مطالعــه پرایمینگ (هیــدروپرایمینگ، هورمون اسیدجیبرلیک و نانوذره‌نقره) بذر در بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاه یولاف (جودوسر .*Avena Sativa L*) در شرایط تنش شوری

Study of priming(hydropriming, gibbberllic acid acid and nano silver atomic) seed on the improve indices germination and seedling growth Avena (Avena sativa* L.*) under salt stress

فائزه طالقانی مقدم[۱*]، فرشاد قوشچی[۱]، علیرضا صفاهانی[۲]

۱- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا، ورامین – ایران.
۲- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان، گرگان – ایران.

***نویسنده مسوول مکاتبات:** ghooshchi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۹/۲۵

چکیده

هدف این پژوهش بررسی اثر جیبرلیک اسید و نانوذره نقره و هیدروپرایمینگ در کاهش اثرات ناشی از تنش شوری در جودوسر در مرحله جوانه‌زنی و رویشی است. آزمایشی به‌منظور بررسی اثر هیدروپرایمینگ، پیش‌تیمار اسیدجیبرلیک و نانو ذره نقره (پرایمینگ در آزمایشگاه و محلول‌پاشی در گلخانه) در بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه یولاف در شرایط تنش شوری در چهار سطح (صفر، ۴، ۸، ۱۲) دسی‌زیمنس بر متر و اسیدجیبرلیک با غلظت ppm۲۰ و نانو ذره نقره ppm۱۰ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا" تصادفی در سه تکرار انجام شد. صفات مورد ارزیابی شامل درصد جوانه‌زنی، عملکرد دانه و طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن خشک گیاه‌چه، هدایت الکتریکی بود. نتایج نشان داد که شوری تأثیر معنی‌داری ($P< ۰/۰۱$) بر تمام این صفات داشت. اثر متقابل شوری و پرایمینگ بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نشد. اثر متقـابل شوری و محلـول‌پاشی بر عملکرد دانه، طول ریشــه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه معنی‌دار بود ($P< ۰/۰۱$). میانگین اثرات متقابل شوری و محلول‌پاشی نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه (۲/۴۹ گرم در بوته) وطول ریشه‌چه (۱۳/۲۹ سانتی‌متر) و بیش‌ترین طول ساقه‌چه (۱۴/۹۹سانتی‌متر) و وزن خشک گیاه‌چه (۲۴/۸۱۹ میلی‌گرم) آن از شوری صفر و پیش تیمار نانوذره نقره حاصل شد. کم‌ترین میزان عملکرد دانه (۱/۴۹۹گرم در بوته)، طول ریشه‌چه (دو سانتی‌متر، طول ساقه‌چه ۱۰ سانتی‌متر) از تیمار شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و عدم مصرف مواد ضد تنش حاصل شد. با توجه به نتایج حاصله، مصرف نانو ذره نقره و هیدروپرایمینگ اثر تنش شوری شدید را تا حدود زیادی کاهش داد و میزان عملکرد دانه را بهبود بخشید.

واژگان کلیدی: یولاف (جودوسر)، هیدروپرایمینگ، نانوذره نقره، اسیدجیبرلیک، تنش شوری

مقدمه

از نظر تولید جهانی بعد از گندم، برنج و ذرت، از نظر تولید یولاف در رتبه چهارم قراردارد. یولاف مدت زمان طولانی فرزند ناخوانده غلات به‌حساب می‌آمد. به‌علت بردبار بودن این گیاه، نامناسب‌ترین ردیف در تناوب زراعی در اختیار آن قرارداشت (El- Rayner *et al*., 2009). دانه‌های آن دارای مقدار زیادی هیدرات کربن مانند نشاسته و همچنین اسیدهای چربی مانند اسیدپالمتیک، اسیداولئیک و اسیدلینولئیک را در ترکیبات خود داراست (ملازاده، ۱۳۹۱). تحقیقات ثابت کرد که نانو و فتوسنتز به یکدیگر وابسته هستند این امر نه‌تنها باعث بهبود جذب نور و تغییر شکل نورانی به انرژی الکتریکی می‌شود بلکه باعث فعال‌شدن انرژی شیمیایی و همچنین بهبود جذب دی اکسید کربن در اسفناج نیز می گردد (Lima, 2008). سازوکار کاتالیستی نانو نقره ایجاد اکسیژن فعال توسط نقره، این سازوکار بیش‌تر در مورد کامپوزیت‌های نانو نقره‌ای صدق می‌کند که روی پایه‌های نیمه هادی مانن $TI0_2$ یا Sio_2 قرار گرفته می‌شود. در این وضعیت ذره مانند یک پیل الکتروشیمیایی عمل می‌کند و با اکسیدکردن اتم اکسیژن، یون اکسیژن و با هیدرولیز آب، یون OH^- را تولید می‌کند که هر دو از بنیان‌های فعال و از قوی‌ترین عوامل ضد میکروبی می‌باشند (Sharma *et al*., 2009). ۲۶ میلی‌گرم در لیتر ذرات نانو نقره برای سطوح مختلف شوری، بر شاخص‌های درصد جوانه‌زنی و قدرت جوانه‌زنی در گیاه زیره سبز اثر معنی‌داری داشت و باعث افزایش عملکرد آن‌ها به شوری گردید (اختیاری و کریمی، ۱۳۸۹).

با کاربرد نانوذرات نقره میزان تخلیه عناصری چون نیتروژن، فسفر و کلسیم توسط گیاه از خاک افزایش‌یافت (فیضی و همکاران، ۱۳۹۲). در آزمایشی ترکیبی از ذرات نانونقره و نانوتیتانیوم فعالیت نیترات ردوکتاز را در سویا افزایش داد و توانایی جذب و استفاده از آب و کود را تشدید نمود (Lu *et al*., 2007).

در آزمایشی که تاثیر محلول نانونقره بر گیاه رازیانه انجام‌گرفت، بیان داشتند که نانونقره بر جوانه‌زنی و خصوصیات رشدی گیاه رازیانه تاثیر مثبت دارد و مصرف غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش جوانه‌زنی، قوه نامیه، انرژی رویشی، وزن تر و خشک گیاهچه، حجم و طول ساقه‌چه گردید (اختیاری و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج نشان داد تیمار بذور گلرنگ با نانونقره باعث افزایش عملکرد دانه به‌میزان چهار برابر شاهد شد و عملکرد را از ۲۳۳۰ کیلوگرم در هکتار در شاهد به ۴۶۳۶ کیلوگرم در هکتار افزایش داد (Faqenabi *et al*., 2009).

هورمون‌های گیاهی عوامل بسیار مهمی در تکمیل فعالیت‌های نموی هستند و در واکنش گیاهان به محیط فیزیکی خارج اهمیت دارند (قادری و همکاران، ۱۳۹۰). جیبرلین یکی از هورمون‌های مهم رشد است که نقش بسیار مهمی در شکستن خواب بذر، جایگزین سرمادهی در بذرهای دارای پوسته سخت و در نهایت جوانه‌زنی بذر و افزایش طول میان‌گره گیاهان دارد (Nadgaf *et al*., 2011). در صنعت مالت‌سازی، جیبرلین‌ها فعالیت آلفاآمیلاز و در نتیجه هیدرولیز نشاسته را در بذور بدون جنین جو بالا می‌برند (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۵). تحقیقات زارع و همکاران در سال ۱۳۸۹ نشان داد که در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها، با افزایش شوری درصد جوانه‌زنی و سرعت ظهور گیاه‌چه، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه به‌شدت کاهش یافت. افزایش میزان اسیدجیبرلیک باعث کاهش میزان و سرعت جوانه‌زنی بذور در سطح مختلف شوری شد اما اثرات تحریک کننده‌ای بر رشد ساقه‌چه گیاه‌چه‌های گندم داشت. توانایی جیبرلین برای افزایش طول ساقه‌های برنج بود که به کشف آن‌ها منتهی گردید (شریفی و پوراسماعیلی، ۱۳۸۷). از روزهای اول تحقیق روی اثرات GA بر رشد آشکار شد که این هورمون‌ها می‌توانند تقسیم و بزرگ شدن سلول، هر دو را تحریک کنند. در مورد ساقه‌های نشاء لوبیا در جای خود هر دو عامل توسط GA تحریک می‌شود. ولی

تصور شد که بیش‌ترین تأثیر بر بزرگ شدن سلول باشد. در موارد دیگر، اثر اولیه یا عمده GA، تحریک تقسیم سلولی است مثلاً در نواحی زیر رأسی مریستم رأسی گیاهانی مانند بذرالبنج و نخود فرنگی‌های کوتاه قد، یقیناً پاسخ‌های یک سلول یا بافت به تقسیم یا افزایش حجم به سن و مرحله نموی بستگی دارد. سلول‌های جوان معمولاً با تقسیم شدن واکنش می‌دهند. در حالی‌که سلول‌های مسن ممکن است فقط با بزرگ شدن پاسخ دهند (Tize and ziegar., 2006).

اثرات زیان‌بار شوری در گیاهان را می‌توان در تمام سطوح اعم از کاهش رشد و باروری تا مرگ گیاه مشاهده نمود. در طی شروع و توسعه تنش شوری در داخل گیاه، همه فرآیندهای اصلی همانند فتوسنتز، ساخت پروتئین و تولید انرژی آسیب خواهنددید. نخستین پاسخ به تنش شوری کاهش گسترش سطح برگ و در نتیجه کاهش فتوسنتز بود و جوانه‌زنی و زمانی که تنش کاهش یابد رشد از سر گرفته خواهد شد. شوری آب و خاک معمول وجود مقادیر زیاد نمک بوده و عموما غلظت زیاد Na, Cl موجب تنش شوری می‌گردد (جعفری، ۱۳۹۲). پرایمینگ بذر تکنیکی است که به‌واسطه آن بذور پس از قرارگرفتن در بستر خود و مواجه با شرایط اکولوژیک محیطی مانند شرایط محیطی تنش‌زا (شوری، خشکی و دما) به لحاظ فیزیولوژیک و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به‌دست می‌آورند. در این روش اجازه داده می‌شود که بذرها مقداری آب جذب کنند طوری‌که مراحل اولیه جوانه‌زنی انجام شود اما ریشه‌چه خارج نشود. به عبارت‌دیگر، بذرها تا مرحله دوم آبنوشی (شروع فرآیندهای بیوشیمیایی و هیدرولیز قندها) پیش می‌روند اما وارد مرحله سوم (مصرف قند توسط جنین و رشد ریشه‌چه) نمی‌شوند. بعد از تیمار پرایمینگ، بذرها خشک و همانند بذرهای تیمار نشده (شاهد) ذخیره و کشت می‌شوند (Macdonald, 2007).

این پژوهش با هدف مطالعه بررسی اثر جیبرلیک اسید و نانوذره نقره و هیدروپرایمینگ در کاهش اثرات تنش شوری در جودوسر در مرحله جوانه‌زنی و رویشی اجراشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور بررسی اثر هیدروپرایمینگ، پیش‌تیمار اسیدجیبرلیک و نانوذره نقره، (پرایمینگ در آزمایشگاه و محلول‌پاشی در گلخانه) در بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه یولاف در شرایط تنش شوری در چهار سطح (صفر، ۴، ۸، ۱۲) دسی‌زیمنس بر متر و اسیدجیبرلیک با غلظت ppm۲۰ و نانوذره نقره ppm۱۰ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا" تصادفی در سه تکرار انجام شد. هدف این پژوهش بررسی اثر جیبرلیک اسید و نانوذره نقره و هیدروپرایمینگ در کاهش اثرات ناشی از تنش شوری در یولاف در مرحله جوانه‌زنی و رویشی است.

مشخصات آزمایشگاهی

بذر یولاف (*Avena sativa* L.) پس از ضدعفونی با هیپوکلرید سدیم به‌مدت پنج دقیقه و اتانول ۹۶ در صد به‌مدت ۳۰ ثانیه، به‌خوبی با آب مقطر شسته و ۲۴ ساعت در محلول‌هایی با غلظت‌های (۱۰ ppm نانوذره نقره به‌همراه ۲۰ ppm جیبرلیک‌اسید و شاهد) به‌طور جداگانه خیسانده شد. پس از آن، بذرهای خیس خورده در محلول نانونقره و جیبرلیک اسید، به پتری دیش‌های استریل حاوی کاغذ صافی شماره یک انتقال می‌یابد. برای ایجاد تنش شوری از محلول NaCl با غلظت‌های (صفر، ۴، ۸، ۱۲ میلی‌مولار) و به‌میزان ۱۰ میلی‌لیتر در هر پتری دیش استفاده شد، سپس درب پتری دیش‌ها را کاملاً بسته و برای جوانه‌زنی در ژرمیناتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرارگرفت. برای سرعت و درصد جوانه‌زنی بعد از روز اول هر روز تا روز هشتم شمارش گردید. تعداد بذرهای جوانه‌زده شمارش و طول ریشه‌چه، ساقه‌چه با کولیس و وزن خشک گیاهچه‌ها ترازو دیجیتالی محاسبه شد. برای خشک‌کردن نمونه‌ها، اندام‌های فوق ۴۸ ساعت در آون

با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد.

مشخصات تحقیقات گلدانی

آزمایش به‌صورت گلدانی در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا اجرا شد. تنش شوری در چهار سطح (صفر، ۴، ۸، ۱۲ میلی‌مولار) در خاک گلدان‌ها اعمال شد و محلول‌پاشی در چهارسطح (هیدروپرایمینگ بذور،۱۰ ppm نانوذره نقره، ۲۰ ppm جیبرلیک اسید و شاهد)که برای هیدروپرایمینگ بذرها ۲۴ ساعت در آب خیسانده شد و بذرهای شاهد به‌صورت اعمال هیچ نوع تیماری کاشته شد و نانونقره و اسیدجیبرلیک هم به‌صورت محلول‌پاشی بر روی برگ‌ها اعمال شد. صفت هدایت الکتریکی و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. جهت ارزیابی میزان پایداری غشای سیتوپلاسمی (هدایت الکتریکی)، یک برگ میانی از هر گلدان انتخاب و بلافاصله در داخل ظرف درپوش‌دار حاوی ۱۵میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر شده، قرارداده شد و به‌مدت ۲۰ساعت در دمای اتاق قرارگرفت، در مدت جذب آب، مواد محلول سیتوپلاسمی بذوری که ساختمان غشا آنها نا-پایدار است به محیط بیرون تراوش کرد. میزان این انتقال به وسیله دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی اندازه‌گیری شد (Irigoyen *et al*., 1992).

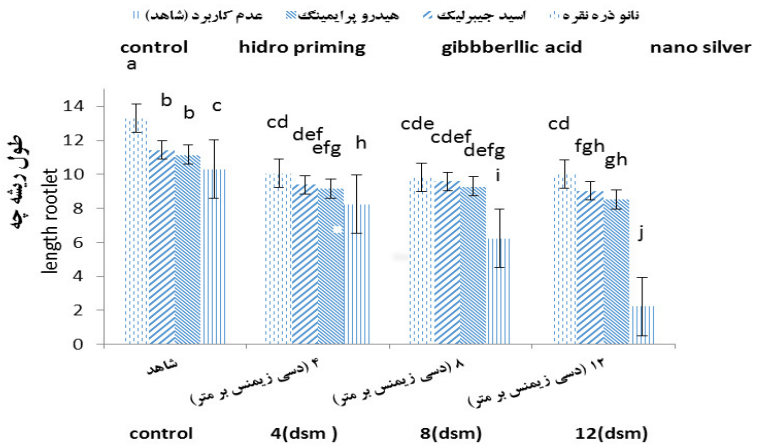
برای عملکرد دانه نیز سه بوته از هر گلدان انتخاب شد و برای خشک‌کردن نمونه‌ها، اندام‌های فوق ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک می‌شود و دانه‌ها اندازه‌گیری شد و جمع آن‌ها عملکرد دانه را به‌وجودآورد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از برنامه نرم‌افزار آماری SAS 9.2 استفاده شد. سپس مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی به‌روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد. برای رسم نمودارها از برنامه Excel استفاده گردید.

نتایج وبحث

طول ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تیمارهای ساده شوری و پرایمینگ بر طول ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. نتایج نشان داد که اثر متقابل شوری و پرایمینگ بر طول ریشه‌چه معنی‌دار (P< ۰/۰۱) شد (جدول یک) و بیش‌ترین طول ریشه‌چه در عدم تیمارشوری (شاهد) و پیش تیمار نانوذره نقره (با میانگین ۱۳/۲۹ سانتی‌متر) حاصل شد (نمودار یک) و کم‌ترین آن نیز در تیمار ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و عدم پرایمینگ (شاهد) (با میانگین دو سانتی‌متر) حاصل شد. ذرات نانونقره می‌توانند به داخل سیتوپلاسم و غشای سلولی در ریشه و ساقه نفوذ کنند و باعث ایجاد تغییراتی در پروتئین‌های غشای سلولی و افزایش سلولی شوند (قدیری و داوودی، ۱۳۹۳). در آزمایشی مشخص‌گردید که تیمار نانوذره نقره باعث افزایش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و در نهایت بهبود استقرار گندم گردید (صالحی و تمسکنی، ۱۳۸۷). دوازده امامی (۱۳۹۲) در آزمایشی نشان داد که با افزایش شوری، درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه گیاهان دارویی همانند دیگر محصولات کشاورزی کاهش می‌یابد. کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش شوری به‌دلیل اختلال رشدی و از بین رفتن سطح فتوسنتزکننده و باعث کاهش ترشح هورمون‌ها و آنزیم‌ها و در نتیجه آن اختلال در رشد گیاه‌چه (ریشه‌چه و ساقه‌چه) می‌گردد (برومند و کوچکی،۱۳۹۰). به‌نظر می‌رسد با توجه به این‌که نانو ذرات نقره باعث تحریک الکترون‌ها و افزایش ساخت ATP و تثبیت کربن و تاثیر برروی سیستم روشنایی بخش سیستم فتوسنتزی و افزایش فتوسنتز و تحریک گیاه برای افزایش تقسیم سلولی می‌گردد باعث ساخت بیش‌تر سلول و افزایش طول ریشه‌چه می‌شود.



نمودار ۱- اثر متقابل شوری و پرایمینگ بر طول ریشه‌چه یولاف

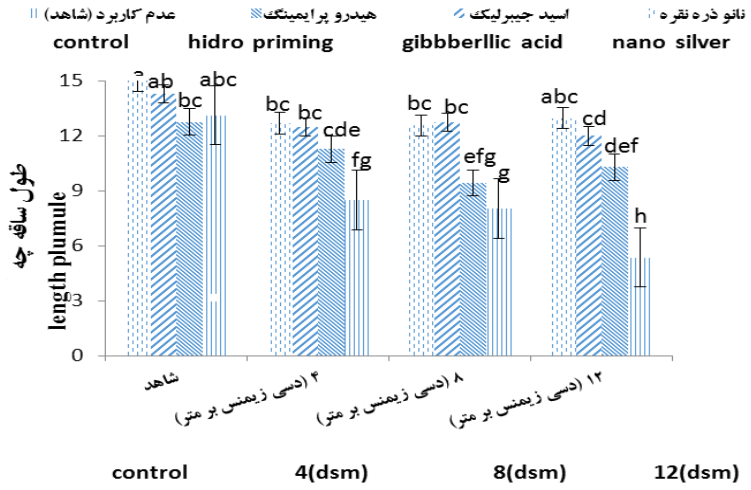
Chart 1. interaction of salinity and priming on length root let oat

طول ساقه‌چه

برطبق نتایج اثرات ساده شوری و پرایمینگ و همچنین اثر متقابل شوری و پرایمینگ بر طول ساقه‌چه معنی‌دار شد (P< ۰/۰۱) (جدول یک). میانگین اثرات متقابل شوری و پرایمینگ نشان داد که بیش‌ترین طول ساقه‌چه در شاهد (عدم شوری) و پیش تیمار نانوذره نقره (با میانگین ۱۴/۹۹سانتی‌متر) حاصل شد (نمودار دو) و کم‌ترین آن نیز در تیمار ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و عدم پرایمینگ (شاهد) (با میانگین ۵/۹۳ سانتی‌متر) حاصل شد.

جیبرلین‌ها گروهی از هورمون‌های گیاهی هستند که باعث تحریک تقسیم سلولی و قابلیت انعطاف مکانیکی دیواره‌سلولی در بخش‌های مختلف گیاه مخصوصا بخش‌های هوایی به‌خصوص ساقه‌ها و تحریک رشد می‌شوند (فهیمی، ۱۳۹۰). جیبرلین‌ها موجب تحریک طویل شدن میانگره شد که تولید سلول‌های جدید در بالای سلول‌های مریستمی گندم را در پی‌دارد (Taiz and Zieger,2006). اولین اثر محسوس کم‌آبی ناشی از شوری بر گیاهان را می‌توان از اندازه کوچک‌تر ساقه‌چه تشخیص داد (Puppala, 2009). در تحقیقات انجام شده توسط رجینیا و همکاران (Reggiani *et al.*, 2014) مشخص شد که با افزایش شوری، به‌دلیل اختلال رشدی و از بین‌رفتن سطح فتوسنتزکننده، طول ساقه و ریشه گندم به‌طور معنی‌داری کاهش‌یافت. تنش شوری باعث افزایش پتانسیل اسمزی و آب‌کشیدگی از سلول‌ها و پلاسمولیز وچروکیدگی سلول‌ها شده و آماس اتفاق نیافتاد درنتیجه از تقسیم سلولی جلوگیری نمود و منجر به‌کاهش یا عدم انتقال موادغذایی از لپه‌ها به جنین گردید و باعث کاهش طول ساقه‌چه شد (کافی و همکاران، ۱۳۹۳).

به‌نظر می‌رسد با توجه به این‌که نانوذرات نقره باعث تحریک سیستم فتوسنتزی و تحریک گیاه برای افزایش تقسیم سلولی و افزایش نگهداری آب درون سلول‌ها می‌شود باعث افزایش طول ساقه‌چه نیز گردید.



Salinity/شوری

طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) /length plumule (cm)

نمودار ۲- اثر متقابل شوری و پرایمینگ بر طول ساقه‌چه یولاف

Chart 2. interaction of salinity and priming on length plumule oat

درصد جوانه‌زنی

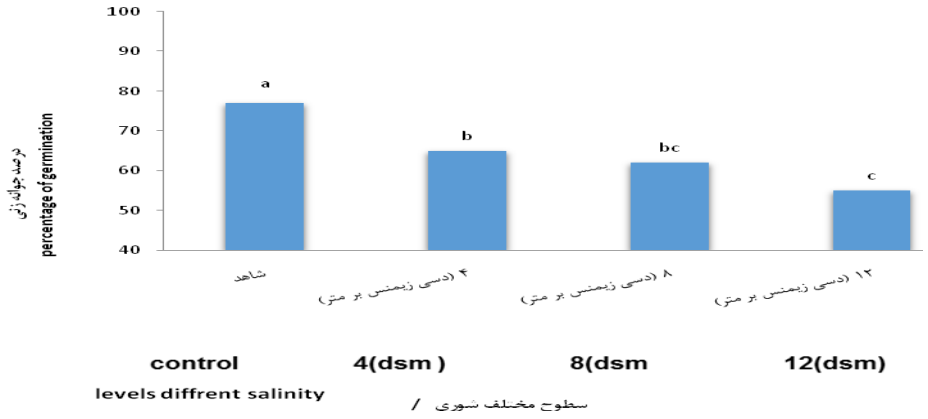
نتایج نشان داد که اثر ساده شوری تأثیر معنی‌داری (P< ۰/۰۱) بر درصد جوانه‌زنی یولاف داشت؛ اما اثر متقابل شوری و پرایمینگ بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نشد (جدول یک). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که در بین تیمارهای شوری بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد با میانگین (۷۷ درصد) و کم‌ترین آن نیز در تیمار ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر (با میانگین ۵۵ درصد) حاصل شد. بین تیمار ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر و همچنین بین تیمار ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد (نمودار سه).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تیمارهای پرایمینگ بر درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول دو). بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در تیمار نانوذره نقره و اسید جیبرلیک (با میانگین‌های ۷۴ و ۷۳ درصد) و کم‌ترین آن نیز در تیمار شاهد (با میانگین ۴۹ درصد) حاصل شد و تفاوت بین تیمار نانوذره نقره و اسید جیبرلیک معنی‌دار نشد (نمودار چهار).

صالحی و تمسکنی (۱۳۸۷) نشان دادند که تیمار نانوذره نقره باعث افزایش درصد جوانه‌زنی و در نهایت بهبود استقرار گندم گردید. در مطالعه‌ای کاهش جوانه‌زنی دانه‌های نخود در شرایط شور به‌وسیله افزودن اسیدجیبرلیک جبران‌گردید، جیبرلین سطح فعالیت آلفاآمیلاز لپه‌ای و تحرک نشاسته را بالابرد (Kaur *et al.*, 2007). جیبرلین از طریق اثر آنتاگونیسم با اسیدآبسزیک و به‌دنبال آن با اثر بر تنظیم تجلی ژن‌ها توانست تقسیم سلولی و جوانه‌زنی را در بذرها القا کند (Stebert and Mc, 2009).

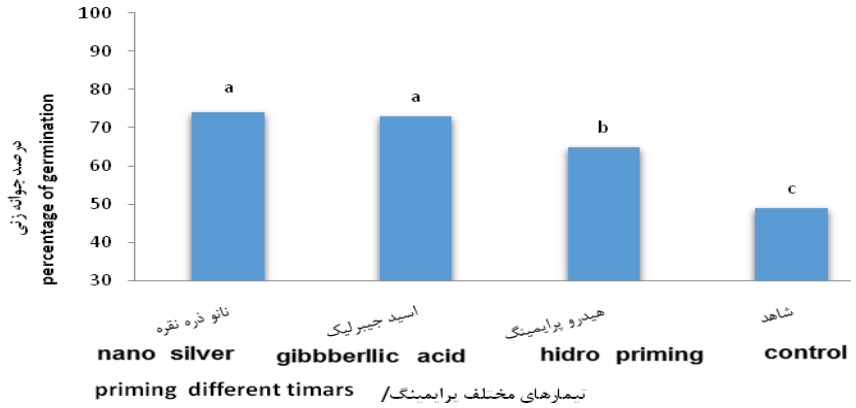
آلن و همکاران (Allen *et al.*, 2011) مشاهده کردند که تنش شوری اثر منفی بر جوانه‌زنی دارد. این اثر یا اسمزی است که مانع جذب آب می‌شود و در ادامه نیز از فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز بازداری می‌شود و یا یونی است که در این صورت، تجمع یون‌های سدیم و کلر سبب به هم‌ریختگی تعادل یونی و ایجاد سمیت می‌شود که جوانه‌زنی بذور را تحت تاثیر قرارمی‌دهد. کاهش جوانه‌زنی تحت شرایط شوری شاید به‌علت خواب بذرهای گیاهان زراعی تحت این شرایط باشد. این موضوع ممکن است یک استراتژی سازگاری برای جلوگیری از جوانه‌زنی در شرایط نامساعد باشد

(Gill *et al.*, 2006). که در این تحقیق نیز مشهود است. به‌نظر می‌رسد با توجه به افزایش کارآیی فتوسنتز و ساخت ATP وتثبیت کربن توسط نانونقره به سازوکار اثر افزایش جوانه‌زنی مشخص می‌گردد.



نمودار ۳- تأثیر سطوح مختلف شوری بر درصد جوانه‌زنی یولاف

Chart 3. effect of levels different salinity on percentage of germination oat



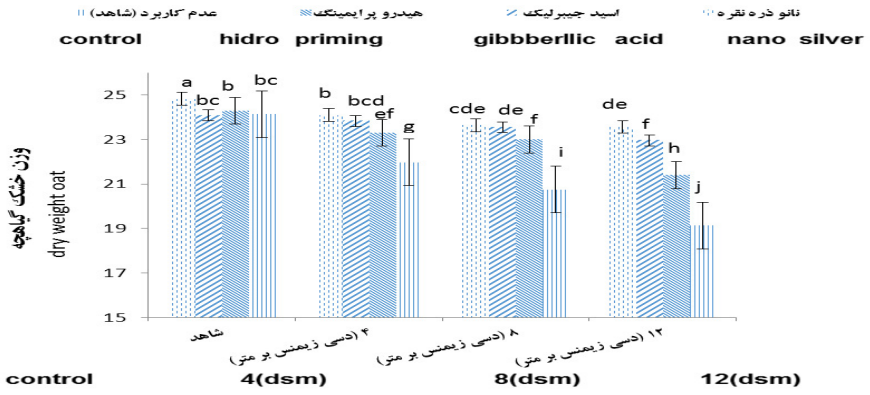
نمودار ۴- تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر درصد جوانه‌زنی یولاف

Chart 4. effect of priming different treatments on percentage of germination oat

وزن خشک گیاه‌چه

براساس نتایج اثرات ساده شوری و پرایمینگ و اثرات متقابل شوری و پرایمینگ تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک گیاه‌چه داشتند (P< ۰/۰۱) (جدول یک). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و پرایمینگ نشان داد که بیش‌ترین وزن خشک گیاه‌چه در شوری صفر (شاهد) و پیش‌تیمار نانوذره‌نقره (با میانگین ۲۴/۸۱۹ میلی‌گرم) حاصل شد (نمودار پنج) و کم‌ترین آن نیز در تیمار ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و عدم پرایمینگ (شاهد) (با میانگین ۱۹/۱۳۱ میلی‌گرم) حاصل شد. با توجه به نتایج اثرات متقابل سطوح شوری با پیش‌تیمارهای مختلف نانونقره و اسیدجیبرلیک

مشخص‌گردید که هرچه سطوح شوری بیش‌تر می‌شود وزن خشک گیاه‌چه کم‌تر می‌گردد و بعد از تیمار نانونقره، بیش‌ترین وزن خشک گیاه‌چه در پیش‌تیمار جیبرلیک‌اسید و بعد از آن در پیش‌تیمار هیدروپرایمینگ در تقابل با سطوح شوری مشاهده شد و کم‌ترین وزن خشک گیاه‌چه در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر با عدم پیش‌تیمار مشاهده شد و در شوری چهار و هشت دسی‌زیمنس بر متر بین اسیدجیبرلیک و نانونقره در وزن خشک گیاه‌چه تفاوتی وجودنداشت. جیبرلیک‌اسید از طریق افزایش تقسیم سلولی و شکسته شدن نشاسته ذخیره‌ای توسط آلفاآمیلاز و تأثیر بر میزان فتوسنتز و در نتیجه رشد بیش‌تر افزایش وزن خشک گیاه‌چه را موجب‌گردید (Varier *et al.*, 2010). با توجه به این که شوری باعث کاهش آماس و تقسیم سلولی می‌شود و طول گیاه‌چه را کم می‌کند، بنابراین به‌همان نسبت بر وزن خشک نیز اثر دارد و باعث کاهش وزن خشک گیاه‌چه می‌گردد. افزایش جذب نمک و سمیت یونی، سبب اختلال در کارکرد سلولی و آسیب رساندن به فرآیندهای فیزیولوژیک، از قبیل فتوسنتز و تنفس می‌شود. شوری با ایجاد تغییرات مضر در تعادل یون‌ها، وضعیت آب، عناصرغذایی، عملکرد روزنه و کارآیی فتوسنتز موجب کاهش فرآیندهای رشد و نموی گیاه نظیر جوانه‌زنی، رشد گیاه‌چه و در نهایت، کاهش میزان تولید محصول در گیاه می‌شود (Munns, 2008). علاوه بر اثرات اولیه شوری، کاهش وزن خشک تحت تنش شوری تا حدودی به‌خاطر کاهش تحرک نشاسته می‌باشد که در اثر کاهش فعالیت آمیلاز و محتوای بالای نشاسته در لپه‌ها یا آندوسپرم گیاهان تحت تنش است. کاهش فعالیت آمیلاز در بذور گیاهان تحت تنش به کاهش تشکیل گلوکز از نشاسته منجر شد که حاصل آن کاهش ساخت ساکاروز است و این وضعیت باعث محدودشدن محور جنین‌زا و کاهش رشد وزن خشک تحت شرایط تنش گردید. پرایمینگ، فعالیت آمیلاز را در بذور گیاهان تحت تنش افزایش می‌دهد (Stavir *et al.*, 2011). که در این تحقیق با افزایش شوری و عدم پیش‌تیمار وزن خشک گیاه‌چه کاهش یافت که با نتایج تحقیقات محققان فوق مطابقت دارد. به‌نظر می‌رسد نانوذرات نقره باعث افزایش ساخت و ساز و تحریک فتوسنتزی و افزایش تعداد تکثیر سلولی گردید باعث ساخت بیش‌تر سلول و افزایش وزن خشک گیاه‌چه شد.



Salinity / شوری

dry weight (**mg**) /وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم)

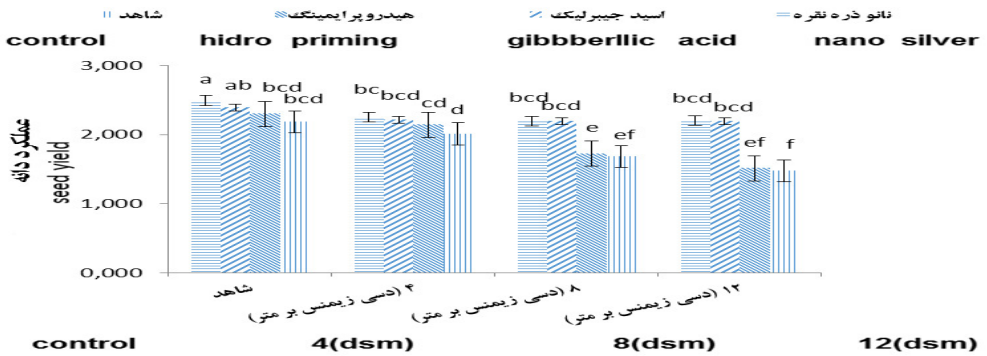
نمودار ۵- اثر متقابل شوری و پرایمینگ بر وزن خشک گیاه‌چه یولاف

Chart 5. interaction of salinity and priming on dead/dry weight oat

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده شوری و محلول‌پاشی و اثرات متقابل تیمارها بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (P< ۰/۰۱) (جدول دو). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و محلول‌پاشی نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه در شوری صفر و پیش‌تیمار نانوذره نقره (با میانگین ۲/۴۹ گرم در بوته) حاصل شد (نمودار شش) وکم‌ترین آن نیز در تیمار ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و تیمار (شاهد) (با میانگین ۱/۴۷ گرم در بوته) به دست آمد. در آزمایشی مشخص‌گردید که کاربرد نانونقره در لوبیا سبب افزایش جذب عناصرغذایی و نهایتاً افزایش عملکرد شد (Kontz and Berle., 2010). در بررسی اثر اسیدجیبرلیک مشخص گردید که GA_3 محتوای کلروفیل، سرعت فتوسنتز خالص و سطح برگ و حداکثر ماده خشک و تعداد کپسول در گیاه، وزن هزار دانه و عملکرد بذر در هکتار و عملکرد بیولوژیکی در هکتار را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Samiullah., 2014). اشرف و فولاد (Ashraf and folad., 2005) بیان‌کردند اسیدجیبرلیک باعث تسریع خروج خوشه از غلاف برگ پرچم و افزایش درصد گرده‌افشانی دانه شد، و موجب افزایش عملکرد دانه گردید. در مطالعه‌ای مشخص شد که شوری سبب کاهش معنی‌داری در ماده تر و خشک ساقه، ریشه و عملکرد بذر گردید و اثر بازدارندگی شوری بر عملکرد بذر بیش‌تر ازصفات دیگر بود (Bennet., 2009).

در این پژوهش نیز کاربرد نانوذره نقره و شاهد بهترین عملکرد دانه را داشت که با تیمار شاهد و اسیدجیبرلیک در یک تیمار قرارگرفت ولی با افزایش شوری و رسیدن آن به ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و عدم استفاده از ماد ضدتنش عملکرد به‌شدت کاهش‌یافت. حتی در شرایط شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر کاربرد نانوذره نقره و اسیدجیبرلیک با افزایش تحمل دیواره سلولی و تولید مواد آنتی‌اکسیدانت و جلوگیری از ساخته شدن O_2، تا حدود زیادی از شدت تنش کاستند و از افت عملکرد جلوگیری نمودند. به‌نظر می‌رسد با کاربرد نانونقره میزان تخلیه عناصرغذایی گیاه از خاک نسبت به تیمارهای دیگر بیش‌تر بود و در نهایت سبب افزایش عملکرد گردید و همچنین نانونقره افزایش تحریک الکترون‌ها و تحریک تقسیم و تکثیر سلولی و فعل و انفعالات فتوسنتزی را در شرایط تنش شوری بهبود بخشید وموجب تحمل گیاه در برابر تنش شد.



Salinity /شوری

عملکرد دانه(گرم)/seed yield (g)

نمودار ۶- اثر متقابل شوری و محلول‌پاشی بر عملکرد دانه یولاف

Chart 6. interaction of salinity and spraying on seed yield oat

هدایت الکتریکی برگ

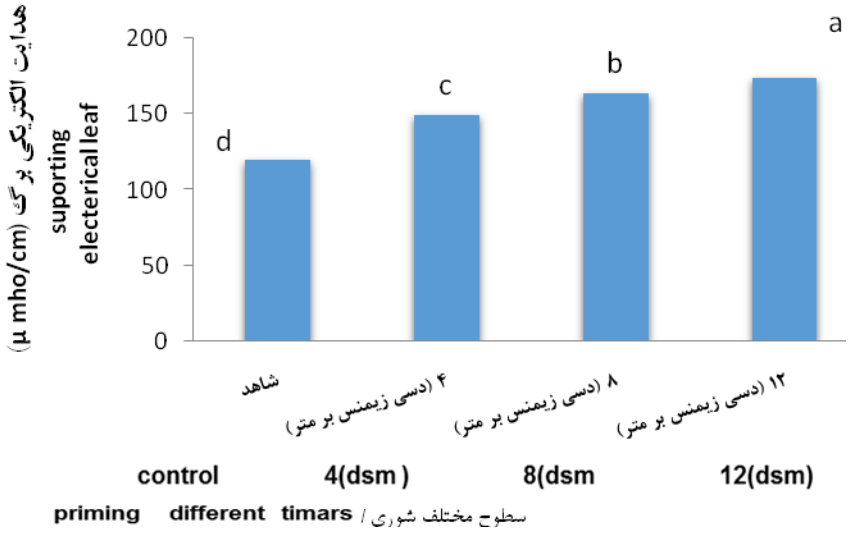
اثرات ساده شوری و محلول‌پاشی بر هدایت الکتریکی برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج نشان داد اثرات متقابل شوری و محلول‌پاشی بر هدایت الکتریکی برگ معنی‌دار نشد (جدول دو). در بین تیمارهای شوری بیش‌ترین هدایت الکتریکی برگ (با میانگین ۱۷۴ میکروموس بر سانتی‌متر) در تیمار شوری دوازده دسی‌زیمنس بر متر و کم‌ترین آن نیز در تیمار شاهد (با میانگین ۱۲۰ میکروموس بر سانتی‌متر) حاصل شد (نمودار هفت).

نتایج مقایسه میانگین های اثرات ساده نشان داد که در بین تیمارهای محلول‌پاشی کم‌ترین هدایت الکتریکی برگ در تیمار محلول‌پاشی اسیدجیبرلیک و نانوذره نقره به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۴۷ و ۱۴۲ میکروموس بر سانتی‌متر حاصل شد که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند و بیش‌ترین آن نیز در تیمار شاهد (با میانگین ۱۶۷ میکروموس بر سانتی‌متر) به‌دست آمد (نمودار هشت).

اثر اسیدجیبرلیک در ترکیب تیمارها باعث افزایش درصد ثبات غشای سلولی در تیمارها در طول عمر گل‌ها نسبت به تیمار شاهد را می‌توان مربوط به وجود ساکارز در محلول دانست. ساکارز جایگزین کربوهیدرات مصرف شده گیاه در فرآیند تنفس شده و از تجزیه دیگر مواد و تجزیه پروتئین‌های سلول که نقش ساختاری در غشای کلروپلاست داشت، اثر گذاشت و با جلوگیری از نشت یون‌ها، باعث تأخیر در پیری گردید (Ichimura *et al.*,2010). اسیدجیبرلیک با کاهش فعالیت پروتئازها از تجزیه پروتئین‌ها جلوگیری کرد و با ممانعت از افزایش *pH* سلولی و حفظ سیالیت غشای سلولی و کلروفیل برگ‌ها، کاهش نشت از سلول‌ها را به‌همراه دارد (Ichimura *et al.*, 2010).

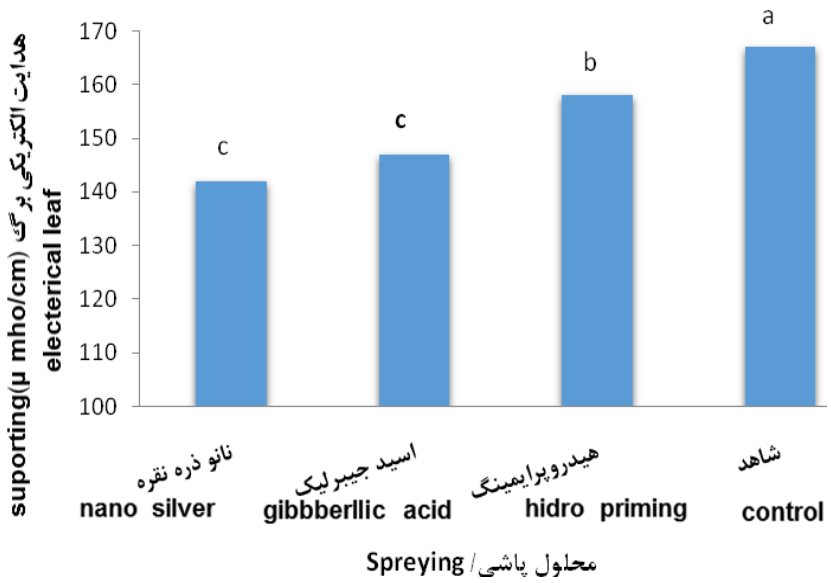
تنش شوری سبب تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود که نشت از غشاهای سلولی را به‌دنبال خواهد داشت (Summart *et al.*, 2012).

به‌نظر می‌رسد که محلول‌پاشی نانوذرات می‌تواند بر یکپارچگی غشای سلولی تأثیر بگذارد و در نتیجه از نشت موادجلوگیری نماید و همچنین اسیدجیبرلیک با افزایش استحکام و ثبات غشاهای سلولی باعث جلوگیری از نشت سلول‌ها شد.



نمودار ۷- تأثیر سطوح مختلف شوری بر هدایت الکتریکی برگ

Chart 7. effect of levels different salinity on supporting electrical leaf



نمودار ۸- تأثیر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی بر هدایت الکتریکی برگ

Chart 8. Effect of spraying different treatments on supporting electrical leaf

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات در تیمارهای پرایمینگ و شوری (آزمایشگاه)

Table 1. Analysis of variance in priming treatments and salinity

			میانگین مربعات M.S			
(S.O.V)	منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	وزن خشک گیاه‌چه Dead weight	طول ریشه‌چه Rootle t length	طول ساقه‌چه Plumage length	درصد جوانه‌زنی Germination percentage
salinity	شوری (A)	3	13.86**	35.12**	31.11	1027**
priming	پرایمینگ (B)	3	14.77**	36.34	52.11	1579**
Interaction	اثر متقابل A*B	9	1.82**	5.34	4.31	117ns
Error	اشتباه	32	0.148	0.23	1.34	81
CV	ضریب تغیرات		1.86	4.40	8.99	13.84

ns عدم تفاوت معنی‌دار و * در سطح پنج و ** در سطح یک درصد معنی‌دار می باشد

ns no significant difference in the level 5 ** and * are significant at 1%

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات در تیمارهای پرایمینگ ومحلول‌پاشی و شوری (گلخانه)

Table 2. Analysis of variance in priming treatments and foliar and soil salinity

			میانگین مربعات M.S		
(S.O.V)	منابع تغییرات	درجه آزادی df	عملکرد دانه Seed yield	هدایت الکتریکی برگ Conduction electrical leaf	درصد جوانه‌زنی Germination percentage
salinity	شوری (A)	3	0.323**	4901**	1027**
priming	پرایمینگ (B)	2	0.401**	2070**	1579**
interaction	اثرمتقابل	6	0.107**	62ns	117ns
Error	اشتباه	24	0.021**	68	81
CV	ضریب تغییرات		6.71	5.43	13.84

ns عدم تفاوت معنی‌دار و * در سطح پنج و ** در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد.

ns no significant difference in the level 5 ** and * are significant at 1%

نتیجه‌گیری

در مجموع با توجه به‌نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که در بین سطوح شوری، بیش‌ترین خسارت وارد شده بر صفات اندازه گیری‌شده، در تیمار شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد، که بر شاخص‌های جوانه‌زنی بیش‌ترین اثر را داشت و سبب کاهش جوانه‌زنی گردید. تیمار هیدروپرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی اثرگذار بود اما بر عملکرد اثر معنی‌داری نداشت. کاربرد نانوذرات نقره و اسیدجیبرلیک موجب افزایش تحمل گیاه یولاف در برابر شوری گردید و به‌طورکل در تمام پرایمینگ‌ها و محلول‌پاشی نسبت به شاهد (یعنی وجود تنظیم‌کننده رشد و تحریک کننده رشد همراه با آب) برتری دیده شد و باعث تحریک بیش‌تر بذر و جوانه‌زنی و رشد شد، اما در هر پرایم با اثرات و نسبت‌های متفاوت که به‌علت فیزیولوژیک و مواد تشکیل شده و اثر آن‌ها در درون بذر است.

منابع References

اختیاری، ر.، محبی، ح. و منصوری، م. ۱۳۹۰. بررسی اثرات ذرات‌نانو نقره بر تحمل به شوری گیاه رازیانه در رشد اولیه در شرایط آزمایشگاهی. فصلنامه علمی-پژوهشی گیاه و زیست بوم. شماره۷. ۲۷.

اختیاری، ر.، کریمی، ف. ۱۳۸۹. بررسی اثرات نانونقره بر تحمل به شوری گیاه زیره سبز در مراحل جوانه‌زنی در شرایط آزمایشگاهی. دومین همایش ملی دستاوردهای نوین در زراعت.۴ ۲

ال.راینر. ۲۰۰۹. کشت نوین یولاف، ترجمه ایران نژاد، ح، انتشارات دانشگاه تهران، جلدیک.۵۴ -۳۸.

برومند رضازاده، ز.، کوچکی، ع. ۱۳۹۰. بررسی واکنش جوانه‌زنی بذر زنیان، رازیانه و شوید بر پتانسیل‌های اسمزی و ماتریک ناشی از کلریدسدیم و جیبرلیک‌اسید و پلی اتیلن گلیکول۶۰۰۰ در دماهای مختلف. مجله پژوهشی زراعی ایران. ۲۰۷-۲۱۷.

جعفری، م. ۱۳۹۲. سیمای شوری و شوروی‌ها. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۵۶ -۸۹.

دوازده امامی، س. ۱۳۹۲. اثر تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر ۱۰ گونه گیاه دارویی. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج. نشر آموزش کشاورزی. ۵۷۱-۵۷۲.

رضازاده، ب.، کوچک، ع. ۱۳۹۰. بررسی واکنش جوانه‌زنی بذر زنیان، رازیانه و شوید بر پتانسیل‌های اسمزی و ماتریک ناشی از کلریدسدیم و پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ در دماهای مختلف. مجله پژوهشی زراعی ایران. ۲۰۷-۲۱۷.

زارع، م.، مهرابی اولادی، ع. و شرف‌زاده، ش. ۱۳۸۹. بررسی اثرات جیبرلیک‌اسید (GA_3) و کینتین بر جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه‌های گندم تحت تنش شوری. مجله علوم کشاورزی. شماره ۴: ۸۶۴-۸۵۵.

شریفی.، م.، پوراسماعیل، م. ۱۳۸۷. بررسی اثر برخی ترکیبات شیمیایی بر رفع خفتگی و القای جوانه‌زنی در برنج. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۲: ۴۰-۳۳.

صالحی،م.، تمسکنی، ف. ۱۳۸۷. تاثیر نانوسید در تیمار بذری بر جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه گندم تحت تنش شوری خلاصه. مقالات اولین همایش ملی علوم و تکنولوژی بذر ایران. ۳۵۸ -۳۶۵.

فهیمی، ح. ۱۳۹۱. تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، انتشارات دانشگاه تهران. ۲۰-۱۶.

فیضی، ح.، برهند، ع.، رضوانی مقدم، ا.، فتوم، پ. و شاه طهماسبی، ا. ۱۳۹۲. کاربرد نانوذرات نقره و میدان مغناطیسی در تحریک رشد و عملکرد ذرت. اولین کنفرانس علوم و فناوری نانو. ۲۰-۳۴.

قادری، الف.، سلطانی، ف. و امیری، ع. ۱۳۹۰. تأثیر پرایمنیگ بر واکنش جوانه‌زنی به دما در پنبه مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد پانزدهم، شماره سوم، مرداد- شهریور ۱۳۸۷.

قدیری. م.، داودی، ح. ۱۳۹۳. تاثیر نانوذرات نقره برکیفیت رویش جوانه‌زنی بذر درخت کاج جنگلی در خاک و آب، نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۶، شمارهٔ ۴، ، ۳۶۷ - ۳۷۵.

کافی، م.، مهدوی، ع. و دامغانی، ک. ۱۳۹۳. ترجمه سازوکارهای مقاومت به تنش‌های محیطی. ۲۰۹ -۲۷۰.

کوچکی، ع.، سرمدنیا، غ. ۱۳۸۵. فیزیولوژی گیاهان زراعی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد .۲۰۷-۲۱۳.

ملازاده، م. ۱۳۹۱. غلات (مرجع جامع گیاهان زراعی:جلد اول). انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی.

Ashraf, M., and Foolad, M. 2005. Pre-sowing seed treatment -a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none –saline conditions. Advan. Agron.88:223-271.

Allen, G.J., Wyinjones, R.G., Legh, R.A. 2011. Sodium transport measured in plasma membrine vesielies isolated from wheat genotypes with differing K / N discrimination traits. Plant Cell and Environ. 18 :105 – 115

Benet, A.J., and Whipps, J.M. 2010. Benefial microorganism survival on seed, roots and in rhizospher soil following application to seed during drum priming. Biological Control .44:349-361.

Bennet, M.A., and Waters, L. 2009. Seed hydration treatments for improve sweet corn germination and stand establishment Journal of the American Society Horticultural Science, 112:45-49.

Faqenabi, F., Tajbakhsh, M., Bernooshi, I., Saberrezaii, M., Taheri, F., Parviz, S., Lzadkhah, M., Hasanzadeh Gorttapeh, A., and Sedqi, S. 2009. The effect of magnetic field on growth, development and yield of magnetic field on growth development and yield of safflower and its comparison with other treatments. Research journal of biological science. 4: 174-178.

Gill, P.K., Sharma, A.D., Simgh, P., and Bnullar, S.S. 2006. Changes in germination, Growth and soluble sugar contents of sorghum bicolar moench seeds under various a biotic stresses. Plant Growth Regul.40:154-162.

Harris, D., Joshi, A., Khan, A.P., Gothkar, A., and Sodhi, P.S. 2007. On –farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods Exp.Agric.35:15-29.

Ichimura, A., Kaur, S., Gupta, A., Kuar, N. 2010. Gibberellin A3 reverses the effect of salt stress in chickpea (*Cicer arietinum* L.) seedlings by enhancing amylase activity and mobilization of starch cotyledons. Plant Growth Regulation, 26: 85-90.

Kaur, S., Kuar, N. 2007. Gibberellin A_3 reverses the effect of salt stress in chickpea (*Cicer arietinum L.*) seedlings by enhancing amylase

Kontz, H.V., and Berle, K. 2010. Silver uptake, distribution and effect on calcium, phosphorus and sulfur uptake. Plant physiology. 65:336-339.

Lima, D., and Xing, B. 2008. Photo toxicity of nano particles. Inhibition of seed germination and root growth. Environmental Pollution.150:243-250.

Lu, C.M., Zhang C.Y., and Tao, M.X. 2007. Research of the effect of nanometer on germination and growth enhancement of soybean and its mechanism. Soybean science. 21: 168-172.

McDonald, M.B. 2007. Seed Priming. In: Seed Technology and its biological basis. Black, M., Bewley, J.D. Sheffield Academic Press, England, Chapter 9, pp. 287- 325

Munns, R. 2008. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25: 239-250.

Nadgaf, L., Paleg, L.G. 2011. Physiological effects of gibberellins, Annu. Rev. Plant Physiol, 16:291-322

Puppala, N., Poindexter, J.L., and Bhardwaj, H.L. 2009 Evaluation of salinity tolerance of canola germination. P. 251 - 253. In: J. Janick (ed.) Perspectives on new crops and new uses. ASHS Press, Alexardria, VA.

Reggiani, R., Sori, Bozo, F., and Bertani, A. 2014. The effects of salinity on early seeding growth of seed of three wheat cultivar. Can J. Plant. Sci. 75: 175 – 177.

Reynolds, G.H. 2005. Forward to the future nanotechnology and regulatory policy, Pacific Research Institute. 1-23.

Samiullah, P., El-Dengawy, E.F.A. 2014. Promotion of seed germination and subsequent seedling growth of loquat (Eriobotrya japonica Lindl) by moist- chilling and GA_3 applications. Scientia Horticulture, 105: 331-342

Sharma, V.K., Yngard, R.A., Lin, Y. 2009. Silver nano particles: Green synthesis and their antimicrobial activities. Advances in Colloid and Interface Science, 145: 83-96.

Stavir, L., Shakirova, F.M, and Sahabutdinova, D.R. 2011. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science. 164: 317-322.

Stebert, C., Mc Court, P. 2009. A role for Brassinosteroids in germination in Arabidopsis, Plant Physiology, 125: 763- 769

Summart, J., Thanonkeo, P., Panichajakul, S., Prathepha, P., and Mc Manse, M.T. 2012. Effect of salt stress on growth, inorganic ion and proline accumulation in Thai aromatic rice, KahoDawk Mail 105, cllus culture, 9(2): 145-152

Taiz , E., Zieger, L. 2006. Plant physiology. 300-343.

Varier, A., Kuriakose Vari, A., and Dadlani, M. 2010. The Sub cellular basis of seed priming .current science. 99(4):450-456.