بررسی اثرات آسکوربات و فولات بر بهبود برخی از شاخص های جوانه زنی گندم تحت تنش شوری و خشکی

عادل جوادی[۱] ، عزت اله اسفندیاری*[۲]، علیرضا پورمحمد[۳]

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۱۹
تاریخ تصویب: ۹۵/۱۲/۱۷

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر آسکوربات و فولات بر پارامترهای جوانه زنی در شرایط تنش خشکی و شوری، دو آزمایش جداگانه در آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی روی رقم آذر ۲ گندم نان اجرا گردید. در این راستا ابتدا بذور یکنواخت گندم ۱۶ ساعت با غلظت‌های مختلف آسکوربات (۰ (شاهد)، ۰/۵ و ۱ میلی مولار) و فولات (۰ (شاهد)، ۲۵ و ۵۰ میکرومولار) پیش تیمار شدند. بعد از سپری شدن این مدت بذور در دمای اتاق تا رسیدن به وزن اولیه نگهداری شدند. سطوح مختلف تنش خشکی (۰ (شاهد)، ۶- و ۱۲- بار) با استفاده از محلول پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ و سطوح مختلف تنش شوری (۰ (شاهد)، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مولار) با استفاده از کلرید سدیم در محیط پتری‌دیش مدلسازی گردید. سپس پتری‌دیش‌های محتوی بذور گندم به‌مدت ۸ روز در دمای ۱±۲۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵±۷۰ درصد و تاریکی نگهداری شدند. بعد از گذشت زمان یاد شده شاخص‌های درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک کل گیاهچه اندازه گیری گردید. نتایج نشان داد که پیش‌تیمار بذور با ویتامین‌ها حتی در شرایط مطلوب با کاهش هدررفت اندوخته بذر، به‌اختصاص بیشتر آن به تشکیل ساختار

این مقاله مستخرج از نتایج رساله آقای دکتر عادل جوادی به راهنمایی دکتر عزت‌اله اسفندیاری در دانشگاه مراغه می‌باشد.

۱ -استادیار، فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه مراغه
*۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه
(نویسنده مسئول: esfand1977@yahoo.com)
۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

گیاهچه کمک کرده و سبب ایجاد گیاهچه‌های قوی‌تری می‌گردد. در تنش‌های خشکی و شوری نیز پیش‌تیمار بذور با آسکوربات و فولات با ایجاد شرایط مناسب با آسیب‌های ناشی از تولید انواع اکسیژن فعال مقابله کرده و یا از تولید آنها پیشگیری می‌کنند که حاصل آن عدم بروز تنش اکسیداتیو در بذور در حال جوانه‌زنی است. برآیند این عوامل سبب افزایش میزان تنفس رشد و تشکیل گیاهچه‌های قوی‌تر می‌گردد. لذا افزایش میزان ویتامین‌های مورد اشاره در بذور می‌تواند با بهبود عملکرد متابولیسمی آن به استقرار بهتر گیاهچه به‌ویژه در شرایط دشوار محیطی کمک نماید.

واژه‌های کلیدی: آسکوربات، خشکی، شاخص‌های مرتبط با جوانه زنی، شوری و فولات

مقدمه

گیاهان همواره در طول دوره رشد و نمو خود با شرایط نامساعد محیطی متعددی مانند شوری و خشکی مواجه می‌شوند که برآیند آنها منجر به کاهش عملکرد می‌گردد (اسفندیاری وهمکاران،b,c ۱۳۸۸). ایران پس از کشورهای چین، هند و پاکستان بیشترین پراکنش اراضی شور را به‌خود اختصاص داده است و ۵۵ درصد زمین‌های کشاورزی کشور به درجات مختلف به شوری مبتلا هستند (Jafarzadeh and Aliasgharzad,2007). به‌علاوه ایران، با متوسط بارندگی سالانه ۲۴۰ میلی‌متر جزو مناطق خشک جهان محسوب می‌گردد و حدود ۴۵ درصد از اراضی زیر کشت گندم دیم در ایران دارای میانگین بارش کمتر از ۳۵۰ میلی‌متر در سال می‌باشد که عمده ریزش‌های جوی در زمستان و اوایل بهار اتفاق می‌افتد. جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه از اولین مراحل چرخه زیستی گندم می‌باشد که نقش ویژه‌ای در عملکرد نهایی آن دارد. جوانه‌زنی گندم همانند سایر گیاهان نتیجه هیدرولیز آنزیمی ذخایر بذر و تبدیل آنها به ساختار گیاهچه است (اسفندیاری و همکاران،a ۱۳۸۸). هرچه شرایط محیطی و متابولیسمی بذر مطلوب‌تر باشد به دلیل کاهش هدر رفت اندوخته بذر به شکل دی‌اکسید کربن کاهش یافته و بخش بیشتری از اندوخته بذر برای تشکیل ساختار گیاهچه اختصاص می‌یابد که حاصل آن بهبود بنیه اولیه گیاهچه می‌باشد (صادقی‌رازلیقی و همکاران، ۱۳۹۱).

تنش خشکی و شوری به‌طرق مختلف سبب کاهش جذب آب توسط بذر از بستر کشت می‌گردد که با ایجاد اختلال در عملکرد متابولیسمی بذر تولید انواع اکسیژن فعال در اندامک‌های میتوکندری، پراکسیزوم، سیتوسول و نظایر آنها افزایش می‌یابد. انواع اکسیژن فعال نظیر رادیکال سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال هیدروکسیل از میل ترکیبی بسیار بالایی در واکنش با مولکول‌های زیستی مانند اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها و لیپیدها برخوردار هستند (Mittler, 2002). با آسیب به مولکول‌های حیاتی توسط انواع اکسیژن فعال تنش اکسیداتیو در سلول‌های بیولوژیک رخ می‌دهد که در پی افزایش آسیب به نقاط کلیدی متابولیسم و شدت صدمات وارده، مرگ برنامه ریزی شده در گیاه اجرا می‌گردد(.,2004 Mittler et al). در زمان جوانه‌زنی بذر در اندامک‌های مختلف مانند سیتوسول، میتوکندری و پراکسیزوم علاوه‌بر حضور آنزیم سوپراکسید دیسموتاز، چرخه گلوتاتیون-آسکوربات نیز فعال می‌باشد. آنزیم سوپراکسید دیسموتاز رادیکال سوپراکسید را به پراکسید هیدروژن تبدیل می‌کند که این ترکیب نیز توسط آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز جمع‌آوری و به آب تبدیل می‌شود (2000 Asada,). آنزیم آسکوربات پراکسیداز در چرخه گلوتاتیون-آسکوربات فعال بوده و آسکوربات به‌عنوان تامین کننده پتانسیل هیدروژن لازم برای احیای کامل پراکسید هیدروژن عمل می‌کند (Edreva, 2005). همچنین آسکوربات مستقیماً می‌تواند با انواع اکسیژن فعال وارد واکنش شده و مانع بروز تنش اکسیداتیو در سلول‌های بیولوژیک گردد (Esfandiari et al., 2008). فولات یا ویتامین ب۹، در انتقال بنیان‌های تک کربن نقش دارد که می‌توان با تبدیل هموسیستئین به متیونین و بیوسنتز دزوکسی یوریدین مونو فسفات اشاره کرد (اسفندیاری و محبوب، ۱۳۹۲). صادقی‌رازلیقی و همکاران (۱۳۹۱) افزایش بنیه اولیه گیاهچه گندم را در حضور فولات گزارش کرده‌اند. در مرحله جوانه‌زنی بذر وقوع تنش‌های خشکی و شوری به‌همراه محدودیت‌های متابولیسمی موجود مانند کمبود ویتامین‌ها، هدر رفت اندوخته بذر را افزایش داده و ضعف گیاهچه را سبب می‌گردد که حاصل آن افزایش تبخیر از سطح خاک به دلیل کاهش سطح سایه‌انداز، کاهش توان رقابت با علف‌های هرز و کاهش مقاومت به تنش‌های محیطی می‌باشد (Lopez et al.,1996).

جوانه‌زنی بذر یکی از مهمترین چرخه زیستی گندم به‌شمار می‌آید و بخش قابل توجهی از اراضی کشور به درجات مختلف تنش شوری مبتلا می‌باشند و همچنین یکی از زمان‌های وقوع تنش خشکی در گندم به‌ویژه اراضی دیم در

پائیز و مرحله جوانه‌زنی بذر است. در این میان ویتامین‌ها با در نظر گرفتن نقش‌های فیزیولوژیک متعددی که در متابولیسم سلول ایفا می‌کنند در ایجاد شرایط مطلوب متابولیسمی و کاهش اثرات منفی تنش‌های محیطی تاثیرگذار می‌باشند. براین اساس آزمایش حاضر با هدف درک بهتر کاربرد فولات و آسکوربات به‌ترتیب در کاهش جنبه‌های مضر تنش شوری و خشکی و اثرات آنها بر شاخص‌های مرتبط با جوانه‌زنی بر روی رقم آذر۲ مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف آسکوربات و فولات بر برخی از شاخص های جوانه زنی گندم به‌ترتیب در سطوح مختلف تنش خشکی و شوری، بذور یکنواخت رقم آذر۲ انتخاب و پس از ضد عفونی کردن با غلظت های ۰ (شاهد)، ۰/۵ و ۱ میلی مولار آسکوربات و غلظت های (شاهد)، ۲۵ و ۵۰ میکرومولار فولات به مدت ۱۶ ساعت تیمار شدند. بعد از سپری شدن زمان یاد شده بذور چندین دفعه با آب دیونیزه شستشو داده شد تا باقیمانده آسکوربات و فولات از روی آنها جدا گردد. در ادامه بذور تیمار شده تا رسیدن به وزن اولیه در دمای اتاق و تاریکی خشک گردید و در آزمایشات جداگانه اثرات فولات و آسکوربات به‌ترتیب در مقابله با تنش شوری و خشکی مورد ارزیابی قرار گرفت.

در این راستا در هر پتری‌دیش ۹ سانتی‌متری ۲۰ عدد بذر بر روی کاغذ صافی قرار داده شد و به هریک از آنها بسته به نوع و سطح تنش مورد مطالعه مقدار مشخصی از محلول پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ یا کلرید سدیم اضافه گردید. در این پژوهش تنش شوری با سطوح ۰ (شاهد)، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مولار حاصل از کلرید سدیم و تنش خشکی با سطوح ۰ (شاهد)، ۶- و ۱۲- بار حاصل از پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ مورد ارزیابی قرار گرفت.

در ادامه پتری‌دیش‌ها در ژرمیناتور با دمای 1±24 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 5±70 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی به مدت یک هفته نگهداری شدند. در محاسبه بذور جوانه‌زده خروج ریشه‌چه به میزان ۲ میلی‌متر ملاک عمل قرار گرفت. برای تعیین سرعت جوانه‌زنی شمارش بذور جوانه‌زده در ساعت مشخصی از روز و تا یک هفته انجام گرفت. در پایان نیز طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه (بعد از نگهداری در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت) اندازه‌گیری شدند. به‌علاوه پارامترهایی مانند درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه نیز محاسبه گردید که در زیر روابط مورد استفاده آورده شده است.

درصدجوانه‌زنی(GP)

(Wakjira and Negash, 2013)

Ni تعداد بذور جوانه‌زده تا روز i ام، N تعداد کل بذر

سرعت جوانه‌زنی(GR):

$$GR = \left(\frac{n_1}{1} + \frac{n_2}{2} + \cdots + \frac{n_{14}}{14}\right) * \left(\frac{100}{N}\right)$$

(Bewley and Black, 1994).

n۱ الی n۱٤ به‌ترتیب تعداد بذور جوانه‌زده در شمارش اول الی چهاردهم و N تعداد کل بذور جوانه‌زده در آخرین شمارش است.

شاخص بنیه (Vigor Index): با استفاده از روش استوت (۱۹۹۸) محاسبه گردید.

۱۰۰/ (میانگین طول گیاهچه (میلی متر)) × درصد جوانه زنی = شاخص بنیه

تجزیه آماری داده‌ها

نتایج آزمایش با استفاده از نرم افزار Genstate ۱۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. همچنین برای رسم نمودارها از نرم افزار excel ۲۰۱۳ استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که با کاربرد فولات در شرایط تنش شوری اثر متقابل پارامترهای سرعت جوانه¬زنی و درصد جوانه زنی در سطح احتمال ۵ درصد و سایر پارامترهای مورد ارزیابی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۱). در حالی‌که با کاربرد آسکوربات در شرایط تنش خشکی اثر متقابل پارامترهای طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال ۵ درصد و سایر پارامترهای اندازه گیری شده در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردید (جدول ۲).

جدول۱: تجزیه واریانس تاثیر فولات بر برخی از شاخص های جوانه‌زنی گندم تحت تنش شوری

		میانگین مربعات					
منبع تغییر	درجه آزادی	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	شاخص بنیه
فولات	۲	۱۰۳٦/۵۹**	۲۰۰/۹۳**	۳۱/۳۹۳**	۱۲/۵۸۱٤**	۳/٤۱E-۰٤**	۹۷٤/۱**
شوری	۲	۲۳۷۱/۷**	۱۰۸٤/۲٦**	۱۰۵/۹۵۸**	۱٤۸/٤۹۳۷**	۱/۱۵E-۰۳**	٦۲۷۲٤/۱**
اثر متقابل	٤	۱۱۸/۸۱*	٤۵/۳۷*	۵/٦٦٦**	۳/۰٦۸٦**	۲/۳۳E-۰۵*	۱۳۱٦/۸**
خطا	۱۸	۲۹/۸٦	۱۲/۰٤	۱/۰۲۳	۰/۵٤٦۹	٦/۳۰E-۰٦	۱۸۱/۳

* و** : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال۵ و ۱ درصد ns : غیر معنی‌دار

جدول۲: تجزیه واریانس تاثیر آسکوربات بر برخی از شاخص های جوانه زنی گندم تحت تنش خشکی

جدول۲: تجزیه واریانس تاثیر آسکوربات بر برخی از شاخص‌های جوانه‌زنی گندم تحت تنش خشکی							
		میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	شاخص بنیه
آسکوربات	۲	۶۶۶/۷۲**	۳۷۰/۳۷**	۴/۱۰۲۷**	۵/۶۷۲۶**	۲/۴۷E-۰۴**	۳۴۶۸/۳۵**
خشکی	۲	۳۰۸/۶۴**	۱۲۳/۱۵**	۴۷/۰۱۶۸**	۷۲/۹۷۲۳**	۳/۵۵E-۰۴**	۲۵۲۵۰/۲۱**
اثر متقابل	۴	۱۲۶/۳۴**	۸۵/۶۵**	۰/۹۳۶*	۰/۸۲۱۸*	۹/۷۸E-۰۶*	۳۷۷/۴۹**
خطا	۱۸	۱۶/۶۶	۱۲/۰۴	۰/۲۸۴۲	۰/۲۱۷	۲/۲۶E-۰۶	۶۱/۷۹
* و** : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد ns : غیر معنی‌دار							

نتایج حاصل نشان داد که ایجاد سطوح مختلف تنش خشکی با استفاده از پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ و سطوح مختلف تنش شوری حاصل از کلرید سدیم، درصد جوانه‌زنی را در مقایسه با شاهد کاهش داد. اما کاربرد مقادیر متفاوت آسکوربات در شرایط تنش خشکی و کاربرد مقادیر مختلف فولات در تنش شوری توانست میزان درصد جوانه‌زنی را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با عدم کاربرد فولات و آسکوربات افزایش دهد (شکل ۱ الف و ج). سرعت جوانه‌زنی بذور گندم در اثر اعمال سطوح مختلف تنش شوری و خشکی کاهش معنی‌داری داشت. درحالی‌که کاربرد مقادیر مختلف فولات و آسکوربات توانست اثرات منفی تنش‌های شوری و خشکی را کاهش داده و سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی در مقایسه با عدم کاربرد ویتامین‌های یاد شده گردد (شکل۱ ب و د). طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه در اثر تنش‌های خشکی و شوری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌علاوه در شرایط تنش‌های یاد شده، پیش تیمار بذور با فولات و آسکوربات توانست میزان طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن خشک کل گیاهچه را به استثنای طول ریشه‌چه در تیمار خشکی و کاربرد آسکوربات، افزایش دهد. همچنین پیش تیمار بذور با ویتامین‌های مورد اشاره توانست اثرات تنش‌های خشکی و شوری را کاهش دهد. جوانه‌زنی بذور نتیجه رشد جنین و تشکیل ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌باشد که در این راستا باید متابولیت‌های اولیه لازم برای ایجاد آنها از اندوخته بذر تامین گردد. طبق قوانین بیوشیمیایی غلظت سوبسترا سرعت واکنش را افزایش می‌دهد که براین اساس هرچه میزان تامین سوبستراهای اولیه لازم برای تشکیل اندام‌های ساختاری گیاهچه بیشتر باشد ضمن افزایش سرعت جوانه‌زنی، میزان رشد ساقه‌چه، ریشه‌چه و وزن

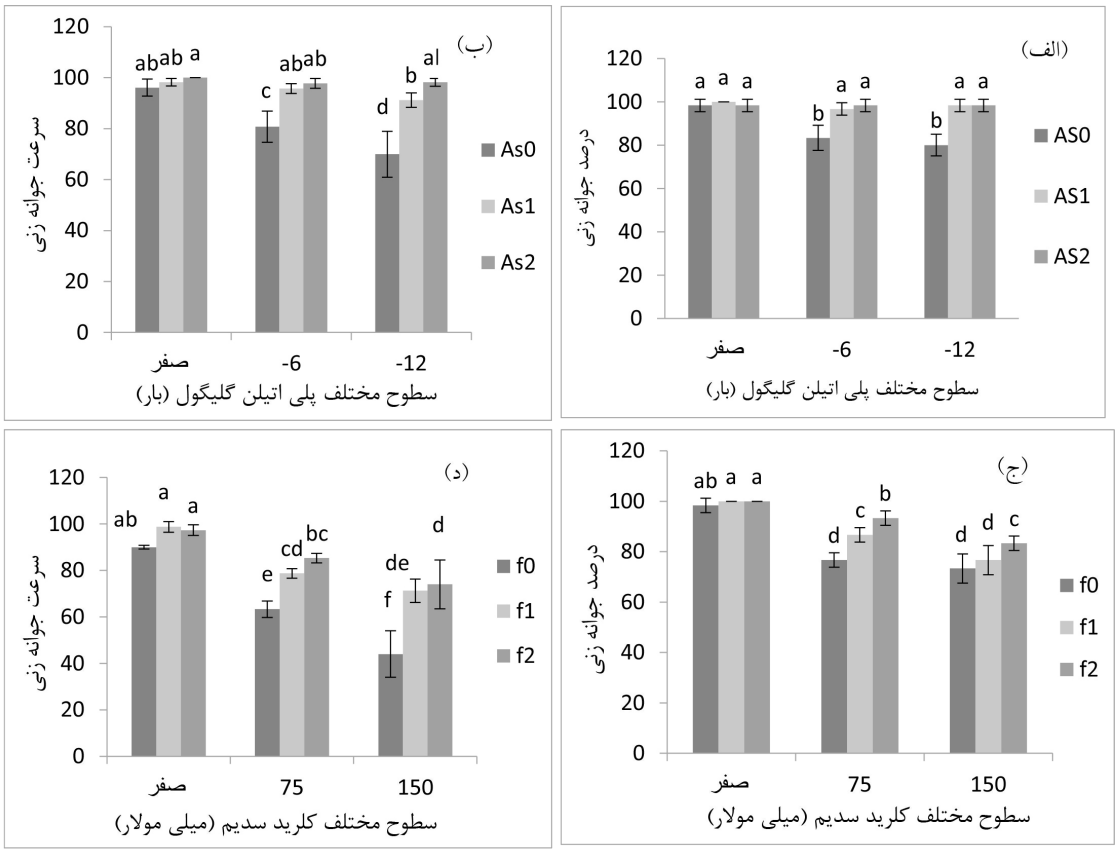
خشک کل گیاهچه افزایش می‌یابد. در این پژوهش تیمار بذور با فولات و آسکوربات توانست شاخص‌های طول ساقه‌چه، وزن خشک کل گیاهچه و شاخص بنیه را در مقایسه با شاهد افزایش دهد (شکل ۲ ب و د و شکل ۳ الف تا د). در همین راستا Farooq و همکاران (2006) بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی را با پیش‌تیمار آسکوربات و Burguieres و همکاران (2007) اثرات مثبت آسکوربات و فولات را در بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی گزارش نموده‌اند. Farooq و همکاران (2006) دلیل این تغییرات مثبت را ناشی از اثر آسکوربات بر فرآیند رشد و تقسیم سلولی عنوان می‌کند. Khan و همکاران (2011) افزایش طول ساقه‌چه، ریشه‌چه، وزن خشک گیاهچه و کاهش مدت جوانه‌زنی را در اثر تیمار بذور گندم با آسکوربات گزارش کرده و معتقدند که افزایش این ویتامین در گیاه می‌تواند سبب بهبود تقویت گیاه گردد. تنش شوری علاوه‌بر اثرات منفی مقادیر بالای سدیم و کلر بر متابولیسم سلول، همانند تنش خشکی جذب آب را کاهش می‌دهد که برآیند آن در این آزمایش کاهش پارامترهایی مانند درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، وزن خشک کل گیاهچه و شاخص بنیه در اثر تنش‌های خشکی و شوری بود (اشکال ۱، ۲ و ۳). محققین متعددی (Al-Mansouri et al., 2001, Datta et al., 2009, Mirzaei et al., 2012, Ouji et al., 2015, Liu et al., 2015) به اثرات منفی تنش شوری و خشکی در مرحله جوانه زنی بذور گیاهان مختلف اشاره کرده‌اند. تنش‌های شوری و خشکی علاوه‌بر کاهش فراهمی مواد اولیه لازم برای بیوسنتز سایر مولکول‌های زیستی از طریق کاهش فعالیت‌های آنزیمی، سبب ایجاد اختلالات متابولیسمی و افزایش تولید انواع اکسیژن فعال در اندامک‌های مختلف مانند میتوکندری می‌گردد. افزایش تولید انواع اکسیژن فعال با آسیب به مولکول‌های حیاتی منجر به افزایش میزان تنفس نگهداری و هدر رفت اندوخته بذر به شکل دی‌اکسید کربن می‌گردد. گیاهان برای مقابله با اثرات منفی انواع اکسیژن فعال از مکانیسم‌های متعددی که حاصل همکاری آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد استفاده می‌کنند که در مرحله جوانه‌زنی بذر چرخه گلوتاتیون-آسکوربات مهمترین آنها می‌باشد (Tommasi et al., 2001). در این چرخه آنزیم آسکوربات پراکسیداز به‌عنوان آنزیم نهایی عمل کرده و پراکسید هیدروژن حاصل را در اندامک‌های مختلفی مانند میتوکندری، پراکسیزوم، آپوپلاست و سیتوسول جمع‌آوری و به آب تبدیل می‌کند. آسکوربات کوآنزیم آسکوربات پراکسیداز بوده (Edreva, 2005) و پیش‌تیمار بذور با این ترکیب سبب

عملکرد مطلوب مکانیسم‌های دفاعی شده و اثرات منفی تنش‌های خشکی و شوری را به حداقل ممکن می‌رساند. کاهش اثرات منفی تنش‌های شوری و خشکی با استفاده از آسکوربات توسط محققین متعددی گزارش شده است (Khan et al., 2012, Venkatesh and Park, 2014). به‌علاوه آسکوربات قادر است به‌طور مستقیم با انواع اکسیژن فعال وارد واکنش شده و آنها را جمع‌آوری نماید (Asada, 2002). برآیند این عوامل سبب می‌گردد تا کارایی تبدیل اندوخته بذر به ساختار بالا بوده و در نهایت با افزایش میزان تنفس رشد گیاهچه قوی‌تری حاصل گردد. پیش تیمار بذور با آسکوربات سبب افزایش طول ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه در مقایسه با شاهد شد (اشکال ۱، ۲ و ۳).

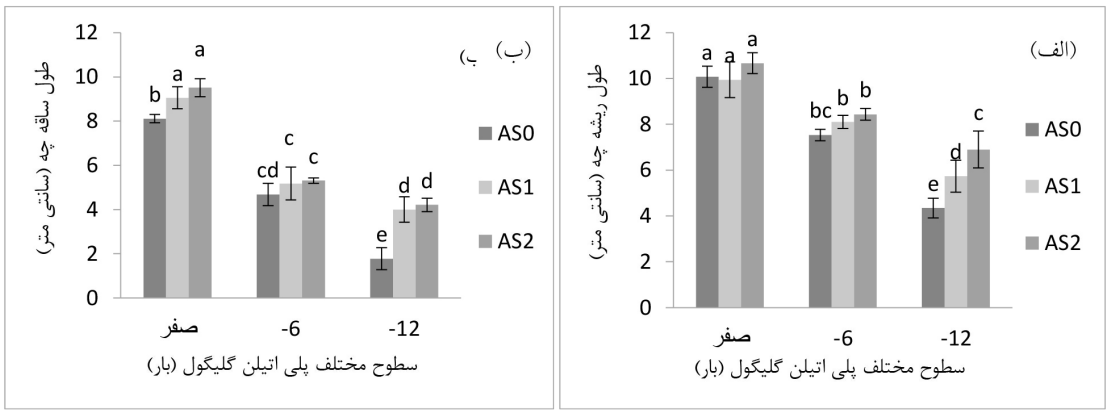
فولات در انتقال بنیان‌های تک کربنه در سلول‌های گیاهی نقش دارد که می‌توان به تبدیل هموسیستئین به متیونین و یا تبدیل یوریدین به گوانیدین اشاره نمود (Stakhova et al., 2000). در بذور در حال جوانه‌زنی سرعت تقسیم سلولی بالا می‌باشد که لازمه آن تکثیر سریع DNA و پروتئین‌سازی است (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۹۵). کمترین مقدار فولات در بذور خشک بوده و به‌تدریج با آغاز فرآیند جوانه‌زنی شروع به افزایش کرده و سپس از گذشت چند روز به حداکثر خود می‌رسد (Stakhova et al., 2000). لذا در مراحل اولیه جوانه‌زنی که تامین مواد اولیه برای انجام سریع تقسیمات سلولی لازم است با محدودیت مواجه می‌گردد و به شکل کاهش شاخص‌های مرتبط مانند طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن خشک کل ظاهر می‌شود. پیش‌تیمار بذور گندم با فولات محدودیت‌های موجود را کاهش داده و توانایی استفاده از ذخایر بذر افزایش می‌یابد که حاصل آن بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی است (اشکال ۱، ۲ و ۳). به‌علاوه با ایجاد شرایط متابولیسمی مناسب مانند تولید سوبسترای اولیه بیشتر برای تبدیل کربوهیدرات‌های ذخیره شده در دانه به ترکیباتی مانند پروتئین و یا اسیدهای نوکلئیک فرآیند جوانه‌زنی بهتر صورت می‌گیرد. این شرایط به کاهش تولید انواع اکسیژن فعال در شرایط دشوار محیطی منجر شده که حاصل آن افت آسیب به مولکول‌های زیستی، کاهش تنفس نگهداری و هدر رفت اندوخته بذر به حداقل ممکن است.

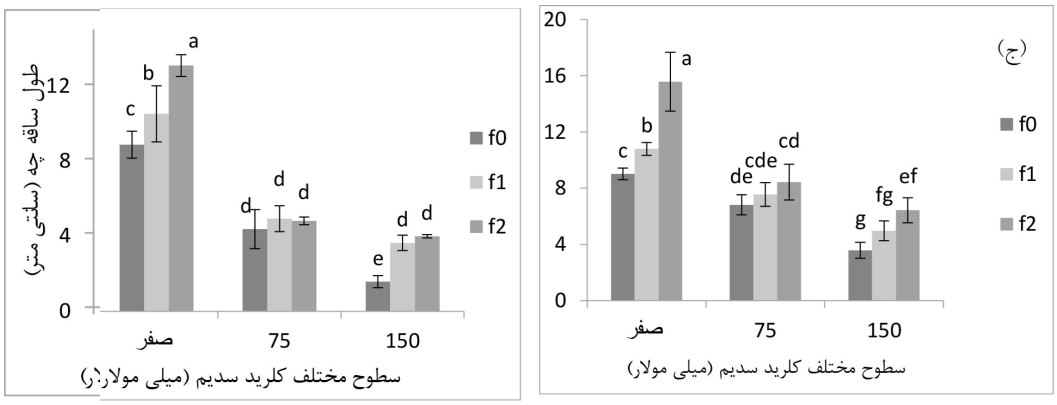
به‌عنوان نتیجه نهایی می‌توان اظهار نمود که پیش‌تیمار بذور با ویتامین‌ها حتی در شرایط مطلوب با کاهش هدر رفت اندوخته بذر به اختصاص بیشتر آن به تشکیل ساختار گیاهچه کمک کرده و سبب ایجاد گیاهچه‌های قوی‌تری می‌گردد. در تنش‌های خشکی و شوری نیز پیش‌تیمار بذور با آسکوربات و فولات با ایجاد

شرایط مناسب با آسیب‌های ناشی از تولید انواع اکسیژن فعال مقابله کرده و یا از تولید آنها پیشگیری می‌کنند که حاصل آن عدم بروز تنش اکسیداتیو در بذور در حال جوانه‌زنی است. برآیند این عوامل سبب افزایش میزان تنفس رشد و تشکیل گیاهچه‌های قوی‌تر می‌گردد. لذا افزایش میزان ویتامین‌های مورد اشاره در بذور می‌تواند با بهبود عملکرد متابولیسمی آن به استقرار بهتر گیاهچه به‌ویژه در شرایط دشوار محیطی کمک نماید.

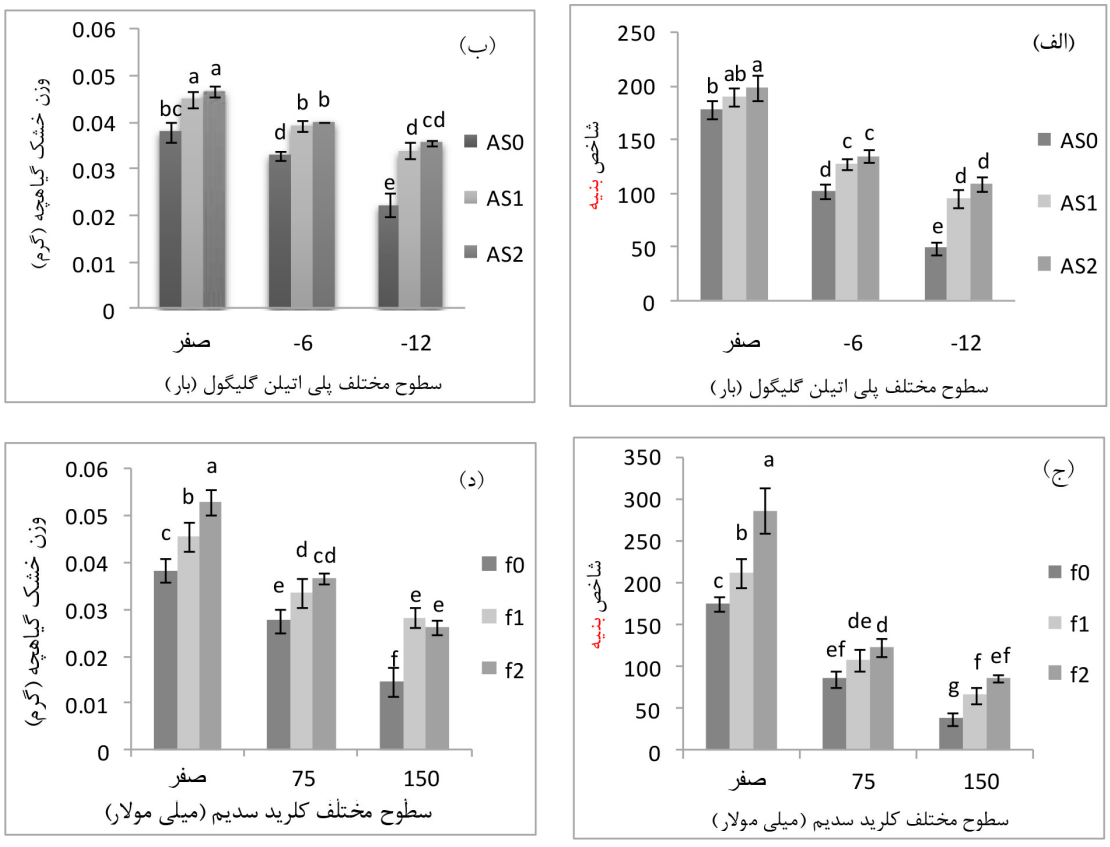


شکل۱: تاثیر بر همکنش آسکوربات با تنش خشکی و فولات با تنش شوری بر درصد جوانه زنی و سرعت جوانه زنی





شکل۲: تاثیر بر همکنش آسکوربات با تنش خشکی و فولات با تنش شوری بر طول ساقه چه و طول ریشه چه



شکل۳: تاثیر بر همکنش آسکوربات با تنش خشکی و فولات با تنش شوری بر شاخص بنیه و وزن خشک گیاهچه

منابع

اسفندیاری، ع.، شکیبا، م.ر.، محبوب س. و آلیاری ه.(a ۱۳۸۸) تسهیم ذخایر بذر و نقش آن در بنیه گیاهچه‌های گندم. دانش کشاورزی جلد ۱۹، شماره ٤، صفحات ٦٣-١٩.

اسفندیاری، ع.، شکیبا، م.ر.، محبوب، س.، آلیاری، ه. و برادران فیروزآبادی، م. (b ۱۳۸۸) اثرات تنش خشکی بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان و پراکسیداسیون لیپیدی گیاهچه‌های گندم. دانش کشاورزی جلد ۱۹، شماره ۲، صفحات۱۳۸-۱۲۹.

اسفندیاری، ع.، شهابی‌وند، ص. و جوادی، ع. (۱۳۹۵) فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات دانشگاه مراغه.

اسفندیاری، ع.، محبوب، س.، شکیبا، م.ر. و آلیاری، ه. (c ۱۳۸۸) نقش حجم خزانه آنتی اکسیدان‌های محلول در آب و پرولین در محافظت از غشاهای سلولی در تنش خشکی. دانش کشاورزی جلد ۱۹، شماره ۲، صفحات ١٤٧-١٣٩.

اسفندیاری، ع. و محبوب، س. (۱۳۹۲) بیوشیمی گیاهی (جلد اول). انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تبریز.

صادقی رازلیقی، ش.، الله دادی، ا. و اسفندیاری، ع. (۱۳۹۱) اثر اسید فولیک بر تسهیم ذخایر بذر و قدرت اولیه گیاهچه‌های گندم. مجله علوم کشاورزی دیم ایران جلد ۱، شماره ۲، صفحات ۸۱-۷۰.

Almansouri, M. Kient, M. and Lutts, S. (2001) Effect of salt and osmotic stress on germination in durum wheat *(Triticum durum* Desf.). Plant and Soil 231: 243-254.

Asada, K. (2000) The water-water cycle as alternative photon and electron sinks. Philosophical Transactions Royal Society 355: 1419-1431.

Bewley, J.D. and Black, M. (1994) Seeds: physiology of development and germination. 2nd ed. Plenum Press, New York 445p.

Burguieres, E. McCue, P. Kwon, YI and Shetty, K. (2007) Effect of vitamin c and folic acid on seed vigour response and phenolic activity. Bioresour Technology 98: 1393-404.

Datta, J.K. Nag, S. Banerjee, A. and Mondal, N.K. (2012) Impact of salt stress on five varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under laboratory condition. Journal of Applied Science and Environment Management 13: 93–97.

Edreva, A. (2005) Generation and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts: A submolecular approach. Agriculture, Ecosystem and Environment 106: 119-133.

Esfandiari, E. Shakiba, M. Mahboob, S. Alyari, H. and Shahabivand, S. (2008) The effect of water stress on the antioxidant content, protective enzyme activities, proline content and lipid peroxidation in wheat seedling. Pakistan Journal of Biological Science 11: 1916-1922.

Farooq, M. Basra, S.M.A. Wahid, A. and Khan, M.B. (2006) Rice seed invigoration by hormonal and vitamin priming. Seed Science and Technology 34: 775-780.

Fercha, A. Gherroucha, H. and Baka, M. (2011) Improvement of salt tolerance in durum wheat by ascorbic acid application. Journal of Stress Physiology and Biochemistry 7:27-37.

Jafarzadeh, A.A. and Aliasgharzad, N. (2007) Salinity and salt composition effects on seed germination and rootlength of four sugarbeet cultivars. Proceeding of Bioclimatology and Natural Hazards International Scientific Conference, Poľana nad Detvou, Slovakia, September 17 – 20.

Khan, M., Gurchani, M. Freed, S. Hussain, M. and Mahmod, H. (2011) Wheat seed enhancement by vitamin and hormonal priming. Pakistan Journal of Botany 43: 1495-1499.

Khan, T. Mazid, M. and Mohammad, F. (2012). A review of ascorbic acid potentialities against oxidative stress induced in plants. Journal of Agrobiology 28: 97–111.

Liu, M. Li, M. Liu, K. and Sui, N. (2015) Effects of drought stress on seed germination and seedling growth of different maize varieties. Journal of Agricultural Science 7. 231-240

Lopez, C. Richards, R.A. Farquhar, G.D. and Williamson, RE. (1996) Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigor among temperate cereals. Crop Science 36: 1257-1266.

Mirzaei, A. Naseri, A. Emami, T. and Jozeyan, A. (2012) Effect of salinity on germination and seedling growth of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). International Journal of Agriculture and Crop Science 4: 1089-1091.

Mittler, R. Vanderauwera, S. Gollery, M. and Breusegem, F. (2004) Reactive oxygen gene network of plants. Trends in Plant Science 9: 490-498.

Mittler, R. (2002) Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends in Plant Science. 7: 405-410.

Ouji, A. El-Bok, S. Mouelhi, M. Younes, M. and Kharrat, M. (2015) Effect of salinity stress on germination of five Tunisian lentil (*Lens culinaris* L.) genotypes. European Scientific Journal 11: 63-75.

Stakhova, L.N. Stakhov, L. and Ladygin, A. (2000) Effects of exogenous folic acid on the yield and amino acid content of the seed of *Pisum sativum* L. and *Hordeum vulgare* L. Applied Biochemistry and Microbiology 36: 85-89.

Stout, D. (1998) Rapid and synchoronus germination of *Cicer milkvetch* seed following diurnal temperature priming. Crop Science 181: 263-266.

Tommasi, F. Paciolla, C. de Pinto, M. and de Gara, A. (2001) A comparative study of glutathione and ascorbate metabolism during germination of *Pinus pinea* L. seeds. Journal of Experimental Botany 52: 1647-54.

Venkatesh, J. and Park, S. (2014) Role of L-ascorbate in alleviating abiotic stresses in crop plants. Botany Studies 55: 38-57.

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