

اثر مدت زمان پرایمینگ بر صفات مختلف دو رقم ذرت (*Zea mays* L.) تحت شرایط کم آبیاری

یعقوب عارفی^۱، الناز فرج زاده معماری تبریزی^{۲*}

۱. دانشجوی ارشد زراعت، گروه زراعت، واحد ملکان، دانشگاه آزاد اسلامی، ملکان، ایران

۲. گروه زراعت، واحد ملکان، دانشگاه آزاد اسلامی، ملکان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۲/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۱۴

چکیده

تنش رطوبتی مهم‌ترین تنش غیرزیستی با اثر نامطلوب بر رشد و عملکرد گیاهان است. با این وجود انتخاب رقم مناسب و انجام پرایمینگ بذر موجب تعدیل اثر نامطلوب تنش رطوبتی بر رشد و نمو گیاهان می‌شود. هدف این پژوهش ارزیابی تأثیر هم‌زمان مدت زمان پرایمینگ (صفر (عدم پرایمینگ)، ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت) و دو رقم ذرت (۷۰۶ و ۶۰۴) تحت سه شرایط رطوبتی (انجام آبیاری پس از ۷۰، ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و در سه تکرار و به صورت اسپلیت فاکتوریل و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی بود. بین ارقام از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تنش رطوبتی تأثیر قابل توجهی در کاهش عملکرد ارقام داشت، به طوری که در صورت عدم پرایمینگ، آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کاهشی ۵۲ درصدی را در عملکرد دانه در مقایسه با آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر باعث شد. با این وجود پرایمینگ بذرهای ذرت با مدت‌زمان‌های بالاتر از ۱۶ ساعت از این کاهش عملکرد ناشی از کم‌آبی جلوگیری نمود. در صورت عدم پرایمینگ، پرایمینگ ۸ و ۱۶ ساعت، تیمار آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر تأثیری بر عملکرد دانه نداشت. کم‌آبی شدید وزن بلال، وزن خشک اندام هوایی، محتوای کلروفیل برگ، سطح برگ و ارتفاع بوته را نیز نسبت به شاهد به ترتیب ۲۰/۷، ۲۱/۹، ۱۴/۹، ۴۲/۹ و ۱۰/۶ درصد کاهش داد. پرایمینگ تأثیر مثبت قابل توجهی را بر صفات مورد بررسی داشت و پرایمینگ ۸ ساعت باعث افزایش ۱۹/۹، ۱۵/۳ و ۱۹/۲ درصدی سطح برگ، وزن اندام هوایی و تعداد دانه شد، ولی بسته به زمان تیمار اثر پرایمینگ متفاوت بود. در کل پرایمینگ‌های ۸ و ۱۶ ساعت مؤثرترین مدت‌زمان‌های پرایمینگ از نظر عملکرد دانه بودند.

واژه‌های کلیدی: تعداد دانه، جوانه‌زنی، عملکرد، *Zea mays*

مقدمه

در مناطق با بارندگی کم است (Nawaz et al., 2013). کاتیولی و همکاران (Cattivelli et al., 2008) مشاهده نمودند که کم‌آبی رابطه بسیار نزدیکی با میزان تولید در مناطق خشک و نیمه‌خشک دارد. تأثیر منفی کم‌آبی بر عملکرد ذرت در بررسی‌های متعدد به اثبات رسیده است. کم‌آبی با کاهش ظرفیت فتوسنتزی، سطح برگ و کاهش کارایی انتقال آسیمیلاتا به دانه‌ها منجر به کاهش عملکرد دانه گیاهان می‌شود (Cattivelli et al., 2008).

آب یک عامل خنک‌کننده است. کم‌آبی بر استقرار گیاهچه‌ها، رشد رویشی، فتوسنتز، رشد ریشه‌ها، تولید گرده، هم‌زمانی گرده‌افشانی و ابریشم دهی، گرده‌افشانی و تشکیل دانه در ذرت تأثیر منفی می‌گذارد (Aslam et al., 2013). در تحقیقی اظهار شد که تنش آبی قبل از گرده‌افشانی، تعداد ردیف‌های بلال، تعداد دانه در هر ردیف و وزن هزار دانه را در ذرت کاهش داده و منجر به کاهش شاخص برداشت شد (Moser et al., 2006). ظهور ناکافی گیاهچه‌ها و استقرار نامناسب از عوامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان به‌ویژه

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۴ در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای اجرا شد. در شرایط آزمایشگاهی، آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. عامل اول شامل سه سطح کاربرد پلی‌اتیلن گلیکول (آبیاری با آب مقطر، آبیاری با محلول پلی‌اتیلن گلیکول (آب مقطر، غلظت ۱۲ درصد وزن به حجم و آبیاری با محلول پلی‌اتیلن گلیکول با غلظت ۲۵ درصد وزن به حجم)، فاکتور دوم مدت‌زمان پرایمینگ (صفر، ۸، ۱۲ و ۲۴ ساعت)، فاکتور سوم شامل دو رقم ذرت (۷۰۴ و ۶۰۴) بود. صفات درصد جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه و ضریب سرعت جوانه‌زنی اندازه‌گیری شد.

آزمایش مزرعه‌ای در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملکان با طول جغرافیایی ۳۷ درجه و ۹ دقیقه شرقی و عرض ۴۶ درجه و ۶ دقیقه شمالی به صورت اسپلیت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل سه سطح آبیاری (آبیاری پس از ۷۰، ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر)، فاکتور دوم مدت‌زمان پرایمینگ (صفر، ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت)، فاکتور سوم شامل دو رقم ذرت (۷۰۴ و ۶۰۴) بود. اعمال تیمارهای سطوح آبیاری پس از استقرار بوته‌های ذرت در مرحله ۶-۸ برگی در مزرعه آغاز شد. پرایمینگ بذور قبل از کاشت انجام پذیرفت. پس از پرایمینگ، بذرها به مدت ۲۴ ساعت هوا خشک شدند. هر کرت شامل ۴ ردیف کاشت به طول ۴ متر و به فاصله ۷۰ سانتی‌متر بود. پس از تهیه نقشه کاشت اقدام به عملیات آماده‌سازی زمین و ایجاد جوی و پشته گردید. بذور ذرت به فاصله ۲۰ سانتی‌متر در محل داغ آب پشته‌ها در عمق ۴ سانتی‌متری خشکه کاری شد. برای اطمینان از سبز شدن در هر محل، دو عدد بذر استفاده گردید.

اولین آبیاری یک روز پس از کاشت انجام شد. تعداد دفعات آبیاری برای تیمارهای آبیاری پس از ۷۰، ۱۱۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر به ترتیب ۱۸، ۱۴ و ۹ بار بود. میزان بارندگی شهرستان ملکان در ماه‌های فروردین، اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور ۱۳۹۴ به ترتیب ۳۱/۳، ۳۲/۹، ۳/۶، ۰/۱، ۰ و ۲۰/۶ میلی‌متر بود. تمام کود فسفر به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و یک‌سوم کود نیتروژن قبل از کاشت و مابقی کود نیتروژن نیز در مرحله ۸ برگی ذرت به صورت نواری به کار برده شد. جهت تجزیه خاک محل اجرای طرح، از ۶ نقطه‌ی مزرعه از اعماق ۳۰-۰ سانتی‌متر یک نمونه مرکب خاک تهیه و به آزمایشگاه ارسال

استقرار موفق گیاهچه‌ها، قدرت رقابت گیاهان زراعی را در برابر علف‌های هرز افزایش می‌دهد و مقاومت گیاه را به کم‌آبی و آفات افزایش می‌دهد. از سوی دیگر با تسریع در رسیدگی فرصت کافی را برای کاشت گیاه دوم فراهم می‌آورد (Nawaz et al., 2013). پرایمینگ جوانه‌زنی را بهبود می‌بخشد، زمان ظهور گیاهچه‌ها را کاهش و منجر به بهبود استقرار بوته‌ها می‌گردد (Nawaz et al., 2013). جوانه‌زنی بذور و استقرار گیاهچه‌ها حساس‌ترین مرحله به تنش‌های غیر زیستی است. پرایمینگ بذور تأثیر منفی تنش‌های محیطی اوایل رشد بر بذور گیاهان را کاهش می‌دهد.

پرایمینگ بذور تکنیکی جهت افزایش جوانه‌زنی، بهبود یکنواختی جوانه‌زنی، بهبود استقرار گیاهچه‌ها و تحریک رشد رویشی در بسیاری از گیاهان زراعی است (Tabatabaei., 2013). پرایمینگ جوانه‌زنی بذور را با تسریع جذب آب افزایش می‌دهد که این امر ظهور گیاهچه‌ها و رشد سلول‌های ریشه‌چه‌ها را تسریع و در طی پرایمینگ چندین فرآیند از جمله تحرک ترکیبات ذخیره‌ای و تولید آنزیم‌ها و اسیدهای نوکلئیک، تعمیر و ساخت اجزاء سلولی، سنتز ATP و ترمیم غشای سیتوپلاسمی افزایش می‌یابد (Golmohammadzadeh et al., 2014). پرایمینگ اجازه رونویسی زودهنگام DNA، افزایش RNA و پروتئین سنتتاز را به بذرها می‌دهد و منجر به افزایش ATP شده، بخش‌های آسیب‌دیده بذر را ترمیم، ترشح متابولیت‌ها را کاهش و در نتیجه رشد روپان را افزایش می‌دهد، این عوامل می‌تواند میزان و یکنواختی جوانه‌زنی بذرها و ظهور گیاهچه‌ها را بهبود بخشیده و باعث افزایش سرعت ظهور گیاهچه‌ها در سطح خاک شود (Maroufi et al, 2011). در پرایمینگ تعدادی از فرآیندهای متابولیک لازم برای جوانه‌زنی سپری می‌شود، ولی جوانه‌زنی اتفاق نمی‌افتد. تحت تأثیر پرایمینگ گیاهچه‌ها به سرعت و با یکنواختی بیشتری در سطح مزرعه ظاهر می‌شوند و در نتیجه قدرت گیاه و عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان افزایش می‌یابد (Rahimi, 2013).

هدف این پژوهش شامل (۱) ارزیابی اثر هیدروپرایمینگ بر تعدیل اثر نامطلوب تنش رطوبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم ذرت، و (۲) ارزیابی مدت‌زمان مطلوب پرایمینگ در شرایط آبیاری کامل و کم‌آبی بود.

نتایج و بحث

آزمایش‌های آزمایشگاهی

در شرایط آزمایشگاهی اثر های اصلی پلی اتیلن گلیکول و پرایمینگ و اثر متقابل پلی اتیلن گلیکول در رقم در ضریب سرعت جوانه زنی و درصد جوانه زنی معنی دار بود. همچنین اثر های متقابل پلی اتیلن گلیکول در تیمار پرایمینگ و اثر سه جانبه پلی اتیلن گلیکول در پرایمینگ در رقم در ضریب سرعت جوانه زنی معنی دار بود (جدول ۲).

و وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد (جدول ۱). پس از رسیدگی فیزیولوژیک عملیات برداشت آغاز و پس از حذف ردیف‌های کناری هر کرت، تعداد ۵ نمونه از ردیف میانی با حذف ۰/۵ متر از حاشیه‌ها برداشت و به تفکیک هر کرت جهت اندازه‌گیری‌های لازم به آزمایشگاه منتقل گردید. در زمان برداشت مابقی کرت برداشت و عملکرد دانه با توزین وزن دانه‌ها به دست آمد. نمونه‌برداری به‌طور تصادفی انجام شد. قبل از تجزیه آماری، تست نرمال بودن داده‌ها انجام و سپس تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار Mstat-c انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

Table 1. Soil analysis result

جدول ۱. نتیجه‌ی آزمون تجزیه خاک

بافت خاک Soil texture	رس clay	سیلت Silt	شن sand	پتاسیم قابل جذب Absorbable potash (P.P.M)	فسفر قابل جذب Absorbable phosphorus (P.P.M)	ازت کل Total nitrogen (%)	کربن آلی Organic carbon (%)	درصد مواد خنثی شونده			
								هدایت الکتریکی EC (ds/m)	اسیدیته pH	درصد اشباع Saturation percentage SP%	
لومی شنی Sandy loam	12%	21%	67%	194	53.22	0.21	2.24	17.25	47	7.78	1.84

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات موردبررسی در ذرت در شرایط آزمایشگاهی

Table 2. Analysis variance of traits in maize in laboratory condition

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی Degree of freedom	ضریب سرعت جوانه‌زنی Germination rate	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	درصد جوانه‌زنی Germination percent
	پلی اتیلن گلیکول	2	0.171**	32.515 ^{ns}	53.338*
	تیمار پرایمینگ	3	0.105**	20.048 ^{ns}	23.047*
	پلی اتیلن گلیکول در تیمار پرایمینگ	6	0.079**	19.754 ^{ns}	8.869 ^{ns}
	رقم	1	0.002 ^{ns}	0.233 ^{ns}	8.681 ^{ns}
	پلی اتیلن گلیکول × رقم	2	0.063**	0.822 ^{ns}	19.318*
	پرایمینگ × رقم	3	0.006 ^{ns}	1.948 ^{ns}	3.362 ^{ns}
	پلی اتیلن گلیکول * پرایمینگ * رقم	6	0.046**	9.298 ^{ns}	4.329 ^{ns}
	خطا	48	0.017	18.9	10.8
Error					
C.V. (%)	ضریب تغییرات (درصد)		11.91	22.38	2.52

** و * به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

* and ** Significant at the 0.05 and 0.01 level respectively

ساعت در رقم ۷۰۴ کاهش ۸۶ و ۸۰ درصدی و تیمارهای پرایمینگ ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت در رقم ۶۰۴ افزایش معنی‌دار ۵۲، ۵۲ و ۷۲ درصدی را در وزن خشک گیاهچه‌ها باعث شد که در رقم ۷۰۴ تیمار پرایمینگ ۱۲ ساعت و در رقم ۶۰۴ تیمار پرایمینگ ۲۴ ساعت بیشترین افزایش را در وزن خشک گیاهچه داشته و این صفت را به ترتیب به میزان ۸۶ و ۸۰ درصد افزایش دادند (جدول ۴). المغربی (Almaghrabi, 2012) کاهش معنی‌دار ۳۲ درصدی وزن خشک گیاهچه‌های گندم با کاربرد پلی‌اتیلن گلیکول در محلول آبیاری را مشاهده نمودند. آشاگره و همکاران (Ashagre et al, 2014) نیز کاهش قابل ملاحظه ۸۲/۹ را در وزن خشک گیاهچه‌های ذرت تحت تأثیر تیمار پلی‌اتیلن گلیکول به دست آوردند. پورمحمد و همکاران (Pourmohammad et al, 2013) در کلزا مشاهده نمودند که پرایمینگ بذرها باعث بهبود ۷۴/۴ درصدی وزن خشک گیاهچه‌ها در شرایط کاربرد پلی‌اتیلن گلیکول می‌شود.

سرعت جوانه‌زنی

در این مطالعه بیشترین ضریب سرعت جوانه‌زنی در تیمار آب مقطر و پرایمینگ ۸ ساعت با ۰/۸۵ عدد در روز و کمترین آن در تیمار ۲۵ درصد وزن به حجم پلی‌اتیلن گلیکول روز و عدم پرایمینگ با ۰/۴ عدد در به دست آمد. تیمار ۲۵ درصد پلی‌اتیلن گلیکول در تیمارهای عدم پرایمینگ و پرایمینگ ۸ ساعت کاهش معنی‌دار ۰/۳۶ و ۰/۲۰ عددی در هرروز را در ضریب سرعت جوانه‌زنی باعث شد، ولی در تیمارهای پرایمینگ ۱۶ و ۲۴ ساعت تأثیری بر ضریب سرعت جوانه‌زنی نداشت (جدول ۵). حمزه (Hamza, 2012) در گندم کاهش کمتری را در ضریب سرعت جوانه‌زنی بذرها گندم با اعمال هیدرو پرایمینگ مشاهده نمود. زاهدی فر و زهرابی (Zahedifar and Zohrabi, 2016) نتایج مشابهی را در ذرت گزارش و اظهار داشتند که پرایمینگ بذرها ذرت با نانو کلات پتاسیم و سولفات میزان کاهش در سرعت جوانه‌زنی بذرها ذرت را تحت تأثیر تیمار پلی‌اتیلن گلیکول به میزان ۳۳ درصد کاهش می‌دهد.

درصد جوانه‌زنی

در رقم ۶۰۴ بین تیمار آب مقطر با تیمار ۲۵ درصد وزن به حجم پلی‌اتیلن گلیکول اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی در رقم ۷۰۴ تیمار ۲۵ درصد وزن به حجم پلی‌اتیلن گلیکول کاهش ۳/۸ درصدی در درصد جوانه‌زنی را باعث شد (جدول ۳). خدارحم‌پور (Khodarahmpour, 2011) و آشاگره و همکاران (Ashagre et al, 2014) کاهش معنی‌دار ۷۱/۲ و ۴۶/۴ درصدی را در درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر تیمار پلی‌اتیلن گلیکول گزارش کردند.

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات تحت کاربرد پلی‌اتیلن گلیکول در ارقام ذرت

Table 3. Mean comparison of traits under effect of polyethylene glycol in maize cultivars

نوع پرایمینگ Priming mode	رقم Cultivar	درصد جوانه‌زنی Germination %
آب مقطر Distilled Water	704	96.31 a
۱۲ درصد PEG 12% PEG	604	93.64 bc
۲۵ درصد PEG 25% PEG	704	94.97 ab
	604	95.82 a
	704	92.76 c
	604	92.50 c

میانگین‌های با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است. Means having the same letter along the columns indicate no significant difference using Duncan's multiple range test at 5% probability level.

وزن خشک گیاهچه

بیشترین میزان وزن خشک گیاهچه در دو تیمار آب مقطر، پرایمینگ ۱۶ ساعت و رقم ۶۰۴ و تیمار ۱۲ درصد وزن به حجم پلی‌اتیلن گلیکول، پرایمینگ ۸ ساعت و رقم ۷۰۴ به مقدار ۱/۰۶ به دست آمد. کمترین وزن خشک گیاهچه نیز در دو تیمار ۲۵ درصد وزن به حجم پلی‌اتیلن گلیکول، عدم پرایمینگ و دو رقم ۶۰۴ و ۷۰۴ به مقدار ۰/۵ به دست آمد. در تیمار آب مقطر تیمار پرایمینگ تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک گیاهچه‌های ذرت نداشت، ولی در تیمار ۲۵ درصد وزن به حجم پلی‌اتیلن گلیکول تیمارهای پرایمینگ ۱۶ و ۲۴

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و مدت‌زمان پرایمینگ در ارقام ذرت

Table 4. Mean comparison of traits under effect of irrigation regimes and priming duration in two cultivar

شرایط مزرعه‌ای Field condition				شرایط آزمایشگاهی Laboratory condition			
آبیاری بعد از Irri. after (mm)	زمان پرایمینگ Priming duration (h)	رقم cultivar	سطح برگ (سانتی‌مترمربع) Leaf area (cm ²)	نوع پرایمینگ priming mode	زمان پرایمینگ Priming duration (h)	رقم cultivar	وزن خشک گیاهچه (گرم) Dry weight (g)
		604	785.3 a-g	604	0.9000 a-e		
	8	704	834.3 a-f	8	704	1.000 ab	
		604	961.7 ab	604	0.9333 a-d		
	16	704	881.7 a-d	16	704	0.7000 fg	
		604	688.0 b-h	604	1.067 a		
	24	704	505.7 f-h	24	704	0.8333 b-f	
		604	1068. a	604	0.9333 a-d		
110	0	704	655.7 b-h	۱۲ درصد PEG 12% PEG	0	704	0.7667 d-g
		604	828 a-f			604	0.8333 b-f
	8	704	775 a-g		8	704	1.067 a
		604	556.3 d-h		604	0.9333 a-d	
	16	704	925.3 a-c		16	704	0.9667 abc
		604	871.3 a-e		604	0.7333 efg	
24	704	797.3 a-f	24	704	0.7667 d-g		
	604	586.0 c-h	604	0.7667 d-g			
150	0	704	362.3 h	۲۵ درصد PEG 25% PEG	0	704	0.5000 h
		604	395.0 h			604	0.5000 h
	8	704	450.7 gh		8	704	0.6333 gh
		604	553.7 d-h		604	0.7667 d-g	
	16	704	414.3 h		16	704	0.9333 a-d
		604	801 a-f		604	0.7667 d-g	
24	704	652 b-h	24	704	0.9000 a-e		
	604	531.3 e-h	604	0.8667 b-f			

میانگین‌های با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

Means having the same letter along the columns indicate no significant difference using Duncan's multiple range test at 5% probability level.

آزمایش‌های مزرعه‌ای

در سطح آبیاری در پرایمینگ تنها در سطح برگ معنی‌دار شد (جدول ۶).

ارتفاع بوته

در این مطالعه در تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک ارتفاع بوته‌های کمتری در مقایسه با تیمارهای آبیاری پس از ۷۰ و ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک مشاهده شد. میانگین ارتفاع بوته‌های ذرت در تیمار آبیاری پس از

سطوح آبیاری در صفات ارتفاع بوته، وزن بلال و سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی اثر معنی‌داری داشت. اثر تیمار پرایمینگ در صفات وزن خشک اندام هوایی، طول بلال، وزن خشک بلال و عملکرد دانه معنی‌دار بود. اثر متقابل سطوح آبیاری در پرایمینگ در صفات شاخص کلروفیل و عملکرد دانه معنی‌دار شد. اثر رقم در این مطالعه در صفات شاخص برداشت و عملکرد دانه معنی‌دار بود. اثر متقابل سه‌جانبه رقم

آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک با ۲۸۳ گرم هر دو کاهش معنی‌داری را در وزن بلال ذرت باعث شد ولی میزان کاهش در وزن بلال تحت تأثیر سطح آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک بیشتر بود. به‌طوری‌که در تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک وزن بلال ذرت ۲۸۳ گرم بود که در مقایسه با تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک با وزن بلال ۳۵۷ به میزان ۲۰/۷ درصد کمتر بود درحالی‌که تیمار آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک وزن بلال را به میزان ۱۲ درصد کاهش داد (جدول ۷). زرمهری و همکاران (Zarmehri et al., 2013) تأثیر سطوح مختلف آبیاری را بر وزن بلال بررسی و مشاهده نمودند که تیمار آبیاری هر ۱۲ روز یک‌بار وزن بلال ذرت در مقایسه با شاهد به میزان ۵۶ درصد کاهش داد.

۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به میزان ۱۷۶ سانتی‌متر بود که در مقایسه با تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به میزان ۱۰/۶ درصد کمتر بود (جدول ۷). آش و همکاران (Asch et al, 2001) گزارش نمودند که تنش کوتاه‌مدت تأثیری روی ارتفاع بوته‌های ذرت نداشت؛ اما تنش شدید منجر به کاهش ارتفاع بوته‌های ذرت شد.

وزن بلال با پوشش

مدت‌زمان پرایمینگ و رقم تأثیری بر وزن بلال با پوشش ذرت نداشت ولی سطوح آبیاری اثر معنی‌داری بر وزن بلال با پوشش بلال داشت (جدول ۶). مقایسه میانگین‌های وزن بلال ذرت تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری نشان داد که سطوح آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک با ۳۱۴ گرم و

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و مدت‌زمان پرایمینگ

Table 5. Mean comparison of traits under effect of irrigation regimes and priming duration

شرایط آزمایشگاهی Laboratory condition			شرایط مزرعه‌ای Field condition				
نوع پرایمینگ Priming type	زمان پرایمینگ Priming duration(h)	ضریب سرعت جوانه‌زنی CVG	آبیاری بعد از Irri. after (mm)	زمان پرایمینگ Priming duration (h)	کلروفیل (CCI) Chlorophyll index (CCI)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم) 100 kernel weight (gr)	عملکرد دانه در واحد سطح (گرم در مترمربع) Yield (gr/m ²)
Distilled Water	0	0.7667 ab	70	0	23.83 abc	28.17 bcde	801.2 abc
	8	0.8500 a	70	8	24.00 abc	32.33 a	935.8 a
	16	0.7000 bc	70	12	26.17 a	28.50 bcde	746.3 abc
	24	0.6500 bd	70	24	23.67 abc	31.00 ab	857.7 ab
۱۲ درصد PEG 12% PEG	0	0.6833 bd	110	0	24.17 abc	30.17 abc	619.7 c
	8	0.7500 ab	110	8	25.83 ab	30.00 abcd	770.3 abc
	16	0.7000 bc	110	12	23.00 bc	30.67 ab	858.2 ab
	24	0.7667 ab	110	24	22.83 cd	29.17 bcd	604.3 c
۲۵ درصد PEG 25% PEG	0	0.4000 e	150	0	20.17 d	25.50 e	384.8 d
	8	0.5667 d	150	8	21.33 cd	27.00 de	612.2 c
	16	0.7333 ab	150	12	24.17 abc	27.33 cde	707.3 bc
	24	0.6000 cd	150	24	23.00 bc	30.33 abc	670.3 bc

میانگین‌های با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

Means having the same letter along the columns indicate no significant difference using Duncan's multiple range test at 5% probability level.

جدول ۶: تجزیه واریانس صفات موردبررسی در ذرت در مزرعه

Table 6. Analysis variance of traits in maize

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Crop height	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight	وزن بلال Cob weight	تعداد دانه در بلال Grain number per cob	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه در واحد سطح Grain yield per ground area
تکرار Replication	2	309.556 ^{ns}	379.764 ^{ns}	14456.542*	1367.042 ^{ns}	7.389 ^{ns}	5457.931 ^{ns}
سطوح آبیاری Irrigation regimes	2	3217.514**	10574.764*	32562.125**	36987.17 ^{ns}	40.931 ^{ns}	350189.3 ^{ns}
خطای اصلی Error a	4	75.097	630.285	1385.292	15043.33	135.035	90028.49
تیمار پرایمینگ Priming duration	3	1669.347 ^{ns}	3849.833*	14068.72 ^{ns}	14537.815*	21.204 ^{ns}	115433.569*
سطوح آبیاری × تیمار پرایمینگ Irrigation regimes × priming	6	2376.181 ^{ns}	1967.264 ^{ns}	9067.662 ^{ns}	8244.537 ^{ns}	73.19 ^{ns}	69602.042*
رقم cultivar	1	946.125 ^{ns}	364.5 ^{ns}	793.347 ^{ns}	71316.056**	288.000**	415720.014**
سطوح آبیاری × رقم Irrigation regime × cultivar	2	1314.875 ^{ns}	284.375 ^{ns}	539.597 ^{ns}	1841.556 ^{ns}	5.542 ^{ns}	9881.264 ^{ns}
پرایمینگ × رقم Priming × cultivar	3	274.532 ^{ns}	940.944 ^{ns}	892.199 ^{ns}	5459.426 ^{ns}	43.815 ^{ns}	16840.38 ^{ns}
سطوح آبیاری × پرایمینگ × رقم Irrigation regimes × priming × cultivar	6	533.949 ^{ns}	619.542 ^{ns}	5138.06 ^{ns}	4397.148 ^{ns}	46.356 ^{ns}	40228.19 ^{ns}
خطای فرعی Error b	42	1212.71	951.079	5765.946	4178.649	39.169	27653.02
ضریب تغییرات (درصد) C. V.v (%)		18.32	18.31	23.84	24.23	19.99	23.29

** و * به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

* and ** Significant at the 0.05 and 0.01 level respectively

وزن خشک اندام هوایی

با کاهش میزان آب آبیاری کاهش معنی‌داری در وزن خشک اندام هوایی به دست آمد. کمترین وزن خشک اندام هوایی با ۱۴۶ گرم مربوط به تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک بود که در مقایسه با شاهد با وزن خشک اندام هوایی ۱۸۷ گرم به میزان ۲۱/۹ درصد کمتر بود. تیمار آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تأثیری بر وزن خشک اندام هوایی ذرت نداشت (جدول ۷). محدودیت منابعی مانند آب از طریق کاهش فتوسنتز جاری منجر به محدودیت منبع و محدودیت مخزن می‌گردد؛ بنابراین تجمع ماده خشک در بخش‌های مختلف گیاه کاهش می‌یابد (Madani et al., 2010). پرایمینگ بذره‌های ذرت افزایش معنی‌داری را در وزن خشک اندام هوایی ذرت باعث شد ولی بسته به زمان پرایمینگ، تأثیر متفاوت بود به طوری که مدت‌زمان ۲۴ ساعت پرایمینگ تأثیری بر وزن خشک اندام هوایی ذرت نداشت ولی

پرایمینگ بذره‌های ذرت به مدت ۸ و ۱۶ ساعت به ترتیب ۱۸/۱ و ۲۲/۱ درصد افزایش معنی‌دار داد (جدول ۸). حساس‌ترین مرحله رشدی گیاه به عوامل محیطی، مرحله گیاهچه‌ای است و بنابراین سپری شدن سریع این مرحله تحت تأثیر پرایمینگ و رشد قوی گیاهچه‌ها می‌تواند تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای در افزایش رشد گیاهان داشته باشد (Hussain et al, 2013). بررسی‌های مختلف نشان داده که پرایمینگ رشد بوته‌های ذرت را به طور مطلوبی افزایش می‌دهد. به‌عنوان مثال در یک بررسی توسط میراژ و همکاران (Miraj et al., 2013) پرایمینگ بذره‌های ذرت با فسفات پتاسیم افزایش ۱۴۲ درصدی و افضل و همکاران (Afzal et al., 2013) افزایش ۱۰/۶ درصدی را در وزن خشک اندام هوایی ذرت باعث گردید. سلیمان‌زاده (Soleimanzadeh., 2013) ۱۸ ساعت پرایمینگ را بهترین تیمار از نظر افزایش وزن خشک اندام هوایی گزارش نمودند.

جدول ۷. مقایسه میانگین صفات تحت سطوح مختلف آبیاری

Table 7. Mean comparison of traits in irrigation regimes

کم‌آبی بر اساس میلی‌متر تبخیر از تشتک Water shortage based on mm evaporation from basin	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	وزن بلال با پوشش (گرم) Cob weight (g)	وزن خشک اندام هوایی (گرم) Shoot dry weight (g)	طول دانه (سانتی‌متر) Grain length (cm)
70	197.2 a	357.1 a	187.7 a	1.487 a
110	196.3 a	314.8 b	171.6 a	1.283 b
150	176.7 b	283.8 c	146.1 b	1.192 c

میانگین‌های با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

Means having the same letter along the columns indicate no significant difference using Duncan's multiple range test at 5% probability level.

جدول ۸. مقایسه میانگین صفات تحت تأثیر مدت زمان پرایمینگ

Table 8. Mean comparison of traits under effect of priming duration

زمان پرایمینگ (ساعت) Priming duration (h)	طول بلال (سانتی‌متر) Cob length (cm)	تعداد دانه در بلال Number of grain per cob	وزن خشک اندام هوایی (گرم) Shoot dry weight(g)
0	22.28 b	230.5 b	149.3 b
8	26.00 a	285.2 a	176.7 a
16	27.00 a	293.2 a	182.6 a
24	27.33 a	258.4 ab	165.3 ab

میانگین‌های با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

Means having the same letter along the columns indicate no significant difference using Duncan's multiple range test at 5% probability level.

تعداد دانه در بلال ذرت

به میزان ۱۸/۸ درصد بر وزن صد دانه ذرت افزود (جدول ۵). کم‌آبی در صورت عدم پرایمینگ به مدت ۱۶ و ۲۴ ساعت تأثیری بر وزن صد دانه ذرت نداشت ولی در پرایمینگ ۸ ساعت تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کاهش ۱۶/۴ درصدی را در وزن صد دانه در مقایسه با تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک باعث شد. سانی و همکاران (Sani et al, 2008) نیز مشاهده نمودند که کم‌آبی وزن صد دانه ذرت را به میزان ۴۲ درصد کاهش می‌دهد؛ که مهم‌ترین عامل این کاهش می‌تواند محدودیت تولید آسیمیلات‌ها تحت تأثیر کم‌آبی باشد (Khalili et al., 2013).

مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در بلال ذرت تحت تأثیر مدت‌زمان پرایمینگ نشان داد که ۲۴ ساعت پرایمینگ تأثیری بر تعداد دانه در بلال ذرت نداشت ولی پرایمینگ ۸ و ۱۶ ساعت آب افزایش معنی‌دار و مشابهی را از نظر آماری در تعداد دانه در بلال ذرت باعث شد. در این بررسی پرایمینگ ۸ و ۱۶ ساعت بذره‌های ذرت با آب به ترتیب ۲۳/۹ و ۲۷/۳ درصد بر تعداد دانه در بلال ذرت افزود (جدول ۸). مشرف و همکاران (Musharaf et al., 2013) پرایمینگ مشاهده نمودند که پرایمینگ بذره‌های ذرت با آب افزایشی ۲۶ درصدی را در تعداد دانه در بلال ذرت باعث می‌شود.

عملکرد دانه در واحد سطح

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در تیمار ۲۴ ساعت عملکرد دانه ذرت در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک در مقایسه با تیمار آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک

وزن صد دانه ذرت

در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک پرایمینگ ۸ ساعت به میزان ۱۴/۹ درصد و در تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک پرایمینگ ۲۴ ساعت

پاسخ منفی گیاهچه‌ها به مدت‌زمان‌های بالای پیش‌ تیمار است. چراکه مشرف و همکاران (Musharaf et al., 2013) اظهار داشتند که در مدت‌زمان‌های بالای پرایمینگ بذرهای ذرت، میزان الکترولیت‌های تراوش یافته افزایش و بنابراین قدرت گیاهچه‌ها کاهش می‌یابد. در بررسی حاضر در سایر ترکیبات نیز نتایج مشابهی به دست آمد، ولی کاهش در مدت‌زمان بیشتری حاصل گردید. در شرایط گلخانه‌ای با افزایش کاربرد پلی‌اتیلن گلیکول کاهش بیشتری در ضریب سرعت جوانه‌زنی مشاهده شد، اما پرایمینگ تأثیر عکس کم‌آبی را بر ضریب سرعت جوانه‌زنی بهبود بخشید. در بالاترین سطح کاربرد پلی‌اتیلن گلیکول، تیمار ۱۶ ساعت پرایمینگ مطلوب‌ترین مدت‌زمان پرایمینگ بود که نتایج مشابهی در عملکرد دانه در شرایط مزرعه‌ای به دست آمد که می‌تواند نشان‌دهنده اثر غیرمستقیم پرایمینگ بر عملکرد دانه از طریق افزایش ضریب سرعت جوانه‌زنی بوده باشد. ایجاد پوشش سبز مطلوب نقش اساسی در بهبود و تولید گیاهان زراعی دارد. جوانه‌زنی ضعیف در اثر شرایط نامساعد محیطی و در نتیجه پوشش سبز ضعیف پدیده‌ای مخرب برای رشد و عملکرد گیاهان است (Eskandari, 2013). پرایمینگ بذور منجر به افزایش سرعت جوانه‌زنی و ظهور زود هنگام گیاهچه‌ها، رشد قوی گیاهان، گلدهی و رسیدگی زود هنگام و عملکرد بالا در گیاهان می‌شود. تسریع در جوانه‌زنی همچنین منجر به ایجاد سیستم ریشه‌ای قوی در گیاهان می‌شود. تحت این شرایط پوشش سبز بیشتری در سطح مزرعه و در شرایط نامطلوب محیطی حاصل می‌گردد که موفقیت در کشت را تضمین می‌کند (Saleem et al, 2014). در شرایط آبیاری کامل ۸ ساعت پرایمینگ مطلوب‌ترین تیمار پرایمینگ در افزایش عملکرد دانه بود.

نتیجه‌گیری

در این بررسی کم‌آبی کاهش معنی‌داری را به‌ویژه در سطح آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک در رشد و عملکرد ذرت باعث شد، اما پرایمینگ افزایش معنی‌داری در صفات مورد بررسی داشت که به دلیل عدم وجود اختلاف معنی‌دار برهم‌کنش کم‌آبی و پرایمینگ، در صفات طول بلال، تعداد دانه در بلال و وزن خشک اندام هوایی این افزایش در هر دو سطح آبیاری کامل و کم‌آبی مشابه بوده و بهترین مدت‌زمان پرایمینگ ۸ و ۱۶ ساعت بود. با این وجود در صفات ضریب سرعت جوانه‌زنی در شرایط آزمایشگاهی و شاخص

به میزان ۲۹/۵ درصد از ۸۵۷ به ۶۰۴ گرم در مترمربع کاهش یافت. سطح کم‌آبی (آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) نیز تنها در صورت عدم پرایمینگ بذرهای ذرت به میزان ۸ ساعت کاهش معنی‌داری را در عملکرد دانه ذرت باعث شد ولی در مدت‌زمان‌های پرایمینگ ۱۶ و ۲۴ ساعت، تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تأثیر کاهشی معنی‌داری بر عملکرد دانه ذرت نداشت. در صورت عدم پرایمینگ و پرایمینگ بذرهای ذرت به میزان ۸ ساعت، عملکرد دانه در واحد سطح به ترتیب ۳۸۴ و ۶۱۲ گرم در مترمربع بود که در مقایسه با تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب ۵۲ و ۳۴/۵ درصد کمتر بود. کم‌آبی در صورت عدم پرایمینگ کاهش بیشتری را در عملکرد دانه ذرت باعث شد و باعث کاهش عملکرد دانه از ۸۰۱ تا ۳۸۴ گرم در مترمربع شد (جدول ۵). سناچی و کو (Cenacchi and Koo, 2011)، محمدی و همکاران (Mohammadai et al., 2012) و خلیلی و همکاران (Khalili et al., 2013) کاهش ۱۴، ۲۳ و ۱۸ درصدی را در عملکرد دانه ذرت با کاهش میزان آب آبیاری مشاهده نمودند. در این بررسی پرایمینگ بذرهای ذرت در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تأثیری بر عملکرد دانه در واحد سطح نداشت ولی در تیمارهای کم‌آبی پرایمینگ اثر مثبتی بر عملکرد دانه در واحد سطح داشت. در تیمار آبیاری پس از ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک پرایمینگ بذرهای ذرت با آب به مدت ۱۲ ساعت عملکرد دانه در واحد سطح را به میزان ۳۸/۶ درصد کاهش داد. سایر مدت‌زمان‌های پرایمینگ تأثیری بر عملکرد دانه ذرت نداشت. در تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک هر سه تیمار ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت افزایش معنی‌داری را در عملکرد دانه در واحد سطح را باعث شد. در تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، پرایمینگ بذرهای ذرت به مدت ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت به ترتیب ۵۹/۳، ۸۴/۱ و ۷۴/۴ درصد در مقایسه با عدم پرایمینگ، عملکرد دانه ذرت را افزایش داد. سودوزای و همکاران (Sudozai et al., 2013) و سلیمان زاده (Soleimanzadeh., 2013) بیشترین عملکرد دانه در پرایمینگ ۱۸ ساعت و مشرف و همکاران (Musharaf et al., 2013) پرایمینگ ۱۲ ساعت را مؤثرترین مدت‌زمان پیش‌ تیمار گزارش نمودند، محققان بر این امر اتفاق نظر دارند که مدت‌زمان بالای پیش‌ تیمار باعث کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها می‌شود. به نظر می‌رسد تراوش الکترولیت‌های بذور ذرت در مدت‌زمان‌های بالا دلیل اصلی

آبیاری کامل پرایمینگ تأثیری بر عملکرد دانه نداشت. بین ارقام نیز در اغلب صفات اختلافی مشاهده نشد.

قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه تحت عنوان مطالعه زمان‌های مختلف پرایمینگ بر رشد و عملکرد ذرت تحت شرایط خشکی است لذا از زحمات حوزه پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملکان تقدیر و تشکر می‌گردد.

کلروفیل، وزن صد دانه و عملکرد دانه در شرایط مزرعه‌ای، تأثیر پرایمینگ وابسته به کم‌آبی بود. در شرایط آبیاری کامل پرایمینگ ۸ ساعت و در شرایط کم‌آبی پرایمینگ ۱۶ ساعت بهترین نتیجه را داشت. همچنین اختلاف معنی‌دار در صفات درصد جوانه‌زنی بین دو رقم زمانی که پرایمینگ انجام نشد، مشاهده می‌شود، ولی هرگونه پرایمینگ باعث می‌شود که این اختلاف از بین برود. در کل با توجه به نتایج حاصل تأثیر پرایمینگ در برابر کم‌آبی قابل‌ملاحظه بود، ولی در شرایط

منابع

- Almaghrabi, O. A., 2012. Impact of drought stress on germination and seedling growth parameters of some wheat cultivars. *Life Science Journal*. 9(1), 590-598.
- Asch, F., Andersen, M. N., Jensen, C. R. and Mogensen. V. O., 2001. Ovary abscisic acid concentration does not induce kernel abortion in field-grown maize subjected to drought. *European Journal of Agronomy*. 15, 119–129.
- Ashagre, H., Zeleke, M., Mulugeta, M. and Estifanos, E., 2014. Evaluation of highland maize cultivars for polyethylene glycol induced moisture stress tolerance at germination and seedling growth stage. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*. 6, 77-83.
- Aslam, M., Zamir, M.S.I., Afzal, I., Yaseen, M., Mubeen, M., Shoaib, A., 2013. Drought stress, its effect on maize production and development of drought tolerance through potassium application. *Cercetări Agronomice în Moldova*. 2 (154), 99-114.
- Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F. W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A. M., Francia, E., Mare, C., Tondelli, A., Michele Stanca, A., 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research* 105, 1–14.
- Cenacchi, N. and Koo, J., 2011. Effects of drought tolerance on maize yield in Sub-Saharan Africa. 2011. Increasing agricultural productivity & enhancing food security in Africa new challenges and opportunities". 13 November 2011 Africa Hall, UNECA, Addis Ababa, Ethiopia.
- Eskandari, H., 2013. Effects of priming technique on seed germination properties, emergence and field performance of crops: a review. *International journal of Agronomy and Plant Production*. 4 (3), 454-458.
- Golmohammadzadeh, S., Zaefarian, F., Rezvani, M., 2014. Investigation of different priming techniques on seed germination of *Papaver* species. *International Journal of Biosciences*. 4, 1-9.
- Hamza, J. H., 2012. Seed priming of bread wheat to improve germination under drought stress. *The Iraqi Journal of Agricultural Sciences*. 43 (2), 100-107.
- Hussain, M., Bashir, W., Farooq, S. and Rehim, A., 2013. Root development, allometry and productivity of maize hybrids under terminal drought sown by varying method. *International Journal of Agriculture and Biology*. 15, 1243–1250.
- Khodarahmpour, Z., 2011. Effect of drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) on germination indices in corn (*Zea mays* L.) hybrids. *African Journal of Biotechnology*. 10, 55-61.
- Madani, A., Shirani-Rad, A., Pazoki, A., Nourmohammadi, G., Zarghami, R., Mokhtassi-Bidgoli, A., 2010. The impact of source or sink limitations on yield formation of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) due to post-anthesis water and nitrogen deficiencies. *Plant, Soil and Environment*. 56(5), 218–227.
- Maroufi, K. H., Farahani, A. and Moradi, O., 2011. Evaluation of nano priming on germination percentage in green gram (*Vigna Radiata* L). *Advances in Environmental Biology*. 5(11), 3659-3663.
- Miraj, G., Shah, H. U. and Arif, M., 2013. Priming maize (*Zea mays*) seed with

- phosphate solutions improves seedling growth and yield. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 23(3), 893-899.
- Mohammadai, H., Soleymani, A., Shams, M., 2012. Evaluation of drought stress effects on yield components and seed yield of three maize cultivars (*Zea mays* L.) in Isfahan region. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 4, 1436-1439.
- Moser, S. B., Feil, B., Jampatong, S. and Stamp, P., 2006. Effects of pre-anthesis drought, nitrogen fertilizer rate, and variety on grain yield, yield components, and harvest index of tropical maize. *Agricultural Water Management*. 81, 41-58.
- Mousavi, H., Lack, S., Alavi Fazel, M., 2013. Analysis of correlation and stepwise regression between grain protein yield and related traits of maize in conditions of drought stress and zinc sulfate spraying. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5, 2783-2788.
- Musharaf, K., Asim, M., Shah, F.M., Ullah, S., Saadullah, K. and Subhan, M., 2013. Response of maize yield and yield components to different hydropriming durations in rainfed region of Bannu. *European Journal of Biological Sciences*. 6 (1), 12-16.
- Nawaz, A., Amjad, M., Khan, S. M., Afzal, I., Ahmed, T., Iqbal, Q. and Iqbal, J., 2013. Tomato seed invigoration with cytokinins. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 23(1), 121-128.
- Pourmohammad, A., Shekari, F., Soltaniband, V., 2013. Effects of cycocel priming on growth and early development of rapeseed under drought stress. *Acta Universitatis Sapientiae Agriculture and Environment*. 5, 5-18.
- Priya, P., 2008. Effect of seed priming on field performance of maize based cropping systems under rainfed condition. Department Of Agronomy. College of Agriculture, Dharwad. University of Agricultural Sciences. Dharwad.
- Rahimi, A., 2013. Seed priming improves the germination performance of cumin (*Cuminum syminum* L.) under temperature and water stress. *Industrial Crops and Products*. 42, 454-460.
- Saleem, M. S., Sajid, M., Ahmed, Z., Ahmed, S., Ahmed, N. and Shahid Ul Islam, M., 2014. Effect of seed soaking on seed germination and growth of bitter gourd cultivars. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 6, 7-11.
- Sani, B. M., Oluwasemire, K. O. and Mohammed, H. I., 2008. Effect of irrigation and plant density on the growth, yield and water use efficiency of early maize in the Nigerian savanna. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*. 3, 33-40.
- Sani, B. M., Oluwasemire, K. O. and Mohammed, H. I., 2008. Effect of irrigation and plant density on the growth, yield and water use efficiency of early maize in the Nigerian savanna. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*. 3, 33-40.
- Soleimanzadeh, H., 2013. Effect of seed priming on germination and yield of corn. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 5, 366-369.
- Sudozai, M. I., Tunio, S., Chachar, Q. and Rajpar, I., 2013. Seedling establishment and yield of maize under different seed priming periods and available soil moisture. *Sarhad Journal of Agriculture*. 29, 81-90.
- Tabatabaei, S. A., 2013. The effect of salicylic acid and gibberellin on enzyme activity and germination characteristics of wheat seeds under salinity stress conditions. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 6, 236-240.
- Zahedifar, M. and Zohrabi. S., 2016. Germination and seedling characteristics of drought-stressed corn seed as influenced by seed priming with potassium nano-chelate and sulfate fertilizers. *Acta agriculturae Slovenica*. 107, 113 - 128.
- Zarmehri, G., Moosavi, S., Zabihi, S.G. and Seghateslami, M.J., 2013. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and zinc fertilizer on forage yield of maize under water deficit stress conditions. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*. 3, 3281-3290.