اثر پیش‌تیمارهای مختلف بذر بر ویژگی‌های مورفولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس رازیانه (*Foeniculam vulgar Mill.*) در شرایط تنش آب

روشنک بهرام نژاد[۱]- مهری صفاری[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۰۵
مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد

چکیده:

تنش آب یکی از عوامل مؤثر در جلوگیری از جوانه‌زنی، استقرار گیاهچه و رسیدن به حد مطلوب عملکرد، در گیاهان زراعی و داروئی است. روش‌های متعددی در به حداقل رسانیدن اثرات سوء تنش استفاده می‌شود. پیش تیمار کردن بذر (پرایمینگ)[۳] یکی از روش‌های رایج آبگیری برای افزایش کارایی بذر می‌باشد و از مهم‌ترین انواع آن، اُسمو پرامینگ (قرار گرفتن بذر در محلول‌های با فشار اسمزی مختلف) و هورمو پرامینگ (قرار گرفتن ترکیبات هورمونی روی بذر) است. این آزمایش به‌منظور بررسی اثر پیش تیمارهای اسیدسالیسیلیک (آسپرین)، کلرید پتاسیم و کلرید سدیم بر برخی از ویژگی‌های مورفولوژیک و نیز بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه رازیانه (*Foeniculam vulgar Mill.*) در شرایط تنش خشکی در آزمایشگاه و در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان در سال زراعی ۱۳۹۰ انجام شد. در آزمایشگاه بذرهای رازیانه در محلول سالیسیلیک اسید در چهار غلظت (۰، ۰/۱، ۰/۵ و ۱ میلی مولار)؛ کلرید پتاسیم در چهار سطح (۰، ۱-، ۱/۵-، ۲- مگاپاسکال) و کلرید سدیم در چهار سطح (۰، ۱-، ۱/۵-، ۲- مگاپاسکال) به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ C° تیمار شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. در بین سطوح اسید سالیسیلیک بکار رفته در آزمایش جوانه‌زنی بذور؛ سطح سوم (۰/۵ میلی مولار) بالاترین میانگین سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه چه و ساقه چه را به خود اختصاص داد. در مقایسه بین سطوح کلرید پتاسیم؛ سطح دوّم یعنی ۱- مگاپاسکال بیشترین سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه چه و ساقه چه را داشت. در مقایسه بین سطوح کلرید سدیم سطح سوّم (۱/۵- مگاپاسکال) منجر به ایجاد بیشترین طول ریشه چه و ساقه چه شد. در مزرعه؛ با توجه به نتایج آزمایشگاه، طرحی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. آبیاری در دو سطح تنش آب و بدون تنش، به‌عنوان پلات‌های اصلی و انواع پرایمینگ (پیش تیمارهای پذیرفته شده در آزمایشگاه) در ۴ سطح (آب خالص، کلرید سدیم با پتانسیل اسمزی ۱- مگاپاسکال، کلرید پتاسیم با پتانسیل‌اسمزی ۱/۵- مگاپاسکال واسید سالیسیلیک با غلظت۰/۵ میلی مولار) پلات‌های فرعی را تشکیل دادند. نتایج نشان داد که اثر تنش آب و اثر پیش تیمارها در مورد صفات تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک رازیانه معنی‌دار شدند، امّا صفات ارتفاع بوته در زمان گلدهی و شاخص برداشت، معنی‌دار نشدند. در مورد وزن هزاردانه، تنها اثر متقابل تنش آب در پرایمینگ معنی‌دار شد. تنش آب باعث افزایش درصد اسانس شد؛ اما عملکرد اسانس در تنش آب کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، اسانس، اسید سالسیلیک، پیش تیمار (پرایمینگ)، تنش آب، جوانه‌زنی، رازیانه (*Foeniculam vulgar Mill.*)، عملکرد، کلرید پتاسیم، کلرید سدیم.

---

[۱]- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنرکرمان- ایران- (b_agriculture@yahoo.com)-
تلفن تماس: ۰۹۱۳۳۹۹۵۴۲۲
[۲]- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نبات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان-ایران (Mehri_Saffari@yahoo.com)-
تلفن تماس: ۰۹۱۳۱۴۱۱۷۰۸- (نویسنده مسئول)

[3] - Seed Priming

مقدمه:

تنش آب در گیاه نتیجه بر هم خوردن تعادل بین جذب آب و کمبود آن است که منجر به روندهای فیزیولوژی متنوع می‌گردد. در اثر تنش آب خصوصیات فیزیکی و ترکیبات شیمیایی دیواره سلول تغییر می‌کند و به کاهش حجم سلول و افزایش غلظت شیره سلولی و از دست رفتن آب پروتوپلاسم منجر می‌شود (لارکر، ۲۰۰۱؛ نگواجیو و همکاران، ۲۰۰۷؛ ژو، ۲۰۰۲). این محققین معتقدند که نخستین و حساس‌ترین واکنش نسبت به کمبود آب، کاهش درآماس و رشد سلول است؛ متابولیسم پروتئین و سنتز اسیدهای آمینه نیز مختل می‌شود.

جوانه‌زنی در بذور، با تنش‌های محیطی، از قبیل شوری و خشکی روبرو بوده و عملیات قبل از کاشت بذور مثل پیش جوانه‌زنی که منجر به سبز شدن بذور می‌شوند اصطلاحاً به پیش تیمار معروف است؛ و می‌تواند باعث کاهش تنش‌ها و آسان‌تر شدن دسترسی آب برای بذور و افزایش فرایندهای متابولیکی در بذور و تسریع در امر جوانه‌زنی گردد (کانت لیف و همکاران، ۱۹۸۹؛ هریس، ۲۰۰۵).

در بذور پیش تیمار یا پرایم شده تغییراتی متابولیکی و بیوشیمیایی به نفع جوانه‌زنی تحقق می‌یابد؛ بخشی از پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها در اثر آنزیم‌ها و واکنش‌های هیدرولیزکننده؛ شکسته شده و آماده شرکت در فرایند جوانه‌زنی می‌شوند. تکنیک‌های مختلف پرایمینگ بذور شامل اسُمو پرایمینگ یعنی قرار گرفتن بذرها در سلول‌های با فشار اسمزی مختلف؛ هالو پرایمینگ یعنی قرار گرفتن بذور در محلول‌های نمکی غیر آلی؛ هورموپرایمینگ یعنی قرار گرفتن ترکیبات هورمونی بر روی بذور؛ و هیدروپرایمینگ یعنی قرار گرفتن بذور در آب و غیره... است.

برای (۱۹۹۵) و باسرا و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که در بذور پرایم شده برنج، (اسمو پرایمینگ)، جوانه‌زنی بهبود یافت.

جلر و همکاران، (۲۰۰۳) به این نتیجه رسیدند که در بذور پیش تیمار شده گندم، کلزا، نخود، سویا، یونجه، ذرت، سورگوم، هندوانه، کانولا (کلزا) و لوبیا، تسریع جوانه‌زنی و افزایش بنیه بذر در اثر کاربرد پیش تیمارهای قبل از کاشت بهبود یافت؛ ضمناً در پی این امر استقرار گیاهان حاصل از این بذور سریع‌تر، بهتر و یکنواخت‌تر در شرایط تنش آب انجام پذیرفت.

هاریس (۲۰۰۵) گزارش کرد گیاهان تیمار شده در طی زمان کوتاه‌تری سیستم ریشه‌ای خود را گسترش داده و با جذب مطلوب‌تر آب و مواد غذائی و تولید بخش‌های سبز فتوسنتز کننده، سریع‌تر به مرحله اتو ترفی می‌رسند؛ و ضمن بهبود روند رشد و نمو، افزایش عملکرد گیاه را نیز در پی دارد.

پریسکو و همکاران (۱۹۹۲) معتقدند در پرایمینگ اجازه داده می‌شود که بذور مقداری آب جذب کنند که مراحل اولیه جوانه‌زنی انجام شود اما ریشه چه خارج نشود؛ بعد از تیمار پرایمینگ، بذرها خشک و همانند بذرهای تیمار نشده (شاهد) ذخیره و کشت می‌شوند. محققان متعددی مثل برادفور و همکاران (۱۹۹۰)، هاریس و تیسرال (۱۹۹۶)، قاضی و کاراکی (۱۹۹۸)، هاریس و همکاران (۱۹۹۹) پرایمینگ را یکی از روش‌های مناسب برای تسریع و افزایش در جوانه‌زنی و باعث استقرار بهتر گیاه در شرایط مزرعه می‌دانند.

کارا (۱۹۹۸)، بیان کرد که پتانسیل اسمزی و مدت زمان خیساندن بذر در اسمو پرایمینگ اهمیت دارد. تووسلی و همکاران (۲۰۰۵) نتایج اسمو پرایمینگ را تسریع در جوانه‌زنی و مقاومت در مقابل بعضی از تنش‌ها خصوصاً تنش آب بیان کردند و معتقد بودند که القاء مقاومت در بذرها در دوره‌های خیسانیدن بذر اتفاق می‌افتد و با خشک شدن بذر ثابت می‌ماند.

کایا و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که پرایمینگ باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه و نیز کاهش گیاهچه‌های غیر نرمال آفتابگردان درشرایط تنش خشکی شد. شکاری و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که پیش تیماری در بذور کلزا منجر به افزایش سرعت و درصد جوانه زنی گردید.

محمد و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که پرایمینگ بذور برنج باعث بهبود تشکیل ریشه و نتیجتاً بهبود در جذب نیتروژن و افزایش فعالیت آنزیم آمیلاز در بذور شد. فوتی و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که پیش تیمار بذور سورگوم در شرایط کم آبیاری روش مناسبی برای افزایش جوانه زنی

است. مرادی دزفولی و همکاران (۲۰۰۸) در پرایمینگ بذور ذرت؛ با استفاده از آب و محلول اسمزی کلریدپتاسیم ۲/۵٪ هیچ‌گونه تأثیری بر عملکرد ذرت مشاهده نکردند.

اما در استفاده از اسید سالسیلیک (SA) یا اورتو هیدروکسی نبزوئیک اسید، تحت عنوان هورموپرایمینگ در بذور، هنوز نقش هورمونی این ترکیب شناخته نشده است و محققینی مثل سنارانتا و همکاران (۲۰۰۲) آن را به‌عنوان یک مولکول علامت دهنده[1] می‌دانند. طبق گزارش گونز و همکاران (۲۰۰۷) تیمار با اسید سالسیلیک، آسیب ناشی از تنش خشکی را در گیاه ذرت بهبود بخشید. راسکین (۱۹۹۲) معتقد است که اسید سالسیلیک با اثر بر روی هورمون‌ها بسیاری از روندهای سلولی را تنظیم می‌کند؛ از کاهش مقدار IAA و CK در گیاه جلوگیری کرده و از طریق افزایش ABA در ریشه، یک پیش تطابق به تنش خصوصاً تنش خشکی ایجاد می‌کند؛ این ماده از طریق اثر بر روی پلی آمین‌هائی مانند پوتریسین و اسپرمیدین، باعث ایجاد کمپکس‌های پایدار با غشاء می‌شود و بدین ترتیب از غشاء حفاظت می‌کند. گزارش شده که اسید سالیسیلیک با اثر بر روی آنزیم‌های اکسیدان مانند کاتالاز و پراکسیدازها، متابولیت‌هائی مانند اسید آسکوربیک و تنظیم‌کننده‌های اسمزی مثل پرولین، گلیسین و بتائین، اثرات ناشی از تنش خشکی؛ را به خوبی کاهش می‌دهد.

آب یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی است که تأثیر زیادی بر افزایش مواد مؤثره گیاهان داروئی دارد (ژو و همکاران، ۲۰۰۰؛ جمشیدی و همکاران، ۱۳۹۱).

تنش‌های محیطی باعث افزایش سطوح متابولیت‌های ثانویه و افزایش سطوح پلی فنل‌ها در بعضی گیاهان داروئی می‌شوند (زوباید و همکاران، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۷).

در این آزمایش از گیاه داروئی رازیانه که اسانس آن به‌عنوان ضد نفخ، در بیماری‌های گوارشی و نیز در ضد عفونی مجاری تنفسی کاربرد دارد و شامل ۳۰ نوع ترکیب-های ترپنی یا ترپنوئیدی است که مهم‌ترین آن‌ها آنتول، فنکون، لیمونن و متیل کاویکول می‌باشد که آنتول یکی از اجزای اصلی اسانس رازیانه است و فعالیت ضد سرطانی دارد (جمشیدی و همکاران، ۱۳۹۱ (الف)) که در استان کرمان پراکندگی وسیعی دارد برای اسمُو پرایمینگ با کلرید سدیم و کلرید پتاسیم و نیز هورمو پرایمینگ با اسید سالیسیلیک استفاده شد. تکثیر رازیانه از طریق کاشت بذر در بهار انجام می‌گیرد و سرعت جوانه زنی بذور کند است به همین دلیل تکنیک‌های پیش تیماری (پرایمینگ) بذور با توجه به کمبود آب در استان کرمان، می‌تواند در تسریع جوانه زنی و استقرار اولیه نبات درشرایط تنش آب مفید واقع گردد. سطح زیر کشت رازیانه در ایران حدود ۱۱۰ هکتار است (امیدبیگی، ۱۳۸۴)؛ آمار سال ۱۳۹۱ وزارت جهاد کشاورزی سطح زیر کشت رازیانه را در ایران حدود ۱۵۰ هکتار برآورد کرده است.

مواد و روش‌ها:

الف: آزمایشگاه: با استفاده از توده محلی رازیانه؛ بعد از اطمینان از قوۀ نامیه مناسب، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار داخل ظروف پتری دیش در آزمایشگاه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد که فاکتور اول ۳ پیش تیمار، شامل کلرید پتاسیم، کلرید سدیم با پتانسیل اسمزی ۱، ۱/۵- و ۲- مگاپاسکال و اسید سالسیلیک در ۴ سطح ۰، ۰/۱، ۰/۵ و ۱ میلی مولار بود؛ که بذور به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی در دمای ۲۰ C° تیمار شدند. طرز تهیه محلول‌های نمکی کلرید پتاسیم و کلرید سدیم با استفاده از فرمول (۱) محاسبه گردید:

$$P= -M.i.R.T \qquad (۱)$$

که M و i به ترتیب غلظت مولی و ضریب ثابت یونیزاسیون ماده حل شونده و R ثابت گازها ۰/۸۳۱ و T دمای مطلق $^{\circ}C$ ۲۷۳/۵ + = K و P پتانسیل اسمزی بر حسب مگاپاسکال می‌باشد. غلظت‌های مورد نظر ۱- و ۱/۵- و ۲- می‌باشند که با جای گذاری در فرمول بالا مقدار مولی ماده مورد نظر در یک لیتر به دست می‌آید. ظروف پتری دیش بانوارهای پلاستیکی برای جلوگیری از تبخیر محلول‌ها پوشانیده شدند. بعد از انجام تیمارها بذور هر تیمار به‌طور جداگانه در زیرآب شستشو داده شد و بذرها تا قبل از آزمون

[1] - Signal

جوانه زنی به مدت ۳۶ ساعت در دمای اطاق خشک شدند. سپس به‌منظور انجام آزمایش جوانه زنی ۳۰ عدد بذر (برای هر تیمار و تکرار) درون ظروف پتری دیش (قطر ۹ سانتی متر) که ضد عفونی شده بودند قرار گرفت. درون ظروف پتری که در کف آن‌ها کاغذ صافی و اتمن قرار داده شده بود، به‌مقدار کافی آب مقطر اضافه شد و به دستگاه انکوباتور با دمای $20\ C^{\circ}$ منتقل شدند. ضمناً علاوه بر بذور تیمار شده با ۳ تکرار، بذور تیمار نشده به‌عنوان شاهد در انکوباتور قرار داده شد.

شمارش بذرها به‌صورت روزانه در ساعتی معین انجام و بذوری که ریشه چه آن‌ها قابل رؤیت بودند به‌عنوان جوانه زده شمارش شدند. شمارش تا روز پانزدهم که در تعداد بذور جوانه زده ظروف پتری تغییری مشاهده نشد، ادامه یافت. برای محاسبه سرعت جوانه زنی از فرمول (۲) استفاده گردید:

$$\text{سرعت جوانه زنی} = \sum (N. \times D.)iT \quad (۲)$$

که T تعداد بذور جوانه زده در هر پتری، .N تعداد بذور جوانه زده در روز i ام، .D تعداد روزهای پس از شروع آزمایش می‌باشد. در روز پانزدهم طول ریشه چه و ساقه چه توسط دستگاه کولیس و با استفاده از ۵ نمونه از هر پتری، اندازه گیری شد.

از هر تیمار یک غلظت به‌عنوان بهترین غلظت از نظر سرعت جوانه زنی، طول ساقه چه و طول ریشه چه انتخاب و سپس در محیط مزرعه درشرایط تنش خشکی مورد آزمایش قرار گرفت.

ب: مزرعه: آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان با طول جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی و عرض ۵۷ درجه شرقی و ارتفاع ۱۷۵۴ متر از سطح دریا، در سال زراعی ۱۳۹۱ انجام شد. خاک محل اجرای آزمایش با داشتن ۶۳/۵٪ شن، ۱۶٪ رس و ۲۰/۵٪ سیلت دارای بافت لوم ماسه ای است؛ در لایه صفر تا ۳۰ سانتیمتری، قبل از اجرای آزمایش وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۶ گرم بر سانتیمتر مکعب، pH آن ۷/۶ و Ec آن ۹۱۶٪ میلی زیمنس بر سانتیمتر بود؛ درصد حجمی رطوبت در .F.C معادل ۲۳ و در .C.E.W معادل ده و درصد رطوبت قابل دسترس A.W معادل ۱۳ درصد بود. میزان ازت کل خاک ۰/۰۸ درصد و مقادیر عناصر فسفر و پتاس قابل جذب؛ به ترتیب ۸/۷ و ۱۹۷ قسمت در میلیون بود. حداکثر و حداقل دمای سالیانه ۴۰+ و ۸/۵- درجه سانتیگراد و میانگین بارندگی سالیانه ۱۴۳/۲ میلیمتر است. آزمایش به‌صورت طرح کرت‌های خورد شده (اسپلیت پلات)، در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. تنش خشکی به‌عنوان فاکتور اصلی در ۲ سطح درپلات‌های اصلی و سطوح پرایمینگ (پیش تیمار) به‌عنوان فاکتور فرعی در ۴ سطح، پلات‌های فرعی را تشکیل دادند. طول هر پلات اصلی ۸ متر و عرض هر پلات اصلی و فرعی به ترتیب حدود ۸/۵ و ۲ متر بود. پس از تهیه کامل بستر بذر، بذور سالم و عاری از صدمه که قبلاً به مدت ۲۴ ساعت در دمای $20\ C^{\circ}$ و در محلول‌های که قبلاً توضیح داده شد، پیش تیمار شده بودند و سپس خشک گردیده بودند؛ با روش هیرم کاری و با تراکم ۶۰/۰۰۰ بوته در هکتار با فاصله ۳۰ سانتیمتر از هم بر روی خطوط کاشت، در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۲۵ کشت شدند. اولین آبیاری پس از کاشت بذور انجام شد و تا استقرار کامل به‌صورت هر ۷ روز یک‌بار و طبق عرف منطقه انجام گردید؛ اما در مرحله گلدهی آبیاری تیمارهای تحت تنش آب؛ قطع گردید. ولی در شرایط بدون تنش؛ آبیاری هفتگی ادامه داشت. مبارزه با علف‌های هرز در ۳ مرحله در اواخر فروردین، اواخر اردیبهشت و ۲۰ خرداد ماه ۱۳۹۲ انجام شد. در مرداد ماه از داخل هر کرت ۱۰ بوته به‌طور تصادفی جمع آوری و به‌منظور تعیین ارتفاع، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد چتر در انشعابات اصلی و فرعی، وزن ماده خشک، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه به آزمایشگاه منتقل شدند. از دانه‌های رازیانه یک نمونه ۵۰ گرمی از هر کدام از تیمارها تهیه و بعد از آسیاب کردن به مدت حدود ۳ ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب به‌وسیله دستگاه کلونجر[1] اسانس گیری شد و درصد اسانس پس از رطوبت زدائی توسط سولفات سدیم خشک محاسبه گردید (کاپور و همکاران، ۲۰۰۴)؛ بعد از تعیین بازده اسانس،

[1] - Clevenger

عملکرد اسانس با حاصلضرب عملکرد دانه و بازده اسانس به دست آمد (اکبری نیا، ۱۳۸۴).

برای تجزیه آماری از نرم افزارهای SAS و EXCEL استفاده شد، میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن درسطح احتمال ۱ و ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث:

نتایج آزمایشگاه نشان داد پیش تیمار بذور رازیانه با غلظت‌های مختلف با اسید سالیسیلیک و پتانسیل‌های اسمزی مختلف محلول‌های کلرید سدیم و پتاسیم سبب افزایش سرعت جوانه زنی، طول ساقه چه و طول ریشه چه شد. تیمار اسید سالیسیلیک منجر به بیشترین طول ساقه چه، ریشه چه و سرعت جوانه‌زنی به‌صورت معنی‌دار نسبت به کلرید سدیم و کلرید پتاسیم شد؛ بین سطوح اسید سالیسیلیک غلظت ۰/۵ میلی مولار بالاترین میانگین را بین صفات اندازه‌گیری شده داشت.

جدول (۱): نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه

منابع تغییر	درجه آزادی	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	طول ساقه چه (سانتی متر)	طور ریشه چه (سانتی متر)
تکرار	۲	۰/۰۱۷۹۳	۱۹۱/۵۴	۸/۶۷۴۴۴
انواع پرایمینگ	۲	۰/۱۲۴۴ ns	۶۰۶۳/۴**	۱۴۰/۰۸**
سطوح پرایمینگ	۳	۰/۰۳۵۷۸ ns	۳۰۶۴/۸**	۱۱۸/۹۶۶**
اثر متقابل	۶	۰/۱۳۶۹*	۱۴۳۵/۰۵**	۳۳/۴۰۵**
خطا	۲۲	۰/۰۳۸۱۴	۷۱/۸۶۸	۵/۱۴۱۱

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

جدول (۲): نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در انواع پیش تیمار پرایمینگ در آزمایشگاه

انواع پرایمینگ	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	طول ساقه چه (سانتی متر)	طور ریشه چه (سانتی متر)
اسید سالیسیلیک	۳/۴۹ a*	۲۰۸/۱۹ a	۳۱/۴۱ a
کلرید پتاسیم	۳/۴۷ ab	۱۶۵/۵ c	۲۷/۰۴ b
کلرید سدیم	۳/۳۱ b	۱۷۴/۶۲ b	۲۴/۶۸ c

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار از لحاظ آماری می‌باشند ($P \leq 5\%$).

جدول (۳): نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در سطوح پیش تیمار (پرایمینگ) در آزمایشگاه

سطح پرایمینگ	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	طول ساقه چه (سانتی متر)	طور ریشه چه (سانتی متر)
سطح اول	۳/۳۶ a*	۱۷۰/۰۷ c	۲۳/۱۷ c
سطح دوم	۳/۵۰ a	۱۹۱/۶ b	۳۰/۱۱ a
سطح سوم	۳/۴۵ a	۲۰۴/۳ a	۳۱/۱۳ a
سطح چهارم	۳/۳۸ a	۱۶۵/۰۲ c	۲۶/۴۳ b

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار از لحاظ آماری می‌باشند ($P \leq 5\%$).

جدول (۴): نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه در مورد اثر متقابل نوع پیش تیمار در سطوح پیش تیمار

انواع پرایمینگ	سطوح پرایمینگ	سرعت جوانه زنی (بذر در روز)	طول ساقه چه (سانتی متر)	طور ریشه چه (سانتی متر)
اسید سالیسیلیک	صفر	۳/۱۱ d *	۱۷۷/۴۳ cd	۲۵/۶۶ cd
	۰/۱ میلی مولار	۳/۵۴ abc	۲۰۴/۶ b	۳۲/۴ b
	۰/۵ میلی مولار	۳/۵۷ ab	۲۵۴/۲۶ a	۳۸/۱ a
	۱ میلی مولار	۳/۴۰ bcd	۱۹۶/۴۶ b	۲۹/۵ bc
کلرید پتاسیم	صفر	۳/۱۲ d	۱۶۹/۳۶ d	۲۵/۴۶ cd
	-۱	۳/۸ a	۱۹۵/۶ b	۳۲/۵۳ b
	-۱/۵	۳/۳۲ bcd	۱۶۹/۱۳ d	۲۶/۵ cd
	-۲	۳/۲۷ bcd	۱۲۷/۹۳ e	۲۳/۶ d
کلرید سدیم	صفر	۳/۱۱ d	۱۶۳/۴۳ d	۲۵/۳ cd
	-۱	۳/۱۶ cd	۱۷۴/۶۳ d	۲۵/۴ cd
	-۱/۵	۳/۴۷ abc	۱۸۹/۷۶ bc	۲۸/۷۳ bc
	-۲	۳/۴۹ abc	۱۷۰/۶۶ d	۲۶/۲ cd

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار ازلحاظ آماری می‌باشند ($P \leq 5\%$).

در مورد سرعت جوانه‌زنی اثر ساده نوع پیش تیمار و سطوح آن‌ها معنی‌دار نشد؛ اما اثر متقابل نوع پیش تیمار در سطوح پیش تیمار در سطح ۵ درصد معنی‌دار شدند (جدول شماره یک). در مورد طول ساقه چه و طول ریشه چه؛ با توجه به جدول شماره ۱، اثر ساده سطوح پیش تیمار و اثر متقابل نوع پیش تیمار؛ در سطح یک درصد معنی‌دار شدند.

دربین سطوح اسید سالیسیلیک بکار رفته در آزمایش جوانه‌زنی، سطح سوم (۰/۵ میلی مولار) بالاترین میانگین سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه چه و طول ریشه چه را به خود اختصاص داد. درحالی‌که سطح یک میلی مولار منجر به کاهش طول ریشه چه شد؛ اما تمامی سطوح اسید سالیسیلیک، افزایش معنی‌داری را در طول ریشه چه نسبت به شاهد نشان دادند.

در مقایسه بین سطوح کلرید پتاسیم، سطح دوم یعنی پتانسیل ۱- مگاپاسکال منجر به بیشترین سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه چه و طول ریشه چه شد؛ اما افزایش پتانسیل اسمزی بیشتر، باعث کاهش معنی‌دار در سرعت جوانه‌زنی گردید.

در مقایسه بین سطوح کلرید سدیم اعمال شده، سطوح سوم، چهارم یعنی پتانسیل ۱/۵- و ۲- مگاپاسکال بالاترین سرعت جوانه‌زنی را در مقایسه با دو سطح دیگر داشتند.

همچنین سطح سوم یعنی پتانسل ۱/۵- مگاپاسکال بیشترین طول ساقه چه و ریشه چه را نشان داد.

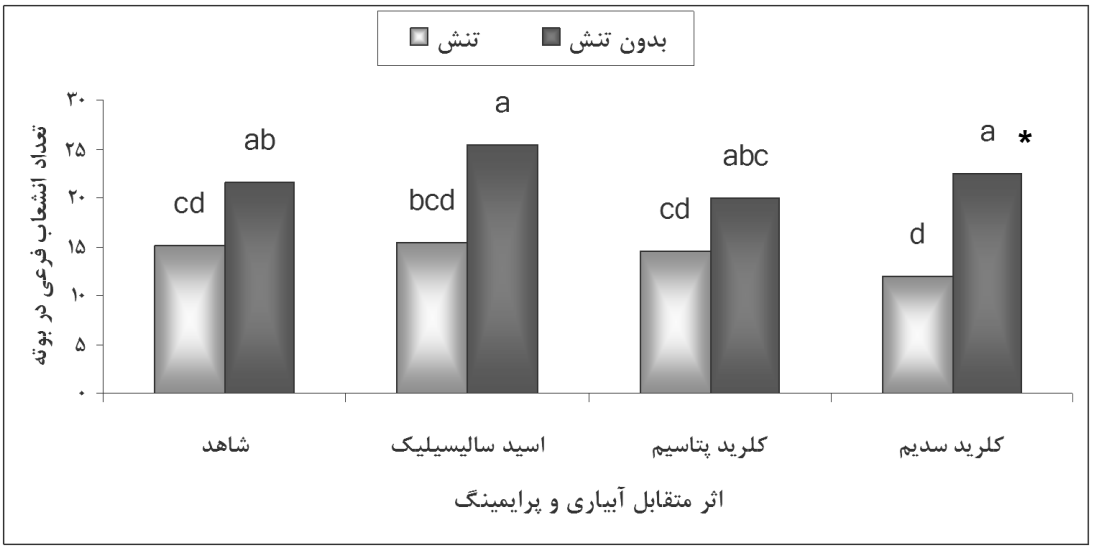
نتایج در مزرعه:

در تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در مزرعه؛ همهٔ صفات در شرایط تنش و بدون تنش، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار نشان دادند (جدول شماره ۵).

در بین سطوح مختلف پیش تیمارها؛ اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی مولار، کلرید سدیم ۱- مگاپاسکال و کلرید پتاسیم ۱/۵- مگاپاسکال در صفات تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد دانه در چتر، چترک/ چتر، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک؛ به‌عنوان بهترین پیش تیمارها شناخته شدند. اثر متقابل آبیاری در پیش تیمار نیز در مورد صفات تعداد چتر در شاخه‌های اصلی و فرعی، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع رازیانه در زمان برداشت و وزن هزار دانه در سطح پنج درصد معنی‌دار شد.

در مورد صفت تعداد انشعابات فرعی در بوته، تنها اثر آبیاری در مورد این صفت در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد و اثر پیش تیمار و اثر انشعاب در بوته با میانگین ۲۲/۳ عدد؛ از آبیاری بدون تنش به دست آمد که با میانگین ۱۴/۲ با آبیاری با تنش، دارای اختلاف معنی‌دار بودند.

پیش تیمار اسید سالیسلیک بالاترین میانگین تعداد انشعاب فرعی در بوته رازیانه را نشان داد.



شکل (۱): مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری در پیش تیمار برای تعداد انشعاب فرعی در بوته

*** ستون‌هائی که دارای حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری می‌باشند ($P \leq 5\%$).**

در صفت تعداد چتر در بوته، اثر ساده آبیاری و اثر متقابل آبیاری در پیش تیمار، در سطح ۵ درصد و اثر ساده پیش تیمار در سطح ۱٪ معنی‌دار شدند (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین برای این صفت در جداول ۶، ۷، ۸ نشان داده شده است. بیشترین تعداد چتر در بوته با میانگین حدود ۳۰ چتر، از آبیاری بدون تنش حاصل شد درحالی‌که این میانگین برای آبیاری تنش ۲۱/۵ چتر بود. پیش تیمار کلرید پتاسیم بالاترین میانگین تعداد چتر در بوته را داشت.(شکل ۲). کمترین میانگین این صفت از پیش تیمار کلرید سدیم به دست آمد (۱۹/۹ عدد).

جدول (۵): نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در مزرعه

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد انشعاب فرعی‌در بوته	تعدادچتر در بوته	تعدادچتر در انشعاب اصلی -	تعدادچتر در انشعاب‌فرعی	تعدادچترک در چتر	تعداد شاخه فرعی	تعداد دانه در چترک	ارتفاع گلدهی (سانتی‌متر)	ارتفاع زمان برداشت (سانتی‌متر)	عملکرد دانه (گرم)	عملکردبیولوژ یک (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)
بلوک	۳	۱۰۹/۸۵۶	۳۹/۶۴۳	۳/۷۹۳۶	۳/۳۹۳	۵/۲۶۴۴	۰/۵۹۳۷	۱۸/۸۱۱۱	۳۰۲/۰۵۵۳	۲۷۱/۹۶۲	۱۱۳۵۹۰	۱۳۵۱۶۹	۰/۱۰۴۰۶	۲۶۲/۸۰۷
آبیاری	۱	۵۲۴/۰۷ *	۵۸۰/۵۵۲*	۴۰۵/۴۱۲*	۳۸۰/۸۸*	۴۴/۴۱۵۳*	۳/۰۰۱۲ ns	۲۰/۹۶۲۸ ns	۴۴/۴۱۵۳ ns	۱۵۳۱/۸۱۱**	۹۹۳۲۷۴*	۴۶۹۲۵۱۶**	۳/۲۸۳۲ ns	۲۳۶/۱۷۲ ns
خطای a	۳	۴۸/۰۹۶	۱۹/۸۵۳	۱۸/۰۹۸	۳۲/۱۷۳	۱/۸۲۰۳	۰/۷۰۷۰۸	۲/۲۰۱۹۷	۴۶/۶۰۷۸	۲۱/۳۷۲	۶۴۶۲۶	۱۱۹۵۲۵	۰/۴۷۱۴۶	۹۷/۷۹۴
پرایمینگ	۳	۱۸/۷۹۲ ns	۱۷۷/۷۸۴**	۴۰/۹۴۲**	۱۶۱/۷۹**	۲۷/۶۲۹*	۳/۴۸۵۴**	۱۷/۵۴۹۴ ns	۱۹۷/۰۹۶ ns	۶۳/۹۶۱ ns	۳۷۵۶۳۱**	۱۰۸۷۰۵۱**	۱/۶۱۶۰۷ ns	۲۲۲/۵۴۳ ns
اثر متقابل	۳	۱۲/۹۹۳ ns	۴۹/۶۶۱*	۲۰/۱۷۱**	۵۳/۶۹*	۶/۲۹۱۹ ns	۲/۱۴۲۰۸*	۰/۹۹۳۶ ns	۱۵۰/۳۵۱ ns	۱۷۰/۸۱۴*	۹۱۱۴۲۶**	۳۶۹۹۶۴ ns	۲/۲۹۵۱۳*	۴۱/۹۹۰۴ ns
خطای کل	۱۸	۱۵/۷۲۴	۱۴/۳۰۵	۳/۸۲۳۶	۱۳/۳۶۲	۸/۵۳۰۱	۰/۴۵۵۶	۷/۳۵۹۰۶	۱۱۱/۴۱۷	۴۶/۲۰۹	۴۶۴۶۱	۱۵۹۹۶۳	۰/۵۱۳۷۲	۱۵۱/۴۵۹

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

جدول (۶): نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در مزرعه رازیانه در دو سطح تنش آب و بدون تنش آب

سطوح آبیاری	تعداد انشعاب فرعی‌در بوته	تعدادچتر در بوته	تعدادچتر در انشعاب اصلی	تعدادچتر در انشعاب‌فرعی	تعدادچترک در چتر	تعداد شاخه فرعی	تعداد دانه در چترک	ارتفاع گلدهی (سانتی‌متر)	ارتفاع زمان برداشت (سانتی‌متر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکردبیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)
تنش	۱۴/۲۶ b	۲۱/۵۳ b	۵/۶۸ b	۱۳/۳۲ b	۱۱/۲۸ b	۴/۲۲ a	۱۲/۷۶ a	۵۲/۸۳ a	۶۲/۳۵ b	۶۷۵/۴ b	۲۲۷۱ b	۴/۱۸۳ a	۲۹/۳۹ a
بدون تنش	۲۲/۳۶ a	۳۰/۰۵ a	۱۲/۸ a	۲۰/۲۲ a	۱۳/۶۳ a	۴/۸۳ a	۱۴/۳۸ a	۵۵/۱۸ a	۷۶/۱۸ a	۱۰۲۷ a	۳۰۳۷ a	۴/۸۲۴ a	۳۴/۸۳ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار از لحاظ آماری می‌باشند ($P \leq 5\%$).

جدول (۷): نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در مزرعه رازیانه در پیش تیمارهای متفاوت

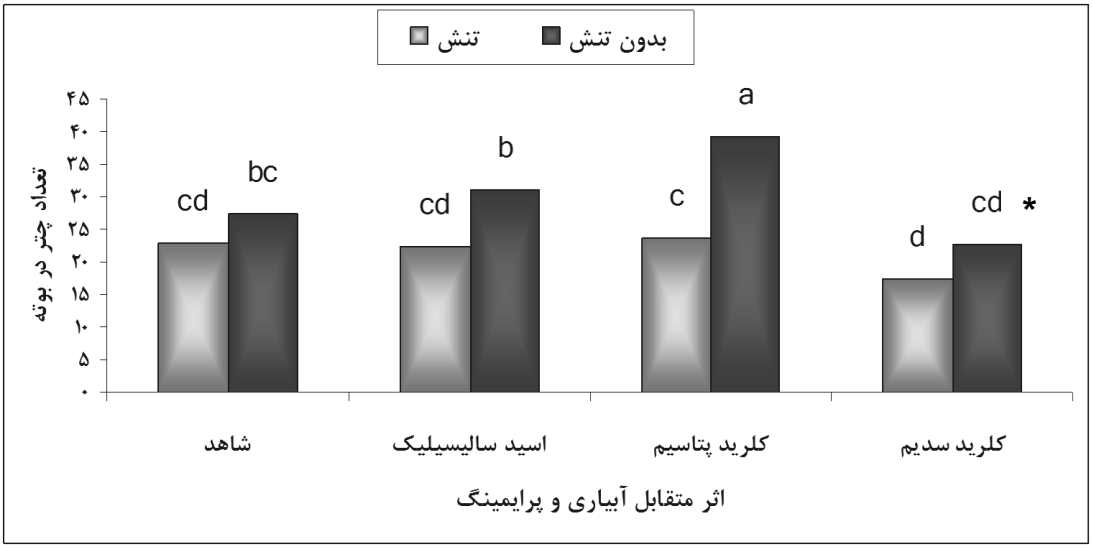
پرایمینگ (پیش تیمار)	تعداد انشعاب فرعی‌در بوته	تعدادچتر در بوته	تعدادچتر در انشعاب - اصلی	تعدادچتر در انشعاب‌فرعی	تعدادچترک در چتر	تعداد شاخه فرعی	تعداد دانه در چترک	ارتفاع گلدهی (سانتی‌متر)	ارتفاع زمان برداشت (سانتی‌متر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکردبیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار (گرم) دانه	شاخص برداشت (درصد)
شاهد	۱۸/۳۳ a	۲۵/۱ b	۱۱/۱ a	۲۲/۵ a	۱۱/۴۵ b	۴/۰۸۷ b	۱۳/۵۶ ab	۵۵/۰۸ a	۶۹/۱۲ a	۹۳۵ ab	۲۶۱۸ b	۵/۰۱ a	۳۶/۰۱ a
اسیدسالیسیلیک	۲۰/۴۷ a	۲۶/۸ b	۱۱/۲ a	۱۸/۲۲ b	۱۲/۴ ab	۵/۵۱ a	۱۵/۵۶ a	۵۸/۲۷ a	۷۰/۳۷ a	۱۱۰۵ a	۳۱۸۲ a	۴/۵۶ ab	۳۵/۲۴ a
کلرید پتاسیم	۱۲/۲۷ a	۳۱/۳۳ a	۶/۷۱ b	۱۳/۳۵ c	۱۰/۹ b	۴/۳ b	۱۳/۱۸ ab	۴۶/۸۵ a	۷۲/۱۲ a	۶۰۳ c	۲۴۷۲ b	۳/۹۲ b	۲۴/۴۹ a
کلرید سدیم	۱۷/۱۷ a	۱۹/۹۲ c	۷/۹۵ b	۱۳/۰۲ c	۱۵/۰۸ a	۴/۲۲ b	۱۲b	۵۵/۸۲ a	۶۵/۴۵ a	۷۶۳ bc	۲۳۴۶ b	۴/۵۱ ab	۳۲/۷۱ a

میانگین‌ها دارای حروف مشترک در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار ازلحاظ آماری می‌باشند ($P \leq 5\%$).

جدول (۸): نتایج مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در مزرعه رازیانه در مورد اثرات متقابل آبیاری در پرایمینگ

سطوح آبیاری	پرایمینگ	تعداد انشعاب فرعی‌در بوته	تعدادچتر در بوته	تعدادچتر در انشعاب - اصلی	تعدادچتر در انشعاب‌فرعی	تعدادچترک در چتر	تعداد شاخه فرعی	تعداد دانه در چترک	ارتفاع گلدهی (سانتی‌متر)	ارتفاع زمان برداشت (سانتی‌متر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار (گرم) دانه	شاخص برداشت (درصد)
تنش	شاهد	۱۵/۰۵ cd	۲۲/۸ cd	۵/۳۵ d	۱۵/۵ c	۹/۵ b	۳/۹۷ cd	۱۳/۱۵ ab	۴۹/۵۷ ab	۹۷/۷ b	۶۳۴/۰۲ c	۲۰۴۰ b	۴/۱ bc	۳۰/۹۸ a
تنش	اسیدسالیسیلیک	۱۵/۴۵ bcd	۲۲/۵ cd	۷/۶۷۵ cd	۱۴/۸۵ c	۱۱ b	۵/۸۲ a	۱۴/۹۵ ab	۶۲/۸ a	۵۹/۲۵ b	۱۰۳۱ ab	۳۱۰۶/۲ a	۳/۹۴ c	۳۳/۱۹ a
تنش	کلرید پتاسیم	۱۴/۶۲ cd	۲۳/۵۷ c	۴/۷ d	۱۲/۵ c	۱۱ b	۳/۷۵ d	۱۲/۰۷ ab	۴۳/۵۵ b	۶۵/۶ b	۵۰۱/۲۵ c	۲۰۳۲/۵ b	۴/۰۹ bc	۲۴/۶۷ a
تنش	کلرید سدیم	۱۱/۹۵ d	۱۷/۲۵ d	۵d	۱۰/۴۵ c	۱۳/۶۲ ab	۳/۳۵ d	۱۰/۹ b	۵۵/۴ ab	۶۴/۸۵ b	۵۳۵/۲۷ c	۱۹۰۸/۵ b	۴/۶۰۲ bc	۲۸/۷۵ a
بدون تنش	شاهد	۲۱/۶۲ ad	۲۷/۴ bc	۱۶/۸۵ a	۲۹/۵ a	۱۳/۴ ab	۴/۲ bcd	۱۳/۹۷ ab	۶۰/۶ ab	۷۸/۵۵ a	۱۲۳۶/۵ a	۳۱۹۶/۲ a	۵/۹۳ a	۴۱/۰۴ a
بدون تنش	اسیدسالیسیلیک	۲۵/۵ a	۳۱/۱ b	۱۴/۷۲ a	۲۱/۶ b	۱۳/۸ ab	۵/۲ ab	۱۶/۱۷ a	۵۳/۷۵ ab	۸۱/۵ a	۱۱۷۹ a	۳۲۵۷/۷ a	۵/۱۹ ab	۳۷/۲۹ a
بدون تنش	کلرید پتاسیم	۱۹/۹۲ abc	۳۹/۱ a	۸/۷۲ bc	۱۴/۲ c	۱۰/۸ b	۴/۸۵ abc	۱۴/۳ ab	۵۰/۱۵ ab	۷۸/۶۵ a	۷۰۵ bc	۲۹۱۲/۵ a	۳/۷۵ c	۲۴/۳۱ a
بدون تنش	کلرید سدیم	۲۲/۴ a	۲۲/۶ cd	۱۰/۹ b	۱۵/۶ c	۱۶/۵۵ a	۵/۱ ab	۱۳/۱ ab	۵۶/۲۵ ab	۶۶/۰۵ a	۹۹۰ bc	۲۷۸۴/۲ a	۴/۴۱ bc	۳۶/۶۸ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار از لحاظ آماری می‌باشند ($P \leq 5\%$)



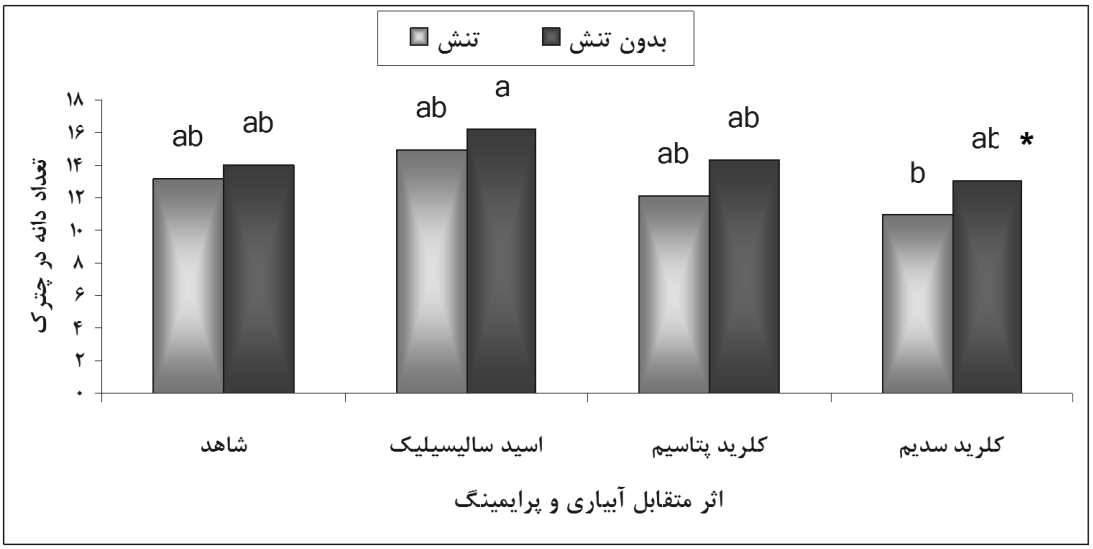
شکل (۲): مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری در پیش تیمار برای تعداد چتر در بوته در رازیانه

* ستون‌هائی که دارای حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری می‌باشند ($P \leq 5\%$).

در مورد صفت تعداد چترک در چتر؛ تنها اثرات ساده آبیاری و پیش تیمار در مورد این صفت در سطح ۵٪ معنی دار شد ولی اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نبود. بیشترین تعداد چترک در چتر (۱۳/۶) از سطح آبیاری بدون تنش به دست آمد و با میانگین ۱۱/۲ عدد به‌دست‌آمده از سطح آبیاری با تنش، اختلاف معنی‌دار داشت. پیش تیمار اسید سالیسیلیک از نظر این صفت با کلرید سدیم اختلاف معنی‌داری نداشت و بالاترین میانگین تعداد چترک در چتر را نشان داد.

در مورد صفت تعداد شاخه‌های فرعی؛ نتایج مقایسه میانگین‌ها برای این صفت در سطوح فاکتورهای آزمایش یعنی آبیاری، پیش تیمار و آبیاری در پیش تیمار به ترتیب در جداول ۶، ۷، ۸ مشاهده می‌گردد. بین دو نوع آبیاری از لحاظ تعداد شاخه فرعی در هر بوته تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. پیش تیمار اسید سالیسیلیک بالاترین میانگین تعداد شاخه فرعی را داشت که با سایر پیش تیمارها اختلاف معنی‌دار نشان داد. سایر پیش تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نبود.

در مورد صفت تعداد دانه در چترک با توجه به جدول شماره ۴؛ اثر ساده آبیاری، پیش تیمار و اثر متقابل آبیاری در پیش تیمار در مورد این صفت معنی‌دار نشدند. نمودار شماره ۳، نتیجه مقایسه میانگین‌ها برای این صفت را در دو سطح آبیاری و در پیش تیمارهای متفاوت نشان می‌دهد:

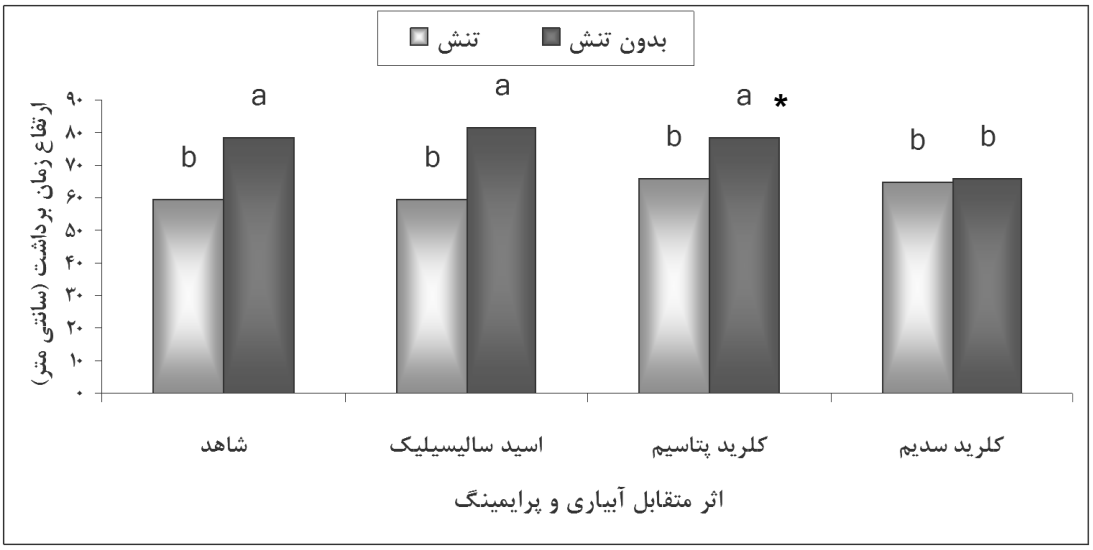


شکل (۳): مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری در پیش تیمار برای تعداد دانه در چترک در رازیانه

*** ستون‌هائی که دارای حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری می‌باشند ($P \leq 5\%$).**

در مورد ارتفاع بوته رازیانه در زمان گلدهی نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان می‌دهد که اثر آبیاری، پیش تیمار و اثر متقابل آبیاری در پیش تیمار در مورد این صفت معنی‌دار نشد؛ اما در مورد ارتفاع بوته در زمان برداشت؛ اثر آبیاری و اثر متقابل آبیاری در پیش تیمار به ترتیب در سطح یک درصد و پنج درصد معنی‌دار شد. بیشترین ارتفاع بوته در زمان برداشت با میانگین ۷۶/۱ سانتی متر از آبیاری بدون تنش به دست آمد که از لحاظ آماری با ارتفاع بوته ۶۲/۳ سانتیمتر میانگین در آبیاری با تنش خشکی، اختلاف معنی‌دار داشت.

اثر متقابل آبیاری در پیش تیمار در شکل ۴ مشاهده می‌گردد.



شکل (۴): مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری در پیش تیمار برای ارتفاع بوته رازیانه در زمان برداشت

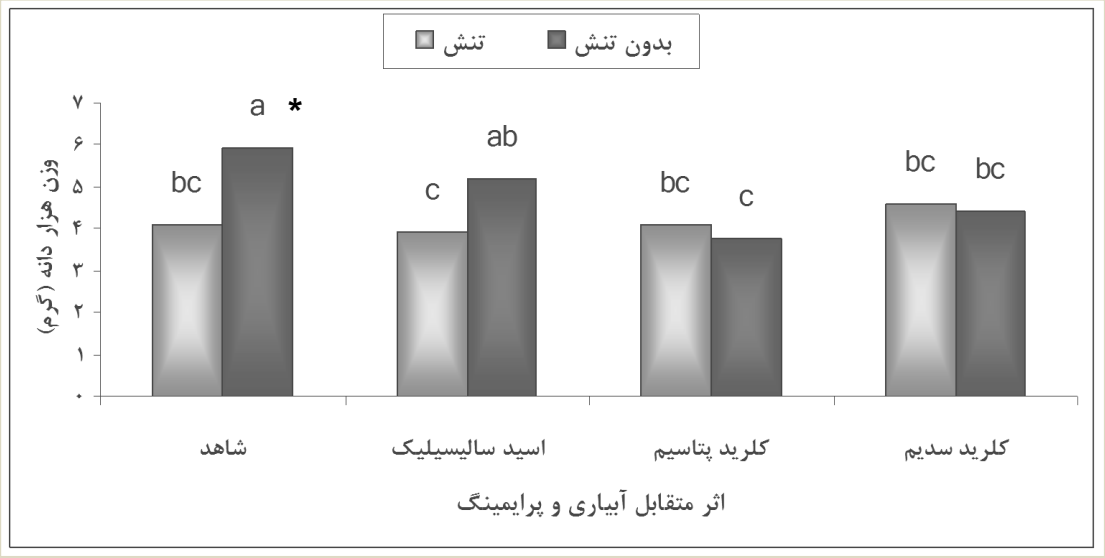
*** ستون‌هائی که دارای حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری می‌باشند ($P \leq 5\%$).**

عملکرد دانه: جدول ۵ نشان می‌دهد که تنها اثرات ساده آبیاری و پیش تیمار در مورد صفت عملکرد دانه به ترتیب در سطح ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار شدند؛ اما اثر متقابل معنی‌دار نشد. بیشترین عملکرد با میانگین ۱۰۲۷ کیلوگرم در هکتار از آبیاری بدون تنش حاصل شد؛ که از لحاظ آماری با میانگین ۶۷۵ کیلوگرم در هکتار از آبیاری با تنش، تفاوت معنی‌دار داشت. در مورد پیش تیمارها، اسید سالیسیلیک بالاترین میانگین عملکرد دانه را داشت ولی از لحاظ آماری با تیمار شاهد، اختلاف معنی‌دار نداشت. (به ترتیب ۱۰۷۰ کیلوگرم در هکتار و ۹۲۷ کیلوگرم در هکتار).

عملکرد بیولوژیک: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده آبیاری و پیش تیمار در مورد صفت عملکرد بیولوژیک در سطح ۱٪ معنی‌دار شدند؛ اما اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۵). بیشترین عملکرد بیولوژیک با میانگین ۳۰۳۷ کیلوگرم در هکتار از آبیاری بدون تنش به دست آمد که با ۲۲۷۱ کیلوگرم در هکتار از آبیاری تنش دار، اختلاف معنی‌دار داشت. پیش تیمار اسید سالیسیلیک بالاترین میانگین عملکرد بیولوژیک را داشت اما سایر پیش تیمارها با یکدیگر در این صفت اختلاف معنی‌دار نداشتند.

وزن هزاردانه: در مورد این صفت، تنها اثر متقابل پیش تیمار در آبیاری در سطح ۵٪ معنی‌دار شد؛ یعنی بین سطوح مختلف پیش تیمارها در هر یک از سطوح تنش آب یا عدم تنش آب، اختلاف معنی‌داری وجود داشت (شکل ۵).

شاخص برداشت: اثر ساده آبیاری، پیش تیمار و اثر متقابل آبیاری در پیش تیمار در مورد این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۵).



شکل (۵): مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری در پیش تیمار برای وزن هزار دانه در رازیانه

*** ستون‌هائی که دارای حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری می‌باشند ($P \leq 5\%$).**

درصد و عملکرد اسانس:

نتایج حاصل از این تحقیق تأثیر مثبت تنش کم آبی را بر میزان اسانس دانه رازیانه نشان می دهد؛ و اختلاف معنی‌داری بین آبیاری با تنش و آبیاری معمولی مشاهده می‌شود (جدول ۹). پیش تیمار اسید سالیسیلیک بیشترین عملکرد اسانس را نشان می‌دهد؛ اما پیش تیمار کلرید پتاسیم از نظر عملکرد اسانس اختلاف معنی‌داری با آن ندارد؛ البته مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین پیش تیمار اسید سالیسیلیک و پیش تیمار کلرید سدیم اختلاف آماری معنی‌دار وجود دارد (جدول ۹).

جدول (۹): نتایج مقایسه میانگین پیش تیمارهای مختلف بذر و تنش آب روی میزان اسانس موجود در رازیانه

تیمارهای آبیاری	عملکرد (گرم در متر مربع)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (گرم در متر مربع)
آبیاری بدون تنش	۱۰/۶^{a}	۲/۹^{a}	۳/۱۴^{a}
آبیاری با تنش	۶/۷^{b}	۳/۱۱^{a}	۲/۱^{b}
تیمارهای پرایمینگ			
اسید سالیسیلیک	۸۴/۹^{a}	۳/۱۴^{a}	۲/۶^{a}
کلرید پتاسیم	۸۰/۳^{ab}	۳/۰^{ab}	۲/۴^{ab}
کلرید سدیم	۷۷/۰^{b}	۲/۸^{b}	۲/۱^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، فاقد اختلاف معنی‌دار از لحاظ آماری می‌باشند ($P \leq 5\%$).

نتیجه‌گیری:

تسریع و افزایش جوانه‌زنی بذور رازیانه در آزمایشگاه و نیز استقرار بهتر بذور در شرایط تنش آب در مزرعه، در این آزمایش، با نتایج آزمایشات هاریس و همکاران (۱۹۹۹)، کایا و همکاران (۲۰۰۶) و سیورتیپ و همکاران (۲۰۰۳)، مطابقت دارد. افزایش معنی‌دار صفات جوانه‌زنی و استقرار گیاه در شرایط تنش آب در این آزمایش خصوصاً با پیش تیمار اسید سالیسیلیک؛ با نتایج تاسگین و همکاران (۲۰۰۶) نیز به خوبی همخوانی دارد. البته در سطح آبیاری تنش؛ پیش تیمار اسید سالیسیلیک در اجزاء عملکرد بر سایر تیمارها ارجحیت نشان داد ولی با سطح آبیاری بدون تنش دارای اختلاف معنی‌دار بود که با نتایج سایر تحقیقات (سنارانتا و همکاران، ۲۰۰۲؛ شکاری و همکاران، ۲۰۰۰) مشابه است.

سنارانتا و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش کردند که پیش تیمار بذور با اسید سالیسیلیک سبب کاهش اثرات منفی تنش‌ها می‌شود؛ افضل و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که این پیش تیمار رشد گیاه را افزایش می‌دهد.

افزایش عملکرد دراین آزمایش در شرایط تنش آب تحت تأثیر پیش تیمارها خصوصاً اسید سالیسیلیک؛ با نتایج تحقیقات هاریس (۱۹۹۹) ونگواجیو و همکاران (۲۰۰۷) مشابه است. پرایمینگ با هر یک از مواد مورد آزمایش باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه چه و ریشه چه در آزمایشگاه رشد؛ کلرید سدیم در سطح ۱/۵ – مگاپاسکال؛ کلرید پتاسیم در سطح ۱- مگاپاسکال و اسید سالیسیلیک بکار رفته در سطح ۰/۵ میلی مولار بالاترین سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه چه و طول ساقه چه را به خود اختصاص دادند؛ که همین تیمارها برای ادامه تحقیق در مزرعه در این آزمایش بکار برده شد و به کشاورزان منطقه توصیه می‌گردد؛ اما اسید سالیسیلیک در شرایط تنش، سبب افزایش عملکرد معنی‌داری شد که جالب و قابل تأمل است، در حالی که در شرایط بدون تنش تأثیر معنی‌داری بر عملکرد نداشت. با توجه به خاصیت آنتی اکسیدانی اسید سالیسیلیک در کاهش خسارات ناشی از تنش خشکی پیشنهاد می‌شود که از این ترکیب و مشتقات آن جهت مقاوم سازی گیاهان در برابر تنش‌ها خصوصاً تنش خشکی استفاده شود.

منابع:

۱- اکبری نیا، ا.، م. خسروی فرد، ا. شریفی عاشورآبادی و ب. باباخانلو. ۱۳۸۴. تأثیر دورآبیاری بر عملکرد و خصوصیات زراعی گیاه داروئی سیاهدانه. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان داروئی و معطر ایران، جلد ۲۱، شماره ۱، ص ۷۳-۶۵.

۲- امیدبیگی، ر. ۱۳۸۴. رهیافت های تولید و فرآوری گیاهان داروئی. جلد دوم. چاپ اول، انتشارات آستان قدس رضوی. تهران. ۴۳۸ صفحه.

۳- جمشیدی، ا.، ف. سفیدکن و ا. محمدی گل تپه.۱۳۹۱ (الف). تأثیر سیستم های مختلف تغذیه بر صفات کمی و کیفی گیاه داروئی رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill*) تحت تأثیر تنش کم آبی. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان داروئی و معطر ایران، جلد ۲۸، شماره ۲، ص ۳۲۳-۳۰۹.

۴- جمشیدی، ا.، ا. قلاوند، ف. سفیدکن و ا. محمدی گل تپه. ۱۳۹۱. تأثیر سیستم های مختلف تغذیه بر صفات کمی گیاه داروئی رازیانه در رژیم های مختلف آبیاری. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی. شماره ۹۷. ص ۵۴-۴۷).

۵- درزی، م.ت. و م.ر. حاج سیدهادی. ۱۳۸۰. آشنایی با گیاه داروئی رازیانه. مجله علمی ترویجی زیتون. ۵۷: ۵۵-۵۰.

۶- درزی، م.ت. و م.ر. حاج سیدهادی. ۱۳۸۴. بررسی تاریخ کاشت و تراکم بوته بر کیفیت دانه و ماده مؤثیر گیاه داروئی رازیانه در شرایط تنش خشکی- مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران: شماره۳۶ صفحات ۲۷-۲.

7- Afzal, A., N. Aslam, F. Mahmood, A. Hameed, S. Irafan and G. Ahmad. 2006. Enhancement of germination and emergence of canola by different priming techniques. Garden depesquisa Bio. 16(1): 19-34.

8- Basra, S.M.A., M. Ashraf, N. lqbal, A. khaliq and R. Ahmad, 2004.physilogical and biochemical aspect of pre-sowing heat stress on cotton seed. Seed Sci and Technol. 32: 765-774.

9- Bradford, K.J., J. Steiner and S.E. Trawathe. 1990; Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. Crop Sci. 30: 718-721.

10- Bray, C.M.1995. Biochemical processes during the osmopriming of seeds. Pp 767-789. In: kigel, Y.G. Gallili (Eds). Seed Development and Germination Marcel Decker, New York.402p.

11- Cantliffe, D.I, I.M. Fischer and T.A. Nell. 1989 Mechanism of seed priming in circumventing thermo dormacncy in lettuce. Plant Physiol. 75, 290-294.

12- Foti. S., S.L. Cosentiono, C. Patane ande D. Agosta. 2002; Effect of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.)moench under low temperature. Seed Sci and Technol. 30: 521-531.

13- Ghazi, N. and A.L.karaki. 1998; Response of wheat and barley during germination to seed osmopriming at different water potential. J.Agronomy and Soil. 181: 239-235.

14- Gunes, Y., A. Inal, M. Alpaslan,F. Eraslan, E.G. Bagci and G.N. Cicek.(2007). "salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays L.*) grown under salinity". J.Plant Physiol. 88, 29-34.

15- Harris, D. 2005. Priming seed. DFID Plant Sciences Research programme, Center for Arid Zone Studies University of Banglor. India.

16- Harris, D.,A. Joshi, A Khan, P. Gothkar and P.S. Sohhi. 1999; On farm seed priming in semi-arid culture: Development and evaluation in maize, rice and chickpea in lndia using participatory methods. Exp. Agric. 35: 15-29.

17- Herris. D. and J.M. Tisdall. 1996; The effects of manure, genotype, seed priming, depth and data of sowing on the emergence and early growth of *Sorghum bicolor* (L.) moench in semi-arid Boswana. Special issue: Crop establishment. Soil and Tillage Research. 40: 73-88.

18- Jeller, H., S. C.J. G.A Perez and J. Raizer. 2003. Water uptake, priming, drying and storage effects in *Cassia excels* schard seeds. Brazilian Journal of Biology. 63: 61-68.

19- Kapoor, R., B.K.G. GiriMukerji. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in (Foeniculum vulgare Mill) on mycorrhizal inoculation supplennented with p-fertilizer. Bioresource Technology, 93 (3); 307-311.

20- Kaya, M.K., G. Okuc, Atak., M.Y. Cikili and O.Kobarici.2006. Seed treatment to overcome drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annus L.*) Eroup. J.Agronomy. 24: 291-295.

21- Larcher, W. 2001. Physiological plant ecology. Springer Verlag Berlin Heidelberg New York Germany. 505 p.

22- Mohammad,F. and M.A. Shahza.2005. Rice cultivation by seed priming DAWN Business;August 2005.

23- Misra, A. and N.K. Srivastara.2000. Influence of water stress on Japanese mint. Journal of Herbs, Spices, and Medicinal plants. 7: 51-58.

24- Moradi Dezfoli,P., F. Shrif-zedeh and M. Janmohamadi. 2008. Influence of priming techniques' on seed germination behavior of maize inbred lineds (*Zea mays L.*)ARPN Journal of Agriculture and Biological Science. Vol. 3, No, May 2008.

25- Ngouajio, M., G. Wang and R. Goldy.2007. Withholding of drip irrigation between transplanting and flowering increases the yield of field – grown tomato under plastic mulch. Agricultural Water Management, 87: 285 – 291.

26- Prisco, J.T., C.R. Baptista. And E.J.L. Pinheiro. 1992. Hydration, Dehydration seed. Pretreatment and its effects on seed germination under water stress. 504 P.

27- Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annu. Plant Physiology. Plant Mol. Biol, 43: 439-460.

28- Salama, Z. A, F. K. Elbaz, A.A. GaafarN and M. Fathi Zaki. 2014. Antioxidant activities of Phenolics, Flavonoids and Vitamin C in two cultivars of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in responses to organic and bio-organic Fertilizers. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, (Article in Press).
29- Senaranta, T., D. Touchell, E. Bumm, and K. Dixon. 2002. Acetyalslicylic (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation. 30: 157-161.
30- Shekari, F., A. Javanshir, M.R. Shakiba, M. Moghaddam and H. Alyari. 2000. Enhancement of canola seed germination and seedling emergence in low water potentials by priming. Turk. J. of Field Crops. 5, 54-60.
31- Sivitep, H.O. and A.M. Dourado. 1995. The effect of priming treatments on the viability and accumulation. of chromosomal damage in aged pea seed. Ann. Bot. 75, 165-171.
32- Sivritepe, N, H.O. Sivritepe and A. Cris. 2003. the effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedlings grown under salin conditions with salt solutions and water Hort Scince. 26, 417-419.
33- Tasgin, E., D. Atici and B. Nalvantoglu. 2006. Effects of salicylic acid and cold on freezing tolerance in winter wheat leaves. Physiol Plant. 98: 117-124.
34- Tovsoli, M.E. and E.C. Casenve.2005. Water content and the effectiveness of hydro and osmotic priming of cotton seeds. Seed Sci and Technol. 31: 727-735.
35- Wen-Rui, D., H. Qing-Ping, Z. Hong, X. Jian-Guo. 2014. Chemical composition, antibacterial activity and mechanism of action of essential oil from seeds of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) food control. 35; 109-116.
36- Zhu, J.K.2002. Salt and water stress signal transduction in plant. Plant Biology. 53: 247-27.

The effects of different seed priming agents on morphological characteristics, yield, yield components and water extract of fennal (*Foeniculum vulgar Mill*) in water stress condition

R. Bahram Nejad,[1] M. Saffari[2]

Abstract

Water stress is one of the inhibitors in crops and drug crops seed germination and seedling growth. There are different ways to minimize the harmful effects of water stress tensions. Seed priming is one of the popular and efficient techniques for increasing germination efficiency. The most important kind of priming is osmo priming (imbibing seeds in osmotic solutions with different osmotic pressure or potential); and hormo priming (to effect hormone compounds on seeds). This research was conducted to investigate the effects of salicylic acid (Aspirin), K CL, and Na Cl on some morphological aspects, yield, and yield components of fennel (*Foenicilum vulgar Mill*) in water stress condition in laboratory and on research farm, College of Agriculture, University of Shahid Bahonar, Kerman, Iran in 1390 crop year. In lab; an experiment, as randomized complete block (Factorial design) with 3 replications was conducted. Fennel seeds treated with salicylic acid in 4 levels (0, O.1, 0.5, 1 m. molar concentration); K CL in 4 levels (0,-1, -1.5, -2 M pascal osmotic potential); Na CL in 4 levels (0, -1, -1.5, -2 M Pascal osmotic potential) For 24 hours in 20°C temperature. In salicylic acid treatments, the third level (0/5 m molar) had highest mean germination speed and seedling shoots and root length. In K CL treatments the second level (-1 Mp) had highest germination speed and seedling shoot and root length. In Na CL treatment -1.5 Mp treatment showed highest seedling shoot and root growth. In the farm experiment; the best priming treatments that were obtained in lab; were used and a randomized complete block in split plot design with 4 replications was conducted. Irrigation in 2 levels (no water stress, water stress) was as main plots; and different priming treatments in 4 levels (distilled water as control, Na CL with- 1Mp osmotic potential, K CL with -1.5 Mp osmotic potential, salicylic acid in 0.5 m. molar concentration) were used as subplots. The results showed that water stress and priming treatments, had significant effects on seed yield, biological yield, umbels number/pl, and umbellates number/ umbel in fennel; But plant height and harvest index were not significant. 1000 seed weight was affected by interaction effect of water stress × priming. Water stress increased water extract percent, but decreased total yield water extract.

Keywords: Fennel (*Foeniculum vulgar Mill*), Water stress, Seed Priming, Germination, Yield, Yield components, Salisilic acid, K CL, Na CL, Water extract.

[1] - Former M. Sc. Student. Dep. of Agronomy. Faculty of Agriculture. Univ. of Shahid Bahonar, Kerman, Iran. (b_agriculture@yahoo.com)
[2] - Associate Professor, Dep. of Agronomy. Faculty of Agriculture. Univ. of Shahid Bahonar, Kerman, Iran.