید و پرورش محصولات در آنها بهینه نمی‌باشد (هریس و همکاران، ۱۹۹۹). زراعت در زمین‌هایی که حاصلخیزی بالایی نداشته و در عین حال واجد انواع تنش‌های محیطی مثل کم آبی، شوری، دماهای بالا و پایین می‌باشند با مشکلات و مخاطرات فراوانی روبرو است. اولین مشکلی که می‌توان در راستای تولید محصول در چنین زمین‌هایی متصور بود، مشکلات مربوط به جوانه‌زنی و استقرار مناسب محصول در مزرعه است. پر واضح است که جوانه‌زنی مطلوب و در پی آن استقرار مناسب محصول و حصول سبز یکنواخت در مزرعه می‌تواند راه را برای تولید محصولی قابل قبول از نظر کمی و کیفی هموار سازد. در صورت تحقق چنین شرایطی گیاه جوان و تازه استقرار یافته به ویژه در ابتدای فصل رویشی از نهاده‌های محیطی حداکثر استفاده را کرده و خود را برای طی مراحل آتی زیستی آماده می‌نماید.

در حقیقت تحقق مطلوب جوانه‌زنی و استقرار گیاه در مزرعه مزیتی اکولوژیک محسوب می‌شود. اهمیت جوانه‌زنی و استقرار اولیه در تمام محصولات یکسان نمی‌باشد، به طوری که اگر گیاه توانایی کافی در پنجه‌زنی داشته باشد، اهمیت این موارد کمتر از زمانی خواهد بود که گیاه در صورت عدم سبز مناسب مزرعه قادر به جبران سطح فتوسنتز کننده نباشد. برای مثال اهمیت جوانه‌زنی و استقرار مناسب محصول در گیاه ذرت که قادر به بهبود سطح سبز خود با اتکا به این ویژگی نمی‌باشد، مضاعف می‌باشد. جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه به‌طور مستقیم و غیر مستقیم به عوامل متعددی چون ویژگیهای زیستی بذر، شرایط انبارداری، شرایط اکولوژیکی حاکم بر گیاه مادری و مدیریت‌های قبل از کاشت اعمال شده بر روی بذر دارد (تاج بخش، ۱۳۷۵). جوانه‌زنی مطلوب و سریع غالباً توأم با گسترش سیستم ریشه‌ای در زمان کوتاهتری می‌باشد که این امر به نوبه خود منجر به استقرار بهتر

محصول و بهره برداری بیشتر از نهاده‌های محیطی می‌گردد (خان و همکاران، ۱۹۹۲). تاکنون دانشمندان کوشش فراوانی در جهت کمک به ارتقای جوانه‌زنی بذور در شرایط مزرعه‌ای مصروف داشته‌اند که ماحصل این امر ایجاد ارقام جدید، گیاهان تراریخته، مدیریت‌های زراعی خاص و ... می‌باشد که هر یک به نوبه خود در راه نیل به این هدف نقش برجسته‌ای داشته‌اند. یکی از این دستاوردها نیز، پیشنهاد استفاده از مدیریتی تحت عنوان تیمارهای پیش از کاشت بذر بوده است (تیلور و همکاران، ۱۹۸۸). کاربرد این روش که به صورت تخصصی پرایمینگ بذر نامیده می‌شود، به ویژه در خلال دهه نود میلادی گسترش چشمگیری داشت به طوری که در حال حاضر در بسیاری از نقاط دنیا از تکنیک‌های مربوط به پرایمینگ بذر به صورت تجاری استفاده می‌گردد.

پرایمینگ بذر روشی بسیار ساده بوده و پیچیدگی فنی ویژه‌ای ندارد و در عین حال می‌تواند روشی بسیار کم هزینه باشد. در کنار این مطلب کارایی بالا و قابل قبول آن به ویژه در مناطقی با حاصلخیزی پایین که عمدتاً محل اسکان کشاورزان خرده‌پا و فقیر می‌باشد، باعث شده است که برخی از محققان از کاربرد روش تیمار پیش از کاشت بذر به عنوان راهی برای بهبود وضعیت معیشت کشاورزان فقیر و در عین حال تعدیل مشکل گرسنگی در مناطق مورد اشاره یاد کنند (وارن و همکاران، ۱۹۹۷؛ دمیر و همکاران، ۱۹۹۹). مطالعات میدانی در این خصوص نشان داده است که نتایج کاربرد پرایمینگ بذر در کشورهای فقیری چون هندوستان، زیمبابوه، پاکستان و نپال بسیار امیدوار کننده بوده است و کشاورزانی که از این روش در تولید محصولات زراعی بهره برده‌اند از نتایج این کار کاملاً رضایت داشته‌اند (هریس و همکاران، ۲۰۰۱). همان طور که اشاره شد حداکثر کارایی روش‌هایی که تحت عنوان پرایمینگ بذر شناخته می‌شوند در اراضی کم بازده می‌باشد. اراضی کم بازده زمین‌هایی هستند که محصول استحصالی از آنها، ۴۰ درصد سایر مزارع است. با این تعریف، بسیاری از مزارع کشاورزی موجود در کشور ایران حتی در شرایطی بدتر از خاک‌های کم بازده قرار دارند (تاج بخش، ۱۳۷۵). از طرفی مشکلاتی چون کم بارانی و عدم توزیع مناسب نزولات جوی منطبق با نیازهای آبی محصولات،

بالا بودن سطح املاح مولد شوری در مزارع، عدم تهیه مناسب بستر بذر، فقر غذایی مزارع و غیره از مشکلات بسیار شایع در مزارع کشورمان به شمار می‌رود که بر اساس نتایج متعدد حاصل از تحقیقات مستقل دانشمندان یکی از راه‌های مؤثر و بسیار مفید برای جبران اثر دست کم بخشی از این عوامل نامساعد، می‌تواند استفاده از پرایمینگ بذر باشد (هریس و همکاران، ۲۰۰۱). بر این اساس به نظر می‌رسد با استفاده اصولی و علمی از روش تیمارهای پیش از کاشت بذر می‌توان وضعیت زراعت و تولید بسیاری از محصولات را بهبود بخشید. متأسفانه تاکنون اقدامی جدی در راستای تحقیق و بهره برداری تجاری از تکنیک‌های مذکور صورت نگرفته است. با توجه به شرایط اکولوژیکی مزارع کشورمان، به نظر می‌رسد بتواند مزایای قابل توجهی در راستای بهبود زراعت داشته باشد، از این رو به نظر می‌رسد تحقیقات در این رابطه نتایجی علمی و کاربردی مفیدی داشته باشد.

۴-۱- ذرت

ذرت بعد از گندم و برنج، سومین غله مهم جهان می باشد. در درجه اول ذرت برای تولید دانه و در درجه دوم به منظور تولید علوفه و ماده خام تولیدات صنعتی کشت می شود. دانه ذرت هم برای انسان و هم برای حیوان مصرف می شود. قسمت های رویشی گیاه وقتی سبز هستند، قطع یا خشک می شوند و یا به صورت سیلویی برای مصرف دام مورد استفاده واقع می شوند. احتمالاً در مرکز یا جنوب غربی مکزیک در حدود ۵۰۰۰ سال پیش، اهلی شدن و انتخاب ذرت شروع شده است. در مکزیک و آمریکای مرکزی، شمال شرقی ایالات متحده، ساحل شمالی آمریکای جنوبی، رشته کوههای آند و در مرکز برزیل، گروههای مختلف ارقام ذرت یافت شده است. در قرن شانزدهم اسپانیا و پرتغال، ذرت را به سراسر جهان به سرعت توزیع کردند (جونز، ۱۹۸۵).

در اکثر کشورها ذرت بیش از سایر غلات رشد کرده است و عملکرد دانه آن نیز از بقیه غلات بیشتر است. کشورهای ایالات متحده، شوروی سابق، رومانی، یوگسلاوی، مجارستان، ایتالیا، چین،

برزیل، مکزیک، آفریقای جنوبی، آرژانتین، هند و اندونزی عمده ترین تولیدکننـدگان ذرت مـی باشـند. دلیل اصلی این پراکندگی زیاد، وجود محسنات فراوان ذرت می باشد. این دلایل شامل عملکرد زیاد در واحد کار انجام شده و واحد سطح می باشند. ذرت یک منبع غذایی قابل متراکم شدن است و به راحتی قابل انتقال است. پوسته های روی بلال، آن را در برابـر پرنـدگان و بـاران محافظـت مـی کنـد. ذرت را می توان طی یک دوره طولانی، برداشت و ذخیره کرد. همچنین می توان به آن اجازه داد تا در مزرعـه کاملاً خشک شود تا برداشت به راحتی صورت گیرد. محصولات غذایی فراوانی از ذرت به دست می آیند و ذرت به تدریج جایگزین سورگوم و ارزن شده است (جـونز، ۱۹۸۵). ترکیـب شـیمیایی دانـه ذرت بـر اساس وزن خشک شامل حـدود ۷۷٪ نـشاسته، ۲٪ قنـد، ۹٪ پـروتئین، ۵٪ چربـی، ۵٪ پنتـوزان و ۲٪ خاکستر می باشد (پیورسجلو، ۱۹۸۵).

۵-۱- نیازهای آب و هوایی و خاک

ذرت به دلیل دارا بودن تعداد زیادی رقم با دوره های رسیدگی مختلف می توانـد در محـدوده وسیعی از شرایط محیطی رشد کند. اصولاً ذرت گیاهی است که در کـشورهای گرمـسیری بـا رطوبـت مناسب می روید. این گیاه اکثراً در مناطق گرمتر نواحی معتدل و نواحی مرطوب رشد می کنـد. اصـولاً ذرت در عرض جغرافیایی۵۰ درجه شمالی تا ۴۰ درجه جنوبی و از سطح دریا تا ارتفاع ۴۰۰۰ متری در رشته کوههای آند و مکزیک می روید (مایک و داسک، ۱۹۸۰؛ اک، ۱۹۸۴).

برای جوانه زنی و رشد سریع گیـاه جـوان، درجـه حـرارت ۳۰ – ۲۶ درجـه سـانتیگراد خـاک مناسب است. معمولاً در درجه حرارت کمتر از ۱۳ درجه سانتیگراد جوانه زنی گیاه کاهش می یابد و در کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد متوقف می شود (ریلی، ۱۹۸۱).

درجه حرارت مطلوب برای توسعه ریشه ها بین ۳۰-۲۱ درجه سانتیگراد است. درجـه حـرارت زیاد تنفس را افزایش می دهد. چانگ (۱۹۸۱) گزارش داد که متوسط خسارت تنفس در مناطق معتدل

حدود ۲۵٪ و در مناطق گرمسیری حدود ۳۵٪ میزان فتوسنتز است. به هر حال، یک تأثیر مهم حرارت این است که افزایش دما مخصوصاً در شب، دوره پر شدن دانه را کوتاه می کند و از ایـن طریـق میـزان عملکرد کاهش می یابد (جونز و همکاران، ۱۹۸۱؛ ویلسون و همکاران، ۱۹۷۳).

دمای زیاد، سرعت پر شدن دانه را افزایش اما طول دوره پر شدن دانه را کاهش مـی دهـد، در حالی که دمای کم تـأثیر معکـوس خواهـد داشـت (جـونز و همکـاران، ۱۹۸۱). در اغلـب خاکهـا ذرت می تواند رشد کند اما خاکهای با زهکشی خوب و عمیق لومی و لومی شنی را که دارای مواد آلی کافی و عناصر قابل دسترس هستند، ترجیح می دهد. در خاکهایی با pH ۵ تا ۸، ذرت می تواند رشد کند اما نسبت به شوری خاک، نیمه حساس است و در قابلیت هدایت الکتریکی ds/m ۱/۸، به دست مـی آیـد (جونز، ۱۹۸۵). شوری خاک می تواند اثر مشخصی روی جذب تعدادی از عناصر داشته باشد، اما تولیـد ماده خشک کاهش می یابد که احتمالاً به دلیل کم شدن آب خاک و افزایش مواد سمی کلرید سدیم و سولفات سدیم در محلول خاک می باشد (لارسون و هانوی، ۱۹۷۷).

۶-۱- ویژگی های گیاهشناسی ذرت:

ذرت با نام انگلیسی *Corn*، نام علمی *Zea mays L.* و نام فرانسوی و آلمانی *Mais* از تیره *Poaceae*، گیاهی تک لپه و یک ساله از خانواده گرامینه است که دارای تنوع فنوتیپی بـسیار زیـادی است. ارقامی از ذرت با طول ساقه ۶۰ سانتیمتر و ۷ برگ تا ارقامی با ارتفـاع ۷ متـر و ۴۸ بـرگ وجـود دارد. طول برگ ها از ۳۰ تا ۱۵۰ سانتیمتر و عرض آنها از ۴ تا ۱۵ سانتیمتر متغیر است (راشد محـصل و همکاران، ۱۳۷۶). گل آذین ذرت از گل آذین گندم و جو متمایز است و اندام های نر و ماده در نقـاط گوناگون یک بوته قرار گرفته اند. اندام نر ذرت که گل تاجی[1] نامیده می شـود، بـه صـورت خوشـه[2] در بخش انتهایی بوته قرار دارد، به گونه ای که گرده افشانی به وسیله باد تسهیل می گردد.

[1] Tassel (Staminate flower)
[2] Panicle

گل آذین ماده ی ذرت به صورت سنبله[3] است که به آن بلال گفته می شود. به طور معمول در ارقام تجاری بیش از یک بلال تولید نمی شود. شمار برگ ها در هر ساقه و شاخص سطح برگ در ارقام دیررس زیادتر است (تولنار و دویر، ۱۹۹۹). در هیبریدهای جدید ذرت برگ ها برای مدت طولانی تری سبز می مانند و عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت زیادتر است (پینتوس، ۱۹۷۳). ذرت در اصل گیاهی روزکوتاه است، گرچه ذرت هایی که در نواحی معتدله کشت می شوند، حساسیت چندانی به طول روز ندارند اما ذرت های نواحی گرمسیری روزکوتاه هستند و در طول روزهای بیش از ۱۲/۵ ساعت گلدهی در آنها به تأخیر می افتد (فائو، ۲۰۰۰).

سیستم ریشه ای ذرت در برگیرنده سه نوع ریشه است:

الف- ریشه های بذری[4] که از بذر منشاء می گیرند و شمار آنها ۳ تا ۵ عدد است (آرنون، ۱۹۷۲).

ب- ریشه های اصلی یا دائمی که از گره های قاعده ساقه منشاء می گیرند.

ج- ریشه های هوایی، طوقی یا استحکامی[5] که از گره هایی از ساقه در بالای سطح خاک منشاء می گیرند. ریشه های نوع ب و ج از ریشه های نابجا هستند. بخش عمده سیستم ریشه ای ذرت را ریشه های اصلی یا دائمی تشکیل می دهند.

۷-۱- انواع ذرت

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

الف – ذرت دندان اسبی[6]

ب- ذرت بلوری[7] (سخت، کهربایی)

---

[3] Spike=Ear
[4] Seminal roots
[5] Aerial = Brace roots = Prop roots
[6] Dent corn
[7] Flint corn

ج- ذرت آردی[8]

د- ذرت شیرین[9] (قندی)

ه – ذرت بودادنی[10](پاپ کورن)

و- ذرت غلاف دار[11]

ر- ذرت مومی[12]

ز- ذرت اپک۲ [13]؛ موتانتی از ذرت دندان اسبی است که دارای ژن مغلوب O_2 می باشد.

۸-۱- جوانه زنی و مراحل رشد گیاه ذرت

جوانه زنی دانه ذرت شبیه خیلی از گیاهان علفی است با این تفاوت که آندوسپرم و جنین دانه ذرت بزرگتر می باشند. دانه های ذرت بلافاصله بعد از کامل شدن حتی اگر به گیاه متصل باشند، جوانه می زنند. در شرایط مناسب، ریشه چه ۳-۲ روز پس از کاشت ظاهر می شود و ساقه چه به همراه کولئوپتیل ۲-۱ روز بعد، از پوسته بذر خارج می شود. ریشه های بذری که معمولاً ۳ عدد هستند، به سرعت ظاهر می شوند. لوله سفید مزوکوتیل تا حدود ۳ سانتیمتری سطح خاک رشد می کند که این مقدار به عمق کاشت بستگی دارد (دانکن، ۱۹۷۵).

رشد ریشه چه تا تولید اولین ریشه بذری ادامه دارد. سپس ۳ تا چند ریشه بذری رشد می کند و از اطراف جنین خارج می شوند. آنها طی دو هفته اول بعد از جوانه زنی مقدار زیادی مواد غذایی را تأمین می کنند و برای مدتی فعال باقی می مانند. ریشه های بذری به سرعت اهمیت خود را از دست

---

[8] Floury corn = Soft corn
[9] Sweet corn
[10] Pop corn
[11] Pod corn
[12] Waxy corn
[13] Opaque-2

می دهند و گیاه جوان به وسیله سیستم ریشه ای دائمی که از گره پایین ساقه به وجود می آید، نگهداری و تغذیه می شود (پیورسجلو، ۱۹۸۵).

ساقه ذرت شامل پهنک های برگ، غلاف های برگ و میانگره ها می باشد. برگ ها متناوباً در گره هایی که در دو طرف ساقه قرار دارند، تولید می شوند (دانکن، ۱۹۷۵).

ذرت گیاهی است یک پایه، دگرگشن با گل آذین های نر و ماده که جداگانه در یک گیاه قرار دارند. گل آذین نر تاسل و گل آذین ماده بلال نامیده می شود. در واقع بلال یک خوشه تغییر شکل یافته است که از یک شاخه جانبی کوتاه در محور بزرگترین برگ در وسط ساقه به وجود می آید (پیورسجلو، ۱۹۸۵).

۹-۱- مراحل رشد

برای تشریح مراحل رشد ذرت چند روش بیان شده است که یکی از آنها روش بیان لارسون و هانوی (۱۹۷۷) است که پنج مرحله رشد ذرت را با خصوصیات ویژه بیان کرده اند:

۱- کاشت تا سبز شدن.

۲- سبز شدن تا پیدایش گل آذین نر.

۳- پیدایش گل نر تا تولید کاکل (ابریشم).

۴- تولید کاکل تا رسیدگی فیزیولوژیکی.

۵- مرحله خشک شدن.

۱۰-۱- تولید ماده خشک

در کارولینای جنوبی به وسیله کارلن در سال ۱۹۸۸، تجمع ماده خشک در ذرت با یک مدیریت خوب بررسی شده است. کل ماده خشک اندام های هوایی گیاه در زمان رسیدگی کامل فیزیولوژیکی ۳۱/۸ تن در هکتار بود که ۱۶/۳ تن در هکتار آن مربوط به ماده خشک دانه می شود.

نتیجه فوق، در نسبت دانه به ساقه حدود ۵۱٪ می باشد که البته بدون در نظر گـرفتن بیومـاس ریـشه است. در مرحله رسیدگی کامل فیزیولوژیکی برگ ها ۱۸٪ کـل مـاده خـشک هـوایی گیـاه را بـه خـود اختصاص می دهند و ۲/۸ تن در هکتارِ آن در برگ های بالایی و پایینی بلال باقی مـی مانـد. حـداکثر تجمع مواد در ساقه و گل نـر، ۶/۵ تـن در هکتـار بـود کـه برابـر بـا ۲۰٪ کـل بیومـاس هـوایی اسـت. قسمت هایی بجز دانه و چوب بلال که از تفریق محصول دانه از ماده زنده بلال و چوب بلال در مرحلـه رسیدگی فیزیولوژیکی به دست می آید، حدود ۳/۴ تن در هکتار یا تقریباً ۱۱٪ مـاده خـشک هـوایی را شامل می شود.

۱۱-۱- شاخص سطح برگ

سطح سبز برگ معمولاً بدون واحد بیان می شود. شاخص سطح برگ سبز (LAI) یک فـاکتور اصلی در تعیین جذب اشعه خورشید، فتوسنتز گیاهی و در نتیجه عملکـرد مـی باشـد. دانکـن (۱۹۷۵) اظهار داشت که اولین وظیفه پوشش گیاهی ذرت، جذب نور است. اما نور جذب شده باید به طور مـؤثر استفاده شود که این امر تحت تأثیر زاویه برگ است. او خاطر نشان کرد که بین شاخص سطح برگ ۴ و ۳، برگ های افقی حدود ۹۰٪ نور را جذب می کنند. هویت و برادفیلد (۱۹۶۲) گزارش دادند که سرعت جذب خالص ذرت (سرعت رشد در واحد سطح برگ) زمانی که LAI کمتر از ۲/۷ باشد، ثابت می ماند ولی با افزایش LAI ، این ثبات سریعاً بهم می خورد. همچنین ایک و هانوی (۱۹۹۶) گزارش دادند که یک رابطه خطی بین عملکرد دانه ذرت و LAI تا میزان LAI ۳/۳ در اواسط کاکل دهـی وجـود دارد. رشد برگ تا مرحله کاکل دهی یا کمی بعد از آن ادامه می یابد (هانوی، ۱۹۹۲).

۱۲-۱- عملکرد و اجزای عملکرد

عملکرد ذرت عبارت است از: تولید تعداد دانه در واحد سطح و وزن دانه. از ایـن دو، وزن دانـه ثابت تر است و اختلاف زیاد در عملکرد معمولاً نتیجه تغییر در تعداد دانه می باشـد. تغییـرات عملکـرد دانه در ۱۲ توده ذرت گرمسیری در ۱۵ منطقه مکزیک با شرایط محیطی و تاریخ های کـشت مختلـف مورد بررسی قرار گرفتند. این تغییرات عملکرد به صورت خطی با تغییرات تعداد دانه و سرعت رشد دانه رابطه داشت، در حالیکه طول دوره رشد دانه روی این تغییرات اثـری نداشـت (فیـشر و پـالمر، ۱۹۸۳). تعداد دانه در واحد سطح به شرایط قبل ازگلدهی و در هنگام گلدهی بستگی دارد. در این زمان کمبـود ازت، تنش آبی و تشعشعات نامناسب اهمیت زیـادی در کـاهش تعـداد دانـه دارد. تفـاوت زیـادی بـین عملکرد بالقوه آزمایش و عملکرد بدست آمده به وسیله کشاورزان موجود است. این اخـتلاف، مخـصوصاً در کشورهای در حال توسعه زیاد است، جایی که ذرت به وسیله کشاورزان بـه صـورت سـنتی و بـدون توجه به تکنیک های مدیریتی پیشرفته کشت می شود. برای این کـاهش عملکـرد، دلایـل بـسیاری از جمله: تنش، خشکی، کمبود مواد غذایی، کنترل ناکافی آفات و استفاده از ارقامی با سازگاری کم همراه با عملکرد بالقوه کمتر، وجود دارد. افزایش عملکرد به صورت قابل ملاحظه در کشورهای در حال توسعه، احتمالاً به بهبود و اصلاح توام مدیریت محصول و ژرم پلاسم نیازمند است.

۱۳-۱- نیازهای غذایی

به دست آوردن عملکرد زیاد در ذرت نیازمند فراهم بودن و تعادل مواد غذایی در اواسـط رشـد می باشد. افزودن مواد غذایی مانند کودها فقط زمانی می توانند عملکرد را افزایش دهند که قابل جذب باشند (باربر و اولسن، ۱۹۶۸). علاوه بر این مواد غذایی مورد نیاز به خاک، اقلیم، مقـدار عملکـرد، رقـم کشت شده و اقدامات مدیریتی بستگی دارد. نیازهـای کـودی بوسـیله تجزیـه خـاک و گیـاه بـه عـلاوه مشاهده علائم کمبود، تعیین می شود.

در صورتیکه از کود دامی برای تقویت زمین ذرت استفاده شود، لازم است کـود مـورد مـصرف کاملاً پوسیده بوده و به مقدار ۳۰ تا ۴۰ تن در هکتار همراه با شخم پـاییزه بـه زمـین اضـافه شـود. در بعضی از نقاط برای اصلاح خاک و تقویت زمین و بالا بردن مقدار محصول از کودهای سبز نیز اسـتفاده می شود. به موازات استفاده از کودهای دامی و سبز، ذرت به مواد معدنی نیز احتیـاج دارد کـه بایـد در مراحل مختلف رشد به زمین اضافه گردد.

۱-۱۳-۱- نیتروژن

مواد معدنی فسفره و پتاسه را می توان در موقع اجرای شخم پـاییزه در زمـین پخـش کـرده و همراه با شخم و یا بعد از شخم و یا به وسیله دیسک زیر خاک نمود، لکن مواد ازته بـرای آنکـه بهتـر و بیشتر مورد استفاده ذرت قرار گیرد، لازم است در بهار و در دو مرحله بـه زمـین اضـافه شـود. معمـولاً حدود نصف ماده ازته را در زمان کاشت و بقیه را در اواسط دوره رشد می توان در اختیار ذرت قرار داد. ذرت در فاصله ماههای تیر و مرداد که رشد اندام های هوایی آن خیلی زیاد بوده و گل آذین های نـر و ماده نیز به وجود می آیند، احتیاج شدیدی به ازت دارد و طبق بررسی های انجام شده در این مرحله از رشد، هر هکتار ذرت در روز معادل ۲/۵ کیلوگرم ازت از زمین جذب می نماید. همچنین ذرت در موقع گل دادن و رشد گل آذین ماده (میوه) به ازت نیاز فراوانی دارد (خدابنده، ۱۳۷۴).

مقدار مصرف کودهای ازته در هر هکتار زمـین زراعتـی بـه طـور معمـول برابـر ۳۵۰ تـا ۴۰۰ کیلوگرم اوره می باشد. به طور کلی مقدار مصرف مواد مختلف (تقویت کننده) نـسبت بـه مقـدار مـواد موجود در خاک، زودرسی و دیررسی رقم، مقدار آب منطقه، شرایط جوی و غیره تغییر می نماید. هرگاه ازت به مقدار کافی در اختیار نبات نباشد، علائم کمبود این ماده در انـدام هـای نبـات ظـاهر شـده، در نتیجه بوته ها کوتاه مانده و در صورتی که کمبود ادامه یابد، برگ ها باریک و زرد می شوند. هنگامی که

کمبود شدید باشد، رگبرگ های اصلی زرد شده و رنگ زرد به شکل V سطح برگ ها را فرا گرفته و به سرعت، زردی تمام برگ را در بر خواهد گرفت (خدابنده، ۱۳۷۴).

۲-۱۳-۱- فسفر

فسفر یکی از موادی است که ذرت به آن نیاز فراوانی دارد و حدود ۶۰ تا ۷۰٪ اسید فسفریک مورد نیاز ذرت از زمان تلقیح و تا موقعی است که دانه ها به خوبی تشکیل و یک شکل می گردند. مقدار ماده فسفره مورد نیاز گیاه بستگی به بافت خاک، مقدار مواد موجود در خاک و رقم داشته و از ۲۰۰ تا ۳۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیم و یا سوپر فسفات در هکتار تغییر می نماید (خدابنده، ۱۳۷۴).

هرگاه در زمینی که ذرت کاشته می شود ماده فسفره به اندازه کافی نباشد، گرده افشانی نبات به تعویق افتاده و به طور ناقص انجام شده، رشد گیاه و رسیدن میوه ها نیز به تأخیر می افتد. دانه بندی در روی میوه به خوبی انجام نشده و ردیف دانه ها در روی میوه نیز به طور نامنظم تشکیل شده و قسمت بالای میوه نیز پوک و بدون دانه باقی می ماند. بنابراین هر هکتار زراعت ذرت که از شرایط مناسبی برخوردار باشد، حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم فسفر خالص و همچنین ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم ازت خالص نیاز دارد. بهترین زمان مصرف ماده ازته هنگام کاشت و در مرحله تشکیل ساقه و پیدایش گل آذین می باشد. در اثر کمبود فسفر در ذرت رنگ برگ ها سبز تیره و گاهی ارغوانی شده، ساقه ها نیز به رنگ ارغوانی در آمده و بوته ها کوتاه می مانند (خدابنده، ۱۳۷۴).

۳-۱۳-۱- پتاس

وجود پتاس نیز مانند سایر عناصر برای رشد و نمو ذرت ضروری است. جذب این ماده زودتر و سریع تر از ماده فسفره شروع گردیده و از زمان تولید جوانه، پتاس شروع به جذب شدن نموده و تا حدود ۳ هفته بعد از گل دادن جذب پتاس انجام می شود. مقدار ماده پتاسه مورد نیاز ذرت در هر

هکتار زمین زراعتی حدود ۷۵ تا ۱۰۰ کیلوگرم است. در صورتیکه ماده پتاسه به مقدار کافی در اختیـار ذرت نباشد، رشد نبات کاهش یافته، رنگ برگ ها سبز مایل به زرد شده، حاشیه و نوک برگ ها خشک گردیده و منظره سوختگی پیدا می نمایند. در صورتیکه کمبود شدید باشد، برگ ها به سـختی آسـیب دیده، نبات کوچک مانده، تنها بخش های کوچکی از برگ ها به رنگ سبز باقی مانده و قسمت انتها و یا نوک میوه ها دانه نبسته و به طور کلی مقاومت گیاه نیز در برابر بیماری ها کم شده و همچنین نشاسته و قند کافی نیز در دانه ها بـه وجـود نخواهـد آمـد و سـرانجام از کیفیـت محـصول کاسـته مـی شـود (خدابنده، ۱۳۷۴).

به طور معمول برای تولید هر ۱۰۰۰ کیلـوگرم دانـه ذرت، بـه حـدود ۲۵ کیلـوگرم نیتـروژن، ۴/۵ کیلوگرم فسفر و حدود ۱۷ کیلوگرم پتاسیم نیاز می باشد که با توجه به نتایج تجزیه خاک و سـایر عوامل کارآمد در تولید باید مقدار لازم به خاک افزوده شود (فائو، ۲۰۰۰).

گرچه مقدار عناصر غذایی که در ابتدای فصل رشد جذب می شود، اندک است ولی تأثیر مهمی در اندازه نهایی بلال و میزان عملکرد دانه خواهد داشت. بنابراین تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهـان از همان ابتدای فصل رشد دارای اهمیت زیادی است (امام و نیک نژاد، ۱۳۷۴).

۱۴-۱- نیاز گرمایی ذرت

دمای پایه برای ذرت ۱۰ درجه سانتیگراد 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 سانتیگراد می باشد. در دماهای بیش از ۳۷ درجه سانتیگراد تلقیح گل ها با مشکل روبرو شده و پوکی دانه ها زیاد می شود (فائو، ۲۰۰۰).

ذرت را بر اساس تاریخ گلدهی به انواع بـسیار زودرس (۸۰ تـا ۹۰ روزه)، زودرس (۹۰ تـا ۱۰۰ روزه)، متوسط رس (۱۰۰ تا ۱۱۰ روزه) و دیررس (۱۱۰ تا ۱۳۰ روزه) تقسیم بندی می کنند. بـه طـور

معمول ذرت های دیررس عملکرد بیشتری دارند. آغازه ی برگ ها در اوایل زندگی گیاه در زیر سطح خاک است، بنابراین سرعت ظهور برگ ها به وسیله دمای خاک تعیین می شود (امام و نیک نژاد، ۱۳۷۴). ذرت هایی 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 ها است (فائو، ۲۰۰۰).

برای تعیین تأثیر دما بر نمو ذرت از سیستم های واحد حرارتی استفاده می شود. سیستمی که در بیشتر نقاط مورد استفاده قرار می گیرد GDD[۱۴] می باشد (مارتین و همکاران، ۱۹۷۶).

GDD=(Tmax+Tmin)/2-Tbase

در این فرمول Tmax دمای بیشینه (چنانچه بیش از ۳۰ درجه سانتیگراد باشد، آن را معادل ۳۰ درجه سانتیگراد فرض می کنند)، Tmin دمای کمینه (چنانچه کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد باشد، آن را معادل ۱۰ درجه سانتیگراد فرض می کنند) و Tbase دمای پایه (به طور معمول ۱۰ درجه سانتیگراد) می باشد.

۱۵-۱-کاشت ذرت

به دلیل گوناگونی زیاد در ارقام ذرت، امکان کشت آن در محدوده گسترده ای از شرایط آب و هوایی وجود دارد. دمای کمینه برای جوانه زنی ذرت ۱۰ درجه سانتیگراد است. عمق کاشت بذر در ذرت زیادتر از گندم است. بذرهای ذرت دانه ای در شرایطی که رطوبت فراهم باشد در عمق ۵ تا ۷/۵

[14] Growth Degree Day

سانتیمتری سطح خاک و در شرایط کمبود رطوبت و زیاد بودن دمای سطح خاک گاهی تا عمق ۱۰ سانتیمتری سطح خاک کشت می شود (اسپراگو و دادلی، ۱۹۸۸).

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 کاشت بذر را جبران می کند. مواد ذخیره آندوسپرم بذر، رشد گیاهچه را تا مرحله ۴ برگی پشتیبانی می کند (تولنار و دویر، ۱۹۹۹). از این مرحله به بعد ذرت از حالت هتروتروف (ناخودپرور) به صورت اتوتروف (خودپرور) در می آید.

۱۶-۱- کنترل علف های هرز در ذرت

کنترل علف های هرز در مراحل نخستین رشد در مزرعه ذرت دارای اهمیت زیادی است و باعث برتری طبیعی بوته های ذرت می شود. علف های هرز مزرعه ی ذرت با گیاه اصلی بر سر عناصر غذایی رقابت کرده و برخی از آنها تا دو برابر نیتروژن و فسفر و تا سه برابر پتاسیم موجود در واحد وزن خشک بوته های ذرت را جذب می کنند (فائو، ۲۰۰۰).

علف های هرز نه تنها از راه رقابت بر سر نور، جذب آب و عناصر غذایی، باعث کاهش عملکرد می شوند، بلکه برخی از آنها از راه ترشح مواد آللوپاتیک در کار جوانه زنی بذرها یا رشد طولی ریشه های ذرت، اختلال ایجاد می کنند. یکی از راه های مبارزه با علف های هرز در مزرعه ی ذرت، ازدیاد تراکم بوته در واحد سطح است. برخی پژوهش ها نشان داده است که با ازدیاد تراکم بوته های ذرت از ۴ به ۱۰ بوته در مترمربع، وزن خشک علف های هرز تا ۵۰٪ کاهش یافته است (تولنار و دویر، ۱۹۹۹).

برخی روش های دیگر مبارزه با علف های هرز ذرت عبارتند از :

الف: مبارزه زراعی مانند رعایت تناوب.

ب: مبارزه مکانیکی پیش از مالچ پاشی.

ج: مبارزه شیمیایی: استفاده صحیح از علف کش های موجود در بازار با رعایت راهکارهای مربوطه می تواند به کنترل رضایت بخش علف های هرز در مزرعه ذرت ختم شود.

۱۷-۱- برداشت ذرت

ذرت علوفه ای را در مرحله ای که دانه ها در مرحله خمیری است (۶۰ تا ۷۰٪ رطوبت) به وسیله چاپر برداشت کرده و در شرایط بی هوازی سیلو می کنند (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶). عملکرد ذرت علوفه ای بین ۱۰۰ تا ۱۲۰ تن علوفه تازه در هکتار است. در ارقام زودرس ذرت دانه ای، تشکیل لایه سیاه که ارتباط بین دانه و سایر بخش های بوته را قطع می کند و علامت رسیدن دانه به حداکثر وزن خشک خود است، زودتر انجام می شود. به طور معمول بیشتر ارقام ذرت دانه ای هنگامی که رطوبت بذر نزدیک به ۳۰٪ است، به بلوغ فیزیولوژیک رسیده اند و آماده برداشت هستند (فائو، ۲۰۰۰)، ولی بهترین میزان رطوبت برای برداشت ذرت دانه ای ۲۵٪ می باشد (اسپراگو و دادلی، ۱۹۸۸). رطوبت مناسب برای انبارداری ذرت ۱۴٪ می باشد. به طور معمول چنین رطوبتی در مزرعه هنگام برداشت ذرت به دست نمی آید. بنابراین نیاز به خشک کردن مصنوعی دانه ذرت می باشد. رطوبت دانه ارقام تجاری ذرت، ۱۵/۵٪ است. انبارداری ذرت در هوای سرد و مرطوب باعث خسارت شدید به دانه ها می شود (تولنار و دویر، ۱۹۹۹).

فصل دوم
بررسی منابع

۱-۲- پرایمینگ بذر[15]

پرایمینگ بذر تکنیکی است که به واسطه آن بذور پیش از قرارگرفتن در بستر خود و مواجه با شرایط اکولوژیکی محیط، به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به دست می‌آورند. این امر می‌تواند سبب بروز تظاهرات زیستی و فیزیولوژیکی متعددی در بذر پرایم شده و گیاه حاصل از آن گردد به طوری که این موارد را می‌توان در چگونگی جوانه‌زنی، استقرار اولیه نبات، بهره‌برداری از نهاده‌های محیطی، زودرسی، افزایش کمی و کیفی محصول مشاهده کرد (پیل و نکر، ۲۰۰۱).

تأثیرات عمده پرایمینگ بذر را می‌توان به شرح زیر مورد مطالعه و ارزیابی قرار داد:

۱-۱-۲- تأثیر پرایمینگ بذر بر جوانه‌زنی و استقرار اولیه گیاهچه

گزارش های بسیار زیادی حاکی از بهبود رفتار جوانه‌زنی و شاخص‌های مربوط به آن اعم از متوسط زمان جوانه‌زنی، بنیه بذر، طول ریشه، طول ساقه چه، نرخ جوانه‌زنی و استقرار اولیه در بذور پرایم شده می‌باشد (لی و همکاران، ۱۹۹۸؛ پاررا و کانتلیف، ۱۹۹۱). علت تسریع جوانه‌زنی در بذور پرایم شده می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده مثل آلفا– آمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی در قالب افزایش مقدار ATP، افزایش سنتز RNA و DNA، افزایش تعداد و در عین حال ارتقاء عملکرد میتوکندری‌ها باشد (افضل و همکاران، ۲۰۰۲). در بذور پرایم شده، عملکرد و ساختار غشاء سلولی در مقایسه با بذور شاهد در وضعیت مطلوب‌تری می‌باشد. این موضوع از طریق

[15] Seed priming

مطالعه هدایت الکتریکی عصاره بذری قابل بررسی است، به طوری که تراوش متابولیت‌های درون سلولی از غشاء بذور پرایم شده کمتر بوده و به تبع آن هدایت الکتریکی عصاره این بذور نیز کمتر می باشد. در پی اعمال تیمارهای پیش از کاشت بذر، روی ذرت شیرین، مدت زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی، طول ریشه چه و متوسط زمان ظهور گیاهچه، به طور معنی‌داری بهبود یافت. علاوه بر این، سبز مزرعه و یکنواختی جوانه‌زنی حاصل از این بذور نیز در وضعیت مطلوب و قابل قبولی قرار داشت (پاررا و کانتلیف، ۱۹۹۱).

۲-۱-۲- تأثیر پرایمینگ بذر بر افزایش محصول دانه و بیوماس:

بذور پرایم شده پس از قرار گرفتن در بستر خود زودتر جوانه‌زده و در پی این امر استقرار در گیاهان حاصل از این بذور سریع‌تر، بهتر و در عین حال یکنواخت‌تر انجام می‌پذیرد. در واقع چنین گیاهی در مقایسه با گیاهان به وجود آمده از بذور تیمار نشده در طی زمان کوتاهتری سیستم ریشه‌ای خود را گسترش داده و با جذب مطلوبتر آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های سبز فتوسنتز کننده به مرحله اتوتروفی می‌رسند. تحقق چنین شرایطی به لحاظ زیستی و اکولوژیکی موقعیت ویژه‌ای به گیاهان حاصل از بذور پرایم شده می‌دهد. به طوری‌که این وضعیت امکان بهره‌برداری مناسبتر از نهاده‌های محیطی مثل آب، نور و غیره را به گیاه می‌دهد. همین طور در اثر این شرایط ممکن است توانایی ذاتی گیاه جهت توفق در مجادله‌های رقابتی با گیاهان و موجودات دیگر به لحاظ ویژگی‌های اکولوژیکی حاکم بر این روابط ارتقاء یابد. برآیند این موارد در نهایت می‌تواند منجر به افزایش مدت و سطح فتوسنتزکننده در این گیاهان گردد که متعاقب این امر میزان تثبیت دی اکسید کربن و طبعاً آسیمیلات تولیدی و همین طور ذخیره هیدروکربن‌های غیر ساختاری در ارگان‌های مختلف نبات افزایش یافته و در نتیجه بیوماس تولیدی بیشتر خواهد شد. همچنین از آنجا که بین بیوماس و ذخایر غذایی موجود در پیکره گیاه با تخصیص و قدرت زایشی، ارتباطی تنگاتنگ برقرار است، بر این اساس در

گیاهان مورد بحث به شرط عدم وجود محدودیت مخزن، محصول دانه در مقایسه با تیمار شاهد افزایش خواهد یافت (فینرتی و همکاران، ۱۹۹۲). بر اساس گزارش کلارک و همکاران (۲۰۰۱) اسموپرایمینگ بذر کلزا سبب افزایش قابل ملاحظه تعداد غلاف‌های حاوی دانه می‌گردد. متوسط تعداد غلاف‌ها در گیاهان حاصل از بذور تیمار شده و شاهد به ترتیب ۲۷۷/۹ و ۲۳۰/۶ بود که این موید افزایش ۴۷/۳ غلاف در اثر کاربرد تیمارهای پیش از کاشت بذر در هر بوته می‌باشد. همین طور تأثیر اسموپرایمینگ بر تعداد دانه در غلاف نیز معنی دار بوده و سبب افزایش دانه در غلاف گردید. به طوری که در اثر تأثیر مثبت پرایمینگ بذر، تعداد دانه در غلاف به‌طور متوسط ۴/۹۳ عدد افزایش یافت. با این حال گرچه اسموپرایمینگ بذر، وزن هزار دانه را افزایش داد، اما این مورد به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. در اثر مجموع موارد فوق عملکرد دانه و بیوماس به دست آمده از کاشت بذور پرایم شده کلزا به‌طور معنی‌داری افزایش نشان داد. کلارک و همکاران (۲۰۰۱) طی آزمایشی دوساله در مورد گیاه ذرت مشاهده نمودند که هیدروپرایمینگ در مورد این گیاه می‌تواند عملکرد را به طور متوسط ۱۴ درصد افزایش دهد. برپایه این نتایج محصول گندم ۳۷ درصد، جو ۴۰ درصد، برنج آپلند ۷۰ درصد، ذرت ۲۲ درصد، سورگوم ۳۱ درصد، نخود سفید ۵۶ درصد و ارزن مرواریدی ۵۰ درصد افزایش محصول داشتند. به اعتقاد کولکارنی و اشانا (۱۹۸۸) کاربرد پرایمینگ بذر در ارتباط با ذرت علاوه بر افزایش عملکرد دانه و بیوماس منجر به بهبود کیفیت غذایی دانه نیز می‌شود.

۳-۱-۲- پرایمینگ بذر و زودرسی

یکی از نتایج بسیار متداولی که از پرایمینگ بذر حاصل می‌شود زودرسی و یا پیش‌اندازی دوره‌هایی خاص از چرخه حیاتی گیاه مثل شروع گلدهی، دانه‌بندی، پرشدن دانه‌ها، پنجه‌زنی و غیره می‌باشد (پاررا و کانتلیف،۱۹۹۴). خان (۱۹۹۲) طی گزارشی اعلام داشت ارقام دیررس ذرت تحت تأثیر پرایمینگ بذر در قالب اسموپرایمینگ و هیدروپرایمینگ ۱۲ روز زودتر قابل برداشت می‌باشند. هریس و

همکاران (۲۰۰۱) نیز طی مطالعه‌ای بـر روی تـأثیر پرایمینـگ بـذر بـر روی ذرت در کـشور زیمبـابوه، مشاهده نمودند بوته‌های حاصل از بذور پرایم شده در فاصله زمانی کوتاه‌تـری گـل‌هـای تـاجی خـود را ظاهر می‌کنند. همچنین تشکیل و تکامل بلال‌ها در این گیاهان به‌طور معنی‌داری تسریع گردید.

۴-۱-۲- نقش پرایمینگ بذر در بهبود رفتار جوانه‌زنی تحت شرایط تنش‌های محیطی

براسـاس گـزارش اشـرف و همکـاران (۲۰۰۳) هیـدروپرایمینگ و اسـموپرایمینگ بـذر ارزن مرواریدی با استفاده از نمک طعام و پلی‌اتیلن‌گلیکول باعث بهبود جوانه‌زنی و شاخص‌های مرتبط بـا آن تحت شرایط شوری می‌گردد. علاوه بر این تجمع یون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و کلر در گیاهچه‌های حاصل از بذور تیمار شده، به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش نشان می‌دهد. کاهش آثار مخرب تنش شوری در روند جوانه‌زنی بذوری که پیش از کاشت تیمار شده‌اند را می‌تـوان نتیجـه آب نوشـی اولیـه بـذر در محیط غیرشور دانست. اشرف و رئوف (۲۰۰۱) با مطالعه جوانه‌زنی و روند رشد بذور پـرایم شـده ذرت تحت شرایط شوری؛ بهبود جوانه‌زنـی، افـزایش درصـد کلروفیـل، زودرسـی محـصول و کـاهش تجمـع یون‌های مولد شوری را به ویژه در مراحل اولیه استقرار گیاه در مزرعه گزارش نمودند.

خان (۱۹۹۳) گزارش نمود پرایمینگ بذر می‌تواند تحت شرایط تنش‌های محیطی سبب بهبود روند واکنش‌های فیزیولوژیکی در بذر شده و در نتیجه مقاومت به تنش‌های محیطی در این بـذور را بـه طور قابل ملاحظه‌ای ارتقا دهد. در بذور پرایم شده‌ای که در بستر خود با شرایط تنش‌زا روبـرو هـستند تخریب ماکرومولکول‌ها، اسیدهای هسته‌ای و واکنش‌های اکسیداتیو که منجر بـه تولیـد مـواد سـمی و خسارت‌زایی چون رادیکال‌های آزاد می‌شود به مراتب کمتر از بذور تیمار نشده می‌باشد.

۵-۱-۲- تأثیر پرایمینگ بذر بر بهبود کارایی مصرف آب

میزان رطوبت موجود در بستر بذر به ویژه در ارتباط با بذوری که در بهار جوانه می‌زنند در سطح بالایی می‌باشد. رطوبت خاک غالباً از دو طریق تبخیر و تعرق، تخلیه شده و به صورت بخار وارد اتمسفر می‌شود. در ابتدای فصل رشد به علت تراکم کم پوشش گیاهی، مقدار تبخیر روزانه از خاک در مقایسه با تعرق بسیار زیاد می‌باشد. در اثر این امر مقدار زیادی از رطوبت خاک بدون اینکه توسط گیاه مورد استفاده قرار گیرد از دسترس خارج می‌شود. در اثر کاربرد بذور پرایم شده، مدت زمان جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. در پی این امر گسترش تاج پوشش گیاهی در مزرعه حاصل از کاشت بذور پرایم شده سریع‌تر می‌باشد. این امر در کنار جوانه‌زنی یکنواخت تر این بذور باعث می‌شود که سهم تعرق از تخلیه رطوبتی افزایش یابد. از آنجا که برخلاف تبخیر، تعرق رابطه نزدیکی با تولید آسیمیلات و فتوسنتز دارد، لذا این امر باعث بهبود بهره‌برداری از رطوبت خاک توسط گیاهان استقرار یافته از بذور پرایم شده می‌شود (چانگ و سونگ، ۱۹۹۸).

۶-۱-۲- تأثیر پرایمینگ بذر بر کاهش خسارات ناشی از عوامل بیماری‌زا

موسی و همکاران در سال ۲۰۰۱ طی مطالعه‌ای دوساله بر روی بذر پرایم شده نخود گزارش نمودند پوسیدگی یقه و طوقه ریشه درگیاهانی که از کاشت بذور پرایم شده تولید شده‌اند به طور معنی‌داری کمتر می‌باشد. جهت توجیه تأثیرات مثبت پرایمینگ بذر در کاهش ابتلا به بیماری‌ها و خسارات ناشی از آن‌ها دلایل قطعی و اثبات شده در دست نبوده و در این رابطه مطالعات زیادی در دست انجام می‌باشد (رشید و همکاران، ۲۰۰۴).

۲-۲- انواع پرایمینگ

برای اعمال پرایمینگ روی بذور گیاهان روش های مختلفی در نظر گرفته شده است:

۲-۲-۱- هیدروپرایمینگ[16]

۲-۲-۲- هیدروترمال پرایمینگ[17]

ساده ترین نوع پرایمینگ، هیدروپرایمینگ است. فرایند هیدروپرایمینگ به طور ساده فرایند خیساندن بذرها، خشک کردن سطحی و سپس کاشت آنهاست. این تکنولوژی با ریسک پایین و کم هزینه اکنون توسط کشاورزان پذیرفته شده است و مورد استفاده قرار می گیرد (اقبال و اشرف، ۲۰۰۵).

هیدروپرایمینگ هویج به صورت تجاری در دانمارک و سایر کشورهای اروپایی انجام می شود (جنسن و همکاران، ۲۰۰۵). دانشمندان با استفاده از تکنیک پرایمینگ؛ درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و درصد سبز شدن گیاهان مختلف را تحت تنش شوری افزایش داده اند. اثرات هیدروپرایمینگ باعث افزایش جذب آب و فعالیت آلفا- آمیلاز در بذور گندم و برنج گردیده است (آندو و کوباتا، ۲۰۰۲). هیدروپرایمینگ در بهبود سرعت جوانه زنی تحت شرایط معمولی مزرعه موثر است و نیز تحمل به شوری را افزایش می دهد. همچنین به طور موثری باعث سرعت جوانه زنی بالاتر، استقرار بهتر گیاهچه و عملکرد بالاتر در بسیاری از شرایط زیست محیطی مختلف می شود. بررسی های رشید و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که هیدروپرایمینگ در شرایط زیست محیطی مختلف شامل خاک های شور، شور– سدیک و معمولی باعث افزایش عملکرد دانه و کاه و کلش جو می شود. در آزمایشات مزرعه ای، هیدروپرایمینگ بذور گلرنگ به مدت ۱۲ ساعت باعث افزایش تعداد گیاه در مترمربع، وزن هزار دانه و

[16] Hydropriming
[17] Hydrothermal priming

عملکرد دانه شد (باستیا و همکاران، ۱۹۹۹). آزمایشات هریس و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که هیدروپرایمینگ باعث افزایش عملکرد ذرت می شود.

پرایمینگ بذر در مزرعه که دارای هزینه پایین می باشد از دیرباز توصیه شده است. خیساندن و بخار دادن بذور در آب و دوباره خشک کردن آنها قبل از تکمیل جوانه زنی، فرآیند هیدرو پرایمینگ نامیده می شود که ساده ترین روش برای هیدراته کردن بذور است. اما قبل از ظهور ریشه چه، بذور را از آب خارج می کنند (پیل و نکر، ۲۰۰۱). در هر بذر زمان ظهور ریشه چه متفاوت است. در طول دوره پرایمینگ بذور اگر ریشه چه ظاهر شود با خشک شدن مجدد، بذور آسیب می بینند و اثر ایجاد شده به وسیله پرایمینگ به طور چشمگیری کاهش می یابد.

هیدروترمال پرایمینگ باعث تأمین نیاز حرارتی گیاه شده و رشد و نمو گیاه را پس از کاشت افزایش می دهد (برادفورد، ۱۹۹۵). هیدروپرایمینگ بذور با ایجاد امکان گل دهی سریعتر و افزایش رشد و نمو گیاه می تواند باعث مقاومت گیاهان به خشکی شود (هریس و همکاران، ۲۰۰۱). سوبدی و ما (۲۰۰۵) افزایش فعالیت آنزیمی، جذب مواد غذایی و مقاومت در برابر تنش های محیطی را در آزمایش های خود نشان دادند. در این بررسی هیدرو پرایمینگ بذور گندم و جو، توانست اثر بازدارنده های فعالیت آنزیمی را کاهش داده و باعث افزایش جوانه زنی گردد.

هیدرو پرایمینگ می تواند اثرات منفی شوری بر تمام قندها و قندهای احیایی، لاکتوز، مالاتوز و پرولین را کاهش دهد. به طور مشابه 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 غیرشور شده و بنابراین هیدروپرایمینگ بذر یک تکنولوژی کلیدی و ارزان است که باعث افزایش عملکرد گیاهان در شرایط مختلف محیطی می گردد (هریس و همکاران، ۱۹۹۹). هرچند خیساندن بذر در آب و خشک کردن قبل از کشت ساده ترین روش برای جذب آب می باشد اما یک مشکل مهم این روش این است که می تواند باعث جذب غیر یکنواخت آب و جوانه زنی ناهمگون گردد

(پیل و نکر، ۲۰۰۱) . همچنین خیساندن بذر برای برخی از گونه های گیاهی مناسب نمی باشد، چون جذب سریع آب ممکن است باعث تراوش مواد غذایی داخل بذر به بیرون گردد که نتیجه آن صدمه بذر می باشد. همچنین خیساندن طولانی مدت بذر می تواند مضر باشد، زیرا بذور در گرفتن اکسیژن کافی برای جوانه زنی ناتوان می شوند (خان، ۱۹۹۲). به همین دلیل استفاده از این نوع تیمار در شرایط کنترل شده باید صورت پذیرد.

۳-۲-۲- اسمو پرایمینگ[18]

اسمو پرایمینگ فرآیند خیساندن بذور در معرض هوا با پتانسیل اسمزی آب پایین، برای کنترل مقدار آب جذب شده توسط آنهاست. در طی اسمو پرایمینگ، ترکیبات مفیدی که خواب را می شکنند یا از جهات دیگر نمو بذر را بهبود می بخشند، می توانند در داخل موادی که باعث اسمز می شوند، مخلوط شده و از این طریق وارد بذر شوند. از جمله محلول های به کار رفته می توان به پلی اتیلن گلیکول (دلاکوئیلا و تارانتو، ۱۹۸۶)، کلرید پتاسیم (میسرا و دویبدی، ۱۹۸۰) و نیز اسید مالیک، پورین ها، پیریمیدین ها، کافئین، اوراسیل (دچاندرا، ۱۹۹۹)، قندها، سوربیتول یا مانیتول اشاره نمود. مزیت مهم این روش اینست که پایین بودن پتانسیل اسمزی در محلول های مورد استفاده، اجازه جذب سریع آب به وسیله بذر را نمی دهد و باعث می گردد که بذر به آهستگی آب را جذب نماید و در نتیجه، آن دسته از صدمات ناشی از جذب سریع آب کاهش یابد.

اسموپرایمینگ به صورت معنی داری باعث بهبود جوانه زنی و سبز شدن گیاهچه ها در گونه های مختلف گیاهی، تحت شرایط تنش شوری می گردد (قاسمی و همکاران، ۲۰۰۸). بعنوان مثال؛ پرایمینگ بذور گوجه فرنگی با پلی اتیلن گلیکول ۸۰۰۰ (پتانسیل اسمزی ۰/۸- مگاپاسکال)، جوانه زنی را تحت شرایط شوری افزایش داد (پیل و همکاران، ۱۹۹۱) و اسموپرایمینگ بذور نخود با مانیتول

[18] Osmopriming

موجب افزایش چهار درصدی عملکرد گیاه در شرایط مزرعه گردید (کائور و همکاران، ۲۰۰۵). در بررسی های دلاکوئیلا و تریتو (۱۹۹۰) اسمو پرایمینگ تأثیری بر درصد نهایی جوانه زنی بذور فرسوده نداشت ولی مدت زمان جوانه زنی را کاهش داد.

در شرایط تنش شوری فعالیت های متابولیکی در بذر آغاز شده اما از جوانه زنی بذر جلوگیری می شود (بنت و همکاران، ۱۹۹۲؛ پیل و نکر، ۲۰۰۱). در این روش پتانسیل اسمزی استفاده شده در پرایمینگ بذور معمولاً در محدوده ۰/۸- تا ۱/۶ مگاپاسکال می باشد (خان، ۱۹۹۲). چلیمبی (۱۹۹۲) گزارش داد جذب آب با پتانسیل اسمزی محلول پرایمینگ ارتباط مستقیم دارد. در پرایمینگ بذر، املاح مختلف دارای اثرات متفاوتی بر جوانه زنی بذر بوده و غلظت مواد استفاده شده نیز بر جوانه زنی موثر می باشد.

۴-۲-۲-هالوپرایمینگ [۱۹]

۵-۲-۲- ماتریکوپرایمینگ [۲۰]

۶-۲-۲- ترموپرایمینگ [۲۱]

۷-۲-۲- هورموپرایمینگ [۲۲]

۸-۲-۲- بیوپرایمینگ [۲۳]

[19] Halopriming
[20] Matricopriming
[21] Thermopriming
[22] Hormopriming
[23] Biopriming

۳-۲- پرایمینگ ذرت

در آزمایش های انجام شده به وسیله هریس و موترام (۲۰۰۴)، مشخص گردید که سرعت جوانه زنی در بذور غیرپرایم ذرت به طور ذاتی آهسته تر از بذور پرایم می باشد. بذور پرایم حتی پس از خشک کردن و نگهداری در انبار بازهم سریعتر از بذور غیر پرایم جوانه می زنند. خیساندن بذور برای مدت ۸ تا ۲۰ ساعت در آب، مدت زمان جوانه زنی ۵۰٪ از بذور را از ۸۶ ساعت به ۵۰ ساعت کاهش داد (هریس و همکاران، ۱۹۹۹). کاهش پتانسیل آب از ۰ به ۱۵۰۰- کیلوپاسکال باعث کاهش درصد جوانه زنی ذرت شد (مورونگو و همکاران، ۲۰۰۵). این محققین بیان کردند که بذور پرایم نسبت به بذور غیرپرایم حساسیت کمتری به تنش رطوبتی دارند. پرایمینگ بذر می تواند تا حدی اثرات منفی پایین بودن پتانسیل ماتریک خاک بر روی استقرار گیاه زراعی را خنثی کند.

هریس و همکاران (۲۰۰۴) نتایج حاصل از ۱۴ آزمایش پرایمینگ ذرت را در پاکستان بین سالهای ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۲ بررسی کردند و اظهار داشتند که مدت زمان ۱۶ تا ۱۸ ساعت زمان مطلوب برای پرایمینگ بذور ذرت است که عملکرد دانه را در سطح احتمال ۵٪ به صورت معنی داری از ۱۷٪ به ۷۶٪ ، در ۱۱ آزمایش از ۱۴ آزمایش انجام شده، افزایش داد.

هیدروپرایمینگ بذور ذرت به علت جوانه زنی و سبز شدن سریع و کامل بذور باعث افزایش استقرار خوب گیاهچه ها شده که این مهم ترین خصوصیات تولید محصولات زراعی در مناطق گرم و نیمه خشک و بستر کشت نامطلوب می باشد. پرایمینگ باعث افزایش استقرار گیاه، عملکرد و خنثی نمودن اثرات منفی محیطی می شود (مورونگو و همکاران، ۲۰۰۴b).

هرچند برخی محققین معتقدند اعمال پرایمینگ اثرات متفاوتی بر رشد و واکنش ذرت نسبت به شرایط محیطی دارد. به عنوان مثال فینچ، ساواج و همکاران (۲۰۰۴)، نشان دادند که استفاده از پرایمینگ در کشت ذرت با افزایش حساسیت بذور به تنش گرما سبب کاهش سرعت و درصد جوانه

زنی می گردد. اما تغییر شرایط می تواند از صدمات وارد شده به بذر در زمان جذب آب جلوگیری کند (فینچ- ساواج و همکاران، ۲۰۰۴).

در مقابل، افضل و همکاران (۲۰۰۲) اعمال پیش تیمارهای کاشت شامل هیدروپرایمینگ، هورموپرایمینگ (با ۱۰۰ میلی گرم در لیتر GA3 یا IAA) و نیز هالوپرایمینگ (با ۵۰ میلی مول کلرید کلسیم) به مدت ۲۴ ساعت، بر رشد و جوانه زنی بذور ذرت را مورد بررسی قرار دادند.

نتایج تحقیق آنها نشان داد که اعمال پرایمینگ می تواند درصد جوانه زنی و شاخص جوانه زنی را افزایش داده و مدت زمان لازم برای جوانه زنی و ظهور گیاهچه را کاهش دهد و بدین ترتیب از کاهش رشد اولیه ذرت در دماهای پایین خاک و پتانسیل های آبی پایین، جلوگیری نماید. همچنانکه هیدروپرایمینگ بذور ذرت، زمان جوانه زنی را ۵۰٪ کاهش داد (مورونگو و همکاران، ۲۰۰۴). فوتی و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که استفاده از انواع مختلف محلول های پرایم، جوانه زنی بذر ذرت را در شرایط نیمه خشک ۲۹ تا ۴۳٪ در مقایسه با شاهد افزایش داد. در مقابل، بنت و واترز (۱۹۸۷) بیان کردند که اعمال اسموپرایمینگ در مورد گیاهانی با بذرهای درشت مانند ذرت و سویا، نتیجه مطلوبی بدست نخواهد داد. طبق گزارش هریس و همکاران (۱۹۹۹)، هیدروپرایمینگ بذور ذرت با آب، حد دمایی مورد نیاز برای جوانه زنی بذور ذرت را کاهش می دهد.

باسرا و همکاران (۱۹۸۸) گزارش دادند که پرایمینگ بذر، نوع و ساختار غشاهای جنینی ذرت را تحت تأثیر قرار می دهد. خان (۱۹۹۲) طی گزارشی اعلام داشت، ارقام دیررس ذرت تحت تأثیر پرایمینگ بذر در قالب اسموپرایمینگ و هیدروپرایمینگ، ۱۲ روز زودتر قابل برداشت می باشند. هریس و همکاران (۲۰۰۱) نیز طی مطالعاتی بر روی تأثیر پرایمینگ بذر بر روی ذرت در کشور زیمبابوه، مشاهده نمودند بوته های حاصل از بذور پرایم شده در فاصله زمانی کوتاهتری گل های تاجی خود را ظاهر می کنند. همچنین تشکیل و تکامل بلال ها در این گیاهان به طور معنی داری تسریع گردید. به

اعتقاد کولکارنی و اشانا (۱۹۸۸)، کاربرد پرایمینگ بذر در ارتباط با ذرت علاوه بر افزایش عملکرد دانه و بیوماس، منجر به بهبود کیفیت غذایی نیز می شود.

۴-۲- نقش نیتروژن در گیاهان

نیتروژن یکی از عناصر اساسی در تغذیه گیاهان است و کمبود آن به طور مستقیم به عنوان یکی از مهم ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان محسوب می شود، زیرا نیاز گیاهان به این عنصر بیش از سایر عناصر می باشد (زرین کفش، ۱۳۷۱). نیتروژن ۲ تا ۴٪ وزن خشک گیاهان را تشکیل می دهد. میزان نیتروژنی که به وسیله گیاهان مختلف با توجه به عملکرد آنها برداشت می شود، متفاوت است. غلظت نیتروژن در گیاه بستگی به مقدار نیتروژن خاک، نوع گیاه، اندام گیاهی و مرحله رشد دارد (ملکوتی،۱۳۸۴). هیچ عنصر دیگری به اندازه نیتروژن موجب تحریک رشد رویشی گیاه نمی شود. نیتروژن در ساختمان کلروفیل، برخی ویتامین ها، هورمون ها، غشاهای سلولی و آنزیم ها شرکت دارد (کاظمی اربط، ۱۳۷۸). همچنین نیتروژن موجب افزایش سرعت رشد و شادابی بوته ها می شود (فرجی و میرلوحی، ۱۳۷۵).

۱-۴-۲- کودهای نیتروژنی

نیتروژن به صورت نیترات (NO_3^-)، یون آمونیوم (NH_4^+) و اوره $[Co(NH_2)_2]$ قابل جذب گیاه است. NO_3^- فرم اصلی نیتروژن در خاک بوده و فرمهای NH_3، NH_4^+ و $Co(NH_2)_2$، پس از مدتی کم و بیش کوتاه به صورت NO_3^- در می آیند. تبدیل این فرمها به NO_3- موجب آزاد شدن H^+ گشته و اسیدیته خاک را نقصان می دهد. نیترات آمونیوم ۳۳٪ ازت داشته و هر دو فرم نیتروژن آن قابل جذب گیاه می باشند. NO_3^- چون دارای بار منفی است، جذب کلوئیدهای خاک نشده و در

معرض شستشو از خاک است. اما NH_4^+ چون دارای بار مثبت است جذب کلوئیدهای خاک می گـردد و بتدریج به صورت NO_3^- در می آید.

اوره رایج ترین کود نیتروژنه در ایران است. اوره از ترکیبات آلی به شمار رفته و به همـین فـرم قابل جذب گیاه است. از محلول اوره در محلول پاشی برگ گیاهان نیز استفاده می شود. اوره و نیتـرات آمونیوم را می توان قبل از کاشت محصول و یا به صورت سرک و بعد از آنکه مقـداری رشـد نمـود، بـه خاک داد. سولفات آمونیوم علاوه بر نیتروژن دارای ۲۴٪ گوگرد است. هیـدرات آمونیـوم از حـل کـردن آمونیاک در آب به دست می آید. محلول آمونیوم را قبل از کاشت به وسیله سرنگ هـای مخـصوص در زیر لایه ای از خاک قرار می دهند. آمونیاک مایع دارای درصد زیادی نیتروژن است. آمونیاک مایع را در بشکه های تحت فشار حمل می کنند و به وسیله سرنگ های مخـصوص در خـاک تزریـق مـی کننـد. محلول آمونیاک و به خصوص آمونیاک مایع را بایستی در خاک مرطوب تزریق نمود تا در محلول خاک حل گشته، در خاک به خوبی توزیع گردد، تراکم خاک امکان پـذیر گـشته و نتیجتـاً از فـرار آمونیـاک جلوگیری شود. کودهای اوره، محلول آمونیاک مایع، قابل مصرف در خاک های با اسـیدیته بیـشتر از ۸ نیستند. NH_3 در این گونه خاک ها به صورت گاز درآمده و از خاک خارج می گردد. نیترات کلـسیم و نیترات پتاسیم در محلول های غذایی بعنوان منابع کلسیم و پتاسیم مورد استفاده قرار می گیرند. درصد نیتروژن این کودها کم بوده و کمتر بعنوان منبع نیتروژن مصرف می شوند. فسفات هـای آمونیـوم نیـز درصـد کمـی نیتـروژن دارنـد و بیـشتر بـه عنـوان کـود فـسفره مـورد اسـتفاده قـرار مـی گیرنـد (خواجه پور، ۱۳۷۳).

۲-۴-۲- اوره

اوره $[Co(NH_2)_2]$ دارای حدود ۴۶٪ نیتروژن بوده و بیـشترین غلظـت را در میـان کودهـای نیتروژنی به خود اختصاص داده است. گرچه اوره با توجه به درصد بـالای نیتـروژن و بهـای کـم آن در

مقایسه با سایر کودهای نیتروژنی از نظر واحد نیتروژن مناسب ترین کود به شمار می رود، لکن خاصیت اسیدزدایی چندانی ندارد. بیش از ۹۰٪ نیتروژنی که در مزارع ایران مصرف می شود به صورت اوره می باشد. اوره به صورت دانه ای کوچک و سفیدرنگ عرضه می شود که به آن کود شکری نیز می گویند. اوره برخلاف نیترات آمونیوم خورنده و جاذب رطوبت نبوده و به راحتی با فسفات و پتاسیم، مخصوصاً در شکل دانه ای قابل اختلاط است. اوره به علت استفاده از آن در برگ پاشی، بر دیگر کودهای نیتروژنی برتری دارد. زیادی مصرف کودهای شیمیایی، از جمله اوره پاره ای از خواص فیزیکی خاک را نامطلوب کرده، نسبت C:N خاک را برهم زده و عملیات کشاورزی را در آنها با مشکل مواجه می سازد (کلیج و هوگموئد، ۱۹۹۳).

۵-۲- نقش فسفر در گیاهان

فسفر در ساختمان سلولی و در بسیاری از فعالیت های حیاتی از جمله ذخیره و انتقال انرژی شیمیایی دخالت دارد. فسفر باعث تسریع در رشد و رسیدگی محصول گشته و کیفیت مصرفی بافت های سبزینه ای را افزایش می دهد. فسفر در گیاه به راحتی انتقال می یابد. در صورت کمبود فسفر، انتقال فسفر از برگ های مسن به نفع برگ های جوان انجام می شود و در هنگام تولید مثل نیز به میوه و دانه انتقال می یابد. علائم کمبود فسفر در گیاه اختصاصی نیستند. در صورت کمبود فسفر علائم کلی زیر مشاهده می شوند (خواجه پور، ۱۳۷۳):

۱- رشد ساقه و ریشه به شدت نقصان می یابد.

۲- رشد ساقه مستقیم و باریک است.

۳- تعداد ساقه های فرعی محدود گشته، جوانه های جانبی مرده و یا به خواب می روند.

۴- برگ های مسن به سرعت می ریزند.

۵- گل دادن محدود می شود.

۶- بازشدن برگ ها و جوانه ها در بهار به تأخیر می افتد.

۷- برگ ها ارغوانی گشته و یا روی آنها لکه های آبی مایل به سبز که دارای مراکز ارغوانی یا قهوه ای هستند، به وجود می آیند.

۸- کناره برگ ها قهوه ای می شوند.

گیاهان نسبت به کمبود فسفر قابل جذب در خاک عکس العمل های متفاوتی نشان می دهند. به طور کلی گیاهان جوان به فسفر بیشتری نسبت به گیاهان مسن نیاز دارند. بعلاوه توسعه ریشه در مراحل اولیه رشد محدودتر بوده و تراکم فسفر قابل جذب بیشتری در ناحیه پراکندگی ریشه ضرورت دارد. گیاهان ظرفیت زیادی برای جذب و ذخیره فسفر دارند. گفته می شود که ۵۰٪ فسفر مورد نیاز گیاه طی دوره ای حدود ۲۰٪ اولیه رشد جذب می گردد (خواجه پور، ۱۳۷۳).

فسفر به صورت های HPO_4^{2-} و $H_2PO_4^-$، قابل جذب گیاه می باشد. کمبود فسفر در خاک یکی از پیچیده ترین مسائل در باروری خاک هاست. فسفر در خاک های قلیایی به وسیله کلسیم و منیزیوم و در خاک های اسیدی به وسیله آلومینیم و آهن تثبیت و غیرقابل جذب می گردد. حداکثر محلولیت فسفر در اسیدیته ۶/۵ – ۶ می باشد. حتی در این اسیدیته نیز قسمت اعظم فسفری که به خاک داده می شود، به سرعت تثبیت می گردد و از دسترس فوری گیاه خارج می شود. قسمتی از فسفر تثبیت شده به تدریج آزاد و در اختیار گیاه قرار می گیرد. بعلت تثبیت سریع فسفر است که خطر شسته شدن این عنصر در خاک های زراعی وجود ندارد. معمولاً بیش از ۹۰٪ فسفری که به خاک اضافه می گردد، در محل باقی مانده و حداکثر تا چند سانتی متر در خاک حرکت می کند. تثبیت سریع و عدم حرکت فسفر در خاک باعث می شود که بسیاری از خاک ها با وجود کمبود مقدار فسفر در آنها عکس العملی در مقابل اضافه شدن کود فسفره نشان ندهند. مقدار کمی از فسفر مورد نیاز گیاه نیز از طریق تجزیه هوموس تأمین می گردد (خواجه پور، ۱۳۷۳).

۱-۵-۲- کودهای فسفر

فسفر کودهای شیمیایی معمولاً به صورت فسفات (HPO_4^{2-} و $H_2PO_4^-$) می باشد که فرمهای قابل جذب فسفر هستند. اسید فسفریک نیز که از تجزیه مواد آلی خاک حاصل می شود، قابل جذب گیاه است اما به صورت کود شیمیایی مصرف نمی شود. درصد فسفر کودهای شیمیایی را به صورت درصد P_2O_5 ذکر می نمایند. قسمت اعظم کود فسفره ای که به خاک داده می شود به وسیله کلسیم در خاک های با اسیدیته قلیایی و به وسیله آهن و آلومینیوم در خاک های اسیدی تثبیت می گردد. معمولاً یک چهارم الی یک سوم کود فسفره ای که به خاک داده می شود در سال اول به صورت قابل جذب گیاه باقی می ماند و کل فسفری که طی سال های آینده قابل جذب گیاه می گردد به حدود ۵۰٪ کل فسفر داده شده می رسد. درصدهای مذکور با روش کود دادن، بافت و ترکیب خاک، سوابق کود فسفره در خاک و مقدار کود فسفره ای که داده شده بستگی دارد.

چون حرکت فسفر در خاک بسیار محدود است بایستی کودهای فسفره را قبل از کاشت به خاک داد و آنها را مستقیماً در ناحیه توسعه ریشه قرار داد. حداکثر محلولیت فسفر در اسیدیته ۶/۵-۶ می باشد. بنابراین رساندن اسیدیته خاک به این حدود می تواند در محلولیت و جذب فسفر موثر باشد. تغییر اسیدیته خاک در خاک های اسیدی با اضافه کردن آهک و در خاک های قلیایی با اضافه کردن گوگرد انجام پذیر است. مقدار زیاد کود حیوانی نیز می تواند در نقصان اسیدیته خاک مفید باشد. محلولیت کودهای فسفره نیز متغیر است. ترتیب محلولیت کودهای فسفره را می توان به صورت زیر نوشت :

$$H_3PO_4>NH_4H_2PO_4>(NH_4)_2HPO_4>Ca(H_2PO_4)_2>Ca(H_2PO_4)_2,CaSO_4.2H_2O$$

اسید فسفریک، ۵۴٪ P_2O_5 دارد اما استفاده از این اسید قوی به عنوان کود بدون خطر نیست. امروزه به مصرف کودهای متراکم مانند سوپرفسفات تریپل و فسفات های آمونیوم تمایل نشان داده

می شود. فسفات های اخیر ناخالصی کمی از نظر عناصر مختلف دارند. مـثلاً سوپرفـسفات تریپـل فاقـد گوگرد است اما سوپرفسفات معمولی حدود ۱۴٪ گوگرد و ۲۰-۱۷٪ کلسیم دارد. مصرف کودهای خالص می تواند نیاز به بعضی عناصر دیگر را پیش آورد.

۶-۲- کودهای پتاسیم

کمبود پتاسیم بیشتر در خاک های اسیدی و خاک های شنی دیده می شود اما کمبـود آن در سایر خاک ها و شرایطی که آبیاری انجام و مقدار زیادی محصول برداشت می شود (بخـصوص یونجـه) نیز مشاهده می گردد. اغلب کودهای پتاسیم در آب محلول هستند و نحوه اضافه کردن آنهـا بـه خـاک اهمیت زیادی ندارد. کلرور پتاسیم فراوان ترین ترکیب پتاسیم در طبیعت است. کود کلرورپتاسیم دارای مقدار زیادی K_2O؛ ۶۱-۴۷٪، می باشد. با این حال مصرف کلرورپتاسیم در مواردی که به مقدار زیادی پتاسیم نیاز است، چندان مطلوب نیست زیرا احتمال مسمومیت ناشی از فراوانـی کلـر پـیش مـی آیـد. مقدار کمی کلر برای توتون و پنبه لازم است، اما زیادی کلر در خاک موجب آب دار شـدن غـده سـیب زمینی و نقصان کیفیت توتون می گردد. نیترات پتاسیم دارای ۴۳٪، K_2O است اما کودی گران قیمت می باشد. سولفات پتاسیم معمول ترین کود پتاسیم است. پتاسیم از تجزیه اولیه بقایای گیاهی نیـز بـه خاک اضافه می شود اما هوموس خاک بعنوان منبع قابل توجه پتاسیم به شمار نمی رود زیرا پتاسیم به وسیله مواد آلی تثبیت نمی گردد. خاک هایی که مقدار زیادی رس از نوع ورمی کولایت و ایلیت دارند، پتاسیم را تثبیت می کنند. پتاسیم تثبیت شده با پتاسیم محلول در خاک در حـال تعـادل اسـت و بـه عنوان ذخیره پتاسیم خاک محسوب می شود. در صورتی که شدت تثبیت زیاد باشد بایـستی گـوگرد را به صورت نواری و قبل از کاشت در خاک قرار داد (خواجه پور، ۱۳۷۳).

فصل سوم
مواد و روشها

۳-۱- بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ (SC704)

این هیبرید در طبقه بندی سازمان خواربار و کشاورزی در گروه ۷۰۰ قرار می گیرد و زمان لازم از کاشت تا برداشت آن ۱۳۵ تا ۱۴۰ روز است. یکی از جدیدترین و بهترین هیبریدهایی است که در یوگسلاوی بدست آمده، دو منظوره و بیشتر به صورت دانه ای مورد استفاده قرار می گیرد. تولید محصول آن عالی و حدود ۶ تا ۹ تن دانه است و در صورتیکه برای تولید علوفه کشت شود حدود ۷۰ تا ۸۰ تن عملکرد علوفه در هکتار دارد. ارتفاع بوته ۲۸۵ سانتی متر، طول بلال ها ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر، ردیف دانه ها ۱۴ تا ۱۶ و رنگ چوب بلال، قرمز روشن است. دانه ها فرم دندان اسبی داشته و رنگ دانه زرد روشن است. این هیبرید به خشکی نسبتاً مقاوم و به بیماریهای قارچی نیز مقاومت نسبی دارد. این هیبرید برای کلیه نقاط ایران قابل توصیه است و میزان بذر لازم ۱۸ تا ۲۰ کیلوگرم در هکتار می باشد.

۳-۲- پرایمینگ بذر

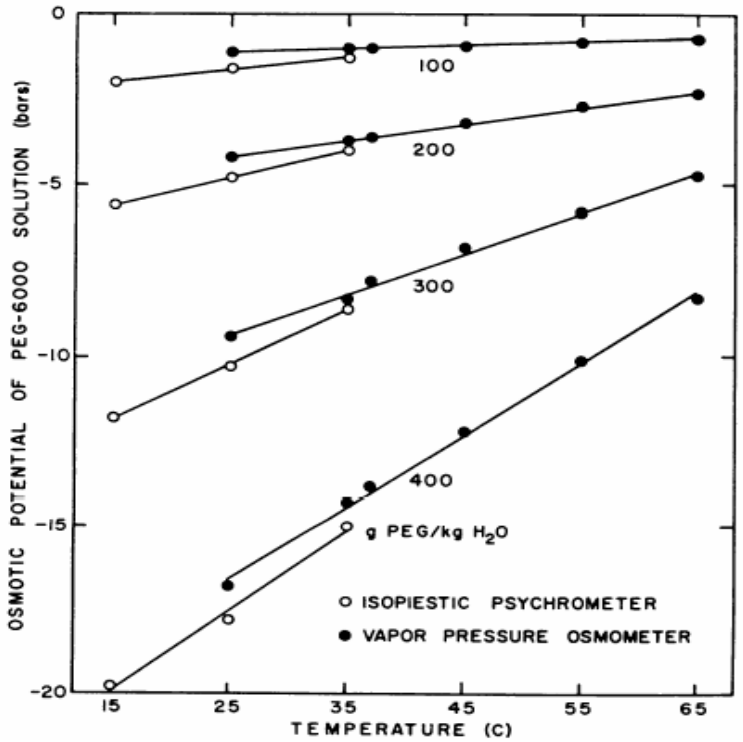
۳-۲-۱- هیدروترمال پرایمینگ

پرایمینگ بذر به صورت هیدروترمال پرایمینگ روی رقم ذرت SC704 در آزمایشگاه انجام گرفت. یک سوم بذور (۱/۶۶ کیلوگرم) ذرت برای مدت ۲۴ ساعت در ۵۰٪ وزنی آب غوطه ور شد، به صورتی که سطح آب ۲ سانتیمتر بالای بذور قرار داشت تا بذور شروع به جذب آب نمایند (هریس، ۱۹۹۶). سپس بذور را از آب خارج کرده و برای مدت ۲۴ ساعت در سایه و در دمای اتاق قرار دادیم تا کاهش رطوبت صورت گیرد. پس از خشک شدن، بذور در ورق آلومینیوم پیچیده شدند تا از آلودگی در

زمان اجرای هیدروترمال پرایمینگ جلوگیری شود. سپس جهت القای درجه روزرشد، بذور به مدت ۲۰ روز در داخل انکوباتور در درجه حرارت ثابت ۲۷ درجه سانتیگراد قرار داده شدند.

۲-۲-۳- اسموپرایمینگ

ابتدا در آزمایشگاه با استفاده از PEG-6000 (پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰) محلولی با پتانسیل اسمزی ۸- بار تهیه کردیم. به این شکل که ۳۰۰ گرم از ماده PEG را در یک کیلوگرم آب مقطر ریخته و آن قدر هم زدیم که ذرات کاملاً در محلول حل بشوند، سپس یک سوم بذور (۱/۶۶ کیلوگرم) ذرت را در داخل محلول ریخته و آن را به مدت ۲۴ ساعت در ژرمیناتور با دمای ۳۵ درجه سانتیگراد قرار دادیم. با کمک شکل (۱-۳) و جدول (۱-۳) تأثیر دما و غلظت بر پتانسیل محلول PEG-6000، اندازه گیری شده با دو تکنیک محاسبه و اعمال شد.



شکل ۱-۳- اندازه گیری تأثیر دما و غلظت بر پتانسیل محلول PEG-6000 با دو تکنیک (مایکل، ۱۹۸۳).

۳-۳- زمان و محل اجرای آزمایش

این آزمایش در سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی بسطام، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود به اجرا در آمد.

۳-۴- موقعیت شهرستان شاهرود از نظر جغرافیایی

شهرستان شاهرود در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه طول شمالی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۴۹/۱ متر است.

۳-۵- ویژگی های آب و هوایی

بر اساس تقسیم بندی های اقلیمی، منطقه بسطام دارای اقلیم سرد و خشک است. میانگین بارندگی سالانه بین ۱۶۰ – ۱۵۰ میلی متر بوده و بارندگی ها عمدتاً در فصل بهار و پاییز رخ می دهد. بر اساس اطلاعات ثبت شده در ایستگاه هواشناسی شاهرود، میانگین سالانه دما در این منطقه ۱۴/۴ درجه سانتیگراد گزارش شده است. میزان بارندگی، متوسط درجه حرارت، متوسط رطوبت نسبی، تعداد ساعات آفتابی و حداکثر سرعت باد در ماههای اجرای آزمایش در سال ۱۳۸۷ در جداول زیر آمده است:

جدول ۱-۳- میزان بارندگی در ۹ ماه اول سال ۱۳۸۷ برحسب میلی متر

فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
۱۲/۵	۳/۸	۱/۵	۳	۰	۴/۸	۷/۶	۳	۲۵

جدول ۲-۳- متوسط درجه حرارت در ۹ ماه اول سال ۱۳۸۷ برحسب درجه سانتیگراد

فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
۱۳/۹۳	۱۸/۲۳	۲۱/۷۴	۲۴/۳۱	۲۳/۷۱	۲۱/۱۵	۱۶/۴۵	۶/۹۵	۳/۵

جدول ۳-۳- متوسط رطوبت نسبی در ۹ ماه اول سال ۱۳۸۷ برحسب درصد

فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
۴/۱۳	۴۰/۷۶	۴۲/۹۱	۳۹/۴۳	۴۰	۴۴	۴۶/۴۷	۵۷/۳۵	۶۶

جدول ۴-۳- تعداد ساعات آفتابی در ۹ ماه اول سال ۱۳۸۷ برحسب ساعت

فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
۲۰۳/۱۵	۲۷۷/۶۵	۳۷۶/۲۵	۳۷۲/۱	۳۹۶/۲۵	۳۰۳/۱۵	۲۷۶/۴۵	۲۱۰/۱۵	۱۷۸/۷

جدول ۵-۳- حداکثر سرعت باد در ۹ ماه اول سال ۱۳۸۷ برحسب متر بر ثانیه

فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
۲۰	۲۰	۲۰	۲۸	۲۸	۲۸	۱۶	۱۲	۲۰

۳-۶- 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 سانتیمتری در ۱۰ نقطه از خاک مزرعه نمونه برداری صورت گرفت. به همین منظور محوطه کشت را به صورت مشبک فرض کرده و از هر نقطه معادل یک کیلوگرم خاک جدا شد. 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 را حذف کردیم. نهایتاً یک نمونه یک کیلوگرمی که در برگیرنده کل نمونه هاست به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج

تجزیه شیمیایی خاک در جدول ۶-۳ نشان داده شده است. با توجه به تجزیه مکانیکی و درصد هریک از اجزای خاک، بافت خاک از نوع لومی تعیین گردید.

جدول ۶-۳- نتایج آزمون خاک مزرعه دانشکده کشاورزی در بسطام

عوامل مورد تجزیه	نتیجه آزمون
قابلیت هدایت الکتریکی (EC) (ds/m2 : دسی زیمنس بر مترمربع)	۰/۶۹
اسیدیته خاک (pH)	۷/۹۹
درصد کربن آلی	۰/۱۹
درصد مواد آلی	۰/۳۳
کلسیم و منیزیوم (meq/l)	۵۵
کلسیم قابل جذب (meq/l)	۳۳
منیزیوم قابل جذب (meq/l)	۲۲
نیتروژن قابل جذب (ppm)	۰/۰۴
فسفر قابل جذب (ppm)	۱۰
پتاسیم قابل جذب (ppm)	۴۰

۳-۷- تناوب زراعی

همانطور که می دانیم آگاهی از نوع کشت گیاهان سالهای گذشته از اهمیت بالایی برخوردار است. تناوب زراعی محدوده زیر کشت طی سه سال قبل در جدول ۷-۳ ارائه شده است:

جدول ۷-۳- تناوب زراعی در محدوده محل اجرای طرح

تناوب زراعی	سال جاری (۸۷)	سال قبل (۸۶)	دو سال قبل (۸۵)	سه سال قبل (۸۴)
کشت پائیزه	نکاشت	نکاشت	نکاشت	نکاشت
کشت بهاره	ذرت	ذرت	ذرت	نکاشت

۸-۳- مشخصات طرح آزمایشی

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام گرفت. عوامل مورد بررسی در این طرح عبارتند از :

الف- فاکتور اول: پرایمینگ بذر در سه سطح:

۱- بذور پرایم نشده (عدم پرایم) (S1).

۲- اسمو پرایمینگ (با ایجاد پتانسیل اسمزی ۸- بار توسط پلی اتیلن گلیکول PEG-6000) (S2).

۳- هیدروترمال پرایمینگ (با استفاده از آب و درجه حرارت ویژه ۲۷ درجه سانتیگراد) (S3).

ب- فاکتور دوم: کود فسفره (فسفات آمونیوم) در چهار سطح:

۱- ۰ کیلوگرم درهکتار (P1).

۲- ۱۵۰ کیلوگرم درهکتار (P2).

۳- ۳۰۰ کیلوگرم درهکتار (P3).

۴- ۴۵۰ کیلوگرم درهکتار (P4).

زمین دارای طول ۴۸ متر و عرض ۳۲ متر، به مساحت ۱۵۳۶ مترمربع بود که از چهار بلوک (۸m×۴۸m) ۳۸۴ متر مربعی و هر بلوک از ۱۲ کرت (۸m×۴m) ۳۲ مترمربعی و هر کرت از چهار ردیف کاشت به فاصله ۷۵ سانتیمتر از یکدیگر و طول ۸ متر تشکیل شد. فاصله دو بوته روی خطوط

کشت ۲۰ سانتیمتر و عمق کاشت بذر ۷ سانتیمتر در نظر گرفته شد. مرز بین کرت ها با یک پشته نکاشت مشخص شد. به طور خلاصه می توان این طور بیان کرد که زمین طرح آزمایشی ۱۵۳۶ مترمربع بود که به ۴ بلوک ۳۸۴ مترمربعی و ۴۸ کرت ۳۲ مترمربعی تقسیم گردید و در هر کرت ۱۶۰ بوته و در کل زمین ۷۶۸۰ بوته، معادل ۵۰۰۰۰ بوته در هکتار کاشته شد.

۱ S1P1	۲ S1P2	۳ S1P3	۴ S1P4	۵ S2P1	۶ S2P2	۷ S2P3	۸ S2P4	۹ S3P1	۱۰ S3P2	۱۱ S3P3	۱۲ S3P4
۱۳ S3P4	۱۴ S2P4	۱۵ S3P3	۱۶ S1P2	۱۷ S2P3	۱۸ S1P4	۱۹ S1P3	۲۰ S1P1	۲۱ S3P1	۲۲ S2P2	۲۳ S3P2	24 S2P1
۲۵ S1P2	۲۶ S2P1	۲۷ S3P3	۲۸ S1P1	۲۹ S1P4	۳۰ S2P2	۳۱ S2P3	۳۲ S2P4	۳۳ S1P3	۳۴ S3P1	۳۵ S3P4	۳۶ S3P2
۳۷ S1P4	۳۸ S2P4	۳۹ S3P3	۴۰ S3P2	۴۱ S1P1	۴۲ S2P1	۴۳ S3P1	۴۴ S1P3	۴۵ S2P3	۴۶ S2P2	۴۷ S3P4	۴۸ S1P2

شکل ۲-۳- نقشه کشت.

S1: عدم پرایمینگ.
S2: اسموپرایمینگ.
S3: هیدروترمال پرایمینگ.
P1: بدون کود فسفره.
P2: ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره.
P3: ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره.
P4: ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره.

۹-۳- آماده سازی زمین و کوددهی

به منظور آماده سازی زمین یک شخم عمیق در پاییز و یک شخم سطحی در بهار انجام گردید. سپس مقدار ۳۰ کیلوگرم کود اوره $[Co(NH_2)_2]$، معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود پتاس به مقدار ۱۵ کیلوگرم $[K_2So_4]$، معادل ۱۰۰ کیلوگرم درهکتار، به زمین اضافه شد و به کمک دیسک با

خاک مخلوط گردید. با استفاده از لولر نیز عمل تسطیح صورت پذیرفت. سپس توسط شیاربازکن (که دارای ۳ شیارکش به فاصله ۷۵ سانتیمتر از یکدیگر بود) زمین را شیار زدیم و به صورت جوی و پشته درآوردیم. آنگاه توسط نهرکن نهرهای آبیاری به عرض ۱/۵ متر ایجاد شد. آنگاه پته بندی شیارها و نهرها را انجام دادیم و توسط بیلچه بر روی پشته ها شیاری به عمق ۱۰ سانتیمتر کندیم و ابتدا کود فسفات را بصورت نواری کف شیار طبق نقشه کشت در سطوح مختلف قرار دادیم و بعد روی آن تقریباً در عمق ۷ سانتیمتری بذرها را به فاصله ۲۰ سانتیمتر از همدیگر و در هر نقطه ۲ بذر کاشتیم. همچنین یادآوری می شود که کود نیتروژن در مرحله ۸-۶ برگی به صورت سرک به میزان ۳۰ کیلوگرم (۲۰۰ کیلوگرم درهکتار) به زمین اضافه شد.

تاریخ کاشت رایج در منطقه برای ذرت اواسط اردیبهشت تا اوایل خردادماه می باشد. اما در این آزمایش برای بررسی تأثیرات پرایمینگ بذر بر روی شاخص های فیزیولوژیک رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و به علت واقع شدن به عنوان محصول دوم، کاشت در هفته آخر تیرماه انجام گرفت.

۱۰-۳- عملیات داشت

۱-۱۰-۳- آبیاری

پس از کاشت ذرت بلافاصله آبیاری سنگینی به صورت نشتی انجام شد، به گونه ای که پشته ها کاملاً خیس شده و سیاه شدند. آبیاری های بعدی هم در طول فصل رشد به طور منظم هر هفت روز یکبار انجام گردید.

۲-۱۰-۳- مبارزه با علف های هرز و دفع آفات و بیماری ها

در مرحله ۸-۶ برگی ذرت قبل از کودپاشی سرک ذرت، سمپاشی با سم 2,4,D+MCPA به میزان ۲ لیتر در هکتار جهت از بین بردن علف های هرز برگ پهن مزرعه انجام گرفت. پیش از این یک

مرحله وجین علف های هرز به صورت دستی صورت گرفته بود. از مهمترین علف های هـرز موجـود در مزرعه می توان به خردل وحشی، تاجریزی، خارشتر و پیچک صحرایی اشاره کرد.

آفت و بیماری خاصی در طول فصل رشد، مشاهده نگردید.

۳-۱۰-۳- واکاری و تنک

حدوداً دو هفته پس از کاشت، عمل واکاری در نقاطی که بذور سبز نشده بودند، صورت گرفـت و همزمان در نقاطی که هر دو بذر کشت شده سبز گردیده بودند، عمل تنک صورت گرفت و بوته های ضعیفتر حذف گردید.

۳-۱۱- نمونه برداری و اندازه گیری ها

با توجه به زمان کاشت، اولین نمونه برداری در اوایل شهریورماه صورت گرفـت و نمونـه گیـری های بعدی هر ۱۵ روز یکبار انجام شد. در هر مرحله نمونه برداری از هر کرت آزمایشی، چهـار بوتـه بـا احتساب حاشیه مطلوب کناره های کرت، به نحوی انتخاب شدند که بتواند تا حـد زیـادی خـصوصیات واحد آزمایشی مربوطه را نشان دهند. قطع بوته ها از سطح خاک و از ناحیه طوقه انجـام مـی گرفـت. سپس بوته ها در پاکت های کاغذی شماره گذاری شده قرار گرفته و به آزمایـشگاه منتقـل شـدند و در آنجا قسمت های مختلف گیاه جدا گشته و صفات زیر مورد ارزیابی قرار گرفتند:

۳-۱۱-۱- سطح برگ

اندازه گیری سطح برگ با دست و با استفاده از رابطه (بیشترین طول برگ × بیـشترین عـرض برگ × ۰/۷۵) انجام گرفت.

۲-۱۱-۳- تعداد برگ

برگ هایی که حداقل به ۵۰٪ سطح کامل خود رسیده بودند، شمارش شدند.

۳-۱۱-۳- طول ساقه

ارتفاع گیاه از ناحیه طوقه (محل برش) تا نوک خوشه اصلی بعنوان طول ساقه (ارتفاع گیاه) برحسب سانتیمتر اندازه گیری شد.

۴-۱۱-۳- وزن خشک گیاه

پاکت های شماره دار محتوی گیاه در داخل آون (به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد) 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 شدند.

۱۲-۳- برآورد شاخص های رشد

۱-۱۲-۳- شاخص سطح برگ [۲۴] (LAI)

واتسون در سال ۱۹۷۴ واژه شاخص سطح برگ را این طور تعریف نموده است: نسبت سطح برگ محصول به سطح زمینی که محصول روی آن سایه می اندازد. از آنجا که تشعشع خورشیدی به طور یکنواختی روی سطح زمین پخش می شود، لذا LAI یک معیار تقریبی از مساحت برگها در واحد سطح است که تشعشع خورشید برای آنها قابل دسترس می باشد. اندازه گیری شاخص سطح برگ در طول رشد گیاه انجام شد و سطح برگ چهار بوته از هر کرت آزمایشی در بین دو ردیف وسط در شش مرحله از رشد گیاه اندازه گیری شد.

[24] Leaf Area Index

۲-۱۲-۳- سرعت رشد گیاه [۲۵] (CGR)

با معناترین واژه تجزیه و تحلیل رشد در جوامع گیاهی، سرعت رشد گیاه (CGR) است که نمایانگر میزان تجمع ماده خشک در گیاهان در یک واحد زمانی مشخص در واحد سطح خاک می باشد. برای محاسبه این شاخص رشد هر ۱۵ روز یکبار نمونه برداری با حذف حاشیه ها از خطوط میانی واحدهای آزمایشی انجام شد و بوته های برداشت شده در آون در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و پس از ۴۸ ساعت وزن خشک آنها اندازه گیری شد و با استفاده از رابطه زیر سرعت رشد گیاه در مترمربع برای آنها محاسبه شد:

$$CGR=(W2-W1)/(T2-T1)$$

W2 = وزن خشک بوته ها در نمونه برداری دوم

W1 = وزن خشک بوته ها در نمونه برداری اول

T2-T1 = زمان بین دو نمونه برداری

۲-۱۲-۳- سرعت رشد نسبی [۲۶] (RGR)

سرعت رشد نسبی (RGR)، بیان کننده وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در یک فاصله زمانی است که در هر بار نمونه برداری طبق معادله زیر محاسبه گردید :

$$RGR=(LnW2-LnW1)/(T2-T1)$$

[25] Crop Growth Rate
[26] Relative Growth Rate

۴-۱۲-۳- ماده خشک کل [۲۷] (TDM)

جهت تعیین این صفت بوته های برداشت شده از سطح سه مترمربع واقع در خطوط مرکزی هر کرت (با احتساب حاشیه ها) بعد از خشک شدن در آون توزین شدند و سپس وزن مربوطه بر مبنای رطوبت ۱۴٪ محیط به گرم در مترمربع بیان شد.

۵-۱۲-۳- سرعت اسیمیلاسیون خالص [۲۸] (NAR)

سرعت اسیمیلاسیون خالص (NAR) عبارت است از سرعت تجمع ماده خشک در واحد سطح برگ در زمان معین. در واقع این صفت معیاری از مدل کارآیی فتوسنتزی برگ ها در یک جامعه گیاهی می باشد که از تقسیم سرعت رشد گیاه بر شاخص سطح برگ در هر بار نمونه برداری محاسبه گردید.

$$NAR=CGR/LAI$$

۱۳-۳- تجزیه و تحلیل اطلاعات

تحلیل داده های حاصل از آزمایش و نمونه برداری های مختلف به روش تجزیه و تحلیل واریانس با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت. میانگین صفات مورد بررسی به روش آزمون حداقل اختلاف معنی دار (LSD) مقایسه شدند. اشکال آزمایش با استفاده از نرم افزار EXCEL رسم شد.

[27] Total Dry Matter
[28] Net Assimilation Rate

فصل چهارم
نتایج و بحث

۱-۴- صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد

۱-۱-۴- ارتفاع بوته

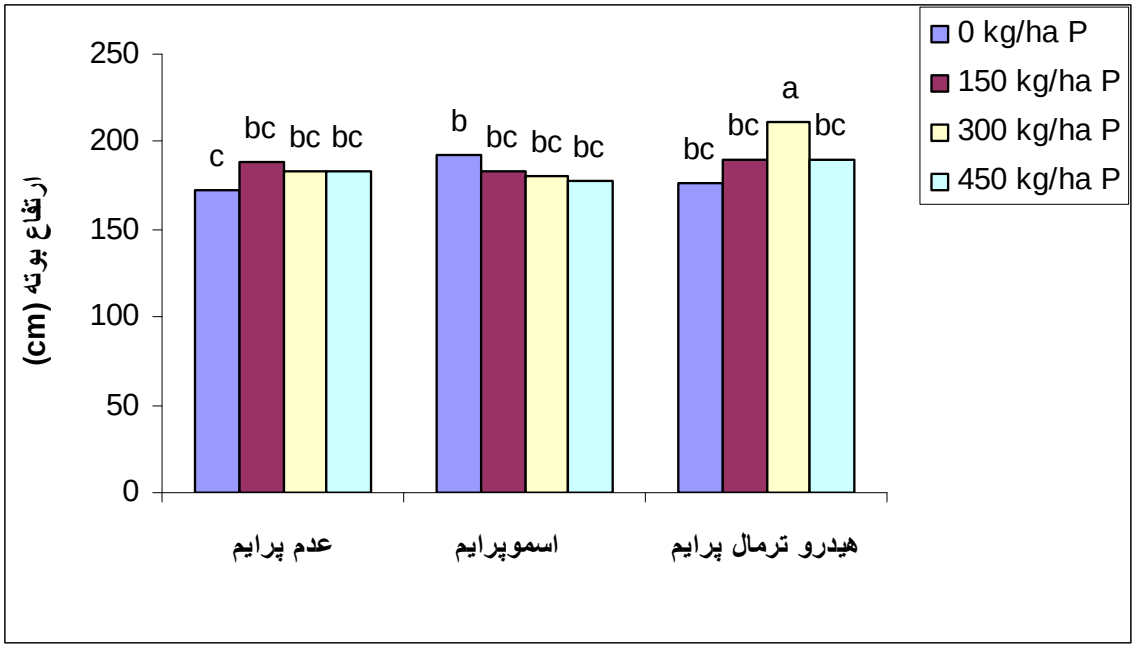
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱-۴) بیانگر تأثیر معنی دار پرایمینگ و کود و اثرات متقابل آنها بر ارتفاع بوته بود. مقایسه میانگین ها نشان می دهد که هیدروترمال پرایمینگ، ارتفاع بوته را به طور معنی داری (در سطح احتمال ۵٪) نسبت به شاهد (عدم پرایم) افزایش داده است ولی تفاوت معنی داری بین هیدروترمال پرایمینگ و اسموپرایمینگ و همچنین بین تیمار اسموپرایم و عدم پرایم مشاهده نشد. مقایسه میانگین ها نشان می دهد که کاربرد کود فسفر به میزان ۳۰۰ kg/ha ارتفاع بوته ذرت را به طور معنی داری (در سطح احتمال ۵٪) نسبت به شاهد (عدم کاربرد کود فسفر) افزایش داده است ولی تفاوت معنی داری بین سایر سطوح مشاهده نمی شود. اثر متقابل پرایمینگ و کود فسفر معنی دار شد. مقایسه میانگین ها (شکل ۱-۴) نشان دهنده تفاوت معنی دار تیمار هیدروترمال پرایمینگ در سطح کودی ۳۰۰ kg/ha با سایر سطوح و همچنین تیمار اسموپرایم با تیمار عدم پرایم در سطح کودی شاهد می باشد. بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار هیدروترمال پرایم در سطح کودی ۳۰۰ kg/ha فسفر به مقدار ۲۱۱/۲۵ سانتیمتر و کمترین ارتفاع مربوط به تیمار شاهد (عدم پرایم – عدم مصرف کود فسفر) به مقدار ۱۷۲/۵ سانتیمتر بود.

ارتفاع نهایی گیاه معمولاً تحت تأثیر عوامل ژنتیکی می باشد ولی محیط نیز ارتفاع بوته را تحت تأثیر قرار می دهد. ارتفاع بوته جزء مهمی در تعیین عملکرد دانه نمی باشد ولی احتمالاً ارقام با ارتفاع بلندتر، ماده خشک بیشتری تولید می کنند.

هریس (۲۰۰۶) بیان داشت که گیاهان پرایم دارای ارتفاع بیشتری در مقایسه با گیاهان غیرپرایم می باشند. پرایمینگ بذور برنج موجب رویش گیاهان سالم تر با وزن خشک و ارتفاع بیشتر گیاه، در مقایسه با گیاهان غیر پرایم گردید.

هریس (۲۰۰۶) بیان نمود که گیاهان پرایم می توانند ارتفاع بیشتری در مقایسه با گیاهان غیرپرایم تولید نمایند. همچنین هریس و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که اعمال پرایمینگ بر ۱۰ رقم مختلف برنج سبب تولید بوته هایی با ارتفاع بیشتر گردید (۱۰۸ سانتیمتر در مقایسه با ۹۴ سانتیمتر در تیمار شاهد).

افزایش ارتفاع بوته، مقدار کلروفیل و عملکرد با اعمال پرایمینگ در سورگوم در مقایسه با شاهد توسط برخی محققین گزارش شده است (کادیری و هوساینی، ۱۹۹۹).



شکل ۱-۴- اثر متقابل تیمارهای پرایمینگ و سطوح کودی فسفر بر ارتفاع بوته

۴-۱-۲- تعداد برگ در بوته

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱-۴) بیانگر عدم تأثیر معنی دار پرایمینگ و کود فسفر و اثر متقابل آنها بر تعداد برگ در بوته بود. مقایسه میانگین ها نشان داد بیشترین و کمترین تعداد برگ در بوته به ترتیب مربوط به تیمار هیدروترمال پرایمینگ با سطح کودی ۳۰۰ kg/ha و تیمار اسمو پرایمینگ با همان سطح کودی فسفر بود.

هریس (۲۰۰۶) افزایش تعداد برگ را در گیاهان پرایم شده در مقایسه با گیاهان پرایم نشده، مشاهده کرد.

۴-۱-۳- سطح برگ

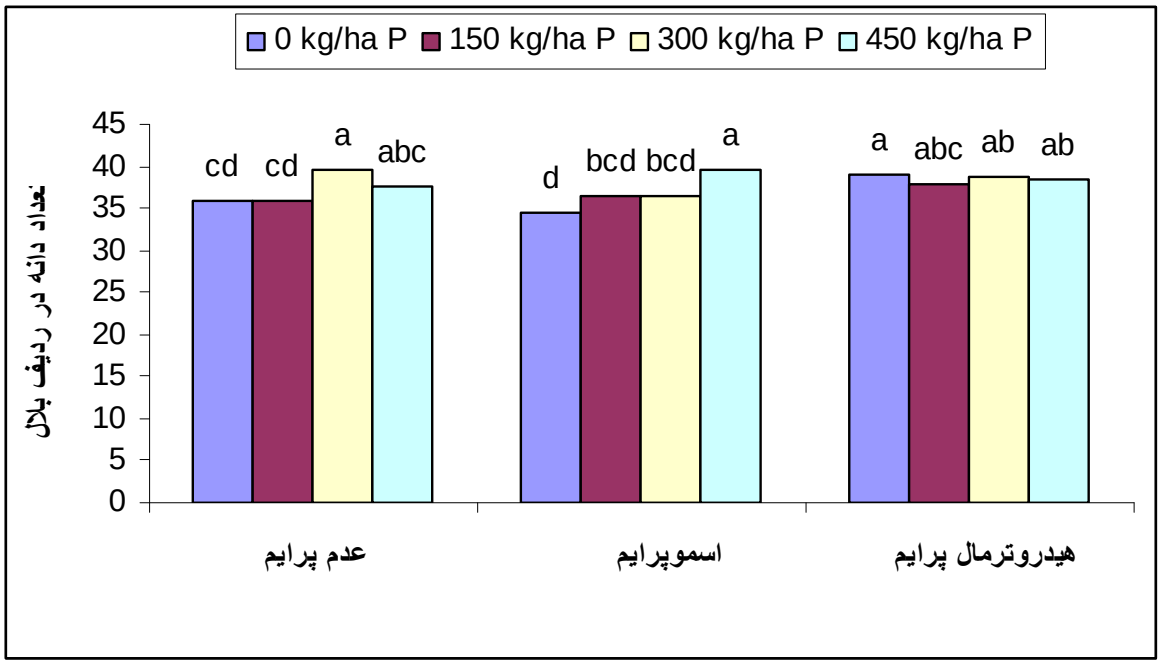
جدول تجزیه واریانس حاکی از عدم تأثیر معنی دار پرایمینگ، کود فسفر و اثر متقابل آنها بر میزان سطح برگ بوته می باشد (جدول ۱-۴). جدول مقایسه میانگین ها نشان می دهد که بیشترین و کمترین سطح برگ به ترتیب مربوط به تیمار هیدروترمال پرایم با مصرف ۳۰۰ kg/ha کود فسفر به مقدار ۳۹۵۷/۵ سانتیمتر مربع و همین تیمار بدون مصرف کود فسفر به مقدار ۳۳۷۰ سانتیمتر مربع بود.

۴-۱-۴- تعداد دانه در ردیف بلال

مطابق نتایج بدست آمده در جدول تجزیه واریانس (جدول ۱-۴)، پرایمینگ، کود فسفر و اثر متقابل پرایمینگ و کود اثر معنی داری بر صفت تعداد دانه در ردیف بلال داشت. در مقایسه میانگین ها مشاهده شد که هیدروترمال پرایم، تعداد دانه در ردیف بلال را به طور معنی داری نسبت به اسموپرایم و شاهد افزایش داد. همچنین مقایسه میانگین ها نشان داد که سطوح کودی فسفر ۳۰۰ و ۴۵۰ kg/ha به طور معنی داری نسبت به سطوح کودی فسفر شاهد و ۱۵۰ kg/ha افزایش تعداد دانه در ردیف بلال

را باعث شد. اثر متقابل کود فسفر و پرایمینگ بذر بر تعداد دانـه در هـر ردیـف بـلال معنـی دار بـود و حداکثر آن در تیمارهای هیدروترمال پرایم بدون مصرف کود فسفر، اسموپرایم با مصرف ۴۵۰ kg/ha و عدم پرایم با مصرف ۳۰۰ kg/ha فسفر مشاهده گردید (شکل ۲-۴).

رشید و همکاران (۲۰۰۴) و هـریس و همکـاران (۲۰۰۷) افـزایش تعـداد دانـه در غـلاف را در گیاهان حاصل از بذور پرایم و تعداد دانه در ردیف بـلال را در نتیجـه پرایمینـگ بـذر گـزارش کردنـد. سوبدی و ما (۲۰۰۵) نیز نشان دادند که تعداد بذور در غلاف و عملکرد هر گیـاه در بـذور پـرایم شـده نخود (با آب و مانیتول ۴٪) در مقایسه با بذور پرایم نشده بیشتر بود. در تحقیق الیوا (۱۹۸۹) مـشخص شد که پیش تیمار بذور سویا با محلول ۰/۲۵ مولار $CaCl_2$ برای مدت ۲۴ ساعت، سبب افزایش تعداد دانه و کاهش تعداد غلاف های بدون بذر شد اما تأثیری بر وزن صد دانه نداشت. همچنـین ایـن تیمـار سبب افزایش میزان نیتروژن و کاهش محتوای Na^{+}, K^{+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+} در بذور نارس گردید. آلدوسکیو و ابراهیم (۲۰۰۰) نشان دادند که افزایش عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا در تیمار بذور با اسید شیکیمیک در نتیجه افزایش تعداد غلاف در بوته، طول غلاف و تعداد دانه در غلاف بود.



شکل ۲-۴- اثر متقابل تیمارهای پرایمینگ و سطوح کودی فسفر بر تعداد دانه در ردیف بلال

۴-۱-۵- تعداد ردیف دانه در بلال

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می دهد که پرایمینگ، کود فسفر و اثر متقابل این دو فاکتور بر صفت تعداد ردیف دانه در بلال اثر معنی داری نداشت (جدول ۱-۴). در مقایسه میانگین های اثر متقابل پرایمینگ و کود فسفر اختلاف معنی داری به لحاظ آماری مشاهده نشد و بیشترین و کمترین تعداد ردیف دانه در بلال به ترتیب در تیمار اسموپرایمینگ در سطوح کودی ۴۵۰ kg/ha و عدم مصرف کود فسفر به دست آمد.

کوچکی و بنایان (۱۳۷۳) تعداد ردیف در بلال را یک صفت ژنتیکی با ثبات بالا گزارش نمودند که به میزان کمی تحت شرایط محیطی و مدیریتی در سطح مزرعه قرار می گیرد. هرچند در این مورد استثنائاتی قابل مشاهده است. به عنوان مثال هریس و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی تأثیر پرایمینگ بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت گزارش کردند که اعمال این تیمار سبب افزایش تعداد ردیف دانه در بلال می گردد.

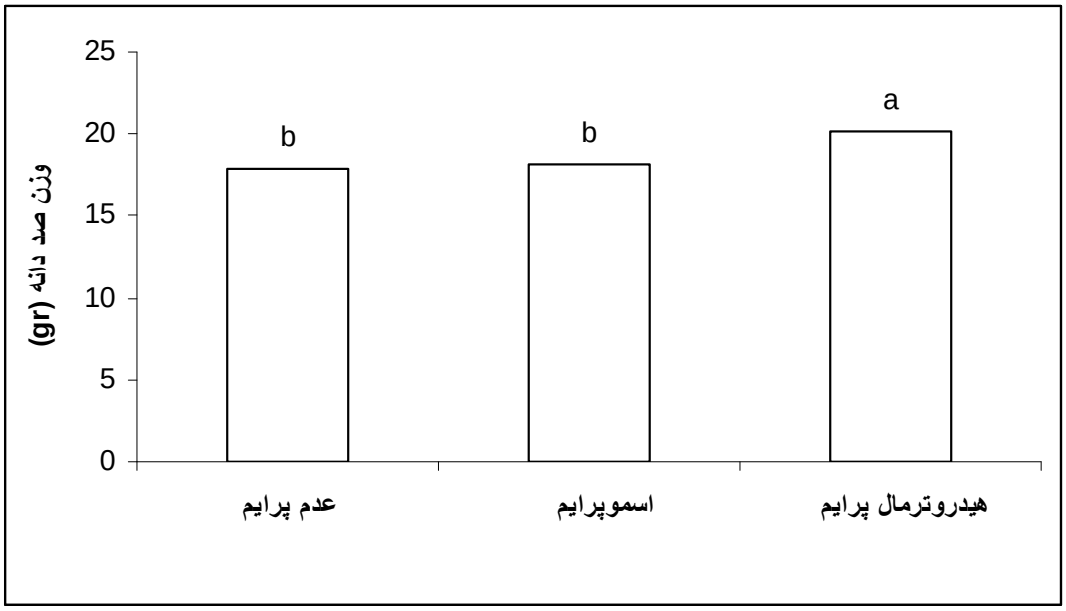
۴-۱-۶- وزن صد دانه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱-۴) بیانگر اثر معنی دار پرایمینگ بر وزن صد دانه ذرت (در سطح احتمال ۱٪) می باشد. مقایسه میانگین ها (شکل ۳-۴) نشان داد که هیدروترمال پرایمینگ وزن صد دانه ذرت را نسبت به تیمار شاهد (عدم پرایمینگ) ۱۵٪ افزایش داد. سطوح مختلف کود فسفر و اثر متقابل آن با پرایمینگ بر وزن صد دانه معنی دار نبود. مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین و کمترین وزن صد دانه به ترتیب در تیمارهای هیدروترمال پرایم در سطح کودی ۴۵۰ kg/ha (۲۲ گرم) و اسموپرایم با سطح کودی شاهد (۱۶ گرم) حاصل شد.

افزایش وزن صد دانه در گیاهان مختلف در نتیجه پرایمینگ توسط برخی محققین گزارش شده است (آلدوسکیو و ابراهیم، ۲۰۰۰؛ باسرا و همکاران، ۲۰۰۳). در آزمایشات مزرعه ای،

هیدروپرایمینگ بذر گلرنگ برای مدت ۱۲ ساعت باعث افزایش وزن هزار دانه در مقایسه با بذر غیرپرایم گردید (باستیا و همکاران، ۱۹۹۹). نتایج مشابهی نیز در ذرت، برنج و نخود توسط هریس و همکاران (۱۹۹۹) در شرایط خشک گزارش شده است. فاروق و همکاران (۲۰۰۶) معتقدند افزایش عملکرد دانه برنج در نتیجه پرایمینگ، در نتیجه تأثیر این تیمار بر افزایش تعداد خوشه در پنجه های بارور و وزن هزار دانه بوده است.

هریس و همکاران (۲۰۰۷) افزایش وزن هزار دانه را در اثر پرایمینگ بذر گزارش کرده اند.

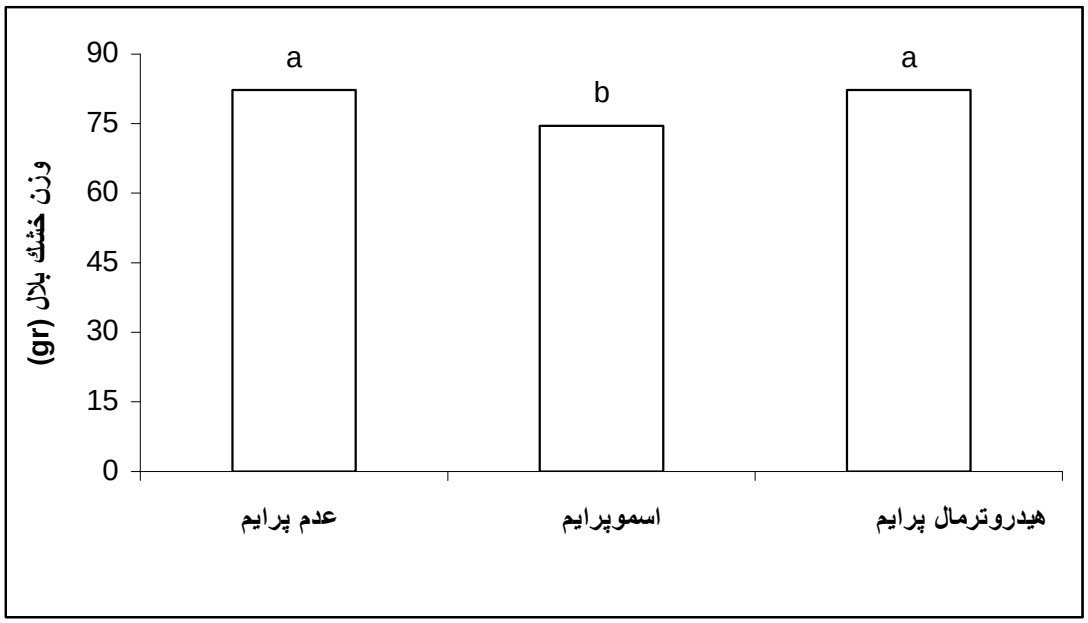


شکل ۳-۴- مقایسه میانگین وزن صد دانه تحت تأثیر تیمارهای پرایمینگ

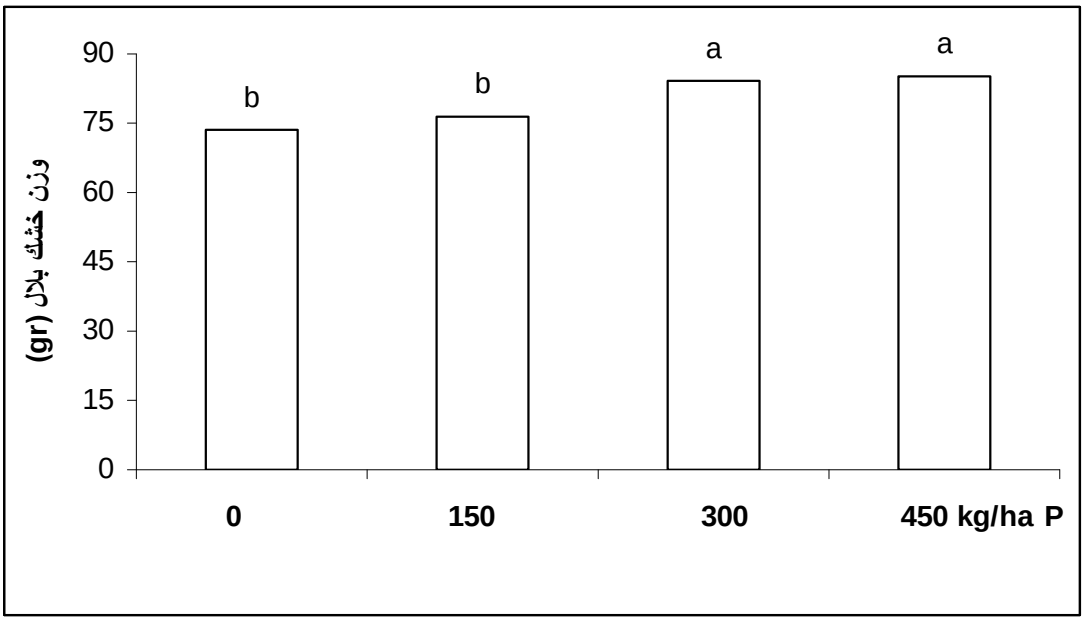
۴-۱-۷- وزن خشک بلال

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، پرایمینگ تأثیر معنی داری در سطح احتمال ۵٪ و کود فسفر تأثیر معنی داری در سطح احتمال ۱٪ بر وزن خشک بلال داشت. مقایسه میانگین ها (شکل ۴-۴) بیانگر این بود که هیدروترمال پرایم نسبت به اسموپرایم وزن خشک بلال را به طور معنی داری افزایش داد ولی در مقایسه با شاهد اثر معنی داری مشاهده نشد. همچنین مقایسه میانگین ها (شکل ۵-۴) نشان داد که سطوح کودی ۳۰۰ و ۴۵۰ kg/ha افزایش معنی داری در وزن خشک بلال نسبت به تیمار

شاهد و تیمار با سطح کودی kg/ha ۱۵۰ ایجاد کردند. اثر متقابل پرایمینگ و کود فسفر بر وزن خشک بلال معنی دار نبود. بیشترین وزن خشک بلال (۹۲/۱۰ گرم) در تیمار هیدروترمال پرایم با سطح کودی kg/ha ۳۰۰ و کمترین میزان آن (۶۹/۱۰ گرم) با تیمار اسموپرایم در سطح کودی شاهد مشاهده شد.



شکل ۴-۴- مقایسه میانگین وزن خشک بلال تحت تأثیر تیمارهای پرایمینگ



شکل ۵-۴- مقایسه میانگین وزن خشک بلال تحت تأثیر سطوح کودی فسفر

۸-۱-۴- عملکرد بیولوژیک

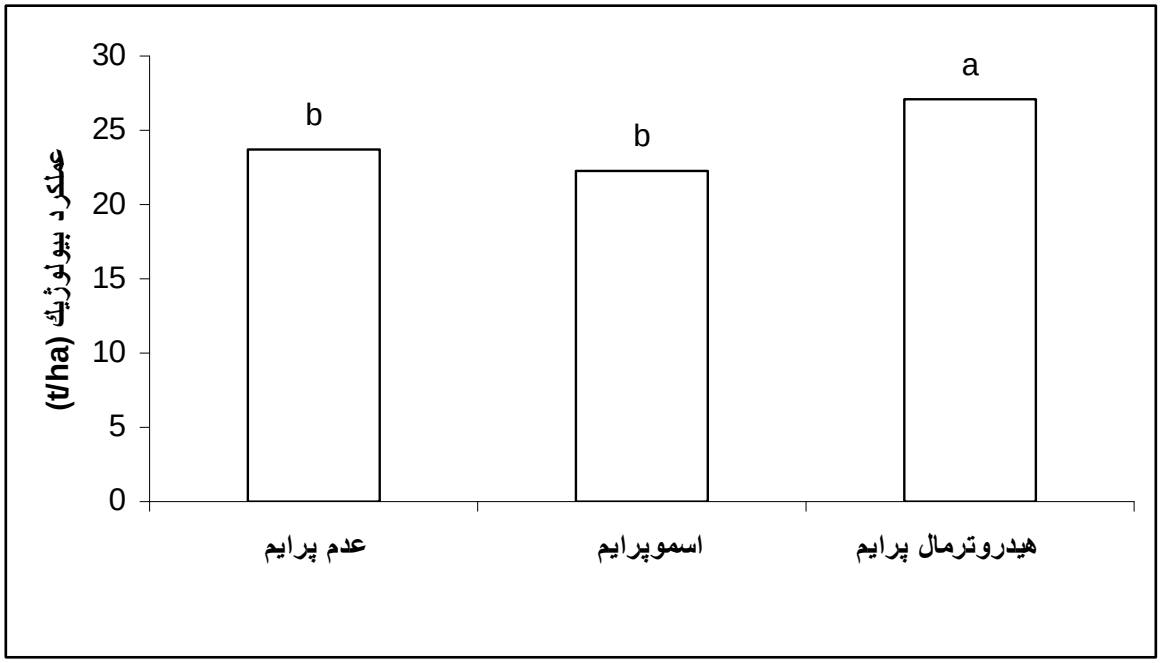
نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنـی دار پرایمینـگ و کـود فـسفر بـه ترتیـب در سـطح احتمال یک و پنج درصد بر عملکرد بیولوژیک بود (جدول ۱-۴). مقایسه میانگین ها (شکل ۶-۴) بیانگر افزایش معنی دار عملکرد بیولوژیک تیمار هیدروترمال پرایم نسبت به شاهد و اسموپرایم است. مقایـسه میانگین ها (شکل ۷-۴) نشان می دهد که سطح کودی ۳۰۰ kg/ha فسفر به طور معنی داری نـسبت به شاهد عملکرد بیولوژیک را افزایش داده است. اثر متقابل پرایمینگ و کود فسفر بر عملکرد بیولوژیک معنی دار نبود.

باسرا و همکاران (۲۰۰۳) و رشید و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیقات خود نشان دادند که اعمـال پرایمینگ روی بذور به طور معنی داری بیومـاس کـل و وزن خـشک را در مقایـسه بـا شـاهد افـزایش می دهد.

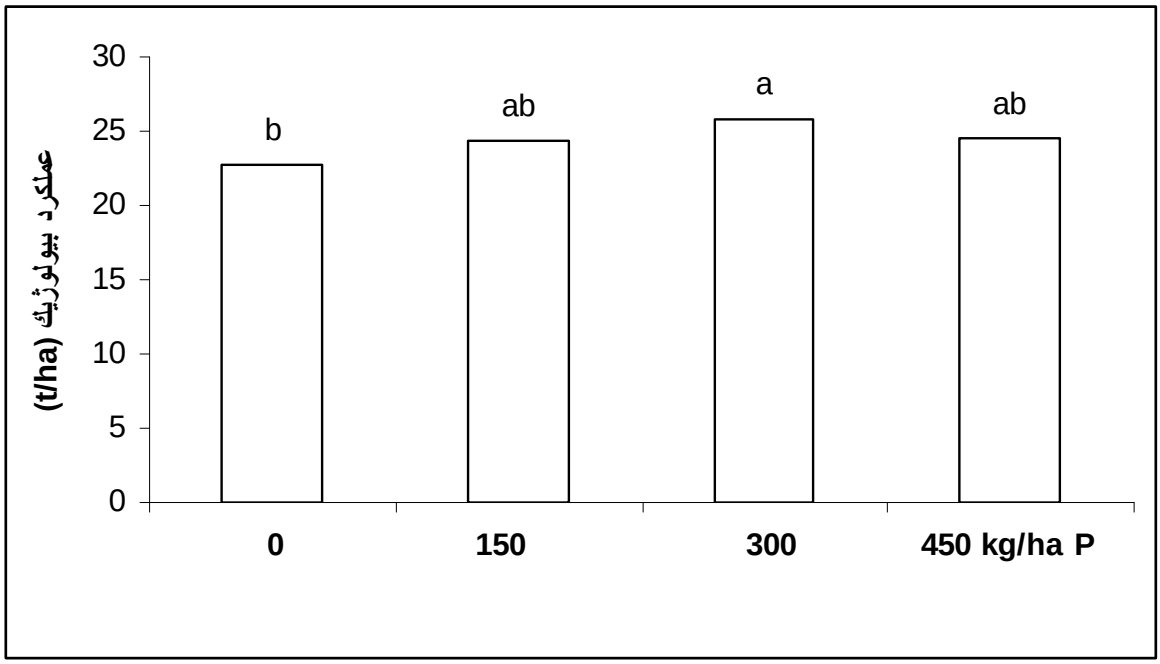
دهینگرا و همکاران (۱۹۷۴) نیز بیان کردند که خیساندن بذور گنـدم بـرای مـدت ۱۸ سـاعت باعث بهبود عملکرد دانه در حدود۲۰۰ و عملکرد کلش در حدود ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار گردید.

دایانا و همکاران (۱۹۷۷) اثرات پرایمینگ در طول شب (بدون خشک کردن) را بر ۷ رقم گندم مورد مقایسه قرار دادند. در این بررسی، پرایمینگ اثر معنی داری بر جذب فسفر و پتاسیم نداشـت امـا در مطالعاتی که در طی دو سال متوالی انجام شد، جذب نیتروژن را به صـورت معنـی داری (۸٪ - ۷٪) افزایش داد. محققین این اثر را به جوانه زنی و رشد سریع گیاهچه هـای حاصـل از بـذور پـرایم نـسبت دادند که در نتیجه افزایش میزان نیتروژن، عملکرد دانه و کلش تولیدی در گیاه بیشتر گردید.

در مطالعات علی و همکاران (۲۰۰۸) پرایمینگ، عملکرد دانه و عملکـرد بیولوژیـک را در گیـاه ذرت بهبود بخشید.



شکل ۶-۴- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر تیمارهای پرایمینگ



شکل ۷-۴- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر سطوح کودی فسفر

۹-۱-۴- عملکرد دانه

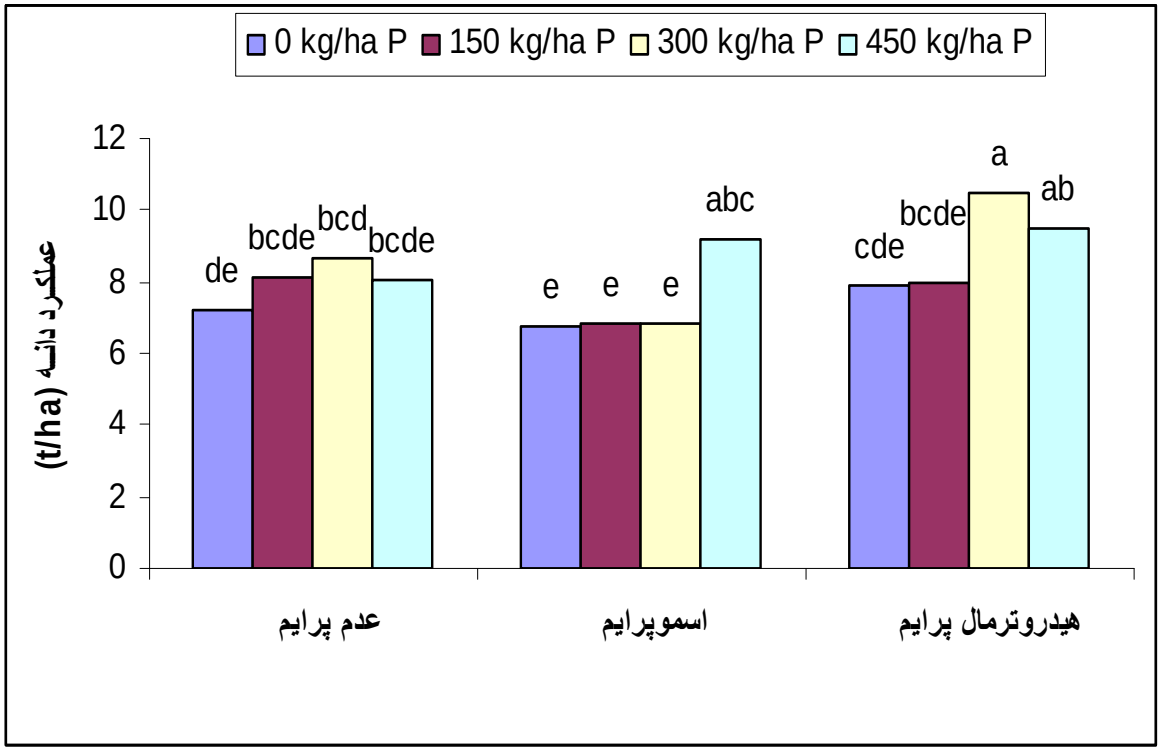
جدول تجزیه واریانس (جدول ۱-۴) بیانگر اثر معنی دار پرایمینگ و کود فسفر در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد دانه است. مقایسه میانگین ها حاکی از افزایش معنی دار هیدروترمال پرایم نسبت به اسموپرایم و شاهد است. همچنین مقایسه میانگین ها از افزایش معنی دار سطوح کودی فسفر ۳۰۰ و kg/ha ۴۵۰ نسبت به شاهد و kg/ha ۱۵۰ فسفر حکایت می کند. اثر متقابل پرایمینگ و کود فسفر بر عملکرد دانه نیز در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود. مقایسه میانگین ها بیان می کند که بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار هیدروترمال پرایم با سطح کودی kg/ha ۳۰۰ به مقدار ۱۰/۵۱ تن در هکتار و کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار اسموپرایم بدون مصرف کود فسفر به مقدار ۶/۷۷ تن در هکتار می باشد. تیمار هیدروترمال پرایم با سطح کودی kg/ha ۳۰۰ به جز با تیمارهای هیدروترمال پرایم و اسموپرایم با سطح کودی kg/ha ۴۵۰ با بقیه تفاوت معنی داری دارد (شکل ۸-۴).

افزایش عملکرد دانه در تیمارهای اعمال پرایم در مقایسه با عدم پرایم توسط برخی محققین دیگر نیز گزارش شده است (رشید و همکاران، ۲۰۰۲؛ باسرا و همکاران، ۲۰۰۳؛ هریس و همکاران، ۲۰۰۱؛ خان و همکاران، ۱۹۹۲). پاررا و کانتلیف (۱۹۹۴) بیان کردند که هیدروترمال پرایمینگ با افزایش سرعت سبز شدن و استقرار بهتر گیاه باعث استفاده بهتر گیاه از رطوبت خاک، مواد غذایی و نور خورشید می شود و در نتیجه عملکرد گیاه افزایش می یابد. همچنین با توجه به وجود رابطه خطی بین عملکرد دانه و شاخص سطح برگ که توسط ایرمایر و میلبورن (۱۹۸۰) گزارش شده است، می توان انتظار داشت که پرایمینگ با افزایش شاخص سطح برگ در جامعه گیاهی و افزایش نور دریافتی و در نتیجه افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه، به تولید حداکثر دانه منجر می شود. تحقیقات نشان داده است که پرایمینگ نیز نه تنها می تواند جوانه زنی بذر را بهبود بخشد، بلکه می تواند رشد ثانویه و فرآیندهای متابولیکی و عملکرد نهایی را افزایش دهد (الیوا ۱۹۸۹، سلام ۱۹۹۹). به عنوان مثال عملکرد دانه گندم در شرایط شوری با پیش تیمار بذور در نمک های آلی مختلف، افزایش پیدا کرد. در این بررسی قرار

دادن بذور در محلول $Cacl_2$ موثرتر از محلول Nacl بـود و محلـول ۳٪ Na_2So_4، بیـشترین تـأثیر را داشت (مهتا و همکاران، ۱۹۷۹). در آزمایـشات مزرعـه ای، هیـدروپرایمینگ آفتـابگردان بـه مـدت ۱۲ ساعت سبب افزایش عملکرد دانه در مقایسه با شاهد شد (باستیا و همکاران، ۱۹۹۹). این محققین زمان لازم برای پرایم نمودن بذرها را تعیین کردند چرا که افزایش زمان اعمال تیمار به بذر آسیب جدی وارد می نماید. بدین ترتیب زمان لازم برای ذرت و برنج ۲۴ ساعت، بـرای نخـود ۱۰ سـاعت و بـرای ارزن ۸ ساعت تعیین شد.

هیدروپرایمینگ علاوه بر تأثیر بر عملکرد می تواند تغییرات بیوشیمیایی را در مراحل آخر رشد گیاه ایفا کند. به عنوان مثال؛ در آزمایشی گلدانی، سلام (۱۹۹۹) نشان داد که رشـد بوتـه هـای مـاش حاصل از بذور پرایم شده بیشتر از بذور شاهد بود، همچنین هیدروپرایمینگ اثر شوری که باعث کاهش قندهای لاکتوز، مالتوز و پرولین می شود را از بین می برد. به علاوه خیساندن دانه هـای گنـدم در آب نیز سبب افزایش معنی دار کلروفیل کل، کلروفیل a و b و نسبت کلروفیل a:b در مقایـسه بـا شـرایط غیرپرایم شد (روی و سریواستاوا، ۲۰۰۰). در واقع بهبود استقرار گیاه در نتیجه پرایمینگ می توانـد بـا افزایش مقاومت به تنش خشکی و کاهش آسیب ناشی از عوامل بیماری زا، عملکرد گیاه را افزایش دهد (هریس و همکاران، ۱۹۹۹؛ موسی و همکاران، ۱۹۹۹؛ هریس و همکاران، ۲۰۰۰).

عملکرد دانه یکی از مهمترین شاخص های اقتصادی در گیاهان دانه ای محـسوب مـی گـردد. والترز و همکاران (۲۰۰۹) عدم تأثیر پرایمینـگ بـر عملکـرد دانـه را گـزارش دادنـد. مطالعـات بـسرا و همکاران (۲۰۰۳) افزایش سبز شدن و عملکرد دانه را در بـذور هـالوپرایم و هیـدروپرایم نـشان داد. در بررسیهای فاروق و همکاران (۲۰۰۷) پرایمینگ منجر به بهبـود رشـد و عملکـرد دانـه گردیـد. چیپـا و همکاران (۱۹۹۳) نیز افزایش عملکرد دانه را در گیاهان پرایم گزارش دادند.



شکل ۸-۴- اثر متقابل تیمارهای پرایمینگ و سطوح کودی فسفر بر عملکرد دانه

۱۰-۱-۴- شاخص برداشت

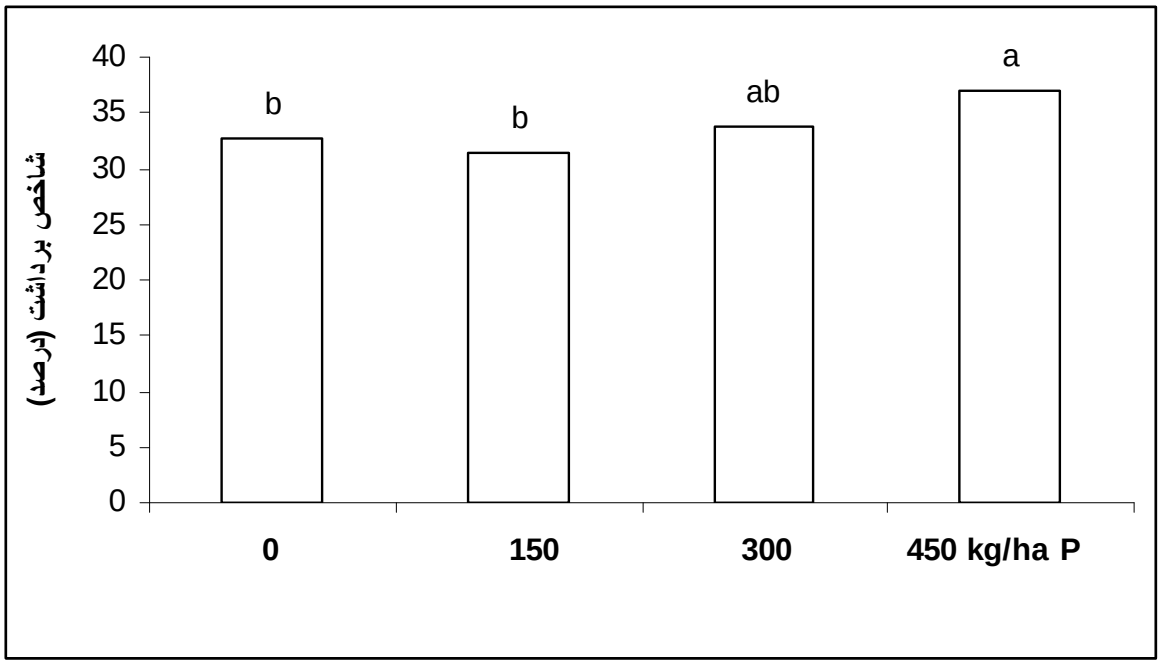
اثر کود فسفر بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بود ولی پرایمینگ تأثیر معنی داری بر آن نداشت (جدول ۱-۴). مقایسات میانگین نشان داد که سطح کودی kg/ha ۴۵۰ فسفر ۱۸٪ شاخص برداشت را نسبت به شاهد افزایش داد (شکل ۹-۴). اثرات متقابل پرایمینگ و سطوح مختلف کود فسفر بر شاخص برداشت معنی دار نبود. بیشترین شاخص برداشت در تیمار اسموپرایمینگ با سطح کودی kg/ha ۴۵۰ به مقدار ۴۱/۰۷٪ و کمترین شاخص برداشت در تیمار اسموپرایمینگ بدون مصرف کود فسفر به مقدار ۲۹/۸۲٪ مشاهده شد.

آن نسبت از عملکرد بیولوژیکی که عملکرد اقتصادی را تشکیل می دهد به نام شاخص (ضریب) برداشت، ضریب کارایی یا ضریب جابجایی نامیده می شود. عملکرد یک گیاه را می توان از طریق

افزایش کل ماده خشک تولید شده در مزرعه یا افزایش عملکرد اقتصادی و یا هردو، بالا برد (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۵).

شاخص برداشت، سهم مواد ذخیره ای و اختصاص یافته به تولید محصول اقتصادی را نشان می دهد. بدیهی است ارقامی که دارای شاخص بیشتری هستند، می توانند کربوهیدرات های بیشتری را از اندامهای سبز گیاه به دانه فرستاده و باعث افزایش عملکرد دانه گردند.

افزایش شاخص برداشت در نتیجه پرایمینگ بذر می تواند در نتیجه تحریک انتقال بیشتر ماده خشک به خوشه ها و در نتیجه افزایش عملکرد دانه باشد (فاروق و همکاران، ۲۰۰۶). افزایش عملکرد دانه در بعضی از غلات دانه ریز عمدتاً به علت افزایش ضریب برداشت می باشد (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۳). در آزمایشات فاروق و همکاران (۲۰۰۶) پرایمینگ، شاخص برداشت و عملکرد دانه را افزایش داد.



شکل ۹-۴- مقایسه میانگین شاخص برداشت تحت تأثیر سطوح کودی فسفر

۲-۴- شاخص های رشد

۲-۴-۱- تعریف رشد

فیزیولوژیست ها رشد را به عنوان افزایش در ماده خشک تعریف کرده اند که شامل مراحل تمایز سلولی است و سهم زیادی در ماده خشک کل دارد. در تجزیه و تحلیل نهایی، نمو گیاه و شکل گیری اندام ها، منتج از سه فرایند تقسیم، بزرگ شدن و تمایز سلولی می باشد. از تجمع وزن خشک به عنوان یک متغیر مشخص کننده رشد استفاده می شود، زیرا این متغیر بیشترین اهمیت اقتصادی را دارد. از سایر متغیرهایی که تا حدودی به وزن خشک مربوط می شوند، نظیر: ارتفاع، حجم و سطح برگ نیز می توان به عنوان معیار رشد استفاده کرد. الگوی رشد سالانه به وسیله یک تابع رشد که موسوم به منحنی سیگموئیدی است، مشخص می شود. اغلب محققان بیش از آنکه از نتیجه نهایی (عملکرد نهایی) رشد اطلاع داشته باشند، نیازمند اطلاعاتی در مورد ماده خشک و حوادث دوره رشد می باشند. یک راه برای شناسایی عوامل موثر بر عملکرد و تکامل گیاه، تجزیه و تحلیل رشد نام دارد که در آن از روی تجمع مواد فتوسنتزی خالص در طول زمان می توان به روند تغییر رشد پی برد. دو دیدگاه در رابطه با این موضوع به صورت تجزیه تحلیل رشد بر اساس تک بوته یا اجتماع گیاهی بیان شده است. فیزیولوژیست ها از اجتماع گیاهی برای تجزیه و تحلیل رشد استفاده می کنند، زیرا این امر بیانگر مجموع عملکرد اقتصادی است (شیرانی راد، ۱۳۷۹).

۲-۴-۲- ماده خشک کل[۲۹] (TDM)

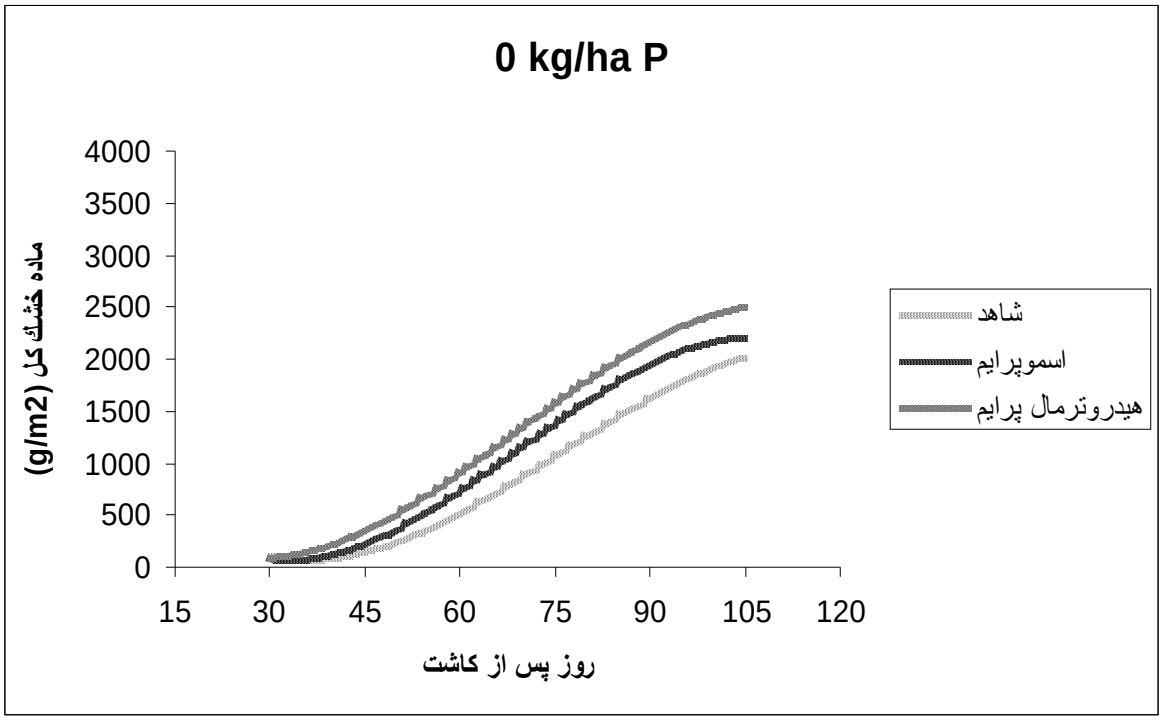
روند تغییرات ماده خشک کل در تیمارهای پرایمینگ در سطوح کودی ۰، ۱۵۰، ۳۰۰ و ۴۵۰ kg/ha فسفر در اشکال ۱۰-۴ الی ۱۳-۴ آمده است. همانطور که ملاحظه می شود به استثناء

[29] Total Dry Matter

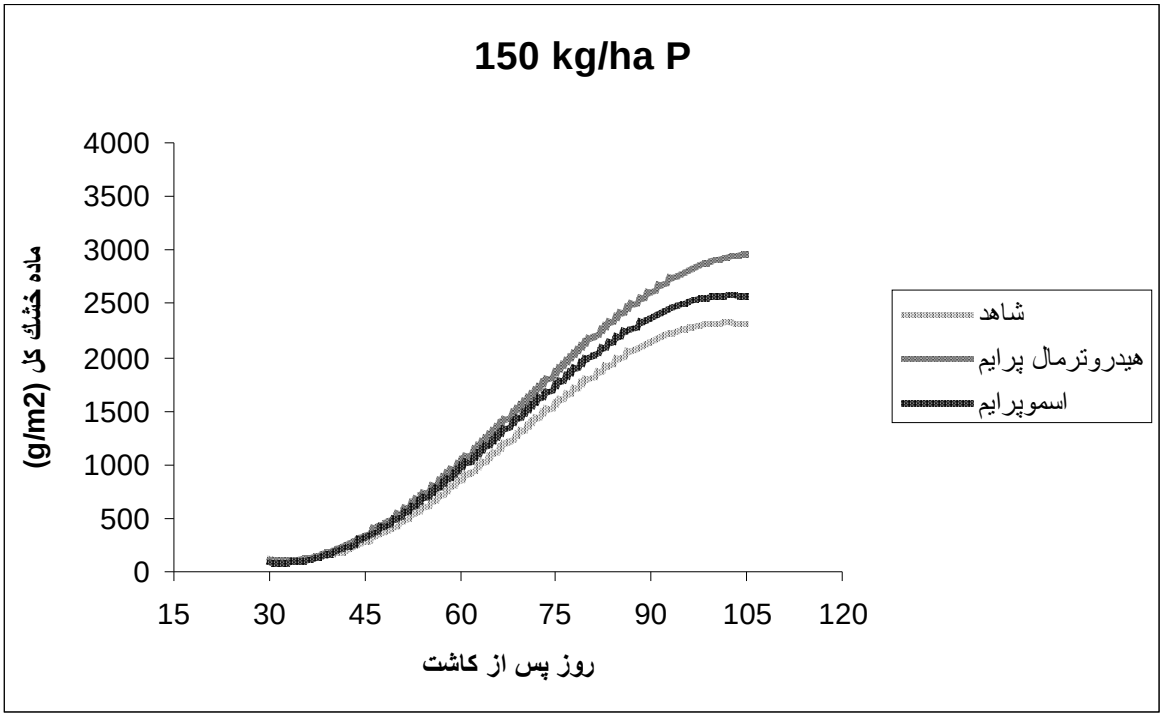
سطح کودی kg/ha ۴۵۰ فسفر که تیمار اسموپرایم از ماده خشک کل بیشتری نسبت به هیـدروترمال پرایم و شاهد برخوردار است در بقیه سطوح کودی فسفر هیدروترمال پرایم از ماده خشک کل بیشتری نسبت به اسموپرایم وشاهد برخوردار است. در بین سطوح کودی، مصرف kg/ha ۳۰۰ فسفر بیشترین و عدم مصرف کود فسفر کمترین ماده خشک کل را تولیـد نمودنـد. در تمـام سـطوح کـودی و در تمـام تیمارها حداکثر ماده خشک کل ۱۰۵ روز پس از کاشت ذرت حاصل شد.

وزن خشک کل در طول فصل رشد به صورت تجمعی افزایش مـی یابـد و یکـی از فاکتورهـای مهمی است که در محاسبه مربوط به شاخص های رشد گیاه مورد استفاده قرار می گیرد. مـاده خـشک کل در مراحل اولیه رشد گیاه به دلیل کم بودن سطح برگ به عنوان سـطوح دریافـت کننـده تشعـشع خورشیدی آهسته تر است ولی با گسترش سطح برگ، سرعت تجمع ماده خشک کل نیـز افـزایش مـی یابد و به حداکثر مقدار خود می رسد.

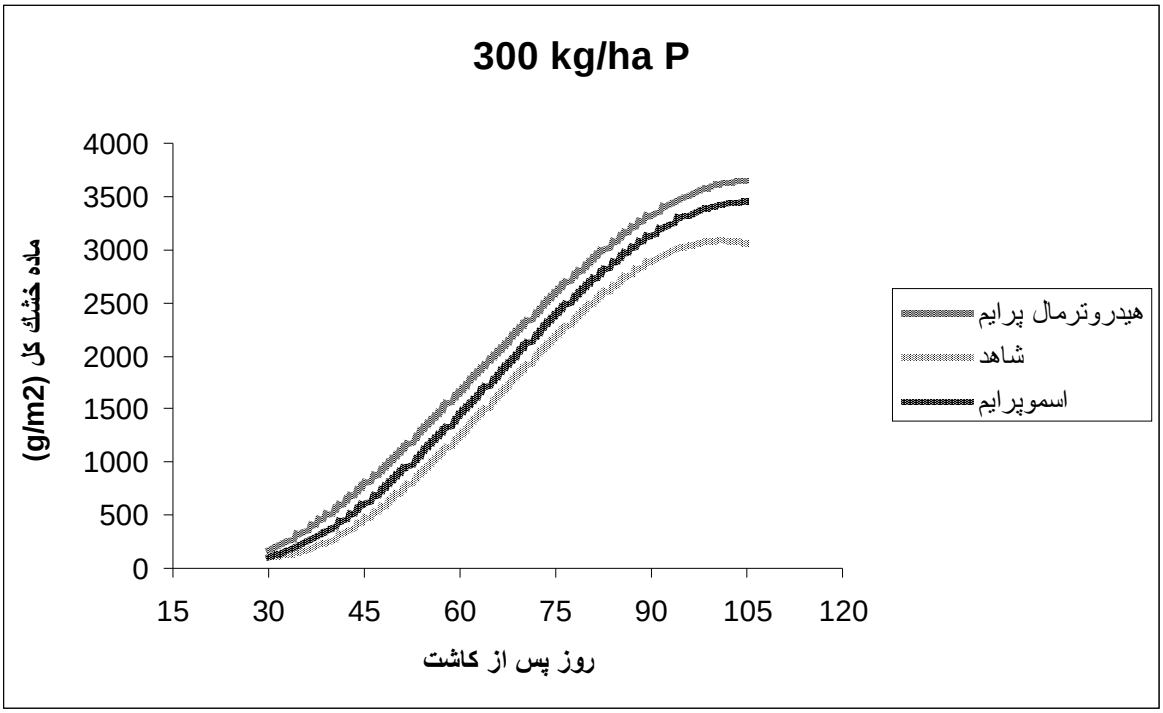
تولید ماده خشک در گیاهان تابع سایر شاخص های رشد است که این شاخص ها به نوبه خـود تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می گیرند. تولید ماده خشک علاوه بر اینکه بیانگر زنده بودن گیاه است، نشانه رشد آن نیز می باشد. رشد گیاهان زراعی از دیدگاه ریاضی به صورت منحنـی سـیگموئیدی مـی باشد، زیرا فرایند رشـد تـابع دو عامـل تکثیـر سـلولی و افـزایش وزن سـلولی اسـت کـه هـر دو رونـد سیگموئیدی دارند (کریمی، ۱۳۷۳). تحقیقات مایرز (۱۹۹۱) نشان داده است که میزان ماده خشک کل طی دوره رشد رویشی از طریق مجموع نور دریافتی محدود می شـود و کـارایی تبـدیل تشعـشع فعـال فتوسنتزی تأثیری روی این مؤلفه نـدارد. باسـرا و همکـاران (۲۰۰۳) و رشـید و همکـاران (۲۰۰۲)، در تحقیقات خود نشان دادند که اعمال پرایمینگ روی بذور به طور معنی داری بیوماس کل و وزن خشک کل گیاه را در مقایسه با شاهد افزایش می دهد.



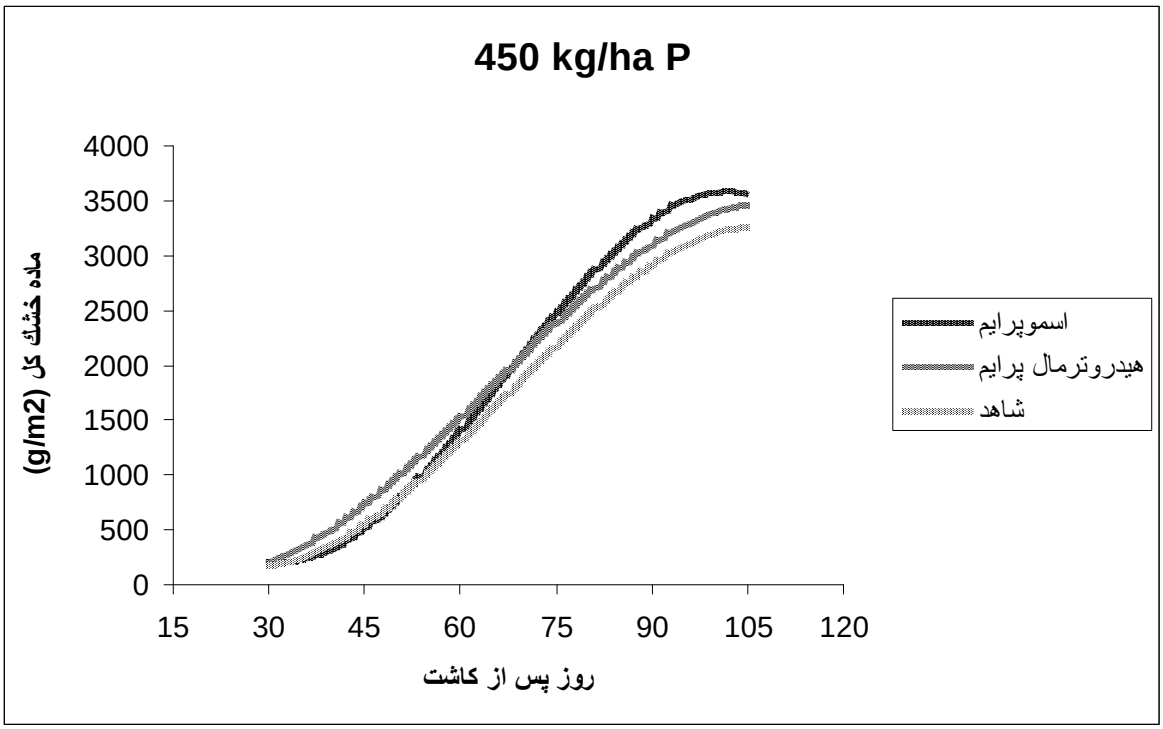
شکل ۱۰-۴- روند تغییرات ماده خشک کل در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۰ کیلوگرم در هکتار فسفر



شکل ۱۱-۴- روند تغییرات ماده خشک کل در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر



شکل ۱۲-۴- روند تغییرات ماده خشک کل در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر



شکل ۱۳-۴- روند تغییرات ماده خشک کل در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر

۳-۲-۴- شاخص سطح برگ[۳۰] (LAI)

روند شاخص سطح برگ در تیمارهای پرایمینگ در سطوح مختلف کودی فسفر در اشکال ۱۴-۴ الی ۱۷-۴ مشاهده می شود. در تمام سطوح به جز سطح ۴۵۰ kg/ha تیمار هیدرترمال پرایم از شاخص سطح برگ بیشتری برخوردار است و تیمارهای اسموپرایم و عدم پرایم تقریباً از شاخص سطح برگ یکسانی برخوردارند. در سطح کودی ۴۵۰ kg/ha اسموپرایمینگ جایگزین هیدروترمال پرایمینگ شد. بیشترین شاخص سطح برگ در تمام تیمارها را در سطوح کودی ۱۵۰ و ۳۰۰ kg/ha فسفر و ۷۵ روز پس از کاشت در تمام سطوح مشاهده کردیم.

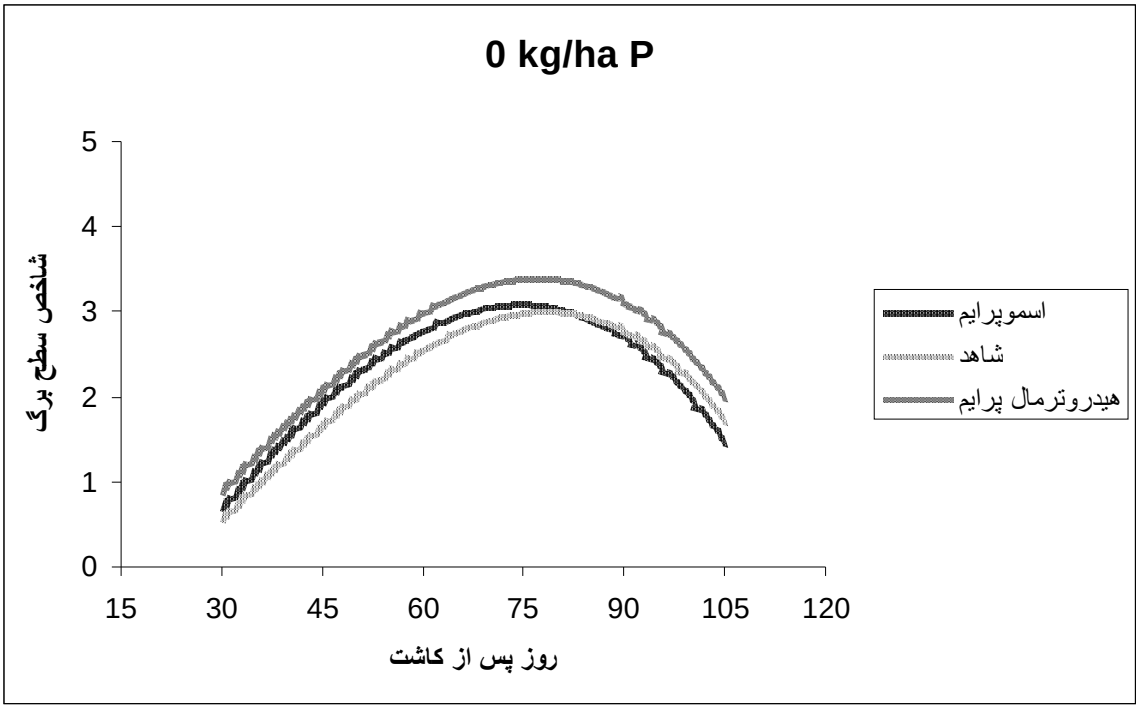
شاخص سطح برگ بیان کننده نسبت سطح برگ به سطح زمین اشغال شده توسط گیاه است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). از آنجا که افزایش وزن خشک محصول بستگی زیادی به توسعه سطح برگ آن دارد، لذا سطح برگ یکی از پارامترهای اصلی در اندازه گیری رشد گیاه است (علیزاده و کوچکی، ۱۳۶۸). تئورر (۱۹۷۹) نشان داد که منحنی تغییرات سطح برگ یک منحنی لگاریتمی رشد است که در اواسط فصل رشد به حداکثر رسیده و سپس با مرگ برگ های پیرتر کاهش می یابد.

معرفی شاخص سطح برگ تا حدود زیادی مشکل مطالعه فتوسنتز در جامعه گیاهی را حل کرده است. این واژه توسط واتسون در سال ۱۹۴۷ ارائه گردید و طبق تعریف عبارت است از نسبت سطح برگ گیاه به سطح زمینی که روی آن سایه می اندازد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). به دلیل اینکه تشعشع خورشیدی به طور یکنواخت روی سطح زمین پخش می شود، بنابراین LAI می تواند یک معیار تقریبی از مساحت برگ ها در واحد سطح باشد که تشعشع خورشیدی برای آنها قابل دسترس است. به عبارت ساده تر، LAI نشان می دهد که در یک مترمربع زمین چند مترمربع برگ وجود دارد. شاخص سطح برگ از مؤلفه های آنالیز رشد محصول است که برآوردی برای توانایی محصول در تسخیر انرژی نوری و شاخصی برای درک نقش تعدادی از عملیات مدیریتی محصول می باشد.

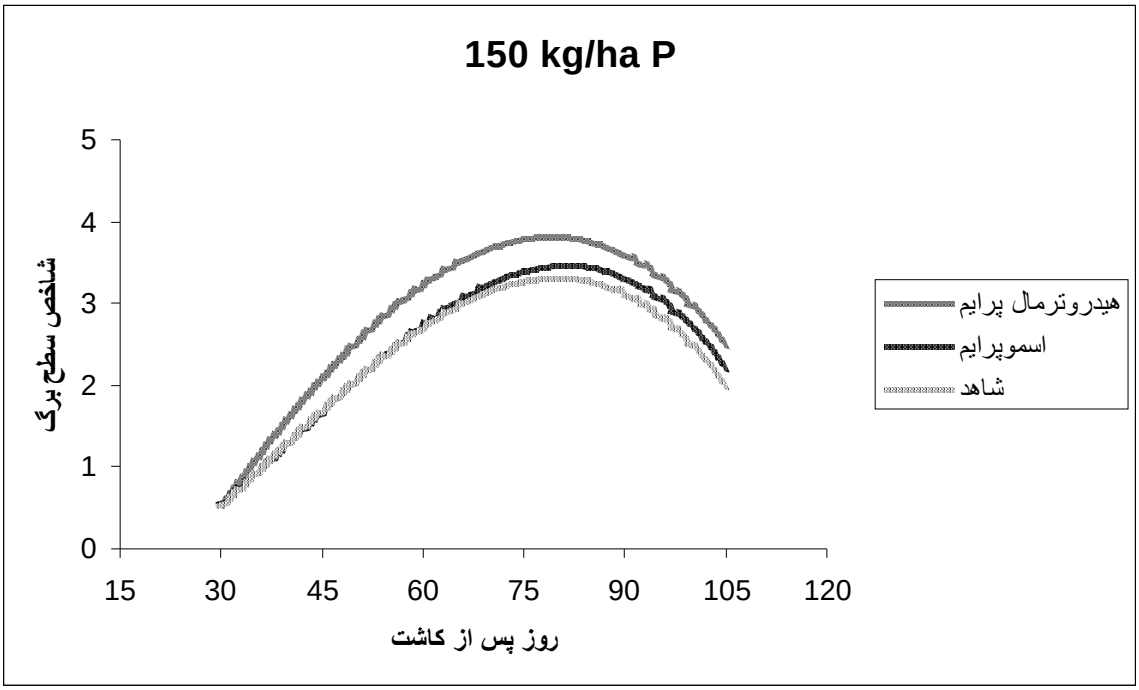
[30] Leaf Area Index

شاخص سطح برگ همبستگی مثبتی با عملکرد دارد و عواملی مانند رقم، تاریخ کاشت، تـراکم بوته، کود نیتروژن، تنش های محیطی و غیره در آن موثر می باشـند. در اصـلاح غـلات بـرای عملکـرد بیشتر، افزایش شاخص سطح برگ نسبت به افزایش ماده خشک کل تأثیر بیشتری بر افـزایش عملکـرد دارد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸؛ جنر و همکاران، ۱۹۹۱). تغییر در شاخص سطح برگ گندم بهاره نـه تنها میزان رشد گندم بهاره را نشان می دهد، بلکه نشان دهنده طـول دوره اسـتفاده از نـور در مراحـل رشد گیاه می باشد. شاخص سطح برگ قبل از بسته شدن سایه انداز، تأثیر زیادی بر سرعت رشد گیـاه زراعی دارد. شاخص سطح برگ بین ۳ تا ۵، به منظور تولید حداکثر ماده خـشک بـرای اغلـب گیاهـان زراعی لازم است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). در ذرت حداکثر LAI در هنگام باز شدن گل های نر به وجود می آید (شیرانی راد، ۱۳۷۹).

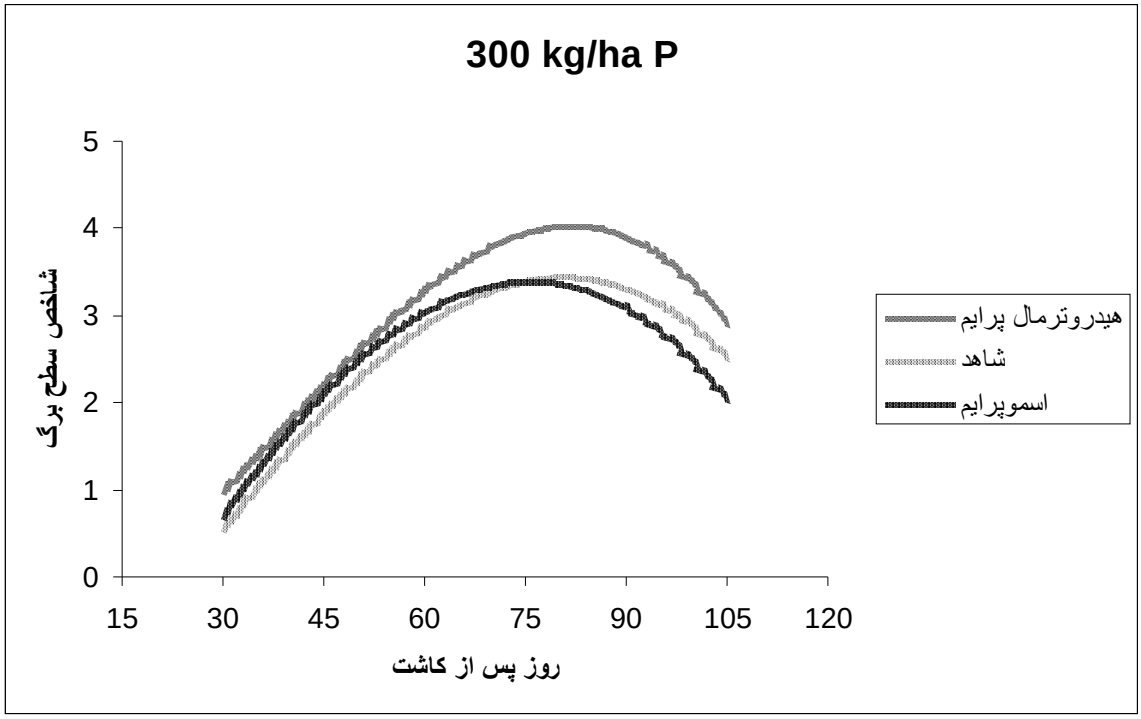
باسرا وهمکاران (۲۰۰۳) در آزمایشی به بررسی تأثیر روش های مختلف پرایمینگ بـر رشـد و نمو و عملکرد کلزا پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که LAI بطور معنی داری تحـت تـأثیر روش هـای مختلـف پرایمینـگ قـرار گرفـت. افـزایش معنـی دار شـاخص سـطح بـرگ در بـرنج در نتیجـه هیدروپرایمینگ گزارش شده است. اعمـال ایـن تیمـار LAD را نیـز افـزایش معنـی دار داد (فـاروق و همکاران، ۲۰۰۶). هانوی (۱۹۹۲) گزارش داد که بیشترین شاخص سطح برگ بوته های ذرت در شرایط مطلوب محیطی بین ۵/۵ – ۴ است.



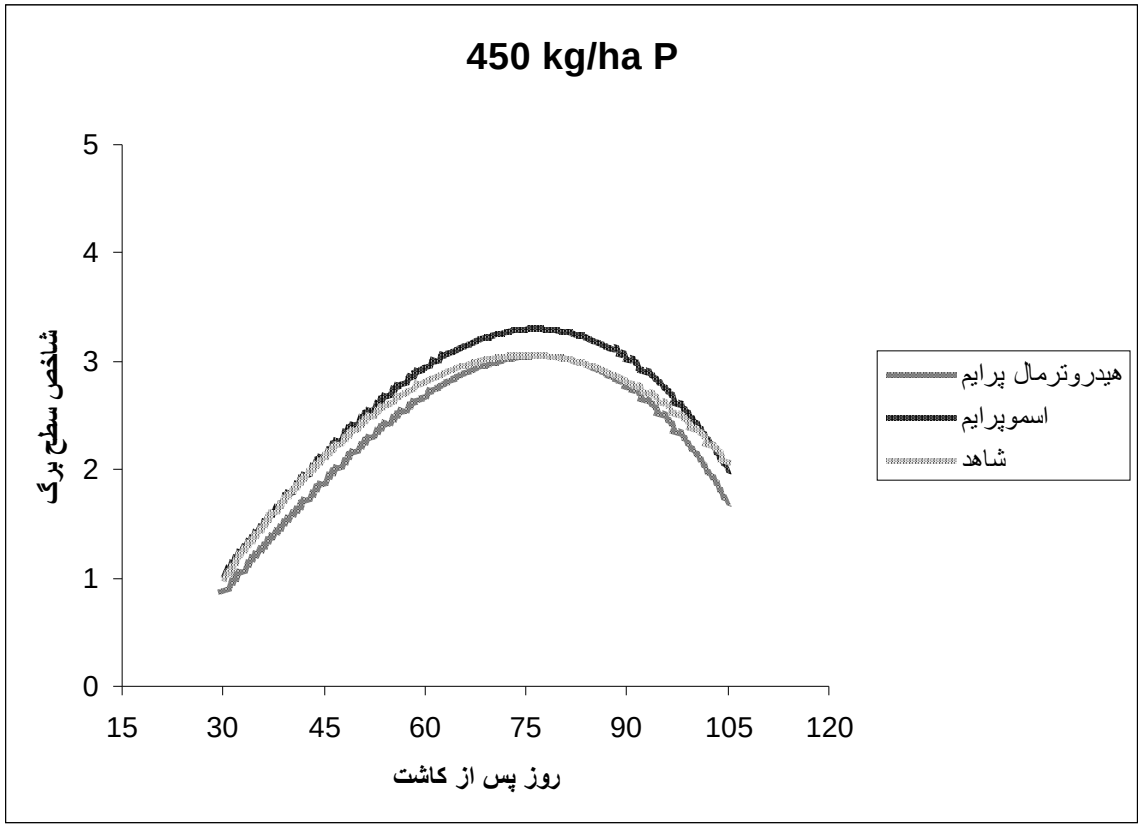
شکل ۱۴-۴- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۰ کیلوگرم در هکتار فسفر



شکل ۱۵-۴- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر



شکل ۱۶-۴- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر



شکل ۱۷-۴- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر

۴-۲-۴- سرعت رشد محصول[31] (CGR)

اشکال ۴-۱۸ الی ۴-۲۱ روند تغییرات سرعت رشد محصول تیمارهای پرایمینگ در سطوح کودی فسفر را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود در سطوح کودی ۰ و kg/ha ۱۵۰ فسفر تیمار هیدروترمال پرایم بیشترین CGR و سپس شاهد و اسموپرایمینگ به ترتیب قرار دارند اما در سطح کودی kg/ha ۳۰۰ فسفر اسموپرایم CGR بیشتری نسبت به شاهد دارد و این روند افزایشی ادامه یافته و در سطح کودی kg/ha ۴۵۰ تیمار اسموپرایم بیشترین CGR و بعد تیمارهای شاهد و هیدروترمال پرایم قرار می گیرند.. بیشترین سرعت رشد محصول تمام تیمارها در سطح کودی kg/ha ۳۰۰ و حداکثر آن حدوداً ۹۰ روز پس از کاشت دیده می شود.

سرعت رشد محصول نمایانگر میزان ماده خشک کل در گیاهان در یک واحد زمانی مشخص در واحد سطح می باشد. به عبارت دیگر سرعت رشد محصول، افزایش وزن خشک یک اجتماع گیاهی در واحد سطح زمین و در واحد زمان می باشد. سرعت رشد محصول معمولاً بر حسب گرم در مترمربع در روز بیان می شود (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). در مراحل اولیه رشد به دلیل کامل بودن پوشش گیاهی و درصد کم نور خورشید که توسط گیاهان جذب می شود، سرعت رشد محصول کم می باشد. با نمو گیاهان افزایش سریعی در CGR پدید می آید، زیرا سطح برگ توسعه یافته و نور کمتری از لابلای شاخ و برگ به سطح خاک نفوذ می کند (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۷). در اوایل فصل رشد CGR همراه با افزایش شاخص سطح برگ به سرعت افزایش یافته و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود روند نزولی نشان می دهد. مشاهده چنین روندی به علت افزایش تدریجی و فزاینده جذب تشعشع همزمان با افزایش سطح برگ در اوایل فصل رشد و در نتیجه افزایش سرعت ماده خشک کل در گیاهان می باشد، به طوری که با گذشت زمان، سرعت ماده خشک کل پس از رسیدن به حد نهایی خود در اثر سایه

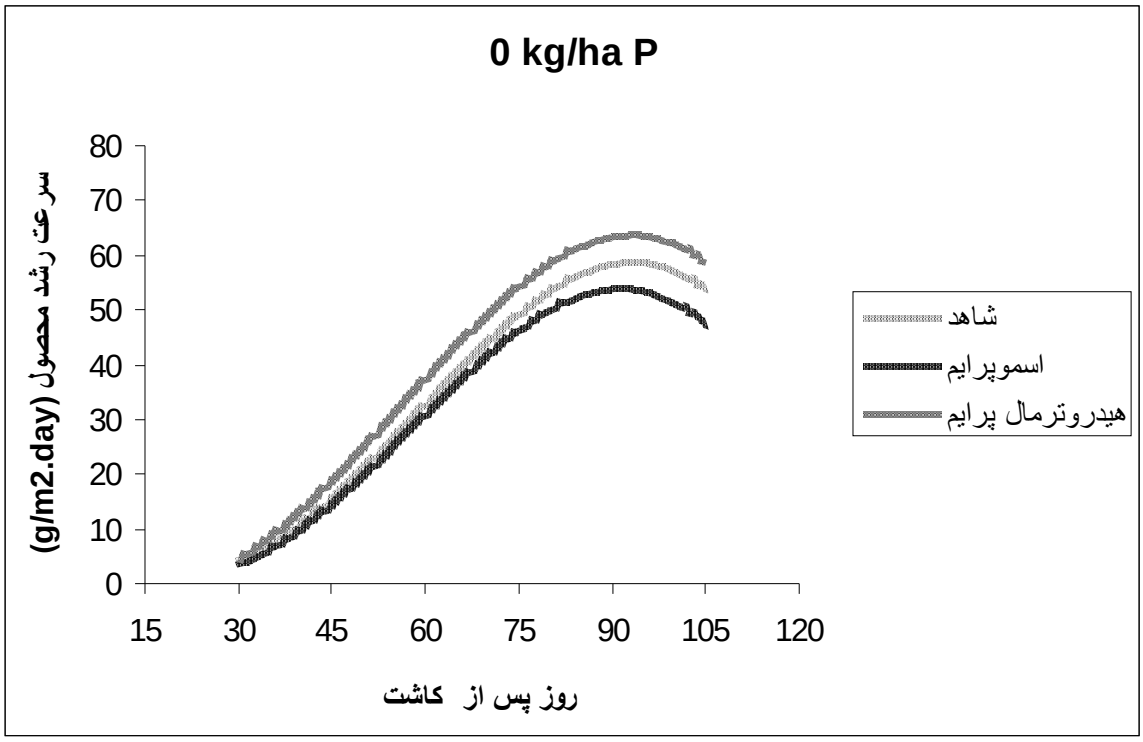
[31] Crop Growth Rate

اندازی اندام های فوقانی روی برگ ها، کاهش قدرت فتوسنتزی گیاه، پیرشدن و اتلاف برگ ها، کـاهش یافته و CGR رو به تنزل می گذارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۷).

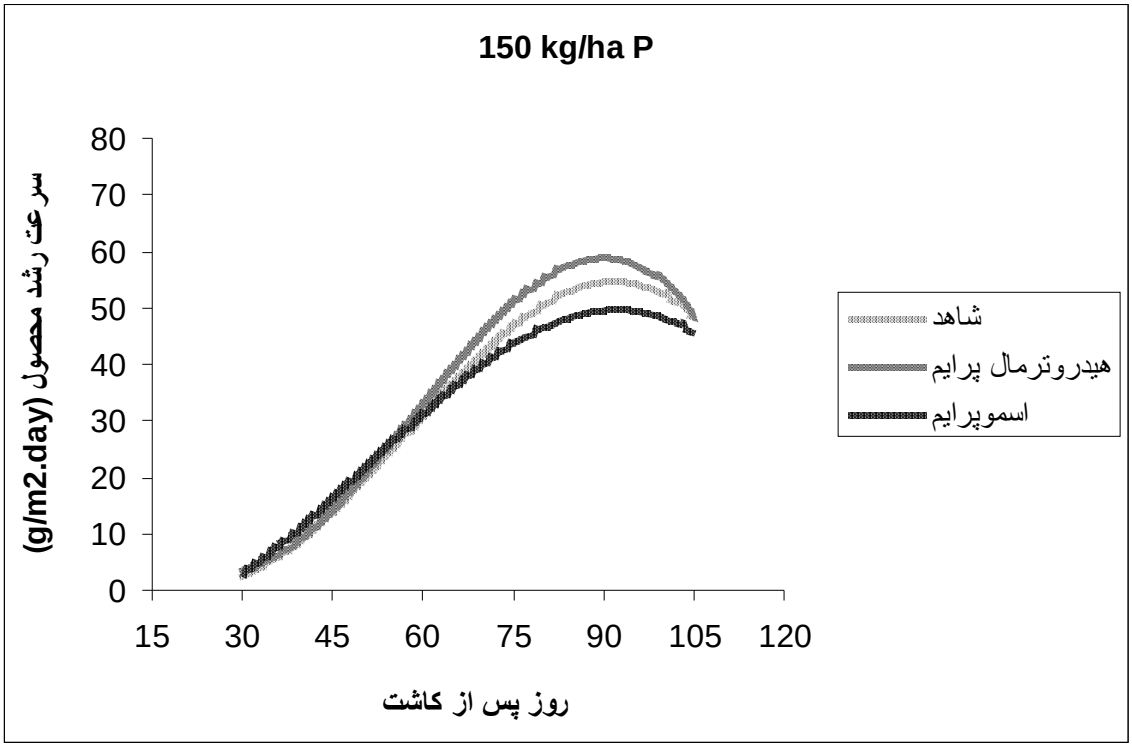
کافی و همکاران (۱۳۸۴) گزارش کردند که در اغلب گیاهان زراعی سرعت رشـد محـصول بـا شروع دوره زایشی به حداکثر مقدار خود می رسد و با رسیدگی گیاه، به دلیـل توقـف رشـد و بـه ویـژه پیری برگ ها کاهش می یابد. گیاهان از طریق کاهش سرعت رشد و تغییر تخصیص مـواد فتوسـنتزی برای به حداقل رساندن محدودیت های رشد، نسبت به شرایط نامساعد واکنش نشان می دهند. هر قدر حداکثر سرعت رشد محصول از نظر فنولوژیکی در مرحله دیرتری حاصل شود، از نظر تطبیـق بهتـر آن با نیازهای مقصد و استفاده مستقیم از تولیدات فتوسنتزی جاری برای رشد دانه ها مناسـب تـر خواهـد بود. به عنوان مثال؛ لباسچی و همکاران (۱۳۷۳)، در مورد ارقام جو نشان دادند که هر اندازه از زمان سنبله رفتن تا وقوع حداکثر سرعت رشد فاصله بیشتری وجود داشته باشد، عملکرد بیشتری نیز حاصل می شود.

چیمنتی (۲۰۰۲)، گزارش کرد که سرعت رشد آفتابگردان پس از رسیدن به مقدار حداکثر بـه دلیل سایه اندازی برگ های فوقانی بر روی برگ هـای پـایینی، تـسریع پیـری برگهـا و کـاهش شـدت فتوسنتز، به تدریج کاهش پیدا کرد و در نهایت به مقادیر منفی رسید.

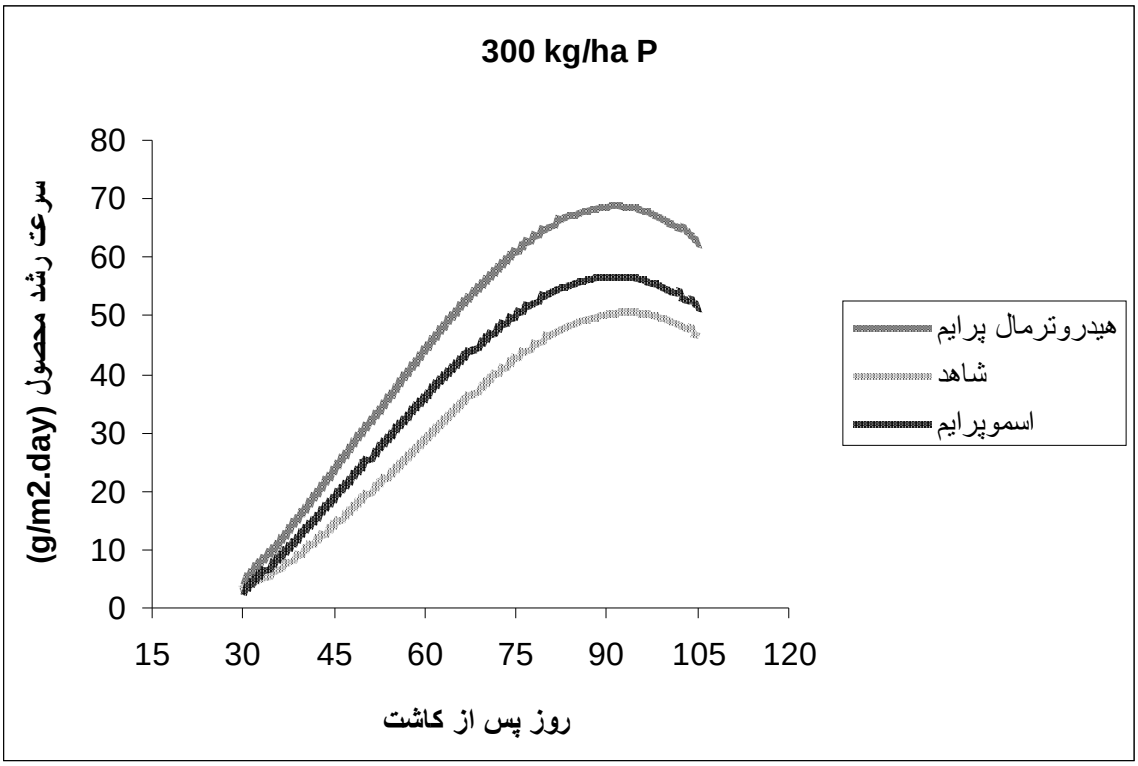
سرمدنیا و کوچکی (۱۳۶۸) بیان کردند کـه حـداکثر CGR بـرای هرگونـه گیـاهی معـین در شرایط مطلوب، هنگامی پدید می آید که پوشش برگ ها کامل شده باشد و ایـن حالـت نـشان دهنـده حداکثر توانایی تولید ماده خشک و حداکثر میزان تبدیل انرژی خورشـید در گیـاه مـی باشـد. افـزایش معنی دار CGR در نتیجه اعمال پرایمینگ بذور قبل از کاشت توسط برخـی محققـین گـزارش شـده است (باسرا و همکاران، ۲۰۰۳). فاروق و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند کـه اعمـال روش هـای مختلـف پرایمینگ از جمله هیدروپرایمینگ سبب افزایش معنی دار سرعت رشد محصول در برنج می گردد. این محققین معتقدند افزایش شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول عمدتاً در نتیجه جوانه زنی سریعتر و استقرار یکنواخت تر بوته ها در تیمارهای پرایمینگ است.



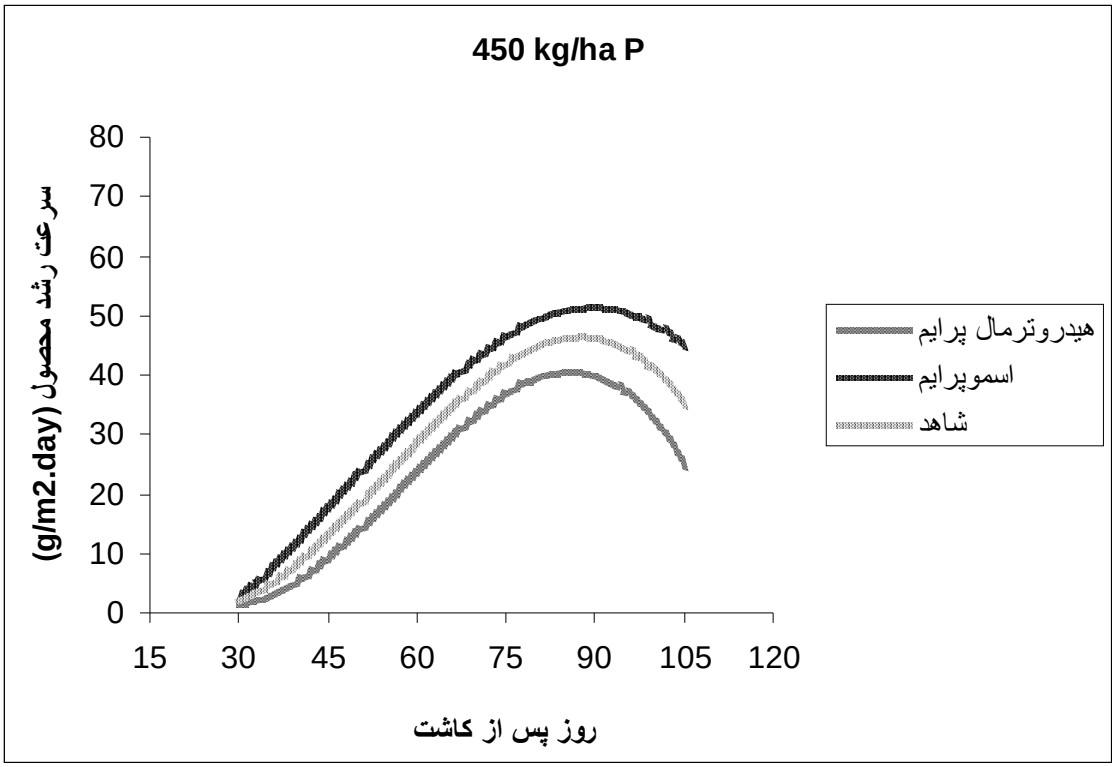
شکل ۱۸-۴- روند تغییرات سرعت رشد محصول در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۰ کیلوگرم در هکتار فسفر



شکل ۱۹-۴- روند تغییرات سرعت رشد محصول در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر



شکل ۲۰-۴- روند تغییرات سرعت رشد محصول در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر



شکل ۲۱-۴- روند تغییرات سرعت رشد محصول در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر

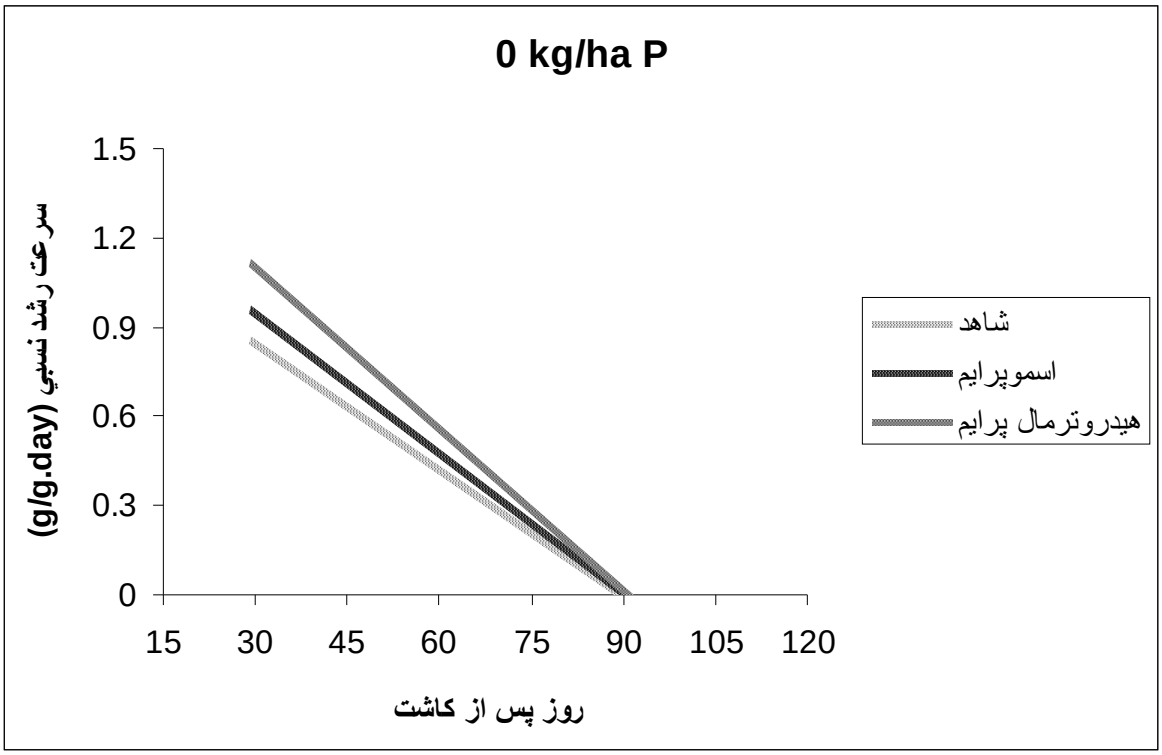
۵-۲-۴- سرعت رشد نسبی[۳۲] (RGR)

روند تغییرات سرعت رشد نسبی تیمارهای پرایمینگ در چهار سطح کود فسفر در شکل های ۴-۲۲ الی ۴-۲۵ مشاهده می شود. به استثناء سطح کودی ۴۵۰ kg/ha در سایر سطوح تیمار هیدروترمال پرایم از بیشترین سرعت رشد نسبی برخوردار است.

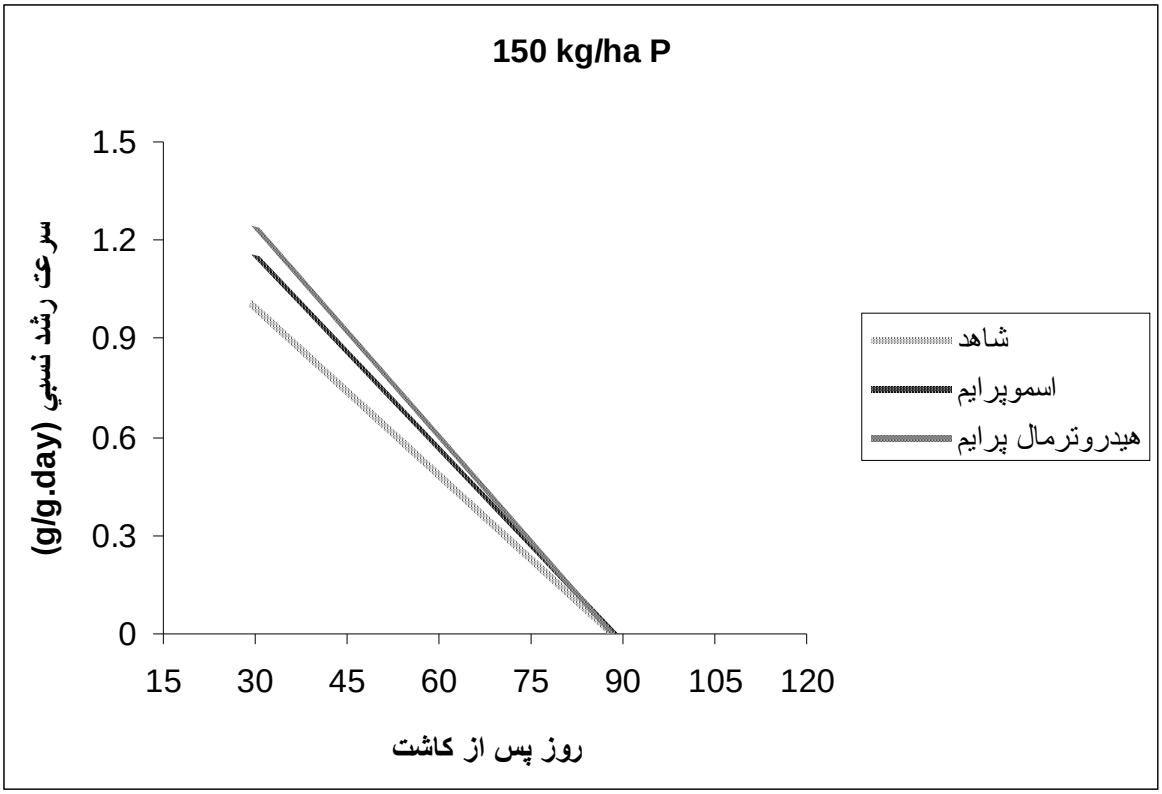
سرعت رشد نسبی بیان کننده وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در یک فاصله زمانی است و معمولاً برحسب گرم بر گرم در روز بیان می شود (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). تغییرات سرعت رشد نسبی بر مبنای روزهای پس از کاشت در ترکیبات تیماری مختلف نشان می دهد که در تمام ترکیبات تیماری، RGR با افزایش سن گیاهان کاهش یافته است. کاهش سرعت رشد نسبی گیاه در طی فصل رشد، می تواند به پیری برگ های پایینی، در سایه قرار گرفتن آنها و همچنین افزایش بافت های ساختمانی (که در فتوسنتز نقشی ندارند) نسبت به بافت های متابولیکی فعال نسبت داده شود (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸).

از طرف دیگر با مسن تر شدن گیاهان، رقابت بین آنها برای آب، مواد غذایی و نور افزایش یافته و به این ترتیب RGR کاهش می یابد (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۷). بروکلهورست و همکاران (۱۹۸۷) نشان دادند که پرایمینگ تأثیری بر RGR ندارد. همچنین مورونگو و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که اثر پرایمینگ بر سرعت رشد نسبی در پنبه و ذرت معنی دار نبود.

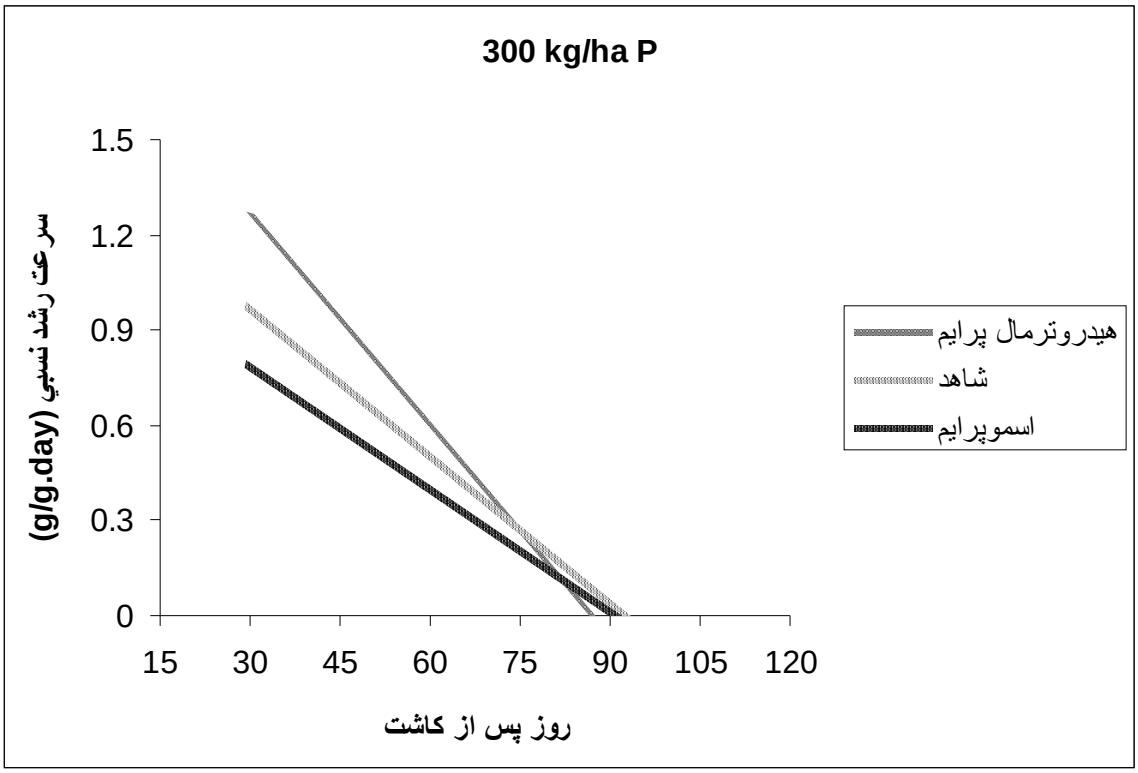
[32] Relative Growth Rate



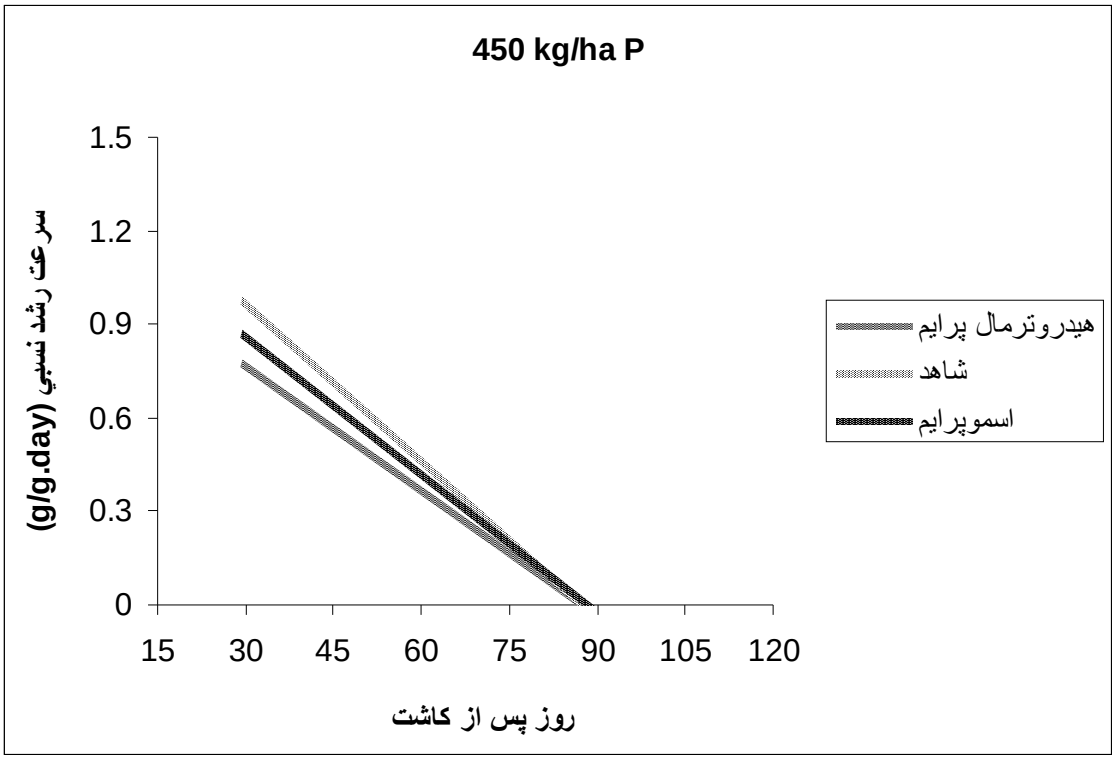
شکل ۲۲-۴- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۰ کیلوگرم در هکتار فسفر



شکل ۲۳-۴- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر



شکل ۲۴-۴- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر



شکل ۲۵-۴- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر

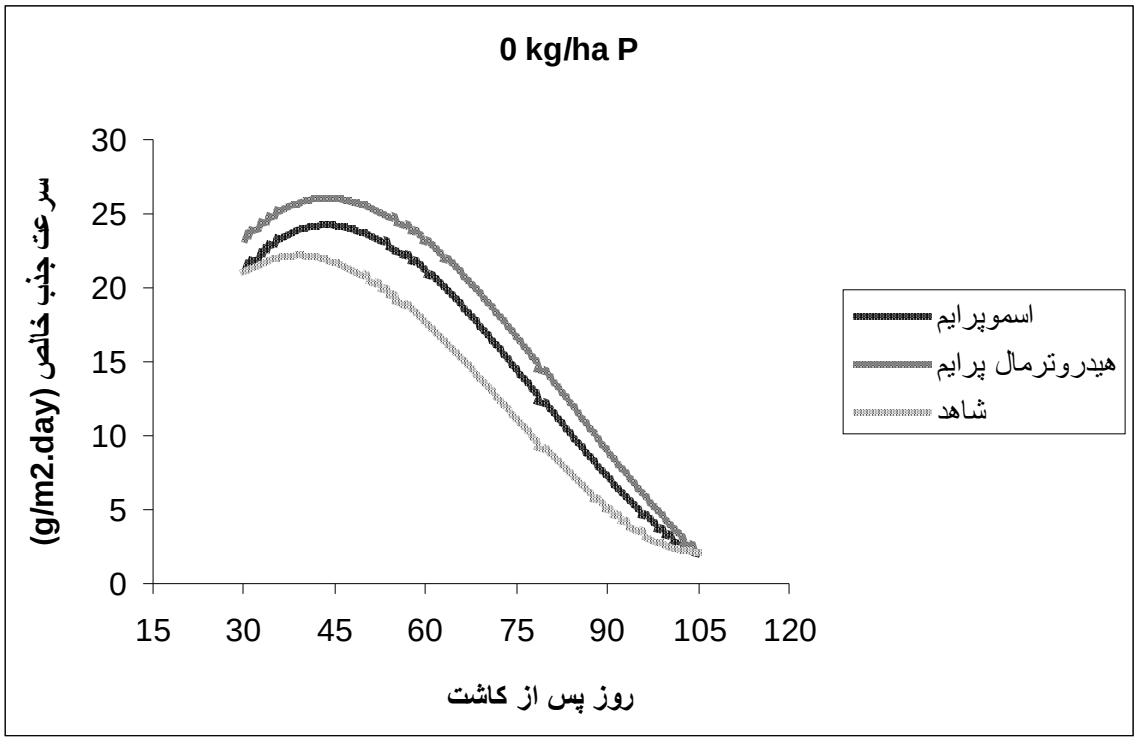
۶-۲-۴- سرعت جذب خالص[۳۳] (NAR)

روند تغییرات سرعت جذب خالص در تیمارهای پرایمینگ در سطوح کودی مختلف فسفر در اشکال ۲۶-۴ الی ۲۹-۴ مشاهده می شود. بیشترین سرعت جذب خالص در تمام تیمارها و تمام سطوح کودی فسفر ۴۵ روز پس از کاشت و کمترین NAR در ۱۰۵ روز پس از کاشت ملاحظه می شود. در سطح کودی شاهد تیمارهای پرایمینگ از سرعت جذب خالص بیشتری نسبت به تیمار عدم پرایم برخوردار بودند.

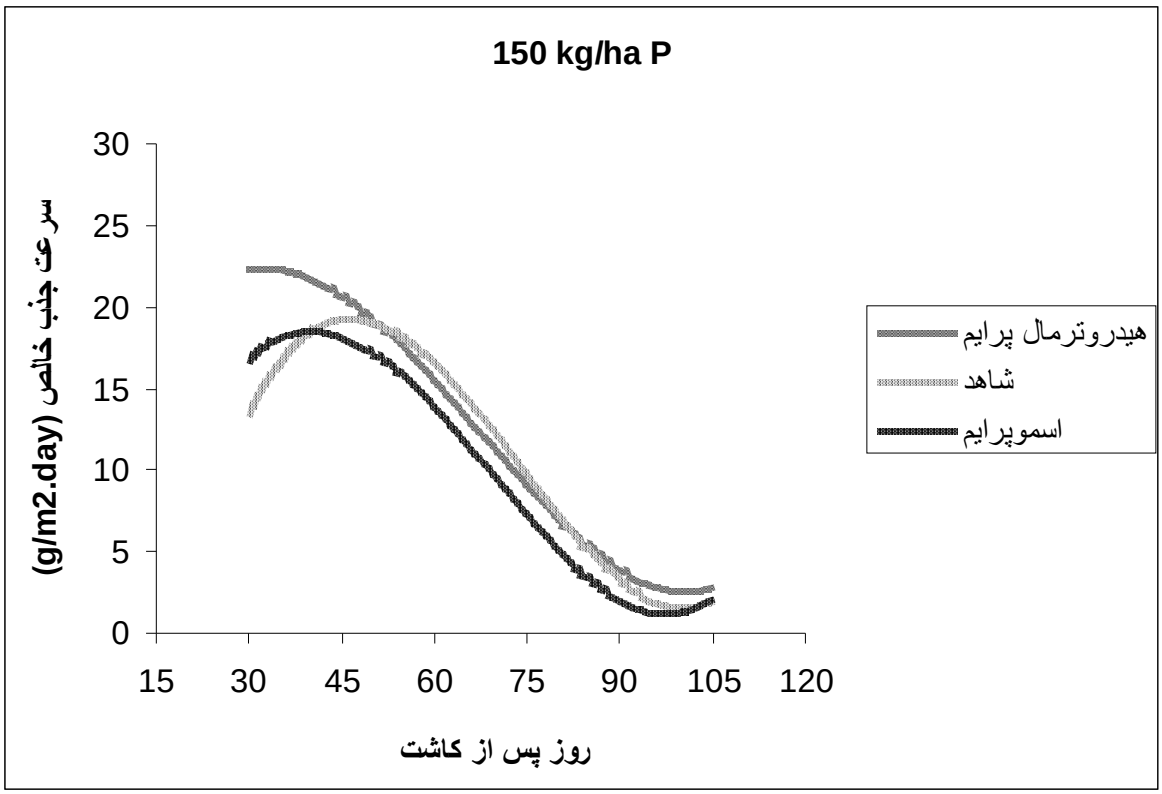
میزان جذب خالص عبارت است از مقدار مواد ساخته شده خالص در واحد سطح برگ در واحد زمان و معمولاً برحسب گرم بر مترمربع در روز بیان می شود. NAR تخمینی از میانگین کارایی فتوسنتزی برگ ها در یک گیاه یا در یک جامعه گیاهی است. در کل، NAR با گذشت زمان روند نزولی داشته است. کاهش جذب خالص با گذشت زمان به افزایش سایه اندازی برگ ها به علت افزایش سطح برگ نسبت داده می شود. هنگامی که برگ های جدید به گیاه اضافه می شوند، وزن خشک به دست آمده به ازای هر واحد سطح برگ کاهش می یابد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸).

میزان جذب و تحلیل خالص مواد یکی از شاخص های رشد کلیدی برای شناخت و درک علل کاهش یا افزایش رشد و نهایتاً عملکرد گیاهان زراعی است. افزایش معنی دار سرعت جذب خالص (NAR) در مقایسه با شاهد، با اعمال روش های مختلف پرایمینگ توسط فاروق و همکاران (۲۰۰۶) گزارش شده است. این محققین معتقدند کاهش تعداد روز از جوانه زنی تا ساقه رفتن و از ساقه رفتن تا رسیدگی در بوته های پرایم سبب کاهش LAD و در نتیجه بهبود NAR می گردد.

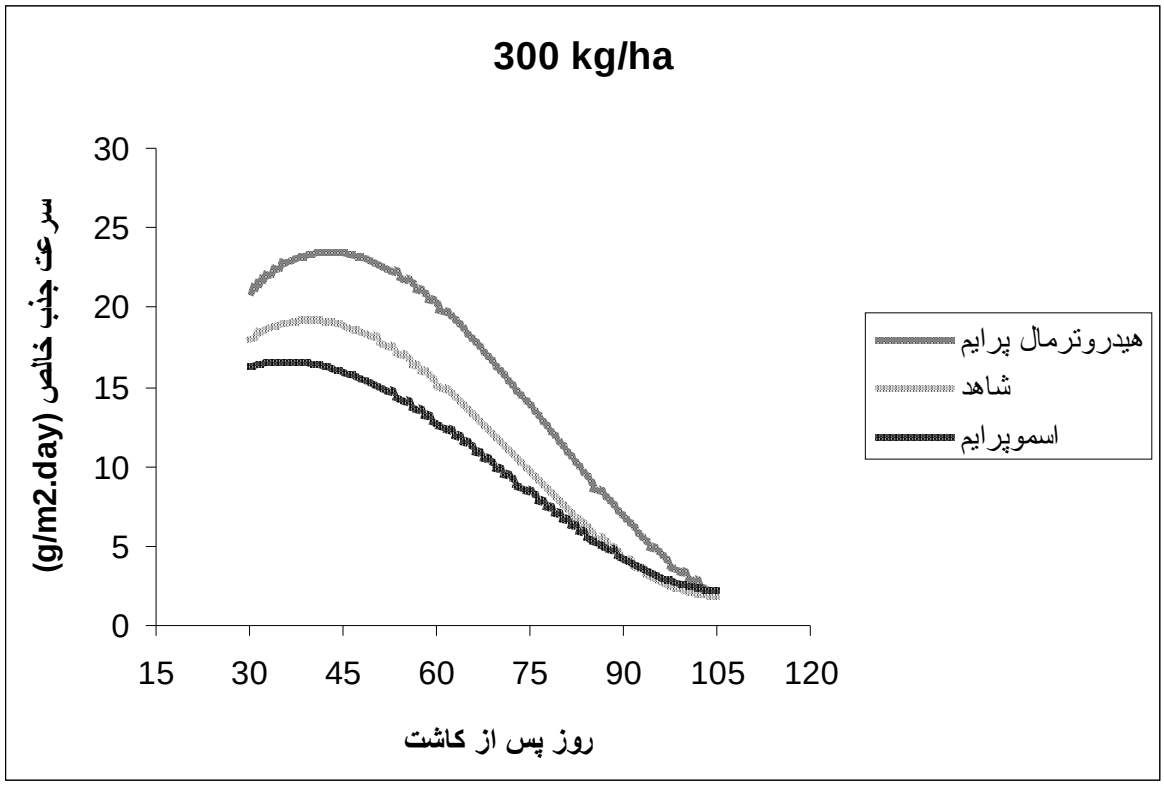
[33] Net Assimilation Rate



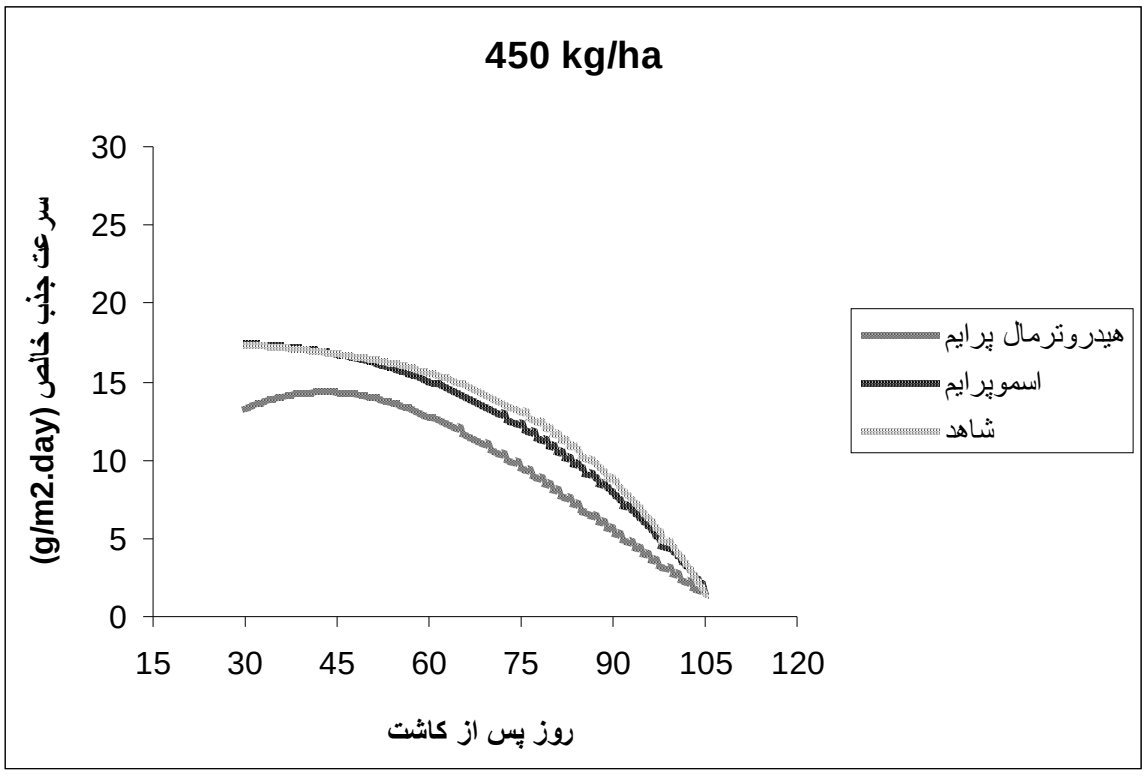
شکل ۲۶-۴- روند تغییرات سرعت جذب خالص در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۰ کیلوگرم در هکتار فسفر



شکل ۲۷-۴- روند تغییرات سرعت جذب خالص در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر



شکل ۲۸-۴- روند تغییرات سرعت جذب خالص در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر



شکل ۲۹-۴- روند تغییرات سرعت جذب خالص در تیمارهای پرایمینگ در سطح کودی ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر

جمع بندی نتایج

به طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش را می توان به شرح زیر جمع بندی نمود:

- هیدروترمال پرایمینگ ارتفاع بوته را به طور معنی داری نسبت به شاهد (عدم پـرایم) افـزایش داد ولی تفاوت معنی داری بین هیدروترمال پرایمینگ و اسموپرایمینگ و همچنین بین تیمـار اسموپرایم و عدم پرایم مشاهده نشد. کاربرد کود فسفر به میزان kg/ha ۳۰۰ ارتفاع بوته ذرت را به طور معنی داری نسبت به شاهد (عدم کاربرد کود فسفر) افزایش داد ولـی تفـاوت معنـی داری بین سایر سطوح فسفر مشاهده نشد.
- هیدروترمال پرایمینگ تعداد دانه در ردیف بلال را به طور معنی داری نسبت به اسموپرایمینگ و عدم پرایمینگ افزایش داد. همچنین سطوح کودی ۳۰۰ و kg/ha ۴۵۰ فسفر به طور معنی داری نسبت به سطوح کودی ۰ و kg/ha ۱۵۰ فسفر افزایش تعداد دانه در ردیف بلال را باعث شدند.
- هیدروترمال پرایمینگ وزن صد دانه ذرت را نسبت به شاهد ۱۵٪ افزایش داد.
- هیدروترمال پرایمینگ نسبت به اسموپرایمینگ وزن خشک بلال را به طور معنی داری افزایش داد ولی در مقایسه با شاهد اثر معنی داری مشاهده نشد. کاربرد سطوح کـودی ۳۰۰ و kg/ha ۴۵۰ فسفر افزایش معنی داری در وزن خشک بلال نسبت به سطوح کـودی ۰ و kg/ha ۱۵۰ فسفر ایجاد کردند.
- هیـدروترمال پرایمینـگ عملکـرد بیولوژیـک را بـه طـور معنـی داری نـسبت بـه شـاهد و اسموپرایمینگ افزایش داد. همچنین کاربرد kg/ha ۳۰۰ کود فسفر افزایش معنی دار عملکرد بیولوژیک را نسبت به شاهد باعث گردید.

- هیدروترمال پرایمینگ عملکرد دانه را نسبت به اسموپرایمینگ و شاهد به طور معنی داری افزایش داد. کاربرد کود فسفر در سطوح ۳۰۰ و kg/ha ۴۵۰ افزایش معنی دار عملکرد دانه را نسبت به سطوح دیگر باعث شدند.

- پرایمینگ تأثیر معنی داری بر شاخص برداشت نداشت ولی کاربرد kg/ha ۴۵۰ کود فسفر ۱۸٪ شاخص برداشت را نسبت به شاهد افزایش داد.

- اثرات متقابل پرایمینگ و کود فسفر در صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه معنی دار بود.

- بررسی اجمالی منحنی های مربوط به شاخص های رشد نشان داد که به استثنای سطح کودی kg/ha ۴۵۰ فسفر، هیدروترمال پرایمینگ در سایر سطوح کود فسفر از ماده خشک کل (TDM)، شاخص سطح برگ (LAI) و سرعت رشد نسبی (RGR) بیشتری نسبت به اسوپرایم و شاهد برخوردار بود. در سطوح کودی ۳۰۰ و kg/ha ۴۵۰ فسفر، تیمار اسموپرایم از بیشترین سرعت رشد محصول (CGR) برخوردار بودند. در سطح کودی شاهد تیمارهای پرایمینگ از سرعت جذب خالص (NAR) بیشتری نسبت به تیمار عدم پرایم برخوردار بودند.

- در مجموع تیمار S3P3 یعنی بذور هیدروترمال پرایم در سطح کودی ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر از بهترین صفات مورفولوژیک و عملکرد و اجزای عملکرد در این تحقیق برخوردار بود.

- در نهایت طبق نتایج حاصل از این تحقیق می توان بهترین پیش تیمار پرایمینگ برای گیاه ذرت را هیدروترمال پرایمینگ و بهترین سطح کودی فسفر برای ذرت را kg/ha ۳۰۰ معرفی و پیشنهاد کرد.

پیشنهادات

با توجه به نتایج و تجربیات حاصل از این پژوهش جهت مطالعات بیشتر سایر محققین پیشنهادات زیر ارائه می شود:

۱- تکرار این آزمایش برای چندین سال در منطقه جهت رسیدن به نتایج دقیقتر.

۲- بکار بردن سایر روشهای پیش تیمار پرایمینگ (تکنیک پیشرفته آبنوشی) بر روی ذرت.

۳- بکار بردن کود فسفر در سایر سطوح مصرفی.

۴- استفاده از ارقام دیگر بذور ذرت.

۵- کاربرد انواع پرایمینگ در ذرت علوفه ای و بررسی تأثیر آن بر عملکرد علوفه.

۶- کاربرد پرایمینگ در مقابله با انواع تنشها مثل: شوری و خشکی.

۷- تحقیق در مورد بهترین و موثرترین نوع پرایمینگ جهت بهبود عملکرد و اجزای عملکرد ذرت.

۸- بررسی اثرات متقابل انواع کودهای نیتروژنی، فسفری و انواع پرایمینگ بذر در ذرت.

۹- بررسی تأثیر پرایمنگ و کود فسفره بر کیفیت محصول ذرت.

۱۰- تحقیق در مورد بهترین نوع وزمان مصرف کودهای فسفره و ازته در ذرت.

۱۱- تحققیق و بررسی موارد بالا بر روی سایر محصولات زراعی.

جدول ۱- ۴- خلاصه جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

ردیف	منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات صفات								
			ارتفاع بوته	تعداد برگ	سطح برگ	تعداد دانه در ردیف بلال	تعداد ردیف دانه در بلال	وزن صد دانه	وزن خشک بلال	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
۱	بلوک (تکرارR)	۳	ns ۱۴۳/۰۵	ns ۱	ns ۲۰۲۸۷۵	ns ۰/۴۷	** ۸/۳۵	** ۱۸/۹۷	ns ۱۹۴/۶۳	ns ۰/۸۹	ns ۰/۸۷	ns ۲۷/۷۴
۲	پرایمینگ (فاکتورA)	۲	* ۴۴۴/۲۷	ns ۰/۲۷	ns ۴۵۴۱۹	* ۱۳/۵۸	ns ۳/۳۹	** ۲۴/۳۳	* ۳۶/۷۰	** ۹۶/۴۲	** ۱۰/۳۳	ns ۳/۵۰
۳	کود فسفر (فاکتورB)	۳	* ۲۸۱/۹۴	ns ۰/۸۳	ns ۱۲۸۲۹۸	** ۱۳/۶۹	ns ۱/۹۱	ns ۲/۰۸	** ۳۹۵/۶۱	* ۲۰/۳۵	** ۷/۰۴	* ۶۶/۴۹
۴	اثر متقابل (A*B)	۶	* ۴۵۷/۴۶	ns ۱/۱۹	ns ۱۵۵۶۳۵	* ۸/۶۱	ns ۱/۵۳	ns ۱۱	ns ۱۳۴/۵۲	ns ۲۷/۳۶	* ۳/۰۶	ns ۳۹/۹۹
۵	خطای آزمایش (E)	۳۳	۱۶۶/۹۲	۰/۶۲	۱۶۹۴۴۶	۳/۲۳	۲/۰۳	۴/۹۱	۸۷/۴۰	۱۳/۲۳	۱/۲۹	۲۴/۵۵
۶	C.V.		۶/۹۵	۶/۵۲	۱۱/۵۲	۴/۸۰	۹/۸۵	۱۱/۸۵	۱۱/۷۲	۱۴/۹۲	۱۳/۹۷	۱۴/۷۰

ns، *، ** : به ترتیب غیر معنی داری و معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

منابع

امام، ی. ۱۳۸۳. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۷۵ صفحه.

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

تاج بخش، م. ۱۳۷۵. ذرت (زراعت، اصلاح، آفات و بیماریهای آن). انتشارات احرار تبریز. ۱۳۳ صفحه.

خدابنده، ن. ۱۳۷۴. غلات. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۵۹۲ صفحه.

خواجه پور، م. ۱۳۷۳. اصول و مبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴۱۲ صفحه.

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

زرین کفش، م. ۱۳۷۱. حاصلخیزی خاک و تولید. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۸۹ صفحه.

سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

شیرانی راد، ا. ح. ۱۳۷۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی. موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران. ۳۶۰ صفحه.

علیزاده، ا. و ع. کوچکی. ۱۳۶۸. کشاورزی آب و هوا. انتشارات جاوید مشهد.

فتحی، ق. ۱۳۷۸. رشد و تغذیه گیاهان زراعی. مؤسسه چاپ دانشگاه فردوسی مشهد. ۳۷۲ صفحه.

فرجی، ا.، میرلوحی، ا. ۱۳۷۵. اثر مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج در اصفهان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ج ۲. ش ۳. ص ۲۵-۳۳.

کاظمی اربط، ح. ۱۳۷۸. زراعت خصوصی جلد اول (غلات). مرکز نشر دانشگاهی، ۲۵۳ صفحه.
کافی،م. و استوارت، س. ۱۳۷۶. اثرات شوری در رشد و عملکرد نه رقم گندم. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ج ۱۲، ش ۱: ۸۵-۷۶.
کافی، م.، قاسمی، ع. و اصفهانی، م. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر سطوح کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای در منطقه گیلان. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲ (۵): ۵۵-۶۲.
کریمی، ه. ۱۳۸۳. گیاهان زراعی. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۷۱۴ صفحه.
کوچکی، ع.، راشد محصل، م.ح.، نصیری، م. و صدرآبادی، ر. ۱۳۶۷. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی. انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۰۴ صفحه.
کوچکی، ع. و بنایان اول، م. ۱۳۷۳. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.
کوچکی، ع. و سرمدنیا، غ.ح. ۱۳۸۵. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

لباسچی، م.، رضایی، ع. و کریمی، م. ۱۳۷۳. بررسی شاخص های فیزیولوژیکی رشد موثر بر عملکرد یولاف و جو. مجله پژوهش و سازندگی، ش ۲۴، ص ۴۶-۵۱.

مظاهری، د. ۱۳۷۶.گزارش نهایی طرح آینده ی غذا. انتشارات فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران. ۷۵۴ صفحه.
ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۴. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران. انتشارات سنا. ۱۵۰-۱۶۰.

Afzal, I. N. Ahmad., S. M. A. Basra., R. Ahmad and A. Iqbal. 2002. Effect of different seed vigour enhancement techniques on hybrid maize (*Zea mays L.*). Pak. J. Agri. Sci. 39: 109-112.

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

Ali, S., Riaz Khan, A., Mairaj, G. H., Arif, M., Fida, M. and Bibi, S. 2008. Assessment of different crop nutrient management practices for yield improvement. Aust. J. Crop Sci. 3: 150-157.

Andoh, H. and T. Kobata. 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: 220-225.

Arnon, I. 1972. Crop Production in Dry Regions. Vol. II: Systematic Treatments of the Principal Crops. Plant Science Monograph. Leonard Hill Books, London. 683 pp.

Ashraf, M. and H. Rauf. 2001. Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays L.*) through seed priming with chloride salts: growth and ion transport at early growth stages. Acta. Physiol. Plant. 23: 407414.

Ashraf, M., R. Zafar and M. Y. Ashraf. 2003. Time-course changes in the inorganic and organic components of germinating sunflower achenes under salt (Nacl) stress. Flora 198: 2636.

Barber, S. A. and R. A. Olson. 1986. Fertilizer use on corn, Pp.163-178. In R. C. Dinauer (ed.). Changing patterns in fertilizer use. Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin.

Basra, A. S., S. Bedi and C. P. Malik. 1988. Accelerated germination of maize seeds under chilling stress by osmotic priming and associated changes in embryo phospholipids. Ann. Bot. 61: 635– 639.

Basra, M. A. S. E. A. Ehsanullah, M. A. Warraich and I. afzal. 2003. Effect of storage on groth and yield of primed canola brassica napusi seed. Intern. J. Agric. Bio. 5: 117-120.

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

Bennett, M. A. and L. Jr. Waters. 1987. Seed hydration treatments for improved sweet maize germination and stand establishment. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 45-9.

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

Bradford, K. J. 1995.Water relation in seed germination. In seed development and germination (J. Kigel and G. Galili, Eds.), Pp. 351-396. Marcel Dekker Inc., Newyork.

Brocklehurst, P. A., J. Dearman and R. L. K. Drew. 1987. Recent developments in osmotic treatment of vegetable seeds. Acta. Hort .215: 193-201.
Burlyn E. Michel and Merrill R. Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiol. 51, 914-916.
Bushuk, W. and V.F. Rasper (eds.). 1994. Wheat, Production, Properties and Quality. Blachie Academic and Professional. 239 pp.

Chang, J. H. 1981. Corn yield in relation to photoperiod, night temperature, and solar radiation. Agric. Meteorol. 24: 253-262.
Chang, S. M. and Sung, J. M., 1998. Deteriorative changes in primed shrunken-2 sweet corn seed during storage. Seed Sci. Technol. 26, PP. 613-626.
Chhipa, B. R., Lal, P. and Paliwal, R. 1993. Effect of presoaking treatments on wheat grown on soils with graded levels of boron. J Indian Soci Soil Sci. 41: 531-534.
Chilembwe, E., W. S. Castle. and D. J. Cantliffe. 1992. Grading, hydration and osmotically priming seeds of four citrus rootstocks to increase germination rate and seedling uniformity. J. Am. Soc. Hort. Sci. 1117. 368-372.
Chimenti, G., A. Pearson and J. Hall. 2002. Osmotic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower. Field. Crop. Res. 75: 235-246.
Clark, L. J, W. R. Whalley. J. Ellis Jones. K. Dent., H. R. Rowse., W. E. Finch-savage., T. Gatasai., L. Jasi., N. E. Kaseke. , F. S. Murungu. , C. R. Riches and C. Chiduza. 2001. On-farm seed priming in maize: A physiological evaluation. seventh eastern and southern Africa regional maize conference. Pp. 268-273.

Daughtry, C. S. T., J. C. Cochran, and S. E. Holinger. 1984. Estimating silking and maturity dates of corn for large areas. Agron. J. 76: 415-420.
Dayanand, M. K., K. N. Agrawal. 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.
De Chandra, G. 1999. Fundamentals of Agronomy. Oxford. IBH. Pub. com. India.
Dell 'aquila, A. and G. Taranto. 1986. Cell division and DNA synthe-sis during osmopriming treatment and following germination in aged wheat embryos. Seed. Sci. Tech. 14: 333-341.
Dell'aquila, A. and V. Tritto. 1990. Ageing and osmotic priming in wheat seeds: Effects upon certain components of seed quality. Ann. of Bot. 65: 21-26.

Demir, I and Van De Venter, H.A. 1999. The effect of priming treatments on the performance of watermelon seeds under temperature and osmotic stress. Seed Sci. and Technol. 27:871-875.
Dhingra, K. K., G. S. Gill and J. N. Kaul. 1974. Agronomic studies on the late-sown wheat. J. Res. 11(3):262-268.
Duncan, W. G. 1975. Maize, Pp. 23-50. In L. T. Evans (ed.). Crop physiology. Cambridge university press, London.
Duncan WJ, Hatfield AL, Ragland JL. 1965. The growth and Yield of corn. II. Daily growth of corn kernels. Agron J. 57: 221-223.

Eck, H. V. 1984. Irrigated corn yield response to nitrogen and water. Agron. J. 76: 421-428.
Eik, K. and J. J. Hanway. 1996. Leaf area in relation to yield of corn. Agron. J. 58: 16-18.
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.
Evans, L.T. and W.J. Peacock. 1981. Wheat Science, Today and Tomorrow Cambridge University Press. 283 pp.

FAO. 1992. The use of saline waters for crop production. FAO Irrigation and Drainage paper No. 48. 133 pp.
FAO. 2000. Tropical Maize, Improvement and Production. Food and Agriculture Organization of the United nations Production and Protection Series. No. 28.363 pp.
FAO. 1986-2003. Food and Agriculture Organization of the United nations. Quaterly bulletin of statistics. Rome, Italy.
Farooq, M. S., M. A. Basra., R. Tabassum and I. Afzal. 2006a. Enhancing the performance of direct seeded fine rice by seed priming. Plant. Prod. Sci. 4: 446-456.
Farooq, M. S., M. A. Basra and K. Hafeez. 2006b. Seed invigoration by osmohardening in fine and coarse rice. Seed. Sci. Technol. 34: 181– 186.
Farooq, M. S., M. A. Basra and N. Ahmad. 2007. Improving the performance of transplanted rice. By seed priming. Plant Growth Regul. 51:129–137.
Finch-Savage. W. E. a, Dent. K.C.,and L. J. Clark. 2004. Soak conditions and temperature following sowing influence the response of maize *(Zea mays L.)* seeds to on-farm priming (pre-sowing seed soak). Field Crops Research. 90: 361–374.
Finnerty, T. L., J. M. Zajicek and M. A. Hussey. 1992. Use of seed priming to bypass stratification requirements of three Aquilegia species. Hort. Sci. 27: 310-313.

Fischer, R. A. and Turner, N. C. 1978. Plant productivity in the arid and semiarid zones. Ann. Rev. Plant Physiol. 29: 277-317.
Fischer, K. S. and A. F. E. Palmer. 1983. Maize, Pp. 155-180. In IRRI (ed.). Potential Productivity of field crops under different environments. IRRI. Los Banos, Philippines.
Foti, R., K. Abureni., A. Tigere., J. Gotosa and J. Gere. 2008. The efficacy of different seed priming osmotica on the establishment of maize *(Zea mays L.)* caryopses. J. Arid. Environ. 72: 1127-1130.

Gallagher, E.J. 1984. Cereal Production. Butterworths. 354 pp.
Ghasemi golezani, K., Aliloo, A. A., Valizadeh, M. and Moghaddam, M. 2008. Efects of hydro and osmo-priming on seed germination and field emergence of lentil (Lens culinaris Medik). Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj 36 (1): 29-33.

Hanwey, J. J. 1992. How a corn plant develops. Iowa. Coop. Ext. Ser. Spec. Rep. 48.
Harris, D. 1996. The effects of manure, genotype, seed priming, depth and date of sowing on the emergence and early growth of sorghum bicolor (L.) Moench in semi-arid Botswana. Soil. Till. Res. 40: 73-88.
Harris, D., A. Joshi., P. A. Khan., P. Gothkar and P. S. Sodhi. 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., R. S. Tripathi and A. Joshi. 2000. On farm seed priming to improve crop establishment and yield in direct seeded rice, in IRRI: International Workshop on Dryseeded Rice Technology. Manila. Philippines: 164.
Harris, D., B. S. Raghuwanshi ., J. S. Gangwar., S. C. Singh., K. D. Joshi., A. Rashid and P. A. Hollington. 2001. Participatory evaluation by farmers of 'on-farm' seed priming in wheat in India, Nepal and Pakistan. Exp. Agric. 37(3): 403-415.
Harris, D. and Mottram, A. 2004. Practical hydration of seed of tropical crops : 'on-farm' seed priming. In "seed science and technology: trends and advances", ed. A. S. Basra. The Howarth Press.
Harris, D. 2006. Development and testing of ‘on-farm’ seed priming, Adv. Agron.90, Pp. 129-178.
Harris, D., A. Rashid., G. Miraj, M. Arif and H. Shah. 2007. On-farm seed priming with zinc sulphate solution a cost– effective way to increase the maize yields of resource poor farmers. Field. Crop. Res. 102 (2): 119–127.

Hoyt, P. and R. Bradfield. 1962. Effect of varying leaf area by partial defoliation and plant density on dry matter production in corn. Agron. J. 54: 523-525.

Iqbal, M. and M. Ashraf. 2005. Changes in growth, photosynthetic capacity and ionic relation in spring wheat *(triticum aestivum L.)* due to presowing seed treatment with polyamines. Plant. Growth. Regul. 46: 19-30.
Iremiren, G. O. and G. M. Milborn. 1980. Effects of plant density ear barreness in maize. Exp. Agric. 16: 321-326.

Jenner, C. F., T. D. Ugulde and D. Aspinall. 1991. The physiology of starch and protain deposition in the endosperm of wheat. Aust. J. Plant physiol. 18: 211-226.
Jensen, B., Jensen D. F.and Knudsen, M.B. 2005. Biological seed treatment for control of seed borne *Alternaria spp* in carrot seed. DIAS report No. 119. 198-205.
Jones, C. A. 1985. C4 grasses and cereals: Growth, development, and stress response wiley, New York.
Jones, R. J., B. Gengenback, and V. B. Cardwell. 1981. Temperature effects on in vitro kernel development of maize. Agron. J. 21: 761-766.

Kadiri, M. A. Hussaini. 1999. Effect of hardening pretreatments on vegetative growth, enzyme activities and yield of *Pennisetum americanum* and *Sorghum bicolor*. *Global J. Pure Apple. Sci.* S: 179-183.
Karlen, D. L., R. L. Flannery, and E. J. sadler. 1988. Aerial accumulation and partitioning of nutrients by corn. Agron. J. 80: 232-242.
Kaur, S., A. K. Gupta and N. Kaur. 2005. Seed priming increase crop yield possibly by modulating enzymes of soucrose metabolism in chickpea. J. Agron. Crop . Sci. 191: 81– 87.
Khan, A. 1992. Preplant physiological seed conditioning. In "Horticultural Reviews" (J. Janick, Ed.), Pp. 131-181. John wiley and sons, New York.
Khan, N. and A. Jan. 2002. Response of canola to nitrogen and sulphur nutrition. Asian. J. Plant. Sci. 5: 516-518.
Khan, A. A., Maguire, J. D., Abawi, G. S., and Ilyas, **S.** 1992. Matriconditioning of vegetable seeds to improve stand establishment in early field plantings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117: 41–47.
Khan, A. A. 1993. Preplant physiological seed conditioning. Hort. Rev. 13: 131-81.
Klaij, M. C. and W. B. Hoogmoed. 1993. Soil management for crop production in the west African sahel. II. Emergence, establishment and yield of pearl millet. soil Till. Res. 25: 301-315.

Kulkarni, G. N. and M. R. Eshanna. 1988. Effect of pre-soaking of maize seeds on seed quality. Seed. Res. 16(1): 37-40.

Larson, W. E. and J. J. Hanway. 1977. Corn production, Pp. 625-669. In G. F. Sprague (ed.). Corn and corn improvement. Monogr.18, Am. Soc. Agron., Madison, Wisconsin.

Lee, S. S., J. H. Kim., S. B. Hong., S. H. Yuu and E. H. Park. 1998. Priming effects of rice seeds on seedling establishments under adverse soil conditions. Korean. J. Crop. Sci. 43: 194-198.

Martin, J. H. Leonard and D. L. Stamp. 1976. Principles of field Crop Production. 3rd edition. Collier Macmillan. 1118 pp.

Mayers, J. D., R. J. Lawn and D. E. Byth. 1991. Agronomic studies on soybean (Glycine max (L) Merr) in the dry season of the tropics. I. Limits to yield imposed by phenology. Aust. J. Agric. Res. 42 (7): 1075-1092.

Mehta, P. C., S. S. Puntamkar and S. P. Seth. 1979. Effect of pre – soaking of seeds in different salts with varying concentration on the germination and yield of wheat grown on salinized. New. Agric. 6: 73-76.

Michel, B. E. 1983. Evaluation of the water potential of solution of polyethylene glycol 6000 both in the absence and of other solutes. Plant physiol. 72, 66-70.

Misra, N. M. and D. P. Dwibedi. 1980. Effects of pre-sowing seed treatments on growth and dry matter accumulation of high yielding wheats under rainfed conditions . Indian . J . Agron. 25: 230-234.

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

Murungu, F. S., P. Nyamugafata., C. Chiduza., L. J. Clark and W. R. Whalley. 2005. Effects of seed priming and water potential on germination of cotton (*Gossypium hirsutum L.*) and maize (*Zea mays L.*) in Laboratory assays. S. Afr. J. plant. soil. 22(1): 64-70.

Musa, A. M., C. Johansen., J. Kumar and D. Harris. 1999. Response of chickpea to seed priming in the high barind tract of Bangladesh. Intern. Chickpea. Pigeonpea. News. L. 6: 20-22.

Musa, A. M. D. Harris. C. Johansen and J. Kumar. 2001. short duration chickpea to replace fallow after aman rice: the role of on-farm seed priming in the high barind tract of Bangladesh. Exp. Agric. 37: 509-521**.**

Musick, J. T. and D. A. Dusek. 1980. Irrigated corn yield response to water. Trans. ASAE. 23: 92-103.

Parera, C. A., and Cantlife, D. J. 1994. Presowing seed priming. Univ. Florida. J. Ser. No. R-03271 1109-1141.
Parera C. A. and D. J. Cantliffe. 1991. Improved germination and modified imbibition of shrunken-2 sweet corn by seed disinfection and solid matrix priming. J. Am. Soc. Hort. Sci. 116 : 942 – 944.
Parera, C. A., and Cantlife, D. J. 1994. Presowing seed priming. Univ. Florida. J. Ser. No. R-032711109–1141.
Pill, W. G., J. J. Frett and D. C. Morneau. 1991. Germination and seedling emergence of primed tomato and asparagus seeds under adverse conditions. Hort. Sci. 26: 1160–1162.
Pill, W. G. and A. D. Necker. 2001. The effects of seed treatments on germination and establishment of Kentucky bluegrass (*Poa Pratense L.*). Seed. Sci. Technol. 29: 65-72.
Pinthus, M.J. 1973. Lodging in wheat, barley and oats: the phenomenon, its causes, and preventive measures. Adv. in Agron. 25: 209-263.
Purseglove, J. W. 1985. Tropical crops: Monocotyledons. Longman, New York.

Rashid, A., D. Harris, P. A. Hpllington and R. A. Khattak. 2002. On-farm seed priming: a key technology for improving the livelihood pf resource poor farmers on saline lands. Centre for arid zone studies. University of wales, UK.
Rashid, A., D. Harris, P. A. Holington and M. Rafiq. 2004. Improving the yield of mungbean (vigna radiata) in the north west frontier province of Pakistan using on-farm seed priming. Exp. Agr. 40: 233-244.
Rashid, A., Hollington, P.A., Harris, D.and Khan, P. 2005. On-farm seed priming for barley on normal, saline and saline–sodic soils in North West Frontier Province, Pakistan. Europ. J. Agron. 24: 276–281.
Riley, G. J. P. 1981. Effect of high temperature on the germination of maize *(Zea mays L.)*. Planta 151: 68-74.
Roy, N. K. Srivastava. 2000. Adverse effect of salt stress conditions on chlorophyll content in wheat (*Triticum aestivum L.*) leaves and its amelioration 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 condition. Ann. Agric. Sci. (cario) 44: 159-171.

Sprague, G.F. and J.W. Dudley (eds). 1988. *Corn and Corn Improvement*, 3rd edition. Agronomy Monograph no. 18. WI, U.S.A. 986 pp.
Stevens, E. J., S. J. Stevens, A. D. Flowerday, C. O. Gardner, and K. M. Eskridge. 1986. Developmental morphology of dent corn and popcorn with respect to growth staging and crop growth models. Agron. J. 78: 867-874.
Subedi, K. D. and B. L. Ma. 2005. Seed priming does not improve corn yield in a humid temperate environment. Agr. J. 97: 211-218.

Taylor, A. G., Klein, D. E., and Whitlow, T. H. 1988. Solid matrix priming of seeds. Sci. Hort. 37, 1-11.
Theurer, J. C. 1979. Growth patterns in sugerbeet production. J. Am. Soc. Sugerbeet Technol. 24: 343-367.
Tollenar, 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.

Walters, D. R., Paterson, L., Walsh, D. J. and Havis N. D. 2009. Priming for plant defense in barley provides benefits only under high disease pressure. Elsevier Ltd.
Warren, J. E. and M. A. Bennett. 1997. Seed hydration using the drum priming system. Hort. Sci. 32: 1220-1221.
Wilson, J. H., M. S. J. Cloves, and J. C. S. Allison. 1973. Growth and yield of maize at different altitudes in Rhodesia. Ann. Appl. Biol. 73: 77-84.

Abstract

In order to evaluation of the effect of hydrothermal priming, osmopriming and different levels of phosphorus on yield and yield components corn (zea mays L.) an experiment was carried out as factorial based on randomized complete block design with four replications in Agricultural Research Station, Shahrood University of Technology. Priming factor including: non-priming as check, osmopriming and hydrothermal Priming and phosphorus fertilizer (ammonium phosphate) factor including: 0, 150, 300 and 450 kg per hectare.

Results showed significant priming effects on plant height, number of seed rows per ear and ear dry weight at 5% probability level, 100 seed weight, grain yield and biological yield at 1% probability level and phosphorus fertilizer showed significant effect on plant height and harvest index traits at 5% probability and grain number per ear row, ear weight and grain yield traits at 1% probability and a significant interaction effect of priming and phosphorus fertilizer on number of seed rows per ear, plant height and grain yield at 5% probability. Hydrothermal priming significantly increased in plant height trait compared to Nonpriming. Hydrothermal priming increased significantly Number of seed per row, 100- seed weight, biological yield and grain yield in comparison to osmopriming and Nonpriming.

Interaction between priming Factor and phosphorus fertilizer factor showed that hydrothermal Priming and 300 kg/ha P significantly affected plant height, Number of leaf, leaf area, ear dry weight, biological yield and grain yield. Nonpriming and 300 kg/ha P significantly affected number of seed per row. Osmopriming at 450 kg/ha P produced maximum seed row per ear and finally hydrothermal Priming at 450 kg/ha P produced maximum 100- seed weight.

Hydrothermal Priming and 300 kg/ha P treatment was better than other treatments in this project.

Key words: Osmopriming, hydrothermal priming, phosphorus, corn, yield and yield components.

Shahrood University of Technology

Faculty of Agronomy

Thesis M.Sc

The comparison of the effect of osmopriming , hydrothermalpriming at different levels of phosphoruse on yield & yield components of corn (Zea mays L.)

Mehdi rostami

Supervisor:

Dr. H. Abasdokht

Advisers:

Dr. H. R. Asghari

Dr. M. Gholipoor

July 2010