Archive of SID

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 8, No.: 1, Spring and Summer 2019
(pp: 253-264)
DOI: 10.22034/ijsst.2019.115502.1132

"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد هشتم، شماره ۱، بهار و تابستان ۹۸
(ص ۲۶۴-۲۵۳)

# تأثیر تلقیح بذر با قارچ میکوریزا آربوسکولار بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی و جوانه‌زنی بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ تحت تنش خشکی

**احمد افکاری[1*]**

۱) استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کلیبر، گروه زاعت، کلیبر، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۲۷؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹۶/۱۱/۰۷)

**چکیده**

به‌منظور بررسی تأثیر تلقیح بذر با قارچ میکوریزا آربوسکولار بر برخی از خصوصیات شیمیایی و جوانه‌زنی بذر گیاه ذرت در شرایط تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل درسال ۱۳۹۴ اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل چهار سطح تنش خشکی (صفر، ۴-، ۸- و ۱۲- بار) و پرایمینگ بذر با سه گونه قارچ میکوریزا (*فونلی فورمیس موسه آ*، *ریزوگلوموس فسیکولاتوم* و *کلاروئیدوگلوموس اتانیکاتوم*) و تیمار بدون تلقیح قارچی به عنوان شاهد بودند. نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی و تلقیح بذر با قارچ‌های میکوریزا بر مؤلفه‌های جوانه زنی، محتوای پروتئین بذر و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. بذرهای تلقیح یافته با *ریزوگلوموس فسیکولاتوم* از افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و محتوای پروتئین بذر بیشتری در مقایسه با عدم تلقیح برخوردار بودند. در شرایط تنش خشکی، گیاه برای کاهش اثرات تنش اکسیداتیو منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان شده است. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش تنش خشکی درصدجوانه‌زنی و شاخص میزان جوانه‌زنی کاهش و متوسط مدت زمان جوانه‌زنی افزایش یافت. با توجه به نتایج به‌دست آمده در این تحقیق به نظر می‌رسد قارچ‌های میکوریزا به واسطه بهبود جذب آب و عناصر غذایی در گیاه در شرایط تنش، موجب حفظ رشد گیاه می‌گردند. بنابراین می‌توان پیشنهاد کرد که به‌منظور بهبود مؤلفه‌های جوانه‌زنی و خصوصیات بیوشیمیایی، تلقیح بذر ذرت با *ریزوگلوموس فسیکولاتوم* به کار برده شود.

**کلمات کلیدی:** آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، پرایمینگ بذر، تنش، ذرت، میکوریزا.

# The effect of seed inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi on some chemical characteristics and seed germination of corn (SC704) under drought stress

**A. Afkari[1*]**

1. Assist. Prof., Dept. Islamic Azad University, Kaleybar Branch, of Agronomy, Kaleybar, Iran

(Received: Sept. 18, 2017 – Accepted: Jan. 27, 2018)

**Abstract**

In order to investigate the effects of seed inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi on some chemical characteristics and seed germination of corn (*Zea mays* L.) under drought stress conditoins, a factorial experiment based on randomized complete design with three replications was conducted at the physiology laboratory of Islamic Azad University Branch Ardabili, during 2015. Studied factors were: drought stress in four levels (Zero, -4, -8 and -12 bar) and seed inoculation with mycorrhizal fungus in four levels (no inoculation, seed inoculation with *Funneliformis mosseae, Rhizoglomus fasciculatum* and *Claroideoglomu etanicatum*. The results showed that the effect of drought stress and seeds inoculation with mycorrhizal fungi on germination components, seed protein content and antioxidant enzymes was significant at 1% probability Level. Seed inoculation with *Rhizoglomus fasciculatum* showed higher antioxidant enzymes activity and higher seed protein content compared with inoculation with *Funneliformis mosseae, Claroideoglomus etanicatum* and no inoculation. In drought stress conditions, plants will reduce oxidative stress leads to increased activity of antioxidant enzymes has been. The results of the mean comparison of data showed that with increasing drought stress germigation percen and germination rate index decreased and the means of germination time, increased. With respect to the results of this study, it seems that mycorrhiza fangi by an improvement in water and nutrient absorption, improve plant growth in drought stress condition. Thus, in order to increasing of germination components and chemical characteristics, it can be suggested that seeds inoculation of corn was applied with *Rhizoglomus fasciculatum.*

**Key words:** Antioxidant enzymes, Corn, Mycorrhizal, Seed priming, Stress.

* Email: afkariahmad@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

DOI: 10.22034/ijsst.2019.115502.1132


## مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) گیاهی از تیره پوآسه و از غلات مهم مناطق گرمسیر و معتدل جهان است. این محصول از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی مورد استفاده انسان، دام و طیور است (Seiadat *et al*., 2012). قارچ‌های میکوریز آربوسکولار از طریق برقراری رابطه همزیستی با ریشه گیاهان موجب بهبود عملکرد و جذب عناصر غذایی در شرایط نامساعد خاک به‌ویژه تحت شرایط تنش‌ها می‌شود (Giri and Mukerji, 2004). قارچ‌های میکوریز آربوسکولار قادرند با افزایش در سرعت جوانه زنی، افزایش طول و وزن ریشه‌چه، تسریع در طویل شدن ریشه و استقرار گیاه، افزایش تعداد ریشه‌های جنینی و جانبی، منجر به افزایش کمی و کیفی گیاهان مختلف شوند (Dobbelaere *et al*., 2003). اثر قارچ‌های میکوریز بر میزان ترکیبات فنولی و آنتی‌اکسیدانت در گیاهان *Vitisvinifera* L. ریزازدیادی شده طی سازگاری توسط (Krishna *et al*., 2005) گزارش شده است. سلیمان و همکاران (Solaiman *et al*., 2005) در بررسی واکنش بذر نخود به تلقیح قارچ میکوریزا و ریزوبیوم مشاهده کردند که تمامی صفات اندازه‌گیری شده (درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و میزان شاخص جوانه‌زنی) نسبت به شاهد برتری داشت. هامدا و همکاران (Hameeda *et al*., 2007) نیز برهمکنش‌های مثبت هم‌افزایی بین قارچ‌های میکوریزا و باکتری‌های محرک رشد نظیر تثبیت کننده‌های نیتروژن و *سودوموناس* را گزارش کردند. تنش خشکی زمانی در گیاهان حادث می‌گردد که میزان آب دریافتی کمتر از تلفات آن بوده، این امر ممکن است به علت اتلاف بیش از حد آب یا کاهش جذب و یا وجود هر دو مورد باشد (Afkari, 2014). سلطانی و همکاران (Soltani *et al*., 2006). تأثیر پرایمینگ بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه پنبه در شرایط تنش خشکی بررسی کردند و نتیجه به‌دست آمده بهبود مؤلفه‌های جوانه‌زنی و افزایش مقاومت پنبه تحت تأثیر پرایمینگ را تأیید می‌کند. پرایمینگ بذر روشی است که با جوانه‌زنی سریع، همزمان و یکنواخت بذر موجب بهبود استقرار گیاهچه در مزرعه می‌شود و هیدروپرایمینگ، هیدروترموپرایمینگ، اسموپرایمینگ، بیوپرایمینگ و انواعی دیگر را شامل می‌شود (Seyed Sharfi and Khavazi, 2012). جوانه‌زنی به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی به‌ویژه دما و رطوبت خاک قرار می‌گیرد مطالعات مختلف نشان داده است که شاخص‌های جوانه‌زنی تحت تأثیر تنش‌های مختلف غیر زنده کاهش می‌یابد (Soltani *et al*., 2006; Tabatabai, 2012). کیفیت بذر مجموعه‌ای از ویژگی‌های ژنتیکی، فیزیکی، فیزیولوژیکی و سلامت بذر است که در شکل‌گیری گیاهان قوی نقش داشته و قابلیت باروری بالایی را تضمین می‌کنند. همچنین کیفیت بذر نشأت گرفته از عوامل مختلفی است، با این وجود ارزیابی قابلیت جوانه‌زنی، بنیه بذر در بذرهای دارای قوه‌نامیه مختلف و اندازه‌های متفاوت، نقش مهمی در تعیین کیفیت بذر خواهد داشت (Hashemi Fesharaki *et al*., 2016). اولین اثر تنش بر گیاهان، عدم یکنواختی جوانه‌زنی و استقرار ضعیف گیاهچه می‌باشد به نحوی که منجر به کاهش تراکم نهایی گیاهی در واحد سطح و در نتیجه عملکرد محصول می گردد (Younesi and Moradi, 2015). نیتروژن کلیدی‌ترین نقش را در محتوای پروتئین بذر ایفا می‌کند. نیتروژن موجب افزایش محتوای پروتئین بذر در گندم شده که آن نیز موجب افزایش شاخص کیفیت بذر و بنیه آن می‌شود (Oskouie and Divsalar, 2011). تنش خشکی ۶- بار به‌طور معنی‌داری جوانه‌زنی بذر نخود فرنگی را کاهش می‌دهد (Gamze *et al*., 2005). آزمایش انجام گرفته بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ذرت نشان داده است که این قارچ‌ها قادر به افزایش جوانه‌زنی و بهبود رشد گیاهچه ذرت می‌باشند (Gholami *et al*., 2009). برخی بررسی‌ها نشان داده است که باکتری‌های جنس *آزوسپریلوم*، *سودوموناس* و *ازتوباکتر* بر جوانه‌زنی و رشد

www.SID.ir

Archive of SID


گیاهچه ذرت از تأثیر مثبت و معنی‌داری برخوردارند (Shaukat *et al.*, 2006). گیاهان به‌منظور حفاظت در برابر گونه‌های فعال اکسیژن (ROS)، به دفاع آنتی‌اکسیدانتی مانند ترکیبات آنزیم‌های سوپراکسید دسموتاز و کاتالاز مجهز هستند (Agarwal *et al.*, 2005). در گیاهان فعالیت آنزیم‌هایی مانند کاتالاز (CAT) پراکسیداز (POD)، سوپراکسید دسموتاز (SOD) موجب خنثی‌سازی فعالیت فعال اکسیژن (ROS) تولید شده در سلول‌ها می‌گردد و تولید فعال اکسیژن در سلول‌های گیاهی موجب تحریک و افزایش فعالیت آنزیم‌های اشاره شده می‌شود (Dat *et al.*, 2000). سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی آنزیمی شامل سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز هستند که آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان کلیدی در مبارزه علیه بنیان‌های آزاد اکسیژن به‌شمار می روند (Naderi Zarnaghi *et al.*, 2014). در آزمایشی که بر روی آنزیم‌های آنتی اکسیدانت و محصول تخریبی مالون دی‌آلدئید روی سورگوم در شرایط تنش خشکی انجام گردید، سطوح آنزیم‌ها و مالون دی‌آلدئید در شرایط تنش نسبت به شرایط آبیاری نرمال افزایش نشان داد (Jingxian and kirkham, 2001). افزایش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز در پنبه و گندم که در معرض تنش خشکی قرار گرفته‌اند نشان می‌دهد که همزمان با تولید $H_2O_2$، این افزایش می‌تواند منجر به جذب الکترون‌های فرودوکسین توسط NADP گردد که در نتیجه میزان تولید سوپراکسید کاهش می‌یابد (Semirnoff, 1998). اهمیت قارچ‌های میکوریز در بهبود تغذیه گیاهان، افزایش تحمل در برابر برخی بیماری‌ها و کاهش اثرهای منفی تنش خشکی توسط محققین مختلف گزارش شده است (Rahmani Iranshahi *et al.*, 2016). بالتروشات و همکاران (Balteroshat *et al.*, 2008) گزارش کردند که تلقیح قارچ اندوفایت با گیاه جو در شرایط تنش شوری، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و در نتیجه مقاومت این گیاه را به تنش افزایش داد. بنابراین، این پژوهش با هدف مطالعه اثر تلقیح بذر با قارچ میکوریزا آربوسکولار با ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در افزایش تحمل گیاه مذکور، بر شاخص‌های بیوشیمیایی و جوانه‌زنی از طریق تحریک سیستم آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی تحت شرایط تنش خشکی به اجرا درآمد.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر تلقیح بذر با قارچ میکوریزا آربوسکولار بر شاخص‌های بیوشیمیایی و جوانه‌زنی بذر گیاه ذرت در شرایط تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل درسال ۱۳۹۴ اجرا گردید. در این آزمایش از بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ با قدرت رویش مناسب، رطوبت اولیه ۱۱/۶ درصد، قوه‌نامیه ۹۲ درصد و خلوص بذر ۹۸ درصد از بذرهای تولیدی سال ۱۳۹۳ والدهای هیبرید مذکور شامل دو لاین اینبرد MO17 به‌عنوان والد پدری و B73 به‌عنوان والد مادری نر بارور که از شرکت کشت و صنعت و دامپروری مغان تهیه شده بود استفاده گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل چهار سطح تنش خشکی (صفر، ۴-، ۸- و ۱۲- بار) و پرایمینگ بذر با سه گونه قارچ میکوریزی *Funneliformis mosseae*، *Rhizoglomus fasciculatum* و *Claroideoglomu etanicatum* و تیمار بدون تلقیح قارچی به عنوان شاهد بودند. گونه‌های قارچی بومی خاک‌های کشور بوده و مایه تلقیح آن‌ها از بخش تحقیقات بیولوژی مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شد. برای تلقیح قارچ‌های میکوریزا آربسکولار مقدار ۳۰ گرم از مایه تلقیح قارچ‌ها شامل اسپور (۱۲-۱۰ اسپور در هر گرم بستر)، هیف و قطعات کلنیزه شده (۸۵-۷۵ درصد) و کلنیزه نشده ریشه‌ای در عمق ۵ سانتی‌متری از خاک گلدان قرار داده شد و با خاک زیر مخلوط گردید. به‌منظور حفظ جمعیت میکروبی غیر از قارچ میکوریز و یکسان شدن وزن گلدان‌ها، مقدار ۳۰ گرم از بستر گلدان‌های شاهد تلقیح نشده با قارچ که در مرحله کشت

www.SID.ir

Archive of SID

DOI: 10.22034/ijsst.2019.115502.1132


تکثیر نگهداری شده بودند به تیمارهای بدون قارچ در کشت اصلی اضافه گردید. مایه تلقیح گونه‌های میکوریزی با تعداد اسپور یکسان، استفاده گردید. سپس ۲۰ بذر سالم تلقیح شده با قارچ‌های فوق در گلدان‌ها قرار داده شدند. قبل از اعمال تنش خشکی جهت ایجاد همزیستی بین میکوریزا با بذور به مدت سه هفته در دمای ۲۵-۲۲ درجه سانتی‌گراد در گلخانه نگهداری شدند. سپس در مرحله چهار برگی به‌منظور اعمال تیمارهای تنش خشکی، گلدان‌ها به مدت یک هفته درون اتاقک رشد قرار گرفتند. بذرهای به‌دست آمده از تلقیح بذر ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ برای ارزیابی آزمون جوانه‌زنی در دمای ۲±۲۲ برای مدت ۱۰ روز در ژرمیناتور و تعیین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت، محتوای پروتئین بذر و مؤلفه‌های جوانه‌زنی مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا بذرها با محلول هیپوکلریت سدیم ۱ درصد به مدت ۲ دقیقه ضدعفونی سطحی شدند و سپس با آب مقطر شستشو شدند. برای ارزیابی شاخص‌های جوانه‌زنی، ۲۵ عدد بذر در داخل پتری‌ها بین دو لایه کاغذ صافی قرار داده شد و ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به هر پتری اضافه شد. شمارش بذرها به‌صورت روزانه و تا روز دهم در ساعتی معین انجام شد. به هنگام شمارش، بذرهایی جوانه‌زده تلقی می‌شدند که طول ریشه‌چه آن‌ها ۲ میلی‌متر یا بیشتر بود (Soltani *et al.*, 2006). برای محاسبه درصد جوانه‌زنی از فرمول ۱ استفاده گردید (Wakjira and Negash, 2013):

فرمول (۱) درصد جوانه‌زنی= S/T×100

S: تعداد بذور جوانه‌زده

T: کل تعداد بذور

متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد از فرمول ۲ محاسبه گردید (Ellis *et al.*, 1987):

فرمول (۲) متوسط زمان جوانه‌زنی MGT= Σ(ND)/ΣN

N: تعداد بذور جوانه‌زده در طی D روز D: تعداد روزها از ابتدای جوانه‌زنی ΣN: کل تعداد بذور جوانه‌زده

شاخص میزان جوانه‌زنی شاخص میزان جوانه‌زنی از مجموع نسبت تعداد کل بذرهای جوانه‌زده به تعداد روزهای پس از کاشت به‌دست آمد که آن Ni برابر است با تعداد کل بذرهای جوانه زده تا روز Nام و Ti شماره روز و از فرمول ۳ استفاده گردید (TeKrony and Egli, 1991):

فرمول (۳) $GRT = \frac{\Sigma Ni}{\Sigma Ti}$ = شاخص میزان جوانه‌زنی

برای تهیه عصاره بعد از جدا کردن اندام‌های مختلف با توجه به اندام مشخص شده (گیاهچه) در تیمارها، به‌منظور اندازه‌گیری نیتروژن از روش هضم در بالن ژوژه با اسید سولفوریک، اسید سالیسیلیک و آب اکسیژنه استفاده شد. بعد از تهیه عصاره، برای اندازه‌گیری از دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی استفاده شد (Hanlon,1998). و سپس درصد پروتئین دانه با استفاده از رابطهٔ زیر تعیین شد (parvaneh, 2005). ضریب تبدیل پروتئین برای ذرت ۶/۲۵ می‌باشد.

درصد پروتئین بذر = درصد نیتروژن × ۶/۲۵

**تهیه گیاهچه و انتقال به گلدان و برداشت گیاه**

بذرهای خریداری شده در مخلوطی از خاک و پیت ماس به نسبت ۴:۱ کشت شد. گیاه مطلوب و یک شکل در مرحله ۴ برگی انتخاب و به گلدان‌های اصلی منتقل شدند. برای انجام تیمارهای قارچ میکوریزا آربوسکولار، به مقدار ۳۰ گرم به خاک هر گلدان اضافه و نشا به داخل گلدان منتقل شد. برای گیاهان شاهد همان مقدار مایه تلقیح استریل شده در اتوکلاو اضافه گردید. بعد از رشد مطلوب تعداد آن‌ها به ۴ گیاهچه در هر گلدان کاهش داده شد. در طی دوره رشد برای رسیدن به حالت تعادل میزان رطوبت خاک در حد FC نگه داشته شد (Shokri *et al.*, 2016). برای ایجاد یکنواختی جای گلدان ها هر ده روز یکبار جابجا گردید. پس از رشد گیاه طی یک دوره ۱۰۰ روزه، برداشت اندام هوایی انجام شد.

جهت تعیین میزان سوپراکسید دیسموتاز، سه عدد برگ

www.SID.ir

Archive of SID


از هر واحد آزمایشی در هنگاه صبح قبل از گرم شدن هوا از مزرعه برداشت شد. سعی بر آن بود که برگ‌ها کاملا جوان و گسترده باشند، برگ‌ها داخل نایلون اتیکت گذاری شده قرار گرفت و در یخدانی که کف آن از یخ پوشیده بود قرار داده شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. سپس توسط روش (Beauchamp and Fridovich, 1971). میزان تغییرات این آنزیم تعیین شد. برای اندازه‌گیری آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز برگ‌های منتقل شده به آزمایشگاه را با آب مقطر شستشو داده و بلافاصله در بافر تریس ۱۶/. مولار با pH= ۵/۷ وارد کرده و سپس خرد و یکنواخت شدند. آنگاه اجازه داه شد در حضور حجم مشابه از همان بافرحاوی دیجیتونین (آنزیم هضم کننده دیواره) فرایند هضم غشاء و دیواره سلول انجام شود. در پایان مقدار ۵/. میلی‌لیتر از محلول هموژن برای سنجش پروتئین برداشت شد و مقدار پروتئین آن برحسب میلی‌گرم در میلی‌لیتر تعیین گردید. سپس در باقی‌مانده محلول استخراجی مقدار آنزیم گلوتاتیون با روش (Holy, 1987). اندازه‌گیری شد. سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز به روش (Chandlee and Scandalios, 1987). انجام شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

## نتایج و بحث

### بررسی خصوصیات بیوشیمیایی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر برهمکنش قارچ‌های میکوریزا و تنش خشکی بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و محتوای پروتئین بذر مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱ و ۲). نشان دهنده این است که با افزایش تشدید تنش خشکی و مصرف قارچ میکوریز مقدار فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان افزایش می‌یابد. مقایسه میانگین داده‌ها در اثرات متقابل تنش خشکی و قارچ‌های میکوریزا بر میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز نشان داد که تیمار تلقیح بذر با *ریزوگلوموس فسیکولاتوم* و سطح تنش ۱۲- بار ($S_4$) با میزان فعالیت ۱۱۹۶/۷ واحد بین‌المللی بر میلی‌گرم پروتئین بالاترین و تیمار عدم تلقیح قارچی (شاهد) و آبیاری بدون تنش ($S_1$) با میزان فعالیت ۷۱۴/۴۲ واحد بین‌المللی بر میلی‌گرم پروتئین پایین‌ترین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را دارا می باشد (جدول ۳).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش

Table 1-The analysis of variance of measured traits in experiment

| منابع تغییرات S.O.V | درجه آزادی df | سوپراکسید دیسموتاز Superoxide dismutase | کاتالاز Catalase | گلوتاتیون پراکسیداز Glutathione peroxidase |
|---|---|---|---|---|
| تلقیح بذر Seed inoculation | 3 | 27938.61** | 29538.24** | 578.44* |
| تنش خشکی Drought stress | 3 | 841637.2** | 48927. 6** | 398462.4** |
| تلقیح بذر × تنش خشکی Drought stress× Seed inoculation | 9 | 34691.75** | 472.87** | 1825.68** |
| خطای آزمایش Error | 32 | 62.33 | 4.31 | 41.19 |
| ضریب تغییرات CV (%) | - | 2.94 | 4.39 | 3.37 |

*، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

* and ** are significant at 5% and 1% probability level respectively

www.SID.ir

Archive of SID

DOI: 10.22034/ijsst.2019.115502.1132


در شرایط تنش خشکی، گیاه برای کاهش اثرات تنش اکسیداتیو منجر به افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز شده است. به‌طورکلی میزان آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) تلقیح شده گیاه ذرت با قارچ میکوریزا *ریزوگلوموس فسیکولاتوم* در شرایط تنش شدید خشکی در مقایسه با تیمار عدم مصرف میکوریزا بیشتر شد. این نشان داد که گیاه ذرت احتمالاً توانسته است با فعالیت آنزیمی بالای خود کمترین تخریب سلولی را در گیاه موجب شود. در تحقیقی که گلشن و همکاران (Golshan *et al.*, 2011) انجام دادند، نتایج مشابهی را مشاهده کردند.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش

Table 2-The analysis of variance of measured traits in experiment

| منابع تغییرات S.O.V | درجه آزادی df | درصد جوانه‌زنی Germination Percent | شاخص‌های جوانه‌زنی Germination indices | متوسط مدت جوانه‌زنی Means of germination time | محتوای پروتئین بذر Seed Protein content |
|---|---|---|---|---|---|
| تلقیح بذر Seed inoculation | 3 | 353.11** | 39.83** | 2.17* | 4.93** |
| تنش خشکی Drought stress | 3 | 5826.09** | 939.74** | 3.06* | 3.87** |
| تلقیح بذر × تنش خشکی Drought stress× Seed inoculation | 9 | 19.23 | 4.07 | 0.1 | 6.01** |
| خطای آزمایش Error | 32 | 2.01 | 0.68 | 0.09 | 29.07 |
| ضریب تغییرات CV (%) | - | 9.02 | 13.29 | 10.74 | 2.38 |

*، ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

* and ** are significant at 5% and 1% probability level respectively

با توجه به اینکه آنزیم سوپراکسید دیسموتاز برای مقابله با اکسیژن‌های رادیکال آزاد تولیدی در شرایط تنش در گیاهان تولید می‌شود می‌توان نتیجه گرفت که گیاه ذرت است باعث حذف تعداد زیادی از اکسیژن‌های رادیکال آزاد تولیدی شود. مقایسه میانگین داده‌های مرتبط با میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز نشان داد که تیمار تلقیح بذر با *ریزوگلوموس فسیکولاتوم* و سطح تنش ۱۲- بار با میزان فعالیت ۱۶۷/۰۵ واحد بین‌المللی بر میلی‌گرم پروتئین بیشترین و تیمار عدم تلقیح قارچی (شاهد) و آبیاری در شرایط بدون تنش با میزان فعالیت ۸۶/۶۷ واحد بین‌المللی بر میلی‌گرم پروتئین کمترین فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز را به خود اختصاص داد (جدول ۳). در شرایط تنش خشکی، گیاه برای کاهش اثرات تنش اکسیداتیو منجر به افزایش فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز شده است. به‌طورکلی میزان آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز (GPX). تلقیح شده گیاه ذرت با قارچ میکوریزا *ریزوگلوموس فسیکولاتوم* در شرایط تنش شدید خشکی در مقایسه با تیمار عدم مصرف میکوریزا بیشتر شد. از طرفی مصرف میکوریزا نیز در افزایش فعالیت این آنزیم اثر زیادی داشت. اثرات برهمکنش تنش خشکی و قارچ‌های میکوریزا نشان که تیمار تلقیح بذر با *ریزوگلوموس فسیکولاتوم* و سطح تنش ۱۲- بار با میزان فعالیت ۱۵۴/۲۵ واحد بین‌المللی بر میلی‌گرم پروتئین بیشترین و تیمار عدم تلقیح قارچی (شاهد) در شرایط بدون تنش با میزان فعالیت ۶۳/۴۹ واحد بین‌المللی بر میلی‌گرم پروتئین کمترین فعالیت آنزیم کاتالاز را دارا می‌باشد (جدول ۳). آنزیم آنتی‌اکسیدان کاتالاز آنزیم مهمی است که در شرایط تنش اکسیداتیوی فعال می‌شود این آنزیم قادر به هضم و حذف $H_2O_2$ شود. زیرا افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدان‌ها در شرایط تنش

www.SID.ir

Archive of SID


موجب کاهش خسارت به گیاه می‌شود (Rahmani Iranshahi *et al.*, 2015). احمدپور و همکاران (Ahmadpour *et al.*, 2016). گزارش نمودند که در تمامی ارقام مورد بررسی عدس، تنش رطوبتی (۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ظرفیت زراعی) منجر به افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز در مقایسه با شرایط بدون تنش شد. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش با نتایج تحقیقات اگاروال و همکاران (Agarwal *et al.*, 2005) بر روی گندم، چن و همکاران (Chen *et al.*, 2000) بر روی ذرت و حسن‌پور درویشی (Hassanpour Darvishi, 2015) بر روی ماشک مطابقت دارد. مقایسه میانگین داده‌ها در اثرات متقابل تنش خشکی و قارچ‌های میکوریزا بر محتوای پروتئین بذر نشان داد که بیشترین محتوای پروتئین بذر (۸/۸۷ درصد) مربوط به تیمار تلقیح بذر با *ریزوگلوموس فسیکولاتوم* در شرایط آبیاری نرمال و کمترین محتوای پروتئین بذر (۵/۶۵ درصد) مربوط به تیمار عدم تلقیح قارچی (شاهد) و سطح تنش ۱۲- بار بود (جدول ۳). در بین سایر تیمارهای قارچ‌های میکوریزی تفاوت معنی‌داری بین سطوح مختلف تنش خشکی از لحاظ میزان درصد پروتئین دانه مشاهده نشد. بذرهای تلقیح یافته با *ریزوگلوموس فسیکولاتوم* از افزایش میزان محتوای پروتئین بذر بیشتری در مقایسه با تلقیح با *فونلی‌فورمیس موسه‌آ* و *کلاروئیدوگلوموس اتانیکاتوم* و عدم تلقیح برخوردار بودند.

### متوسط زمان جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح فاکتورهای تنش خشکی و میکوریز بر روی متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و اثر برهمکنش این دو فاکتور بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین متوسط زمان جوانه‌زنی در سطوح مختلف تنش خشکی حاکی از آن بود که کمترین زمان برای جوانه‌زنی در تیمار (صفر بار یا مگاپاسکال) اتفاق افتاد و با کاهش پتانسیل اسمزی متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی افزایش یافت (جدول ۵). همچنین تلقیح بذر با گونه‌های قارچ میکوریز متوسط زمان جوانه‌زنی را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با عدم تلقیح کاهش داد. بنابراین بیشترین متوسط زمان جوانه‌زنی مربوط به تیمار عدم تلقیح (۳۶/۴۲٪) و کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی مربوط به تیمار تلقیح بذر با *ریزوگلوموس فسیکولاتوم* بود (جدول ۴). در این مطالعه با توجه به نتایج مقایسات میانگین نتیجه شد که تیمار کردن بذور با *ریزوگلوموس فسیکولاتوم* موجب بهبود جوانه‌زنی و سایر صفات مورد مطالعه تحت شرایط تنش گردید. در حالی که شرایط تنش باعث تأخیر قابل ملاحظه‌ای در جوانه‌زنی گردید. سانگ و چیو (Sung and Chiu, 1995) نتیجه گرفتند که میانگین زمان جوانه‌زنی به وسیله هیدروپرایمینگ بذر کاهش یافت بدون اینکه در میزان آب جذب شده توسط بذر تغییری ایجاد گردید.

### درصد جوانه‌زنی

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تلقیح بذر با *فونلی‌فورمیس موسه‌آ*، *ریزوگلوموس فسیکولاتوم* و *کلاروئیدوگلوموس اتانیکاتوم* درصد جوانه‌زنی را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با عدم تلقیح افزایش داد. بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تلقیح بذر با *ریزوگلوموس فسیکولاتوم* (۹۲/۰۳٪) و کمترین درصدجوانه‌زنی مربوط به تیمار عدم تلقیح (۷۶/۶۲٪) بود (جدول ۴).

کنجوسکی و کام (Chojnowski and Come, 1997) گزارش کردند که پرایمینگ بذور آفتابگردان به مدت ۳ الی ۵ روز باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی و بهبود رشد گیاهچه می‌شود. افضل و همکاران (Afzal *et al.*, 2006) برای گیاه کلزا نشان دادند که سرعت جوانه‌زنی در پاسخ به پرایمینگ افزایش می‌یابند. شاکوات و همکاران (Shaukat *et al.*, 2006) گزارش کردند که نژادهایی از *آزوسپریلوم*، *سودوموناس* و *ازتوباکتر* بر روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ذرت از تأثیر مثبت و معنی‌داری برخوردار است. با افزایش تنش خشکی درصد جوانه‌زنی در بذرهای

www.SID.ir

Archive of SID

DOI: 10.22034/ijsst.2019.115502.1132


تلقیح شده و شاهد کاهش یافت و این کاهش در بذرهای شاهد بیشتر از بذر های تلقیح شده بود. بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار بدون اعمال تنش (۸۹/۹۱٪) و کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به سطح تنش ۱۲- بار (۵۳/۴۹٪) بود (جدول ۵). کاهش جوانه‌زنی در اثر تنش خشکی می‌تواند با کاهش جذب آب توسط بذرها مرتبط باشد. کایا و همکاران (Kaya *et al*., 2003) گزارش دادند که بهبود جوانه‌زنی را در بذور نخود هیدروپرایم شده آفتابگردان تحت تنش خشکی نتیجه شد. همچنین مهرا و راج (Mehra and Raaj., 2002). بهبود سبز شدن و استقرار گیاهچه کلزا را تحت شرایط تنش گزارش کردند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر برهمکنش قارچ میکوریزا و تنش خشکی بر برخی خصوصیات شیمیایی گیاه ذرت

Table 3. Mean comparisons of interaction mycorrhizal fungi and drought stress on some chemical characteristics of maiz

| تلقیح بذر Seed inoculation | تنش خشکی Drought stress | سوپراکسید دیسموتاز Superoxide dismutase (u/mg.protein) | کاتالاز Catalase (u/mg.protei) | گلوتاتیون پراکسیداز Glutathione peroxidase (u/mg.protei) | محتوای پروتئین بذر Seed protein content (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| عدم تلقیح (no Inoculation) | صفر Zer0 | 714.47g | 63.49d | 86.67d | 5.65e |
| | ۴- بار -4 bar | 809.97f | 82.23c | 97.98c | 6.42d |
| | ۸- بار -8 bar | 878.82ef | 112.14b | 115.87b | 7.37c |
| | ۱۲- بار -12 bar | 1035.22c | 151.59a | 161.77a | 7.83b |
| *کلاروئیدوگلوموس اتانیکاتوم* *Claroideoglomu etanicatum* | صفر Zer0 | 805.95f | 64.11d | 88.8d | 6.13d |
| | ۴- بار -4 bar | 901.52e | 82.85c | 100.1c | 6.89cd |
| | ۸- بار -8 bar | 970.35d | 112.74b | 118.01b | 7.85b |
| | ۱۲- بار -12 bar | 1126.75b | 152.19a | 163.9a | 8.31ab |
| *فونلی‌فورمیس موسه‌آ* *Funneliformis mosseae* | صفر Zer0 | 860.75ef | 65.36d | 90.24d | 6.30d |
| | ۴- بار -4 bar | 956.31de | 84.1c | 101.54c | 7.07cd |
| | ۸- بار -8 bar | 1025.15c | 114.01b | 119.44b | 8.02b |
| | ۱۲- بار -12 bar | 1181.55a | 153.45a | 165.34a | 8.48ab |
| *ریزوگلوموس فسیکولاتوم* *Rhizoglomus fasciculatum* | صفر Zero | 875.86ef | 66.16d | 91.95d | 6.69d |
| | ۴- بار -4 bar | 971.41d | 84.90c | 103.35c | 7.46c |
| | ۸- بار -8 bar | 1040.3c | 115.02b | 121.15b | 8.41ab |
| | ۱۲- بار -12 bar | 1196.7a | 154.25a | 167.05a | 8.87a |

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده نداشتن اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪

The same letters in each column represents no significant difference in the level of 5%

www.SID.ir

Archive of SID


جدول ۴- مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی ذرت در حالت تلقیح بذر با قارچ‌های میکوریز

Table 4- Mean comparisons of germination indices affected by seed inoculation of Mycorrhizal fungi

| تلقیح بذر Seed inoculation | درصد جوانه‌زنی Germination Percent (%) | شاخص‌میزان جوانه‌زنی (بذر/روز) Germination indices (day/seed) | متوسط مدت جوانه‌زنی (روز) Means of germination time (day) |
|---|---|---|---|
| *ریزوگلوموس فسیکولاتوم* Inoculation with *Rhizoglomus fasciculatum* | 92.03a | 36.42a | 3.78cd |
| *فونلی‌فورمیس موسه‌آ* Inoculation with *Funneliformis mosseae* | 90.07a | 34.01b | 4. 2c |
| *کلاروئیدوگلوموس اتانیکاتوم* Inoculation with *Claroideoglomus etanicatum* | 84.19b | 31.14c | 4.82b |
| عدم تلقیح (no Inoculation) | 76.62c | 23.98d | 6.09a |

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده نداشتن اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪

The same letters in each column represents no significant difference in the level of 5%

جدول ۵- مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه ذرت تحت تنش خشکی

Table 5- Mean comparisons of germination indicators and early seedling growth of maize under drought stress

| تنش خشکی Drought stress | جوانه‌زنی (درصد) Germination Percent (%) | شاخص‌های جوانه‌زنی (بذر/روز) Germination indices (day/seed) | جوانه‌زنی (روز) مدت متوسط Means of germination time (day) |
|---|---|---|---|
| صفر Zero | 89.91a | 24.11a | 3.12cd |
| ۴- بار -4 bar | 80.48b | 16.38b | 3.94c |
| ۸- بار -8 bar | 68.12c | 9.87c | 4.56b |
| ۱۲- بار -12 bar | 52.49d | 4.62d | 5.72a |

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده نداشتن اختلاف آماری در سطح احتمال ۵٪

The same letters in each column represents no significant difference in the level of 5%

**شاخص میزان جوانه‌زنی**

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح فاکتورهای تنش خشکی و میکوریز بر روی شاخص میزان جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود اما اثر برهمکنش این دو فاکتور بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تلقیح بذر با فونلی‌فورمیس موسه‌آ، ریزوگلوموس فسیکولاتوم و کلاروئیدوگلوموس اتانیکاتوم شاخص میزان جوانه‌زنی را بهطور معنی‌داری در مقایسه با عدم تلقیح افزایش داد. بیشترین شاخص میزان جوانه‌زنی مربوط به تیمار تلقیح بذر با ریزوگلوموس فسیکولاتوم (۳۶/۴۲) و کمترین شاخص میزان جوانه‌زنی مربوط به تیمار عدم تلقیح (۲۳/۹۸) بود (جدول ۴). با افزایش تنش خشکی شاخص میزان

www.SID.ir

Archive of SID

DOI: 10.22034/ijsst.2019.115502.1132


جوانه‌زنی در بذرهای تلقیح شده و شاهد کاهش یافت و این کاهش در بذرهای شاهد بیشتر از بذرهای تلقیح شده بود. بیشترین شاخص میزان جوانه‌زنی مربوط به تیمار بدون اعمال تنش (۲۴/۱۱) و کمترین شاخص میزان جوانه‌زنی مربوط به سطح تنش ۱۲- بار بود (جدول ۵). تنش خشکی باعث کاهش درصد جوانه‌زنی و به دنبال آن تعداد بذرهای جوانه‌زده می‌شود با کاهش در تعداد بذرهای جوانه‌زده نرمال شاخص جوانه‌زنی نیز کاهش می‌یابد (Ashraf and Rauf, 2001). به‌طور کلی شاخص جوانه‌زنی از پارامترهای مهم در تعیین جوانه‌زنی بذر می‌باشد که رابطه مستقیمی با کیفیت و قدرت زیست بذرها دارد به عبارتی هر چه کیفیت بذرها مناسب‌تر باشد درصد جوانه‌زنی و تعداد بذرهای جوانه زده بیشتر و در نتیجه شاخص جوانه‌زنی بالاتر خواهد بود. نتایج سایر تحقیقات نیز نشان داده شده است که تنش خشکی سبب کاهش معنی‌داری در شاخص‌های جوانه‌زنی می‌شود (Patade et al., 2012; Ghassemi-Golezani and Dalil, 2014).

## نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، می‌توان بیان کرد که با افزایش تنش خشکی درصدجوانه‌زنی و شاخص میزان جوانه‌زنی کاهش و متوسط مدت زمان جوانه‌زنی افزایش یافت. همچنین در شرایط تنش خشکی، گیاه برای کاهش اثرات تنش اکسیداتیو منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان شده است. بذرهای تلقیح یافته با ریزوگلوموس فسیکولاتوم از افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و محتوای پروتئین بذر بیشتری در مقایسه تلقیح با فونلی‌فورمیس موسه‌آ و کلاروئیدوگلوموس اتانیکاتوم و عدم تلقیح برخوردار بودند. به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که قارچ‌های میکوریزا می‌توانند به عنوان یک عامل پیش برنده در افزایش مقاومت گیاهان طی فرایند سازگاری عمل کرده و با افزایش در میزان عوامل آنتی‌اکسیدان موجب بهبود رشد در گیاهان گردد.

## منابع

## Reference

**Afkari, A. 2014.** Effect of water stress on potassium accumulation and seed yield of different sunflower (*Helianthus Annuus* L.) varieties. Int. J. Current Life Sci. 4(3): 808-811.

**Afzal. A., N. Aslam, F. Mahmood, A. Hameed, S. Irfan, and G. Ahmad. 2006.** Enhan cement of germination and emergence of canola seeds by different priming technigues. Garden Depesguisa Biolo. 16(1): 19-34.

**Agarwal, S., R.K. Sairam, G.C. Srivatava, and R.C. Meena. 2005.** Changes in antioxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes. Biotecnol. Plantarum. 49(4): 541-550.

**Ahmadpour, R., S.R. Hosseinzadeh, and S. Chashiani. 2016.** Study of root morpho-physiological and biochemical characteristics of lentil in response to moisture stress. (In Persian, with English Abstract.) J. Irainian Plant Ecophysiol. Res. 11(43): 39-51.

**Ashraf, M. and H. Rauf. 2001.** Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through priming with chloride salte, growth and ion transport at early growth stages. Acta Physiol. Plant. 23: 407-414.

**Baltruschat, H., J. Fodor, B.D. Harrach, E. Niemczyk, B. Barna, G. Gullner, A. Janeczko, K.H. Kogel, P. Schafer, I. Schwarczinger, A. Zuccaro, and A. Skoczowski. 2008.** Salt tolerance of barley induced by the root endophyte *Piriformospora indica* is associated with a strong increase in antioxidants. New Phytol. 180: 501-510.

**Beauchamp, C. and I. Fridovich. 1971.** Superoxide dismutase: improved assays and applicable to acryl amide gels. Annual Review of Bioch. 44: 276-287.

www.SID.ir

Archive of SID


**Chandlee, J.M. and J.G. Scandalios. 1984.** Analysis of variants affecting the plants. Plant Nutrition Soil Sci. 168: 541-549.

**Chen, W.P., P.H. Li, and T.H.H. Chen. 2000.** Glycinebetaine increases chilling tolerance and reduces chilling induced lipid peroxidation in Zea mays L. Plant Cell Enviro. 23: 609-618.

**Chojnowski, F.C. and D. Come. 1997.** Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. Seed Sci. Res. 7: 323-331.

**Dat, J., S. Vandenabeele, E. Vranová, M. Van Montagu, D. Inzé, and F. Van Breusegem. 2000.** Dual action of active oxygen species during plant stress responses. Cellular and Molecular Life Sci. 57: 779-795.

**Dobbelaere, S., J. Vanderleyden, and Y. Yaacov Okon. 2003.** Plant growth promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. Plant Sci. 2: 107-149.

**Ellis, R.H., T.D. Hong, and E.H. Roberts. 1987.** The development of desiccation-tolerance and maximum seed quality during maturation in legumes. Anatomy Botany. 59: 23-29.

**Gamze, O., M.D. Kaya, and M. Atak. 2005.** Effect of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea. Turkish J. Agric. 29: 237-242.

**Ghassemi-Golezani, K. and B. Dalil. 2014.** Effect of seed vigor on growth and grain yield of maize. Plant Breeding and Seed Sci. 70: 81-90.

**Gholami, A., S. Shahsavani. and S. Nezarat. 2009.** The Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. Proceedings of Word Academy of Sci. Engineering and Technol. 37: 2070-3740.

**Giri, B. and K.G. Mukerji. 2004.** Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in sesbania aegyptiaca and Sesbania grandiflora under field condition: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. Mycorrhiza. 14: 307-312.

**Golshan, M., H. Habibi, S.M. Beladi. and M.J. Maleki. 2011.** Copper and Lead tolerance strategies in mustards (Sinapis arvensis) egyptian clover (*Trifolium alexandrinum*) and hairy vetch (*Vicia villosa*): Role of some antioxidant enzymes. American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci. 11: 122-128.

**Hameeda, B., M. Srijana, O.P. Rupela. and G. Reddy. 2007.** Effect of bacteria isolated from composts and macrofauna on sorghum growth and mycorrhizal colonization. World J Micro. Biol. 23: 883–887.

**Hanlon, E.A. 1998.** Elemental determination by atomic absorption spectrophotometery. In: handbook of reference methods for plant analysis (Eds. Kalra, Y.P.). CRC Press: Boca Raton. 157-165 pp.

**Hassanpour Darvishi, H. 2015.** Effect of lead and zinc and mycorhiza fungi role on antioxidant enzymes activity and biomarkers of destruction in alfalf, green pea and vetch. (In Persian, with English Abstract.) Crop Physiol. J. 6(24) :73-88.

**Hashemi Fesharaki, S., A. Hamidi. S. and Vazan. 2016.** Evaluation the effect of primary germination percentage and seed size and shape of hybrid maize on some seed vigor indices. (In Persian, with English Abstract.) Iranian J. Seed Sci. and Res. 1: 63-73.

**Holy, M.C. 1972.** Indole acetic acid oxidase: a dual catalytic enzyme. Plant Physiol. 50: 15-18.

**Jiang, Y. and B. Huang, 2001.** Drought and heat stress injury to two coll-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop Sci. 41: 436-442.

**Kaya, M.D., Ipek, A. and Ozturk, A. 2003.** Efects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower. Turkish J. Agric. 27: 221-227.

**Krishna, H., S.K. Singh, R.R. Sharma, R.N. Khawale, M. Grover, and V.B. Patel. 2005.** Biochemical changes in micropropagated grape (*Vitis vinifera* L.) plantlets due to arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculated during ex vitro acclimatization. Sci. Hortic. 106: 554-567.

**Mehra, R. and R. Raaj. 2002.** "mood fluctuations, projection bias, and volatility of equity prices.

J. Econo. Dyna. and Control. 26(5): 869-887.

**Naderi Zarnaghi, R. M. Valizadeh, and R. Fotovat. 2014.** Electrophoretic analysis of antioxidant enzymes activity under drought stress in winter wheat genotypes at tillering stage. (In Persian, with English Abstract.) Cereal Res. 4(3): 185 -197.

www.SID.ir

Archive of SID
افکاری


**Parvane, V. 2005.** Food qualitative control and chemical experiments. (In Persian, with English Abstract.) Tehran Univ. Press.332 pp.

**Oskouie, B. and M. Divsalar. 2011.** The effect of mother plant nitrogen on seed vigor and germination in rapeseed. ARPN. J Agric. Biol. Sci. 6(5): 49-56.

**Patade, V.Y., K. Maya, and A. Zakwan. 2012.** Seed priming mediated germination improvement and tolerance to subsequent exposure to cold and salt stress in capsicum. Res. J. Seed Sci. 4(3): 125 -136.

**Rahmani Iranshahi, D., M. Sepehri, A.H. Khoshgoftarmanesh, H.R. Eshghizadeh, and V. Jahandideh Mahjen Abadi. 2016.** Inoculation effects of endophytic fungus (Piriformospora indica) on antioxidant enzyme activity and wheat tolerance under phosphorus deficiency in hydroponic system. (In Persian, with English Abstract.) J. Sci. Technol. 6(4): 75-86.

**Seiadat, S.A., A. Moosavi, and M. Sharafizadeh. 2012.** Effect of seed priming on antioxidant activity and germination characteristics of maize seeds under different aging treatments. (In Persian, with English Abstract.) Res. J. Seed Sci. 5: 51-62.

**Semirnoff, F.N. 1998.** Drought influence the activity of enzymes of the chloroplast hydrogen proxide system. J. Exp.Bot. 39: 1097-1108.

**Seyes Sharifi, R. and K. Khavazi. 2012.** Effect of growth stimulating bacteria on germination gomponents and seedling growth of maize. (In Persian, with English Abstract.) J. Agroecol. 3: 506 -513.

**Shaukat, K., S. Affrasayab, and S. Hasnain. 2006**. Growth responses of *Helianthus annus* to plant growth promoting rhizobacteria used as a biofertilizer. J.Agric. Res. 1(6): 573-581.

**Shokri, Z., N. Boroomand, M. Sarcheshmeh Pour, and H.R. Alizadeh. 2016**. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on cadmium phytoremediation by marigold (Tagetes erecta). J. of Soil Management and Sustainable Production. 6(1): 191-204.

**Solaiman, A.R.M., M.G. Rabbani, and M.N. Moll. 2005.** Effect of inoculation of Rhizobium and Arbuscular Mycorriza, poultry litter, nitrogen and phosphorus on growth and yield in chickpea. Korean J. Crop Sci. 50: 256 -261.

**Soltani, A., M. Gholipoor, and E. Zeinali. 2006.** Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environ and Experi. Botany.55: 195–200.

**Sung, J.M. and K.Y. Chiu. 1995.** Hydration effects on seedling emergence strength of watermelon seed differing in ploidy. Plant Sci. 110: 21-26.

**Tabatabi, S.A. 2012.** Effect of different pretreatments on germination indices and antioxidant enzymes activity of corn seeds under drought stress conditions. (In Persian, with English Abstract.) J.Sci. and Technol. Seeds. 1: 72-79.

**TeKrony, D.M. and Egli, D.B. 1991.** Relation ship of seed vigor to crop yield: a review. Crop Sci. 31: 816-822.

**Wakjira, K. and Negash, L. 2013.** Germination responses of croton macrostachyus (*Euphorbiaceae*) to various physico-chemical pretreatment conditions. South African J.Botany, 87: 76-83.

**Younesi, O. and Moradi, A. 2015.** The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and mycorrhizal fungi on seedling emergence, early establishment and growth of two ecotypes alfalfa (*Medicago sative*) under salinity stress condition. (In Persian, with English Abstract.) J. Plant Production Res. 22: 105-126.

www.SID.ir