مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۴، شماره ۲، ۱۳۹۲ (۱۸۹-۱۸۱)

نقش پرایمینگ در روند مصرف مواد ذخیره‌ای و جوانه‌زنی بذر چاودار کوهی (*Secale montanum*) تحت تنش شوری

رضا توکل افشاری[1*]، امید انصاری[2]، فرزاد شریف زاده[3] و علی شایان فر[4]
۱، استاد، ۲و ۴، دانشجویان کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، ۳، دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات،
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۳ - تاریخ تصویب: ۹۱/۱۲/۱)

چکیده

درصد جوانه زنی پایین و استقرار گیاهچه از مشکلات اساسی در مناطق شور می‌باشند. امروزه تکنیک پیش‌تیمار بذر به عنوان عامل بهبود دهنده‌ی جوانه‌زنی و استقرار تحت تنش‌های محیطی معرفی شده است. این تحقیق به منظور بررسی تاثیر پرایمینگ بذر با جیبرلین (۲۵ پی پی ام) ، کلریدسدیم (۱۵- بار) و آب بر جوانه‌زنی و مصرف مواد ذخیره‌ای بذر چاودار کوهی در شرایط تنش شوری انجام شد. تیمارها شامل ۵ سطح تنش شوری (صفر، ۴-، ۸-، ۱۲- و ۱۶- بار) و ۴ سطح (بذرهای تیمار شده و شاهد) با ۳ تکرار بودند. نتایج نشان داد که ا افزایش تنش شوری مولفه‌های جوانه‌زنی شامل درصدجوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، متوسط مدت زمان جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه، وزن مواد مصرف شده بذر، بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر و درصد کاهش مواد ذخیره‌ای بذر کاهش یافت. اما میزان این کاهش برای بذر-های تیمار شده کمتر بود. بیشترین درصد جوانه زنی از پرایمینگ بذر با آب و کلرید سدیم (۸۵/۳ ٪) بدست آمد. بیشترین شاخص جوانه‌زنی (۴۲/۲) و کمترین متوسط مدت زمان جوانه زنی (۱/۰۲) مربوط به تیمار با آب در شرایط بدون تنش بود. ولی در سطوح بالاتر تنش شوری، بیشترین درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی و کمترین متوسط مدت زمان جوانه‌زنی از پرایمینگ با جیبرلیک اسید به دست آمد. در تمام سطوح شوری اعمال شده بالاترین وزن مواد مصرف شده بذر از پرایمینگ کلرید سدیم بدست آمد. بیشترین بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر از بذرهای شاهد در پتانسیل ۸- بار و بیشترین وزن خشک گیاه‌چه و درصد کاهش مواد ذخیره‌ای بذر در شرایط بدون تنش از پرایمینگ با کلریدسدیم بدست آمد. همچنین پرایمینگ بذر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربیک پروکسیداز و گلوتاتیون پروکسیداز را در مقایسه با بذر شاهد در طی جوانه‌زنی افزایش می دهد. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که پیش‌تیمار بذر باعث بهبود مولفه‌های جوانه‌زنی چاودار کوهی در شرایط تنش شوری می‌شود و مقاومت گیاه چاودار کوهی را در مقابل تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی افزایش می‌دهد.

واژه ها ی کلیدی: **چاودار کوهی، پرایمینگ بذر، آنزیم، تنش شوری، شاخص های جوانه زنی**

مقدمه

چاودار کوهی با نام علمی (*Secalen montane*) از تیره گندمیان چند ساله و پایا است و معمـــولا در دامنه‌های کوهستانی و سطح وسیعی از مناطق کشور شامل اطراف دریای خزر و سلسله جبال البرز و زاگرس می‌روید. (Sehat-neyaki, 1997). چاودار کوهی در طول زمستان به حالت روزت بوده و در خواب بسر می‌برد و در اواخر زمستان و اوائل بهار فعالیت خود را آغاز می‌نماید. این گیاه دگرگشن بوده و مقاوم‌ترین غله نسبت به سرما است. این گیاه به عنوان یک غله انتخاب بسیار مناسبی

* نویسنده مسئول: رضا توکل افشاری تلفن: ۰۹۱۵۱۸۲۶۲۰۹ E-mail: tavakkol@ut.ac.ir

از گیاهان پوششی زمستانه است بدلیل اینکه سریع رشد نموده و سطح خاک را می‌پوشاند این امر موجب حفظ خاک می‌گردد و دارای ریشه‌ای عمیق است که در زراعت‌های یکساله از متراکم شدن وفشرده شدن خاک جلوگیری می‌کند. سیستم ریشه‌ای قوی و وسیع چاودار موجب جذب عناصر غذایی از اعماق پروفیل خاک می‌گردد ودر زراعت‌های بدون شخم موجب کنترل علف هرز نیز می‌گردد. چاودار به آب و هوای نامساعد و خاک‌های فقیر و غیر حاصلخیز و شنی سازگاری نشان می‌دهد. ویژگیهای بسیار خوبی که این گیاه را برای مراتع سازگار نموده است عبارت است: ۱) زادآوری خوب گیاه در مناطق مرتعی ۲) مقاومت گیاه نسبت به خشکی طولانی به نحوی که در مقایسه با آگروپایرون هم بسیار مطلوبتر است ۳) خوشخوراکی این گیاه در مقایسه با گراسهای هم سطح آن بسیار خوب بوده است و ۴) سازگاری گیاه با مناطق معتدل و سرد کوهستانی (Anaya, 1999). جوانه‌زنی به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی به ویژه دما و رطوبت خاک قرار می‌گیرد (Soltani et al., 2006; Seefeldt et al., 2002). در طبیعت گیاهان در برابر نوسانات محیطی مختلفی از جمله خشکی و شوری قرار دارند که رشد آنها را محدود می‌کند (Bohnert et al., 1997). شوری یکی از تنش‌های محیطی شایع در جهان می‌باشد که سبب کاهش محصولات کشاورزی در جهان می‌شود (Penuelas et al., 1997). سطح کلی خاک‌های شور ایران حدود ۲۵ میلیون هکتار است. گیاهان در محیط شور با ۲ عامل، املاح زیاد در خاک و کمبود آب در گیاه مواجه می‌باشند (Abdolazadeh, 1998). شوری سبب کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی در اکثر گیاهان می‌شود (Soltani et al., 2006; Patade et al., 2011). جوانه‌زنی و مراحل اولیه رشد گیاه از لحاظ استقرار گیاه در شرایط شور جزء مراحل بحرانی رشد گیاه می‌باشند (Khan & Gulzar, 2003). اولین اثر شوری بر رشد گیاهان عدم یکنواختی در جوانه‌زنی و سبز شدن بذر است (Grieve et al., 1992). پرایمینگ بذر یک استراتژی متداول برای افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن بذر تحت شرایط نامساعد محیطی می‌باشد. تحت شرایط نامساعد استفاده از پیش‌تیمار بذرها با استفاده از محلول‌های نمکی، پتانسیل‌های متفاوت اسمزی، استفاده از هورمون‌ها و هیدرو پرایمینگ می‌تواند مقاومت در برابر تنش شوری، در گیاهان را افزایش دهد (Patade et al., 2011; Iqbal & Ashraf, 2007; Guzman & Olave, 2004). پیش-تیمار بذر با آب و محلول‌های نمکی در گیاهان مختلف سبب افزایش درصد جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی در شرایط تنش می‌شود (Ashraf & Rauf, 2001; Ansari et al., 2012). تنش‌های محیطی علاوه بر اینکه سبب کاهش در شاخص های جوانه‌زنی می‌شوند، در روند مصرف مواد ذخیره‌ای و کاهش در وزن خشک گیاه‌چه نیز اثر گذار است (Soltani et al., 2006; Ansari et al., 2012). اثر پیش‌تیمارهای مختلف بر روی بذر چاودار کوهی تحت شرایط تنش خشکی نشان داد که استفاده از روش‌های مختلف پرایمینگ علاوه بر افزایش در شاخص‌های جوانه‌زنی سبب افزایش در مصرف مواد ذخیره‌ای بذر می شود (Ansari et al., 2012). میزان تجمع انواع فعال اکسیژن در زمان جوانه‌زنی بوسیله میزان تولید و آزاد شدن گونه‌های اکسیژن فعال همچنین فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانت تعیین می‌شود که تعادل بین انواع فعال اکسیژن و فعالیت سیستم آنتی اکسیدانتی تعیین کننده میزان خسارت وارده است. سیستم آنتی‌اکسیدانتی شامل آنزیم‌ها و متابولیت‌های آنتی‌اکسدانت باعث حذف انواع فعال اکسیژن می‌شوند. متابولیت‌های آنتی‌اکسدانت مانند اسید آسکوربیک ، گلوتاتیون، ویتامین E و دیگر ترکیبات است که به ویژه در بذرهای خشک نقش بیشتری دارند (Bailly, 2004). آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون ریداکتاز و سایر آنزیم ها باعث حذف و غیر فعال شدن انواع فعال اکسیژن می‌شوند (Bailly, 2004; McDonald, 1999). پرایمینگ باعث افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت از قبیل گلوتاتیون و آسکوربات در بذر می‌گردد که این آنزیم‌ها فعالیت پراکسیداسیون‌لیپید را در طی جوانه‌زنی کاهش می‌دهند و در نتیجه باعث افزایش درصد جوانه‌زنی می‌شوند (Hus & Sung, 1997). اگرچه تحقیقات زیادی بر روی گیاهان مختلف در رابطه با اثر تنش شوری بر شاخص های جوانه‌زنی انجام شده است، اما در مورد چاودار کوهی تحقیقات

زیادی انجام نشده است. به همین منظور این آزمایش برای بررسی اثر روش‌های مختلف پرایمیگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی، مصرف مواد ذخیره‌ای بذر و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت بذر چاودار کوهی (*Secale montanum*) تحت شرایط تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۱ در آزمایشگاه بذر گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار به اجرا درآمد. بذرها از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اراک تهیه شد. فاکتورهای آزمایش شامل سطوح مختلف تنش شوری با پتانسیل‌های صفر، ۴-، ۸-، ۱۲- و ۱۶- بار و تیمارهای مختلف (اسید جیبرلیک ، کلریدسدیم و آب مقطر و شاهد بدون پیش‌تیمار) بود. ابتدا بذرها با اسید جیبرلیک ، کلریدسدیم و آب پرایم شدند. تیمارهای پرایمینگ شامل جیبرلین ۲۵ قسمت در یک لیتر (پی پی ام) به مدت ۱۵ ساعت در دمای ۱۵ درجه سانتی-گراد، محلول کلرید سدیم با فشار اسمزی ۱۵- بار در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت و پیش-تیمار با آب در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ ساعت بودند (آب مقطر به پتری‌های حاوی بذر اضافه شد و سپس بذرها در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند). بعد از مدت زمان‌های مشخص شده بذرها با آب مقطر شستشو شدند. بذرهای تیمار شده در دمای اتاق قرار گرفتند تا رطوبتشان به رطوبت اولیه بذر (۸/۵ درصد) برسند. یعد از خشک شدن، بذرهای تیمار شده و بذر شاهد (بدون پرایم) در ابتدا با محلول هیپوکلرید-سدیم به مدت ۲ دقیقه ضدعفونی سطحی شدند و سپس با آب مقطر شستشو شدند و تعداد ۵۰ بذر به پتری‌دیش‌های شیشه ای با قطر ۱۰ سانتی متر حاوی محلول‌های نمکی منتقل شدند. تست جوانه‌زنی استاندارد در ۳ تکرار در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷ روز انجام شد (Ansari et al., 2012). بذرها به صورت روزانه شمارش و تعداد بذرهای جوانه زده ثبت شدند و در پایان روز هفتم درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی (Patade et al., 2012)، متوسط زمان جوانه‌زنی (Nicholas & Hedecker, 1998)، وزن خشک گیاه‌چه، وزن مواد مصرف شده بذر، بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر و درصد کاهش مواد ذخیره‌ای بذر با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند (Soltani et al., 2006, Ansari et al., 2012).

وزن خشک بذر باقی مانده بعد از جوانه زنی - وزن خشک اولیه بذر = وزن مواد مصرف شده بذر

وزن خشک گیاه‌چه / وزن مواد مصرف شده بذر = درصد کاهش مواد ذخیره ای بذر

وزن مواد مصرف شده بذر / وزن خشک گیاه‌چه = بازده استفاده از مواد ذخیره ای بذر

سنجش آنزیمی

به منظور تعیین فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت کلیه نمونه‌های بذری شامل بذر تیمار شده و بذر شاهد بعد از اعمال پیش‌تیمارها و قبل از جوانه‌زنی در نیتروژن مایع منجمد شدند و تا زمان اندازه‌گیری در دمای ۸۰- نگهداری شدند. به منظور اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات پروکسیداز و گلوتاتیون پروکسیداز ۰/۳ گرم نمونه در هاون چینی به وسیله ازت مایع کاملا پودر شد و سپس ۳ میلی لیتر بافر تریس به آن اضافه شد. سپس محلول به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۱۳۰۰۰ دور در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد بعد از آن محلول رو شناور برای اندازه گیری فعالیت آنزیم استفاده شد. فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات پروکسیداز و گلوتاتیون پروکسیداز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به روش اسپکتوفتومتری و به ترتیب با روش‌های Janda et al. (1999)، Johnson & Al et al. (1999) و Cunningham (1972) اندازه‌گیری شدند.

تجزیه‌های آماری با نرم افزار MSTAT-C انجام شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (دانکن) با یکدیگر مقایسه شدند. نمودارها توسط نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۱) که تیمارهای مختلف و تنش شوری به طور معنی‌داری بر صفات مورد ارزیابی (درصد جوانه‌زنی، شاخص‌جوانه‌زنی، متوسط

زمان جوانه‌زنی، وزن خشک گیاه‌چه، وزن مواد مصرف شده بذر، بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر و درصد کاهش مواد ذخیره‌ای بذر) تاثیر داشته و اثرات متقابل تیمار و شوری نیز سبب ایجاد تفاوت معنی‌دار در صفات مختلف شد (در سطح احتمال یک درصد) (شکل ۱). در بسیاری از گیاهان نیز نشان داده شده است که تنش شوری سبب کاهش معنی‌داری در شاخص‌های جوانه‌زنی می‌شود (Patade et al., 2011; Iqbal & Ashraf, 2007).

جدول ۱- تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی بذرهای پیش‌تیمار شده چاودار کوهی تحت شرایط تنش شوری

منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	شاخص جوانه-زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	وزن مواد مصرف شده بذر	درصد کاهش مواد ذخیره‌ای بذر	بازده استفاده از مواد ذخیره ای‌بذر	وزن مواد خشک
تیمار	۳	۹۵۰/۱**	۲۳۵/۷۸**	۱/۰۱**	۰/۰۰۰۰۱۷**	۳/۶**	۰/۰۶۱**	۰/۰۰۰۰۰۳۳**
شوری (بار)	۴	۵۵۴/۵۴**	۲۵۷۴/۸۶**	۱۹/۴۲**	۰/۰۰۰۰۶**	۳۵/۶۸**	۰/۰۱۸**	۰/۰۰۰۰۲۳**
تیمار × شوری	۱۲	۷۰/۲۳**	۸/۰۸**	۱۷**	۰/۰۰۰۰۰۰۳۱**	۱/۱۳**	۰/۰۲**	۰/۰۰۰۰۰۰۲۸**
خطای آزمایشی	۴۰	۱۷/۶۹	۲/۲۳	۰/۰۲	۰/۰۰۰۰۰۰۴۴	۰/۱۷	۰/۰۱	۰/۰۰۰۰۰۰۰۷
ضریب تغییرات (٪)	-	۷/۲	۶/۶۵	۶/۰۹	۹/۴۹	۱۹/۷۲	۱۵/۲	۶/۹۳

**،* و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح یک، پنج و عدم معنی‌داری

با افزایش تنش شوری درصد جوانه‌زنی در بذرهای تیمار شده و شاهد کاهش یافت و این کاهش در بذرهای شاهد بیشتر از بذرهای تیمار شده بود (جدول ۲). پیش‌تیمارهای اعمال شده سبب افزایش درصد جوانه‌زنی، شاخص‌جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی در مقایسه با شاهد شدند (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر روش‌های مختلف پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی چاودار کوهی تحت شرایط تنش شوری

تیمار	شوری (بار)	درصد جوانه زنی	شاخص جوانه زنی	متوسط زمان جوانه زنی (روز)
شاهد	۰	۸۳/۳ab	۳۶/۶b	۱/۲g
	-۴	۶۶/۷c	۲۷/۷c	۱/۴g
	-۸	۴۲/۰d	۹/۵۶f	۲/۸de
	-۱۲	۳۷/۳d	۵/۸hi	۳/۶bc
	-۱۶	۳۰/۷d	۳/۲۸i	۴/۷a
هیدروپرایم	۰	۸۵/۳a	۴۲/۲a	۱/۰g
	-۴	۸۳/۳ab	۴۰/۰۵ab	۱/۱g
	-۸	۸۰/۰abc	۱۹/۲d	۲/۱d
	-۱۲	۷۶/۰abc	۱۳/۴ef	۳/۰d
	-۱۶	۶۷/۳c	۹/۴fgh	۳/۷bc
هالوپرایم ۱۵- بار (NaCl)	۰	۸۵/۳a	۳۷/۴ab	۱/۲g
	-۴	۸۳/۳ab	۳۹/۹ab	۱/۲g
	-۸	۷۰/۷abc	۱۸/۸e	۲/۵e
	-۱۲	۶۶/۷abc	۱۰/۰fg	۳/۴c
	-۱۶	۶۴/۰abc	۸/۳hg	۳/۹b
جیبرلین ۲۵ پی پی ام	۰	۸۳/۳ab	۴۰/۵a	۱/۰g
	-۴	۸۲/۷abc	۳۹/۴ab	۱/۱g
	-۸	۷۹/۳abc	۱۸/۶d	۲/۲f
	-۱۲	۷۲abc	۹/۶fgh	۳/۸b
	-۱۶	۶۸bc	۹/۵fgh	۳/۷bc

بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به پیش‌تیمارهای هیدرو و هالوپرایمینگ (۸۵/۳۳٪) بود (جدول ۲). بیشترین شاخص جوانه‌زنی (۴۲/۱۶) و کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی (۱/۰) مربوط به هیدروپرایمینگ در

شرایط بدون تنش بود (جدول ۲). ولی در سطوح بالاتر تنش شوری بیشترین درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی و کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی از پرایمینگ با اسید جیبرلیک بدست آمد (جدول ۲). کاهش در شاخص‌های جوانه‌زنی در اثر اعمال تنش در دیگر گیاهان نیز گزارش شده است (Soltani et al., 2006; Patade et al., 2011). دیگر محققان نیز گزارش کردند که پیش‌تیمارهای مختلف بذر سبب افزایش در شاخص‌های جوانه‌زنی می‌شود (Iqbal & Ashraf, 2007; Guzman & Olava, 2004).

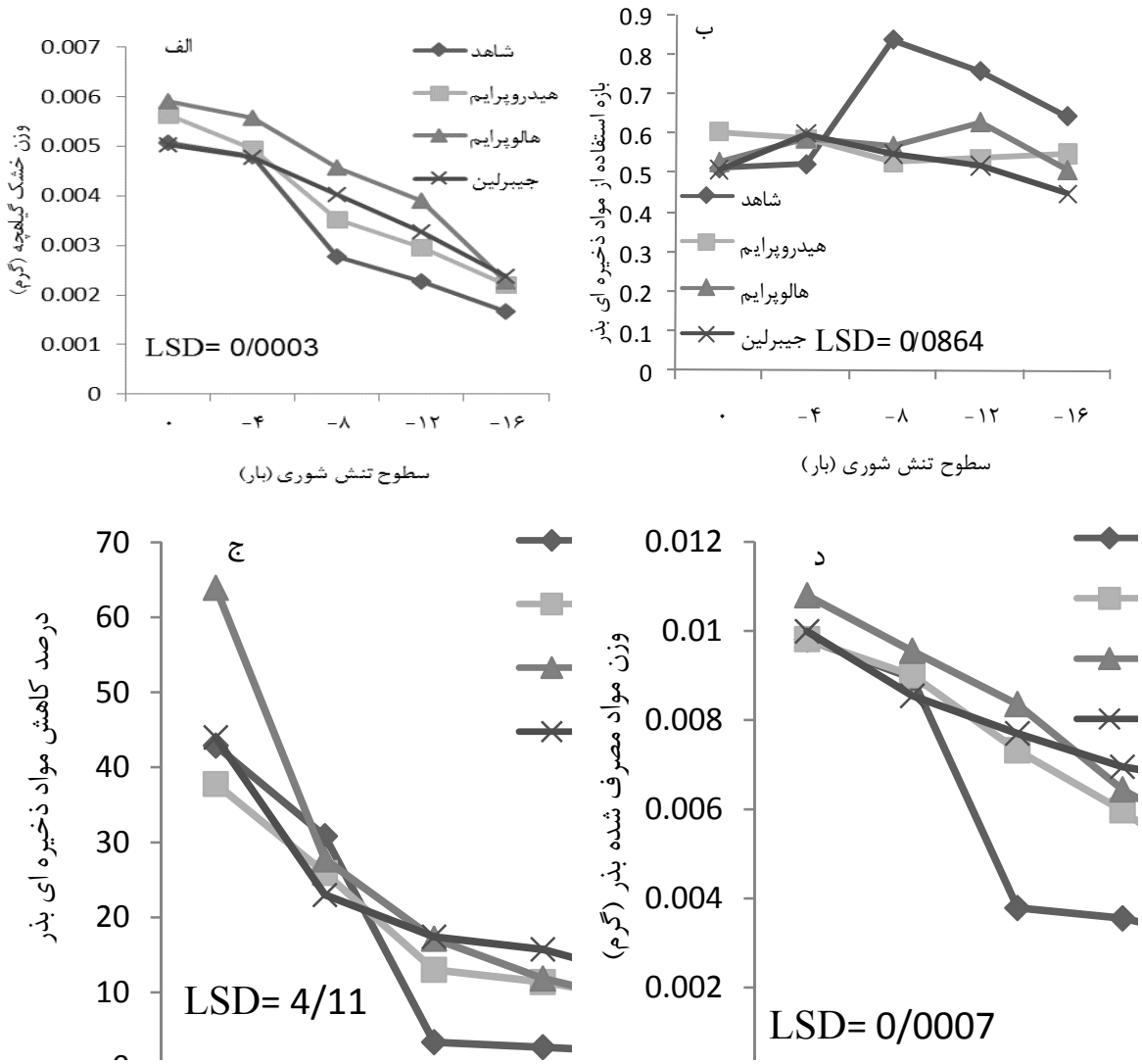
با افزایش شوری و منفی شدن پتانسیل اسمزی آب توسط نمک جذب آب برای جنین سخت‌تر می‌شود و در نتیجه با افزایش شوری افت جوانه‌زنی و بنیه بذر (ویگور بذر) را در پی دارد. محققین مختلف دریافتند که طویل شدن محور جنینی شدیدا به‌واسطه سطوح بالای کلرید-سدیم موجود در محلول آبیاری بازداشته می‌شود (Poljakoff-Mayber et al., 1994). از طرف دیگر کلریدسدیم به دلیل اثر بازدارندگی درجذب آب بوسیله بذر، پتانسیل اسمزی را افزایش می‌دهد. پرایم کردن بذر با محلول اسمتیک حاوی کلریدسدیم و کلرید-کلسیم باعث افزایش و تجمع قندها و اسیدآمینه پرولین (تنظیم کننده اسمزی) در بذر و اندامهای گیاه شده که این موضوع سبب می‌شود تا سدیم کمتر و پتاسیم و کلسیم بیشتری در بذر و ریشه ها انباشته شود. برخی مطالعات نشان می‌دهد که تعادل نسبت سدیم به کلسیم در بذرهای پرایم شده تحت سطوح شوری یکسان بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد و مقاومت در برابر تنش شوری در بذرهای پرایم شده از طریق افزایش تجمع کلسیم و پتاسیم با تنظیم اسمزی بواسطه تجمع محلولهای آلی حاصل می‌شود (Sivritepe et al., 2003; Greenway & Muns, 1980). بیشترین وزن خشک گیاهچه و درصد کاهش مواد ذخیره‌ای بذر در شرایط بدون تنش مربوط به هالوپرایمینگ بودند، ولی در بالاترین سطح تنش بهترین تیمار پرایمینگ، استفاده از جیبرلین بود (شکل ۱ الف، ج). در تمام سطوح شوری اعمال شده بالاترین وزن مواد مصرف شده بذر از تیمار هالوپرایمینگ بدست آمد (شکل ۱ د). بیشترین بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر از بذرهای شاهد در پتانسیل ۸- بار بدست آمد و با افزایش تنش شوری بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر کاهش یافت (شکل ۱ ب).

دیگر محققان نیز گزارش کردند که با افزایش تنش، شاخص‌های مربوط به مصرف مواد ذخیره‌ای بذر کاهش می‌یابد و بیشترین بازده استفاده از مواد ذخیره‌ای بذر در گندم در تنش ۰/۵ مگاپاسکال تنش شوری و برای چاودار ۰/۸ مگاپاسکال تنش خشکی بود که مشابه نتایج بدست آمده در این آزمایش با افزایش سطح تنش این شاخص کاهش یافت (Soltani et al., 2006; Ansari et al., 2012). همچنین Ansari et al. (2012) گزارش کردند که پیش‌تیمار بذر سبب افزایش در شاخص‌های مرتبط با مصرف مواد ذخیره‌ای و رشد گیاهچه چاودار کوهی می‌شود. علت برتری بذرهای پرایم شده نسبت به پرایم نشده در گونه‌های مختلف گیاهی را می‌توان چنین استنباط نمود که اولاً پیش‌تیمار بذر با توسعه فاز دو از سه فاز جوانه‌زنی یعنی از طریق کوتاه کردن مدت زمان سوخت و ساز، باعث تسریع جوانه زنی می‌شود (Nelson, 2000) و ثانیا در طی پرایمینگ بذر، سنتز پروتئین و DNA افزایش یافته و همچنین بر فسفولیپیدهای سلول غشایی در جنین تاثیر گذار می‌باشد (Bradford, 1995).

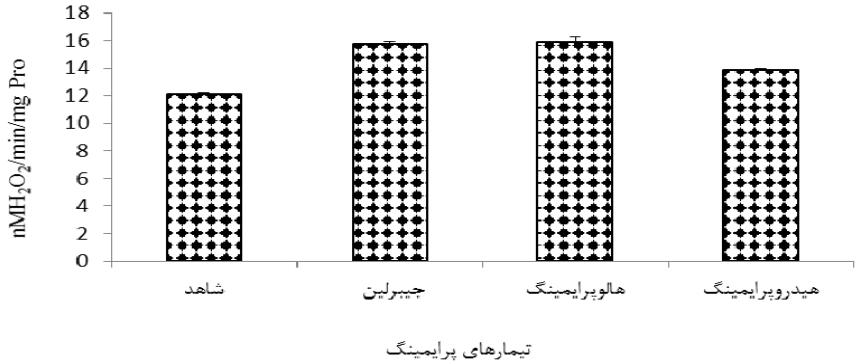
دیگر نتایج این آزمایش نشان داد که پیش‌تیمارهای مختلف سبب افزایش در فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربیک پراکسیداز در مقایسه با بذر شاهد شد (شکل ۲، ۳ و ۴). بیشترین فعالیت کاتالاز مربوط به پرایمینگ بذر با کلریدسدیم بود اما از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار بذر با جیبرلین نداشت (شکل ۲). بیشترین فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز و گلوتاتیون پراکسیداز نیز مانند کاتالاز از پیش‌تیمار بذر با کلریدسدیم بدست آمد اما از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار بذر با جیبرلین نداشت (شکل ۳ و ۴). تنش اکسیداتیو حاصل افزایش سطح رادیکال‌های آزاد اکسیژن درون سلولی است. افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت ممکن است راهی برای تحمل گیاه به تنش‌های محیطی باشد (Janda et al., 1999).

اثر پیش‌تیمارهای مختلف بذر بر افزایش فعالیت آنزیم‌ها نیز توسط دیگر محققان در گیاهان مختلف

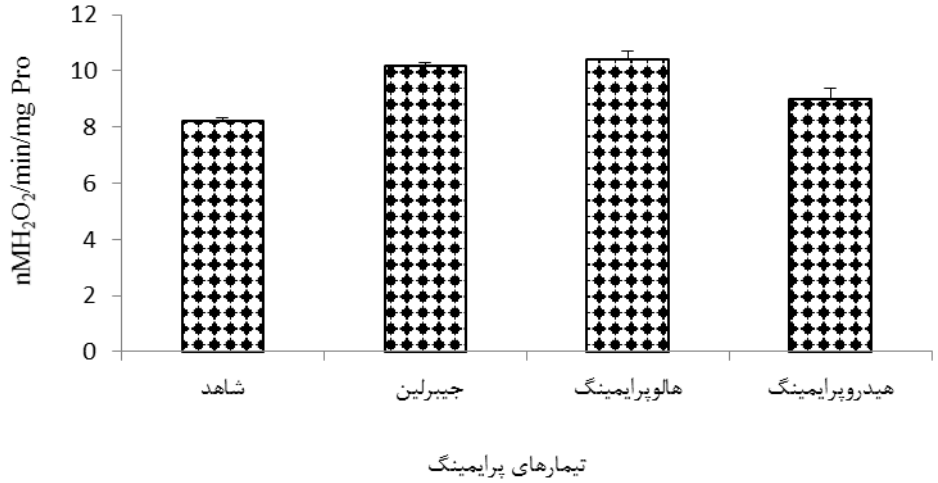
گزارش شده است و نشان داده شده است که افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت با افزایش شـــاخـص‌های جوانه‌زنی در شرایط تنش همراه است (Rouhi et al., 2012; Bailly, 2004).



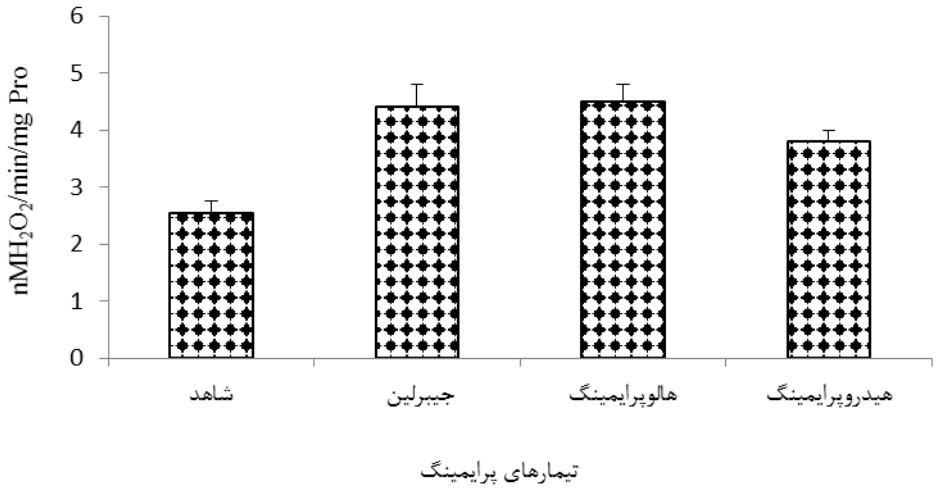
شکل ۱- اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر شاخص‌های مرتبط با مصرف مواد ذخیره‌ای بذر چاودار کوهی تحت شرایط تنش شوری



شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر چاودار کوهی بر فعالیت آنزیم کاتالاز بذر چاودار کوهی



شکل ۳- اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر چاودار کوهی بر فعالیت آنزیم آسکوربات پروکسیداز بذر چاودار کوهی



شکل ۴- اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر چاودار کوهی بر فعالیت آنزیم گلوتاتیون پروکسیداز بذر چاودار کوهی

با افزایش سطوح تنش شوری شاخص های جوانه زنی و همچنین وزن خشک گیاهچه کاهش یافت. نتایج نشان داد که کاهش در وزن خشک در پاسخ به شوری در نتیجه کاهش در وزن مواد مصرف شده در بذر و درصد کاهش در مواد ذخیره‌ای بذر می باشد. که این نتایج با گزارشات Ansari et al (2012) و Soltani et al. (2006) مطابقت دارد. همچنین کاهش در درصد جوانه زنی با کاهش در وزن مواد مصرف شده در بذر و درصد کاهش در مواد ذخیره‌ای بذر مرتبط می‌باشد. تیمارهای پرایمینگ سبب افزایش فعالیت کاتالاز، آسکوربات پروکسیداز و گلوتاتیون پروکسیداز شد. همچنین افزایش در وزن مواد مصرف شده در بذر و درصد کاهش در مواد ذخیره‌ای بذر و وزن خشک گیاهچه با پرایمینگ بذر در ارتباط است. بهبود در شاخص‌های جوانه زنی و روند مصرف مواد ذخیره‌ای بذر تحت شرایط تنش می تواند به دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌آکسیدانت در بذرهای پرایم شده در مقایسه با شاهد باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج بدست آمـده از این آزمـایش نشان داد که شاخص‌های جوانه‌زنی، شاخص‌های مرتبط با مصرف مواد ذخیره‌ای بذر و همچنین فعالیت‌های آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در بذرهای پرایم شده افزایش می‌یابد. با افزایش در سطح تنش اعمال شده شاخص‌های جوانه زنی و وزن خشک گیاه‌چه، وزن مواد مصرف شده بذر، درصد مواد ذخیره‌ای بذر نیز کاهش یافتند. کاهش در درصد جوانه‌زنی و کاهش در وزن خشک گیاه‌چه می تواند مرتبط با کاهش در وزن مواد مصرف شده بذر، و درصد کاهش مواد ذخیره‌ای باشنـد. تیمـار بذر با

کلریدسدیم بیشترین اثر را بر شاخص‌های جوانه‌زنی دارد. تیمار بذر با کلریدسدیم در شرایط بدون تنش و تیمار بذر با جیبرلین در پتانسل ۱۶- بار بیشترین اثر را بر روی روند مصرف مواد ذخیره‌ای داشت. در بذرهای پرایم شده فعالیت آنزیم‌ها افزایش یافت که این افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت شاید دلیلی بر برتری بذرهای پرایم شده در شرایط تنش شوری باشد.

REFERENCES

1. Abdolzadeh, A., Kazuto, S. & Chiba. K. (1998). Effect of salinity on growth and ion content in *Lolium multiflorum, L. perenne* and *Festuca arundinacea*. *J. Jap. Soc. Reveget. Tech,* 23, 161- 169.
2. Al, A., Bestwerk, C. S., Barna, B. & Mansfield, J. W. (1995). Enzyme regulation the accumulation of active oxygen species during the hypersensitive reaction of bean to *Pseudomonas syringae pv. phaseolicola*. *Planta,* 197, 240- 249.
3. Anaya, A. L. (1999). Allelopathy as a tool in the management of biotic resources in agroecosystem. *Critical Rev. Plant Science,* 18, 697- 739.
4. Ansari, O., Choghazardi, H. R., Sharif Zadeh, F. & Nazarli, H. (2012). Seed reserve utilization and seedling growth of treated seeds of mountain rye (*Secale montanum*) as affected by drought stress. *Cercetări Agronomice în Moldova*, 2 (150), 43-48.
5. Ashraf, M. & Rauf, H. (2001). Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays L.*) through seed priming with chloride salts: growth and ion transport at early growth stages, *Acta Physiologiae Plantarum*, 23, 407 414.
6. Bailly, C. (2004). Active oxygen species and antioxidants in seed biology. *Seed Science Research*, 14, 93- 107.
7. Bohnert, H. J., Nelson, D. E. & Jensen, R. G. (1995). Adaptation to environmental stresses. *Plant Cell,* 7, 1099- 1111.
8. Bradford, K. J. (1995). Water relation in seed germination. In: J. Kigel and G. Galili (eds), Seed development and germination. *Marcel Dekker*. pp: 351- 396.
9. Greenway, H. & Muns. R. (1980). Mechanism of salt tplerance of non-halophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, 31, 149- 190.
10. Grieve, C. M., Lesch, S., Francois, L. E. & Maas, E. W. (1992). Analysis of main-apike yield components in salt-stressed wheat. *Crop Science,* 32, 697- 703.
11. Guzman, M. & Olave, J. (2004). Effect of N-form and saline priming on germination and vegetative growth of Galia-type melon (*Cucmis melol*. Cv. Primal) under salinity. *Acta Horticultural*, 659, 253-260.
12. Hus, J. L. & Sung, J. M. (1997). Antioxidant role of glutathione associated with accelerated aging and hydration of triploid Waremelon seeds. *Physiological plantrum*, 100, 967- 974.
13. Iqbal, M. & Ashraf, M. (2007). Seed treatment with auxins modulates growth and ion partitioning in salt-stressed wheat plants. *Journal of Integrative Plant Biology*, 49, 1003-1015.
14. Jnda, J. M., Abbott, S. L. & Albert, M. J. (1999). Prototypal diarrhea genic strains of *Hafnia alvei* are actually members of the genus Esscherichia. *Journal. Clin. Microbiology*, 37, 2399- 2401.
15. Janda, T. Szalai, G., Tari, I & Paldi, E. (1999). Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays L.*) plants. *Planta*, 208, 175- 180.
16. Johnson, L. B. & Cunningham, B. A. (1972). Peroxidase activity in healthy and leaf-rustinfected wheat leaves. *Phytochemistry*, 11, 547–551.
17. Khan, M. A. & Gulzar, S. (2003). Germination responses of *Sporobolus ioclados*. A saline desert grass. *Journal of Arid Environments*, 27, 177- 237.
18. McDonald, M. B. (1999). Seed deterioration Physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technolgy*, 27, 177-237.
19. Nelson, C. P. (2000). Water potential: The key to successful seed priming. *Decagon Devices, Inc*. AN4101- 10.
20. Patade, V. Y., Maya, K. & Zakwan, A. (2011). Seed priming mediated germination improvement and tolerance to subsequent exposure to cold and salt stress in capsicum. *Research Journal of Seed Science,* 4 (3), 125 -136.
21. Poljakoff-Maybo, A., Somers, G. F., Werker, E. & Galagher. (1994). Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvacea): Their structure, germination and salt tolerance. *American journal of Botany,* 81, 54- 59.
22. Rouhi, H.R., Aboutalebian, M. A., Moosavi, S. A., Karimi, F. A. Karimi, F. Saman, M. & Samadi, M. (2012). Change in several antioxidant enzymes activity of Berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) by priming. *International Journal of AgriScience*, 2(3), 237- 243.

23. Seefledt, S. S., Kidwell, K. K. & Waller, J. E. (2002). Base growth temperature, germination rate and growth response of contemporary spring wheat cultivars from the USA Pacific North West. *Field Crop Research*, 75, 47- 52.
24. Sehat-neyaki, N. (1997). *Covers of plant Iranian feed in herbarumkkiyo-Land*. Chamrans. Martyr University Press. Page: 666.
25. Sivirtepe, N., Sivirtepe, H. O. & Erifll, A. (2003). The effect of NaCl priming on salt tolerance in melon seedlings grown under conditions. *Scientia Horticulturae,* 97, 229- 237.
26. Soltani, A., Gholipoor M. & Zeinali, E. (2006). Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Environmental and Experimental Botany*, 55, 195–200.