اثر پرایمینگ بذر در مزرعه و زمان کاربرد نیتروژن روی برخی شاخص‌های رشد و عملکرد ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در اسدآباد

Effects of On Farm Seed Priming and Application Time of Nitrogen on Some Growth Indices and Yield on a Maize Cultivar (Sc704) in Asadabad

علی سرخوش*[۱]، محمدعلی ابوطالبیان[۲]، جواد حمزه‌ای[۳] و محمدرضا عبداللهی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۴/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۸/۱۶

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر بذرهای پرایم شده و کاربرد تقسیطی کود نیتروژن بر روند رشد ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴ پژوهشی[۳] در سال زراعی ۱۳۹۰ به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در شهرستان اسدآباد اجرا شد. تیمارها شامل پرایم مزرعه‌ای در ۳ سطح (پرایم با آب معمولی به مدت ۱۸ ساعت، پرایم با محلول روی ۰/۰۵ درصد به مدت ۱۴ ساعت و بدون پرایم) و زمان مصرف کود نیتروژنه به میزان۱۶۰ کیلوگرم در هکتار با پنج سطح شامل بدون کاربرد نیتروژن (شاهد)، کاربرد یک مرحله‌ای (زمان کاشت)، کاربرد دو مرحله‌ای (زمان کاشت و قبل از گلدهی)، کاربرد سه مرحله‌ای (زمان کاشت، ۶-۴ برگی و قبل از گلدهی) و کاربرد چهار مرحله‌ای نیتروژن (زمان کاشت، ۶-۴ برگی، قبل از گلدهی و مرحله شیری دانه) بود. نتایج نشان داد، خصوصیات جوانه‌زنی، حداکثر شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت جذب خالص و سرعت رشد نسبی هشتاد روز پس از کاشت، تجمع ماده خشک و عملکرد در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر اثرات سطوح تیمارها قرار گرفتند. بیش‌ترین میزان سرعت رشد محصول، سرعت جذب خالص در تیمار کاربرد چهار مرحله‌ای نیتروژن با ۶۹/۷ و ۱۳/۳ درصد افزایش و حداکثر شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی و تجمع ماده خشک و عملکرد در تیمار کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن با ۵۳/۳، ۱۴/۲، ۵۲/۱ و ۶۰/۷ درصد افزایش نسبت به تیمار بدون کاربرد نیتروژن به دست آمد. پرایم کردن بذرها با محلول روی صفات مذکور را نسبت به تیمار پرایم نشده به ترتیب ۲۴/۸، ۶/۶، ۱۹/۵، ۳/۵، ۱۴/۲ و ۲۲ درصد افزایش داد. نتایج برهم‌کنش تیمارها نشان داد، بیش‌ترین عملکرد به تیمار پرایم با محلول روی و کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن(۱۰۷۹/۶ گرم در مترمربع) تعلق داشت. بیش‌ترین و کم‌ترین همبستگی عملکرد دانه با حداکثر شاخص سطح برگ ($r=۰/۸۹^{**}$) و سرعت جذب خالص ($r=۰/۵۶^{*}$) مشاهده شد. نتایج نشان داد، پرایمینگ بذر همراه با کاربرد سه مرحله‌ای کود نیتروژن باعث بهبود شاخص‌های رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴ گردید.

کلمات کلیدی: سرعت رشد محصول، تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ، سرعت جذب خالص، عملکرد، پرایمینگ

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۲. ۳ و ۴. استادیاران گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

این مقاله قسمتی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد در دانشگاه بوعلی سینا می‌باشد.

*: نویسنده مسئول Email: ali.sarkhosh7@gmail.com

مقدمه

ذرت گیاهی است که کشت آن در ارتفاع پایین‌تر از سطح دریا تا ارتفاع بیش از ۳۷۰۰ متر و در عرض‌های جغرافیایی بین ۶۰ درجه شمالی تا ۴۰ درجه جنوبی، مناطق خشک تا مرطوب، نواحی با بارندگی زیاد و دارای درجه حرارت‌های سرد و معتدل و نیز در خاک‌های شنی تا رسی امکان پذیر است (میرشکاری، ۱۳۷۸). بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای در سال ۸۸-۸۷ برابر ۲۲۶ هزار هکتار با تولید حدود ۱/۶۴ میلیون تن با میانگین ۷۲۹۰ کیلوگرم در هکتار بوده است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۸).

در گیاهان زراعی تولید دانه تحت تاثیر موازنه مثبت عواملی مانند: ۱- میزان و دوام سیستم فتوسنتزی؛ ۲- راندمان و کارایی دستگاه فتوسنتز کننده؛ ۳- سرعت انتقال و توزیع مواد فتوسنتزی به اندام‌ها و ۴- تعداد و اندازه دانه‌ها و ظرفیت آن‌ها از نظر تجمع مواد فتوسنتزی قرار گرفته که در مجموع سبب افزایش عملکرد بیولوژیک و اقتصادی می‌شود (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۴). گیاهان حاصل از بذرهای پرایم شده دارای سرعت جوانه‌زنی و رشد بیش‌تری هستند (ریاضی و همکاران، ۱۳۸۷)، در جریان پرایمینگ، بذرها اجازه می‌یابند تا حد کمی آب جذب کنند (تا قبل از خروج ریشه‌چه) و سپس از محیط آب خارج می‌شوند. مقدار این آب آن‌قدر اندک است که مانع از جوانه‌زنی می‌شود، اما امکان وقوع یک سری فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پیش از جوانه‌زنی را فراهم می‌آورد. تیمارهای پرایمینگ بذر به منظور سرعت بخشیدن به جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در شرایط طبیعی و تنش استفاده می‌گردند (*باسرا*[1] و همکاران، 2003). هنگامی که بذر پرایم شده در محیط مناسب جوانه‌زنی قرار می‌گیرد، سریع‌تر از بذرهای پرایم نشده جوانه می‌زند. گزارش‌های مختلف، حاکی از آن است که پرایم کردن بذرها باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن بذر می‌گردد (*اشرف*[2] و همکاران،2001؛ *افضل* و همکاران، 2006) همچنین در گیاهچه حاصل از جوانه‌زنی بذرهای پرایم شده، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه افزایش نشان می‌دهد. این افزایش در مورد ریشه‌چه بیش‌تر و قابل ملاحظه است. علاوه بر این سرعت رشد و توسعه ریشه در گیاهان حاصل از بذرهای مذکور بیش‌تر می‌باشد. به‌طوری‌که تقسیمات سلولی در کلاهک ریشه در این شرایط شدت بیش‌تری داشته و این مسئله در کنار جذب بهتر آب و مواد غذایی سبب بهبود استقرار این گیاهان می‌گردد. این موضوع در ارتباط با ریشه‌های فستوکا، ذرت و برنج به اثبات رسیده است (*فاروق*[3] و همکاران، 2006؛ *پاررا* و *کانتلیف*[4]، 1994؛ دیانتی و همکاران، ۱۳۸۹). عنصر روی برای بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه، اکسین‌ها، ساخت پروتئین و تولید بذر قوی مورد نیاز است. کمبود عنصر روی عمدتا در خاک-های آهکی مناطق خشک و نیمه خشک جهان از جمله ایران گزارش شده است (ملکوتی و لطف اللهی، ۱۳۷۸). معمولا کمبود عنصر روی در گیاهان بیش‌تر در خاک‌هایی است که pH آن-ها بالاست. در شرایط زراعی کشور ما به دلایل مصرف فراوان کودهای فسفاته، عدم مصرف کودهای حاوی عناصر ریز مغذی و نیز آهکی بودن خاک‌های زراعی کشور و حضور بی‌کربنات فراوان در آب‌های آبیاری، کمبود آن اهمیت بیش‌تری دارد و مصرف آن سبب افزایش تولید، بهبود کیفیت در تولیدات کشاورزی می‌گردد. ذرت از گیاهان حساس به عنصر روی بوده و علائم کمبود این عنصر به وفور در آن دیده می‌شود (ملکوتی و لطف الهی، ۱۳۷۸). لذا از این عنصر در جریان پرایمینگ مزرعه‌ای از جمله در گیاهان نخود، گندم، ذرت و برنج استفاده شده است (*هریس*[5]، 2006). پرایم بذرهای گندم و لوبیا با سولفات روی باعث افزایش رشد ریشه‌ها و افزایش کارایی جذب آب و عناصر غذایی و در نهایت وزن خشک کل شد (*فاروق* و همکاران، 2006).

نیتروژن عنصری است که به مقدار زیاد مورد نیاز ذرت بوده و جز ضروری آنزیم‌ها، اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، نوکلوتیدها، هورمون‌ها، مولکول کلروفیل و دیگر ترکیبات متابولیسم گیاهی است (*مارتینز*[6]، 2008). این عنصر در بسیاری از مناطق به‌ویژه در خاک‌های فقیر از مواد آلی یک عنصر محدود کننده رشد و تولید محصول می‌باشد. کودهای نیتروژنه در خاک متحرک بوده که این امر اثرات نامطلوب زیادی از جمله آلوده‌سازی منابع آب‌های زیرزمینی و خاک را به دنبال دارد. نیتروژن یکی از ترکیبات اساسی در تغذیه گیاهانی مانند ذرت است (*دی پاسکال*[7] و همکاران، 2006).

کمبود نیتروژن عملکرد دانه ذرت را از طریق کاهش تعداد و وزن دانه‌ها کاهش می‌دهد (*یوهارت* و *آندرید*[8]،

1. Basra *et al.*
2. Ashraf *et al.*
3. Faroog *et al.*
4. Parera and Cantliffe
5. Harris
6. Martins *et al.*
7. De pascal *et al.*
8. Uhart and Andrid

1995). اصفهانی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند، کاربرد کود نیتروژنه در مراحل مختلف رشد می‌تواند بر کاهش مصرف و افزایش کارایی آن موثر باشد. اگرچه زمان و روش کاربرد نیتروژن به‌طور معنی‌داری بر رشد و تولید محصول ذرت اثر دارد، ولی کاربرد دو سوم کود تعیین شده در زمان کاشت و یک سوم هنگام گل‌دهی بیش‌ترین تاثیر را در افزایش کارایی مصرف نیتروژن و حصول بیش‌ترین ماده خشک و محصول دانه دارد (*اکبر و همکاران*[1]، 1999).

پرایمینگ مزرعه‌ای یکی از انواع پرایمینگ می‌باشد که به دلیل کم هزینه بودن به طور وسیعی استفاده می‌شود. در پرایمینگ مزرعه‌ای، بذرها برای یک مدت مشخص شده در آب معمولی یا نوعی محلول غذایی قرار می‌گیرند و قبل از کاشت به منظور تسهیل در استفاده و جابجایی به صورت سطحی خشک می‌گردند. این روش به وسیله کشاورزان برای تعدادی از محصولات کشاورزی مانند گندم، نخود و ذرت به کار گرفته شده است (*هریس* و همکاران، 2007).

هدف از این مطالعه، بررسی روند تغییرات شاخص‌های رشد، تجمع ماده خشک و عملکرد دانه ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴، تحت پرایم مزرعه‌ای بذرها و زمان‌های مختلف کاربرد نیتروژن است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در تابستان سال ۱۳۹۰ در مزرعه شهرستان اسدآباد استان همدان با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۵۶۰ متر از سطح دریا اجرا گردید. قبل از اجرای آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری محل آزمایش، جهت تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک نمونه‌برداری شد. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم سطحی، دیسک و مصرف کودهای اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم بر اساس نتایج حاصل از تجزیه خاک به ترتیب برابر ۳۵۰، ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۱).

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل پرایم مزرعه‌ای بذر با سه سطح شامل پرایم با آب معمولی به مدت ۱۸ ساعت، پرایم با محلول سولفات روی با غلظت روی به میزان ۰/۰۵ درصد که معادل ۱/۷۵ گرم سولفات روی در یک لیتر آب می‌باشد، به مدت ۱۴ ساعت و بدون پرایم و زمان مصرف کود نیتروژنه با پنج سطح شامل بدون کاربرد کود نیتروژن، کاربرد یک مرحله‌ای کود در هنگام کاشت، کاربرد دو مرحله‌ای کود (یک دوم هنگام کاشت و یک دوم در مرحله قبل از ظهور گل‌آذین نر)، کاربرد سه مرحله‌ای کود (یک سوم هنگام کاشت و یک سوم در مرحله ۶-۴ برگی و یک سوم در مرحله قبل از ظهور گل‌آذین نر) و کاربرد چهار مرحله‌ای کود (یک چهارم هنگام کاشت، یک چهارم در مرحله ۶-۴ برگی، یک چهارم در مرحله قبل از ظهور گل‌آذین نر و یک چهارم در زمان شیری شدن دانه) بود. میزان مصرف کود نیتروژن بر اساس نتایج آزمون خاک حدود ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار بود که از منبع اوره تامین شد. کشت به‌صورت جوی و پشته با فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر، با تراکم نهایی ۶۷۰۰۰ بوته در هکتار انجام شد. کاشت به‌صورت دستی انجام شد. به منظور نمونه‌برداری از روز ۳۵ پس از کاشت تا زمان برداشت هر هفته از هر کرت ۵ بوته به مساحت تقریبی ۰/۷۵ مترمربع به طور تصادفی برداشت و وزن خشک و سطح برگ آن‌ها اندازه‌گیری گردید. به منظور اندازه‌گیری سرعت و درصد سبز شدن پس از شروع سبز شدن بذرها هر روز و طی مدت ۱۰ روز یک خط مشخص از هر پلات آزمایش، بذرهای سبز شده شمارش شدند. سرعت سبز شدن و درصد سبز شدن با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه شد (*بودوئوارت* و *بیولی*[2]، 1981) در ضمن برای نرمال شدن توزیع درصد سبز شدن از تبدیل زاویه‌ای ($\arcsin\sqrt{x}$) استفاده شد.

رابطه ۱: $\frac{\sum ni}{\sum nidi}$ = سرعت سبز شدن

ni: تعداد بذرهای سبز شده و nidi: تعداد بذرهای سبز شده و شماره روز از زمان کاشت در شمارش i ام هستند.

رابطه ۲: ۱۰۰ × (تعداد کل بذرها / تعداد گیاهچه‌ها تا روز دهم)= درصد سبز شدن

برای اندازه‌گیری وزن خشک کل در پایان فصل رشد با رعایت اثر حاشیه از هر کرت، بوته‌های از دو مترمربع برداشت شدند. به منظور تجزیه و تحلیل رشد گیاه از معادلات زیر استفاده گردید:

شاخص سطح برگ (LAI^{3}) $= EXP\ (a'+b'T+c'T^{2})$

سرعت رشد محصول (CGR^{4}) $= NAR \times LAI$

سرعت رشد نسبی (RGR^{5}) $= b+2cT$

1. Akbar *et al.*

2. Bodsworth and Bwley
3. Leaf Area Index
4. Crop Growth Rate
5. Relative Growth Rate

سرعت جذب خالص $NAR^{1}= (b+2cT) \times EXP [(a-a')+(b-b') T+ (c-c') T^{2}]$

وزن خشک کل $TDM^{2}= EXP(a+bT+cT^{2})$

که در این معادله‌ها a، b و c و a' , b' و c' ضرایب ضرایب معادلات رگرسیونی مربوطه و T زمان بر حسب روز می‌باشد. در این تحقیق نقاط حداکثر مربوط به شاخص‌های سطح برگ، سرعت رشد محصول، و وزن خشک کل و همچنین سرعت جذب خالص و سرعت رشد نسبی در ۸۰ روز پس از کاشت در تیمارهای مختلف مورد آنالیز واریانس و مقایسه میانگین قرار گرفت. پس از جمع‌آوری داده‌ها تجزیه-های آماری لازم با استفاده از نرم افزارهای SAS و MSTAT-C و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح ۵ درصد استفاده شد و رسم نمودارها نیز با نرم افزار Excel صورت گرفت.

نتاج و بحث

خصوصیات سبز شدن

با توجه به این که یکی از اثرات مهم پرایم کردن بذر بر روی جوانه‌زنی و سبز شدن آن می‌باشد در این بخش به بررسی تاثیر تیمارهای پرایمینگ بذر و مقدار مصرف کود نیتروژن در زمان کاشت بر روی درصد و سرعت سبز شدن پرداخته شد.

سرعت سبز شدن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سرعت سبز شدن تحت تاثیر تیمار پرایمینگ و میزان مصرف کود نیتروژن در زمان کاشت و اثرات متقابل آن‌ها قرار گرفته است (جدول ۲). به طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان آن به ترتیب مربوط به تیمار پرایم با محلول روی و کاربرد یک چهارم و یک سوم مقدار کود نیتروژن در زمان کاشت (۰/۳۵۷) و تیمار بدون پرایم و بدون کاربرد کود نیتروژن (۰/۱۹۷) تعلق داشت (جدول ۴). دلیل بالا بودن سرعت سبز شدن در کاربرد یک چهارم و یک سوم مقدار کود نیتروژن در زمان کاشت و پرایم با محلول روی احتمالا اثر افزایشی تیمارهای فوق بر روی این صفت بود زیرا بذرهای پرایم شده نسبت به بذرهای پرایم نشده از لحاظ مراحل جوانه-زنی و سبز شدن یک گام جلوتر بوده و انتظار می-رود با حضور مقدار مناسب از کود نیتروژن به عنوان محرک رشد (موسوی، ۱۳۹۰) بتواند سریع‌تر مراحل جوانه‌زنی را سپری نماید. البته پرایم با آب هم در رتبه بعدی قرار گرفته است (جدول ۳ و ۴) که بیانگر اهمیت بیش‌تر عمل پرایم کردن بذر در مقایسه با کاربرد محلول غذایی در حین پرایم کردن است. کاربرد مقادیر بالاتر کود نیتروژن در زمان کاشت (کل آن یا نصف آن در زمان کاشت) باعث کاهش معنی‌دار سرعت سبز شدن در ذرت گردید (جدول ۳). این نتیجه احتمالا به دلیل حلالیت بالای کود نیتروژن و کاهش پتانسیل اسمزی محیط اطراف بذر و سمیت ناشی از آمونیاک حاصل از کود اوره بوده است (*گراتانا* و *گریو*[3]، 1999). مطالعه همبستگی بین صفات مورد مطالعه نشان داد که سرعت سبز شدن بیش-ترین همبستگی را با تجمع ماده خشک ($r=۰/۹۲^{**}$) در سطح یک درصد داشت (جدول ۵).

درصد سبز شدن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد سبز شدن تحت تاثیر تیمار پرایمینگ و میزان مصرف کود نیتروژن و اثرات متقابل آن‌ها قرار گرفته است (جدول ۲). به طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان آن به ترتیب مربوط به تیمار پرایم با آب و کاربرد یک سوم مقدار کود نیتروژنی در زمان کاشت (۹۸/۷ درصد) و تیمار بدون پرایم و کاربرد همه کود نیتروژن (۹۰/۳ درصد) تعلق داشت. البته پرایم با محلول روی و کاربرد یک سوم مقدار کود نیتروژن در زمان کاشت و پرایم با آب و کاربرد یک چهارم مقدار کود نیتروژن هم در رتبه بعدی قرار گرفت (جدول ۴)که بیانگر اهمیت بیش‌تر عمل پرایم کردن بذر است. در سطوح پرایم بیش‌ترین درصد سبز شدن مربوط به تیمار پرایم با آب (۹۶ درصد) و کم‌ترین آن به تیمار بدون پرایم تعلق داشت. در سطوح تیمار زمان کاربرد کود نیتروژن نیز کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن دارای بیش‌ترین درصد و کاربرد یک مرحله‌ای نیتروژن (کاربرد کل کود در زمان کاشت) دارای کم‌ترین درصد سبز شدن بودند (جدول ۳) این نتیجه می‌تواند به دلیل مصرف بیش از حد کود نیتروژن و ایجاد سمیت آمونیاکی در اطراف بذر در حال جوانه‌زنی اتفاق افتاده باشد (*گراتانا* و *گریو*، 1999). درصد سبز شدن بیش‌ترین همبستگی را با تجمع ماده خشک ($r=۰/۶۳^{*}$) در سطح پنج درصد داشت (جدول ۵).

1. Net Assimilation Rate
2. Total Dry Mater
3. Grattana and Grieve

جدول ۱: تجزیه خاک

Table 1: Analisis Of soil

کربن آلی org.carbon (%)	هدایت الکتریکی Ec(ds/m)	pH	روی Zink (ppm)	نیتروژن کل Total Nitrogen(%)	پتاسیم قابل جذب K(ppm)	فسفر قابل جذب P(ppm)	بافت خاک Soil texture	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)
1.9	0.121	7.7	0.8	0.19	272	6.95	Clay- Silt	28	35	37

شاخص سطح برگ (LAI)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که حداکثر شاخص سطح برگ تحت تاثیر اثرات اصلی و متقابل تیمارها در سطح یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). میانگین LAImax در کل آزمایش برابر ۴/۲۵ بود. پرایم با محلول روی با ۴/۵۳ و کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن با ۴/۹۲ بیش‌ترین LAImax را داشت (جدول ۳). شرط لازم برای دستیابی به عملکرد بالا، شکل-گیری سریع سیستم فتوسنتز کننده‌ای است که دارای ساختمان مطلوب جهت جذب موثر نور باشد و آن را به انرژی شیمیایی تبدیل کند (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۸). به نظر می‌رسد پرایم کردن بذرهای ذرت با محلول روی و کاربرد نیتروژن موجب استقرار و توسعه سریع سیستم فتوسنتز کننده در ابتدای فصل رشد باشد. در تیمارهای بدون کاربرد نیتروژن و بدون پرایم حداکثر شاخص سطح برگ در مقایسه با تیمارهای کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن و پرایم با محلول روی به ترتیب ۲۳ و ۲۹ درصد کاهش نشان دادند. *رحمان*[1] و همکاران (2012) میزان ظهور و طویل شدن برگ برنج را در اثر پرایمینگ با محلول بر ۰/۰۰۱ درصد به مدت ۲۴ ساعت گزارش کردند. برهم‌کنش پرایم بذرها به ویژه با محلول سولفات روی در کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن توانسته است شاخص سطح برگ را به طور قابل توجهی افزایش دهد اما در بذرهای پرایم نشده حداکثر شاخص سطح برگ در تیمار کاربرد چهار مرحله-ای نیتروژن حاصل شد (جدول ۴). علت این امر افزایش رشد ریشه‌ها و قابلیت بیش‌تر آن‌ها در استفاده از آب و عناصر غذایی، توسعه سریع سیستم فتوسنتز کننده در تیمارهای پرایم می‌باشد (*فاروق* و همکاران، 2006). عنصر روی باعث افزایش مقدار کلروفیل برگ و افزایش فعالیت آنزیم کربنیک آنهیدراز شده و این توانایی را دارد که در کلروپلاست با مواد غیر آلی ترکیب شده و باعث طولانی‌تر شدن مدت فتوسنتز برگ گشته و باعث به تعویق افتادن پیری برگ‌ها شود (ملکوتی و لطف‌اللهی، ۱۳۷۹). کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن بیش‌ترین شاخص سطح برگ (۴/۹۶) را در کل آزمایش تولید کرد که با یافته‌های روضاتی و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت دارد. شاخص سطح برگ با اکثر صفات مورد مطالعه دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بوده و بیش‌ترین همبستگی را با سرعت رشد محصول (r=۰/۹۸) دارا بود (جدول۵).

سرعت رشد محصول(CGR)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که حداکثر سرعت رشد محصول تحت تاثیر تیمار پرایم و زمان‌های مختلف کاربرد نیتروژن در سطح یک درصد قرار گرفت. اثر متقابل معنی‌داری بین دو تیمار در سطح احتمال پنج درصد در روی این صفت نیز مشاهده شد (جدول ۲). پرایم کردن و کاربرد نیتروژن مصرفی در بیش از یک مرحله، سبب افزایش سرعت رشد محصول شد. به طوری که بیش‌ترین مقادیر آن در تیمار پرایم با محلول روی و کاربرد سه تا چهار مرحله‌ای نیتروژن (۶۰/۰۴ گرم در مترمربع در روز) و کم‌ترین آن در تیمار بدون پرایم و بدون کاربرد نیتروژن (۲۹/۷۳ گرم در مترمربع در روز) به دست آمد (جدول ۳). روضاتی و همکاران (۱۳۹۰) بیش‌ترین سرعت رشد محصول را در کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن به دست آوردند. با توجه به اینکه سرعت رشد محصول ارتباط نزدیکی با شاخص سطح برگ دارد، با افزایش شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول افزایش می‌یابد و مدت زمان افزایش آن حتی پس از رسیدن شاخص سطح برگ به بیش‌ترین مقدار خود تا مدتی ادامه می‌یابد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۳). بررسی روند تغییرات سرعت رشد محصول در طول دوره رشد (شکل ۱) بیانگر این است که سرعت رشد ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴ تا ۷۵ الی ۸۵ روز پس از کاشت افزایش داشته و سپس سیر نزولی طی نموده و منفی می‌شود. این امر احتمالا به دلیل پیری برگ‌ها و ریزش برگ‌های پیر و همچنین انتقال مجدد مواد ساخته شده قبل از گل‌دهی می‌باشد. تحقیقات انجام شده علت منفی شدن سرعت رشد گیاه زراعی در اواخر دوره رشد را کاهش ماده خشک در اثر ریزش برگ‌ها دانسته‌اند (عبدالرحمنی و همکاران، ۱۳۸۸).

1. Rehman *et al.*

جدول ۲: تجزیه واریانس شاخص‌های رشد ذرت دانه‌ای تحت پرایم مزرعه‌ای بذرها و زمان‌های مختلف کاربرد نیتروژن

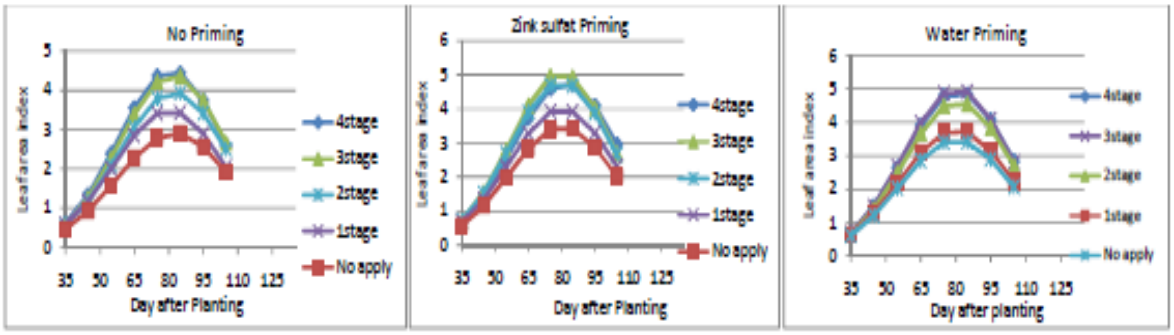
Table 2: Analysis of variance for maize growth index under On-farm seed priming and different times of nitrogen application

منابع تغییر S. O.V	درجه آزادی df	سرعت سبز شدن	درصد سبز شدن	حداکثر شاخص سطح برگ LAImax	حداکثر سرعت رشد محصول CGRmax	سرعت رشد نسبی (در ۸۰ روز پس از کاشت RGR 80 (DAP	میزان جذب خالص (در۸۰ روز پس از کاشت)NAR 80 DAP	حداکثر تجمع ماده خشک TDM	عملکرد دانه
تکرار R	2	0.003*	0.001*	0.078*	11.96ns	0.00000265*	20.02ns	76265.21*	1318.56*
پرایم Prime	2	0.015**	0.003**	2.474**	474.69**	0.00000653**	1.74ns	1026835.75**	7971.23**
زمان کاربرد کود نیتروژن Time Nit.Apply	4	0.01**	0.002**	5.124**	849.78**	0.0000317**	2.14*	1928456.62**	219144.03**
پرایم × زمان کاربرد نیتروژن Prime × Nit apply	8	0.001*	0.001*	0.077**	24.96*	0.00000155*	0.19ns	49687.63*	1040.75*
اشتباه Error	28	0.0009	0.003	0.021	9.81	0.00000056	0.77	21691.25	338.08
CV(%)	-	11.25	1.92	3.4	6.74	2	8.2	6.01	2.06

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

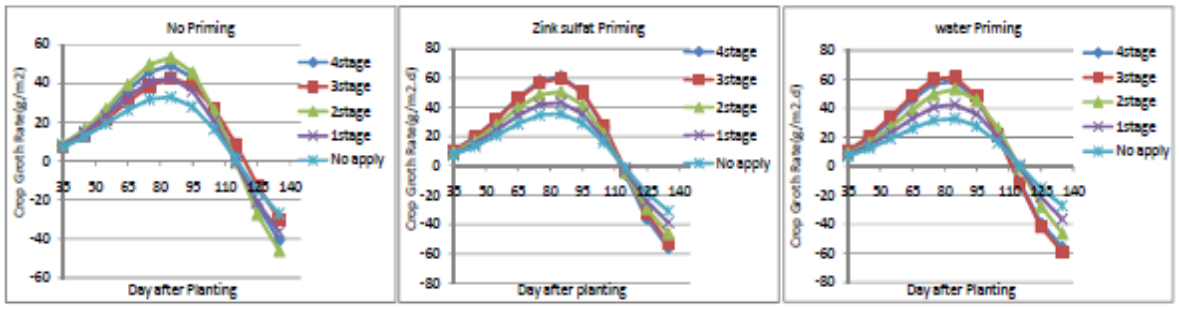
ns,*,**No Significant, significant at 5, 1 percent levels respectively.

پرایم کردن بذرها منجر به افزایش سرعت رشد محصول نسبت به بذرهای پرایم نشده گردید. به نظر می‌رسد چنین روندی به دلیل اثر افزایشی تیمارهای پرایمینگ در جذب تشعشع خورشیدی هم‌زمان با افزایش سطح برگ و در نتیجه افزایش سرعت تجمع ماده خشک است. تحقیقات نشان داده که سرعت رشد محصول سویا و برنج در گیاهان پرایم شده نسبت به گیاهان شاهد بیش‌تر بود (*فاروق* و همکاران، 2006). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین این صفت با دیگر صفات مورد مطالعه مشاهده شد و بیش‌ترین همبستگی را با حداکثر شاخص سطح برگ ($r=۰/۹۸^{**}$) دارا بود (جدول ۵).



شکل ۱: روند تغییرات شاخص سطح برگ در شرایط تقسیط کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد در تیمارهای مختلف پرایم بذر

Fig 1: Changes in leaf area index of different time of nitrogen application at different stages of growth in the treatment of seed Prime



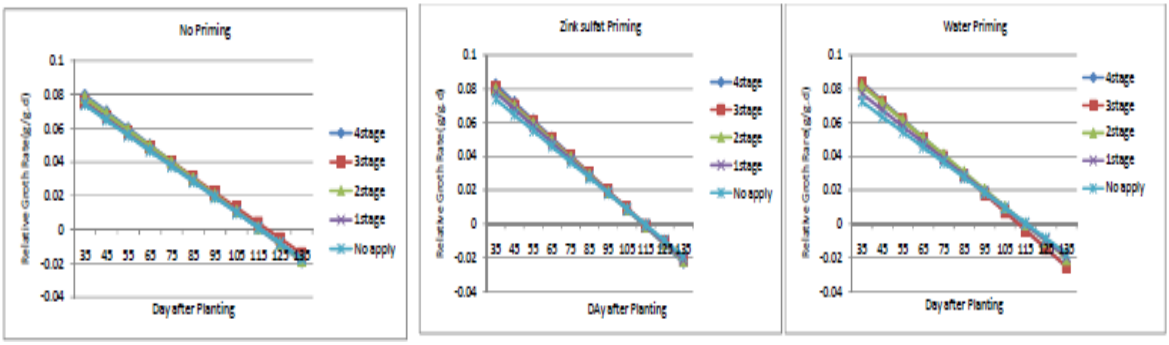
شکل ۲: روند تغییرات سرعت رشد محصول در شرایط تقسیط کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد در تیمارهای مختلف پرایم بذر

Fig 2: Changes in crop growth rate in time of nitrogen application at different stages of growth in the treatment of seed Prime

سرعت رشد نسبی محصول (RGR)

تغییرات سرعت رشد نسبی بر مبنای روزهای پس از کاشت در ترکیبات تیماری مختلف نشان داد که در تمام ترکیبات تیماری، سرعت رشد نسبی، با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد (شکل ۳). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سرعت رشد نسبی تحت تاثیر اثرات تیمارها در سطح یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح پنج درصد قرار گرفت (جدول ۲). میانگین این صفت در کل آزمایش برابر ۰/۰۳۵۲ گرم بر گرم در روز بوده و بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار آن به ترتیب برای تیمارهای پرایم با آب و کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن (۰/۰۳۷۹ گرم بر گرم در روز) و پرایم با آب و بدون کاربرد نیتروژن (۰/۰۳۲۵ گرم بر گرم در روز) به دست آمد. کاهش سرعت رشد نسبی گیاه در طی فصل رشد، می‌تواند به پیری برگ‌های پایینی، در سایه قرار گرفتن آن‌ها و افزایش بافت‌ها و کربوهیدرات‌های ساختمانی (که در فتوسنتز نقشی ندارند) نسبت به بافت‌های متابولیکی فعال نسبت داده شود (*سوودر*[1] و همکاران، 1997). همبستگی سرعت رشد نسبی با اکثر صفات مثبت و معنی‌دار بود و بیش‌ترین همبستگی را با عملکرد دانه ($r=۰/۸۷^{**}$) دارا بود (جدول ۵).

1. Sowder *et al.*

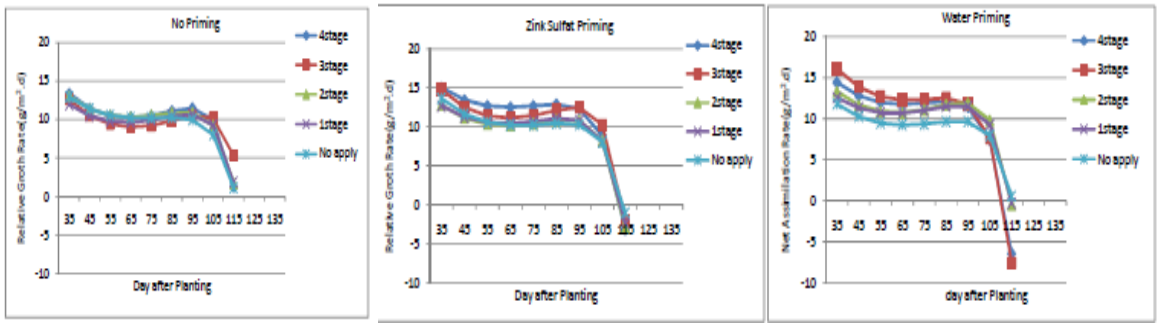


شکل ۳: روند تغییرات سرعت رشد نسبی در شرایط تقسیط کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد در تیمارهای مختلف پرایم بذر

Fig 3: Changes in Relative growth rate of different time of nitrogen application at different stages of growth in the treatment of seed Prime

سرعت جذب خالص(NAR)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میزان جذب خالص تحت تاثیر تیمارهای پرایم قرار نگرفت ولی تحت تاثیر زمان‌های مختلف کاربرد نیتروژن در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). سطوح پرایمینگ و کاربرد نیتروژن مصرفی در بیش از یک مرحله رشدی سبب افزایش این شاخص فیزیولوژیک رشد گردید (جدول ۳). به طوری که میانگین این صفت در کل آزمایش برابر ۱۰/۶۹ گرم بر مترمربع در روز بود و بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار آن به ترتیب برای تیمار کاربرد چهار مرحله‌ای نیتروژن (۱۱/۲۶ گرم بر مترمربع در روز) و بدون کاربرد نیتروژن (۹/۹۴ گرم بر مترمربع در روز) به دست آمد. بررسی روند تغییرات سرعت جذب خالص (شکل ۴) نشان داد که این صفت در تمام تیمارها تا ۹۰ روز پس از کاشت تقریبا ثابت بود و سپس سیر نزولی طی نموده و در ۱۱۰ تا ۱۱۵ روز پس از کاشت از مرز صفر گذشته و منفی شد. این کاهش، در اثر پیری و مرگ برگ‌ها و کاهش سطح فتوسنتز کننده حادث شد. بین سرعت رشد محصول و اکثر صفات همبستگی مثبت وجود داشت و بیش‌ترین همبستگی با سرعت رشد محصول در سطح یک درصد ($r=۰/۷۶^{**}$) مشاهده شد (جدول ۵).



شکل ۴: روند تغییرات سرعت جذب خالص در شرایط تقسیط کود نیتروژن در مراحل مختلف در تیمارهای مختلف پرایم بذر

Fig 4: Changes in net assimilation rate of different time of nitrogen application at different stages of growth in the treatment of seed Prime

حداکثر تجمع ماده خشک (TDMmax)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که پرایمینگ بذر و زمان کاربرد کود نیتروژن در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح پنج درصد بر حداکثر تجمع ماده خشک تولیدی موثر بوده‌اند (جدول ۲). اگر چه حداکثر تجمع ماده خشک در تیمار ترکیبی پرایم با محلول روی و کاربرد چهار مرحله‌ای نیتروژن به دست آمد اما این تیمار با تیمارهای پرایم با محلول روی و کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن و پرایم با آب و کاربرد دو، سه و چهار مرحله‌ای نیتروژن اختلاف معنی‌داری نداشت که این نتیجه سودمندی عمل پرایمینگ را در کنار کاربرد کود نیتروژن در بیش از یک مرحله بیان می‌کند (جدول ۴).

جدول ۳: مقایسه میانگین شاخص‌های رشد ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴ تحت سطوح پرایم و زمان‌های کاربرد نیتروژن

Table 3: Comparison of Mean growth indices of maize Sc704 at time of nitrogen application and priming levels

تیمارTreat	سطوح تیمار Treat level	سرعت سبز شدن Germination. Rate	درصد سبز شدن Germination per	حداکثر شاخص سطح برگ LAImax	حداکثر سرعت رشد محصول CGRmax	سرعت رشد نسبی (۸۰ روز پس از کاشت) RGR 80 DAP	سرعت جذب خالص(۸۰ روز پس از کاشت) NAR 80 DAP	حداکثر تجمع ماده خشک TDM(g/m^2)	عملکرد دانه GY(g/m^2)
پرایمینگ Priming	با آب With top water	0.278	96	4.44	49.51	0.0357	11	2581.48	883.78
	با محلول روی With Zn solution	0.3	95.5	4.53	49.95	0.0354	10.75	2622.43	918.02
	پرایم نشده No prime	0.238	93.5	3.79	40	0.0345	10.32	2150.17	874.16
	LSD(0.05)	0.023	1.4	0.11	2.34	0.0005	0.65	110.16	137.53
زمان کاربرد کود نیتروژن Time nitrogen apply	بدون کاربرد کود نیتروژن No apply	0.229	94.6	3.21	32.77	0.0323	9.94	1801.95	649.35
	کاربرد یک مرحله ای 1stage apply	0.249	92.8	3.74	40.56	0.0343	10.71	2171.7	836.2
	کاربرد دو مرحله ای 2stage apply	0.278	95.3	4.51	48.93	0.036	10.61	2546.87	936.52
	کاربرد سه مرحله ای 3stage apply	0.297	96.3	4.92	54.55	0.0369	10.94	2850.65	1043.4
	کاربرد چهار مرحله ای 4stage apply	0.309	95.9	4.89	55.62	0.0364	11.26	2885.63	994.5
	LSD(0.05)	0.03	1.8	0.14	3.02	0.0007	0.85	142.22	177.55

جدول ۴: اثر متقابل پرایم بذر در مزرعه و زمان کاربرد کود نیتروژن بر صفات مورد مطالعه ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴

Table 4: interaction of on farm seed priming and time of nitrogen application on studied treats in Maize Sc 704

سطوح پرایم prime level	سطوح زمان کاربرد نیتروژن apply level Time of nitrogen	سرعت سبز شدن Ger. rate	درصد سبز شدن Ger. per	حداکثر شاخص سطح برگ LAImax	حداکثر سرعت رشد محصول CGRmax	سرعت رشد نسبی (۸۰ روز پس از کاشت)RGR 80DAP	حداکثر تجمع ماده خشک TDM (g/m^2)	عملکرد دانه GY(g/m^2)
با آب water With top	بدون کاربرد نیتروژن No apply	0.237	95	3.5	34.19	0.0325	1822.31	646.31
	کاربرد یک مرحله ای 1stage apply	0.24	94	3.77	42.64	0.0348	2276.77	845.12
	کاربرد دو مرحله ای 2stage apply	0.287	95	4.81	53.13	0.0367	2743.38	937
	کاربرد سه مرحله ای 3stage apply	0.343	98.7	5.11	60.26	0.0379	3112.46	1028.4
	کاربرد چهار مرحله ای 4stage apply	0.31	97.3	4.99	57.32	0.0368	2952.47	962.08
با محلول روی with Zn solution	بدون کاربرد نیتروژن No apply	0.253	94	3.24	34.39	0.0318	1951.2	691.36
	کاربرد یک مرحله ای 1stage apply	0.26	94	4.06	43.31	0.0342	2290.42	843.65
	کاربرد دو مرحله ای 2stage apply	0.31	96	4.77	51.27	0.0365	2640.62	952.49
	کاربرد سه مرحله ای 3stage apply	0.357	97.4	5.35	60.4	0.0375	3112.55	1079.6
	کاربرد چهار مرحله ای 4stage apply	0.357	95.1	5.23	60.39	0.0371	3117.35	1023
پرایم نشده prime No	بدون کاربرد نیتروژن No apply	0.197	95	2.88	29.73	0.0328	1632.33	610.37
	کاربرد یک مرحله ای 1stage apply	0.247	90.3	3.37	35.72	0.034	1947.9	819.82
	کاربرد دو مرحله ای 2stage apply	0.243	95	3.94	42.38	0.0348	2256.61	920.07
	کاربرد سه مرحله ای 3stage apply	0.23	93	4.31	43	0.0354	2326.92	1022.1
	کاربرد چهار مرحله ای 4stage apply	0.273	94	4.43	49.14	0.0353	2587.07	998.41
LSD(0.05)	-	0.084	5	0.42	9.073	0.0685	426.7	53.26

جدول ۵: همبستگی بین شاخص‌های مهم رشد و وزن خشک کل در ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴

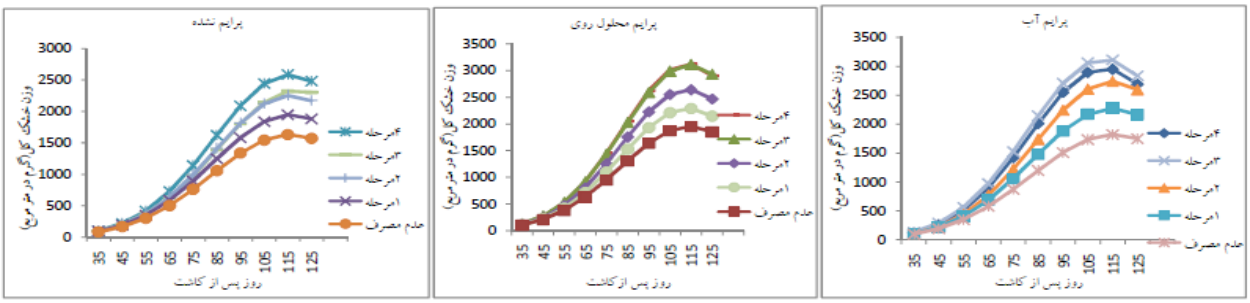
Table 5: Significant correlation between indices of growth and total dry weight in maize Sc 704

صفات Treats	حداکثر تجمع ماده خشک TDM	رشد نسبی محصول RGR	سرعت جذب خالص NAR	ماکزیمم شاخص سطح برگ LAImax	سرعت رشد محصول CGRmax	عملکرد دانه GY	درصد سبز شدن PG	سرعت سبز شدن GR
حداکثر تجمع ماده خشکTDM	1							
رشد نسبی محصولRGR	0.8**	1						
سرعت جذب خالصNAR	0.65*	0.39ns	1					
ماکزیمم شاخص سطح برگLAImax	0.98**	0.74**	0.64*	1				
ماکزیمم سرعت رشد محصولCGRmax	0.97**	0.68**	0.76**	0.98**	1			
عملکرد دانه GY	0.88**	0.87**	0.56*	0.89**	0.86**	1		
درصد سبز شدنPG	0.63*	0.2ns	0.58*	0.62*	0.57*	0.35ns	1	
سرعت سبز شدنGR	0.92**	0.45ns	0.7**	0.9**	0.83**	0.72**	0.63*	1

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns,*,** No Significant, significant at 5, 1 percent levels respectively.

تجمع ماده خشک در مراحل اولیه رشد گیاه به دلیل کم بودن سطح برگ به عنوان سطوح دریافت کننده تشعشع خورشیدی آهسته است، ولی با گسترش سطح برگ، افزایش فتوسنتز برگ‌ها و ماده‌سازی تجمع ماده خشک نیز افزایش می‌یابد و به حداکثر مقدار خود می‌رسد. در مرحله بعدی هم-زمان با انتقال مواد از اندام‌ها به دانه‌ها و به علت ریزش برگ-ها در اثر سایه‌اندازی، پیری و عدم توانایی کافی جهت فتوسنتز و ماده‌سازی، تجمع ماده خشک در گیاه ثابت شده و حتی کاهش می‌یابد (شکل ۵) (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۸۶). در تیمارهای پرایمینگ تجمع ماده خشک کل در تمام دوره رشد بیش‌تر از شاهد بود که این امر نشان دهنده پتانسیل بالاتر بوته‌های حاصل از بذرهای پرایم شده در تولید و ذخیره‌سازی مواد فتوسنتزی در شرایط آزمایش است. باصرا و همکاران (2003) اعلام کردند پرایمینگ بذر به طور معنی-داری وزن خشک کل گیاه را در مقایسه با شاهد افزایش داد. علی و همکاران (2002) اظهار داشتند که پرایمینگ بذرهای گندم و ذرت با عناصر ریز مغذی روی و بر، موجب افزایش تجمع ماده خشک گردید که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. به نظر می‌رسد افزایش سطح برگ، سرعت رشد بیش‌تر محصول در تیمارهای یاد شده عامل اصلی تولید بیش‌تر عملکرد بیولوژیک باشد. وزن خشک گیاه تابعی از میزان تشعشع جذب شده در طول دوره رشد است. از طرفی میزان تشعشع جذب شده به وسیله گیاه، بستگی کامل به شاخص سطح برگ و رشد تاج پوشش گیاه دارد (یارنیا و همکاران، ۱۳۸۷). این صف با شاخص‌های رشد مورد مطالعه دارای هم بستگی مثبت و معنی‌دار بوده و بیش‌ترین هم بستگی را با حداکثر شاخص سطح برگ داشت (جدول ۵).



شکل۵: روند تغییرات تجمع ماده خشک در شرایط تقسیط کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد در تیمارهای پرایم بذر.

Fig5: Changes in total dry mater in time of nitrogen application at different stages of growth in the treatment of seed Prime.

عملکرد دانه (GY)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه تحت تاثیر تیمار پرایمینگ و زمان کاربرد نیتروژن و اثرات متقابل آن‌ها قرا گرفت (جدول ۲). بیش‌ترین و کم‌ترین میزان آن به ترتیب مربوط به تیمار پرایم با محلول روی و کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن (۱۰۷۹/۶ گرم در مترمربع) با ۷۳/۳ افزایش نسبت به تیمار (شاهد) بدون پرایم و بدون کاربرد کود نیتروژن (۶۱۰/۳۷ گرم در مترمربع) تعلق داشت (جدول ۴). دلیل بالا بودن عملکرد در تیمار کاربرد سه مرحله‌ای و پرایم با محلول روی احتمالا تاثیر مثبت پرایمینگ بذر و کاربرد کود نیتروژن در مراحل حساس از رشد بوده که توانسته شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد را بهبود دهد و سهم بیش‌تری از مواد ساخته شده و همچنین ذخیره شده را به دانه‌ها اختصاص دهد. البته پرایم با آب هم نتیجه مشابهی را نشان داده است (جدول ۴) که بیانگر اهمیت بیش‌تر عمل پرایم کردن بذر است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش-ترین و کم‌ترین میزان دانه به تیمار کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن (۱۰۴۳ گرم در مترمربع) با ۶۰/۶ درصد افزایش نسبت به تیمار (شاهد) عدم کاربرد کود نیتروژن (۶۴۹/۴ گرم در مترمربع) تعلق داشت. روضاتی و همکاران (۱۳۹۰) با کاربرد تقسیطی کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد ذرت دانه‌ای به این نتیجه رسیدند که هر چه مصرف کود نیتروژن در زمان کاشت کم‌تر باشد، عملکرد دانه افزایش می‌یابد که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. عملکرد دانه در تیمار کاربرد چهار مرحله‌ای کود نیتروژن غالبا کم‌تر از کاربرد سه مرحله‌ای بود (جدول ۳). امام و ثقه‌الاسلام (۱۳۸۴) اعلام کردند میزان جذب نیتروژن در مراحل مختلف رشد محدود بوده و نیتروژن اضافی از دسترس گیاه خارج می‌شود. در هنگام کاشت گیاه توانایی چندانی برای جذب نیتروژن ندارد، بنابراین به کاربردن کود نیتروژن کم‌تر در زمان کاشت و مصرف بقیه آن در طول دوره حداکثر رشد رویشی گیاه، عملکرد را افزایش می‌دهد. دلیل عملکرد بالا در تیمارهای تقسیط کود نیتروژن افزایش رشد و نمو، فتوسنتز و انتقال بیش‌تر مواد فتوسنتزی به دانه نسبت داده شده است (مقدم و همکاران، 1997). بیش‌ترین همبستگی عملکرد دانه با حداکثر شاخص سطح برگ به دست آمد (جدول ۵).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده چنین نتیجه‌گیری می‌شود که در ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴ هر عاملی که شاخص‌های رشد را بهبود دهد، باعث تولید حداکثر وزن خشک و همچنین عملکرد دانه بیش‌تری می‌گردد. در این مطالعه، گیاهان حاصل از بذرهای پرایم شده به دلیل جوانه-زنی، سبز شدن و استقرار سریع‌تر از منابع موجود استفاده بهتری به عمل آورده و در این گیاهان شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، حداکثر تجمع ماده خشک، سرعت فتوسنتز خالص و در نهایت سرعت رشد نسبی نسبت به گیاهان حاصل از بذرهای پرایم نشده بیش‌تر بود. همچنین کاربرد چند مرحله‌ای کود نیتروژن باعث افزایش حداکثر سرعت رشد محصول، حداکثر شاخص سطح برگ، سرعت فتوسنتز خالص و وزن خشک کل تولیدی و عملکرد دانه شد. در بررسی اثرات متقابل پرایم و زمان‌های مختلف کاربرد نیتروژن نیز پرایم بذرها با محلول روی به همراه کاربرد سه مرحله‌ای نیتروژن بیش‌ترین شاخص‌های رشد را تولید کرده که باعث حصول بیش‌ترین تجمع ماده خشک و عملکرد دانه به میزان ۱۰۷۹/۶ گرم در مترمربع شد.

منابع

امام، ی. و ثقه الاسلامی، م. ج. ۱۳۸۴. عملکرد گیاهان زراعی: فیزیولوژی و فرایندها. نشر دانشگاه شیراز. ۵۹۴ ص.

روضاتی، ن. س.، غلامی، ا.، اصغری، ح. ر. و بانکه ساز، ا. ۱۳۹۰. تاثیر مدیریت کود نیتروژن بر شاخص‌های رشد و صفات کمی سه هیبرید ذرت دانه‌ای در شاهرود. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. دوره ۴۲، شماره ۲، (۳۱۸-۳۰۵).

ریاضی، اع. ال. و شریف‌زاده، ف. ۱۳۸۶. تاثیر اسمو پرایمینگ روی جوانه‌زنی بذور ارزن علوفه‌ای. پژوهش وسازندگی. شماره ۷۷، ۸۲-۷۲.

سرمدنیا، غ. ح. و کوچکی، ع. ۱۳۷۱. جنبه‌های فیزیولوژیک زراعت دیم. جهاد دانشگاهی مشهد. چاپ سوم. ۴۲۴ صفحه.

سرمدنیا، غ. ح. و کوچکی، ع. ۱۳۸۶ فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۷۵ ص.

طوسی کهل، پ.، اصفهانی، م.، ربیعی، م. و ربیعی، ب. ۱۳۹۰. اثر غلظت و زمان محلول‌پاشی کود نیتروژن مکمل بر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن در کلزا به صورت کشت دوم در اراضی شالیزاری. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. دوره ۴۲(۲). ۳۹۶-۳۸۷.

کوچکی، ع. و بنایان اول، م. ۱۳۷۳. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۸۰ ص.

کوچکی، ع.، راشد محصل، م. ح.، نصیری، م. و صدرآبادی، ر. ۱۳۷۳. مبانی فیزیولوژیک عملکرد گیاهان زراعی. دانشگاه امام رضا (ع) مشهد. ۴۰۴ ص.

عبدالرحمنی، ب.، قاسمی گلعذانی، ک.، ولی‌زاده، م.، فیضی اصل، و. و توکلی، ع. ۱۳۸۸. اثر پرایمینگ بذر بر قدرت رویش و عملکرد دانه جو رقم آبیدر در شرایط دیم مجله علوم زراعی ایران۱۱(۴): ۳۵۲-۳۳۷.

ملکوتی، م. ج. و لطف‌اللهی، م. ۱۳۷۸. نقش روی در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و بهبود سلامتی جامعه. نشر آموزش کشاورزی. ۱۹۳ ص.

موسوی، ر. ۱۳۹۰. اثرات تاریخ کاشت و پرایمینگ بذر در مزرعه بر خصوصیات جوانه‌زنی و عملکرد ذرت در همدان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

میرشکاری، ب.۱۳۸۰. علوم تولید گیاهان زراعی (ترجمه). دانشگاه آزاد اسلامی تبریز. جلد ۱. ۷۰۷ ص.

وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی واقتصادی دفتر آمار و فناوری اطلاعات. آمارنامه کشاورزی. جلد اول: محصولات زراعی (سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷) ص ۳۶ .www.dpe. Agri-jahad.ir/statistics/

یارنیا، م.، احمدزاده، و.، فرج زاده معماری تبریزی، ا. و نوبری، ن. ۱۳۸۷. اثر پرایمینگ و اندازه بذر و تیمار با عصاره علف‌هرز تاج خروس بر جوانه‌زنی و رشد سویا. خلاصه اولین همایش ملی علوم و تکنولوژی بذر ایران، ۲۲ و۲۳ آبان، گرگان.

Afzal, A., Aslam, N., Mahmood, A., Irfan, S. and Ahmad, G., 2006. Enhancement of germination and emergence of canola seeds by differentpriming Techniques. Garden depesquisa Bio. 16(1): 19-34.

Akbar,f. Wahid,A. Akhtar,Sh. Nisar Ahmad,A.;Chaudhary,F.M. 1999. Optimization of method and time of nitrogen application for increased nitrogen use efficiency and yield in maize. Pakistan Journal of Botany. 337-342.

Ali, S., Khan, R., Miraj, G., Arif, M., Fida, M. and Bibi, S. 2002. Assessment of different crop nutrient management practices for yield improvement. Australian Journal of Crop Science. 2(3): 150- 157.

Ashraf, M., and Rauf, H. 2001. Inducing salt tolerate in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salts:growth and ion transport at early growth stages.Acta Physiologiae Plantarum. 23: 407- 414.

Basra, S.M.; Ullah, E.; Warriach, E.A.; Cheema, M.A.; Afzal, I, 2003. Effect of storage on growth and yield of primed canola (*Brassica napus*) seeds. International Journal of Agriculture & Biology. 117-120.

Bodsworth, S. and Bwley, J. D.(1981) Osmotic priming of seeds of crop species with poly ethylene glycol as a means of enhancing early and synchronous germination at cool temperature. Canadian Journal Botany.59:672-676.

De Pascal, S., R. Tamburrino, A. Maggio, G. Barbieri and R. Pernice. 2006. Effect of nitrogen fertilization on the nutritional value of organicallay and conventionally grown tomatoes. Acta Horticulturae. 700: 107-110.

Dianati tilaki.G, Shakarami. B, Tabari. M, Behtari. B; 2010. Increasing salt tolerance in Tall fescue (*Festuca Arundinacea schreb*) by seed priming techniques during germination and early growth. Indian journal of Agricaltural Reseatch. 44(3): 177-182.

Farooq, M., Basra, S.M.A., Warraich, E.A. and Khaliq, A. 2006. Optimization of hydro-priming techniques for rice seed invigoration. Seed Science Technology. 34: 507- 512.

Grattan S.R., Grieve C.M. 1999. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In: Pessarakli M. (ed.): Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker, New York: 203–229.

Harris, D. 2006. Development and testing of 'on-farm' seed priming. Advances in Agronomy 90:129–178.

Harris. D., Rashid D,A., Miraj.G, .Arif.M,. Shah.H. 2007. On-farm seed priming with Zinc sulphat solution-A cast-effective way to increase the maize yields of re source-poor farmers. Field crop Research. 102: 119-127.

Karimi, M. M. and Siddique, H. M. 1991. Crop growth rates of old and modern wheat cultivars. Australian Journal Agriculture Research. 42: 13-20.

Martins, A. O. ,Compostrini, E. ,Magalhaes, P. C ,Guimaraes, L. J. M. ,Machado Duraes, F. O. Marriel, I. E. and Netto, A. 2008. Nitrogen-use efficiency of maize genotypes in contrasting environments. Crop Breeding and Applied Biotechnology. 8: 291-298.

Moghadam, M., Ehdaie, B. and Waines, J.D.G. 1997. Genetic Variation and interrelationships of agronomic characters in landraces of bread wheat from southeastern Iran. Euphytica 95: 361-369.

Parera, C.A., and Cantliffe D.J. 1994. Presowing seed priming. Horticultural Reviws.vol 16:109-139.

Rehman, A. Farooq, M. Cheema, Z. A. Wahid, A. 2012. Seed priming with boron improves growth and yield of fine grain aromatic rice. Plant Growth Regulation. 1-13.

Sowder, C.M., Tarpley, L., Vietor D.M. and Miller, F.R., 1997. Leaf photoassimilation and partitioning in stress-tolerant sorghum. Crop Science. 37: 833-838.

Uhart, S. A. and F. H. Andrade. 1995. Nitrogen deficiency in maize: II. Carbon-nitrogen interaction effects on kernel number and grain yield. *Crop Science*. 35: 1384-1359.

Effects of On Farm Seed Priming and Application Time of Nitrogen on Some Growth Indices and Yield on a Maize Cultivar (Sc704) in Asadabad

Sarkhosh[*1], A., Aboutalebian[2], M. A., Hamzei[2], J. and Abdollahi[2], M. R.

Abstract

To study the effects of On-farm seed priming and split application of nitrogen fertilizer on growth indices of maize (Sc704) an experiment was conducted in Asadabad, agricultural research in complete block design in factorial arrangement with three replication in 2011. First factor was On-farm seed priming in 3 levels (Prime with a water, Prime with 0.05 zinc solution for 14 hours and no prime) and second factor was nitrogen application time in 5 levels (without nitrogen application, all nitrogen at planting time, 2 stages application (plant time and before tasselling), 3 stages application (plant time, at 4-6 leaf stage and before tasselling) and 4 stages application (plant time, at 4-6 leaf stage, before tasseling and milking stage). The results showed the emergence characteristics, maximum leaf area index and crop growth rate, net assimilation rate, relative growth rate in 80 days after planting, dry mater accumulation and grain yield were affected by treatment levels at 1%. The highest crop growth rate, net assimilation rate was in treatment of nitrogen applied in four stages with 69.7, 13.3 % increase and the maximum leaf area index, relative growth rate, dry mater accumulation and grain yield were of triple stage application nitrogen to the 53.3, 14.2, 52.1, 60.7 percent respectively ratio increased to no application nitrogen treatment. Seed priming with Zn solution foresaid characteristics in comparison with no priming treatment increased 24.8, 6.6, 19.5, 3.5, 14.2, 22 percent, respectively. Interaction results showed that the highest grain yield was found in the prime treatments with Zn solution and three-stage application of nitrogen (1079.6 grams per square meter). The highest and lowest correlation with grain yield was observed in the maximum leaf area index ($r=0.89^{**}$) and net assimilation rate ($r=0.56^{*}$). The results showed that priming seeds with three-stage application of nitrogen fertilizer improved growth indicators and grain yield in maize Sc 704.

Keywords: Crop growth rate, Dry mater accumulation, Leaf area index, Net assimilation rate, Yield, Priming

1. M. Sc student of Agronomy, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Hamedan
2, 3 and 4. Assistant Professors, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Hamedan
*: Corresponding author Email: ali.sarkhosh7@gmail.com