نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 2، تابستان 1398، ص 514-499

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.2, Summer 2019, p. 499-514

اثرات همزیستی میکوریزا و پرایمینگ بذر بر بهبود عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) در شرایط خاک شور

جواد سلطانی کاظمی[1]، محمدعلی ابوطالبیان[2*] و جواد حمزه‌ئی[2]

تاریخ دریافت: 1396/04/18
تاریخ پذیرش: 1397/01/28

سلطانی کاظمی، ج.، ابوطالبیان، م.ع.، و حمزه‌ئی، ج. 1398. اثرهمزیستی میکوریزایی و پرایم بذر در مزرعه بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays* L.) در شرایط شور خاک. بوم‌شناسی کشاورزی. 11 (2): 514-499.

چکیده

به‌منظور کاهش اثرات تنش شوری در مزرعه آزمایش تاثیر همزمان پرایمینگ بذر و استفاده از میکوریزا بر بهبود عملکرد دانه و اجزای عملکرد ذرت هیبرید NS 640 در شهرستان گتوند استان خوزستان طی دو سال 1394-1393 انجام شد. آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور میکوریزا و پرایمینگ بذر در دو مکان خاک شور ($EC= 7dS.m^{-1}$) و خاک غیرشور ($EC=2.5\ dS.m^{-1}$) در طی دو سال اجرا شد. آزمایش برای دو مکان و دو سال تجزیه مرکب شد. عامل اول تلقیح و عدم تلقیح محدوده بستر بذر با میکوریزا (*Glomus mosseae*)، عامل دوم، چهار سطح پرایمینگ بذر شامل اسموپرایمینگ با محلول NaCl (با غلظت دو دسی زیمنس بر متر در مدت 22 ساعت)، پرایمینگ با اسید سالیسیلیک (با غلظت 0/5 میلی‌مولار در مدت 14 ساعت)، پرایمینگ با آب شهری (مدت زمان 18 ساعت) و عدم پرایم (شاهد) بودند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثرات سال، مکان، سال x مکان، پرایمینگ بذر، تلقیح میکوریزایی و اثرات متقابل آنها بر صفات شاخص سطح برگ در مرحله گل تاجی، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی دار بودند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد کاربرد تلقیح با میکوریزا نسبت به عدم تلقیح و استفاده از پرایمینگ بذر نسبت به شاهد (عدم پرایم) در تمامی صفات اندازه‌گیری شده در هر دو محیط شور و غیرشور در هر دو سال برتری داشتند. در مکان شور بدون کاربرد تلقیح با میکوریزا و پرایم (شاهد)، میزان شاخص سطح برگ (2/7)، تعداد دانه در بلال (212)، وزن هزار دانه (210 گرم)، عملکرد دانه (2826 کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (7296 کیلوگرم در هکتار) بود که کاربرد پرایمینگ باعث افزایش تمامی صفات شده و بیشترین افزایش در تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک بدست آمد که باعث افزایش شاخص سطح برگ (14/8 درصد)، تعداد دانه در بلال (34/4 درصد)، وزن هزار دانه (10/9 درصد)، عملکرد دانه (48/7 درصد) و عملکرد بیولوژیک (37/8 درصد) نسبت به عدم کاربرد پرایم و تلقیح با میکوریزا (شاهد) شده بود. تلقیح با میکوریزا باعث افزایش شاخص سطح برگ (2/9 درصد)، تعداد دانه در بلال (19/8 درصد)، وزن هزار دانه (4/2 درصد)، عملکرد دانه (23/9 درصد) و عملکرد بیولوژیک (19/9 درصد) نسبت به عدم کاربرد پرایم و تلقیح با میکوریزا (شاهد) شده بود. اثر متقابل پرایمینگ بذر و تلقیح با میکوریزا باعث افزایش تمامی صفات شده بود بیشترین افزایش در تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و تلقیح با میکوریزا بدست آمد که باعث افزایش افزایش شاخص سطح برگ (25/9 درصد)، تعداد دانه در بلال (42/4 درصد)، وزن هزار دانه (15/7 درصد)، عملکرد دانه (62/9 درصد) و عملکرد بیولوژیک (49/2 درصد) نسبت به عدم کاربرد پرایم و تلقیح با میکوریزا (شاهد) شده بود و نشان‌دهنده هم‌افزایی اثرات متقابل میکوریزا و پرایمینگ بذر در کاهش تنش شوری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اسیدسالیسیلیک، تنش شوری، شاخص برداشت، شاخص سطح برگ، محلولNaC1

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.)، گیاهی ازخانواده غلات با دوره رشد نسبتاً کوتاه و عملکرد بالا است. تولید جهانی ذرت دانه‌ای 1016 میلیون تن

1و 2- به‌ترتیب دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی و دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان
(*- نویسنده مسئول: Email: aboutalebian@yahoo.com)

Doi:10.22067/jag.v11i2.65941

و سطح زیر کشت آن 200 میلیون هکتار می‌باشد (FAO, 2015). سهم تولید ایران 1/17 میلیون تن و سطح زیر کشت آن 158534 هکتار می‌باشد (Ministry of Agriculture-Jahad, 2015). شوری آب و خاک یکی ازمشکلات جدی در کشاورزی است. برای مقابله با شوری روش‌های زیادی وجود دارد که یکی از آنها که کم‌هزینه وکاربردی‌تر است، پرایمینگ بذر است. در طی این تیمار بذور قبل از کاشت به‌صورت کنترل‌شده آبدهی می‌شوند به‌طوری‌که مرحله اول (جذب فیزیکی آب) و دوم (شروع فرآیندهای بیوشیمیایی و هیدرولیز قندها) جوانه‌زنی را پشت سر گذاشته ولی از ورود به مرحله سوم جوانه‌زنی (مصرف قند توسط جنین و رشد ریشه‌چه) بازداشته می‌شوند (Bradford, 1995). 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 باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن بذر می‌شود (Afzal et al., 2006). پرایم بذر با روش‌های مختلف به‌همراه قارچ میکوریزا می‌تواند به بهبود استقرار بذور کاشته شده و نهایتاً عملکرد در زمین‌های شور بیانجامد. طبق گزارش‌های موجود بذور پرایم شده درشرایط تنش‌های محیطی از جمله شوری استقرار بهتری دارند و گیاهچه‌هایی با بنیه بالاتری تولید می‌کنند (Imran et al., 2013). پرایمینگ با آب باعث گسترش سیستم ریشه‌دهی و افزایش عملکرد به‌میزان 14 درصد در ذرت نسبت به عدم پرایم گردید. سرعت رشد گیاهچه هفت روز زودتر نسبت به عدم پرایم انجام شد (Harris et al., 2007). سانگ و چانگ (Sung & Chang, 1993) گزارش دادند که هیدروپرایم و اسموپرایم با نمک نسبت به بقیه تیمارهای پرایمینگ در بهبود ظهور گیاهچه ذرت شیرین نقش داشتند. هیدروپرایمینگ باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی، استقرار بهتر و افزایش عملکرد در جو (*Hordeum vulgare* L.) شد (Rashid et al., 2006). بذرهای ذرت که با روش‌های مختلف پرایم شده‌اند وقتی‌که با میکوریزا آربا سکولار تلقیح شوند باعث بهبود بیوماس و عملکرد در شرایط خاک شور ($EC=6\ dS.m^{-1}$) شده است (Hameed et al., 2014). پرایم با اسید سالیسیلیک با غلظت 1/4 میلی‌مولار در ذرت باعث افزایش مقاومت در شرایط تنش آب شور (4000 ppm) شد (Hussein., 2007). به هرحال بیشتر مقالات نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک در تنش های گیاهی اثرات سمی تولید شده در شرایط شوری را کاهش می‌دهد و تحمل به شوری را در گیاهچه گندم افزایش داد (Hamada & Al-Hakimi, 2001). یکی از راهکارهای تولید بهینه محصول و حفظ سلامت محیط‌زیست، فراهم‌سازی شرایط لازم و ضرورت استفاده بیشتر از میکروارگانیسم‌های خاکزی و کودهای زیستی می‌باشد از جمله مهمترین کودهای زیستی می‌توان به قارچ‌های میکوریزای آرباسکولار اشاره کرد، میکوریزا مهمترین قارچ همزیست ریشه می‌باشد قارچ‌های میکوریزا با داشتن شبکه هیفی گسترده و افزایش سطح جذب ریشه باعث بهبود استقرار گیاه، افزایش جذب آب و عناصر غذایی مخصوصاً فسفر، روی، مس و نیتروژن می‌شوند (Clark & Zeto, 2000) در بسیاری موارد علاوه بر افزایش محصول، نقش مهمی درحفظ تعادل اکولوژیک خاک ایفای می‌کنند (Abbott & Murphy, 2007). میکوریزا باعث بهبود ساختمان خاک، افزایش مقاومت گیاه در شرایط تنش مانند شوری و خشکی می‌شود (Wu et al., 2014). گیاهانی که با میکوریزا آرباسکولار تلقیح شده‌اند رشد و عملکرد را افزایش داد و باعث حفظ پتانسیل اسمزی و تعادل یونی به سطح نرمال و افزایش مقاومت در شرایط تنش شد (Hameed et al., 2014). هدف از انجام این آزمایش بررسی اثرات همزیستی میکوریزا و تعیین بهترین ماده پرایمینگ بذر NS640 بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبرید ذرت در کاهش اثرات تنش شوری در شرایط خاک شور شمال استان خوزستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مشخصات محل آزمایش

این تحقیق در در دو مکان خاک شور ($EC= 7\ dS.m^{-1}$) و خاک غیر شور ($EC=2.5\ dS.m^{-1}$) طی دو سال 1393 و 1394 در استان خوزستان شهرستان گتوند با ارتفاع 76 متر از سطح دریا و مختصات 32 درجه عرض شمالی و 48 درجه طول شرقی و در مزرعه کشاورز انجام شد. مشخصات خاک هر دو مکان مورد تحقیق در جدول یک آمده است. هدایت الکتریکی آب آبیاری برای هر دو مکان 1/1 دسی زیمنس بر متر بود. بر اساس تقسیم‌بندی آمبرژه اقلیم منطقه خشک و نیمه خشک می‌باشد. داده‌های هواشناسی از ایستگاه هواشناسی شهرستان که در پنج کیلومتری محل تحقیق قرار داشت بدست آمده است (جدول 2).

جدول 1-نتایج آنالیز خاک
Table1- Analysis of soil

نوع Type	مواد آلی Organic materials (%)	اسید یته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	بافت Texture	فسفر قابل جذب Available phosphorous ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب Available potassium ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن N (%)
Non-saline غیرشور	1.4	8	2.5	لوم Loamy	13	220	0.28
Saline شور	0.89	8.4	7	لوم Loamy	9	195	0.18

جدول2-داده‌های هواشناسی
Table 2- Meteorology data

سال Year	پارامترها Parameters	تیر - مرداد July	مرداد - شهریور August	شهریور - مهر September	مهر - آبان October	آبان - آذر November	آذر - دی December
2014	Average temperature (^0C) میانگین دما (سانتی‌گراد)	36.6	36.4	33.7	27.8	20.1	16.3
	Average rainfall (mm) میانگین بارندگی(میلی متر)	0.0	0.0	0.5	22.1	14.7	71.9
	Total sunshine (h) ساعات آفتابی	339.6	344.3	333.9	334.3	211.1	190.4
2015	The average temperature (^0C) میانگین دما(سانتی گراد)	36.6	37.8	35.1	39.7	21.2	14.5
	Average rainfall (mm) میانگین بارندگی(میلی متر)	0.0	0.0	0.0	0.0	54.9	93.6
	Total sunshine (h) ساعات آفتابی	305.6	369.0	310.8	253.0	189.0	169.1

طرح آزمایشی

آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور، میکوریزا و پرایمینگ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو سال 1393 و 1394 در دو مکان شور ($EC=7\ dS.m^{-1}$) و غیر شور ($EC=2.5\ dS.m^{-1}$) در شمال شرقی استان خوزستان شهرستان گتوند در مزرعه کشاورز (واقع در 130 کیلومتری اهواز) بر روی ذرت رقم NS640اجرا شد. آزمایش برای دو مکان و دو سال تجزیه مرکب شد. عامل اول تلقیح و عدم تلقیح محدوده بستر بذر با میکوریزا (*Glomus mosseae*)، عامل دوم، چهار سطح پرایمینگ بذر شامل اسموپرایمینگ با محلول NaCl (با غلظت 2 دسی زیمنس بر متر در مدت 22 ساعت)، پرایمینگ با اسید سالیسیلیک (با غلظت 0/5 میلی- مولار در مدت 14 ساعت)، پرایمینگ با آب شهری (مدت زمان 18 ساعت) و عدم پرایم (شاهد) بودند. غلظت و مدت زمان محلول NaCl و اسیدسالیسیلیک و همچنین مدت زمان آب معمولی در آزمایشی مقدماتی از قبل در آزمایشگاه تعیین شده بود. پرایم با اسید سالیسیلیک با غلظت 0/5 میلی‌مولار در مدت 14 ساعت، اسموپرایم با محلول NaCl با هدایت الکتریکی 2 دسی‌زیمنس بر متر در مدت 22 ساعت، آب شهری در مدت 18 ساعت به عنوان بهترین ترکیب پرایم بذور در مزرعه انتخاب شدند. رقم NS64 یک رقم وارداتی از کشور ترکیه است و رقمی متوسط- دیررس می باشد. نمونه‌برداری برای بررسی وضعیت خاک بعد از تهیه زمین انجام شد. این آزمایش بر اساس عرف منطقه بصورت کشت تابستانه اجرا شد و تاریخ کاشت اول مرداد ماه (20 July) در هر دوسال بود. میزان آبیاری 11 هزار متر مکعب که طی دوازده نوبت آبیاری شد. کوددهی بر اساس نتایج آزمون خاک انجام شد. کودهای فسفر و پتاسیم و یک سوم نیتروژن قبل از کاشت بصورت نواری استفاده شد و باقی مانده کود نیتروژن در

مرحله چهار برگی و شروع گلدهی بکار برده شد. برای مبارزه با علف هرز از سم علف‌کش کروز دو لیتر در هکتار استفاده شد. هر کرت با ابعاد 4/5 عرض در پنج متر طول شامل شش ردیف با فاصله بین دو ردیف 75 سانتی‌متر، عمق کاشت هر بذر 6-4 سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین دو بوته 16 سانتی متر و تراکم 79000 بوته در هکتار بود. پرایمینگ بذر یک روز قبل از کاشت انجام شد و بعد از خشک شدن سطحی آنها جهت کاشت به مزرعه انتقال داده شدند. قارچ میکوریزا در موقع کاشت بذر بصورت دستی در زیر بذرها به مقدار 2/5 گرم برای هر بذر (20 گرم در مترمربع) مصرف شد (Zou et al., 2013; Yonse & Moradi, 2015). توده میکوریزا شامل 150 اسپور در هر گرم بود که از شرکت زیست فناوران توران تهیه گردید. تعیین سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری نواری سطح LAI متر (ساخت شرکت Eijelkamp کشور هلند) انجام شد. برای تعیین تغییرات میزان شاخص سطح برگ از معادله، LAI= LA/GA استفاده شد. در این معادله، LAI : شاخص سطح برگ، LA سطح برگ (متر یا سانتی‌مترمربع)و GA سطح زمین (متر یا سانتی-مترمربع). برای تعیین بیوماس کل، عملکرد دانه و اجزای عملکرد، سطحی معادل دو مترمربع از قسمت مرکزی هر کرت با رعایت اثر حاشیه به‌طور کامل برداشت شد. تاریخ برداشت 20 آذرماه (11December) در هر دو سال بود.

تجزیه آماری

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از برنامه آماری SAS (Ver. 9.1) انجام شد. مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثرات مکان، میکوریزا و پرایمینگ بذر بر تمامی صفات، سال بر صفات (تعداد دانه، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت)، اثرات متقابل سال x مکان بر صفات (تعداد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت)، اثرات متقابل میکوریزا x پرایمینگ بذر بر صفات (تعداد دانه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه) بسیار معنی‌دار بود (P< 0/0001). همچنین اثرات سال بر شاخص سطح برگ، اثرات متقابل مکان x میکوریزا بر صفات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، اثرات متقابل مکان x پرایمینگ بذر بر عملکرد دانه، اثرات متقابل میکوریزا x پرایمینگ بذر بر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار بود (P< 0/001). اثرات متقابل مکان x پرایمینگ بذر x میکوریزا و اثرات متقابل سال x پرایمینگ بذر x میکوریزا بر تمامی صفات معنی‌دار (P<0/05) بود (جدول 3).

شاخص سطح برگ در مرحله گل تاجی

مقایسه میانگین‌ها نشان داد در مکان غیر شور تیمار عدم تلقیح با میکوریزا و عدم پرایم (شاهد) میزان شاخص سطح برگ به‌میزان 4/7 است که کاربرد پرایمینگ باعث افزایش شاخص سطح برگ شده بود. بیشترین شاخص سطح برگ در تیمار با اسید سالیسیلیک به‌میزان 5 بدست آمد که نسبت به عدم پرایم و عدم تلقیح با میکوریزا افزایش 6/3 درصدی دارد. تلقیح با میکوریزا باعث افزایش شاخص سطح برگ به میزان 4/8 شده که نسبت به عدم پرایم و عدم تلقیح با میکوریزا 2/1 درصد افزایش داشته است. اثر متقابل پرایمینگ بذر و تلقیح با میکوریزا باعث افزایش شاخص سطح برگ شده بود بیشترین شاخص سطح برگ در تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و تلقیح با میکوریزا به‌میزان 5/2 بدست آمد که نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم افزایش 10/6 درصدی را نشان داد. در مکان شور تیمار عدم تلقیح با میکوریزا و عدم پرایم (شاهد) میزان شاخص سطح برگ به‌میزان 2/7 بود که کاربرد پرایمینگ باعث افزایش شاخص سطح برگ شده بود. بیشترین شاخص سطح برگ در تیمار با اسید سالیسیلیک به‌میزان 3/1 بدست آمد که نسبت به عدم پرایم و عدم تلقیح با میکوریزا افزایش 14/8 درصدی دارد. تلقیح با میکوریزا باعث افزایش شاخص سطح برگ به-میزان 2/9 شده که نسبت به عدم پرایم و عدم تلقیح با میکوریزا 4/7 افزایش داشته است. اثر متقابل پرایمینگ بذر و تلقیح با میکوریزا باعث افزایش شاخص سطح برگ شده بود. بیشترین شاخص سطح برگ در تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و تلقیح با میکوریزا به-میزان 3/4 بدست آمد که نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم افزایش 25/9 درصدی را نشان داد (جدول 4). افزایش شاخص سطح برگ در محیط شور با کاربرد تلقیح با میکوریزا و پرایمینگ بذر و اثرات متقابل میکوریزا و پرایمینگ بذر بر شاخص سطح برگ نشان‌دهنده تأثیر مثبت این مواد در شرایط تنش می‌باشد. همزیستی با میکوریزا و پرایم با اسید سالیسیلیک به‌دلیل نقش در کاهش اثرات شوری، جذب آب و

فسفر، کمک به استقرار گیاهچه، و افزایش فتوسنتز و مساعد شدن شرایط رشدی برای گیاه باعث افزایش شاخص سطح برگ شده اند. مقایسه میانگین ها نشان داد که در اثر متقابل سال x میکوریزا x پرایمینگ بیشترین شاخص سطح برگ در سال اول، تلقیح با میکوریزا و پرایم با اسید سالیسیلیک به‌میزان 4/4 بدست آمده که نسبت به تلقیح با میکوریزا و عدم پرایم به‌میزان 12/8 درصد افزایش درصد و نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم به‌میزان 15/7 افزایش درصد را نشان داد (جدول 5). در سال اول شاخص سطح برگ نسبت به سال دوم بیشتر بود و در هر دو سال تیمارهای تلقیح با میکوریزا نسبت به عدم تلقیح شاخص سطح برگ بیشتری داشتند. در هر دو سال تیمارهای پرایم نسبت به عدم پرایم شاخص سطح برگ بالاتری داشتند و در بین تیمارهای پرایم، پرایم با اسید سالیسیلیک افزایش بیشتری را نشان داد که می‌تواند ناشی از تعداد روزها و ساعت های بیشتر آفتابی و همچنین متناسب بودن درجه حرارت با دمای لازم برای رشد گیاه در دوره رشدی ذرت در سال اول نسبت به سال دوم باشد (جدول 2). به‌نظر می‌رسد علت افزایش شاخص سطح برگ در تیمارهای پرایم را افزایش رشد ریشه و قابلیت بیشتر آنها در استفاده از آب و عناصر غذایی، توسعه سریع سیستم فتوسنتز کننده در تیمارهای پرایم می باشد (Farooq et al., 2006). پرایم باعث افزایش شاخص سطح برگ ذرت در خاک شور شده است (Musavi et al., 2012). تیمارهای پرایم باعث افزایش شاخص سطح برگ و در نهایت جذب بیشتر تشعشع نور خورشید و افزایش تجمع ماده خشک شد (Basra et al., 2002).

عملکرد و اجزای عملکرد (تعداد دانه دربلال، وزن هزار دانه)

مقایسه میانگین‌ها نشان داد در مکان غیر شور با تیمار عدم تلقیح با میکوریزا و عدم پرایم (شاهد)، تعداد دانه در بلال (338)، وزن هزار دانه (243 گرم) و عملکرد دانه (5117 کیلوگرم در هکتار) بود که کاربرد پرایمینگ باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد شده بود. بیشترین تعداد دانه در بلال (407)، وزن هزار دانه (264 گرم) و عملکرد دانه (6667 کیلوگرم در هکتار) در تیمار با اسید سالیسیلیک بدست آمد که نسبت به عدم پرایم و عدم تلقیح با میکوریزا به ترتیب افزایش 20/4، 8/6 و 30/2 درصدی دارد. تلقیح با میکوریزا باعث افزایش تعداد دانه در بلال (380)، وزن هزار دانه (248 گرم) و عملکرد دانه (5877 کیلوگرم در هکتار) شده که نسبت به عدم پرایم و عدم تلقیح با میکوریزا 12/4، 2 و 14/8 درصد افزایش داشته است. اثر متقابل پرایمینگ بذر و تلقیح با میکوریزا باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد شده بود بیشترین تعداد دانه در بلال (415)، وزن هزار دانه (272 گرم) و عملکرد دانه (7273 کیلوگرم در هکتار) در تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و تلقیح با میکوریزا بدست آمد که نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم افزایش 22/7، 11/9 و 42/1 درصدی را نشان داد. در مکان شور تیمار عدم تلقیح با میکوریزا و عدم پرایم تعداد دانه در بلال (212)، وزن هزار دانه (210 گرم) و عملکرد دانه (2826 کیلوگرم در هکتار) بود که کاربرد پرایمینگ باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد شده بود. بیشترین تعداد دانه در بلال (285)، وزن هزار دانه (233 گرم) و عملکرد دانه (4205 کیلوگرم در هکتار) در تیمارپرایمینگ با اسید سالیسیلیک بدست آمد که نسبت به عدم پرایم و عدم تلقیح با میکوریزا به ترتیب افزایش 34/4، 10/9 و 48/7 درصدی دارد. تلقیح با میکوریزا باعث افزایش تعداد دانه در بلال (254)، وزن هزار دانه (219 گرم) و عملکرد دانه (3504 کیلوگرم در هکتار) شده که نسبت به عدم پرایم و عدم تلقیح با میکوریزا 19/8، 4/2 و 23/9 درصد افزایش داشته است. اثر متقابل پرایمینگ بذر و تلقیح با میکوریزا باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد شده بود. بیشترین تعداد دانه در بلال (302)، وزن هزار دانه (243 گرم) و عملکرد دانه (4605 کیلوگرم در هکتار) در تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و تلقیح با میکوریزا بدست آمد که نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم افزایش 42/4، 15/7 و 62/9 درصدی را نشان داد (جدول 4). نتایج مشخص کرد در هر دو محیط شور و غیر شور تیمارهای تلقیح با میکوریزا نسبت به عدم تلقیح تعداد دانه در بلال، وزن هزاردانه و عملکرد بیشتری را نشان داد. در هر دو محیط شور و غیر شور تیمارهای پرایم نسبت به عدم پرایم تعداد دانه در بلال، وزن هزاردانه و عملکرد بیشتری نشان دادند و در بین تیمارهای پرایم، پرایم با اسید سالیسیلیک افزایش بیشتری دارد. تعداد دانه در بلال، وزن هزاردانه و عملکرد در محیط غیر شور نسبت به محیط شور مقدار بیشتری نشان داد. بیشترین تعداد دانه در بلال، وزن هزاردانه و عملکرد در مکان غیر شور و شور در تلقیح با میکوریزا و پرایم با اسید سالیسیلیک بدست آمده که می‌تواند به‌دلیل نقش میکوریزا در کاهش تنش (به‌دلیل کاهش ورود سدیم و کاهش پتانسیل اسمزی)، جذب آب و فسفر و همچنین تأثیر پرایمینگ با اسید در جهت افزایش استقرار گیاهچه و همچنین نقش در افزایش فتوسنتز می‌باشد.

جدول 3-آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر میکوریزا و پرایم بر اجزای عملکرد ذرت

Table 3- Analysis of variance (mean of squares) for the effects of mycorrhiza and priming on yield and yield components of corn

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	شاخص سطح برگ Leaf area index	تعداد دانه در بلال Number of seeds per ear	وزن هزار دانه 1000- grain weight	عملکرد Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
مکان Place(PL)	1	86.05***	354423***	21770***	14342730***	94690718 ***	8.42***
سال Year (Y)	1	0.22**	15965***	620***	5463558***	23803404***	9.18***
سال× مکان Y×PL	1	0.02$^{n.s}$	1683***	0.16$^{n.s}$	439833***	3833203***	4.2***
Rep(Y × PL)	8	0.038	226.9	4.14	30546.2	851820	2.6
میکوریزا Mycorrhiza(M)	1	0/8***	10965***	1962 ***	7087240***	31205646 ***	12.2***
پرایم Prime (P)	3	0.75***	14944***	2289***	8131815***	3015707***	33.6***
میکوریزا×مکان PL×M	1	0.05$^{n.s}$	26.04$^{n.s}$	3.37$^{n.s}$	119850**	508813**	0.02$^{n.s}$
پرایم×مکان PL × P	3	0.02$^{n.s}$	114.1$^{n.s}$	2.7$^{n.s}$	54696**	52969$^{n.s}$	0.001$^{n.s}$
میکوریزا× سال Y × M	1	0.03$^{n.s}$	234.3$^{n.s}$	1.1$^{n.s}$	21004$^{n.s}$	45893$^{n.s}$	0.0084$^{n.s}$
پرایم×سال Y × P	3	0.029$^{n.s}$	111.4$^{n.s}$	2.1$^{n.s}$	279$^{n.s}$	21120$^{n.s}$	0.0087$^{n.s}$
میکوریزاسال× مکان Y × PL×M	1	0.013$^{n.s}$	26.04$^{n.s}$	1.1$^{n.s}$	3504$^{n.s}$	21390$^{n.s}$	0.0084$^{n.s}$
پرایم× سال×مکان Y × PL×P	3	0.005$^{n.s}$	114.18$^{n.s}$	2.1$^{n.s}$	5079$^{n.s}$	17269$^{n.s}$	0.0087$^{n.s}$
پرایم×میکوریزا M × P	3	0.027$^{n.s}$	1182.2***	14.3***	86113***	422138**	0/55**
پرایم×میکوریزا×مکان PL × M×P	3	0.067*	471.4*	7.4*	29062*	225225*	0.223*
پرایم×میکوریزا×سال Y × M ×P	3	0.064*	346.4*	6.6*	27752*	260141*	0.208*
مکان×میکوریزا×پرایم×سال Y × PL × M × P	3	0.014$^{n.s}$	71.4$^{n.s}$	2.6$^{n.s}$	1003$^{n.s}$	57932$^{n.s}$	0.008$^{n.s}$
Rep×M×P(Y×PL)	56	0.014	116.16	2.03	8420.6	59246	0.08
ضریب تغییرات CV (%)		12.9	10.2	5.5	8.7	15.9	6.7

n.s: غیر معنی‌دار، *، ** و ***: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 5 ، 1 و 0/1 درصد

ns: Non significant, *, ** and ***: Significant at the 5% 1% and 0.1% probability levels, respectively.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در اثر متقابل سال × میکوریزا × پرایمینگ، بیشترین تعداد دانه در بلال به‌میزان 378 دانه در سال اول، تلقیح با میکوریزا و پرایم با اسید سالیسیلیک بدست آمده که نسبت به تلقیح با میکوریزا و عدم پرایم (330 گرم) افزایش 14/5 درصد و نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم (288) افزایش 31/2 درصد را نشان داد. میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه به‌میزان 260 گرم در سال اول، تلقیح با میکوریزا و پرایم با اسید سالیسیلیک به‌دست آمده که نسبت به تلقیح با میکوریزا و عدم پرایم (237 گرم)، افزایش 9/7 درصد و نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم (229 گرم)، افزایش 13/5 درصد را نشان داد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد به‌میزان 6182 کیلو گرم در هکتار در سال اول ، تلقیح با میکوریزا و پرایم با اسید سالیسیلیک به‌دست آمده که نسبت به تلقیح با میکوریزا و عدم پرایم (4947 کیلوگرم در هکتار) افزایش حدود 24/9 درصد و نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم (4201 کیلوگرم در

هکتار) افزایش 47/1 درصد را نشان داد (جدول5). در سال‌های اول و دوم تیمارهای تلقیح‌شده با میکوریزا نسبت به عدم تلقیح تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانـه و عملکـرد بیشـتری را در بوتـه نشـان دادنـد، همچنین تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و عملکرد در هر دو سال تیمارهای پرایم نسبت به عدم پرایم افزایش بیشتری داشتند و در بین تیمارهای پرایمینگ، پرایم با اسید سالیسیلیک تعـداد دانـه در بـلال، وزن هزار دانه و عملکرد بیشتری را نشان داد. نتـایج نشـان داد کـه پرایم با اسید سالیسیلیک و همزیستی با میکـوریزا بـه‌دلیـل افـزایش جذب آب و فسفر، کاهش اثرات تنش شوری (جلوگیری از ورود یـون سدیم و کاهش پتانسیل اسمزی) و همچنین افزایش فتوسنتز، افزایش استقرار گیاهچه باعث افزایش تعداد دانه شده و در سال اول بـه‌دلیـل افزایش تعداد ساعات آفتابی و همچنین مساعد بودن درجه حرارت در موقع تشکیل تعداد دانـه در بـلال و وزن هـزار دانـه باعـث افـزایش عملکـرد در بوتـه شـده اسـت (جـدول 2). پـرایم بـا آب شـهری و اسموپرایمینگ با NaCl به‌دلیل افزایش سـرعت و درصـد سبزشـدن (نتایج ارائه نشده) توانستند نسبت به تیمار شاهد تعداد دانه را افزایش دهند.

قاسـمی گلعـذانی (Ghasemi Golezani, 2008) نشـان داد پرایمینـگ بـذر بـا آب موجـب افـزایش تعـداد دانـه نخـود *Cicer arietinum* L.) در واحد سطح شد. پرایم کردن بذر نخود پتانسـیل تعداد تخمک‌ها را در تعیین مراحل اولیهٔ رشد افزایش داد (Harris et al., 2009). در تحقیقی روی ذرت نیز اظهار شـده اسـت کـه پـرایم کردن با سولفات روی با غلظت 24 درصـد در شـرایط عـدم کنتـرل علف‌های هرز منجر به افزایش تعداد دانه در بلال شده است که علت را در بهبود توان رقابتی گیاهان حاصل از بذور پرایم شده عنوان کرده اند (Mehdizadeh et al., 2012). فعالیت مخزن در گیاهـان پـرایم شده بیشتر از گیاهان بدون پرایم بوده که احتمالاً فعالیت بیشتر آنزیم-های موجود در متابولیسم مخزن سبب افزایش عملکـرد و وزن هـزار دانه شده بـود (Aboutalebian et al., 2012).هـریس و همکـاران (Harris et al. 2009)پرایمینگ بذر را موجب افزایش وزن هزار دانه نخود در واحد سطح دانستند. از طرفـی وزن هـزار دانـه یـک صـفت ژنتیکی محسوب می‌شود و در رقم NS640 کـه یـک رقـم وارداتـی است وزن هزار دانه نسبت به ارقام داخلی بالاتر است. اثـر پرایمینـگ با هیدروپرایم بمدت 24 ساعت، اسموپرایم با کلرید پتاسیم با غلظت 2 $ds.m^{-1}$ بمدت 12 سـاعت روی گنـدم (*Triticum aestivum* L.) و برنج (*Oryza sativa* L.) در شرایط نامطلوب شوری ($EC=7\ dS.m^{-1}$) بارزتر بود (Farooq et al., 2008). پرایمینگ بذر با سدیم بنزوات (50 ppm) و کلریـد کلسـیم (100 ppm) توانسـته اسـت در گنـدم محتوی کل کلروفیل، محتوای کلروفیـل a وb و میـزان فتوسـنتز را افـزایش دهـد (Roy & Srivastava, 2000). هـریس و همکـاران (Harris et al., 2007) نشان دادند که متوسط عملکرد دانه ذرت در بذرهای پرایم شده با آب، 14 درصد و در بذرهای پرایم شده بـا روی یک درصد، 27 درصد افزایش یافت. هیدروپرایمینگ بـذرهای لوبیـا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) به مدت 7 ساعت نیز باعث افزایش عملکرد شد. نتایج پژوهش های). کائور و همکاران (Kaour et 2005 al.,) چنین افزایشی را تأیید می‌کنند. افزایش عملکرد ذرت به واسطهٔ پرایم کردن بذر با آب در تحقیقـات دیگـر هـم گـزارش شـده اسـت (Harris et al., 2007). ژو و همکاران (Zou et al., 2013) مشاهده نمودند که همزیستی منجر به تهیه کافی مواد غذایی خصوصا فسـفر شده، افزایش سطح جذب بوسیله افزایش رشد ریسه‌های قارچ و جذب آب به وسیله کاهش پتانسـیل اسـمزی انجـام شـد. پـرایم بـا اسـید سالیسیلیک با غلظت 0/5 میلی‌مولار باعث کاهش پتانسیل اسمزی و جذب آب بیشتر و فعالیت بیشتر آنزیم‌ها خواهد شد که در نهایت منجر به افزایش سرعت جوانه‌زنی شده است. به‌دلیل فعالیـت بهتـر برخـی آنزیم ها در بذر قابلیت دسترسی به مواد غذایی در طول جوانه زنی در بذرهای پرایمینگ شده آسانتر شده و این بذرها بهتر قادر بـه کامـل کردن فرایند جوانه زنی در کوتاه مدت هستند و تنش های محیطـی مانند شوری را به خوبی تحمل می کنند (Kant et al., 2006). کائور و همکاران (Kaour et al 2005) گزارش دادند که فعالیت مخزن در گیاهان نخود حاصله از بذرهای پرایم شده در مقایسه با شاهد بـالاتر بوده که این امر از طریق بالاتر بودن فعالیت آنـزیم هـای درگیـر در متابولیسم ساکاروز نظیر سینتاز، اینورتازها و ساکاروز فسفات سـینتاز مشخص گردید که در نهایـت منجـر بـه افـزایش وزن هـزار دانـه و عملکرد شد. میزان تبادل مواد فتوسنتزی در گیاهان تلقـیح شـده بـا میکوریزا افـزایش یافـت (Auge et al., 2001). در توجیـه عملکـرد ناشی از پرایمینگ میتوان به استقرار سریع و مطلوب گیاهان و استفاده بیشتر آنها از عناصر غذایی، رطوبت خاک و تشعشع خورشیدی اشـاره داشـت (Ashraf & Foolad, 2005). میکـوریزا از طریـق کـاهش اسیدیتهٔ خاک باعث افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه افـزایش عملکرد دانه شد(Harris et al., 2007).

جدول4- بررسی اثرات متقابل مکان×میکوریزا×پرایم بر روی شاخص سطح برگ در مرحله گل تاجی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

Table 4-The Survey effects of place× mycorrhiza × prime on tasseling leaf area index, seed yield and component yield of maize

مکان Place	میکوریزا Mycorrhiza	پرایم Prime	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد Seed yield	وزن هزار دانه 1000-grain weight	تعداد دانه در بلال Number of seeds per ear	شاخص سطح برگ Leaf area index (%)
Non-saline غیرشور	Non-inoculated عدم تلقیح	Tap water آب معمولی	5.0 bc*	397.0 bc	256.0 e	6320.0 d	15744.0 d	40.2 fg
		Nacl محلول نمک	4.8 cd	391.0 cd	251.0 f	6149.0 e	15694.0 d	39.2 h
		Salicylic acid سالیسیلیک اسید	5.0 abc	407.0 ab	264.0 c	6667.0 c	16187.0 c	41.2 cd
		Cotrol شاهد	4.7 d	338.0 e	243.0 h	5117.0 g	13378.0 f	38.2 j
	Inoculated تلقیح شده	Tap water آب معمولی	5.1 ab	411.0 ab	267.0 b	6913.0 b	16957.0 b	40.9 d
		Nacl محلول نمک	5.0 ab	408.0 ab	261.0 d	6648.0 c	16754.0 b	39.8 g
		Salicylic acid سالیسیلیک اسید	5.2 a	415.0 a	272.0 a	7273.0 a	17454.0 a	41.7 b
		Cotrol شاهد	4.8 d	380.0 d	248.0 g	5877.0 f	14989.0 e	39.2 h
Saline شور	Non-inoculated عدم تلقیح	Tap water آب معمولی	3.1 gh	275.0 gh	227.0 k	3948.0 k	9667.0 k	40.8 de
		Nacl محلول نمک	2.9 hi	269.0 hi	221.0 l	3762.0 l	9443.0 k	39.8 g
		Salicylic acid سالیسیلیک اسید	3.1f gh	285.0 fg	233j	4205.0 j	10055.0 j	41.8 b
		Cotrol شاهد	2.7 j	212.0 j	210m	2826.0 n	7296.0 m	38.7 i
	Inoculated تلقیح شده	Tap water آب معمولی	3.3 ef	291.0 fg	237i	4367.0 i	10520.0 gh	41.5 bc
		Nacl محلول نمک	3.2f g	285.0 fg	231j	4157.0 g	10286.0 hi	40.4 ef
		Salicylic acid سالیسیلیک اسید	3.4 e	302.0 f	243h	4605.0 h	10886.0 g	42.3 a
		Cotrol شاهد	2.9 ij	254.0 i	219 l	3504.0 m	8754.0 l	40.0f g

*میانگین‌های دارای حرف مشابه در داخل هر ستون طبق آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح P= 0.05 دارای اختلاف معنی‌دار نیستند

*Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the α=0.05 (LSD test).

عملکرد بیولوژیک

مقایسه میانگین ها نشان داد در مکان غیر شور تیمار عدم تلقیح با میکوریزا و عدم پرایم (شاهد) عملکرد بیولوژیک به‌میزان 13378 کیلوگرم در هکتار بود که کاربرد پرایمینگ باعث افزایش عملکرد

بیولوژیک شده بود. بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار با اسید سالیسیلیک به‌میزان 16187 کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که نسبت به عدم پرایم و عدم تلقیح با میکوریزا افزایش 20/9 درصدی دارد. تلقیح با میکوریزا به تنهایی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک به‌میزان 14989 کیلوگرم در هکتار شده که نسبت به عدم پرایم و عدم تلقیح با میکوریزا 12 درصد افزایش داشته بود. اثر متقابل پرایمینگ بذر و تلقیح با میکوریزا باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شده بود. بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و تلقیح با میکوریزا به‌میزان 17454 کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم افزایش 30/4 درصدی را نشان داد. در مکان شور تیمار عدم تلقیح با میکوریزا و عدم پرایم عملکرد بیولوژیک به‌میزان 7296 کیلوگرم در هکتار بود که کاربرد پرایمینگ باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شده بود بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار با اسید سالیسیلیک به‌میزان 10055 کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که نسبت به عدم پرایم و عدم تلقیح با میکوریزا افزایش 37/8 درصدی دارد. تلقیح با میکوریزا باعث افزایش عملکرد بیولوژیک به‌میزان 8754 کیلوگرم در هکتار شده که نسبت به عدم پرایم و عدم تلقیح با میکوریزا 19/9 درصد افزایش داشته است. اثر متقابل پرایمینگ بذر و تلقیح با میکوریزا باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شده بود بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و تلقیح با میکوریزا به‌میزان 10886کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم افزایش 49/2 درصدی را نشان داد (جدول4). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در اثر متقابل سال × میکوریزا × پرایمینگ بیشترین عملکرد بیولوژیک در سال اول، تلقیح با میکوریزا و پرایم با اسید سالیسیلیک به‌میزان 14659 کیلوگرم در هکتار به‌دست آمده که نسبت به تلقیح با میکوریزا و عدم پرایم (12419 کیلوگرم در هکتار) افزایش 18 درصد و نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم (10873 کیلوگرم در هکتار) افزایش 34/8 درصد را نشان داد (جدول 5). در سال اول عملکرد بیولوژیک نسبت به سال دوم بیشتر است و در هر دو سال تیمارهای تلقیح با میکوریزا نسبت به عدم تلقیح عملکرد بیولوژیک بیشتری داشتند در هر دو سال تیمارهای پرایم نسبت به عدم پرایم عملکرد بیولوژیک بالاتری داشتند و در بین تیمارهای پرایم، پرایم با اسید سالیسیلیک افزایش بیشتری را نشان داد. در سال اول افزایش تعداد ساعات آفتابی و همچنین مساعد بودن درجه حرارت و افزایش شاخص سطح برگ باعث افزایش عملکرد بیولوژیک در بوته شد. گزارش شده است اسموپرایمینگ بذر با پلی اتیلن گلایکول 4000 سبب افزایش 4 تا 6 درصدی وزن خشک رایگراس ایتالیایی (*Lolium perense* L.) و 4 تا 16 درصدی وزن خشک سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) گردید که علت آن بهبود استقرار بذور پرایم شده عنوان شد (Hur, 1991). از آنجا که پرایم کردن سبب افزایش سرعت استقرار گیاهچه (Harris et al., 2001)، افزایش گسترش سیستم ریشه (Harris et al., 2007)، شاخص سطح برگ و دوام آن (Farooq et al.,2006) و افزایش محتوای کلروفیل a وb (Cochaki et al., 2008) شده بود، لذا تولید بیشتر ماده خشک دور از انتظار نیست. وزن خشک گیاه تابعی از میزان تشعشع جذب شده در طول دوره رشد است از طرفی میزان تشعشع جذب شده بوسیله گیاه بستگی کامل به شاخص سطح برگ و رشد تاج پوشش گیاه دارد (Yarnia et al., 2008). هیدروپرایمینگ موجب افزایش عملکرد بیولوژیک بذرهای نخود شد (Foti et al., 2002). پرایمینگ بذرهای ماش (*Vinga radiata* L.)، عملکرد بیولوژیک را در این گیاه نیز افزایش داد (Rashid et al., 2004).

شاخص برداشت

مقایسه میانگین‌ها نشان داد در مکان غیر شور تیمار عدم تلقیح با میکوریزا و عدم پرایم (شاهد) شاخص برداشت به‌میزان 38/2 درصد بود که کاربرد پرایمینگ باعث افزایش شاخص برداشت شده بود. بیشترین شاخص برداشت در تیمار با اسید سالیسیلیک به‌میزان 41/2 به‌دست آمد که نسبت به عدم پرایم و عدم تلقیح با میکوریزا افزایش 7/8 درصدی دارد. تلقیح با میکوریزا باعث افزایش شاخص برداشت به‌میزان 39/2 شده که نسبت به عدم پرایم و عدم تلقیح با میکوریزا 2/6 درصد افزایش داشته است. اثر متقابل پرایمینگ بذر و تلقیح با میکوریزا باعث افزایش شاخص برداشت شده بود. بیشترین شاخص برداشت در تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و تلقیح با میکوریزا به‌میزان 41/7 به‌دست آمد که نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم افزایش 9/1 درصدی را نشان داد. در مکان شور تیمار عدم تلقیح با میکوریزا و عدم پرایم (شاهد) شاخص برداشت به‌میزان 38/7 بود که کاربرد پرایمینگ باعث افزایش شاخص برداشت شده بود. بیشترین شاخص برداشت در تیمار با اسید سالیسیلیک به‌میزان 41/8 درصد به‌دست آمد که نسبت به عدم پرایم و عدم تلقیح با میکوریزا افزایش 8 درصدی دارد. تلقیح با میکوریزا باعث افزایش شاخص برداشت به‌میزان 40

درصد شده که نسبت به عدم پرایم و عدم تلقیح با میکوریزا 3/3 درصد افزایش داشته است. اثر متقابل پرایمینگ بذر و تلقیح با میکوریزا باعث افزایش شاخص برداشت شده بود بیشترین شاخص برداشت در تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و تلقیح با میکوریزا به‌میزان 42/3 درصد به‌دست آمد که نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم افزایش 9/3 درصدی را نشان داد (جدول4). نتایج نشان داد که بیشترین شاخص برداشت در محیط شور و همزیستی با میکوریزا و پرایم با اسید سالیسیلیک حاصل شده که دلایل آن می‌تواند نقش میکوریزا و پرایم با اسید سالیسیلیک در افزایش سهم عملکرد دانه از عملکرد بیولوژیک باشد و در این رقابت به نفع دانه عمل می‌کند دلیل دیگر می‌تواند از مکانیسم خود گیاه باشد که وقتی در شرایط تنش قرار می‌گیرد سریعاً فاز رویشی را تمام کرده و سریعتر وارد فاز زایشی شود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثرات متقابل سال × میکوریزا × پرایمینگ بیشترین شاخص برداشت در سال اول، تلقیح با میکوریزا و پرایم با اسید سالیسیلیک به‌میزان 42/3 درصد به‌دست آمده که نسبت به تلقیح با میکوریزا و عدم پرایم به‌میزان به‌ترتیب40 و 5/7 درصد افزایش و نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم به‌میزان به‌ترتیب 38/7 و 9/3 درصد افزایش نشان داد (جدول 5). در سال اول شاخص برداشت نسبت به سال دوم بیشتر است و در هر دو سال تیمارهای تلقیح با میکوریزا نسبت به عدم تلقیح شاخص برداشت بیشتری داشتند در هر دو سال تیمارهای پرایم نسبت به عدم پرایم شاخص برداشت بالاتری داشتند و در بین تیمارهای پرایم، پرایم با اسید سالیسیلیک افزایش بیشتری را نشان داد که می‌تواند ناشی از تعداد روزها و ساعت‌های بیشتر آفتابی و همچنین متناسب بودن درجه حرارت با دمای لازم برای رشد گیاه در دوره رشدی ذرت در سال اول نسبت به سال دوم باشد. احتمالاً تأثیر مثبت پرایمینگ در مراحل حساس از رشد بوده که توانسته شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد را بهبود و سهم بیشتری از مواد ساخته‌شده و همچنین ذخیره‌شده را به دانه‌ها اختصاص دهد.افزایش شاخص برداشت در تیمار پرایمینگ با آب مقطر در گندم توسط ابوطالبیان و همکاران (Aboutalebian et al., 2009) گزارش شد. در ذرت سینگل کراس 301 نیز پرایم با آب و محلول سولفات روی با غلظت 24 درصد سبب افزایش شاخص برداشت شد (Mehdizadh et al., 2012). در مطالعه‌ی شاخص برداشت برنج به واسطه هیدروپرایم کردن، افزایش 3/4 درصدی نشان داد (Farooq et al., 2006).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که کاربرد تلقیح با میکوریزا نسبت به عدم تلقیح و استفاده از پرایمینگ بذر نسبت به شاهد (عدم پرایم) در تمامی صفات اندازه‌گیری شده در هر دو محیط شور و غیر شور در هر دو سال برتری داشتند. همچنین پرایم کردن بذر ذرت با اسید سالیسیلیک (0/5 میلی‌مولار در مدت 14 ساعت) نسبت به سایر پیش تیمارهای بذری برتر بود. در مکان غیر شور بدون کاربرد تلقیح با میکوریزا و پرایم (شاهد) تعداد دانه در بلال (338)، وزن هزار دانه (243 گرم)، عملکرد دانه (5117 کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (13378 کیلوگرم در هکتار) بود که کاربرد پرایمینگ باعث افزایش تمامی صفات شده و بیشترین افزایش در تیمارپرایمینگ با اسید سالیسیلیک به‌دست آمد که باعث افزایش تعداد دانه در بلال (20/4 درصد)، وزن هزار دانه (8/6 درصد)، عملکرد دانه (30/2 درصد) و عملکرد بیولوژیک (20/9 درصد) نسبت به عدم کاربرد پرایم و تلقیح با میکوریزا (شاهد) شده بود. تلقیح با میکوریزا باعث افزایش تعداد دانه در بلال (12/4 درصد)، وزن هزار دانه (2 درصد)، عملکرد دانه (14/8 درصد) و عملکرد بیولوژیک (12 درصد) نسبت به عدم کاربرد پرایم و تلقیح با میکوریزا (شاهد) شده بود. اثر متقابل پرایمینگ بذر و تلقیح با میکوریزا باعث افزایش تمامی صفات شده بود بیشترین افزایش در تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و تلقیح با میکوریزا به‌دست آمد که باعث افزایش افزایش تعداد دانه در بلال (22/7 درصد)، وزن هزار دانه (12/9 درصد)، عملکرد دانه (42/1 درصد) و عملکرد بیولوژیک (30/4 درصد) نسبت به عدم کاربرد پرایم و تلقیح با میکوریزا (شاهد) شده بود.

جدول 5-بررسی اثرات متقابل سال×میکوریز×پرایم بر روی شاخص سطح برگ در مرحله گل تاجی، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

Table 5- The Survey effects of year × mycorrhiza × prime on tasseling leaf area index, seed yield and component yield of maize

سال Year	میکوریزا Mycohrriza	پرایم Prime	شاخص سطح برگ در مرحله گل تاجی Tasseling leaf area index	تعداد دانه در بلال Number of seeds per ear	وزن هزار دانه(گرم) 1000-grain weight (g)	عملکرد Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index
2014	Non-inoculated عدم تلقیح	Tap water آب معمولی	4.0 de*	347.0 cd	244.0 ef	5346.0 fg	13135.0 f	40.8 de
		Nacl محلول نمک	3.9 def	341.0 cd	239.0 gh	5177.0 f	13042.0 fg	39.8 g
		Salicylic acid سالیسیلیک اسید	1 bc.4	357.0 bc	251.0 c	5669.0 c	13586.0 de	8 b.41
		Cotrol شاهد	8f.0 g.3	288.0 h	229.0 j	4201.0 j	10873.0 k	7 i.38
	Inoculated تلقیح شده	Tap water آب معمولی	3 ab.4	365.0 ab	255.0 b	5909.0 b	14272.0 ab	5.0 bc.41
		Nacl محلول نمک	1 bc.4	358.0 bc	249.0 d	5650.0 c	14029.0 bc	4 ef.40
		Salicylic acid سالیسیلیک اسید	4.4 a	378.0 a	260.0 a	6182.0 a	14659.0 a	42.3 a
		Cotrol شاهد	3.9 efg	330.0 de	237.0 h	4947.0 g	12419.0 hi	40.0 fg
2015	Non-inoculated عدم تلقیح	Tap water آب معمولی	4.0 cde	325.0 ef	239.0 g	4922.0 g	12276.0 hi	40.2 fg
		Nacl محلول نمک	3.9 efg	319f.0 g	234.0 i	4734.0 h	12095.0 i	39/2h
		Salicylic acid سالیسیلیک اسید	4.0 cde	335.0 de	246.0 e	5203.0 ef	12655.0 h	41/2cd
		Cotrol شاهد	3.7 g	262.0 i	224.0 k	3743.0 k	9801.0 l	38.1 j
	Inoculated تلقیح شده	Tap water آب معمولی	4.2 bc	341.0 cd	250.0 cd	5375.0 d	13205.0 ef	40.9 d
		Nacl محلول نمک	4.1 bcd	330.0 de	243.0 f	5154.0 f	13011.0 fg	39.8 g
		Salicylic acid سالیسیلیک اسید	4.2 bc	335.0 de	256.0 b	5695.0 c	13680.0 cd	41.7 b
		Cotrol شاهد	3.8 fg	304.0 gh	230.0 j	4433.0 i	11324.0 j	39.2 h

*میانگین‌های دارای حرف مشابه در داخل هر ستون طبق آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

*Means within a column followed by the same letters are not significantly different at the α=0.05 (LSD test).

در مکان شور بدون کاربرد تلقیح با میکوریزا و پرایم (شاهد) تعداد دانه در بلال (212)، وزن هزار دانه (210 گرم)، عملکرد دانـه (2826 کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (7296 کیلوگرم در هکتار) بود که کاربرد پرایمینگ باعث افزایش تمـامی صـفات شـده و بیشـترین افزایش در تیمارپرایمینگ با اسید سالیسیلیک به‌دست آمد کـه باعـث افزایش تعداد دانـه در بـلال (34/4 درصـد)، وزن هـزار دانـه (10/9 درصد)، عملکرد دانه (48/7 درصد) و عملکرد بیولوژیک (37/8 درصد) نسبت به عدم کاربرد پرایم و تلقیح با میکوریزا (شاهد) شده بود. تلقیح با میکوریزا باعث افزایش تعداد دانه در بلال (19/8 درصد)، وزن هزار دانه (4/2 درصد)، عملکرد دانه (23/9 درصـد) و عملکـرد بیولوژیـک (19/9 درصد) نسبت به عدم کاربرد پرایم و تلقیح با میکوریزا (شاهد) شده بود. اثر متقابل پرایمینگ بذر و تلقیح با میکوریزا باعث افـزایش تمامی صفات شده بود بیشترین افزایش در تیمار پرایمینگ بـا اسـید سالیسیلیک و تلقیح با میکوریزا به‌دست آمد که باعث افـزایش تعـداد دانه در بلال (42/4 درصد)، وزن هزار دانـه (15/7 درصـد)، عملکـرد دانه (62/9 درصد) و عملکرد بیولوژیک (49/2 درصد) نسبت به عـدم کاربرد پرایم و تلقیح با میکوریزا (شاهد) شده بود. در سال اول نسبت به سال دوم در تمامی صفات اندازه‌گیری شده به‌دلیل مسـاعد بـودن دما و تعداد ساعات آفتابی جهت رشد و تلقیح گل‌هـا و پرشـدن دانـه افزایش بیشتری نشان داد. در نتیجه هر دو محیط شـور و غیـر شـور تلقیح با میکوریزا و پرایم با اسیدسالیسیلیک به عنوان یک رهیافت در بهبود کشت ذرت رقم NS640 پیشنهاد می‌گردد.

منابع

Abbott, L.K., and Murphy, D.V. 2007. Soil Biological Fertility: A Key to Sustainable Land Use in Agriculture. Springer. 254 Pp.

Aboutalebian, M. 2004. Osmotic priming of seeds of some wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) in warm, temperate and cold regions of Iran a means ofenhancing seed vigour under unsuitable conditions. Thesis of Ph.D, Tehran University. Iran, 224 Pp. (In Persian with English Summary)

Aboutalebian, M.A., Sharifzadeh, F., Jahansouz, M.R., Ahmadi, A., and Naghavi, M.R. 2009. The effect of seed priming on germination stand stablishment and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in three different climate of Iran. Iranian Journal of Field Crop Science 39(1): 145-154. (In Persian with English Summary).

Aboutalebian, M.A., Zare Ekbtani, G., and Sepehri, A. 2012. Effects of on-farm seed priming with zinc sulfate and urea solutions on emergence properties, yield and yield components of three rainfed wheat cultivars. Annals of Biological Research 3(10): 4790-4796.

Alagawadi, R., and Gaur, A.C. 1988. Associative effect of Rhizobium and phosphate-solubilizing bacteria on the yield and nutrient uptake of chickpea. Plant and Soil 105: 241-246.

Afzal, A., Aslam, N., Mahmood, A., Irfan, S., and Ahmad, G. 2006. Enhancement of germination and emergence of canola seeds by different priming techniques. Garden Depesquisa Biotecnology 16 (1):19-34.

Alkaraki, R.B., and Clark, G.N. 1998. Growth, mineral acquisition and water use by water stress under grown wheat mycorrhizal. Journal of Plant Nutrition 21: 263-270.

Ashraf, M., and Foolad, M.R. 2005. Pre-sowing seed treatment- a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none saline conditions. Advances in Agronomy 88: 223-271.

Auge, R.M., Duan, X., Ebel, R.C., and Stodola, A.J.W. 2001. Non-hydraulic signaling of soil drying in mycorrhizal maize. Planta 193: 74-82.

Basra, S.M.A., Zia, M.N., Mahmood, T., Afzal, I., and Khaliq, A. 2002. Comparison of different invigoration techniques in wheat seeds. Pakistan Journal of Arid Agriculture 32:765- 774.

Bradford, K.J. 1995. Water relations in seed germination. In: Seed Development and Germination (J. Kigel and G. Galili, Eds.), pp. 351-396. Marcel Dekker Inc., New York.

Clark, R.B., and Zeto, S.K. 2000. Mineral acquisition by arbuscular mycorrhizal plants. Journal of Plant Nutrition 23 (7): 867-902.

Cochaki, A., Tabrizi, R., and Ghorbani, M. 2008. Effects of biological fertilizers on growth characteristics, yield and quality of medicinal plant, hyssop. Iranian Journal of Field Crops Research 5 (1): 127-137. (In Persian with English summary).

Evelin, H., Giri, B., and Kapoor, R. 2012. Contribution of *Glomus intraradices* inoculation to nutrient acquisition and mitigation of ionic imbalance in NaCl-stressed *Trigonella foenum-graecum*. Mycorrhiza 22: 203-217.

FAO Production Year Book. 2015. Food and Agricultural Organization of United Nation, Rome, Italy, Available at web site http://faostat.fao.org. 210 Pp.

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

Farooq, M., Basra, S.M.A., Rehman, H., and Saleem, B.A. 2008. Seed priming enhances the performance of late sown wheat (*Triticum aestivum* L) by improving chilling tolerance. Journal of Agronomy and Crop Science 194:55-60.

Foti, S., Cosentino, S.L., Patane, C., and Agosta, G.M.D. 2002. Effects of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor*L.) under low temperatures. Seed Science and Technology 30: 521-533.

Ghasemi golezani, K., Sheikhzadeh-Mosaddegh, P., and Valizadeh, M. 2008. Effects of hydropriming duration and limited irrigation on field performance of chickpea. Research Journal Seed Science 1 (1): 34-40.

Ghasemi golezani, K., Chadordooz-jeddi, A., Nasrullahzade, S., and Moghaddam, M. 2010. Influence of hydro-priming duration on field performance of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. African Journal Agriculture Research 5(9): 893-897.

Hameed A, Egamberdieva D., Abd_Allah E.F., Hashem Abeer, Kumar A., and Ahmad P. 2014. Salinity stress and arbuscular mycorrhizal symbiosis in plants. In: Use of Microbes for the Alleviation of Soil Stresses, M.Miransari (Ed.), Volume 1, Doi: 10.1007/978-1-4614-9466-9_7, © Springer Science+Business Media New York 2014.

Hamada, A.M., and Al-Hakimi, A.M.A. 2001. Salicylic acid versus salicylic acid salinity-drought induced stress on wheat seedlings. Rostlinna Vyroba 47, 444-450.

Harris, D., Pathan, A.K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W., and Nyamudeca, P. 2009.On-farm seed priming: using participa tory methods to revive and refine a key technology.Agricultural systems 69:151-164.

Harris, D., Raghuwanshi, B.S., Ganwa, J.S., Singh, S.C., Joshi, K.D., Rashid, A., and Hollington, A. 2001. Participatory evaluation by farmers of on- farm seed priming in wheat in India, Nepal and Pakistan. Experimental Agriculture 37:403-415.

Harris, D., Rashid, A., Hollington, P.A., Jasi, L., and Riches, C. 2002. Prospects of improving maize yields with 'on-farm' seed priming. In: Rajbhandari.N.P, Ransom.J.K, Adikhari.K, Palme, R.A.F.E. (Eds). Sustainble maize production systems for Nepal: proceeding of a maize symposium held, kathmandn, Nepal. Narc and Cimmyt 180-185.

Harris, D., Rashid, A., Miraj, C., Arif, M., and Shah, H. 2007. "On-farm"seed priming with zinc sulphate solution-Acost-effective way to increase the maize yield of resource poor farmers. Field Crop Research 102:119-127.

Hur, S.N. 1991. Effect of osmoconditioning on the productivity of Italian ryegrass and sorghum under suboptimal conditions. Korean Journal Animal Science 33: 101–105.

Hussein, M.M., Balbaa, L.K., and Gaballah, M.S. 2007. Salicylic acid and salicylic acid salinity effects on growth of maize plants. . Resarch Journal Agriculture Biology Science 3(4): 321-328.

Imran, M., Mahmood, A., Romheld, V., and Neumann, G. 2013.Nutrient seed priming improves seedling development of maize exposed to low root zone temperatures during early growth. Institue of crop science/Nutritioual crop physiology universitat hohenheim/70599Stuttyart.Germany.

Kant, S., Pahuja, S.S., and Pannu, R.K. 2006. Phenology of wheat under late sown conditions. Tropical Science 44: 9-15.

Kaur, S., Gupta, A.K., and Kaur, N. 2005. Seed priming increase crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolismin chickpea. Journal of Agronomy and Crop Science 191: 81-87.

Khaliq, A., and Sanders, F.E. 2000.Effects of vesicular-arbuscular mycorrhiza inoculation on the yield and phosphorus uptake of field grown barley. Soil Biology and Biochemistry 32: 1691-1696.

Khan, M.S., Zaidi, A., and Wani, P.A. 2007. Role of phosphate-solubilizing micro organisms in sustainable agriculture. Agronomy for Sustainable Development 27: 29-43.

Mehdizadeh, A., Aboutalbian, M.A., Hamzeh'I, J., Ahmadvand, G., and Mousavi, R. 2012. Effect of control weeds and seed priming on yield, yield components and harvest index. Iranian Journal of Agronomic Research 10 (3): 633-622. (In Persian with English Summary)

Ministry of Agriculture-Jahad .2015. Agricultural Crop Statistics, Tehran, Iran, Available at web site http://amar.maj.ir.

189 Pp. (In Persian)

Musavi, R., Aboutalebian, M.A., and Sepehri, A. 2012. The effects of on-farm seed priming and planting date on emergence characteristics, yield and yield components of a corn cultivar (SC. 260) in Hamedan. Annals of Biological Research 3 (9): 4427-4434. (In Persian with English Summary)

Rashid, A., Harris, D., Hollington, P.A., and Rafiq, M. 2004. Improving the yield ofmungbean (*Vigna radiate* L.) in the North West Frontier Province of Pakistan using on-farm seed priming. Journal of Experimental Agriculture 40 (2): 233–244.

Rashid, A., Hollington, P.A., Harris, D., and Khan, P. 2006. On-farm seed priming for barleyon normal, saline and saline sodic soils in NWFP, Pakistan. European Journal of Agronomy 24(3): 276-281.

Roy, N.K., and Srivastava, A.K. 1999. Effect of presoaking seed treatment on germination and amylase activity of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt stress conditions. Rachis18: 46-51.

Sung, J.M., Chang, Y.H. 1993. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. Seed Science and Technology 21: 97-105.

Tzortzakis, N.N. 2009. Effect of pre-sowing treatment on seed germination and seedling vigor in endive and chicory. Horticulture Science 36(3): 117-125.

Vendan, R.T., and Subramanian, M. 2000. Effect of phosphobacteria with graded levels of phosphate fertilizers on lowland rice. Crop Research 19: 194-197.

Wu, Q.S., Zou, Y.N., and Abd-Allah, E.F. 2014. Mycorrhizal Association and ROS in Plants. In: P. Ahmad (Ed), Oxidative Damage to Plants. (pp. 453- 475.). Elsevier Inc.

Xu, L., Li, X.L., Wu, X.X., Wang, H., Hou, R.Z., Huang, Y.B., and Zhang, X.Z. 2004.Preparation and structural characterization of a new corn anti-oxidative peptide. Chemical Journal of Chinese Universities 25(3): 466–469.

Yarnia, M., Ahmadzadh, A., Farjzadeh Tabrizi, V., and Nori, N. 2008. Priming effect size pigweed seed extract treatment on germination and growth of soybeans. Proceedings of the First National Conference on Science and Technology's seed. Gorgan, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. (In Persian with English Summary)

Yonse, O., and Moradi, A. 2015. Effect of Plant Growth Stimulating Bacteria and Mycorrhizal Fungi on emergence of seedlings, establishment and growth of two alfalfa (*Medicago sativa* L.) ecotypes under salt stress conditions. Journal of Plant Production Research (In Persian with English Summary)

Zou, Y.N., Liang, Y.C., and Wu, Q.S. 2013. Mycorrhizal and non-mycorrhizal responses to salt stress in trifoliate orange: Plant growth, root, architecture and soluble sugar accumulation. International Journal Agriculture and Biology 15: 565-569.

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.2, Summer 2019, p. 499-514

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 2، تابستان 1398، ص 514-499

Effect of Symbiosis Mycorrhiza and On-farm Seed Priming on the Yield and Yield Components of Maize (*Zea mays* L.) in Saline Soil

J. Soltani Kazemi[1], M.A. Aboutalebian[2*] and J. Hamzei[2]
Submitted: 10-07-2017
Accepted: 18-04-2018

Soltani Kazemi, J., Aboutalebian, M.A., and Hamzei, J. 2019. Effect of symbiosis mycorrhiza and on-farm seed priming on the yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) in saline soil. Journal of Agroecology. 11(2): 499-514.

Introduction

There are many methods to deal with salinity, one of which is less costly and more practical seed priming. Seed prime with different methods with mycorrhiza fungi can be used to improve the deposition of seeds and ultimately yield in saline lands. According to available reports, priming seeds are better placed in environmental stress conditions, such as salinity, and produce higher plantings. Priming increases rooting and increases the yield in corn by 14%. The seedling growth rate was seven days earlier than the non-prime. Plants that are inoculated with mycorrhiza will increase growth and yield and maintain the osmotic potential and ionic balance to a normal level and cause resistance to stress conditions.

Materials and methods

This research was carried out during two years 2014 and 2015 in two locations in the province of Khouzestan, Gotvand city, with an altitude of 76 meters above sea level and the coordinates of 32 degrees north latitude and 48 degrees east longitude. The experimental design was factorial based on randomized complete block design with three replications on maize hybrid NS64. The concentration of salicylic acid 0.5 mM within 14 hours, osmopriming with NaCl solution at a concentration of 2 $dS.m^{-1}$ within 22 hours, tap water within 18 hours were selected as the best combination of on-farm seed priming. The mycorrhiza fungus was taken in strips under the seeds of 20 $g.m^{-2}$. Analysis of variance was done using the PROC GLM procedure of the SAS 9.1 (SAS Institute, Cary, NC, USA).

Results and discussion

Results showed that all traits in both years and places inoculation with mycorrhiza and priming with salicylic acid, tap water and NaCl solution to the non-inoculate and non-prime increasing significantly and between inoculation with mycorrhiza and Prime treatments, inoculation with mycorrhiza and prime with salicylic acid in both place have better condition. Inoculated with mycorrhiza and priming with salicylic acid in saline place increases the leaf area index in the Tasseling, number of seeds per ear, 1000-kernal weight, yield, biological yield, harvest index, the amount of 26.5, 42, 15.5, 62.5, 49.2, 9.3 percent than non- inoculation with mycorrhiza and not prime. The difference between inoculation with mycorrhiza and salicylic acid treatment and non-inoculation with mycorrhiza and non-prime in saline place compared to non-saline place in all traits was higher.

Conclusion

The results showed that application of inoculation with mycorrhiza to non-inoculation and seed priming compared to control (Non-primed) in all measured traits under both saline and non-saline environments were superior in both years. Priming of maize seeds with salicylic acid (0.5 mM for 14 hours) was superior to other pretreatments. Under salinity without prime application and inoculum mycorrhiza (control) the amount of number of seeds per ear (212), 1000-grain weight (210 g), grain yield (2826 $kg.ha^{-1}$) were measured, that application of priming increased all traits and the highest increase was observed in salicylic acid treatment, which increased grain number in ear (34.4%), 1000-grain weight (10.9%), grain yield (48.7%) compared with not used prime and inoculation with mycorrhiza (control). Inoculation with mycorrhiza increased the number of seeds per ear (19.8%), 1000-grain weight (4.2%), grain yield (23.9%) compared with lack of prime application

1, 2 and 3- Faculty of agriculture, Assistant Professor and Associate Professor Bu- Ali Sina University, Hamedan, Iran (*- Corresponding Author Email: aboutalebian@yahoo.com)
Doi:10.22067/jag.v11i2.65941

and inoculation with mycorrhiza (control). Interaction of seed priming and inoculation with mycorrhiza increased all traits. The highest increase was observed in salicylic acid priming treatments and inoculation with mycorrhiza that increased number of seeds per ear (42.4%), 1000-grain weight (15.7%), grain yield (62.9%) than lack of prime and inoculation with mycorrhiza (control). In the first year, in comparison to the second year, all measured traits increased due to the favorable temperature and number of sunny hours for growing and inoculation of flowers and filling of grain. Consequently, in both saline and non-saline environment, inoculation with mycorrhiza and prime with salicylic acid is suggested as a method for improving crop cultivation of the NS640 cultivar.

Keywords: *Glomus mosseae*, Harvest index, Leaf area index, NaCl solution**,** Salicylic acid