اکوفیزیولوژی و فیتوشیمی گیاهان دارویی و معطر
EPPMAPs

بررسی اثر تنش شوری مصنوعی بر اثر کاربرد پرایمینگ بذر با اسید استیک و سدیم هیدروکسید بر شاخص‌های رشد گیاه زیره سبز

عباس شیبانیان [1*]، میترا زابلی زاده[1]

۱- کارشناسان مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان دنا، کهگیلویه و بویراحمد، ایران (نویسنده مسئول: asheybanian@gmail.com)

شناسه مقاله

تاریخ دریافت مقاله: اردیبهشت ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش مقاله: خرداد ۱۴۰۲

نوع مقاله: علمی- پژوهشی

موضوع: فیزیولوژی

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش شوری، پرایمینگ بذر و محلول‌پاشی با تنظیم‌کننده‌های رشد استیک اسید و سدیم هیدروکسید بر ویژگی‌های زراعی زیره سبز، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان دنا به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل آبیاری در سه سطح (۷، ۱۰ و ۱٤ روز) به عنوان فاکتور اصلی و تیمار پرایمینگ در پنج سطح (شاهد، بذر مال اسید استیک اسید ۰/۵ میلی‌مولار، محلول‌پاشی سدیم هیدروکسید ۲ در هزار، بذر مال اسید استیک اسید+ محلول پاشی اسید استیک اسید ۰/۵ میلی‌مولار) به عنوان فاکتور فرعی بودند. در پایان فصل رشد صفات وزن خشک کل، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت محاسبه شدند. نتایج نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر تمامی صفات مورد بررسی داشت. بیشترین میانگین در صفات از دور آبیاری ۷ روز حاصل شد. اثر پرایمینگ بذر بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. بیشترین میانگین عملکرد از تیمار بذر مال استیک اسید+ محلول پاشی استیک اسید ۰/۵ میلی‌مولار حاصل شد. استیک اسید توانست در شرایط تنش اثر تنش شوری را بر رشد گیاه کاهش دهد.

واژگان کلیدی: **عملکرد، آبیاری، محلول‌پاشی، تنظیم‌کننده رشد و گیاهان دارویی.**

۱. مقدمه

برخلاف دیگر محصولات زراعی گیاهان دارویی گیاهانی هستند که کیفیت مواد در مقایسه با کمیت آن‌ها به مراتب مهم‌تر و ضروری‌تر می‌باشد. لذا جهت رسیدن به حداکثر کیفیت، علم و آگاهی از عوامل موثر بر رشد و نمو گیاهان دارویی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. شناخت عوامل محیطی، گیاهی و زراعی نقش مهمی در موفقیت کشت گیاهان دارویی دارد. گیاهان دارویی یکی

از منابع غنی کشور هستند که امکان صادرات آن‌ها نیز وجود دارد. ایران از نظر آب و هوا در زمینه رشد گیاهان دارویی یکی از بهترین مناطق جهان محسوب می‌شود. به همین دلیل صادرات آن می‌تواند منبع بزرگی از درآمد برای کشور باشد.

زیره سبز با نام علمی "*Carum Carvi*" یکی از گیاهان دارویی خانواده چتریان (Apiaceae) است که منشأ آن غرب آسیا، ایران و نواحی مدیترانه‌ای گزارش شده است (Jafarian, 2015). امروزه این گیاه در کل اروپا، امریکای شمالی و استرالیا یافت می‌شود و ارتفاع آن به یک پا می‌رسد. برگ‌های سبز خاکستری این گیاه از ساقه‌های آن منشا می‌گیرند و گلهای آن مراکز زرد رنگی دارند که گلبرگ های سفید آن ها را در برگرفته است.. زیره سبز گیاهی است چند ساله و کوچک، دارای بویی معطر که در چمن زارها و اراضی شنی می‌روید (Jafarian, 2015).

در بین عوامل بازدارنده محیطی بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی، باغی و دارویی، خشکی مهم‌ترین عامل کاهش تولید بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌رود (Marko and Milic, 2016). تنش‌ها از مهمترین عوامل محدود کننده‌ی محیطی به شمار می‌روند. تنش شوری یکی از این موارد مهم محسوب می‌شود که عملکرد بسیاری از محصولات زراعی و باغی را کاهش داده و رشد آنها را با محدودیت مواجه می‌کند. تنش شوری اثرهای قابل توجهی بر روی گیاهان دارد که از آنها می‌توان به سمیت یونی، تنش اسمزی، عدم تعادل عناصر غذایی و تغییرات وسیع در سنتز ترکیبات بیوشیمیایی اشاره کرد (Melero et al., 2018). اگر چه تحقیقات وسیعی در رابطه با اثر تنش شوری بر روی محصولات زراعی انجام گرفته است. اما متاسفانه رفتار گیاهان دارویی و معطر تحت شرایط تنش‌های مختلف محیطی به خوبی مطالعه نشده است. بنابراین واضح است که برای فهم و درک موجودیت و ادامهٔ حیات گیاهان دارویی در نواحی خشک، ارزیابی عملکرد و تعیین شرایط بهینه برای کشت آن‌ها، نیاز به اطلاعات بیشتری در مورد عکس‌العمل آن‌ها نسبت به کمبود آب وجود دارد.

به نظر می‌رسد در شرایط کمبود آب استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند استیک اسید می‌تواند به عنوان یک استراتژی برای جلوگیری از اثرات مخرب تنش شوری موثر بوده و زمینه سازگاری گیاه را فراهم آورد. استیک اسید یا سرکه تقطیری از ترکیبات فنلی در گیاهان است که به عنوان ماده شبه هورمونی که نقش مهمی در تنظیم رشد و نمو گیاه دارد محسوب می شود (Sharma, 2019). اسید استیک نقش محوری در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل جوانه‌زنی بذر، بسته شدن روزنه، مهار بیوسنتز اتیلن گیاه، افزایش میزان فتوسنتز و محتوی کلروفیل، تولید میوه، تولید گرما و گلیکولیز ایفا می کند (Ratti et al., 2019 and Popova et al., 2013).

اسید استیک یک ترکیب فنلی در گیاه است که به عنوان یک تنظیم‌کننده شبه‌هورمونی مورد توجه است و در مکانیسم-های دفاعی بر علیه تنش‌های زیستی و محیطی نقش دارد. القای گلدهی، رشد و نمو، سنتز اتیلن، باز و بسته شدن روزنه‌ها و تنفس از نقش‌های مهم سالیسیلیک اسید بشمار می‌رود. اسید استیک باعث طویل شدن سلول‌ها و همچنین تقسیم سلولی می‌شود که این کار با همکاری سایر تنظیم کننده‌ها از جمله اکسین انجام می‌شود. اسید استیک گسترش، تقسیم و مرگ سلولی را تنظیم کرده و در واقع بین رشد و پیری تعادل ایجاد می‌نماید (Popova et al., 2017). یکی از اثرات تنش خشکی نیز بر هم زدن تعادل تغذیه‌ای در گیاه است. با تکمیل عناصر غذایی کم مصرف از طریق محلول‌پاشی می‌توان وضعیت رشد گیاه را درشرایط تنش بهبود بخشید.

سدیم از جمله عناصر کم مصرف و ضروری برای گیاه محسوب می‌شود. در پژوهشی مصرف سدیم به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه گیاه دارویی، روغنی گلرنگ را از ۱۰٤۰ به ۱٤۵۰ کیلوگرم در هکتار و از طریق افزایش تعداد دانه در گیاه افزایش داد. ولی بر وزن بذر تاثیری نداشت (Lewis and McFarlan, 2017). برای فهم و درک موجودیت و ادامه حیات گیاهان دارویی در نواحی خشک و نیمه‌خشک که بخش وسیعی از کشور ما را نیز در بر گرفته است تحقیقات گسترده بر روی گیاهان با ارزش

دارویی و اعمال تیمارهای مختلف نیاز می‌باشد. در همین راستا هدف از این پژوهش بررسی تاثیر متقابل کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند استیک اسید و سدیم هیدروکسید به عنوان ایجادکننده مصنوعی شوری در محیط کشت و رشد بذر گیاه زیره سبز و اعمال دوره‌های مختلف خشکی با استفاده از دورهای مختلف آبیاری بر شاخص‌های رشد و عملکرد گیاه دارویی زیره می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در مزرعه تحقیقاتی مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان دنا در استان کهگیلویه و بویراحمد به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا گردید.

برای تهیه بستر زمین، ابتدا شخم نیمه عمیق سپس در دو جهت عمود برهم دو بار دیسک زده شد تا سطح مزرعه یکنواخت شود. سپس جهت تقویت زمین ٤٠ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل بر اساس آزمون خاک به زمین داده شد به طوری که کود اوره هم به میزان ۱۰ کیلوگرم درهکتار قبل از کشت به صورت دست پاش به زمین داده شد و به کمک دیسک با خاک کاملا مخلوط گردید و سپس ردیفهایی به فاصلهٔ ۲۵ سانتی متری با بیل جهت کشت فراهم شد. بذور انتخابی قبل از کاشت با قارچ‌کش ویتاواکس ضدعفونی شدند. کاشت با دست به صورت هیرم کاری انجام شد و کاشت بذور روی خطوط با فاصله ۱۰ سانتی متری و در عمق ۱ تا ۲ سانتی‌متری صورت گرفت. در هر حفره نیز ۳ بذر سالم کاشته شد. آبیاری تا استقرار کامل بوته‌ها به صورت هر سه روز یکبار انجام شد. پس از استقرار کامل بوته‌ها یک بوته نگهداری و بقیه در مرحله سه تا چهار برگی تنک گردیدند. خاک محل اجرای آزمایش بر اساس آزمایش تجزیه خاک دارای بافت لومی شنی و اسیدیته ۷/۹ بود.

تیمارهای آزمایش شامل آبیاری در سه سطح (۷، ۱۰ و ١٤ روز) به عنوان فاکتور اصلی و تیمار پرایمینگ در پنج سطح (شاهد، بذر مال اسید استیک اسید ۰/۵ میلی مولار، محلول پاشی سدیم هیدروکسید ۲ در هزار، بذر مال اسید استیک اسید+ محلول پاشی اسید استیک اسید ۰/۵ میلی‌مولار) به عنوان فاکتور فرعی بودند. اعمال تیمار تنش شوری، به گونه‌ای بود که آبیاری پس از استقرار گیاهچه (۱۵ روز بعد از کاشت) در شرایط نرمال و بدون تنش خشکی هر ۷ روز و در شرایط تنش خشکی تا حد تخلیه رطوبتی مجاز گیاه زیره سبز هر ۱۰ روز و در شرایط تنش خشکی بیش از حد تخلیه رطوبتی مجاز گیاه زیره سبز ١٤ روز یکبار صورت گرفت. این مقادیر بر اساس تجربه کشاورزان محلی، اندازه‌گیری با تانسیومتر و مشاهده طراوت یا پژمردگی ظاهری گیاه تعیین گردیدند. به طوری که در زمان مساوی مقدار آب یکسانی به هر کرت تعلق می‌گرفت. اعمال تیمار استیک اسید، بذر ها به مدت ٦ ساعت در محلول ۰/۵ میلی مولار استیک اسید اسید خیسانده شدند. نسبت وزن بذر به حجم ۱ به ۵ بود و پس از یک روز برای کاشت استفاده شدند. محلول پاشی نیز برای اطمینان از اثر بخشی آن به صورت متوالی دو مرتبه با فاصله زمانی دو روز با اسید استیک اسید ۰/۵ میلی مولار و سدیم هیدروکسید ۲ در هزار در مرحله گل‌دهی صورت گرفت.

به دلیل عدم بروز بیماری و آفات هیچ گونه سم پاشی صورت نگرفت. مبارزه با علفهای هرز نیز به صورت دستی انجام شد. برداشت بوته ها پس از رسیدن کامل با دست انجام گرفت و برای بدست آوردن عملکرد و اجزای عملکرد با حذف ردیف اول و آخر هر واحد آزمایشی به عنوان اثرات حاشیه ای از دو ردیف باقیمانده با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خطوط کاشت نمونه‌برداری انجام شد. به طوری که در هر واحد آزمایشی از روی دو ردیف وسطی ۸ بوته انتخاب و صفات وزن خشک، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه (وزن دانه زیره سبز برداشت شده پس از بوجاری غلاف گیاه که همان عملکرد اقتصادی و قابل عرضه گیاه می‌باشد)، عملکرد بیولوژیک (براساس وزن‌کشی زیست توده گیاه شامل اندامهای رویشی و غلاف گیاه

پس از برداشت) و شاخص برداشت (HI) که برابر نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک می‌باشد و از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک به دست می‌آید اندازه‌گیری شدند. در پایان داده‌های آزمایش با نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد محاسبه شد.

۳. نتایج و بحث

- وزن خشک بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که دور آبیاری و پرایمینگ بذر در سطح یک درصد تأثیر معنی داری بر وزن خشک داشت (جدول ۱). بیشترین وزن خشک ٤/٥٧ از شرایط نرمال (۷ روزه) و کمترین آن در سطح آبیاری ١٤ روزه مشاهده شد (جدول ۲).

کاهش وزن خشک در تیمار شاهد می‌تواند به دلیل کاهش طول دوره رشد گیاه طی فرایند تنش و در نتیجه کاهش تعداد برگ، سطح برگ، و فواصل میان‌گره‌ها باشد که منجر به کاهش وزن تر و در نتیجه وزن خشک شده است (Carter et al., 2012). بیشترین وزن خشک ٤/٣٤ از تیمار بذر مال استیک اسید + محلول پاشی استیک اسید حاصل شد. کمترین وزن خشک در ۳/۳۰ و ۳/۳۳ در تیمار سدیم هیدروکسید و شاهد مشاهده شد (جدول ۳). افزایش وزن خشک بدلیل افزایش وزن تر بوده که به نقش استیک اسید اسید در افزایش غلظت هورمون های رشد مربوط می‌شود. کاهش وزن خشک در تیمار سدیم هیدروکسید می‌تواند به این دلیل باشد که غلظت اعمال شده کمتر از میزانی بوده که بتواند تأثیر گذار باشد و یا اینکه محلول پاشی قبل از گلدهی، زمان مناسبی برای جذب این عنصر برای زیره سبز نباشد. چون گیاه تا این مرحله حداکثر رشد خود را داشته است و اعمال سدیم هیدروکسید نتوانسته اثر معنی‌داری بر وزن خشک داشته باشد. افزایش وزن خشک در تیمار بذر مال استیک اسید + محلول پاشی استیک اسید در شرایط تنش شوری به نقش این هورمون در کاهش اثر تنش شوری می‌توان اشاره نمود.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر تنش شوری و پرایمینگ بذر بر صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در غلاف	وزن خشک	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
			(گرم)				
تکرار	۲	۰/۷۳**	۰/۲۰	۱/۴۷**	۲۲/۹۹**	۳۹۶/۵۲**	۰/۰۰۰۰۵*
تنش	۲	۷/۴۴**	۹/۲۱**	۱۱/۲۴**	۲۱۱۲/۶۰**	۴۳۰۷۱/۵۲**	۰/۰۰۱۴**
خطا a	۴	۰/۶۰	۰/۰۶	۰/۶۹	۲/۷۲	۱۳۲/۹۸	۰/۰۰۰۰۱
تیمار	۳	۴/۵۲**	۲/۱۶**	۲/۸۷**	۱۹۷/۰۴**	۴۵۵۰/۰۰**	۰/۰۰۰۲**
تیمار × تنش	۶	۰/۱	۰/۱	۰/۰۱	۰/۶۹	۵۲/۱۰**	۰/۰۰۰۰۱
خطا b	۱۸	۰/۰۵	۰/۱	۰/۰۲۴	۰/۳۶	۹/۷۲	۰/۰۰۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲/۲۸	۸/۵۰	۱/۰۳	۱/۱۶	۱/۰	۱/۹۳

ns- عدم تفاوت معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

- **تعداد دانه درغلاف**

تنش خشکی و پرایمینگ بذر تأثیر معنی داری بر تعداد دانه در غلاف داشت (جدول ۱). با افزایش دور آبیاری تعداد دانه در غلاف کاهش یافت. بیشترین تعداد دانه در غلاف ۱۰/۸۸ از دور آبیاری ۷ روزه، و کمترین آن ۹/۷۷ از دور آبیاری ١٤ روزه بدست آمد. کاهش طول دوره رشد گیاه در شرایط تنش و کاهش طول دوره پر شدن دانه منجر به کاهش تعداد دانه در غلاف شده است. بیشترین تعداد دانه در غلاف ۱۱/۰۷ از بذر مال استیک اسید+ محلول پاشی استیک اسید حاصل شد (جدول ۲). این تیمار همچنین تفاوت معنی‌داری با بذر مال استیک اسید داشت که اثر تؤام محلول پاشی و بذر مال را بر تعداد دانه در غلاف نشان می‌دهد. تیمار سدیم هیدروکسیدتفاوت معنی داری با شاهد نداشت. اثر متقابل دور آبیاری × تیمارهای اعمال شده معنی‌دار نشد. اما با این وجود تعداد دانه در غلاف در شرایط تنش ١٤ روز، ۱۰/۵۵ در تیمار بذر مال استیک اسید+ محلول‌پاشی استیک اسید افزایش یافت که اثر بخشی این تیمار را در کاهش اثر تنش شوری نشان‌دهنده نقش این هورمون در تسریع گلدهی است و منجر به افزایش تعداد دانه در غلاف شده است. این نتایج با یافته های شکیروا و شهاب الدینوا در سال ۲۰۲۰ مطابقت داشت (Shakirova and Sahabutdinova, 2020).

- **وزن هزاردانه**

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) دور آبیاری در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی داری بر وزن هزار دانه داشت. به گونه‌ای که با افزایش دور آبیاری وزن هزار دانه کاهش یافت. بیشترین وزن هزار دانه ١٦/٠٦ مربوط به دور آبیاری ۷ روزه و کمترین آن ١٤/١٣ مربوط به دور آبیاری ١٤ روزه بوده است (جدول ۲). تنش شوری با کاهش طول دوره رشد و همچنین کاهش طول دوره پر شدن دانه منجر به کاهش وزن هزار دانه شده است. افزایش وزن هزار دانه مربوط به شرایط محیطی در زمان پر شدن دانه است. کاهش رطوبت در این زمان منجر به کاهش وزن هزار دانه می‌شود. علت این کاهش احتمالا به دلیل محدود بودن انتقال مجدد در تیمارهای تحت تنش خشکی می‌باشد. Dorenscu و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش دادند که کاهش فواصل آبیاری سبب افزایش وزن هزاردانه گردید. تیمارهای اعمال شده در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه داشتند. بیشترین وزن هزار دانه ١٥/٨٤ از تیمار بذر مال استیک اسید + محلول پاشی استیک اسید حاصل شد. کمترین وزن هزار دانه ١٤/٦٧ و ١٤/٦٩ مربوط به سدیم هیدروکسید و شاهد بود (جدول ۳). افزایش وزن هزار دانه در تیمار بذر مال استیک اسید + محلول پاشی استیک اسید در شرایط تنش مربوط به نقش این هورمون در کاهش اثر تنش است.

- **عملکرد دانه:**

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نتایج نشان داد که دور آبیاری و پرایمینگ بذر در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت. افزایش دور آبیاری منجر به کاهش عملکرد دانه شده است. بیشترین عملکرد دانه ٦٤/٧١ از دور آبیاری ۷ روزه و کمترین آن از دور آبیاری ۳۸/۲۳ از دور آبیاری ١٤ روزه حاصل شد (جدول ۲). تنش شوری با تأثیر بر طول دوره رشد گیاه و هم چنین کاهش طول دوره پر شدن دانه، کاهش تعداد غلاف در بوته، کاهش تعداد دانه در غلاف در نهایت منجر به کاهش عملکرد دانه شده است. این نتایج با یافته‌های Lewis و McFarlan (۲۰۱۷) مطابقت داشت. تیمارهای اعمال شده در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشتند. بیشترین عملکرد دانه ٥٧/٤٨ مربوط به تیمار بذر مال استیک اسید +

محلول‌پاشی استیک اسید و کمترین آن ٤٧/٧٥ مربوط به تیمار سدیم هیدروکسید بود (جدول ۳). کاهش عملکرد دانه در تیمار سدیم هیدروکسید حتی از شاهد نیز کمتر بود. که نشان‌دهنده این است که سدیم هیدروکسید قبل از گلدهی نه تنها مؤثر نبوده سبب کاهش عملکرد نیز شده است که این می‌تواند به این دلیل باشد که عنصر سدیم از جمله عناصری است که انتقال مجدد بیشتری دارد و با تأثیر بر سایر عناصر منجر به کاهش جذب آنها شده در نتیجه وزن دانه و عملکرد دانه کاهش یافته است. هورمون اسید استیک اسید با تأثیر بر گلدهی و تسریع گلدهی منجر به افزایش تعداد غلاف و در نتیجه افزایش وزن بذر و عملکرد دانه شده است (Shakirova and Sahabutdinova, 2020). افزایش عملکرد دانه در شرایط تنش نیز به نقش این هورمون در افزایش عملکرد در شرایط تنش اشاره دارد.

جدول ۲. نتایج مقایسه میانیگن اثر دور آبیاری بر صفات مورد بررسی

دور آبیاری	تعداد دانه در غلاف	وزن خشک	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
		(گرم)				
۷ روزه	۱۰/۸۸a	۴/۵۷a	۱۶/۰۶a	۶۴/۷۱a	۳۶۷/۰۸a	۰/۱۸a
۱۰ روزه	۱۰/۱۷b	۳/۶۷b	۱۵/۲۴b	۵۲/۹۳b	۳۱۸/۳۳b	۰/۱۶b
۱۴ روزه	۹/۳۱c	۲/۸۲c	۱۴/۱۳c	۳۸/۲۳c	۲۴۷/۹۱c	۰/۱۵c

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

جدول ۳. نتایج مقایسه میانگین اثر استیک اسید و سدیم هیدروکسید بر صفات مورد بررسی

تیمار	تعداد دانه در غلاف	وزن خشک	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
		(گرم)				
شاهد	۹/۶۲c	۳/۳۲c	۱۴/۶۹c	۴۸/۴۲c	۲۹۳/۳۳c	۰/۱۶b
سدیم هیدروکسید	۹/۵۴c	۳/۳۰c	۱۴/۶۷c	۴۷/۷۵d	۲۹۱/۶۶c	۰/۱۶b
بذرمال استیک اسید	۱۰/۲۶b	۳/۷۹b	۱۵/۳۶b	۵۴/۱۷b	۳۲۱/۶۶b	۰/۱۷a
بذرمال استیک اسید+ محلول‌پاشی استیک اسید	۱۱/۰۷a	۴/۳۴a	۱۵/۸۴a	۵۷/۴۸a	۳۳۷/۷۷a	۰/۱۷a

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیستند.

- **عملکرد بیولوژیک**

با توجه به جدول ۲ اثر دور آبیاری بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی‌دار شد. به طوری که تنش خشکی منجر به کاهش عملکرد بیولوژیک شد. بیشترین عملکرد بیولوژیک ٣٦٧/٠٨ از دور آبیاری ۷ روزه (شاهد) و کمترین عملکرد بیولوژیک ٢٤٧/٩١ از دور آبیاری ١٤ روزه بدست آمد. تنش شوری به‌دلیل تأثیر بر هورمون های تنظیم‌کننده رشد و کاهش این هورمون‌ها (جیبرلین و سایتوکینین) منجر به کاهش فرایند تقسیم سلولی و در نتیجه کاهش تعداد برگ، سطح برگ، فواصل میان-گره، وزن تر و وزن خشک و در نهایت کاهش عملکرد بیولوژیک شده است. تیمارهای اعمال شده در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک داشتند. بیشترین عملکرد بیولوژیک ٣٣٧/٧٧ از تیمار بذر مال استیک اسید + محلول پاشی استیک اسید و کمترین آن ٢٩١/٦٦ از تیمار سدیم هیدروکسید حاصل شد. تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای سدیم هیدروکسید و شاهد مشاهده نشد و از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۳).

هورمون استیک اسید بدلیل تأثیر بر هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد منجر به افزایش وزن قسمت هوایی و در نتیجه عملکرد بیولوژیک شده است. وجود اثر متقابل معنی‌دار واکنش متفاوت تیمارها را در شرایط تنش و نرمال به خوبی نشان داده

است. نتایج بیانگر این واقعیت است که تنظیم‌کننده رشد استیک اسید به صورت بذرمال و محلول‌پاشی سبب گسترش اندام‌های هوایی و شاخ و برگ گیاه می‌گردد و بالطبع بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تاثیر مثبتی داشته است. در حالی که تنظیم‌کننده رشد سدیم هیدروکسید به سبب افزایش سطح سدیم و شوری محیط کشت و افزایش تنش‌های شوری و خشکی مصنوعی بر اثر افزایش فعالیت‌های اسمزی سبب تحلیل گیاه از مرحله جوانه زنی بذر تا مراحل رشد رویشی و زایشی و بالطبع عمل عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک می گردد.

- **شاخص برداشت**

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که دور آبیاری در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی داری بر شاخص برداشت داشت (جدول ۱). افزایش دور آبیاری منجر به کاهش شاخص برداشت شد. بیشترین شاخص برداشت ۰/۱۸ از دور آبیاری ۷ روزه و کمترین آن ۰/۱۵ از دور آبیاری ۱٤ روزه حاصل شد (جدول ۲). کاهش شاخص برداشت در اثر تنش شوری به دلیل کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در اثر تنش است. با توجه به فرمول شاخص برداشت، کاهش عملکرد دانه در اثر تنش شوری منجر به کاهش شاخص برداشت می‌شود. تیمارهای اعمال شده تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت. بیشترین شاخص برداشت ۰/۱۷ از تیمار بذر مال استیک اسید و بذر مال استیک اسید + محلول‌پاشی استیک اسید حاصل شد و کمترین آن ۰/۱٦ مربوط به شاهد و سدیم هیدروکسید بود. بین تیمارهای بذر مال استیک اسید و بذر مال استیک اسید + محلول پاشی استیک اسید تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). همچنین بین تیمارهای شاهد و سدیم هیدروکسید تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. افزایش شاخص برداشت در اثر استیک اسید به نقش این هورمون در افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک مربوط می‌شود که منجر به افزاش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک شده است. همچنین شاخص برداشت نیز در شرایط تنش در تیمار بذر مال استیک اسید و بذرمال استیک اسید + محلول پاشی استیک اسید افزایش یافت که نشان‌دهنده نقش مثبت این هورمون در کاهش اثر تنش بوده است (جدول ۳).

۴. نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان داد که افزایش فاصله آبیاری تا ۱٤ روز منجر به کاهش وزن خشک، وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت می‌شود. تیمار بذر مال استیک اسید + محلول پاشی اسید استیک اسید بیشترین میانگین در صفات مذکور را داشت که به نقش اسید استیک اسید رشد گیاه اشاره دارد. در شرایط تنش نیز این تیمار بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد را داشت که به دلیل نقش استیک اسید در جلوگیری از کاهش هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد در شرایط تنش است.

۵. منابع

Carter, P., Sheaffer, C. and Voorhees. W. 2012. Root growth, her bag yield and plant water status of alfalfa cultivars. *Crop sciences*, 22: 425-427.

Dorenscu, D., Istrati, E. and Siminiceanu, E. 2012. Evaluation of maize yields under the influence of fertilizers in stationary long-term experiment on different soils of medium fertility on the Moldavian plain. *Field crops Research*.,47(2): 95-101.

Jafarian, S. 2015. Cultivation of aromatic medicinal plants, green agriculture training complex of Iran, Mashhad, Second edition: page 240.

Lewis, D.C. and McFarlane, J.D. 2017. Effect of Foliar applied manganese on the growth of Safflower (*Carthamus victorious L*.) and the diagnosis of manganese deficiency by plant tissue and seed analysis. *Australian Journal of Agricultural Research*, 37: 567-572.

Marko, Y. and Milic, M. 2016. Use of azotobacter Chromosome of potential useful in agricultural application in microbial. *International applied research in agronomy*, 51: 145-158.

Melero, M., Rodriguez, C. and Perez costa, K. 2018. long-term effect on soil biochemical status of a vertosol under conservation tillage system in semi-arid Mediterranean conditions. *European journal of soil biology*. 44: 437-442.

Popova, L., Ananieva, V., Hristova, V., Christov, K., Georgieva, K., Alexieva, V. and stoinova, Zh. 2013. Acetic acid and Methyl jasmone- induced protection on photosynthesis to paraquat oxidative stress. *Bulgarian Journal of plant physiology, special issue*, 133-152.

Popova, L., Pancheva, T. and Uzunova, A. 2017. acetic acid: properties, biosynthesis and physiological role. *Replant Physiology*, 25(2): 85-93.

Ratti, N., Kumar., S., Verma, H.N. and Gautam, S.P. 2019. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to Cymbopogon martini var. motia by rhizobacteria, AMF and Azospirillium inoculation. *Microbiological Research*, 156: 145-149.

Shakirova, F.M. and Sahabutdinova, D.R. 2020. C The changes in the hormonal status of wheat seedling induced by acetic acid and Salinity. *Plant Science*,164-322.

Sharma, A.K. 2019. Hand book biofertilizers for sustainable agriculture, Green Indian publication, page 407.