پژوهش‌های بذر ایران/ سال پنجم/ شماره دوم/ ۱۳۹۷

اثر پرایمینگ بذر بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی، تغییرات بیوشیمیایی و رشد اولیه گیاهچه کنجد (*Sesamum indicum*)

حسن نوریانی*

چکیده مبسوط

مقدمه: امروزه فناوری‌های مختلفی در جهت ارتقای کیفیت بذر باهدف افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و استقرار بهتر گیاهچه‌ها تحت شرایط محیطی مختلف توسط پژوهشگران توسعه یافته است. یکی از این فناوری‌ها، پیش تیمار بذر و یا پرایمینگ بذر می‌باشد. با توجه به حساسیت فرایند جوانه‌زنی به‌عنوان اولین مرحله نموی گیاه و همچنین اهمیت بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه کنجد، این پژوهش باهدف بررسی کارایی پرایمینگ بذر با استفاده از اسید سالیسیلیک، متیل جاسمونات و اسید هیومیک بر خصوصیات جوانه‌زنی، تغییرات بیوشیمیایی و رشد اولیه گیاهچه بذور ارقام یلووایت و محلی دزفول کنجد طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول طی تابستان سال ۱۳۹۴ اجرا گردید. فاکتور اول، شامل پیش تیمار بذر (پرایمینگ بذر) با آب مقطر، اسید سالیسیلیک ۰/۱ میلی مولار، متیل جاسمونات ۱ میکرومولار و اسید هیومیک ۱/۵ درصد و فاکتور دوم، شامل دو رقم کنجد، یلووایت و رقم محلی دزفول در نظر گرفته شد. برای مقایسه تیمارها صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی روزانه، میانگین جوانه‌زنی روزانه، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، ضریب آلومتری، میزان پرولین، میزان پروتئین‌های محلول و فعالیت آنزیم کاتالاز مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج آزمایش نشان داد که پرایمینگ بذر اثر معنی‌داری بر صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی روزانه، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، ضریب آلومتری و میزان تغییرات بیوشیمیایی گیاهچه داشت و باعث بهبود آنها گردید. اثر رقم بر کلیه صفات مورد بررسی به استثنای سرعت جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه، غیر معنی‌دار بود. در این تحقیق رقم محلی دزفول به‌طور میانگین با ۱۳/۵۲ بذر در روز از سرعت جوانه‌زنی بالاتری نسبت به رقم یلووایت برخوردار بود. همچنین اثر متقابل تیمارهای پرایمینگ بذر و رقم، تنها روی شاخص بنیه بذر و ضریب آلومتری معنی‌دار شد، به طوری که مقایسه میانگین‌ها مشخص نمود بیشترین میزان صفت بنیه بذر توسط مصرف اسید هیومیک ۱/۵ درصد در رقم محلی دزفول (به میزان ۱۰/۰۹) حاصل گردید، در حالی که بیشترین میزان ضریب آلومتری در پیش تیمار بذر با متیل جاسمونات در رقم یلووایت (به میزان ۱/۵۷) به دست آمد.

نتیجه‌گیری: در این مطالعه مؤثرترین تیمار پرایمینگ بذر برای بهبود خصوصیات جوانه‌زنی، میزان تغییرات بیوشیمیایی و رشد گیاهچه در کنجد، اسید هیومیک ۱/۵ درصد و بهترین پاسخ به آن مربوط به رقم محلی دزفول بود. پرایمینگ بذر با اسید هیومیک ۱/۵ درصد نسبت به تیمار شاهد و رقم محلی دزفول نسبت به رقم یلووایت در بسیاری از شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه نتایج بهتری را نشان داد، بنابراین می‌توان اظهار داشت که پیش تیمار بذر به‌وسیله اسید هیومیک با تأثیر بیشتر بر خصوصیات جوانه‌زنی کنجد، می‌تواند در استقرار مطلوب گیاهچه آن مؤثرتر واقع گردد و استفاده از این اسید آلی در توسعه سامانه ریشه‌ای و استقرار مطلوب گیاهچه کنجد که به‌عنوان یک مشکل اساسی در ابتدای فصل رشد مطرح است، بسیار مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: بنیه بذر، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، ضریب آلومتری، کاتالاز

جنبه‌های نوآوری:

۱- اسید هیومیک مؤثرترین تیمار پرایمینگ بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی، تغییرات بیوشیمیایی و رشد گیاهچه‌های کنجد بود.

۲- تأثیر تیمارهای پرایمینگ بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی رقم محلی دزفول نسبت به رقم یلووایت بیشتر بود.

*استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه پیام نور

*رایانامه نویسنده مسئول: hnouriyani@pnu.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۱۵)

http://dorl.net/dor/20.1001.1.23831251.1397.5.2.7.2

http://dx.doi.org/10.29252/yujs.5.2.43

مقدمه

مرحله جوانه‌زنی یکی از بحرانی‌ترین مراحل رشد است و بذرهایی که جوانه‌زنی مناسب‌تری داشته باشند، در مراحل بعدی رشد می‌توانند گیاهچه‌هایی با بنیه قوی‌تر و سامانه ریشه‌ای توسعه یافته‌تری را تولید نمایند. امروزه فناوری‌های مختلفی در جهت ارتقای کیفیت بذر با هدف افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و استقرار بهتر گیاهچه تحت شرایط محیطی مختلف توسط پژوهشگران مورد ارزیابی قرارگرفته که یکی از این فناوری‌ها، پیش‌تیمار بذر و یا پرایمینگ بذر می‌باشد (دلاین و لاگونوسچی-لاچیان[1]، ۲۰۱۵). برخی تحقیقات نشان داده است که استفاده از این روش به‌ویژه در شرایط نامطلوب محیطی موجب افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی، سبز شدن بذرها و گیاهچه‌ها و ظهور یکنواخت ریشه‌چه و ساقه‌چه در دامنه وسیعی از درجه حرارت می‌گردد (بخرد[2]و همکاران، ۲۰۱۵). پرایمینگ بذر سنتز و فعال شدن اولیه آنزیم‌های هیدرولتیک α و β آمیلاز را نیز تحریک می‌کند. این آنزیم‌ها با اکسیداسیون مواد غذایی ذخیره‌ای بذر انرژی مورد نیاز برای جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه را تأمین می‌نمایند (وریر[3] و همکاران، ۲۰۱۰).

مطالعه و شناسایی ترکیباتی که به‌عنوان مواد پرایمینگ بذر قادر باشند علاوه برافزایش جوانه‌زنی و سبز شدن بذرها، رشد و عملکرد نهایی گیاهان حاصل از بذرهای پرایم شده را افزایش دهند، از اهمیت بالایی برخوردار است. در یک بررسی مشخص گردید که پرایمینگ باعث افزایش طول و قطر ریشه در کلزا گردیده است (ابوطالبیان[4]و همکاران، ۲۰۱۷). در این راستا برخی بررسی‌ها مؤید این مطلب است که پیش‌تیمار بذر با هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی حاکی از بهبود رفتار جوانه‌زنی و شاخص‌های مربوط به آن اعم از متوسط زمان جوانه‌زنی، بنیه بذر، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نرخ جوانه‌زنی و استقرار اولیه در بذرهای پرایم شده می‌باشد (گبریک‌زیابهر و کوفا[5]، ۲۰۱۷). کاتالاز یکی از مهم‌ترین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی است که با افزایش شدت تنش افزایش می‌یابد ولی با استفاده از فناوری پرایمینگ بذرها می‌توان میزان فعالیت این آنزیم را در گیاهان بیشتر نمود (موسوی[6] و همکاران، ۲۰۰۹).

اسید سالیسیلیک یک هورمون گیاهی است که در تنظیم فرایندهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاهان اثر داشته و باعث القای سازوکارهای دفاعی در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده می‌شود. جاسمونات‌ها مشابه سایر هورمون‌های گیاهی اثرات زیستی متنوعی دارند. این ترکیبات در رشد و نمو و واکنش به تنش‌های محیطی نقش تنظیم‌کننده‌ای را ایفا می‌کنند. در واقع اسید سالیسیلیک و متیل جاسمونات دو تنظیم‌کننده رشد گیاهی‌اند که ترکیبات پیام‌رسان کلیدی در فعال‌سازی پاسخ‌های اختصاصی دفاعی گیاه و جوانه‌زنی محسوب می‌شوند (کولوپاو[7]و همکاران، ۲۰۱۱؛ سلیمان[8] و همکاران، ۲۰۱۶؛ مکسی‌میک[9]، ۲۰۱۱).

گزارش‌شده است که پرایمینگ بذر کنجد با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر هورمون اسید سالیسیلیک، باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر گردیده و از زوال بذر در این گیاه جلوگیری به عمل آید (حسینی خواه[10]و همکاران، ۲۰۱۵). در آزمایشی با بررسی اثر پرایمینگ بذر روی عملکرد و اجزای عملکرد دو ژنوتیپ کنجد، گزارش دادند پرایمینگ با اسید سالیسیلیک موجب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین افزایش عملکرد روغن در آن گردید (علیزاده[11]و همکاران، ۲۰۱۶). کیارستمی[12]و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی اثر اسید سالیسیلیک بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در گیاه کلزا بیان داشتند اسید سالیسیلیک فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز، پلی‌فنل اکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز را افزایش داد.

[1] Delian and Lagunovschi-luchian
[2] Bekherad
[3] Varier
[4] Aboutalebian
[5] Gebreegziabher and Qufa
[6] Moosavi
[7] Kolupaev
[8] Soliman
[9] Maksymiec
[10] Hosseini Khah
[11] Alizadeh
[12] Kiarostami

در یک بررسی مشخص گردید که استفاده از متیل جاسمونات ۱ میکرومولار باعث افزایش محتوای پروتئین و عملکرد کلزا شد (وانی[1] و همکاران، ۲۰۱۶). اسیدهای آلی در مقادیر بسیار کم اثرات فراوانی در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بذر دارند (المحمدی و احمد[2]، ۲۰۰۹). اسید هیومیک به‌عنوان یک اسید آلی، خاصیت شبیه هورمونی دارد و سبب افزایش جوانه‌زنی، افزایش حجم ریشه و درنتیجه جذب بیشتر عناصر غذایی می‌شود. از طرفی به سبب زیاد بودن ظرفیت تبادل کاتیونی، اسید هیومیک سبب در اختیار قرار دادن عناصر مفید و دفع عناصر سمی و فلزات سنگین در ریشه گیاهان می‌شود (جونز[3] و همکاران، ۲۰۰۴). دادنیا[4] (۲۰۱۷) در آزمایش خود بر روی کرچک گزارش داد که اسید هیومیک ۸ درصد باعث افزایش معنی‌دار آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در این گیاه گردید.

از کنجد (*Sesamum indicum* L.) به‌عنوان قدیمی‌ترین گیاه دانه روغنی مورداستفاده بشر نام‌برده شده است و در بسیاری از کشورها از این گیاه به دلیل داشتن درصد روغن و پروتئین بالا و مواد آنتی‌اکسیدان، در غذا، مکمل‌های غذایی، دارو و صنعت استفاده می‌شود (کوکا[5] و همکاران، ۲۰۰۷). تناسب بستر کشت و شرایط اقلیمی نقش بسیار مهمی در رشد مناسب این گیاه دارد (شاشی‌هارا[6] و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به حساسیت فرایند جوانه‌زنی به‌عنوان اولین مرحله نموی گیاه و همچنین اهمیت بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه کنجد، این پژوهش باهدف بررسی کارایی پرایمینگ بذر با استفاده از اسید سالیسیلیک، متیل جاسمونات و اسید هیومیک بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه بذور ارقام یلووایت و محلی دزفول طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول (خوزستان) طی تابستان سال ۱۳۹۴ اجرا گردید. فاکتور اول شامل خیساندن بذر (پیش‌تیمار بذر) در تیمارهای آب مقطر، اسید سالیسیلیک ۰/۱ میلی‌مولار، متیل جاسمونات ۱ میکرو مولار و اسید هیومیک ۱/۵ درصد به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (مقبلی و آروین[7]، ۲۰۱۵) بود. فاکتور دوم شامل دو رقم کنجد یلووایت (پُر شاخه، دوره رشد ۱۲۰ روز، میانگین وزن هزار دانه ۲/۸ گرم، رنگ دانه سفید، مقاوم به خوابیدگی) و رقم محلی دزفول (پُر شاخه، دوره رشد ۱۲۰ روز، میانگین وزن هزار دانه ۳ گرم، رنگ دانه قهوه‌ای، مقاوم به خوابیدگی)، بود.

به‌منظور تهیه محلول تیمار پرایمینگ بذرها با اسید سالیسیلیک ۰/۱ میلی‌مولار، ۰/۰۱۳۸ گرم اسید سالیسیلیک در یک لیتر آب مقطر حل شد و برای تیمار با متیل جاسمونات ۱ میکرومولار، ۰/۰۰۲۲۴ گرم متیل جاسمونات و همچنین جهت تیمار با اسید هیومیک ۱/۵ درصد، مقدار ۲۸/۸۵ میلی‌لیتر اسید هیومیک ۱۳ درصد با یک لیتر آب مقطر مخلوط گردید. جهت آماده‌سازی هر واحد آزمایشی (ظروف پتری به قطر ۹ سانتی‌متر)، ۲۵ عدد بذر انتخاب شد. قبل از شروع آزمایش، بذرها برای ضدعفونی در محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به مدت ۳۰ ثانیه و سپس در محلول بنومیل دو در هزار به مدت یک دقیقه قرار داده و در نهایت با آب مقطر شستشو شدند. بعد از انجام عمل ضدعفونی، بذرها در داخل پتری‌هایی که حاوی دو عدد کاغذ واتمن شماره یک بود، قرار گرفتند. در هر یک از پتری‌ها ۵ میلی‌لیتر از محلول‌های مورد آزمایش اضافه شد به‌طوری‌که بذرها در محلول غوطه‌ور نشوند. سپس پتری‌ها در دستگاه جوانه‌زنی (ژرمیناتور) به مدت هفت روز با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. جهت ارزیابی اثرات تیمارهای آزمایشی، روزانه (هر ۲۴ ساعت) تعداد بذرهای جوانه‌زده به‌صورت تجمعی شمارش شدند (ایزدی[8] و همکاران، ۲۰۱۳). خروج ریشه‌چه دو میلی‌متری از پوسته بذر، به‌عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد.

[1] Wani
[2] El-Mohamedy and Ahmed
[3] Jones
[4] Dadnia
[5] Koca
[6] Shashidhara
[7] Moghbeli and Arvin
[8] Izadi

در پایان آزمون، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری این شاخص‌ها، تعداد ۱۰ گیاهچه عادی از هر تیمار به‌طور تصادفی انتخاب و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه آن‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد. ضریب آلومتری (K) یا میزان رشد نهال‌ها با محاسبه نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه برآورد شد (کریمی و عزیزی[1]، ۲۰۰۷). با توجه به رابطه‌های ۱-۳ سایر صفات اندازه‌گیری و محاسبه شد (تکرونی و ایگلی[2]، ۱۹۹۱):

رابطه (۱): $GP = \frac{N}{K} \times 100$

GP: درصد جوانه‌زنی، K: تعداد کل بذرهای کشت‌شده و N: تعداد بذر جوانه‌زده در آخرین شمارش

رابطه (۲): $VI = \frac{GP \times MSH}{100}$

VI: شاخص بنیه بذر، GP: درصد جوانه‌زنی و MSH: میانگین طول ریشه‌چه و ساقه چه

رابطه (۳): $GR = \sum \frac{Ni}{Ti}$

GR: سرعت جوانه‌زنی، Ni: کل بذرهای جوانه‌زده در روز iام و Ti: طول دوره آزمایش

نمونه‌برداری جهت سنجش تغییرات بیوشیمیایی گیاهچه پس از پایان دوره جوانه‌زنی (بر اساس توصیه ایستا[3]، ۲۰۱۰)، انجام شد. در این تحقیق میزان پرولین، پرولین، میزان پروتئین‌های محلول و فعالیت آنزیم کاتالاز محاسبه گردید. به‌منظور اندازه‌گیری میزان پرولین از گیاهچه‌های کنجد نمونه‌گیری شد و نمونه‌ها پس از آماده‌سازی به روش بیتس[4] و همکاران (۱۹۷۳) در دستگاه اسپکتوفتومتر مدل UV-160A- SHIMADZO قرار گرفتند و جذب در طول‌موج ۵۲۰ نانومتر قرائت شد. غلظت پرولین برحسب میکرو مول بر گرم بافت تازه برگ با استفاده از منحنی استاندارد تعیین شد. فعالیت آنزیم کاتالاز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با اسپکتروفتومتر و به روش اسمیت[5] و همکاران (۱۹۸۸) اندازه‌گیری شد. میزان پروتئین محلول طبق روش ارائه‌شده به‌وسیله بردفورد[6] (۱۹۷۶)، تعیین شد. بدین منظور ۱ میلی‌لیتر از محلول برادفورد به همراه ۱۰۰ میکرو لیتر عصاره آنزیمی پس از مخلوط شدن کامل، در دستگاه اسپکتروفتومتر قرار داده شد و جذب محلول در طول‌موج ۵۹۵ نانومتر ثبت شد. غلظت پروتئین برحسب میلی‌گرم بر گرم بافت تازه با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه شد.

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها و ارزیابی نتایج، کلیه محاسبات آماری مربوط به تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش، با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C، مقایسه میانگین داده‌ها به‌وسیله آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد و رسم نمودارها توسط برنامه Excel انجام شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

پرایمینگ بذر بر صفت درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید ولی اثر رقم و اثر متقابل تیمارهای پرایمینگ و رقم بر صفت مذکور معنی‌دار نگردید (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثر مصرف مواد تنظیم‌کننده رشد بر صفت درصد جوانه‌زنی مثبت بوده به‌طوری‌که مصرف این ترکیبات سبب افزایش درصد جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد شد و بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی در پرایمینگ با اسید هیومیک به میزان ۹۷/۲۵ درصد حاصل گردید (جدول ۲). به نظر می‌رسد آماده‌سازی بذر با اسید هیومیک به علت تغییرات متابولیکی و بیوشیمیایی که اتفاق می‌افتد و افزایش فعالیت پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و آنزیم‌ها منجر به افزایش جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه شده و با افزایش متابولیسم و نفوذپذیری سلول‌ها نسبت به آب و مواد غذایی سبب تحریک ریشه‌زایی می‌شود (جونز و همکاران، ۲۰۰۴). نتایج مشابهی نیز مبنی بر افزایش درصد جوانه‌زنی به‌وسیله مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی متیل جاسمونات و اسید سالیسیلیک (صفاری و همکاران، ۲۰۱۲) و همچنین متیل جاسمونات و اسید هیومیک (مقبلی و آروین، ۲۰۱۵) گزارش گردیده است. به نظر می‌رسد فرایند پرایمینگ بذر سبب بهبود غشای سیتوپلاسمی شده و این امر باعث کاهش اتلاف الکترولیت‌ها و افزایش درصد جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه شده است.

[1] Karimi and Azizi
[2] Tekrony and Egli
[3] ISTA
[4] Bates
[5] Smith
[6] Bradford

سرعت جوانه‌زنی

یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی تحمل به تنش ارقام، سرعت جوانه‌زنی آنها می‌باشد، به‌گونه‌ای که ارقام با سرعت جوانه‌زنی بالا در شرایط تنش امکان سبز شدن سریع‌تری را نسبت به سایر ارقام دارند. اثر پرایمینگ بذر و رقم بر صفت میانگین جوانه‌زنی روزانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی به ترتیب به‌وسیله مصرف اسید هیومیک ۱/۵ درصد (۱۳/۹۳ بذر در روز) و تیمار شاهد (۱۲/۵۰ بذر در روز) به دست آمد (جدول ۲). شیوه‌های مختلف پرایمینگ باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده مواد ذخیره‌ای شده و به علت قابلیت دسترسی آسان گیاهچه به مواد غذایی در طول مرحله جوانه‌زنی، دانه‌های پرایمینگ شده بهتر قادر به کامل کردن فرایند جوانه‌زنی در زمان کوتاه‌تر می‌شود (بابایی قاقلستانی[1] و همکاران، ۲۰۱۶). چنین نتایجی توسط قربانی[2] و همکاران (۲۰۱۳) و صفاری و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش‌شده است.

همچنین جی‌نی و جوزف[3] (۲۰۱۷) بیان داشتند که اسید سالیسیلیک با اثر روی بیوسنتز جیبرلین بر جوانه‌زنی گیاه اثر می‌گذارد. در این آزمایش رقم محلی دزفول به‌طور میانگین با ۱۳/۵۲ بذر در روز از سرعت جوانه‌زنی بالاتری نسبت به رقم یلووایت برخوردار بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد عامل بیشتر بودن سرعت جوانه‌زنی در بعضی از ژنوتیپ‌ها سرعت بیشتر جذب آب و آماس بذر آنها است. اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال شود و یا جذب به‌آرامی صورت گیرد، فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به‌آرامی انجام خواهد شد و درنتیجه مدت‌زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش می‌یابد و لذا سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (قادری‌فر و سلطانی[4]، ۲۰۱۲). برهمکنش بین پرایمینگ پرایمینگ بذر و رقم بر صفت میانگین جوانه‌زنی روزانه معنی‌دار نگردید (جدول ۱).

طول ریشه‌چه

طول ریشه‌چه شاخصی از رشد و نمو و بنیه گیاهچه است و تغییرات آن نیز برای ارزیابی بنیه گیاهچه مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. بر اساس جدول تجزیه واریانس تأثیر پرایمنگ بذر بر صفت طول ریشه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار ولی اثر رقم و اثر متقابل پرایمینگ و رقم بر صفت طول ریشه‌چه معنی‌دار نگردید (جدول ۱). همان‌طور که در جدول مقایسه میانگین‌ها آمده است، با اعمال تیمار پرایمینگ بذر، طول ریشه‌چه ارقام مورد مطالعه کنجد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و در این میان، تیمار اسید هیومیک بیشترین تأثیر را بر صفت مذکور داشت، اگرچه با تیمار متیل جاسمونات در یک گروه معنی‌داری بود (جدول ۲).

تأثیر مفید پرایمینگ بر جوانه‌زنی ممکن است به افزایش فعالیت آنزیم ایندو بتاماناز مربوط شود که باعث تضعیف شدن دیواره سلولی و بهبود ظهور ریشه‌چه شود (بابایی قاقلستانی و همکاران، ۲۰۱۶). در بین دو رقم بیشترین طول ریشه‌چه مربوط به رقم محلی دزفول به میزان ۵/۲۶ سانتی‌متر در مقایسه با رقم یلووایت با ۵/۰۴ سانتی‌متر بود (جدول ۲). پرایمینگ بذر با اسید هیومیک به‌علت تغییرات متابولیکی و بیوشیمیایی، افزایش فعالیت پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و آنزیم‌ها منجر به جوانه‌زنی سریع و افزایش ظهور گیاهچه شده و با افزایش متابولیسم و نفوذپذیری سلول‌ها نسبت به آب و مواد غذایی، سبب تحریک ریشه‌زایی و افزایش طول ریشه‌چه می‌شود (محمد و رفیعی[5]، ۲۰۱۱). همچنین گزارش‌شده است اسید هیومیک منجر به جذب آب و انتقال مواد ذخیره‌ای در بذرها شده و سبب افزایش رشد ریشه‌چه می‌شود (اصغرپور و رفیعی[6]، ۲۰۱۱).متیل جاسمونات نیز ضمن اینکه باعث فعال شدن فعالیت‌های فیزیولوژیک زیادی در گیاهان می‌شود، ازجمله ترکیباتی است که در زمان تنش در گیاه، فعال‌شده و از مهم‌ترین تنظیم‌کننده‌های رشد و توسعه گیاهی به‌حساب می‌آید

[1] Babaei Qaqlstany
[2] Ghorbani
[3] Jini and Joseph
[4] Ghaderi Far and Soltani
[5] Mohammad and Rafiei
[6] Asgharipour and Rafiei

جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه در بذرهای دو رقم کنجد

Table 1. Analysis of variance (means squares) of germination characteristics and seedling growth in seeds of two Sesame cultivars

Sources of variations (S.O.V)	منابع تغییرات	درجه آزادی (d.f)	Means Squares میانگین مربعات					
			درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	شاخص بنیه بذر Seed vigor index	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	ضریب آلومتری Allometric coefficient
Seed Priming	پرایمینگ بذر	3	146.001 *	2.998 *	13.924 **	3.689 **	0.076 **	0.019 *
Cultivar	رقم	1	6.125 ns	0.156 *	2.050 ns	0.384 ns	0.069 *	0.014 ns
Seed × Cultivar Priming	رقم × پرایمینگ	3	0.135 ns	0.023 ns	0.063 *	0.029 ns	0.023 ns	0.004 *
Error	خطای آزمایش	24	2.979	0.012	0.686	0.154	0.032	0.002
Coefficient of variation (%)	درصد ضریب تغییرات		5.1	3.8	4.2	5.7	6.3	4.3

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد و ۱ درصد

ns, * and **: Non-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

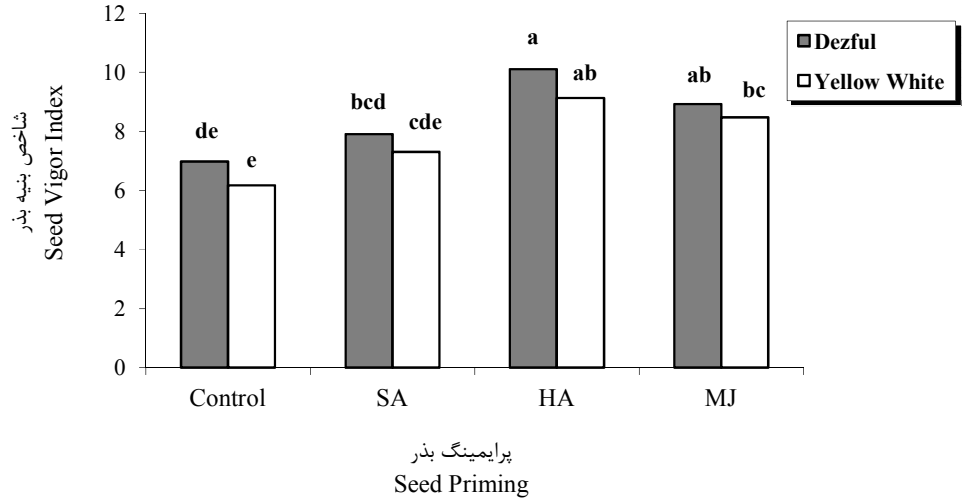
جدول ۲. مقایسه میانگین اثرات پرایمینگ بذر و رقم بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه در بذرهای دو رقم کنجد

Table 2. Comparison of mean effects of seed priming and cultivar on germination characteristics and seedling growth in seeds of two Sesame cultivars

Treatments	تیمارها		درصد جوانه‌زنی Germination percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (Seed.day^{-1})	طول ریشه‌چه Radicle length (cm)	طول ساقه‌چه Plumule length (cm)
Seed Priming	پرایمینگ بذر					
Control	شاهد		87^{cd}	12.50^{d}	4.32^{c}	3.12^{cd}
Salicylic acid (SA)	اسید سالیسیلیک		91^{c}	13.07^{c}	4.87^{b}	3.40^{c}
Humic acid (HA)	اسید هیومیک		98^{a}	13.93^{a}	5.85^{a}	3.98^{a}
Methyl jasmonate (MJ)	متیل جاسمونات		94^{b}	13.50^{b}	5.52^{a}	3.65^{b}
Cultivars	ارقام					
Darfal (DF)	محلی دزفول		94^{a}	13.57^{a}	5.26^{a}	3.88^{a}
Yellowhite (YW)	یلوایت		91^{a}	12.88^{b}	5.04^{a}	3.19^{b}

در هر ستون و هر تیمار، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار بهم ندارند.

Means in each column and treatment, followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using least significant difference (LSD) Test.



شکل ۱. مقایسه میانگین برهمکنش پرایمینگ بذر و رقم برای شاخص بنیه بذر. در هر ستون و هر تیمار میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار باهم ندارند. (Control، SA، HA، MJ به ترتیب تیمارهای شاهد، اسید سالیسیلیک، اسید هیومیک و متیل جاسمونات)

Fig. 1. Means comparison of interaction between seed priming and cultivar for seed vigor index. Means in each column and treatment, followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using least significant difference (LSD) Test

و همزمان باعث افزایش تقسیم سلولی و طویل شدن سلولی می‌شود (مکسی‌میک، ۲۰۱۱).

طول ساقه‌چه

از آنجایی‌که بذر بعد از جذب آب و جوانه‌زنی و قبل از خروج برگ‌های اولیه و شروع فتوسنتز از مواد غذایی اندوخته خود استفاده می‌کند، از این طریق انرژی لازم برای خروج ریشه‌چه و ساقه‌چه و رشد آنها فراهم می‌گردد. اثر پیش تیمار بذر با ترکیبات تنظیم‌کننده رشد و رقم بر صفت ساقه‌چه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید ولی اثر متقابل آن تیمارها بر صفت مذکور معنی‌دار نگردید (جدول ۱). در کلیه تیمارهای پرایمینگ بذر (اسید سالیسیلیک، اسید هیومیک و متیل جاسمونات) نسبت به تیمار شاهد، طول ساقه‌چه افزایش یافت و در بین دو رقم بیشترین طول ساقه‌چه مربوط به تیمار رقم محلی دزفول (با ۳/۸۸ سانتی‌متر) بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد افزایش طول ساقه‌چه به دلیل افزایش انتقال فرآورده‌های متابولیکی ناشی از هیدرولیز آنزیمی مواد ذخیره‌ای بذر باشد. این نتیجه با گزارش‌های مقبلی و آروین (۲۰۱۵) و قربانی و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت داشت. همچنین گزارش‌شده است پرایمینگ بذر به‌وسیله متیل جاسمونات، تولید پلی‌آمین آزاد را در بافت‌های گیاهی تحریک کرده، بنابراین متیل‌جاسمونات و پلی‌آمین به‌صورت سینرژیسم عمل می‌کنند و پیش تیمار بذر با متیل جاسمونات درصد و سرعت جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه را افزایش می‌دهد (پارا- لوباتو[1] و همکاران، ۲۰۰۹).

شاخص بنیه بذر

بنیه بذر از مهم‌ترین جنبه‌های کیفیت بذر در گیاه بوده و نقش مهمی در تعیین کیفیت آن دارد. در این پژوهش اثر پرایمینگ بذر و اثر متقابل آن و رقم بر صفت شاخص بنیه بذر معنی‌دار گردید ولی اثر ساده رقم بر صفت مذکور معنی‌دار نگردید (جدول ۱). مصرف تمامی مواد پرایمینگ بذر باعث افزایش شاخص بنیه بذر در هر دو رقم گردید (شکل ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان بنیه بذر توسط مصرف اسید هیومیک ۱/۵ درصد در رقم

[1] Parra-Lobato

محلی دزفول (به میزان ۱۰/۰۹) حاصل گردید (شکل ۱). بنابراین می‌توان گفت علت افزایش شاخص بنیه بذر در این تیمار، به دلیل بیشتر بودن درصد جوانه‌زنی بوده است که موجب افزایش تعداد کل بذرهای جوانه‌زده (گیاهچه‌های تولیدشده) گردیده که نتیجه آن افزایش شاخص بنیه بذر می‌باشد. همچنین به نظر می‌رسد با مصرف مواد تنظیم‌کننده رشد، شرایط تغذیه‌ای برای ارقام کنجد مورد مطالعه بهبود یافته و این امر باعث افزایش بنیه بذر شده است. این نتایج با گزارش حسینی‌خواه و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت داشت. بیان‌شده است ساختار ژنتیکی بذر، شرایط تغذیه‌ای و محیطی گیاه مادری، شرایط مرحله رسیدگی، اندازه و وزن مخصوص بذر، خسارت مکانیکی و زوال بذر از عوامل مؤثر بر بنیه بذر می‌باشد (کناک[1] و همکاران، ۲۰۱۶).

ضریب آلومتری

یکی از پارامترهایی که تحت تأثیر تنش‌های محیطی قرار می‌گیرد، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه (آلومتری) است. پرایمینگ بذر با محلول‌های اسید سالیسیلیک، متیل جاسمونات و اسید هیومیک و همچنین اثر متقابل آن‌ها و رقم بر صفت آلومتری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). این ترکیبات سبب افزایش ضریب آلومتری نسبت به تیمار شاهد شدند و بیشترین میزان آن در پیش تیمار بذر با متیل جاسمونات در رقم یلووایت به میزان ۱/۵۷ به دست آمد (شکل ۲). این نتایج نشان می‌دهد که میزان افزایش طول ریشه‌چه بیشتر از طول ساقه‌چه بوده است و به عبارتی طول ریشه‌چه بیشتر از طول ساقه‌چه تحت تأثیر تیمارهای آماده‌سازی بذر اسید سالیسیلیک، متیل جاسمونات و اسید هیومیک قرارگرفت.

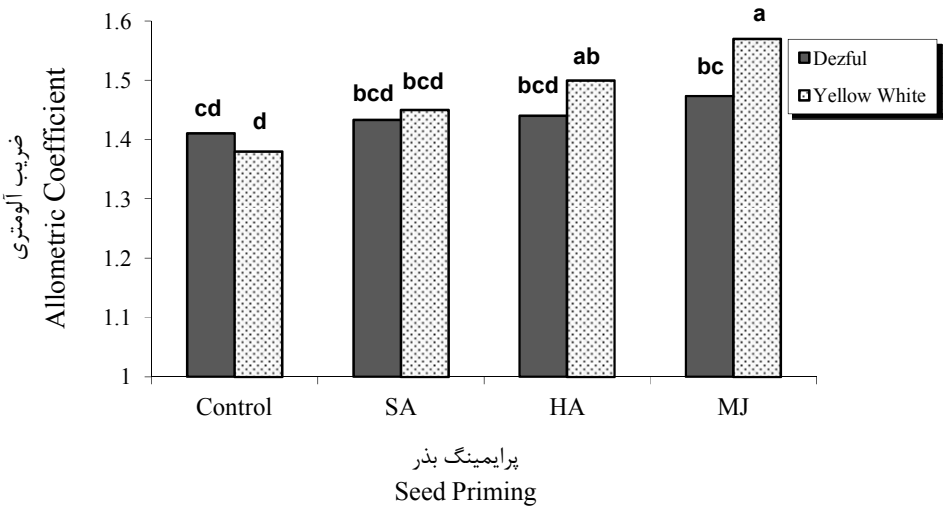
تغییرات بیوشیمیایی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میزان تغییرات پروتئین‌های محلول، فعالیت آنزیم کاتالاز و میزان پرولین به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای پرایمینگ بذر قرار گرفت، اما اثر رقم و همچنین اثر متقابل بین تیمارهای پرایمینگ بذر و رقم بر صفات بیان‌شده معنی‌دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها مشخص نمود که استفاده از پیش تیمار بذری سبب افزایش معنی‌دار در میزان پروتئین محلول ارقام کنجد گردید. بالاترین میزان پروتئین مربوط به پیش تیمار بذر با اسید هیومیک بود (شکل ۳). به نظر می‌رسد استفاده از پیش تیمار بذر اسید هیومیک از تخریب پروتئین‌ها بیشتر جلوگیری نموده و از این طریق باعث افزایش میزان پروتئین در مقایسه با دیگر تیمارهای پرایمینگ بذر شده است (کولکارنی[2] و همکاران، ۲۰۱۴). نتایج پژوهش نشان داد که اثر تیمارهای پرایمینگ بذر روی میزان پرولین در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌های آزمایش نیز مشخص کرد که مصرف مواد تنظیم‌کننده رشد و اسید هیومیک باعث افزایش معنی‌دار میزان پرولین در بذر کنجد شده است به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن در تیمار پرایمینگ با اسید هیومیک و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (بدون پرایمینگ بذری) به دست آمد (شکل ۴). نتایج پژوهش نشان داد که اثر تیمارهای پرایمینگ بذر روی میزان پرولین در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌های آزمایش نیز مشخص کرد که مصرف مواد تنظیم‌کننده رشد و اسید هیومیک باعث افزایش معنی‌دار میزان پرولین در بذرهای کنجد شده است به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن در تیمار پرایمینگ بذر با اسید هیومیک و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (بدون پرایمینگ) به دست آمد (شکل ۴). گزارش‌شده است که استفاده از پیش تیمار بذر سبب افزایش در پرولین تحت شرایط تنش و عدم تنش خواهد شد که این تغییرات بیوشیمیایی سبب تحمل گیاه در برابر تنش خواهد شد (طویلی[3] و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که میزان فعالیت آنزیم کاتالاز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر پرایمینگ بذر قرار گرفت (جدول ۳).

[1] Canak

[2] Kulkarni

[3] Tavili



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ بذر و رقم برای ضریب آلومتری. در هر ستون و هر تیمار میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار باهم ندارند. (Control، SA، HA، MJ به ترتیب تیمارهای شاهد، اسید سالیسیلیک، اسید هیومیک و متیل جاسمونات)

Fig. 2. Means comparison of interaction between seed priming and cultivar for allometric coefficient. Means in each column and treatment, followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using least significant difference (LSD) Test

جدول ۳. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) میزان صفات پروتئین‌های محلول، پرولین و فعالیت آنزیم کاتالاز در بذور ارقام کنجد

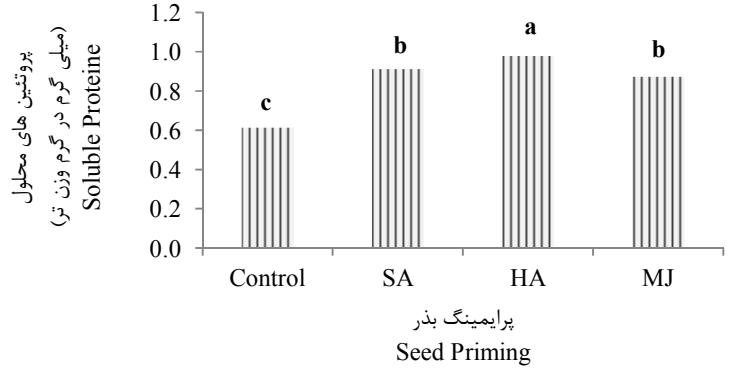
Table 3. Analysis of variance (means squares) of traits of soluble protein, proline and catalase activity enzyme in seeds of Sesame cultivars

Sources of variations (S.O.V)	منابع تغییرات	درجه آزادی (d.f)	Means Squares میانگین مربعات		
			پروتئین‌های محلول Soluble proteins	پرولین Proline	فعالیت آنزیم کاتالاز Catalase activity
Seed Priming	پرایمینگ بذر	3	0.076 *	0.021 *	4.720 **
Cultivar	رقم	1	0.014 ns	0.005 ns	0.814 ns
Seed Priming × Cultivar	رقم × پرایمینگ	3	0.003 ns	0.002 ns	0.097 ns
Error	خطای آزمایش	24	0.002	0.001	0.008
Coefficient of variation (%)	درصد ضریب تغییرات		2.03	2.65	2.84

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

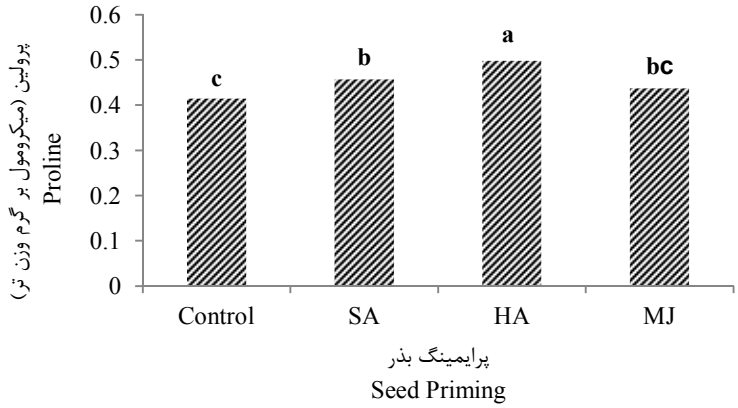
ns, * and **: Non-significant and significant at 5% and 0.1% probability levels, respectively

اثر پیش تیمار بذر با اسید سالیسیلیک، اسید هیومیک و متیل جاسمونات بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز نسبت به تیمار بدون پرایمینگ (شاهد) افزایش معنی‌داری داشت (شکل ۵). احتمالاً پرایمینگ بذر از طریق تأثیر بر سازمان‌دهی سازوکارهای دفاعی آنتی‌اکسیدانتی، افزایش بعضی از تنظیم‌کننده‌های رشد (اکسین‌ها و سیتوکنین‌ها)، تجمع پرولین و در ادامه افزایش در شاخص‌های جوانه‌زنی، باعث بهبود فعالیت آنزیم کاتالاز گردیده است. چنین نتایجی با گزارش‌های کیارستمی و همکاران (۲۰۱۴) و دادنیا (۲۰۱۷) مطابقت داشت.



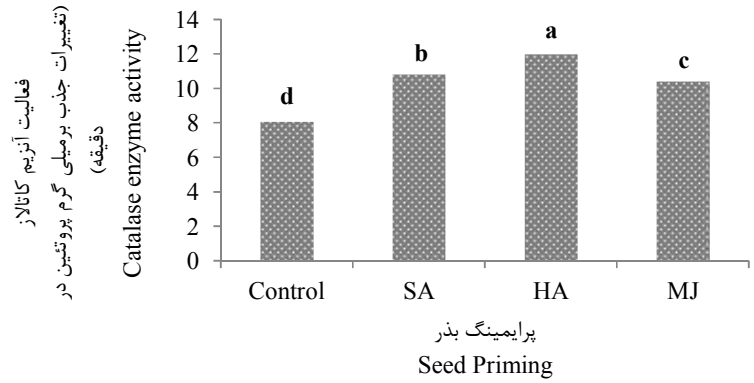
شکل ۳. مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بذر روی میزان پروتئین‌های محلول گیاهچه کنجد. در هر ستون و هر تیمار میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار باهم ندارند. (Control، SA، HA، MJ به ترتیب تیمارهای شاهد، اسید سالیسیلیک، اسید هیومیک و متیل جاسمونات)

Fig. 3. Means comparison of the effect of seed priming on the amount of soluble proteins. Means in each column and treatment, followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using least significant difference (LSD) Test



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بذر روی میزان پرولین گیاهچه کنجد. در هر ستون و هر تیمار میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار باهم ندارند. (Control، SA، HA، MJ به ترتیب تیمارهای شاهد، اسید سالیسیلیک، اسید هیومیک و متیل جاسمونات)

Fig. 4. Means comparison of the effect of seed priming on proline content. Means in each column and treatment, followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using least significant difference (LSD) Test.



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بذر روی فعالیت آنزیم کاتالاز گیاهچه کنجد.در هر ستون و هر تیمار میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار باهم ندارند. (Control، SA، HA، MJ به ترتیب تیمارهای شاهد، اسید سالیسیلیک، اسید هیومیک و متیل جاسمونات)

Fig. 5. Means comparison of the effect of seed priming on catalase enzyme activity. Means in each column and treatment, followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using least significant difference (LSD) Test.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که پرایمینگ بذر با تنظیم‌کننده‌های رشد اسید سالیسیلیک، متیل جاسمونات و همچنین اسید هیومیک، دامنه‌ای از فرآیندهای مختلف از شاخص‌های جوانه‌زنی، تغییرات بیوشیمیایی و خصوصیات رشدی گیاهچه ارقام کنجد را تحت تأثیر قرار داد و اکثر خصوصیات جوانه‌زنی را بهبود بخشید. در این مطالعه مؤثرترین تیمار پرایمینگ بذر بر خصوصیات جوانه زنی، تغییرات بیوشیمیایی و رشد گیاهچه در کنجد، به وسیله اسید هیومیک ۱/۵ درصد و بهترین پاسخ به آن مربوط به رقم محلی دزفول بود. از آنجایی‌که رقم محلی دزفول در استفاده از اسید هیومیک ۱/۵ درصد کارآمدتر از رقم یلووایت بود، لذا استفاده از این اسید آلی در توسعه سیستم ریشه‌ای و استقرار مطلوب گیاهچه کنجد که به‌عنوان یک مشکل اساسی در ابتدای فصل رشد مطرح است، می‌تواند بسیار مفید باشد.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است که با همکاری و حمایت‌های مالی معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه پیام نور استان خوزستان انجام گردیده که بدین‌وسیله تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

Aboutalebian, M.A., Nazari, Sh., and Golzardi, F. 2017. The effect of seed priming on emergence and root morphological characteristics of canola at different sowing dates. Iranian Journal of Field Crop Science, 47(4): 645-659. [In Persian with English Summary].

Alizadeh, M., Balouchi, H.R., and Yadavi, A.R. 2016. Effect of seed priming and irrigation water quality on yield and oil yield components and oil of two sesame genotypes (*Sesamum indicum* L.). The Plant Production, 39(2): 115-125. [In Persian with English Summary].

Asgharipour, M.A., and Rafiei, M. 2011. The effect of different concentrations of humic acid on seed germination behavior and vigor of barley. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(12): 610-613.

Babaei Qaqlstany, A., Asadi Gakiyeh, M., Fallahi, N., and Hatami Ghare Ghoyni, N. 2016. Osmopriming effect on germination of wheat under allelopathic conditions of foxtail extract. Seed Research, 6(18): 11-19. [In Persian with English Summary].

Bates, L.S., Waldren, R.P., and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil, 39: 205-208. https://doi.org/10.1007/BF00018060

Bekherad, H., Mahdavi, B., and Rahimi, A. 2015. Effect of seed priming on germination, morphological and physiological characteristics of sesame (*Sesamum indicum* L.) under alkalinity stress. Journal of Plant Production Research, 22(2): 25-46. [In Persian with English Summary].

Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Annual Biochemistry, 72: 248-254. https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3

Canak, P., Mirosavljević, M., Ćirić, M., Kešelj, J., Vujošević, B., Stanisavljević, D. and Mitrović, B. 2016. Effect of seed priming on seed vigor and early seedling growth in maize under optimal and suboptimal temperature conditions. Selekcijai Semenarstvo, 22(1): 17-25. https://doi.org/10.5937/SelSem1601017C

Dadnia, M.R. 2017. Effect of humic acid on activity of antioxidant enzymes and yield of castor bean (*Ricinus communis*) under water deficit condition. Journal of Crop Ecophysiology, 11(1): 85-98. [In Persian with English Summary].

Delian, E., and Lagunovschi-luchian, V. 2015. Germination and vigor of primed *Daucus carota* L. seeds under saline stress conditions. Romanian Biotechnological Letters, 20(5): 10833-10840.

El-Mohamedy, R.S.R. and Ahmed, M.A. 2009. Effect of bio fertilizers and humic acid on control of dry root disease and improvement yield quality of mandarin (*Citrus reticulate* Blanco). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 5(2): 127-137.

Gebreegziabher, B.G., and Qufa, C.A. 2017. Plant physiological stimulation by seeds salt priming in maize (*Zea mays* L.): Prospect for salt tolerance. African Journal of Biotechnology, 16(5): 209-223. https://doi.org/10.5897/AJB2016.15819

Ghaderi Far, F., and Soltani, A. 2012. Seed Control and Certification. Mashhad: Jahade Daneshgahi Mashhad. [In Persian].

Ghorbani, S., Khajeh Hosseini, M. and Eshi Rezaei, E. 2013. Effect of pretreatment of humic acid on germination and early seedling growth of maize (*Zea mays* L.). Journal of Agronomy and Plant Breeding, 9(3): 37-43.

Hosseini Khah, F.S., Soheil, P., Tavakkol Afshari, R., Jami Al-Ahmadi, M., and Esmaeili, A.R. 2015. Effects of salicylic acid and gibberellic acid on improvement and prevailing seed deterioration in two sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars. Iranian Journal of Field Crop Science, 45(4): 613-624. [In Persian with English Summary].

ISTA. 2010. International Seed Testing Association, ISTA Handbook on Seedling Evaluation.

Izadi, E., Zarghani, H., Mohamadian, M. and Yanegh, A. 2013. Evaluation of germination and seedling growth characteristics of three sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars in salt and drought stress condition. Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi), 102: 92-100. [In Persian with English Summary].

Jini, D., and Joseph, B. 2017. Physiological mechanism of salicylic acid for alleviation of salt stress in rice. Rice Science, 24(2): 97-108. https://doi.org/10.1016/j.rsci.2016.07.007

Jones, C.A., Jacobsen, J.S., and Mugaas, A. 2004. Effects of humic acid on phosphorus availability and spring wheat yield. Facts Fertilizer, 32: 345-352.

Karimi, M., and Azizi, M. 2007. Basic Growth Analysis. Mashhad: Jahade Daneshgahi Mashhad. [In Persian].

Kiarostami, Kh., Sadri, S.S., Abdolmaleki, N., and Saboora, Az. 2014. Influence of salicylic acid on antioxidant enzyme system in Brassica napus under salt stress. Journal of Applied Biology, 27(2): 85-106. [In Persian with English Summary].

Koca, H., Bor, M., Ozdemir, F., and Turkan, I. 2007. The effect of salt stress on lipid peroxidation, anti-oxidative enzymes and proline content of sesame cultivars. Environmental and Experimental Botany, 60: 344-351. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2006.12.005

Kolupaev, Y., Yastreb, T., Karpets, Y.V., and Miroshnichenko, N. 2011. Influence of salicylic and succinic acid on antioxidant enzymes activity, heat resistance and productivity of *Panicum miliaceum* L. Journal of Stress Physiology and Biochemistry, 7: 154-163.

Kulkarni, V.V., Sivakumar, K., Singh, A.P., and Visha, P. 2014. Yield and quality characteristics of rendered chicken oil for biodiesel production. Journal Oil Chemistry Sociality, 91: 133-141. https://doi.org/10.1007/s11746-013-2346-5

Maksymiec, W. 2011. Effects of jasmonate and some other signaling factors on bean and onion growth during the initial phase of cadmium action. Biologia Plantarum, 55(1): 112-118. https://doi.org/10.1007/s10535-011-0015-9

Moghbeli, T., and Arvin, M.J. 2015. Effect of seed pretreatment on germination parameters, growth, and fruit yield of muskmelon (*Cucumis melo* L. var. reticulates). Journal of Crop Production and Processing, 4(14): 23-34. [In Persian with English Summary].

Mohammad, A., and Rafiei, M. 2011. The effect of different concentrations of humic acid on seed germination behavior and vigor of barley. Journal of Basic and Applied Science, 5(12): 610-613.

Moosavi, A., Tavakkol-Afshari, R., SharifZadeh, F., and Aynehband, A. 2009. Effect of seed priming on germination characteristics, polyphenol oxidase, and peroxidase activities of four amaranth cultivars. Journal of Food Agricultural Environmental, 7: 353-358.

Parra-Lobato, M.C., Fernandez-Garcia, N., Olmos, E., Alvares-Tinaut, M., and Gomez-Jimenez, C. 2009. Methyl jasmonate induced antioxidant defense in root apoplast from sunflower seedlings. Environmental and Experimental Botany, 66: 9-17. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.01.002

Safari, Gh., Allah Dadi, I., Arvin, S.M.J., Irannejad, H., Akbari, Gh., and Nemati Qasem Abadi, A. 2012. Effect of some growth regulators on seed germination characters and seedling primary growth of canola (*Brassica napus* L.). Iranian Journal of Seed Science and Technology, 1(2): 185-192. [In Persian with English Summary].

Shashidhara, N., Ravikumar, H., Ashoka, N., Santosh, D.T., Pawar, P., Lokesha, R. and Janagoudar, B.S. 2011. Callus induction and sub-culturing in sesame. International Journal of Agricultural Environmental and Biogeochemistry, 4(3): 153-156.

Smith, O.B., Osafo, E.L.K. and Adegbola, A.A. 1988. Studies on the feeding value of agro-industrial by products: strategies for improving the utilization of cocoa-pod-based diets by ruminants. Animal Feed Science Technology, 20: 189-201. https://doi.org/10.1016/0377-8401(88)90043-0

Soliman, M.H., Al-Juhani, R.S., Hashash, M.A., and Al-Juhani, F.M. 2016. Effect of seed priming with salicylic acid on seed germination and seedling growth of broad bean (*Vicia faba* L.). International Journal of Agricultural Technology, 12(6): 1125-1138.

Tavili, A., Saberi, M., Shahriari, A., and Heidari, M. 2013. Salicylic acid effect on *Bromus tomentellus* germination and initial growth properties under cadmium stress. Journal of Plant Researches, 26(2): 208-216. [In Persian with English Summary].

Tekrony, D.M., and Egli, D.B. 1991. Relationship of seed vigor to crop yield: A review. Crop Science, 31: 816-822. https://doi.org/10.2135/cropsci1991.0011183X003100030054x

Varier, A., Vari, A.K., and Dadlani, M. 2010. The sub cellular basis of seed priming. Current Science, 99: 450-456.

Wani, S.H., Kumar, V., Shriram, V., and Sah, S.K. 2016. Phytohormones and their metabolic engineering for abiotic stress tolerance in crop plants. The Crop Journal, 4: 162-176. https://doi.org/10.1016/j.cj.2016.01.010

Iranian Journal of Seed Research, Vol: 5(2), 2019

Yasouj University

Effect of Seed Priming on Germination Characteristics, Biochemical Changes and Early Seedling Growth of Sesame (*Sesamum indicum*)

Hassan Nouriyani*

Extended abstract

Introduction: Today, various technologies have been developed to improve seed quality with the aim of increasing the percentage, speed and uniformity of germination and improved seedling establishment under different environmental conditions. One of these technologies is seed pre-treatment or seed priming. In this regard, some studies confirmed that pre-treatment of seeds with hormones and plant growth regulators improve germination behavior and its related indices, including average germination time, seed vigor, radicle length, plumule length, germination rate and seedling establishment in primed seeds of sesame. Cognizant of the sensitivity of the germination process as the first plant developmental stage and the importance of improving germination indices and sesame seedling establishment, the aim of this study was to evaluate the seed priming efficiency, using salicylic acid, methyl jasmonate and humic acid in the germination performance, biochemical changes and early seedling growth of two sesame cultivars including Yellow white and local cultivar of Dezful.

Materials and Methods: This experiment was conducted as a factorial based on a completely randomized design with four replications in the seed technology Laboratory of Safi Abad Dezful Agricultural Research Center in the summer of 2015. The first factor was seed pre-treatment with distilled water (control), salicylic acid 0.1mM, methyl jasmonate 1µM, and humic acid 1.5% and the second factor was two varieties of sesame including Yellow white and the local cultivar of Dezful. Germination percentage, germination rate, seed vigor index, radicle length, plumule length, allometric coefficient, proline content, soluble proteins and catalase enzyme activity were determined to compare the treatments.

Results: The results of the experiment showed that seeds priming had a significant effect on germination percentage, germination rate, seed vigor index, radicle length, plumule length, allometric coefficient and seedling biochemical changes, and improved them. The effect of cultivar on all the traits studied, except mean daily germination and plumule length, was not significant. In this research, the Dezful cultivar had an average of 13.52 seeds per day with higher germination rates, compared with the other cultivar (Yellow white). In addition, the interaction of priming × cultivar was significant only in seed vigor index and allometric coefficient, where the comparison of the mean values indicated that the highest seed vigor was obtained by using humic acid 1.5% in the Dezful cultivar (10.09), while the highest allometric coefficient in seed pre-treatment with methyl jasmonate was found in the Yellow white cultivar (1.57).

Conclusions: In this study, the most effective seed priming treatments for improving germination, biochemical changes and seedling growth of sesame was humic acid 1.5%, recorded for the local cultivar of Dezful. Seed priming with humic acid 1.5% was significantly better than the control and Dezful cultivar's germination performance was better than that of Yellow white cultivar; therefore it can be said that pre-treatment of seed with humic acid with significant effects on germination characteristics of sesame can be more effective in establishment of seedlings. It is advisable to use this organic acid for better root system development and sesame seedlings establishment, which is a major problem at the beginning of the growing season.

Keywords: Allometric coefficient, Catalase, Plant growth regulators, Seed vigor

***Highlights*:**

1- Humic acid was the most effective seed priming treatment on germination characteristics, biochemical changes and seedlings growth of sesame.
2- The effect of seed priming treatments on the germination characteristics of the Dezful cultivar was more pronounced than that of Yellow white.

*Assistant Professor Department of Agronomy and Plant Breeding, Payame Noor University, Iran

*Corresponding author, E-mail address: hnouriyani@pnu.ac.ir

http://dorl.net/dor/20.1001.1.23831251.1397.5.2.7.2

http://dx.doi.org/10.29252/yujs.5.2.43

(Received: 02.01.2018; Accepted: 06.07.2018)

CrossMark