

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

جواد سلطانی کاظمی¹، محمدعلی ابوطالبیان^{2*} و جواد حمزه‌ئی²

تاریخ دریافت: 1396/04/18

تاریخ پذیرش: 1397/01/28

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

چکیده

به منظور 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 1393-1394 انجام شد. آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور میکوریزا و پرایمینگ بذر در دو مکان خاک شور ($EC=7\text{dS.m}^{-1}$) و خاک غیرشور ($EC=2.5\text{dS.m}^{-1}$) 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 زمینس 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 × 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 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، محلول NaCl

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

مقدمه

¹ و ² - به ترتیب دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی و دانشیار دانشکده

کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

(* - نویسنده مسئول: aboutalebian@yahoo.com (Email:))

افزایش داد (Hamada & Al-Hakimi, 2001). یکی از راهکارهای تولید بهینه محصول و حفظ سلامت محیط زیست، فراهم سازی شرایط لازم و ضرورت استفاده بیشتر از میکروارگانیسم های خاکزی و کودهای زیستی می باشد از جمله مهمترین کودهای زیستی می توان به قارچ های میکوریزای آرباسکولار اشاره کرد، میکوریزا مهمترین قارچ همزیست ریشه می باشد قارچ های 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 می شوند (Clark & Zeto, 2000) در بسیاری موارد علاوه بر افزایش محصول، نقش مهمی در حفظ تعادل اکولوژیک خاک ایفای می کنند (Abbott & Murphy, 2007). میکوریزا باعث بهبود ساختمان خاک، افزایش مقاومت گیاه در شرایط تنش مانند شوری و خشکی می شود (Wu et al., 2014). گیاهانی که با میکوریزا آرباسکولار تلقیح شده اند 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 می باشد.

مواد و روش ها

مشخصات محل آزمایش

این تحقیق در دو مکان خاک شور ($EC=7 \text{ dS.m}^{-1}$) و خاک غیر شور ($EC=2.5 \text{ dS.m}^{-1}$) 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 تقسیم بندی امبرژه اقلیم منطقه خشک و نیمه خشک می باشد. داده های هواشناسی از ایستگاه هواشناسی شهرستان که در پنج کیلومتری محل تحقیق قرار داشت بدست آمده است (جدول 2).

و سطح زیر کشت آن 200 میلیون هکتار می باشد (FAO, 2015). سهم تولید ایران 1/17 میلیون تن و سطح زیر کشت آن 158534 هکتار می باشد (Ministry of Agriculture-Jahad, 2015). شوری آب و خاک یکی از مشکلات جدی در کشاورزی است. برای مقابله با شوری روش های زیادی وجود دارد که یکی از آنها که کم هزینه و کاربردی تر است، پرایمینگ بذر است. در طی این تیمار بذور قبل از کاشت به صورت کنترل شده آبدی می شوند به طوری که مرحله اول (جذب فیزیکی آب) و دوم (شروع فرآیندهای بیوشیمیایی و هیدرولیز قندها) جوانه زنی را پشت سر گذاشته ولی از ورود به مرحله سوم جوانه زنی (مصرف قند توسط جنین و رشد ریشه چه) بازداشته می شوند (Bradford, 1995). هنگامی که بذر پرایم شده در محیط مناسب جوانه زنی قرار می گیرد، سریع تر از بذرهای پرایم نشده جوانه می زند. گزارش های مختلف حاکی از آن است که پرایم باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه زنی و سبز شدن بذر می شود (Afzal et al., 2006). پرایم بذر با روش های مختلف به همراه قارچ میکوریزا می تواند به بهبود استقرار بذور کاشته شده و نهایتاً عملکرد در زمین های شور بیانجامد. طبق گزارش های موجود بذور پرایم شده در شرایط تنش های محیطی از جمله شوری استقرار بهتری دارند و گیاهچه هایی با بنیه بالاتری تولید می کنند (Imran et al., 2013). پرایمینگ با آب باعث گسترش سیستم ریشه دهی و افزایش عملکرد به میزان 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 جوانه زنی، استقرار بهتر و افزایش عملکرد در جو (*Hordeum vulgare* L.) شد (Rashid et al., 2006). بذرهای ذرت که با روش های مختلف پرایم شده اند وقتی که با میکوریزا آربا سکولار تلقیح شوند باعث بهبود بیوماس و عملکرد در شرایط خاک شور ($EC=6 \text{ dS.m}^{-1}$) شده است (Hameed et al., 2014). پرایم با اسید سالیسیلیک با غلظت 1/4 میلی مولار 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 می دهد و تحمل به شوری را در گیاهچه گندم

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 غیر شور	1.4	8	2.5	لوم Loamy	13	220	0.28
Saline شور	0.89	8.4	7	لوم Loamy	9	195	0.18

جدول 2- 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 (°C) میانگین دما (سانتی‌گراد)	36.6	36.4	33.7	27.8	20.1	16.3
	Average rainfall (mm) میانگین بارندگی (میلی‌متر)	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 (°C) میانگین دما (سانتی‌گراد)	36.6	37.8	35.1	39.7	21.2	14.5
	Average rainfall (mm) میانگین بارندگی (میلی‌متر)	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

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 دو سال 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

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 NS640 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 2 دسی‌زیمنس 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

متقابل مکان × میکوریزا بر صفات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، اثرات متقابل مکان × پرایمینگ بذر بر عملکرد دانه، اثرات متقابل میکوریزا × پرایمینگ بذر بر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار بود ($P < 0/001$). اثرات متقابل مکان × پرایمینگ بذر × میکوریزا و اثرات متقابل سال × پرایمینگ بذر × 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 به میزان 4/7 است که کاربرد پرایمینگ باعث افزایش شاخص سطح برگ شده بود. بیشترین شاخص سطح برگ در تیمار با اسید سالیسیلیک به میزان 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 به میزان 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 به میزان 2/7 بود که کاربرد پرایمینگ باعث افزایش شاخص سطح برگ شده بود. بیشترین شاخص سطح برگ در تیمار با اسید سالیسیلیک به میزان 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 به دلیل نقش در کاهش اثرات شوری، جذب آب و

مرحله چهار برگگی 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 4-6 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 فناوریان 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 × مکان بر صفات (تعداد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت)، اثرات متقابل میکوریزا × 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

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 تیمار پرایمینگ 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 هزارانه 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 هزارانه و عملکرد بیشتری نشان دادند و در بین تیمارهای پرایم، پرایم با اسید سالیسیلیک افزایش بیشتری دارد. تعداد دانه در بلال، وزن هزارانه و عملکرد در محیط غیر شور نسبت به محیط شور مقدار بیشتری نشان داد. بیشترین تعداد دانه در بلال، وزن هزارانه و عملکرد در مکان غیر شور و شور در تلقیح با میکوریزا و پرایم با اسید سالیسیلیک بدست آمده که می‌تواند به دلیل نقش میکوریزا در کاهش تنش (به دلیل 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.

فسفر، کمک به استقرار گیاهچه، و افزایش فتوسنتز و مساعد شدن شرایط رشدی برای گیاه باعث افزایش شاخص سطح برگ شده اند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در اثر متقابل سال × میکوریزا × پرایمینگ بیشترین شاخص سطح برگ در سال اول، تلقیح با میکوریزا و پرایم با اسید سالیسیلیک به میزان 4/4 بدست آمده که نسبت به تلقیح با میکوریزا و عدم پرایم به میزان 12/8 درصد افزایش درصد و نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم به میزان 15/7 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 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 (جدول 2). به نظر 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 می‌باشد (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 در بلال، 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

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 ^{ns}	1683***	0.16 ^{ns}	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 ^{ns}	26.04 ^{ns}	3.37 ^{ns}	119850**	508813**	0.02 ^{ns}
پرایم×مکان PL × P	3	0.02 ^{ns}	114.1 ^{ns}	2.7 ^{ns}	54696*	52969 ^{ns}	0.001 ^{ns}
میکوریزا×سال Y × M	1	0.03 ^{ns}	234.3 ^{ns}	1.1 ^{ns}	21004 ^{ns}	45893 ^{ns}	0.0084 ^{ns}
پرایم×سال Y × P	3	0.029 ^{ns}	111.4 ^{ns}	2.1 ^{ns}	279 ^{ns}	21120 ^{ns}	0.0087 ^{ns}
میکوریزا×سال×مکان Y × PL×M	1	0.013 ^{ns}	26.04 ^{ns}	1.1 ^{ns}	3504 ^{ns}	21390 ^{ns}	0.0084 ^{ns}
پرایم×سال×مکان Y × PL×P	3	0.005 ^{ns}	114.18 ^{ns}	2.1 ^{ns}	5079 ^{ns}	17269 ^{ns}	0.0087 ^{ns}
پرایم×میکوریزا M × P	3	0.027 ^{ns}	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 ^{ns}	71.4 ^{ns}	2.6 ^{ns}	1003 ^{ns}	57932 ^{ns}	0.008 ^{ns}
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

ns: غیر معنی دار، *، ** و ***: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال 5، 1 و 0/1 درصد

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

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 به میزان 6182 کیلو گرم در هکتار در سال اول، تلقیح با میکوریزا و پرایم با اسید سالیسیلیک به دست 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

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در اثر متقابل سال × میکوریزا × پرایمینگ، بیشترین تعداد دانه در بلال به میزان 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 به میزان 260 گرم در سال اول، تلقیح با میکوریزا و پرایم با اسید سالیسیلیک به دست

برنج (*Oryza sativa* L.) در شرایط نامطلوب شوری ($EC=7 \text{ dS.m}^{-1}$)¹ بارزتر بود (Farooq et al., 2008). پرایمینگ بذر با سدیم بنزوات (50 ppm) و کلرید کلسیم (100 ppm) توانسته است در گندم محتوی کل کلروفیل، محتوی کلروفیل a و b و میزان فتوسنتز را افزایش دهد (Roy & Srivastava, 2000). هریس و همکاران (Harris et al., 2007) نشان دادند که متوسط عملکرد دانه ذرت در بذرهای پرایم شده با آب، 14 درصد و در بذرهای پرایم شده با روی یک درصد، 27 درصد افزایش یافت. هیدروپرایمینگ بذرهای لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) به مدت 7 ساعت نیز باعث افزایش عملکرد شد. نتایج پژوهش‌های) کائور و همکاران (Kaour et al., 2005) چنین افزایشی را تأیید می‌کنند. افزایش عملکرد ذرت به واسطه پرایم کردن بذر با آب در تحقیقات دیگر هم گزارش شده است (Harris et al., 2007). ژو و همکاران (Zou et al., 2013) مشاهده نمودند که همزیستی منجر به تهیه کافی مواد غذایی خصوصاً فسفر شده، افزایش سطح جذب بوسیله افزایش رشد ریشه‌های قارچ و جذب آب به وسیله کاهش پتانسیل اسمزی انجام شد. پرایم با اسید 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. به دلیل فعالیت بهتر برخی آنزیم‌ها در بذر قابلیت دسترسی به مواد غذایی در طول جوانه زنی در بذرهای پرایمینگ شده آسانتر شده و این بذرها بهتر قادر به کامل کردن فرایند جوانه زنی در کوتاه مدت هستند و تنش‌های محیطی مانند شوری را به خوبی تحمل می‌کنند (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 بالاتر بوده که این امر از طریق بالاتر بودن فعالیت آنزیم‌های درگیر در متابولیسم ساکاروز نظیر سینتاز، اینورتازها و ساکاروز فسفات سینتاز مشخص گردید که در نهایت منجر به افزایش وزن هزار دانه و عملکرد شد. میزان تبادل مواد فتوسنتزی در گیاهان تلقیح شده با میکوریزا افزایش یافت (Auge et al., 2001). در توجیه عملکرد ناشی از پرایمینگ میتوان به استقرار سریع و مطلوب گیاهان و استفاده بیشتر آنها از عناصر غذایی، رطوبت خاک و تشعشع خورشیدی اشاره داشت (Ashraf & Foolad, 2005). میکوریزا از طریق کاهش اسیدیته خاک باعث افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه افزایش عملکرد دانه شد (Harris et al., 2007).

هکتار) افزایش 47/1 درصد را نشان داد (جدول 5). در سال‌های اول و دوم تیمارهای تلقیح‌شده با میکوریزا نسبت به عدم تلقیح تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و عملکرد بیشتری را در بوته نشان دادند، 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 تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و عملکرد بیشتری را نشان داد. نتایج نشان داد که پرایم با اسید سالیسیلیک و همزیستی با میکوریزا به دلیل افزایش جذب آب و فسفر، کاهش اثرات تنش شوری (جلوگیری از ورود یون سدیم و کاهش پتانسیل اسمزی) و همچنین افزایش فتوسنتز، افزایش استقرار گیاهچه باعث افزایش تعداد دانه شده و در سال اول به دلیل افزایش تعداد ساعات آفتابی و همچنین مساعد بودن درجه حرارت در موقع تشکیل تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه باعث افزایش عملکرد در بوته شده است (جدول 2). پرایم با آب شهری و اسموپرایمینگ با NaCl به دلیل افزایش سرعت و درصد سبز شدن (نتایج ارائه نشده) توانستند نسبت به تیمار شاهد تعداد دانه را افزایش دهند.

قاسمی گل‌عذانی (Ghasemi Golezani, 2008) نشان داد پرایمینگ بذر با آب موجب افزایش تعداد دانه نخود (*Cicer arietinum* L.) در واحد سطح شد. پرایم کردن بذر نخود پتانسیل تعداد تخمک‌ها را در تعیین مراحل اولیه رشد افزایش داد (Harris et al., 2009). در تحقیقی روی ذرت نیز اظهار شده است که پرایم کردن با سولفات روی با غلظت 24 درصد در شرایط عدم کنترل 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 گیاهان پرایم شده بیشتر از گیاهان بدون پرایم بوده که احتمالاً فعالیت بیشتر آنزیم‌های موجود در متابولیسم مخزن سبب افزایش عملکرد و وزن هزار دانه شده بود (Aboutalebian et al., 2012). هریس و همکاران (Harris et al., 2009) پرایمینگ بذر را موجب افزایش وزن هزار دانه نخود در واحد سطح دانستند. از طرفی وزن هزار دانه یک صفت ژنتیکی محسوب می‌شود و در رقم NS640 که یک رقم وارداتی است وزن هزار دانه نسبت به ارقام داخلی بالاتر است. اثر پرایمینگ با هیدروپرایم بمدت 24 ساعت، اسموپرایم با کلرید پتاسیم با غلظت 2 ds.m⁻¹ بمدت 12 ساعت روی گندم (*Triticum aestivum* L.) و

جدول 4- 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 بال Number of seeds per ear	شاخص سطح برگ Leaf area index (%)
Non-saline غیر شور	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 $\alpha=0.05$ (LSD test).

با میکوریزا و عدم پرایم (شاهد) عملکرد بیولوژیک به‌میزان 13378 کیلوگرم در هکتار بود که کاربرد پرایمینگ باعث افزایش عملکرد

عملکرد بیولوژیک مقایسه میانگین‌ها نشان داد در مکان غیر شور تیمار عدم تلقیح

بیولوژیک شده بود. گزارش شده است اسموپرایمینگ بذر با پلی اتیلن گلاکول 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 و b (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 بذرهاى نخود شد (Foti et al., 2002). پرایمینگ بذرهاى 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

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 10886 کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم افزایش 49/2 درصدی را نشان داد (جدول 4). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در اثر متقابل سال \times میکوریزا \times 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

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 بذری 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 بذری 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 تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک به دست 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 بذری و تلقیح با میکوریزا باعث افزایش تمامی صفات شده بود بیشترین افزایش در تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و تلقیح با میکوریزا به دست 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.

درصد شده که نسبت به عدم پرایم و عدم تلقیح با میکوریزا 3/3 درصد افزایش داشته است. اثر متقابل پرایمینگ بذری و تلقیح با میکوریزا باعث افزایش شاخص برداشت شده بود بیشترین شاخص برداشت در تیمار پرایمینگ با اسید سالیسیلیک و تلقیح با میکوریزا به میزان 42/3 درصد به دست آمد که نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم افزایش 9/3 درصدی را نشان داد (جدول 4). 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 \times میکوریزا \times پرایمینگ بیشترین شاخص برداشت در سال اول، تلقیح با میکوریزا و پرایم با اسید سالیسیلیک به میزان 42/3 درصد به دست آمده که نسبت به تلقیح با میکوریزا و عدم پرایم به میزان به ترتیب 40 و 5/7 درصد افزایش و نسبت به عدم تلقیح و عدم پرایم به میزان به ترتیب 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

جدول 5- بررسی اثرات متقابل سال × میکوریزا × 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 Mycorrhiza	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	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 عدم تلقیح	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
		Tap water آب معمولی	3 ab.4	365.0 ab	255.0 b	5909.0 b	14272.0 ab	5.0 bc.41
	Inoculated	NaCl محلول نمک	1 bc.4	358.0 bc	249.0 d	5650.0 c	14029.0 bc	4 ef.40
		Salicylic acid تلقیح شده	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
		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
2015	عدم تلقیح	Salicylic acid 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
		Tap water آب معمولی	4.2 bc	341.0 cd	250.0 cd	5375.0 d	13205.0 ef	40.9 d
	Inoculated	NaCl محلول نمک	4.1 bcd	330.0 de	243.0 f	5154.0 f	13011.0 fg	39.8 g
		Salicylic acid تلقیح شده	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 $\alpha=0.05$ (LSD test).

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 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. در سال اول نسبت به سال دوم در تمامی صفات اندازه‌گیری شده به‌دلیل مساعد بودن دما و تعداد ساعات آفتابی جهت رشد و تلقیح گل‌ها و پرشدن دانه افزایش بیشتری نشان داد. در نتیجه هر دو محیط شور و غیر شور تلقیح با میکوریزا و پرایم با اسیدسالیسیلیک به عنوان یک رهیافت در بهبود کشت ذرت رقم NS640 پیشنهاد می‌گردد.

در مکان شور بدون کاربرد تلقیح با میکوریزا و پرایم (شاهد) 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 به‌دست آمد که باعث افزایش 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 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)

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 of enhancing 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 establishment 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 Ekbani, 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 participatory methods to revive and refine a key technology. *Agricultural systems* 69:151-164.
- Harris, D., Raghuvanshi, 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). Sustainable maize production systems for Nepal: proceeding of a maize symposium held, kathmandu, 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- A cost-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. *Research 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. *Institute of crop science/Nutritional crop physiology universitat hohenheim/70599Stuttgart.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 metabolism in 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., Aboutalbani, M.A., Hamzehi, 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 of mungbean (*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 barley on 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. *Rachis* 18: 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.
- Tzortzakakis, 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., Farzadeh 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.



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 Kazemi¹, M.A. Aboutalebian^{2*} and J. Hamzei²

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 Khuzestan, 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