نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال چهاردهم، شماره ۵۵، پاییز ۱۳۹۸ / صفحات: ۱۰۷-۹۵

تاثیر پیش تیمار اسپرمیدین و پلی‌اتیلن گلیکول بر جوانه‌زنی و برخی فعالیت‌های فیزیولوژی و مرفولوژی در گیاه گندم دروم (*Triticum durum*)

پروانه راهداری

گروه علوم گیاهی، دانشکده زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، تنکابن، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۰۳

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر پیش تیمار اسپرمیدین و پلی‌اتیلن‌گلیکول بر روی جوانه‌زنی و برخی از شاخص‌های فیزیولوژی و مورفولوژی در گیاه گندم تحت تنش خشکی، یک آزمایش فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۰ تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل پنج سطح اسپرمیدین (۰، ۰/۰۲ ، ۰/۰۵، ۰/۱و ۰/۱۵ میلی‌مولار) و چهار سطح پلی‌اتیلن‌گلیکول (۰، ۲-، ٤- و ۵- بار) بودند. نتایج آزمایشات نشان داد که کاربرد اسپرمیدین باعث افزایش وزن نسبی برگ، سطح برگ، کلروفیل ،کربوهیدرات و فنل کل گردید. در این مطالعه با افزایش سطح اسپرمیدین از میزان کاروتنوئیدها و ظرفیت انتی اکسیدانی برگ کاسته شد. همچنین بر روی جوانه زنی به لحاظ آماری اثر معنی داری نداشت. تنش خشکی که با پلی‌اتیلن‌گلیکول مورد ارزیابی قرار گرفت. باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنل کل وکربوهیدرات گردید. نتایج نشان داد که افزایش سطح پلی‌اتیلن‌گلیکول منجر به کاهش جوانه‌زنی برگ شد. بنابراین با توجه به نتایج فوق بکارگیری اسپرمیدین و پلی اتیلن گلیکول بعنوان پیش تیمار بذر می تواند در شرایط تنش برروی شاخص‌های فیزیولوژیکی ومورفولوژیکی تاثیر قابل توجهی داشته باشد و توان گیاه را در شرایط تنش افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: اسپرمیدین، پلی‌اتیلن گلیکول، تنش خشکی، فاکتورهای فیزیولوژی، گندم دوروم.

مقدمه

در طبیعت، گیاهان برای حفظ بقای خود مکانیسم‌های مختلف برای سازش با این تغییرات محیطی دارند که از آن جمله می‌توان به مکانیسم‌های مورفولوژی و تغییرات مولکولی اشاره کرد (Dolatabadian et a1., 2007). پلی‌اتیلن‌گلیکول ماده‌ای غیرسمی است که در بافت‌های گیاه نفوذ نمی‌کند. بنابراین، برعکس موادی همچون کلریدسدیم، مانیتول و ساکارز باعث صدمه به گیاه نمی‌شود. تحقیقات زیادی راجع به پاسخ گیاهان مختلف در مرحله جوانه زنی به تنش ناشی از پلی اتیلن گلیکول انجام شده است. کاهش مؤلفه‌های جوانه زنی، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن‌تر و خشک گیاهچه در محیط‌های اسمزی را می‌توان به کاهش سرعت و میزان جذب اولیه آب و نیز اثرات منفی پتانسیل‌های اسمزی پایین بر فرآیندهای بیوشیمیایی مراحل سوخت و ساز جوانه زنی نسبت داد (Mirshekari, 2001).

ترکیبات پلی آمین که در سلول‌های گیاهی یافت می‌شوند، در کاهش اثرات ناشی از تنش موثرند (Noohpisheh and Manuchehrikalantari, 2005). این ترکیبات شبه هورمونی در غلظت‌های بسیار پائین

*نویسنده مسئول: rahdari_parvaneh@yahoo.com

موجب پاسخ بیولوژی مناسب گیاه به تنش‌ها می‌شود. عمده ترین پلی آمین‌هایی که در گیاهان یافت می‌شوند شامل اسپرمیدین، دی‌آمین‌پوترسین و تراآمین‌اسپرمین می‌باشند. پلی‌آمین‌ها ترکیباتی هستند که غلظت آنها در سلول گیاهی بیشتر از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی (اکسین، جیبرلیک‌اسید، سیتوکتین و آبسزیک‌اسید) است و غلظت میلی‌مولاری این ترکیبات برای ایجاد پاسخ بیولوژیکی لازم است. (Ghorbanli et al., 2011) این ترکیبات در pH فیزیولوژیکی دارای بار مثبت هستند و به نوکلئیک اسیدها، فنولیپیدهای اسیدی و تعداد زیادی از پروتئین‌ها شامل آنزیم‌های مختلف متصل می‌شوند (Manuchehry kalantari and Noohpishe, 2005). پلی‌آمین‌ها دارای فرایندهای فیزیولوژیکی نظیر تقسیم سلولی، رویان زایی، شکست رکود، جوانه‌زنی بذر، رشد، پیری و پاسخ گیاهان به تنش‌های غیر زیستی می‌باشند (Anjum, 2011).

اسپرمیدین یک نوع پلی آمین است که در سلول گیاهی، به آنزیم‌های مختلف متصل شده و در پاسخ گیاهان به تنش‌های غیر زیستی مطرح می‌باشد (Anjum, 2011). امروزه یکی از تکنیک‌هایی که بواسطه آن، بذور پیش از قرارگیری در بستر خود در مواجه با شرایط محیطی به لحاظ فیزیولوژی و بیوشیمیایی، آمادگی جوانه‌زنی را بدست می‌آورند استفاده از پیش تیمار بذر با پلی‌آمین‌ها بویژه اسپرمیدین است (Sheikhzadeh mossadegh et al., 2014).

اسپرمیدین در هنگام بروز تنش خشکی مخصوصاً در گندم نسبت به شرایط عادی دو تا سه برابر افزایش می‌یابد و پس از آبیاری مجدد و منظم گیاهچه‌ها ، مقدار آن کاهش یافته و تقریباً به مقادیر قبل از تنش می‌رسد.(Saeedi et al., 2011). Liu و همکاران (۲۰۰۶) مشاهده کردند که اعمال تنش خشکی در مرحله گیاهچه‌ای گندم باعث تغییر معنی‌دار غلظت پلی‌آمین‌ها در برگ‌های ژنوتیپ‌های متحمل و حساس گردید. در این شرایط، ژنوتیپ‌های متحمل حاوی مقادیر بیشتر اسپرمیدین در مقایسه با سایر پلی‌آمین‌ها مثل پوتریسین در برگ‌های خود بودند. پیش‌تیمار بذر با پلی‌آمین‌ها بویژه اسپرمیدین نتایج موفقی را تاکنون نشان داده است و در این روش آبدهی کنترل شده بذر اعمال می‌شود بطوری که به بذر اجازه داده می‌شود مقداری آب جذب کند و مراحل اولیه جوانه زنی شامل فعال شدن آنزیم‌ها انجام شود (Farooq et al., 2006) Sheikhzadehmosadegh و همکاران (۲۰۱٤) طی پژوهشی بر تاثیر زمان و غلظت‌های پیش‌تیمار بذر با اسپرمیدین بر شاخص‌های رشد بامیه رقم بسنطی، مشخص نمودند که اثرات متقابل غلظت و زمان پیش‌تیمار، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و شاخص‌های دیگر را در بامیه به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد.

گیاه گندم امروزه به عنوان غذای اصلی اغلب جوامع از جمله ایران، یک کالای استراتژیک و راهبردی بوده و از اهمیت ویژه ای برخوردار است (Ahmadvand, 2011). هر ساله در قسمت عمده‌ای از گندم زارهای مناطق خشک و نیمه خشک از جمله ایران، وقوع تنش در طول دوره رشد از عوامل اصلی کاهش در عملکرد گندم می‌باشد (Saeedi et al., 2011). گندم دوروم (*Triticum durum*)، با داشتن حدود ۲۱ میلیون هکتار سطح زیر کشت در جهان بیش از ۱۰ درصد سطح زیر کشت گندم را به خود اختصاص داده است و یکی از محصولات مهم زارعی به حساب می‌آید. (Anonymous, 2005). این گندم بطور فوق‌العاده‌ای از نظر صفات فیزیولوژیکی متنوع است که این نوع گندم را برای تعداد زیادی از محصولات غذایی مناسب می‌سازد (Arzeni, 2004).

هدف از این تحقیق بررسی تاثیر پیش تیمار اسپرمیدین به‌عنوان یک پلی‌آمین و پلی اتیلن گیلگول به‌عنوان ترکیب غیر سمی کاهش دهنده جاذب آب بر روی جوانه زنی و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاه گندم رقم دوروم تحت تنش شوری بود تا اطلاع حاصل شود این ترکیبات تا چه اندازه می‌توانند به‌عنوان پیش تیمار در شرایط تنش شوری جهت بهبود تحمل گیاه بکار روند.

مواد و روش‌ها

این تحقیق بصورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارها شامل پنج سطح اسپرمیدین (S.=۰ ، S_1 = ۰/۰۲، S_2 = ۰/۰۵، S_3 = ۰/۱، S_4 = ۰/۱۵ میلی‌مولار) و چهار سطح پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ (P. = ۰ ، P_1 = −۲، P_2 = −٤، P_3 = −٥ بار) بود. برای انجام تحقیق ، ابتدا بذرهای گندم دوروم از مرکز تحقیقات اصلاح و بذر کرج تهیه گردید. تعداد ۶۰۰ بذر سالم و یکدست جدا گردید و مراحل ضدعفونی بذر انجام شد. سپس بذرهای ضدعفونی شده به تعداد مساوی (۱۰ بذر در هر پتری دیش) درون ظروف پتری دیش قرار گرفت. آنگاه محلول پاشی بذرها انجام گردید به این ترتیب که برای هرپتری‌دیش توسط پیپت مقدار ۲ میلی‌لیتر از تیمارهای مختلف محلول پلی‌اتیلن‌گلیکول (PEG) روی سطح کاغذ صافی پاشیده شد. سپس به میزان ۲ میلی‌لیتر محلول اسپرمیدین بر اساس تیمارهای آزمایشی در پتری دیش‌ها اعمال گردید. پس از اعمال تیمارها درب پتری‌دیش بسته شده و در مکانی که شرایط رطوبت و دمای یکسان بود، قرار گرفتند. محلول پاشی در مرحله جوانه‌زنی، در روز اول، روزچهارم و سه‌برگی شدن گیاه (روزهای ۲۸ و ۳۵) انجام گردید و پس از یک هفته سنجش صفات آغاز شد (Sharifi and zuie, 2009).

اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی: برای اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی بذور تعداد ۵۰ بذر را درون پتری دیش گذاشته و پس از ٢٤ ساعت تعداد بذرهای جوانه‌زده شمارش گردید و آنگاه از فرمول زیر درصد جوانه‌زنی بدست آمد (Sharifi and zuie, 2009).

درصد جوانه زنی =تعداد بذر جوانه زده / تعدادکل بذرهای کاشته

اندازه گیری وزن نسبی (RWC) گیاه: برای اندازه‌گیری وزن خشک نسبی گیاه ابتدا از هر تیمار یک برگ را جدا کرده و پس از وزن نمودن، داخل تیوپ‌های ۱/۵ میلی‌لیتر قرار داده شد و روی آنها آب دو بار تقطیر (دیونیزه) ریخته تا کاملا برگ در آن غوطه‌ورگردد. پس از بستن درب تیوپ‌ها برگ‌ها به مدت ۵ ساعت در این شرایط قرار گرفتند. سپس برگ‌ها از تیوپ بیرون آورده شده و در آون ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٢٤ ساعت قرار گرفت. پس از این مرحله برگ‌ها توزین شدند تا وزن خشک آن بدست آید. برای بدست آوردن وزن تورژسانس نمونه برگ‌ها به مدت ۵ تا ۷ ساعت در آب دیونیزه قرار گرفتند. سپس با استفاده از رابطه زیر وزن نسبی برگ محاسبه شد.

وزن نسبی گیاه =وزن خشک−وزن تورژسانس / وزن خشک−وزن تر ×۱۰۰

اندازه‌گیری کلروفیل a، b و کلروفیل کل و کاروتنوئیدها: جهت اندازه‌گیری غلظت کلروفیل a، b و کلروفیل کل از روش lichtenthaler و همکاران (۱۹۸۵) استفاده گردید. آنگاه جذب محلول موجود بادستگاه اسپکتروفتومتردر طول موج‌های داده شده به

دستگاه برای جذب کلروفیل a طول موج ٦٦٣ نانومتر، برای کلروفیل b طول موج ٦٤٥ نانومتر و برای کاروتنوئیدها طول‌موج ٤٧٠ نانومتر استفاده گردید. سپس عدد جذب را در فرمول‌های زیر قرار دادیم و نتایج بدست آمده یادداشت گردید.

$$Chl\ a = (۱۲/۲۵ \times A_{٦٦٣}) - (۲/۷۹ \times A_{٦٤٥})$$

$$Chl\ b = (۲۱/۵۰ \times A_{٦٤٥}) - (۵/۱۰ \times A_{٦٦٣})$$

$$Tchl = Chl\ a + Chl\ b$$

$$\times A_{٤٧٠} - ۱/۸ \times Chl\ A - ۸۵/۰۲ \times Chl\ b) / ۱۹۸)v/w$$

$$(۱۰۰۰)) = کاروتنوئید$$

اندازه‌گیری فنل کل: جهت اندازه‌گیری فنل کل، از روش Macdonald (۲۰۰۱) استفاده گردید. سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ٧٦٥ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. برای آماده‌سازی منحنی استاندارد فنل‌کل غلظت‌های مختلف از اسیدگالیک (۵۰۰-۰ میلی‌گرم بر لیتر) در متانول تهیه شد.

اندازه‌گیری کربوهیدرات‌ها: جهت اندازه‌گیری میزان کربوهیدرات موجود در برگ از روش Somongy-nelson (۱۹۵۲) استفاده گردید. ۰/۱ گرم از برگ را توزین نموده و با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر بخوبی سائیده گردید و در لوله‌های آزمایش ریخته شد. سپس روی حرارت قرار داده شد تا به نقطه جوش برسد. آنگاه از کاغذ صافی واتمن عبور داده شدند تا صاف شوند. سپس ۲ میلی‌لیتر از نمونه‌های صاف شده را در لوله آزمایش ریخته و در آن ۲ میلی‌لیتر محلول سولفات مس (شامل ٤٠ گرم کربنات سدیم و ٤٠٠ میلی‌لیتر آب، ۷/۵ گرم اسیدتارتاریک ، ٤/۵ گرم سولفات مس آبدار در حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) اضافه گردید و ۸ دقیقه در دستگاه بن‌ماری در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از گذشت این زمان ، نمونه‌ها را از بن‌ماری خارج نموده و به جهت توقف واکنش آنها را در آب سرد قرار دادیم. پس از این مرحله فسفومولیبدیک‌اسید (شامل ۷۰ گرم مولیبدیک‌اسیدو ۱۰ گرم تنگستات سدیم در ۷۰۰ میلی‌لیتر محلول سود ۵ درصد) که به مدت ٤٠ دقیقه حرارت داده و پس از افزودن ۲۵۰ میلی‌لیتر اسیدفسفریک ۸۵ درصد، محلول را به حجم یک لیتر رسانیده به میزان ۲ میلی‌لیتر به لوله‌ها افزوده شد. لوله‌ها کاملاً تکان داده شدند تا رنگ آنها آبی شوند. پس از این مرحله غلظت نمونه‌ها در طول موج ٦٠٠ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (UV – 1601) خوانده شد و یادداشت گردید.

اندازه‌گیری پروتئین‌ها: جهت اندازه‌گیری مقدار پروتئین در برگهای گیاه گندم از روش lowry (۱۹۵۱) استفاده گردید. . برای این کار ۰/۰۵ گرم از برگ گیاه را توزین کرده توسط ۵ میلی‌لیتر بافر تریس آن را در یک‌هاون چینی سائیده و به لوله فالکون منتقل شد. سپس لوله‌ها را در دستگاه سانتریفیوژ به مدت ۱۵ دقیقه در ۵۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت و سانتریفیوژ گردید تا عمل جداسازی انجام گیرد. سپس بخش محلول رویی به منظور استخراج پروتئین به لوله‌های آزمایش منتقل شدند. ۲ میلی‌لیتر از محلول رویی را برداشته و ۲ میلی‌لیتر معرف D به تمام نمونه‌ها در لوله آزمایش اضافه گردید و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای آزمایشگاه قرار گرفت تا واکنش لازم انجام گیرد. سپس غلظت نمونه‌ها در طول موج ٦٦٠ نانومتر بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر مورد سنجش قرار گرفت.

اندازه‌گیری میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدان از روش خنثی کنندگی رادیکال آزاد ۲و۲- دی فنیل-۱- پیکریل هیدرازیل (DPPH) استفاده گردید (Fattahi Moghadam, 2012). بدین منظور برای تهیه عصاره متانولی ابتدا از هر تیمار ۵ میلی‌گرم از برگ توزین گردید و درهاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر متانول ساییده شد و سپس در لوله‌های فالکون ریخته شد.

پس از بستن درب لوله‌ها، به مدت ۲٤ساعت در فریزر و در دمای ۲۰- درجه قرار داده شدند. سپس لوله‌ها را در دستگاه سانتریفوژ با سرعت ٦۰۰۰ دور به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفتند تا دو فاز جامد و مایع از هم جدا شوند.در مرحله بعد به کمک دستگاه سمپلر محلول رویی آن برداشته و در تیوپ‌های ۲ میلی‌لیتر ریخته شدند. سپس تعداد ۷ لوله آزمایش انتخاب شد. برای هر تیمار در هر لوله آزمایش ۲ میلی‌لیتر عصاره را به لوله اول اضافه نموده و از لوله آزمایش اول ۱ میلی‌لیتر محلول را برداشته به لوله آزمایش دوم ریخته و از لوله آزمایش دوم ۱ میلی‌لیتر محلول برداشته و به لوله سوم ریخته و تا لوله آزمایش هفتم این عمل انجام گرفت. سپس ۲ میلی‌لیتر از محلول DPPH (٦ میلی‌مولار) را به تمام لوله‌ها اضافه نموده و ۱۵ دقیقه در تاریکی در جذب ۵۱۷ نانومتر با دستگاه اسپکترونانومتر خوانده شد.

آماده سازی DPPH: ابتدا ۷/۰۸ میلی‌گرم از پودر DPPH را وزن نموده و سپس در مقداری متانول بوسیله هیترمگنت‌دار در ارلن حل گشت. سپس آن را به حجم ۳۰۰ میلی‌لیتر متانول رسانیده و سپس دور آن را فویل گرفته و در مکان سرد قرار داده شد.

$$\text{درصد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی} = \frac{\text{جذب نمونه - جذب DPPH}}{\text{جذب DPPH}}$$

داده‌های حاصل بطور جداگانه مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. برای محاسبات آماری از نرم‌افزار MSTATC استفاده شد. همچنین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه میانگین‌ها و از نرم‌افزار Excel جهت محاسبات و رسم نمودارها استفاده گردید.

نتایج

اثر متقابل سطوح مختلف اسپرمیدین وپلی اتیلن‌گلیکول بر درصد جوانه‌زنی: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف اسپرمیدین بر درصد جوانه‌زنی گندم اثر معنی‌داری به لحاظ آماری نداشت و اثر سطوح مختلف پلی اتیلن‌گلیکول بر درصد جوانه‌زنی گندم در سطح احتمال $P< ۰/۰۵$ معنی‌دار شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش مصرف مقادیر پلی‌اتیلن گلیکول، درصد جوانه زنی گندم کاهش یافت (جدول ۱).

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس (مقادیر درجه آزادی، میانگین مربعات) برخی صفات گیاه گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		درصد جوانه زنی	پروتئین	فنل کل	کربوهیدرات	آنتی اکسیدان
		(درصد)	mg/100gr	(درصد)	(درصد)	(درصد)
تکرار	۲	۱۹۹/۰۱۷$^{n.s}$	۱۷۸/٤٦ *	۹۷/۰۰۱ $^{n.s}$	۳۱/۹۲ $^{n.s}$	۱۳/۲۱۹$^{n.s}$
اسپرمیدین	٤	۱۵۹/٦$^{n.s}$	۳۹۷۰/۰۳۷**	۲۰٦۸۰/۰۱ **	۲۳۵۲/۱٦**	۱٤۸/۱۷ **
پلی‌اتیلن گلیکول	۳	٤۱٤/۷۷**	۲۱٤۷/٦٦**	۱۳۹۳/۸۸ **	۸۱/۲۲*	٦٤/۲٤۰ **
اثر متقابل	۱۲	۹۲/٦۱*	۲۸۸۱/۹۰۹**	۹٤۱٤/۰۳ **	٤٦۱/۲۲ **	۳٦/۹۳۷ **
اشتباه آزمایشی	۳۸	۱۳٤/۲۸۰	٤٤/۵۱۰	۹۱/۹۹	۳۳/۰٦۷	۷/۳۷
ضریب تغییرات (درصد)		۱۵/٤۰	۱۱/۲۷	۱۱/۲۹	۱۵/۹۵	۹/۹۸

n.s تفاوت معنی دار نیست. * و ** به‌ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

اثر متقابل سطوح اسپرمیدین و پلی اتیلن‌گلیکول بردرصد جوانه‌زنی گندم دوروم در سطح احتمال P< ۰/۰۵ معنی‌دار شد (جدول۳).

اثر متقابل سطوح اسپرمیدین و پلی اتیلن گلیکول برمقدار کاروتنوئیدها: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف اسپرمیدین بر مقدار کارتنوئیدهای برگ اثر معنی‌داری در P< ۰/۰۵ داشت و با افزایش اسپرمیدین تا ۰/۱ میلی‌مولارکاهش نشان داد. اثر سطوح مختلف پلی‌اتیلن گلیکول بر مقدار کاروتنوئیدها اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۲).

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس (مقادیر درجه آزادی، میانگین مربعات) برخی صفات گیاه گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		وزن نسبی برگ (درصد)	کلرفیل a (درصد)	کلرفیل b (درصد)	کاروتنوئیدها mg/gfw
تکرار	۲	۸۰/۲۴۲ n.s	۰/۷۶ n.s	۱۵/۲۰۱ n.s	۱۲/۵۶ **
اسپرمیدین	٤	۲۹۹/۷۳۲*	۱۱۵/۸۶**	٤۱٤/۵۰۲**	۸/۱۵٦**
پلی اتیلن گلیکول	۳	۱۰۵/۰٦۰ n.s	۲/۹۷۵**	۱۰۸/۱۲٦ **	۲/۳۳n.s
اثر متقابل	۱۲	۱۰٤/۵۸۱*	۱۵/۵۷۵*	۱۰٦/۸٤٤**	۵/۲٤٦**
اشتباه آزمایشی	۳۸	۹۲/۵٦۳	۸/۸۹۹	۱٤/۳۹۱	۲/۲۹۷
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۲۹	۱۵/۹۵	۲۰/۱۷	۳۲/۲۵

n.s تفاوت معنی دار نیست. * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵درصد و ۱ درصد.

اثر متقابل سطوح اسپرمیدین و پلی اتیلن گلیکول برمقدار کاروتنوئیدها در سطح P< ۰/۰۱ معنی‌دار شد. حداکثر میزان کاروتنوئیدها از تیمار ۰/۰۲ میلی‌مولاراسپرمیدین و ٤- بار پلی اتیلن گلیکول به میزان ٦/۲۳ میلی‌گرم بر گرم حاصل شد. کمترین مقدار کاروتنوئیدها نیز به میزان ۰/۸۳ میلی‌گرم بر گرم از تیمار ۰/۱ میلی‌گرم اسپرمیدین و ٤- بار پلی‌اتیلن گلیکول مشاهده شد(جدول ۳).

اثر متقابل سطوح مختلف اسپرمیدین و پلی‌اتیلن گلیکول بر فنل‌کل: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف اسپرمیدین بر مقدار فنل کل اثر معنی‌داری در سطح P< ۰/۰۱ داشت و بالاترین مقدار در سطح اسپرمیدین ۰/۰۵ میلی‌مولار مشاهده گردید. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش مصرف مقادیر پلی اتیلن گلیکول، فنل کل برگ گندم افزایش یافت. بیشترین فنل کل برگ، در۵-بار پلی اتیلن گلیکول حاصل گردید (جدول ۱). اثر متقابل سطوح اسپرمیدین و پلی اتیلن گلیکول برفنل کل برگ گندم در سطح P< ۰/۰۱ معنی‌دار شد (جدول ۳). با افزایش تنش خشکی میزان فنل کل افزایش نشان داد.

جدول۳: اثر متقابل سطوح اسپرمیدین و پلی اتیلن گلیکول بر جوانه‌زنی، فنل کل و کاروتنوئید برگ گیاه گندم دوروم

اثر متقابل سطوح اسپرمیدین و پلی‌اتیلن گلیکول	کاروتنوئیدها (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)		فنل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)		جوانه‌زنی (درصد)	
S0 P0	ABC	٤/٤٦	DE	١٣٣/٣	AB	٧٨
S0 P1	ABC	٤/٤٣	FG	٩٩	AB	٧٧/٣٣
S0 P2	ABC	٤/٢٧	FG	٩٨/٠٩	AB	٧٧/٦٧
S0 P3	ABC	٤/٤٣	CD	١٤٠/٤	B	٦٣/٣٣
S1 P0	ABC	٣/١	EF	١١٧/٢	AB	٨١/٦٧
S1 P1	ABC	٢/٢٦	CD	١٤٢/٦	AB	٨٣/٣٣
S1 P2	A	٦/٢٣	B	١٩٦/٦	AB	٧٣/٣٣
S1 P3	ABC	٤/١٣	B	٢٠٣/٥	AB	٧٥
S2 P0	BC	١/٨	B	٢٠٩/٩	AB	٨٣/٣٣
S2 P1	BC	١/٧٦	B	٢٠١/٧	AB	٧٣/٣٣
S2 P2	ABC	٣/٣٣	CD	١٣٩/٩	AB	٨٣/٣٣
S2 P3	ABC	٤/٥	A	٢٢٨/٨	AB	٦٩/٣٣
S3 P0	ABC	٣/٧	C	١٦١/١	A	٩٠
S3 P1	ABC	٣/٩٧	GH	٧٨/٨٨	AB	٧٦/٦٧
S3 P2	BC	٢/٠٣	CD	١٤٢/٩	AB	٧٣/٣٣
S3 P3	C	٠/٨٣	I	١٩/٧٩	B	٦٦/٦٧
S4 P0	ABC	٣/٧٣	H	٧٥/٦	B	٦٦/٦٧
S4 P1	AB	٥/٠٢	B	١٩٧/٨	AB	٨٠
S4 P2	AB	٥/١٦	B	١٩٣/٥	B	٦٦/٦٧
S4 P3	AB	٣/٢٣	A	٢٢٨/٨	B	٦٦/٣٣

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

پنج سطح اسپرمیدین (S_0=۰ ، S_1 = ۰/۰۲ ، S_2 = ۰/۰۵ ، S_3 = ۰/۱ ، S_4 = ۰/۱۵ میلی‌مولار) و چهار سطح پلی اتیلن گلیکول (P_0=۰ ، P_1=-۲ ، P_2 = -٤ ، P_3 = -٥ بار).

اثر متقابل سطوح اسپرمیدین و پلی اتیلن گلیکول بر میزان وزن نسبی: میانگین‌ها نشان داد که با افزایش مصرف مقادیر اسپرمیدین تا سطح ۰/۱ میلی‌مولار میزان وزن نسبی افزایش یافت که در سطح احتمال $P<$ ۰/۰۵ معنی‌دار بود. اثر سطوح مختلف پلی‌اتیلن گلیکول برمیزان وزن نسبی گیاه گندم در معنی‌دار نبود. اثر متقابل سطوح اسپرمیدین و پلی اتیلن گلیکول بر میزان وزن نسبی گیاه گندم به لحاظ اماری معنی‌دار بود (جدول٤). با بکارگیری اسپرمیدین در شرایط تنش خشکی وزن نسبی برگ افزایش نشان داد.

اثر متقابل سطوح اسپرمیدین و پلی‌اتیلن گلیکول بر مقدار کلروفیل a وکلروفیل b: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف اسپرمیدین بر میزان کلرفیل a برگ گندم اثر معنی‌داری در سطح احتمال $P <$ ۰/۰۱ داشت (جدول ۲) مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش مقادیر

اسپرمیدین بیش از ۰/۰۵ میلی‌مولارمیزان کلرفیل a برگ کاهش یافت.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش مصرف مقادیر پلی‌اتیلن گلیکول، کلرفیل a ابتدا افزایش و در ۵- بارکاهش نشان داد. اثر متقابل سطوح اسپرمیدین و پلی اتیلن گلیکول برمقدار کلروفیل a برگ گندم دوروم در سطح احتمال P<۰/۰۱ معنی‌دار شد (جدول ٤). حداکثر میزان کلرفیل a در تیمار ۰/۰۲ میلی‌مولار اسپرمیدین و ۲- بار پلی اتیلن گلیکول مشاهده گردید.

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف اسپرمیدین افزایش معنی داری بر میزان کلروفیل b داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش مصرف مقادیر اسپرمیدین میزان کلروفیلb افزایش یافت همچنین با افزایش مصرف مقادیر پلی اتیلن گلیکول، کلروفیل b دربرگ گندم کاهش نشان داد. اثر متقابل سطوح اسپرمیدین و پلی اتیلن گلیکول برمقدار کلروفیلb در سطح احتمال P < ۰/۰۱ معنی‌دار شد (جدول ٤). حداکثر میزان کلروفیل b در تیمار ۰/۰۲ میلی‌مولار اسپرمیدین و ۲- بار پلی اتیلن گلیکول به میزان ۳۳/۱۷ میلی‌گرم برگرم مشاهده گردید.

جدول ٤: اثر متقابل سطوح اسپرمیدین و پلی اتیلن گلیکول بر وزن نسبی، کلروفیل a و کلروفیل b **برگ گیاه گندم دوروم**

اثر متقابل سطوح اسپرمیدین و پلی‌اتیلن گلیکول	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)		کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)		وزن نسبی (سانتی‌متر مربع بر میلی‌گرم)	
S0 P0	۳۲/۷۳	A	۱۸/۳۰	BCD	۷۳/۵۷	AB
S0 P1	۳۳/۱۷	A	۱۹/۳٤	ABCD	۸٦/٤۷	AB
S0 P2	۱۳/٦۳	BCDE	۱۸/۵٦	BCD	٦۸/٦۸	B
S0 P3	۹/۳۷	DE	۹/۲۰	E	۷۹/۷۷	AB
S1 P0	۸/۲	DE	۲۲/۳۳	ABC	۹۷	A
S1 P1	٤/۹٦	E	۲٦/۳۳	AB	۸۲/۸۷	AB
S1 P2	۷/٦٦	DE	۲٤/۳۷	AB	۸۸/۷۰	AB
S1 P3	۸/۲۳	DE	۱۸/٦۷	BCD	۸۸/۱۳	AB
S2 P0	۱۵	BCD	۱۸/۳	BCD	۹۱/۹۳	AB
S2 P1	۱۰/٦۳	DE	۱۹/۷۳	ABCD	۸٤/۹۳	AB
S2 P2	۱۱/٤۷	CDE	۱۷/٤۰	BCD	۹۱/۰۷	AB
S2 P3	۱۳/٤۳	BCDE	۱۷/۰۳	BCD	۸۷/٦۰	AB
S3 P0	۱۳/۸۰	BCDE	۱٤/۸	CD	۹۰/۹	AB
S3 P1 B	۱۳/۳۳	BCDE	۱۵/۵	CD	۸۱/٤۳	AB
S3 P2	۹/۱۳	DE	۱۸/۷۷	BCD	۹۰/۱۳	AB
S3 P3	۱۱/۳۷	CDE	۱۹/٦۳	ABCD	۸٦	AB
S4 P0	۱٤/٤۷	BCDE	۱٤/٤۰	D	۸۷/۹	AB
S4 P1	۲۱/۸۳	B	۱٦/۹۷	BCD	۷۳/۳۳	AB
S4 P2	۱٦/۹۷	BCD	۱۳/۸۳	D	۸۸/٦۳	AB
S4 P3	۲۰/٦۳	BC	۱۵/۰۳	CD	۸۵/۹۷	AB

میانگین‌ها یی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

پنج سطح اسپرمیدین (S_0=۰، S_1 = ۰/۰۲، S_2 = ۰/۰۵، S_3 = ۰/۱، S_4 = ۰/۱۵ میلی‌مولار) و چهار سطح پلی اتیلن گلیکول (P_0 = ۰، P_1 = - ۲، P_2 = -٤، P_3 = -۵ بار)

اثر متقابل سطوح مختلف اسپرمیدین وپلی اتیلن گلیکول بر میزان پروتئین: میانگین‌ها داده‌ها نشان داد که با افزایش مصرف مقادیر اسپرمیدین میزان پروتئین برگ کاهش یافت و با افزایش مصرف مقادیر پلی اتیلن گلیکول، نیز پروتئین برگ گندم کاهش یافت (جدول ۱). اثر متقابل سطوح اسپرمیدین و پلی‌اتیلن‌گلیکول بر پروتئین برگ گندم در سطح احتمال ۰/۰۱ > Pمعنی‌دار شد (جدول ۵). بنابراین با بکارگیری اسپرمیدین میزان پروتئین برگ کاهش نشان داد.

اثر متقابل سطوح مختلف اسپرمیدین و پلی‌اتیلن‌گلیکول بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف اسپرمیدین برمیزان ظرفیت آنتی اکسیدانی گندم در سطح احتمال P<۰/۰۱ معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش مصرف مقادیر اسپرمیدین از میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گندم کاسته شد اما با افزایش مصرف مقادیر پلی اتیلن گلیکول ظرفیت آنتی اکسیدانی برگ گندم افزایش نشان داد. اثر متقابل سطوح اسپرمیدین و پلی اتیلن گلیکول برظرفیت آنتی اکسیدانی برگ گندم در سطح احتمال P <۰/۰۱ معنی‌دار شد (جدول ۵). بکارگیری اسپرمیدین در تنش خشکی باعث افزایش ظرفیت انتی اکسیدانی گردید.

جدول ۵: اثر متقابل سطوح اسپرمیدین و پلی‌اتیلن گلیکول بر قند، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و وزن نسبی گیاه گندم دوروم

اثر متقابل سطوح اسپرمیدین و پلی‌اتیلن گلیکول	قند (گرم بر صد گرم وزن تر)		ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (درصد)		پروتئین (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	
S0 P0	E	۳/٦٥	A	۳۰/۷۳	A	۱۲٥/۳
S0 P1	BCDE	۱٤/۱۸	BCD	٦٥/٦٤	BCDE	۸۸/٦۲
S0 P2	E	٥/۰٤	AB	۷۰/۰۳	GH	٥۸/٦۲
S0 P3	BCDE	۱٤/٦۸	ABC	٦۷/۱۹	A	۱۲۱/٥
S1 P0	E	۲/٥	ABC	٦۷/٦۰	A	۱۲۷/۱
S1 P1	CDE	۹/۷	EF	٥٦/۸۳	A	۱۳۳/۳
S1 P2	E	۲/۸٦	F	٥۲/٥۲	DEF	۸۱/٥۱
S1 P3	BCD	۱۹/۹۹	CDE	٦۲/۸۷	FGH	٦۸/۱۸
S2 P0	DE	۷/٥۳	BC	٦٦/۱۲	I	۳۳/۷
S2 P1	BC	۲٤/۳۷	BC	٦٥/٦۳	J	۱۷/۲۹
S2 P2	A	٤۱/٦۱	BC	٦٥/۷٥	BCD	۹٦/۱۸
S2 P3	B	۲٦/٦۰	BCD	٦٤/۳۹	EF	۷۷/۹٦
S3 P0	A	٤٥/۰٤	CDE	٦۰/۹۹	B	۱۰٤/٤
S3 P1	E	۳/٤٥	DEF	٥۸/۷٥	BC	۹۸/٦۲
S3 P2	BCDE	۱٥/۷۱	BCD	٦٥/۰٤	FGH	٦۸/٦۲
S3 P3	BCDE	۱٦/۲۸	BC	٦٦/۲۹	FGH	٦٥/۹٦
S4 P0	DE	۷/۰۳	ABC	٦۷/٥٥	A	۱۲۱/۱
S4 P1	BCD	۲۱/٤۲	BCD	٦٤/٥۹	CDE	۸۷/۲۹
S4 P2	BCD	۱۳/٥۲	ABC	٦۷/٥۱	EFG	۷۳/۹٦
S4 P3	BCD	۱٥/۷۰	ABC	٦۷/۲۳	H	٥٦/۱۸

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

پنج سطح اسپرمیدین (۰=S_0، ۰/۰۲ = S_1، ۰/۰۵ = S_2، ۰/۱ = S_3، ۰/۱۵ = S_4 میلی‌مولار) و چهار سطح پلی اتیلن گلیکول (۰ =P_0، ۲- =P_1، ٤- = P_2، ٥- = P_3 بار)

بحث

تنش رطوبتی اعمال شده بوسیله پلی‌اتیلن گلیکول احتمالا از طریق کاهش سطح تماس آب با بذرها و پایین آوردن هدایت هیدرولیکی آب اطراف بذرها و کاهش جذب اکسیژن باعث کاهش جوانه‌زنی می‌گردد. در همین راستا طی تحقیقی که Jafarnegad و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی تحمل به خشکی ٤ ژنوتیپ گندم در مرحله جوانه‌زنی انجام دادند به این نتیجه رسیدند که با افزایش میزان پلی‌اتیلن گلیکول و کاهش پتانسیل آب از صفر به ۱/۲ مگا پاسکال، جوانه زنی از ۹۲ درصد به ۲۱ درصد تقلیل یافت.

SheikhzadehMossadegh (۲۰۱۵) طی پژوهشی بر تاثیر زمان و غلظت‌های پیش‌تیمار بذر با اسپرمیدین بر شاخص‌های رشد بامیه رقم بسنطی، مشخص نمودند که اثرات متقابل غلظت و زمان پیش‌تیمار، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه و شاخص‌های دیگر را در بامیه به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد.

Movahed و همکاران (۲۰۱۲) طی تحقیقی بر تاثیر پلی‌آمین‌ها بر شاخص‌های رشد رویشی و زایشی توت‌فرنگی به این نتیجه رسیدند که کاربرد خارجی پلی‌آمین اسپرمیدین موجب افزایش وزن در برگ‌های توت‌فرنگی گردید. این تاثیر می‌تواند به دلیل توانایی پلی‌آمین‌ها به عنوان تنظیم کننده رشد و نمو گیاهی و همچنین نقش در تقسیم و تمایز سلولی گیاهان باشد.

Farjadishakib و همکاران (۲۰۱۲) بر روی تاثیر محلول پاشی اسپرمیدین بر خصوصیات مورفولوژی، فیزیولوژی و بیوشیمیایی سیکلامن ایرانی انجام دادند مشخص نمودند که اسپرمیدین بر روی شاخص سطح برگ اثر معنی‌داری داشته و منجر به افزایش شاخص سطح برگ گیاه گردیده است. رشد گیاهان تحت تنش خشکی و یا شوری که با پلی‌آمین‌ها اسپری می‌شوند می‌تواند بدلیل نقش این مواد در تقسیم سلولی گیاه باشد (Hajiboland and Ebrahimi, 2013). طی تحقیقی بر روی تاثیر شوری و کاربرد پلی‌آمین‌ها بر رشد، فتوسنتز و متابولیسم در گیاه چغندرقند نشان دادند که رشد گیاهان در شرایط تنش، با کاربرد اسپرمیدین بهبود یافته و کاربرد اسپرمیدین موجب تخفیف اثر تنش در گونه‌های حساس شده است. همچنین مشخص شده است که کاربرد پلی‌آمین اسپرمیدین موجب افزایش تحمل ریشه به تنش خشکی شده که این خود اثر زیادی بر تداوم رشد گیاه دارد.

Chattopadhayay و همکاران (۲۰۰۲) گزارش نمودند که رنگیزه‌های فتوسنتزی مثل کلروفیلa بطور معنی‌داری تحت تاثیر پلی‌آمین‌ها افزایش می‌یابد. اسپرمیدین نیز در سطح کم موجب افزایش کلروفیل a شده، ولی در سطح بالا منجر به کاهش آن می‌شود. نقش ارتباط دهندگی یونی پلی‌آمین‌ها در سلول گیاهی با محیط که منجر به بهبود غشاء سلول گیاهی می‌گردد، تاثیر عمده‌ای در پیش‌گیری از نابودی اسیدهای نوکلئیک و همچنین کلروفیل برگ دارد (Iqbal, 2006).

مشخص شده که رادیکال‌های آزاد تولید شده در شرایط تنش خشکی نقش بسزایی در تخریب و کاهش مقدار کلروفیل در برگ دارند (Safahani et al., 2016). کاهش مقدار کلروفیل در اثر تنش خشکی در گیاهان مختلف از جمله -پنبه، گلرنگ و آفتابگردان و نخود گزارش شده است. همچنین در جو نیز کاهش کلروفیل در اثر تنش مشاهده گردیده است (Zare et al., 2012). در شرایط تنش، کمبود کاهش ماده خشک می‌تواند به دلیل فشار تورژسانس سلول ناشی از کاهش سطح برگ گیاه، همچنین کاهش نرخ فتوسنتزی به دلیل محدودیت‌های بیوشیمیایی ناشی از کمبود آب از قبیل کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی به

خصوص کلروفیل‌ها باشد (Lawlor, 2002). با توجه به اینکه کلروفیل b به عنوان رنگدانه کمکی برای انتقال انرژی در فتوسنتز عمل می‌کند، نقش موثری در حفاظت از سامانه فتوشیمیایی و پایداری آن در شرایط تنش دارد. در آزمایشات مربوط به تنش خشکی در دو لاین بامیه مشخص شده است که با افزایش شدت تنش خشکی، از میزان کلروفیل b کاسته شد (Ashraf, 2005).

طی تحقیق Ghanbari و همکاران (۲۰۱۳) بر روی تاثیر محلول پاشی با اسپرمیدین بر میزان کاروتنوئیدها و برخی فاکتورهای رشد فلفل دلمه‌ای تحت تنش شوری به این نتیجه رسیدند که تیمار اسپرمیدین تا حدودی موجب افزایش کاروتنوئیدهاگردید، اما با افزایش سطح، از میزان کاروتنوئیدها کاسته شده است. Agastien و همکاران (۲۰۰۰) طی تحقیقی گزارش نمودند که کاربرد غلظت‌های مختلف پلی‌آمین‌ها منجر به افزایش معنی‌داری در میزان فنل‌کل در گیاه لوبیا چشم‌بلبلی (*Cowpea*) گردید. این افزایش در میزان فنل‌کل در پاسخ به تیمار پلی‌آمین‌ها و افزایش همزمان IAA در اندام هوایی گیاه، منجر به این پیشنهاد گردید که ترکیبات فنلی ممکن است از فعالیت IAA اکسیداز جلوگیری کنند، و در نتیجه افزایش و تجمع اکسین و رشد و توسعه بهتر گیاه تحت تنش، تجمع ترکیبات فنلی نیز افزایش می‌یابد. همچنین تجمع ترکیبات فنلی در اندام‌های هوایی تحت تنش که با پلی‌آمین‌ها تیمار شده‌اند، ممکن است به علت افزایش بیوسنتز سایر ترکیبات مفید در گیاه باشد که منجر به افزایش ترکیبات فنلی نیز می‌گردد.

پلی آمین‌ها به هنگام وقوع تنش‌های محیطی، نقش حفاظتی قابل ملاحظه‌ای در گیاه ایفا می‌کنند. این ترکیبات می‌توانند به‌عنوان اسمولیت عمل نموده و با اتصال به فسفولیپیدهای غشایی، موجب پایداری غشاهای پلاسمایی شوند (Sharma et al., 2011).

پلی‌امین‌ها با تحت تاثیر قراردادن H^+-Atpase و H^+-PPase قادرند تا در تنظیم PH در شرایط تنش نقش ایفا کنند.نوع و مقدار پلی‌امین‌های تجمع یافته در گیاه به گونه گیاهی و به شدت ونوع تنش بستگی دارد. منابع خارجی تترا اسپرمین درگیاه سویا موجب افزایش وزن در غلاف‌ها ودانه‌ها و محتوای پروتئین در شرایط تنش اسمزی می شود. عموماً استفاده از منابع خارجی تترا آمین اسپرمین می‌تواند فعالیت انزیمهای انتی اکسیدان را افزایش داده و مقادیر مالون‌دی‌آلدیید را کاهش دهد که نشان دهنده نقش تتراآمین‌اسپرمین در سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی می‌باشد (Namvar et al., 2017).

طی آزمایشی که Zare و همکاران (۲۰۱۲) بر تاثیر خشکی بر خصوصیات فتوسنتزی و ترکیبات فنلی در ژنوتیپ‌های مختلف نخود انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تغییرات ترکیبات فنلی در این گیاه به نوع ژنوتیپ آن بستگی دارد. همچنین آنها بیان نمودند که در ژنوتیپ MCC760 با افزایش سطح خشکی، مقدار فنل‌کل برگ نیز افزایش یافت و حاکی از افزایش ٦٦ درصدی مقدار فنل‌کل برگ در تیمار تنش با ۳- بار پلی‌اتیلن‌گلیکول بود. از خصوصیت‌های ترکیبات فنلی این است که هنگامیکه گیاهان تحت دمای کم و یا تنش‌های محیطی قرار می‌گیرند، ترکیبات مختلفی از قبیل ایزوفلاوون‌ها و یا فنیل‌پروپانوئیدها و برخی دیگر از ترکیبات فنلی در آنها افزایش پیدا می‌کند (Michalak , 2006).

نتیجه‌گیری نهایی

کاربرد اسپرمیدین به‌عنوان پیش‌تیمار جوانه‌زنی بر روی همه خصوصیات مورد مطالعه شامل غلظت

کلروفیل‌ها، ارزیابی میزان کاروتنوئیدها، کربوهیدرات ها، مقدار فنل‌کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی برگ‌ها، اندازه‌گیری سرعت رشد نسبی، نسبت سطح برگ و وزن نسبی تاثیرگذار بود، اما بر جوانه‌زنی بذر اثری نداشت. پلی‌اتیلن گلیکول نیز بر همه صفات مورد مطالعه غیر از جوانه‌زنی تاثیر گذار بود و جوانه زنی را کاهش داد.

سپاسگزاری

از دانشگاه آزاد واحد تنکابن که در اجرای این طرح مرا را یاری نمودند سپاسگزارم.

References

Agastien, P., Kingsley, S.J. and Vivekanondon, M .(2000). Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes. Photosynthetica, 38:287-29.

Aghdasi, M., Fatemi, M. and Asadirekabdarkolaie, A. (2019). Effect of growth on and on Echinacea purpurea (*Echinacea purpurea*) endemic parameters. Journal of Plant Ecophysiology. 53 :1-15 .

Ahmadvand, M. (2011). Surveying the area under cultivation, production and support policies of wheat during the first to fourth development plans. Journal of Economic Research and Policies, 53(53): 57-56.

Anjum, A. (2011). Effect of exogenously applied spermidin on growgh and physiology of citrus root stook troyer citrang under salin condition. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 35:43-53.

Anonymous.(2005). The state of the world's genetic resources for food agriculture F.A.O.Rome . Italy.

Arzani, A. (2004). Breeding Field Erops.Ispahan university of Technology publications.pp.606.

Ashraf, M., Zafar, Z. U. and cheema, Z. (2005). Effect of low potassium regimes on some salt and drough tolerant lines of pearl millet. Phyton. 34: 219-227.

Chattopadhayay, M.K., Tiwari, B.S., Chattopadhyay, G., Bose, A., Sengupta, D.N. and Ghosh, B. (2002). Protective role of exogenous polyamineson salinity-stressed rice (*Oryza sativa*) plants. Physiology Plant, 116: 192-199.

DolatAbadan, A. and Etemadi, S. (2007). Effect of acetic acid pretreatment on wheat seed germination under salinity stress conditions. Journal of Experimental Biology, 21(4):692-702.

Farjadi Shakib, M., Naderi, R., and Mashhadi, M. (2013). Effect of spermidine foliar application on morphological, physiological and biochemical properties of Iranian cyclamen. Journal of Plant EchoPhysiology. 13: 96-113.

Farooq, M., Barsa, S., Warraich, E. and Khaliq, A. (2006). Optimization of hydro priming techniques for rice seed invigoration. Jounal of Seed Science Technology. 34:529-534.

Fattahi Moghadam, J., Hamidoghli, Y., Fotouhi Ghazvini, R., Ghasemnejad, M. and Bakhshi, D.(2012). Determination of suitable harvesting time based on fruit bioactive compounds and antioxidant capacity in some citrus cultivars. Journal of Horticultural Science and Technology, 12(4): 355-368.

Ghanbari, M., Tafazeli, A.S. and honoraries, A.S. (2013). Influence of spermidine foliar application on carotenoid and some growth factors of bell pepper under salt stress. First National Conference on Sustainable Medicinal Plants and Agriculture. Hamedan

Ghorbanli, M., Sadeghi, M. and Niakan, M. (2013). Effects of spermidine, salinity stress on germination percentage, growth parameters, osmotic regulators, sodium content and chlorine content of wheat grain. Journal of Plant Science Research, 6(1):78-89.

Hajiboland, R. and Ebrahimi, N. (2013). Influence of mild salinity and application of polyamines on growth, photosynthesis and metabolism of phenols in sugar beet. Journal of Plant Research. 26(3): 290-300.

Huiguo, D., Shu, Y., Wenjuan, L., Dehui, X.,Donghong, Q., Houguo, I. and Honghui, L. (2010). Effect of exogenous spermidine on photosystem II of wheat seedling under water stress. Journal Integrative plant Biology, 45(8): 920-927.

Iqbal, N., Ashraf, M.Y., Farrukh, J., Vicente, M. and Kafeel, A. (2006). Nitrate reduction and nutrientaccumulation in wheat grown in soil salinized withfour different salts. Journal of Plant Nutrition, 29: 409-415.

Jafarnejad, A. and Taheri, A.H. (2009). Drought tolerance study of four wheat

genotypes at germination stage. Journal of Environmental Stress in Agricultural Sciences. 2(1):73-85.

Khakshour Moghaddam, Z., Lahouti, M. and Ganjali, AS. (2011). Investigation of the effects of drought stress induced by polyethylene glycol on germination and morphological characteristics of dandelion, Journal of Horticultural Science, 25(2):185-193..

Lawlor, D.W, and Cornic, G. (2002). Photosynthtic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higer plant. Cell and Enviroment, 25:275-249.

Lichtenthaler H.K. and Wellburn A.R. (1985). Determination of total carotenoids and chlorophyll a and b of leaf in different solvents. Biochemical Society Transactions. 11: 591-592.

Liu, I.H., Nada, K., Hond, C., Kitashba, H. and Wen, X.P.(2006). Polyamine biosynthesis of apple cullus under salt stress: important of arginine decarboxylase pathway response. Journal of Experimental Botany. 57:2589-2599.

Lowry, O. H., Rosebrough, N. S., Farr, A. L. and Randall, R. J. (1951). Protein measurement with the folin-phenol reagent. Journal of Biological Chemistry, 193: 265-75

Macdonald, I.O., Oludare, A.S. and Olabiyi, A. (2001). Phytotoxic and anti- microbial activities of flavonoids in *Ocimum gratissimum*. Life Science. 7: 45–48

Michalak, A. (2006). Phenolic compounds and their antioxidant activity in plant growing under heavy metal strss. Polish Journal of Environmental Studies, 15(4): 523-530.

Mirshakari, B. (2011). Crop Production Sciences. Translation. Islamic Azad University of Tabriz Publications.707.

Movahed, N., Eshghi, S. and tafazoli, E. (2012). Effects of polyamins on vegetative characteristic, flowering and yield of strawberry.Acta Horticulture. 926: Lisbon. Portugal.

Namvar, A., Hadi, H. and Seyedsharifi, R. (2017). The role of external sources of plant protection in modulating the destructive effects of non-biological stresses. Journal of Ecophysiology. 48:103-128.

Noohpisheh, Z. and Manuchehri kalantari, KH. (2011). Effects of Spermidine Interaction and Salinity Stress on Pepper. Iranian Journal of Biology, 24(6):848-857.

Saeedi, M., Ahmadi, A. and Tulki, A. (2011). Effect of Post-Pollination Drought Stress on the Content of Polyamines in Bread Wheat Alloy, Iranian Journal of Crop Sciences, 13(3): 481-494.

Safahani, A. and Shahriari, Gh. (2016). This article discusses methods for improving human growth and development (*Hordeum vulgare*) under salinity stress. Journal of Plant Ecophysiology. 44:44-5.

Sharifi, M. and Zuei, F. (2009). Laboratory of Plant Physiology, Isfahan University publishers.215-220.

Sharma, D.K., Dubey, A.K., Srivastav, M., Singh, A.K., Sairam, R.K., Pandey, R.N., Dahuja, A. and Kaur, C.(2011). Effect of putrescine and paclobutrazol on growth, physiochemical parameters, and nutrient acquisition of salt-sensitive citrus rootstock Karna khatta (Citrus karna Raf.) under NaCl Stress. Journal of Plant Growth Regulation. 30:301-311.

Sheikhzadeh Mossadegh, Q, Khorram Dell, Q,. Heidary. M., Ismail Pour, B. and spring, Q. (2014). Effect of time and different concentrations of spermimidine seed pretreatment on germination indices, Bastani cultivar. Third National Congress of Organic and Conventional Agriculture.

Somongy, N .(1952). Noteon sugar determination. Journal of Biological Chemistry.195:19-29.

Verma, S. and Mishra, S.N. (2005). Putrescinealleviation of growth in salt stressed *Brasssica Junceaby* inducing antioxidative defense system. Journal Plant Physiology, 162(6):669-677.

Zare, M., Bagheri, A. and Bahrami, A. (2012). Effect of drought stress on photosynthetic properties, phenolic compounds and inhibitory capacity of active radicals of different chickpea genotypes. Journal of Greenhouse Cultivation Science and Technology, 3(12): 59-77.