# تأثیر تنش خشکی روی فعالیت آنزیم های آنتی آکسیدانی در ژنوتیپ های برنج (*Oriza sativa* L.)

**سیده ویدا حیدرقلی زاده حسنکلا[۱]، نادعلی باقری[۲]، نادعلی بابائیان جلودار[۳]، سید کمال کاظمی تبار[٤]**

**[۱]. دانشجوی کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی ،دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،**
Heydargholizadeh.vida@*gmail.com*

**[۲]. دانشیار گروه بیوتکنولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری**

**[۳]. استاد گروه بیوتکنولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری**

**[٤]. دانشیار گروه بیوتکنولوژی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری**

## چکیده

برنج (*Oryza sativa* L.) بعد از گندم مهم ترین گیاه زراعی جهان بوده، به طور معمول نیمی از کالری مصرفی کشور های آسیایی را تأمین می کند. عمدتاً مناطق رشد برنج در آسیا اغلب با تنش های شدید غیر زنده که رایج ترین آن ها خشکی است، مورد تهدید قرار می گیرند. هدف از این پژوهش بررسی تغییرات آنزیم های آنتی اکسیدانی در تعدادی از ژنوتیپ های برنج تحت تنش خشکی بود. به منظور بررسی فعالیت بیوشیمیایی گیاه برنج، تعداد ۶ ژنوتیپ برنج به همراه رقم های شاهد متحمل (بینام) و حساس (IR64) در مرحله گیاهچه ای تحت تنش خشکی بصورت آزمایش کرت های خرد شده در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار و ۴ سطح خشکی ناشی ازPEG6000 شامل پتانسیل اسمزی صفر(شاهد)، ۰/۵- ،۱- و ۱/۵- بار اعمال و داده ها مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که ژنوتیپ، تنش خشکی و اثر متقابل ژنوتیپ و تنش خشکی تاثیر معنی داری بر خصوصیات آنزیم های کاتالاز، گایاکول پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز داشت. مقایسه نتایج حاصل از بررسی های آنزیمی در مرحله گیاهچه ای نشان داد که با افزایش تنش خشکی، ارقامی که نسبت به تنش خشکی متحمل تر بودند، میزان فعالیت آنزیمی بالاتری نسبت به ارقام حساس دارا بودند و ژنوتیپ های LP8 و دانش در مرحله گیاهچه ای از نظر صفات مورد ارزیابی فوق مقاومت خوبی به تنش پلی اتیلن گلیکول در سطوح خشکی نشان دادند.

**کلمات کلیدی:** تنش خشکی، برنج، آنزیم های آنتی اکسیدان، سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز

## مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) بعد از گندم یکی از مهم ترین غلات و محصول زراعی مورد کشت در سراسر جهان است که غذای اصلی مردم جهان را تشکیل می دهد (رحمان و همکاران، ۲۰۱۵). مهمترین عامل کاهش دهنده عملکرد محصولات کشاورزی در جهان تنش محیطی می باشد. تحمل به تنش در گیاه خصوصیتی بسیار پیچیده است و درعین حال تنها راه مؤثر برای پایداری عملکرد و بهبود گیاه در مناطق خشک، اصلاح گیاه می باشد. رقم های متحمل به خشکی و درعین حال با عملکرد

بالا برای محیط های کشت دارای محدودیت آبی مناسب می باشند و تولید این محصول مهم و استراتژیک را بهبود می بخشند (تولی و همکاران، ۱۳۹۴). به همین منظور بررسی ارقام مناسب و برتر تحت تنش خشکی بسیار مهم است. در تحقیقی اثر تنش خشکی بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان و پراکسیداسیون لیپیدی گیاهچه های گندم، بیان داشتند که افزایش شدت تنش اسمزی، افزایش میزان پراکسیداسیون لیپیدی را در پی دارد. به علاوه فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز در تمامی ارقام به ویژه در سطوح بالای تنش اسمزی کاهش نشان داد، ولی فعالیت سایر آنزیم ها در هر سه رقم مورد بررسی با افزایش شدت تنش اسمزی طبق انتظار افزایش یافت (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۸۸). در تحقیقی اثر تنش شوری بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان نظیر سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون ردوکتاز و آکوربات پراکسیداز در گیاه برنج افزایش یافته و ارتباط مستقیمی بین میزان آنزیم ها و استرس شوری وجود داشت (لیو و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج بسیاری از تحقیقات نشان می دهد که فعالیت آنزیم ها در برگ های ارقام متحمل و حساس به شوری بسیاری از گونه های گیاهان افزایش می یابد. اگرچه این افزایش فعالیت آنزیمی در ارقام متحمل به شوری بیشتر از ارقام حساس گزارش شده است (مرادی و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به روند افزایشی و رو به رشد جمعیت جهان باید میزان تولید برنج افزایش یابد که تنها راه دستیابی به تولید بیشتر این محصول، افزایش مقدار عملکرد در واحد سطح خواهد بود که این امر تنها از طریق تولید و استفاده از رقم های برتر با کیفیت بالا و پرمحصول امکان پذیر خواهد شد. به همین منظور ارزیابی های زراعی بیوشیمیایی بین لاین های در حال معرفی از وظایف این پژوهش می باشد و مهمترین اهداف این پژوهش بررسی پاسخ آنزیمی لاین های مورد نظر با اعمال تیمار های زراعی می باشد.

## مواد وروش ها

آزمایش در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری بصورت آزمایش کرت های خرد شده در قالب طرح پایه کاملا تصادفی در ۳ تکرار و ۴ سطح خشکی (ناشی از پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰) شامل پتانسیل اسمزی صفر (شاهد)، ۰/۵- ، ۱- و ۱/۵- بار درمحیط کشت هیدروپونیک انجام شد در این مطالعه تعداد ۸ ژنوتیپ برنج استفاده شد. محیط کشت هیدروپونیک نیز بر اساس روش یوشیدا و همکاران (۱۹۷۶) انجام شد. فعالیت آنزیم SOD به روش بیچامپ (۱۹۷۱) و در طول موج ۵۴۰ نانومتر اندازه گیری شد. فعالیت آنزیم کاتالاز به روش ابی (۱۹۸۴) در طول موج ۲۴۰ نانومتر اندازه گیری شد. فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز به روش چینس و ماهلی (۱۹۹۶) در طول موج ۴۷۰ به مدت یک دقیقه ثبت شد و فعالیت آنزیم آکوربات پراکسیداز به روش ناکانو و آسادا (۱۹۸۱) انجام شد. نتایج حاصله پس از ارزیابی و مقایسه ی آماری با نرم افزار Sspss وExcel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

## نتایج و بحث

نتایج این بررسی نشان دهنده تاثیر معنی دار تنش خشکی روی آنزیم های آنتی اکسیدانی مورد بررسی در مرحله گیاهچه ای می باشد (جدول ۱). به طوریکه اثر تنش خشکی اعمال شده روی میزان فعالیت این آنزیم ها بسیار معنی دار بود. تجزیه واریانس داده ها نشان می دهد که در سطوح مختلف خشکی کلیه آنزیم های آنتی اکسیدانی مورد بررسی برای تمامی ژنوتیپ های مورد مطالعه اختلاف بسیار معنی داری داشتند. این نتایج بیانگر وجود تنوع ژنتیکی در بین ژنوتیپ های مورد بررسی صفات ارزیابی شده در مرحله گیاهچه ای تحت تنش می باشد. واکنش متفاوت ژنوتیپ های مورد بررسی نسبت به تنش موجب شد که اثر

متقابل ژنوتیپ× محیط، برای صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی دار گردید. به عبارت دیگر روند تغییرات یا تفاوت ژنوتیپ ها از نظر هر خصوصیت در دو سطح نرمال و تنش متفاوت بود. معنی دار بودن صفات مورد مطالعه بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ ها از لحاظ صفات مورد نظر است. نیک سیر و همکاران، (۱۳۹۴) و صفایی چایی کار و همکاران، (۱۳۸۶) نیز در ارزیابی تحمل ژنوتیپ های برنج به تنش خشکی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را معنی دار گزارش نمودند.

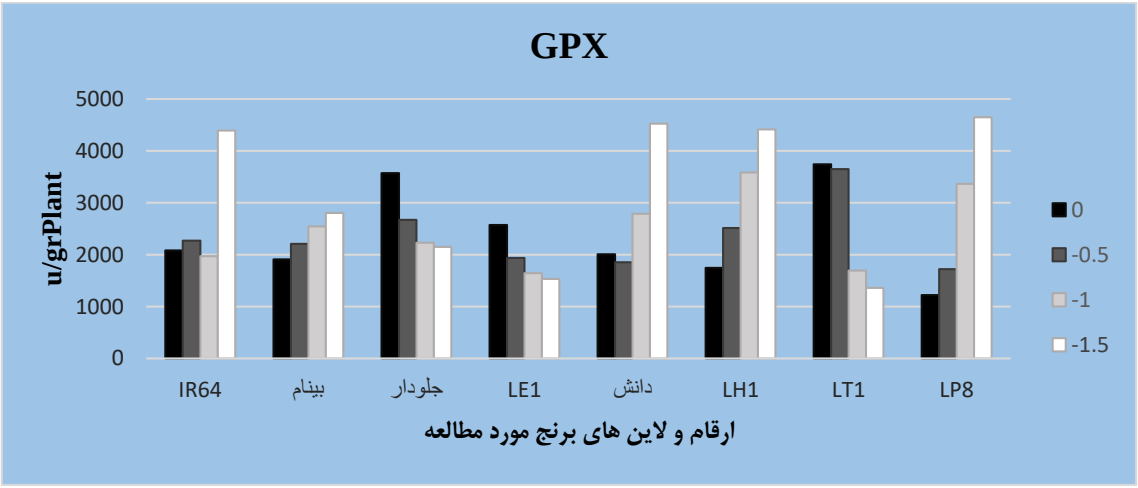
**جدول۱. تجزیه واریانس یک طرفه صفات بیوشیمیایی مورد بررسی گیاه برنج**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | آنزیمCAT | آنزیمGPX | آنزیمAPX | آنزیم SOD |
|---|---|---|---|---|---|
| سطوح خشکی (A) | ۳ | ۰/۰۲۳** | ۱۱۰۵۸۸۴/۶۱** | ۱۷۱۷۷/۱۵** | ۸/۰۷** |
| خطا (a) | ۸ | ۰/۰۰۰۰۰۶۹۵۱ | ۳۰۷۱۶/۴۶ | ۹۶/۵۳ | ۰/۰۱۹ |
| ژنوتیپ (B) | ۷ | ۰/۰۰۵** | ۴۷۰۷۲۴/۵۵** | ۲۴۹۱/۶۲** | ۴/۰۲۷** |
| خشکی×ژنوتیپ | ۲۱ | ۰/۰۰۵** | ۳۰۱۰۹۱/۴۸** | ۱۸۸۸/۴۲** | ۰/۷۴۹** |
| خطا (b) | ۵۶ | ۰/۰۰۰۰۰۹۵ | ۶۴۱۱۵/۶۹ | ۱۵۳/۷۵ | ۰/۰۱۷ |
| ضریب تغییرات(٪) | | ۴/۱۵ | ۹/۷۳ | ۱۶/۵۳ | ۴/۵۰ |

***و**: به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد**

به طور کلی روند تغییرات آنزیم گایاکول پراکسیداز (نمودار ۱-۱)، در چهار سطح خشکی در ژنوتیپ های مورد مطالعه بدین گونه است که در غلظت شاهد (صفر) ژنوتیپ LT1 (۳۷۴۲/۷) و بعد از آن ژنوتیپ جلودار (۳۵۷۲/۰۷) بیشترین میزان را به خود اختصاص داده و کمترین میزان فعالیت مربوط به ژنوتیپ LP8 (۱۲۲۰/۷۸) می باشد. در غلظت ۰/۵- بار PEG بیشترین میزان فعالیت این آنزیم را ژنوتیپ LT1 (۳۶۴۷/۷) و بعد از آن جلودار(۲۶۷۰/۳۷) به خود اختصاص داده و کمترین میزان فعالیت آنزیم مربوط به ژنوتیپ LP8 (۱۷۲۱/۵۵) می باشد. همچنین در غلظت ۱- بار PEG بیشترین میزان فعالیت این آنزیم مربوط به ژنوتیپ LH1 (۳۵۸۵/۷۱) و بعد از آن مربوط به ژنوتیپ LP8 (۳۳۶۴/۰۳) می باشد. و کمترین میزان فعالیت آنزیم مربوط به ژنوتیپ LE1 (۱۶۴۵/۰۳) می باشد. بیشترین مقدار فعالیت این آنزیم در غلظت ۱/۵- بار PEG مربوط به ژنوتیپ LP8 (۴۶۴۹/۲) می باشد و همچنین کمترین میزان فعالیت آنزیم مربوط به ژنوتیپ LT1 (۱۳۵۹/۹) می باشد. به عقیده کوک و همکاران (۲۰۰۳)، گایاکول پراکسیداز پس از کاتالاز در درجه دوم اهمیت در حذف $H_2O_2$ به عنوان یکی از ROS های اصلی تولید شده در جریان تنش ایفای نقش می نماید. بنابراین برقراری ارتباط بین افزایش این آنزیم با تحمل بیشتر تنش دور از انتظار نخواهد بود.

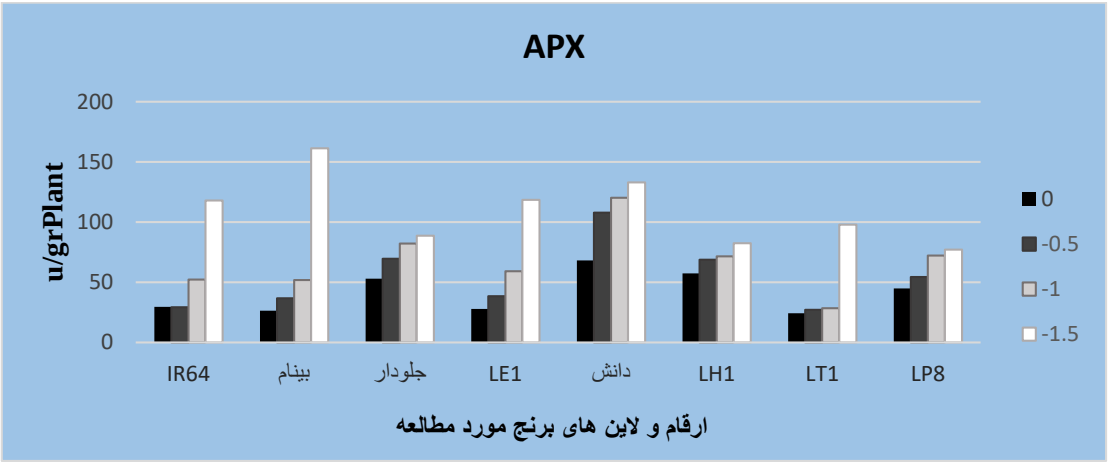
**نمودار(۱-۱)، روند فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در ژنوتیپ های مورد مطالعه**




می توان گفت ژنوتیپ های دانش و LH1 با دارا بودن فعالیت بیشتر آنزیم پراکسیداز نسبت به ژنوتیپ LP8 قابلیت بالاتری در مقابله با تنش و رادیکال های آزاد داشته و از تحمل بالاتری در برابر خشکی برخوردارند. افزایش فعالیت پراکسیداز در اثر تنش خشکی در برنج نیز گزارش شده است. فعالیت این آنزیم ها در برگ های ارقام حساس و متحمل به خشکی افزایش می یابد (مدینا و همکاران، ۱۹۹۹؛ بور، ۲۰۰۳).

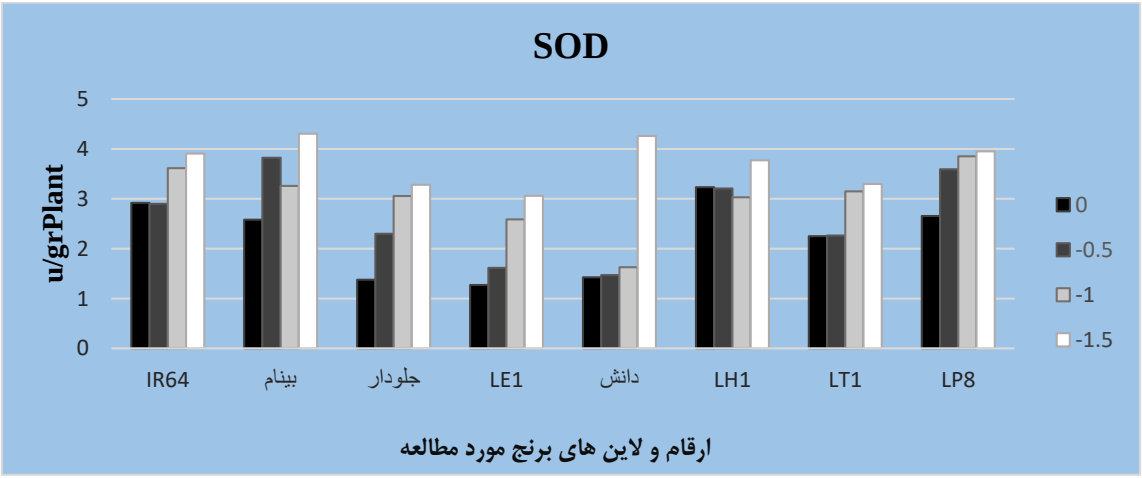
با توجه به نمودار (۲-۱)، میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در چهار سطح خشکی شامل غلظت شاهد، ۰/۵-، ۱-، و ۱/۵- بار پلی اتیلن گلیکول برای ژنوتیپ های مورد مطالعه روند متفاوتی داشته و بدین گونه است که در غلظت شاهد بیشترین میزان فعالیت آنزیم را ژنوتیپ دانش (۶۸/۰۹) به خود اختصاص داد به طوری که میزان فعالیت این آنزیم در غلظت شاهد (صفر) از شاهد متحمل بینام (۳۶/۹۷) نیز بیشتر بوده است و کمترین میزان فعالیت آنزیم مربوط به ژنوتیپ LE1 (۳۸/۳۶) می باشد. در غلظت ۰/۵- بار PEG بیشترین میزان فعالیت آنزیم مربوط به ژنوتیپ دانش (۱۰۷/۷۶) می باشد و کمترین میزان فعالیت این آنزیم به ژنوتیپ LT1 (۲۷/۱۳) تعلق دارد. همچنین در غلظت ۱- بار PEG بیشترین مقدار آنزیم APX مربوط به ژنوتیپ دانش (۱۲۰/۲۱) می باشد بطوریکه میزان فعالیت این آنزیم در غلظت ۱- بار PEG از شاهد متحمل بینام (۲۶/۳۷) بیشتر بوده است و کمترین میزان فعالیت آنزیم را ژنوتیپ LT1 (۲۸/۴۲) دارا بود. بیشترین فعالیت این آنزیم در غلظت ۱/۵- بار PEG بعد از ژنوتیپ بینام (۱۶۱/۳۱) که شاهد متحمل به خشکی است مربوط به ژنوتیپ دانش (۱۳۲/۹۱) می باشد، کمترین میزان فعالیت مربوط به ژنوتیپ LP8 (۷۷/۰۶) می باشد. روند فعالیت این آنزیم در ارقام مورد بررسی افزایشی پیدا کرده است و این افزایش در ارقام متحمل بیشتر از ارقام حساس بوده است. این روند افزایشی میزان فعالیت آنزیم APX نشان از مؤثر بودن این آنزیم در مواجهه با تنش خشکی است. تغییرات در میزان فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان علاوه بر تغییرات یونی و تنظیم کننده های اسمزی می تواند. به عنوان یکی از موارد تاثیر گذار تنش خشکی بر گیاهان در نظر گرفته شود. بسته به میزان حساسیت گونه گیاهی، مرحله رشد، شدت و مدت تنفس، غلظت و فعالیت این آنزیم ها تغییر خواهند کرد ( نوکتر و فویر، ۱۹۹۸).

**نمودار(۲-۱)روند فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در ژنوتیپ های مورد مطالعه**



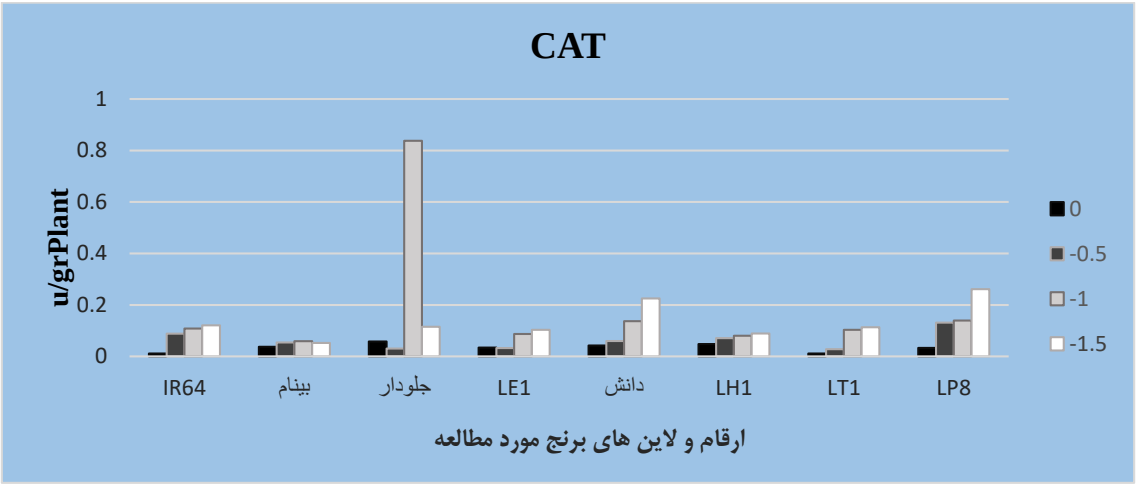

روند تغییرات آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز ( نمودار۳-۱)، در چهار سطح خشکی در ژنوتیپ های مورد مطالعه بدین گونه است که در غلظت شاهد (صفر) بیشترین میزان را ژنوتیپ LH1 (۳/۲۳) را به خود اختصاص داده و کمترین میزان فعالیت آنزیم مربوط به ژنوتیپ LE1 (۱/۲۷) می باشد. در غلظت ۰/۵- بار PEG بیشترین میزان فعالیت این آنزیم بعد از ژنوتیپ بینام (۳/۸۲) که شاهد متحمل به خشکی است به ژنوتیپ LP8 (۳/۵۹) تعلق دارد و کمترین میزان فعالیت در غلظت ۰/۵- بار PEG به ژنوتیپ LP8 (۱/۴۷) تعلق دارد. همچنین در غلظت ۱- بار PEG بیشترین میزان فعالیت آنزیم SOD مربوط به ژنوتیپ LP8 (۳/۸۵) می باشد و کمترین میزان فعالیت آنزیم SOD را ژنوتیپ دانش (۱/۶۲) دارا بود. در غلظت ۱/۵- بار PEG بیشترین میزان فعالیت این آنزیم بعد از شاهد متحمل بینام (۴/۳۰)، متعلق به ژنوتیپ دانش (۴/۲۵) می باشد و بعد از آن ژنوتیپ LP8 (۳/۹۵) در رتبه بعدی قرار گرفت و همچنین کمترین میزان آنزیم مربوط به ژنوتیپ جلودار (۳/۲۸) می باشد. با افزایش خشکی و افزایش سن گیاه مقدار آنزیم افزایش معنی داری نشان می دهد (آدامیس و همکاران، ۲۰۰۴). افزایش فعالیت SOD نشان دهنده افزایش تولید سوپراکسید دیسموتاز در گیاه است. طی مطالعه ای که در دو ژنوتیپ متحمل و حساس به شوری در ذرت توسط (آندره و همکاران، ۲۰۰۶)، انجام شد. به این نتیجه دست یافتند که فعالیت SOD در هر دو ژنوتیپ روز دهم افزایش یافته سپس تا روز ۲۵ تقریبا ثابت باقی مانده است. ظرفیت و توانایی فعالیت آنتی اکسیدان ها تحت شرایط تنش که می تواند از آسیب تنش خشکی جلوگیری کند به مقاومت گیاه بستگی دارد، چرا که فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی در گیاهان نشان دهنده مقاومت گیاهان در برابر تنش های مختلف است.

**نمودار۳-۱ روند فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز در ژنوتیپ های مورد مطالعه**




به طور کلی روند تغییرات آنزیم کاتالاز در چهار سطح خشکی در ژنوتیپ های مورد مطالعه بدین گونه است که در غلظت شاهد (صفر) ژنوتیپ LH1 و ژنوتیپ دانش به ترتیب با مقادیر (۰/۰۴۸) و (۰/۰۴۲) بیشترین میزان فعالیت را به خود اختصاص داده اند و کمترین میزان فعالیت آنزیم در این غلظت به مقدار (۰/۰۳) مربوط به ژنوتیپ LT1 می باشد. در غلظت ۰/۵- بار PEG بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز را ژنوتیپ LP8 (۰/۱۳۱) به خود اختصاص داده و کمترین میزان فعالیت آنزیم (۰/۰۲۸)، مربوط به ژنوتیپ LT1 می باشد. همچنین در غلظت ۱- بار PEG بیشترین میزان فعالیت آنزیم CAT مربوط به ژنوتیپ جلودار وLP8 به ترتیب با مقادیر (۰/۸۳۷) و (۰/۱۳۶) می باشد و کمترین میزان فعالیت این آنزیم بعد از بینام (۰/۰۵۹) که شاهد متحمل است به ژنوتیپ LH1 (۰/۰۸۰) تعلق دارد. بیشترین مقدار فعالیت این آنزیم در غلظت ۱/۵- بار PEG مربوط به ژنوتیپ ژنوتیپ LP8 (۰/۲۶۱)می باشد و کمترین میزان فعالیت این آنزیم در غلظت ۱/۵- بار PEG مربوط به ژنوتیپLH1 بوده است. فعالیت آنزیم کاتالاز پس از اعمال غلظت های مختلف خشکی روند افزایشی داشته که نشان دهنده ی مقابله گیاه با تنش وارده و تلاش برای ایجاد تطابق با شرایط محیطی می باشد. روند افزایشی آنزیم کاتالاز تحت تنش می تواند نشان دهنده ی آمادگی این ژنوتیپ ها در برابر تنش خشکی باشد.

**نمودار٤-١ روند فعالیت آنزیم کاتالاز در ژنوتیپ های مورد مطالعه**




(لیو و همکاران، ۲۰۰۹)، بیان داشتند که فعالیت آنزیم هایی همچون کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز تحت تنش شوری افزایش می یابد و یک همبستگی بین میزان این آنزیم ها و استرس شوری وجود دارد. افزایش فعالیت کاتالاز می تواند به عنوان یک راهکار موثر در بالا بردن مقاومت برنج به تنش شوری باشد (وایدیاناتان و همکاران، ۲۰۰۳) که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. مقایسه نتایج حاصل از بررسی های آنزیمی در مرحله گیاهچه ای نشان داد که در مرحله آنزیمی با افزایش تنش خشکی، ارقامی که نسبت به تنش خشکی متحمل تر بودند، میزان فعالیت آنزیمی بالاتری نسبت به ارقام متحمل دارا بودند با توجه به نتایج بدست آمده از عملکرد چهار آنزیم مورد بررسی در شرایط غلظت های مختلف تنش خشکی از آنجا که ژنوتیپ های، LP8 و دانش در مرحله ی گیاهچه ای ،مقاومت خوبی به تنش پلی اتیلن گلیکول در سطوح خشکی نشان دادند، بنابراین در پژوهش های آتی استفاده از این دو ژنوتیپ به عنوان ژنوتیپ های متحمل به خشکی پیشنهاد می شود.

## منابع

اسفندیاری، ع.،محبوب، س.و شکاری، ف (۱۳۸۷). اثرات مخرب انواع اکسیژن فعال، مکانیسم های محافظتی گیاه و ضرورت توجه به آن ها.مقالات کلیدی دهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران کرج،۱-۲۲.

تولی ر.، ع اعلمی.، ح. صبوری و ع.صبوری.(۱۳۹۴). بررسی تنوع آللی و هاپلوتایپی نشانگر های ریز ماهواره پیوسته به QTL بزرگ اثر کنترل کننده تحمل به خشکی در کروموزوم شماره نه برنج. مجله تحقیقات غلات، ۵(۲۹): ۱۱۹-۱۰۷.

صفایی چایی کار ص.، ب ربیعی.، ح سمیع زاده. وم اصفهانی. (۱۳۸۶). ارزیابی تحمل ژنوتیپ های برنج (*oryza sativa* L.) به تنش خشکی انتهای فصل. مجله علوم زراعی ایران. ۹(۴):۳۱۵-۳۳۱.

*Aebi H .1984. catalase in vitro. Method Enzymol 105:121-126.*

*Adamis P.D., pereiva M.D., De Mesquita J.F., pinto M.L.C.C., panek A.D. and Eleutherio E.C.2004. The effect of superoxide dismutase deficieney on cadmium stress. Journal of biochemical and molecular toxicology. 18(1): 12-17.*

*Beauchamp, C., Fridovich, I., 1971. Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. Analytical biochemistry 44:, 276–287.*

*Bor, M., O.. zdemir, F., and Tu..rkan, I.,. ۲۰۰۳. The effect of alt stre on lipid peroxidation and antioxidants in leaves of suger beet Beta vulgaris L. and wild beet Beta maritime L. plant Sci. 164: 77-84.*

*Foyer C.H. and Noctor G.2005. Oxidant and antioxidant signaling in plants: are-evaluation of the cincept oxidative stress in a physiological context.Plant Cell. And Environment. 28:1056-1071.*

*Chanes B. and Mahely A.C.1996. Assay of catalase and peroxidase. In Colowick, S.P. and N.D. Kaplan (eds.) Methods in enzymology. Academic press. New York. 2:764-791.*

*Kuk Y.I., Shin J.S., Burgos N.R., Hwang T.E.,Han O., Cho B.H., Jung S. and Guh J.O. 2003. Antioxidative Enzyme Offer Protection from Chihing Damage in Rice Plants. Crop Science Society of America 43:2109-2117.*

*Liu Z.J., Zhang X.L., Bai J.G., Suo B.X., Xu P.L. and Wang L.2009. Exogenous paraquat changes antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation in drought-stresed cucumber leaves. Scientia Horticulturae (Amsterdam) 121(2):138-143.*

*Moradi, F . and Ismail, A.,2007. Responses of photosynthesis chlirophyll fluorescence and Ros scarenging system to salt stress daring seeding and reproductive stages in rise. Annals of Botany. 99:1161-1173.*

*Nakano Y. and Asada k.1987. Purification of ascorbate peroxidase in spinach chloroplasts: its inactivation in ascirbate-depleted medium and reactivation by monodehydroascorbateradical. Plant and cell physiology. 28(1):131-140.*

*Rahman Z. A., Ramli A., Hosni H., Kamaruzaman R., Seman Z.A.,Othman A.N.,Zainal Z., Uddain J. and Subramaniam S. 2015. Efficent plant regeneration of Malaysian aromatic rice through somatic embryogenesis. Emirates Journal of Food and Agriculture, 27 (11):857-863.*

*Yoshida, S., D.A. Forno and J.H. Cock.( 1976). Laboratory manual for physiological studies of rice. 3th edn. Los Banos, Laguna, Philippines, 83 pp.*

*Vaidyanathan, h., Sivakumar, P., Chakrabarty, R. And Tomas,G.2003. Scavenging of reactive oxygen species in NaCl-stressed rice differential response in salt-tolerant and sensitive varieties Plant Sci., 165:1411-1418.*

# The effect of drought stress on the activity of antioxidant enzymes in rice genotypes (*Oriza sativa* L.)

Seyedeh Vida Heidar Gholizadeh Hassankola[1], Nad Ali Bagheri [2], Nad Ali Babaian Jalodar[3], Seyed Kamal Kazemitabar [4]

1.Master Student of Biotechnology, Sari University Agricultural of Sciences and Natural Resources University (SANRU),

Heydargholizadeh.vida@gmail.com

2. Associate Professor, Department of Biotechnology, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

3.Professor of Biotechnology, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

4. Associate Professor, Department of Biotechnology, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

## Abstract

Rice (*Oryza sativa* L.) is the most important crop in the world after wheat, and typically provides half of the calories consumed in Asian countries. Most rice growing areas in Asia are often threatened by severe inanimate stresses, the most common of which is drought. The aim of this study was to investigate the changes in antioxidant enzymes in a number of rice genotypes under drought stress. In order to investigate the biochemical activity of rice plant, 6 rice genotypes with two tolerant cultivars (Binam) and (IR64) as a control in seedling stage under drought stress were tested by split plots in a completely randomized design with 3 replications and 4 levels. Drought caused by PEG6000 including zero level (as a control) osmotic potential, -0.5, 1- and -1.5 loads and data were statistically analyzed. The results of analysis of variance showed that genotype, drought stress and the interaction between genotype and drought stress had a significant effect on the properties of catalase, guaiacol peroxidase, ascorbate peroxidase and superoxide dismutase. Comparison of the results of enzymatic studies in seedling stage showed that with increasing drought stress, cultivars that were more tolerant of drought stress had higher enzymatic activity than susceptible cultivars and LP8 genotypes and Danesh in seedling stage of the evaluated traits showed good resistance to stress of polyethylene glycol on dry surfaces.

**Keywords:** Drought stress, Rice, Antioxidant enzymes, Superoxide dismutase, Catalase