

واژگان کلیدی: آلفا امیلاز، آنتی اکسیدان، تنش غیرزنده، درصد جوانه زنی.

مقدمه

یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده که محصولات زراعی از جمله گندم با آن مواجه هستند، تنش خشکی است. تنش خشکی سبب بازدارندگی فرآیندهای مربوط به تقسیم و رشد در گیاهان می‌شود. کشور ایران در منطقه خشک و نیمه خشک جهانی قرار گرفته است و تولید محصولاتی مانند گندم در طی فصل رشد نیاز به آبیاری دارند. بنابراین مطالعه واکنش گیاه گندم به تنش خشکی و تعیین مراحل حساس رشد آن و جلوگیری از ایجاد تنش در گیاه، می‌تواند به میزان قابل توجهی از کاهش عملکرد دانه در این گیاه مهم جلوگیری کند (Sharma et al., 2022). از جمله راهکارهای مقابله با تنش خشکی و افزایش درصد جوانه‌زنی گیاهان، پرایمینگ بذور با مواد مختلف است. امروزه استفاده از مواد آنتی‌اکسیدان مانند سدیم نیتروپروساید در مقابله با تنش‌ها به میزان زیادی در حال استفاده است. سدیم نیتروپروساید ترکیبی است که به عنوان رهاکننده نیتریک اکسید شناخته شده است. نیتریک اکسید، یک گونه واکنش‌پذیر نیتروژن و مولکول سیگنالی است که در رشد و نمو گیاهان در پاسخ به انواع تنش‌های غیرزنده شامل تنش شوری، خشکی گرما و فلزات سنگین نقش ایفا می‌کند (Hesami et al., 2020). نیتریک اکسید رها شده از سدیم نیتروپروساید به عنوان یک مولکول مهم انتقال پیام درون‌زا در بسیاری از فرآیندهای مختلف رشد و نمو گیاه از جمله خواب بذر، جوانه‌زنی بذر، رشد اولیه و جانبی ریشه، گلدهی، حرکات روزنه‌ای، فتوسنتز، عملکرد میتوکندری، پیری، متابولیسم گیاه و مرگ سلولی نقش دارد (Ragaey et al., 2022). استفاده از سدیم نیتروپروساید موجب افزایش درصد جوانه‌زنی در گندم (فرجی و سپهری، ۱۳۹۶) و سیاهدانه (*Nigella sativa*) (کبیری و همکاران، ۱۴۰۰) شده است.

یکی دیگر از موادی که در پرایمینگ مورد استفاده قرار می‌گیرد، عصاره جلبک دریایی است. دلیل اهمیت جلبک‌های دریایی این است که این جلبک‌ها از عناصر مغذی شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم و برخی عناصر کم‌مصرف مورد نیاز گیاهان غنی هستند. عصاره جلبک حاوی سیتوکینین است که با تشکیل زانتین، تنش‌های ناشی از عوامل غیرزنده را کاهش می‌دهد. بتائین موجود در عصاره جلبک، موجب حفظ تعادل اسمزی سلول‌ها در برابر تنش‌های دمایی و خشکی می‌شود. عصاره جلبک دریایی حاوی لامینارین است این ترکیب ضمن تحریک پاسخ‌های دفاعی گیاه، یکی از تنظیم‌کننده‌های مهم رشد و تقویت‌کننده سامانه دفاعی گیاهان به شمار می‌رود (Kadam et al., 2014). نتایج تحقیقات نشان داده است که استفاده از عصاره جلبک دریایی به صورت پیش‌تیمار سبب افزایش درصد جوانه‌زنی در سویا (*Glycine max* L.) (عرب و همکاران، ۱۴۰۱)، عدس (*Lens culinaris*) (احمدپور و همکاران، ۱۴۰۰) شده است. لذا با توجه به اثرات زیان‌بار تنش خشکی بر گندم، در این پژوهش به بررسی تأثیر دو ماده عصاره جلبک دریایی و سدیم نیتروپروساید بر صفات مربوط به جوانه‌زنی این گیاه پرداخته شد.

روش تحقیق

این پژوهش در سال ۱۴۰۲ در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود طراحی و اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار بود و تیمارهای آزمایش شامل تنش خشکی در سه سطح (صفر، ۰/۳- و ۰/۶- مگاپاسکال با استفاده از پلی‌اتیلن گلایکول) و پرایمینگ در هفت سطح (صفر (آب مقطر)، عصاره جلبک دریایی با غلظت‌های ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد، سدیم نیتروپروساید با غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومولار) بود. نام رقم مورد استفاده، پیشگام بود. برای انجام آزمایش ابتدا کلیه بذرها و ظروف استریل شدند. در هر پتری‌دیش ۳۰ عدد بذر گندم قرار گرفت و جهت اعمال تیمارهای مورد نظر به هر پتری-دیش، ۱۰ میلی‌لیتر از تیمارهای تهیه شده شامل آب مقطر، عصاره جلبک دریایی و سدیم نیتروپروساید و تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلایکول اضافه شد. پتری‌دیش‌ها به صورت روزانه بازدید و هر بذر که دارای طول ریشه‌چه دو میلی‌متر بود، به عنوان بذر جوانه زده در نظر گرفته شد. طول دوره آزمایش ۱۴ روز در نظر گرفته شد. طول گیاهچه و ریشه‌چه در روز آخر آزمایش (روز چهاردهم) در ده نمونه با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد و میانگین آن استفاده گردید. برای اندازه‌گیری آلفا آمیلاز از EDTA، KH_2PO_4 و CaCl_2 استفاده شد و جذب نمونه‌ها در طول موج ۶۲۰ نانومتر خوانده شد (Morais and Takaki., 1998).

میزان هدایت الکتریکی هر نمونه به ازای هر گرم بذر بر اساس رابطه ۱ اندازه‌گیری شد. در این رابطه EL: شاخص هدایت الکتریکی، EC: قابلیت هدایت الکتریکی (عدد EC متر)، Ws: وزن نمونه بذر می‌باشد.

$$EL = (Ec/Ws) * 100$$

رابطه (۱)

برای اندازه‌گیری رشد هتروتروفیک، آزمایشی جداگانه انجام شد. برای هر تیمار سه تکرار سی‌تایی بذر انتخاب شد. ۳۰ عدد بذر انتخابی وزن شده روی یک خط بین دو لایه کاغذ حوله‌ای ویژه جوانه‌زنی به روش ساندویچ قرار گرفتند و به مدت هشت روز در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (ISTA, 2009). بعد از هشت روز تعداد گیاهچه‌های جوانه‌زده شمارش گردید. سپس با استفاده از اسکالپل (تیغ جراحی) گیاهچه‌ها از باقیمانده بذر (لپه‌ها) به دقت جدا شدند. وزن خشک گیاهچه‌ها (SLDW) و وزن خشک باقیمانده بذر (FSDW) نیز با قرار دادن آن‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت و سپس توزین آن‌ها با ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم محاسبه شد. در نهایت، مقدار استفاده از ذخایر بذر (SRUR)، کارایی استفاده از ذخایر بذر (SRUE) و کسر ذخایر مصرف شده یا پویا شده بذر (FMOB) بر اساس روابط ۲ تا ۴ محاسبه شد.

$$SRUR = ISDW - FSDW$$

رابطه (۲)

$$SRUE = SLDW / SRUR$$

رابطه (۳)

$$FMOB = SRUR / ISDW$$

رابطه (۴)

ISDW وزن اولیه بذرهای خشک است و با کم کردن رطوبت بذر از وزن اولیه بذر به دست آمد.

تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها به روش LSD در سطح احتمال پنج درصد صورت پذیرفت.

یافته‌ها

نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۱ گزارش شده است. نتایج پژوهش حاکی از آن بود که فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز تحت تأثیر تنش خشکی و پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱).

تنش خشکی موجب کاهش فعالیت آلفا آمیلاز شد. به طوری که اعمال تنش خشکی ۰/۳- مگاپاسکال کاهش ۱۵/۰۶ درصدی فعالیت این آنزیم نسبت به شاهد شد. فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در بذوری که تنش خشکی را با شدت ۰/۶- مگاپاسکال تجربه کرده بودند، به میزان ۲۴/۲۰ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد (جدول ۲). پرایمینگ با بالاترین سطح عصاره جلبک مورد استفاده در این پژوهش (۰/۳ درصد) و کاربرد ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید توانست تا سطح معنی‌داری

¹ - Seedling Dry Weight

² - Final Seed Dry Weight

³ - Seed Reserves Use Rate

⁴ - Seed Reserves Use Efficiency

⁵ - Fraction of Seed Reserves Mobilization

فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز را نسبت به شاهد افزایش دهد و این در حالی بود که اعمال سطوح پایین تر عصاره جلبک (۰/۱ و ۰/۲ درصد) و سدیم نیتروپروساید (۵۰ میکرومولار) از لحاظ فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز با گیاهان شاهد در یک سطح آماری قرار گرفتند (جدول ۳).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد اندازه گیری شده در بذر گندم تحت تأثیر تنش خشکی و پرایمینگ

منابع تغییر	درجه	فعالیت	هدایت	طول	طول	درصد جوانه -	مقدار استفاده	کارایی	کسر ذخایر بذر
آزادی	آنزیم آلفا آمیلاز	الکتریکی	گیاهچه	ریشه چه	زنی	از ذخایر بذر	استفاده	استفاده	مصرف شده
تنش خشکی (A)	۲	۱/۴۶**	۳۲/۴**	۴۹۰/۷۱**	۸۴/۵۷**	۱۶۵۹/۷**	۰/۰۰۰۳**	۰/۱۲**	۰/۱۸**
پرایمینگ (B)	۶	۰/۰۲**	۲۵/۱**	۶/۴۴**	۱/۳۲	۵۹/۵**	۰/۰۰۰۵**	۰/۰۴**	۰/۰۱۱**
A*B	۱۲	۰/۰۰۷	۲/۶**	۱/۴۲	۲/۳۳	۶/۹۱**	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳
خطا	۴۲	۰/۰۰۴	۰/۴۲	۱/۴۰	۱/۸۷	۱/۳۸	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات	-	۳/۴۸	۴/۶۹	۵/۴۰	۶/۲۷	۱/۳۳	۹/۲۸	۱۶/۷۶	۱۲/۲۱

جدول ۲- مقایسات میانگین اثرات اصلی تنش خشکی بر صفات مورد آزمایش در بذر گندم

تنش خشکی	آنزیم آلفا آمیلاز	طول گیاهچه	طول ریشه چه	مقدار استفاده از	کارایی استفاده	کسر ذخایر بذر
(میکرومول نشاسته هیدرولیز شده بر میلی گرم پروتئین در دقیقه)	(میلی متر)	(میلی متر)	(میلی متر)	ذخایر بذر	از ذخایر بذر	مصرف شده
شاهد (صفر)	۲/۱۹a	۲۶/۵۴ a	۲۱/۶۱ b	۰/۰۲۲ a	۰/۶۰ a	۰/۵۹ a
۰/۳ - مگاپاسکال	۱/۸۶ b	۲۲/۳۸ b	۲۳/۹۰ a	۰/۰۱۸ b	۰/۵۹ a	۰/۴۶ b
۰/۶ - مگاپاسکال	۱/۶۶ c	۱۶/۹۰ c	۱۹/۹۰ c	۰/۰۱۶ c	۰/۴۶ b	۰/۴۰ c
LSD 5%	۰/۰۴۱	۰/۷۳۹	۰/۸۵۲	۰/۰۰۱	۰/۰۵۷	۰/۰۳۷

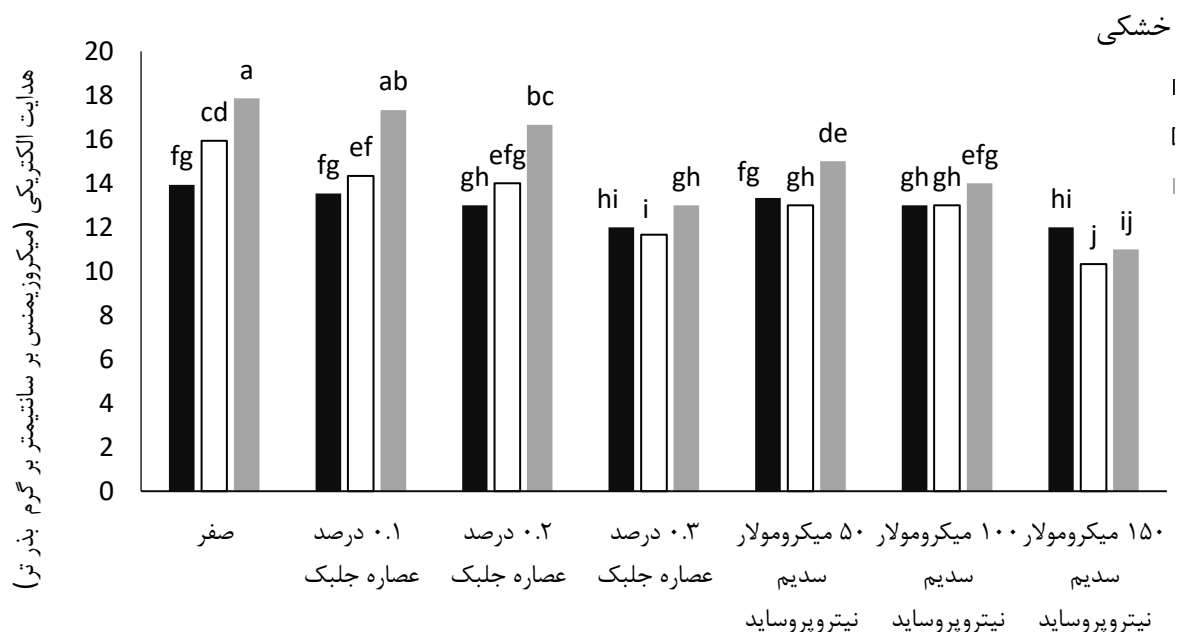
جدول ۳- مقایسات میانگین اثرات اصلی پرایمینگ بر صفات مورد آزمایش در بذر گندم

پرایمینگ	آنزیم آلفا آمیلاز	طول	طول ریشه چه	مقدار استفاده	کارایی استفاده	کسر ذخایر بذر
(میکرومول نشاسته هیدرولیز شده بر میلی گرم پروتئین در دقیقه)	(میلی متر)	(میلی متر)	(میلی متر)	از ذخایر بذر	از ذخایر بذر	مصرف شده



۰/۴۲ c	۰/۴۷ c	۰/۰۱۷ c	۲۱/۱۱ a	۲۰/۶۰ c	۱/۸۵ c	شاهد (آب مقطر)
۰/۴۵ bc	۰/۵۲ bc	۰/۰۱۸ bc	۲۱/۷۷ a	۲۱/۰۰ bc	۱/۸۶ bc	۰/۱ درصد عصاره جلبک
۰/۵۲ a	۰/۴۶ c	۰/۰۱۸ b	۲۱/۶۶ a	۲۱/۷۷ab	۱/۸۶ bc	۰/۲ درصد عصاره جلبک
۰/۴۹ ab	۰/۵۶ ab	۰/۰۱۹ ab	۲۱/۷۷ a	۲۲/۶۶ a	۱/۹۲ ab	۰/۳ درصد عصاره جلبک
۰/۴۹ ab	۰/۵۹ ab	۰/۰۱۹ ab	۲۱/۸۸ a	۲۲/۵۵ a	۱/۸۸ bc	۵۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید
۰/۵۰ ab	۰/۶۳ a	۰/۰۱۹ ab	۲۲/۳۳ a	۲۲/۶۶ a	۱/۹۶ a	۱۰۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید
۰/۵۳ a	۰/۶۳ a	۰/۰۲۱ a	۲۱/۱۱ a	۲۲/۳۳ a	۱/۹۸ a	۱۵۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید
۰/۰۵۶	۰/۰۸۸	۰/۰۰۱	۱/۳۰۲	۱/۱۲۹	۰/۰۶۳	LSD 5%

میزان هدایت الکتریکی بذور گندم از تنش خشکی، پرایمینگ و برهم کنش این دو عامل در سطح احتمال یک درصد تأثیر پذیرفت (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین در شکل ۱ نشان داد که بالاترین میزان هدایت الکتریکی مربوط به بذوری بود که تنش خشکی ۰/۶- مگاپاسکال را بدون پرایمینگ دریافت کرده بودند که معادل ۱۷/۸۶ میکروزیمنس بر سانتی متر بر گرم وزن تر بذر بود. اعمال تنش خشکی در این پژوهش موجب افزایش هدایت الکتریکی بذور شد و کاربرد پرایمینگ توانست تا سطح معنی داری این صفت را کاهش دهد و از نشت الکترولیت ها جلوگیری کرد (شکل ۱).



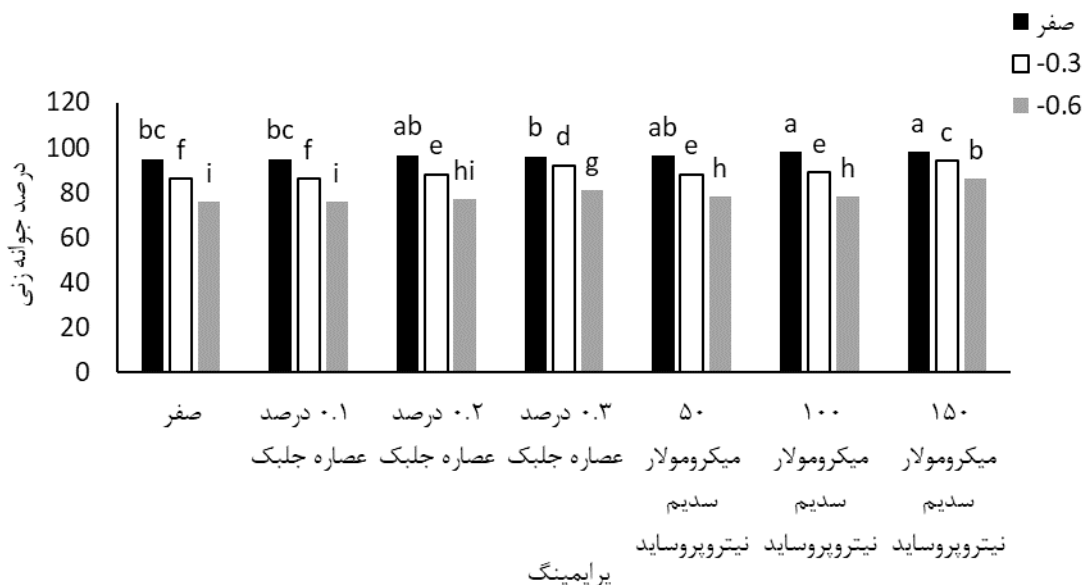
شکل ۱- مقایسه میانگین هدایت الکتریکی بذور گندم تحت تأثیر برهم کنش تنش خشکی و پرایمینگ

طول گیاهچه گندم در این تحقیق تحت تأثیر تنش خشکی و پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). اعمال هر دو سطح تنش خشکی موجب کاهش معنی دار طول گیاهچه گندم شد. زمانی که بذور تنش خشکی ۰/۳- و ۰/۶- مگاپاسکال را دریافت کردند، به ترتیب کاهش ۱۵/۶۷ و ۳۶/۳۲ درصدی طول گیاهچه نسبت به شاهد به ثبت رسید (جدول ۲). اعمال تمامی سطوح پرایمینگ به جز ۰/۱ درصد عصاره جلیک، موجب افزایش معنی دار طول گیاهچه نسبت به شاهد شد (جدول ۳).

طول ریشه چه تنها از تنش خشکی در سطح احتمال یک درصد تأثیر پذیرفت (جدول ۱). اعمال ۰/۳- مگاپاسکال تنش خشکی موجب افزایش ۱۰/۵۹ درصدی طول ریشه چه نسبت به شاهد شد و این در حالی بود که اعمال سطح بالاتر تنش خشکی یعنی ۰/۶- مگاپاسکال سبب کاهش ۷/۹۱ درصدی این صفت نسبت به شاهد گردید (جدول ۲).

درصد جوانه زنی بذور گندم از تنش خشکی، پرایمینگ و برهم کنش این دو عامل در سطح احتمال یک درصد تأثیر پذیرفت (جدول ۱). نتایج برهم کنش تنش خشکی و پرایمینگ در شکل ۲ حاکی از آن است که بیشترین درصد جوانه زنی بذور گندم در این پژوهش معادل ۹۸ درصد بود که متعلق به گیاهانی بود که در شرایط عدم تنش، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید را به شکل پیش تیمار بذری دریافت کرده بودند. کمترین میزان جوانه زنی نیز معادل ۷۶ درصد بود که در بذوری مشاهده شد که تنش خشکی ۰/۶- مگاپاسکال را بدون پرایمینگ تجربه کرده بودند (شکل ۲).

تنش خشکی



شکل ۲- مقایسه میانگین درصد جوانه زنی بذور گندم تحت تأثیر برهمکنش تنش خشکی و پرایمینگ

مقدار استفاده از ذخایر بذر تحت تأثیر تنش خشکی و پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). تنش خشکی موجب کاهش مقدار استفاده از ذخایر بذر گردید. اعمال -0.3 و -0.6 مگاپاسکال تنش خشکی به ترتیب این صفت را $18/18$ و $27/27$ درصد کاهش داد (جدول ۲). اعمال پرایمینگ با 0.2 و 0.3 درصد عصاره جلبک و همچنین 50 ، 100 و 150 میکرومولار سدیم نیتروپروساید توانست این صفت را نسبت به شاهد تا سطح معنی داری افزایش دهد (جدول ۳). تنش خشکی و پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد بر صفت کارایی استفاده از ذخایر بذر تأثیر گذاشتند (جدول ۱). اعمال تنش خشکی در سطح -0.3 مگاپاسکال اختلافی با شاهد از لحاظ کارایی استفاده از ذخایر بذر نداشت ولی اعمال سطح بالاتر این تنش موجب کاهش $23/33$ درصدی این صفت نسبت به شاهد شد (جدول ۳). نتایج بیانگر این بود که کسر ذخایر بذر مصرف شده نیز تحت تأثیر تنش خشکی و پرایمینگ در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). کسر ذخایر بذر مصرف شده در بذوری که تنش خشکی -0.3 و -0.6 مگاپاسکال را دریافت کرده بودند، به ترتیب $22/03$ و $32/20$ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد (جدول ۲).

بحث و نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که تنش خشکی موجب افزایش هدایت الکتریکی، کاهش فعالیت آلفاآمیلاز، طول گیاهچه، کارایی استفاده از ذخایر بذر، مقدار استفاده از ذخایر بذر و کسر ذخایر مصرف شده بذر شد که در نهایت تمام این عوامل منجر به کاهش درصد جوانه زنی در این شرایط گردید. مشابه این نتایج را سایر محققان در گندم گزارش کردند (عبدی و همکاران، ۱۳۹۳).

استفاده از عصاره جلبک دریایی و سدیم نیتروپروساید منجر به بهبود صفات هم در شرایط تنش شد و توانست تا سطح معنی داری خسارت تنش را کاهش دهد. کاربرد این دو ماده منجر به افزایش درصد جوانه زنی، فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز، کارایی استفاده از ذخایر بذر و طول گیاهچه شد. افزایش درصد جوانه زنی با کاربرد عصاره جلبک دریایی ممکن است به دلیل حضور هورمون جیبرلین در این عصاره باشد. در راستای تحقیق حاضر محققان نشان دادند که عصاره جلبک موجب افزایش درصد جوانه زنی در برنج (Layek et al., 2018) و لوبیا (Salma et al., 2014) گردید. کاربرد سدیم نیتروپروساید نیز از طریق کاهش فعالیت گونه های فعال اکسیژن منجر به افزایش فعالیت آلفاآمیلاز و درصد جوانه زنی شده است (فرجی و سپهری، ۱۳۹۸).



در نهایت در محدوده پژوهش انجام شده کاربرد عصاره جلبک دریایی به عنوان کود زیستی و استفاده از سدیم نیتروپروساید به صورت پیش تیمار بذری جهت بهبود صفات جوانه زنی در بذر گندم پیشنهاد می گردد.

منابع

احمدپور، راحله، نصیری، پرتو، حسینزاده، سعید، آرمند، رضا، ۱۴۰۰، اثر پیش تیمار زیستی بر خصوصیات جوانه زنی عدس در دماهای مختلف. تحقیقات بذر، ۱۱(۳۹)، ۶۲-۷۴.

عبدی، ح، بی همتا، محمدرضا، عزیز اف، ابراهیم، چوگان، رجب، ۱۳۹۳، بررسی سطح تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول بر مولفه های جوانه زنی بذر و ارتباط آن با شاخص های تحمل به خشکی در ارقام و لاین های امیدبخش گندم نان، نشریه پژوهش های زراعی ایران، ۱۲(۴)، ۵۸۲-۵۹۶.

عرب، صفیه، برادران فیروزآبادی، مهدی، غلامی، احمد، حیدری، مصطفی، ۱۴۰۱، پاسخ های فیزیولوژیک گیاه سویا به پیش تیمار بذر و محلول پاشی عصاره جلبک و کیفیت بذر. نشریه پژوهش های زراعی ایران، ۱۰۵-۱۱۹.

فرجی، جواد، سپهری، علی، ۱۳۹۶، اثر نائوسریم و نیتروپروساید سدیم بر جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم رقم پیشگام تحت تنش خشکی، نشریه علوم و فناوری بذر ایران، ۸(۲)، ۲۵۷-۲۷۰.

کبیری، رزیتا، نقی زاده، مهدی، دلفانی، مریم، ۱۴۰۰، اثر پیش تیمار سدیم نیتروپروساید بر بهبود جوانه زنی و رشد اولیه سیاهدانه (*Nigella sativa*) تحت تنش شوری، علوم و تحقیقات بذر ایران، ۸(۲)، ۱۷۷-۱۹۴.

Hesami, Mohsen. Tohidfar, Masoud. Alizadeh, Milad. and Daneshvar, Mohammad Hossein. (2020). Effects of sodium nitroprusside on callus browning of *Ficus religiosa*: an important medicinal plant. *Journal of Forestry Research*. 31(3). 789-796.

ISTA (International Seed Testing Association). (2009). International rules for seed testing. *Seed Science and Technology*. 49. 86-41.

Layek, Jayanta. Das, Anup. Ramkrushna, Gandhiji. Sarkar, Dibyendu. Ghosh, Arup. Zodape, Sudhakar. Lal, Rattan. Yadav, Gulab. Panwar, Azad. Ngachan, Shishomvnao. and Meena, Ram Swaroop. 2018. Seaweed extract as organic bio-stimulant improves productivity and quality of rice in eastern Himalayas. *Journal Apply Phycology*. 30. 547-558.

Morais, Glucia. and Takaki, Massonori. 1998. Determination of amylase activity in cotyledons of *Faseolus vulgaros* L. cv carioca. *Brazilian Archive Biology and Tecchnology*. 41(1), 17-25.

Ragaey, Marwa. Sadak, Mervat. Dawood, Mona. Mousa, Nermin. Hanafy, Rania. Latif, Arafat. 2022. Role of signaling molecules sodium nitroprusside and arginine in alleviating salt-Induced oxidative stress in wheat. *Plants*. 11(14), 1786.

Salma Latique, Aymen, Mohamed., Maher Suiguir. Hassen Alouie. 2014. Effect of seaweed extract of *sargassum vulgare* on germination behavior of two bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L) under salt stress. *Journal Agriculture and Veterinary Science*. 7(2), 116-120.

Sharma, Barsha. Yadav, Laxmeshvar. Shrestha, Aakriti. Shrestha, Sajina. 2022. Drought stress and its management in wheat (*Triticum aestivum* L.): a review. *Agricultural Science & Technology*. 14(1), 22-31.



Investigation of osmopriming of wheat seeds with seaweed extract and sodium nitroprusside under drought stress conditions

Safiye Arab

Ph.D student in plant physiology, Shahrood University of Technology

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of seaweed extract and sodium nitroprusside on various traits related to wheat seed germination under drought stress conditions. The factorial experiment was conducted in the form of a completely randomized design in three replications in the research laboratory of the Faculty of Agriculture of Shahrood University of Technology in 2022. The experimental treatments include drought stress at three levels (zero, -0.3 and -0.6 MPa) and priming at seven levels (control (distilled water), seaweed extract with concentrations of 0.1, 0.2 and 0.3% and sodium nitroprusside with concentrations of 50, 100 and 150 μM). The results showed that drought stress of -0.3 and -0.6 MPa decreased 15.06% and 24.20% of alpha-amylase activity in wheat seeds, respectively. Seedling length, root length, the amount of seed reserves used and the fraction of seed reserves used decreased with the application of drought stress and the lowest value of these traits was recorded in drought stress -0.6 MPa. The lowest percentage of germination was related to the highest level of drought stress, which was equal to 76%. The use of sodium nitroprusside and seaweed extract increased seedling length, alpha-amylase activity and the amount of seed reserves used. The highest percentage of germination was also recorded in seeds that had received 100 μM and 150 μM of sodium nitroprusside as seed pre-treatment under non-stress conditions and was equal to 98%. Finally, in the scope of the research, the use of seaweed extract with a concentration of 0.2 and 0.3% and the use of sodium nitroprusside with a concentration of 50 μM as seed pretreatment is recommended to improve the germination characteristics of wheat seeds.

Key words: alpha-amylase, antioxidant, non-living stress, germination percentage.