Archive of SID

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و هفتم، شماره دوم، ۱۳۹۹
۱۸۷-۲۰۰
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2020.16442.2499

تأثیر اسید سالیسیلیک بر کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن و مصرف آب در گیاه جو تحت شرایط تنش آبیاری

***عباس ابهری[۱] و علیرضا رادمان[۲]**

[۱]استادیار گروه علمی علوم کشاورزی، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران،
[۲]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه زراعت، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: تنش بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه تأثیر گذاشته و مانع رشد و تقسیم سلولی می‌شود و در نهایت سبب کاهش عملکرد در گیاهان می‌شود. کاربرد موادی که بتواند اثرات خشکی را کم کند می‌تواند در جلوگیری از کاهش بیش از حد عملکرد گیاهان زراعی مؤثر باشد. هدف از این مطالعه تأثیر اسید سالیسیلیک در کاهش اثرات قطع آبیاری بر عملکرد، کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن، کارآیی مصرف آب و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی جو بود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک بر کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن و مصرف آب و برخی خصوصیات جو در شرایط تنش خشکی، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان سبزوار انجام شد. تیمارها شامل آبیاری در دو سطح تنش خشکی (قطع آبیاری از مرحله آبستنی [کد ٤٩ زادوکس] تا برداشت) و آبیاری کامل و تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در چهار سطح صفر (شاهد)، دو، چهار و شش میلی‌مولار در مرحله ساقه‌دهی (کد ۳۹ زادوکس) روی جو اجرا شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در هر دو شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی بیش‌ترین تعداد سنبله، تعداد دانه، عملکرد دانه و عملکرد زیستی در مترمربع به‌ترتیب در تیمار محلول پاشی دو تا شش میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و کم‌ترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. کم‌ترین کارآیی مصرف آب در شرایط آبیاری کامل و بدون مصرف اسید سالیسیلیک حاصل شد و با مصرف اسید سالیسیلیک تا شش میلی‌مولار کارآیی مصرف آب افزایش یافت. در هر دو شرایط آبیاری کامل و قطع آبیاری، بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه به‌ترتیب از تیمار محلول‌پاشی شش میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک) به‌دست آمد. در شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی، تیمار محلول‌پاشی شش میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در مقایسه با شاهد (بدون محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک)، عملکرد دانه را به‌ترتیب به‌میزان ٤٤ و ٤٨ درصد افزایش داد.

نتیجه‌گیری: به‌نظر می‌رسد تأثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در شرایط قطع آبیاری در مقایسه با تیمار آبیاری کامل، در بهبود کارآیی مصرف آب مؤثرتر بوده است. کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن نیز با افزایش مصرف اسید سالیسیلیک افزایش یافت و

* مسئول مکاتبه: abbasabhari@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مصرف شش میلی‌مولار اسید سالیسیلیک با نسبت‌های ۱۲٤/٦ و ۱۳۲/۱ گرم ماده خشک کل بر گرم نیتروژن جذب‌شده به‌ترتیب در هر دو شرایط آبیاری و قطع آبیاری بیش‌ترین مقدار کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن را داشت. شرایط قطع آبیاری باعث شده تا انتقال مجدد نیتروژن افزایش یابد و هم‌چنین کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن نیز به ۱۱۳/۹۵ گرم ماده خشک کل بر گرم نیتروژن جذب شده افزایش یافت. از طرفی، اسید سالیسیلیک موجب تعدیل تنش خشکی از طریق افزایش کارآیی فیزیولوژیکی و انتقال مجدد نیتروژن باعث بهبود عملکرد دانه جو در شرایط تنش در مقایسه با آبیاری کامل گردید.

واژه‌های کلیدی: اسید سالیسیلیک، تنش آبی، جو، عملکرد دانه

مقدمه

در سطح جهان بعد از گندم، ذرت و برنج از نظر میزان تولید، جو زراعی (*Hordeum vulgare* L.) در رتبه چهارم غلات قرار دارد (۱۸). تنش خشکی تأثیرات اسمزی و فیزیولوژیکی بر گیاهان دارد که نتیجه آن کاهش رشد، اختلالات متابولیکی و تنش‌های اکسیداتیو در گیاهان است. گیاهان مختلف از روش‌های متعددی برای مقابله با تنش خشکی استفاده می‌کنند. استفاده خارجی ترکیبات متفاوت مانند محلول‌های آلی و مواد معدنی یک راهکار برای ایجاد تحمل خشکی در گیاهان است (۲). اسید سالیسیلیک یک تنظیم‌کننده درونی رشد گیاه است که بر واکنش‌های گسترده‌ای در رشد و توسعه گیاه مؤثر است (۱۹). اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک شبه‌هورمون گیاهی شناخته شده و نقش آن در مواجهه با سازوکارهای دفاعی در برابر عوامل تنش‌زای زیستی و غیرزیستی مشخص شده است (۲۰). اسید سالیسیلیک از جمله مولکول‌های سیگنال‌دهنده مهم است که باعث واکنش گیاه در برابر تنش‌های محیطی می‌شود (۱).

نتایج به‌دست آمده از مطالعه خیرخواه و همکاران (۲٤) نشان داد تمامی تیمارهای محلول پاشی مواد ضد تنش اعم از اسید سالیسیلیک، تیوفول و گلایسین سبب افزایش در میزان صفات کیفی چغندرقند از جمله عملکرد ریشه، عیار قند و عملکرد شکر سفید شد. در مطالعه‌ای مشاهده شد که تیمار اسید سالیسیلیک، آنزیم‌های هیدرولیزکننده پلی‌ساکارید را مهار کرد و تشکیل پلی‌ساکاریدها از قندهای محلول را سرعت بخشید و با این فرض میزان قندهای غیرمحلول را نسبت به قندهای محلول افزایش داد (۱). با اعمال تیمار تنش رطوبتی، کارآیی مصرف آب گندم بر حسب عملکرد دانه در هر دو سال آزمایش کاهش یافت (۱۰). به‌طورکلی افزایش کمبود آب باعث افزایش کارایی مصرف آب می‌شود؛ به‌عبارت دیگر در شرایط نزدیک به تنش کمبود آب، گیاهان مختلف در مقایسه با شرایط رطوبتی مناسب، نسبت به‌میزان آب مصرفی محصول بیش‌تری تولید می‌کنند (۳۱).

علت کاهش درصد نیتروژن در شرایط تنش خشکی می‌تواند به‌علت تجزیه پروتئین‌ها در شرایط تنش و عدم سنتز مجدد آن‌ها در این شرایط باشد (۹). زیادی نیتروژن می‌تواند بهره‌وری آب را بهبود دهد، اما مقادیر بالای نیتروژن ممکن است منجر به افزایش ماده خشک شده و ذخیره آب خاک برای تولید دانه را کاهش دهد. گزارش شده است که تنش شدید خشکی منجر به کاهش محسوس کارآیی زراعی مصرف نیتروژن شد و در این شرایط زیادی مصرف نیتروژن تأثیر کمی بر افزایش عملکرد دانه داشت و باعث کاهش زیاد کارآیی زراعی مصرف نیتروژن شد (۱۱).

www.SID.ir

Archive of SID

نیتروژن از یک‌سو باعث افزایش رشد ریشه و تقویت گیاه شده و می‌تواند باعث افزایش تحمل گیاه به تنش آبی گردد و از سوی دیگر می‌تواند با تحریک رشد رویشی و تأخیر در رسیدگی فیزیولوژیکی، باعث افزایش تعرق گیاه شده و ذخایر رطوبتی را برای گیاه محدود کند که در نهایت باعث افزایش شدت تنش آبی می‌شود (۱۱ و ۳۲).همچنین شرایط تنش خشکی بر فعالیت‌های متابولیکی و فیزیولوژیکی گیاه تأثیر گذاشته و باعث ممانعت رشد و تقسیم سلولی می‌شود و در نهایت سبب کاهش عملکرد در گیاهان می‌شود. بنابراین کاربرد موادی که بتواند اثرات تنش خشکی را کم کند می‌تواند در جلوگیری از کاهش زیاد عملکرد گیاهان زراعی مؤثر باشد. بنابراین هدف از این مطالعه تأثیر اسید سالیسیلیک در کاهش اثرات تنش آبیاری بر عملکرد، کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن، کارآیی مصرف آب و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی جو بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ در مزارع کیذور واقع در شهرستان سبزوار انجام شد. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۱۱۹۵ متر بوده و در ۳۶ درجه و ۵ دقیقه عرض شمالی و ٤٤ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی واقع شده است. تیمارها شامل آبیاری در دو سطح تنش خشکی (قطع آبیاری از مرحله آبستنی [کد ٤۹ زادوکس] تا برداشت) و آبیاری کامل و تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در چهار سطح صفر، دو، چهار و شش میلی‌مولار در مرحله ساقه‌دهی (کد ۳۹ زادوکس) روی جو رقم ریحان اجرا شد. این رقم خاص مناطق معتدل و با عملکرد متوسط ٤-۲ تن در هکتار می‌باشد.

قبل از کاشت نمونه‌گیری از خاک در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر انجام و کودپاشی بر اساس نتایج آزمون خاک (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۷۵ کیلوگرم در هکتار فسفر و ۷۰ پتاس کیلوگرم در هکتار) انجام گردید. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول ۱ آمده است. کاشت در ۲۷ آبان‌ماه سال ۱۳۹٦ صورت گرفت طول هر کرت سه متر و عرض هر کرت دو متر و دارای ۱۰ خط کاشت بود. تیمار آبیاری (آبیاری کامل و قطع آبیاری) به‌عنوان کرت اصلی و تیمار اسید سالیسیلیک به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شد. کاشت در خطوطی با فاصله ۱۵ سانتی‌متر انجام شد. متوسط فاصله بذرها در هر خط کاشت دو تا سه سانتی‌متر و بین کرت‌های فرعی مختلف ۳۰ سانتی‌متر و کرت‌های اصلی یک متر فاصله بود. در ۲۵ اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۷ پس از حذف حاشیه از خطوط وسط هر کرت به مساحت یک مترمربع برای محاسبه عملکرد برداشت صورت گرفت و به آزمایشگاه برای تعیین عمکرد و اجزای عملکرد دانه منتقل شد.

کارآیی مصرف آب با محاسبه نسبت عملکرد دانه بر میزان آب مصرفی در طول فصل رشد محاسبه شد. به این صورت که میزان آب مصرفی در هر مدار براساس مقدار دبی آب در زمان بر مساحت زمین محاسبه گردید. اندازه‌گیری درصد نیتروژن نیز به‌وسیله دستگاه کجلدال انجام شد (۵) و برای محاسبه کارآیی فیزیولوژیکی مصرف نیتروژن (PNUE) از رابطه ۱ استفاده شد.

$$PNUE = TDM/TNU \qquad (۱)$$

که در آن، TDM ماده خشک کل بر حسب گرم و TNU کل میزان نیتروژن جذب‌شده در گیاه بر حسب

www.SID.ir

Archive of SID

گرم می‌باشد (۳۹). در مرحله رسیدگی عملکرد و اجزای عملکرد در آزمایشگاه زیست‌شناسی دانشگاه پیام‌نور سبزوار اندازه‌گیری شد.

پس از جمع‌آوری داده‌ها تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD انجام شد. به‌علت معنی‌دار شدن اثر متقابل برش‌دهی صورت گرفت و سطوح تیمار اسید سالیسیلیک در هر کدام از شرایط آبیاری با هم مقایسه میانگین شد.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک.

Table 1. Some physical and chemical properties of soil.

رس (٪) Clay (%)	سیلت (٪) Silt (%)	شن (٪) Sand (%)	N (%)	K (g/kg)	P (g/kg)	کربن آلی (درصد) Organic Carbon (%)	EC ds m^{-1}	pH	بافت خاک Soil texture
24	46	30	0.01	190	9.58	0.97	0.730	7.45	Clay loam

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تأثیر اثرات ساده تنش خشکی، اسید سالیسیلیک و برهمکنش تنش خشکی و اسید سالیسیلیک بر همه صفات مورد مطالعه (به‌استثنای نیتروژن دانه) در این پژوهش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد ($P<۰/۰۱$، جدول ۲ الف و ب). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد (با توجه به این‌که اثر متقابل آبیاری و اسید سالیسیلیک معنی‌دار شد بنابراین در هر سطح آبیاری، سطوح اسید سالیسیلیک مقایسه میانگین شدند) در هر دو شرایط آبیاری کامل و قطع آبیاری، بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در مترمربع به‌ترتیب از تیمار محلول‌پاشی شش میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک) به‌ترتیب با ۱٤۱٤۸/۱ و ۹۲۷۵/۰٦ دانه در مترمربع به‌دست آمد (جدول‌های ۳ و ٤). تأثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در شرایط تنش خشکی مؤثرتر از شرایط آبیاری کامل بوده است. تنش خشکی در مقایسه با آبیاری کامل، تعداد سنبله در مترمربع را کاهش داد (جدول‌های ٤ و ٥). در همین راستا، سایر پژوهشگران گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار تعداد سنبله در مترمربع به‌میزان ۱۰ درصد شد (۲۵). در شرایط آبیاری کامل، بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله (۳٤ دانه در سنبله) در تیمار شش میلی‌مولار اسید سالیسیلیک مشاهده شد (جدول ۳). گزارش شده است اعمال تنش رطوبتی و افزایش شدت آن، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و زیستی را در گندم کاهش داد در حالی‌که کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد مانند اسید سالیسیلیک و اسیدجاسمونیک سبب بهبود همه اجزای عملکرد دانه و در نهایت افزایش عملکرد دانه گردید (۳۵). تنش خشکی به‌دلیل اختلال در انتقال مواد فتوسنتزی به دانه، سبب کوچک و ضعیف شدن دانه‌ها می‌شود (۸). در هر دو شرایط آبیاری کامل و قطع آبیاری، بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه به‌ترتیب از تیمار محلول‌پاشی شش میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک) به‌دست آمد (جدول‌های ۳ و ٤). در شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی، تیمار محلول‌پاشی شش میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در مقایسه با شاهد (بدون محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک)، عملکرد دانه را به‌ترتیب به‌میزان

www.SID.ir

Archive of SID

٤٤ و ٤٨ درصد افزایش داد (جدول‌های ٣ و ٤). به‌نظر می‌رسد تأثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در شرایط تنش خشکی در مقایسه با تیمار قطع آبیاری، در بهبود عملکرد دانه مؤثرتر از شرایط آبیاری کامل بوده است. حیدری و همکاران (٢١) بیان کردند که دمای نهایی سایه انداز گیاه نیز تحت اثر اسید سالیسیلیک کاهش یافت که نشان‌دهنده این است که استفاده از اسید سالیسیلیک در شرایط تنش، می‌تواند از طریق خنک‌تر نگه داشتن سایه‌انداز گیاه رهیافتی برای حفظ و پایداری فتوسنتز و عملکرد در شرایط تنش خشکی باشد. تنش خشکی در مقایسه با آبیاری کامل، عملکرد دانه را به‌میزان ١٤ درصد کاهش داد (جدول ٦). تنش خشکی از طریق کاهش اجزای عملکرد دانه مانند تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه باعث کاهش عملکرد دانه گندم شده است.

در شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی، تیمار محلول‌پاشی شش میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در مقایسه با شاهد (بدون محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک)، عملکرد زیستی را به‌ترتیب به‌میزان ٣٦ و ٣٥ درصد افزایش داد (جدول‌های ٣ و ٤). افزایش عملکرد زیستی با مصرف اسید سالیسیلیک توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (٤ و ٣٥).

در هر دو شرایط آبیاری کامل و قطع آبیاری، بیش‌ترین و کم‌ترین کارآیی مصرف آب به‌ترتیب از تیمار محلول‌پاشی شش میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک) به‌دست آمد (جدول‌های ٣ و ٤). در شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی، تیمار محلول‌پاشی شش میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در مقایسه با شاهد (بدون محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک)، کارآیی مصرف آب را به‌ترتیب به‌میزان ٤٣ و ٤٨ درصد افزایش داد (جدول‌های ٣ و ٤). به‌نظر می‌رسد تأثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در شرایط تنش خشکی در مقایسه با تیمار قطع آبیاری، در بهبود کارآیی مصرف آب مؤثرتر از شرایط آبیاری کامل بوده است. تنش خشکی و محلول پاشی با اسید سالیسیلیک باعث افزایش کارآیی مصرف آب در گیاه ذرت گردید (٤). بهطور نسبی، در شرایط زراعی، افزایش کمبود آب سبب افزایش راندمان مصرف آب می‌شود؛ به‌عبارت دیگر در شرایط نزدیک به تنش کمبود آب، گیاه در مقایسه با شرایط رطوبتی مطلوب، نسبت به‌میزان آب مصرف‌شده محصول بیش‌تری تولید می‌کند (٣١).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در شرایط قطع آبیاری مصرف چهار میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک بیش‌ترین مقدار نیتروژن دانه، برگ و ساقه را تولید کرد. مجموع نیتروژن برگ و ساقه و کل نیتروژن بوته در رسیدگی در شرایط قطع آبیاری و عدم مصرف اسید سالیسیلیک بیش‌ترین مقدار را داشت. در شرایط آبیاری کامل مصرف چهار میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بیش‌ترین مقدار نیتروژن دانه، برگ و ساقه را تولید کرد. مجموع نیتروژن برگ و ساقه با ٣/٩ درصد و کل نیتروژن بوته با ٤/٣٧ درصد در مرحله رسیدگی در شرایط آبیاری کامل و مصرف شش میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بیش‌ترین مقدار را داشت (جدول‌های ٥ و ٦).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- الف- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تنش خشکی و اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه جو.

Table 2. A. Variance analysis (mean square) of studied traits.

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	کارآیی مصرف آب Water use efficiency	عملکرد زیستی Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	وزن هزاردانه 1000-seed weight	تعداد دانه در سنبله Seed number per spike	تعداد سنبله در مترمربع Spike number per square meter	تعداد دانه در متر مربع Seeds per square meter
تکرار Replication	2	0.000054^{ns}	2.60^{ns}	0.53^{ns}	0.60^{ns}	0.59^{ns}	1.98^{ns}	1.85^{ns}
تنش خشکی Drought stress	1	0.011**	10419.16**	11774.05**	56.15**	165.21**	17115.76**	20205845.68**
خطای a	2	0.000004	1.06	2.7	0.2	0.5	2.6	4.2
اسید سالیسیلیک Salicylic acid	3	0.116**	35350.19**	33232.48**	163.62**	30.22**	13006.12**	13444296.59**
تنش خشکی × اسید سالیسیلیک Drought stress × Salicylic acid	3	0.0062**	485.41**	1598.13**	72.07**	19.23**	114.76**	6686965.28**
خطای b	6	0.000020	4.15	5.30	0.107	0.087	1.78	2.27
ضریب تغییرات (درصد) CV%	-	6.78	10.48	7.74	4.99	5.05	6.39	8.51

**، * و ^{ns} به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیرمعنی‌دار.

**, * and ^{ns} significant at 1%, 5% and non-significant probability levels, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- ب- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تنش خشکی و اسید سالیسیلیک بر صفات مرتبط با نیتروژن دانه و گیاه جو.

Table 2. B. Variance analysis (mean square) of studied traits.

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	انتقال مجدد نیتروژن برگ Remobilization of leaf N	کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن Physiological N efficiency	کل نیتروژن بوته در رسیدگی Total N in maturity	مجموع نیتروژن برگ و ساقه Leaf and stem N	نیتروژن ساقه Stem N	نیتروژن برگ Leaf N	نیتروژن دانه Grain N
تکرار Replication	2	0.0001^{ns}	0.55^{ns}	0.00002^{ns}	0.0002^{ns}	0.00005^{ns}	0.0003^{ns}	0.0003^{ns}
تنش خشکی Drought stress	1	0.13**	50.7**	1.15**	1.12**	0.1**	0.88**	0.0002^{ns}
خطای a	2	0.00003	0.4	0.0003	0.00004	0.0001	0.0002	0.0001
اسید سالیسیلیک Salicylic acid	3	0.03**	2579.5**	0.25**	0.17**	0.006**	0.11**	0.07**
تنش خشکی × اسید سالیسیلیک Drought stress × Salicylic acid	3	0.003**	123.3**	0.21**	0.06**	0.004**	0.04**	0.05**
خطای b	6	0.001	16.7	0.01	0.0005	0.0003	0.006	0.002
ضریب تغییرات (درصد) CV%	-	6.37	1.02	0.97	1.13	1.19	1.48	0.74

**، * و ^{ns} به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیرمعنی‌دار.

**, * and ^{ns} significant at 1%, 5% and non-significant probability levels, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن با افزایش مصرف اسید سالیسیلیک افزایش یافت و مصرف شش میلی‌مولار اسید سالیسیلیک با نسبت‌های ۱۲٤/٦ و ۱۳۲/۱ گرم ماده خشک کل بر گرم نیتروژن جذب‌شده به‌ترتیب در هر دو شرایط آبیاری و قطع آبیاری بیش‌ترین مقدار کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن را داشت. انتقال مجدد نیتروژن از برگ با افزایش مصرف اسید سالیسیلیک در هر دو شرایط آبیاری و قطع آبیاری افزایش یافت و مصرف چهار میلی‌مولار اسید سالیسیلیک با ۰/۳ درصد نیتروژن بیش‌ترین مقدار انتقال مجدد نیتروژن را در شرایط قطع آبیاری داشت و مصرف شش میلی‌مولار اسید سالیسیلیک با ۰/۲۱ درصد نیتروژن بیش‌ترین مقدار انتقال مجدد نیتروژن برگ را در شرایط آبیاری کامل داشت. گزارش شده است که در شرایط کمبود آب، عامل محدودکننده فراهمی نیتروژن، جذب نیتروژن توسط گیاه است (۹). کاهش معنی‌دار وزن هزاردانه در شرایط تنش، به‌دلیل زودرس شدن گیاه به‌منظور فرار از خشکی می‌باشد، زیرا زودرسی همراه با کاهش دوره پرشدن دانه، باعث کاهش زمان مورد نیاز گیاه برای تولید و یا انتقال مواد غذایی لازم به دانه‌ها شده و باعث کاهش وزن و چروکیدگی دانه می‌شود (۲۸).

جدول ۳- مقایسه میانگین سطوح اسید سالیسیلیک در شرایط آبیاری کامل برای عملکرد و اجزای عملکرد دانه.

Table 3. Comparison of salicylic acid levels in full irrigation condition for yield and yield component.

تعداد دانه در مترمربع Seeds per square meter	تعداد سنبله در مترمربع Spike number per square meter	تعداد دانه در سنبله seed number per spike	وزن هزاردانه (گرم) 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه (گرم بر مترمربع) seed yield ($g\ m^{-2}$)	عملکرد زیستی (گرم بر مترمربع) Biological yield ($g\ m^{-2}$)	کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) Water use efficiency ($kg\ m^{-3}$)	اسید سالیسیلیک (میلی‌مولار) Salicylic acid (mM)
8754.22^{c}	319.41^{d}	33.17^{b}	29.47^{c}	242.75^{d}	351.11^{d}	0.40^{d}	0
8771.33^{c}	333.18^{c}	29.95^{c}	38.45^{a}	311.69^{c}	470.91^{c}	0.52^{c}	2
10128.0^{b}	399.94^{b}	25.11^{d}	39^{a}	345.32^{b}	494.3^{b}	0.58^{b}	4
14148.1^{a}	415.38^{a}	34^{a}	30.96^{b}	432.49^{a}	544.57^{a}	0.72^{a}	6

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Meanseach column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability levels using LSD test.

جدول ٤- مقایسه میانگین سطوح اسید سالیسیلیک در شرایط قطع آبیاری برای عملکرد و اجزای عملکرد دانه.

Table 4. Comparison of salicylic acid levels in full irrigation condition for yield and yield component.

تعداد دانه در متر مربع Seeds per square meter	تعداد سنبله در مترمربع Spike number per square meter	تعداد دانه در سنبله seed number per spike	وزن هزاردانه (گرم) 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه (گرم بر مترمربع) seed yield ($g\ m^{-2}$)	عملکرد زیستی (گرم بر مترمربع) Biological yield ($g\ m^{-2}$)	کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) Water use efficiency ($kg\ m^{-3}$)	اسید سالیسیلیک (میلی‌مولار) Salicylic acid (mM)
8169.72^{d}	259.70^{d}	25.55^{a}	21.14^{d}	182.92^{d}	332.7^{d}	0.38^{d}	0
8531.09^{b}	292.66^{c}	25.50^{a}	35.67^{b}	300.53^{c}	409.54^{c}	0.63^{c}	2
8485.46^{c}	342.24^{b}	24.58^{b}	31.23^{c}	321.4^{b}	446.39^{b}	0.67^{b}	4
9275.06^{a}	359.68^{a}	25.61^{a}	37.60^{a}	350.22^{a}	505.30^{a}	0.73^{a}	6

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Means each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability levels using LSD test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقایسه میانگین سطوح اسید سالیسیلیک در شرایط آبیاری کامل برای میزان و کارآیی نیتروژن گیاه.

Table 5. Comparison of salicylic acid levels in full irrigation condition for content and plant nitrogen efficiency.

اسید سالیسیلیک (میلی‌مولار) Salicylic acid (mM)	نیتروژن دانه (گرم) Grain N (gr)	نیتروژن برگ (گرم) Leaf N (gr)	نیتروژن ساقه (گرم) Stem N (gr)	مجموع نیتروژن برگ و ساقه (گرم) Leaf and stem N (gr)	کل نیتروژن بوته در رسیدگی (گرم) Total N in maturity (gr)	کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن (گرم بر گرم) physiological N efficiency (gr/gr)	انتقال مجدد نیتروژن برگ (گرم) Remobilization of leaf N (gr)
0	1.86^{c}	1.51^{c}	0.44^{c}	1.95^{d}	4.22^{b}	83.1^{c}	0.004^{d}
2	1.91^{b}	1.78^{b}	0.47^{a}	2.25^{bc}	4.17^{b}	112.9^{b}	0.05^{c}
4	2.04^{a}	1.88^{a}	0.48^{a}	2.36^{a}	4^{c}	123.5^{a}	0.06^{b}
6	2.03^{a}	1.87^{a}	0.46^{b}	2.33^{a}	4.37^{a}	124.6^{a}	0.21^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن گرم ماده خشک کل بر گرم نیتروژن جذب‌شده می‌باشد.

Means each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability levels using LSD test.
The physiological N efficiency was calculated according gram of total dry matter to gram nitrogen absorbed.

جدول ٦- مقایسه میانگین سطوح اسید سالیسیلیک در شرایط قطع آبیاری برای میزان و کارآیی نیتروژن گیاه.

Table 6. Comparison of salicylic acid levels in cut irrigation condition for content and plant nitrogen efficiency.

اسید سالیسیلیک (میلی‌مولار) Salicylic acid (mM)	نیتروژن دانه (گرم) Grain N (g)	نیتروژن برگ (گرم) Leaf N (g)	نیتروژن ساقه (گرم) Stem N (g)	مجموع نیتروژن برگ و ساقه (گرم) Leaf and stem N (g)	کل نیتروژن بوته در رسیدگی (گرم) Total N in maturity (g)	کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن (گرم بر گرم) physiological N efficiency (g/g)	انتقال مجدد نیتروژن برگ (گرم) Remobilization of leaf N (g)
0	2.08^{b}	1.33^{c}	0.39^{b}	1.72^{c}	4.11^{a}	80.9^{d}	0.2^{b}
2	1.7^{d}	1.2^{d}	0.35^{c}	1.55^{d}	3.25^{c}	126.1^{b}	0.2^{b}
4	2.1^{a}	1.56^{a}	0.46^{a}	2.01^{a}	3.82^{b}	116.7^{c}	0.3^{a}
6	1.95^{c}	1.41^{b}	0.46^{a}	1.87^{b}	3.82^{b}	132.1^{a}	0.21^{b}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

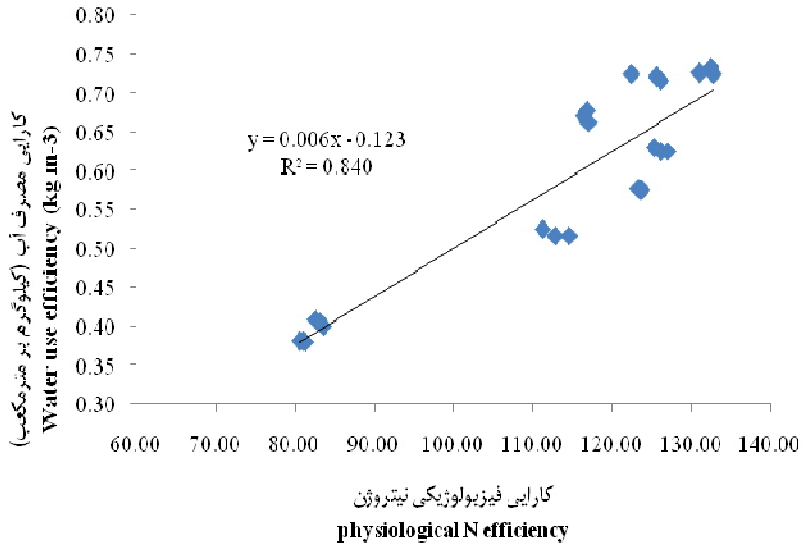
کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن گرم ماده خشک کل بر گرم نیتروژن جذب‌شده می‌باشد.

Means each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability levels using LSD test.
The physiological N efficiency was calculated according gram of total dry matter to gram nitrogen absorbed.

کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن که از کل ماده خشک تولیدشده تقسیم بر نیتروژن جذب‌شده حاصل می‌شود، در حقیقت نشان‌دهنده ارتباط فراهمی نیتروژن با تولید ماده خشک است و فارغ از مصرف اسید سالیسیلیک و شرایط آبیاری، هرچه کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن تا حدود ۱۳۵ افزایش یافت کارآیی مصرف آب نیز به‌صورت خطی اضافه شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت فراهمی نیتروژن درون بافت گیاهی تأثیر مثبتی بر کارآیی مصرف آب دارد (شکل ۱). اثر سطوح کود نیتروژن بر بهره‌وری آب گندم رقم سیروان در تیمارهای آبیاری مختلف بررسی شد و مشخص شد که فراهمی نیتروژن در مراحل مختلف رشد تأثیر مثبتی بر کارآیی مصرف آب داشت (۳۲).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- ارتباط کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن با کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) در جو.

Fig. 1. Correlation of physiological N efficiency with water use efficiency (kg/m^3) in barley.

برازش داده‌های کارآیی مصرف آب در مقابل حرکت مجدد نیتروژن صورت گرفت و نشان داد که رابطه کارآیی مصرف آب با افزایش حرکت مجدد نیتروژن برگ از روند منحنی درجه ۲ پیروی کرد. با مساوی صفر قرار دادن مشتق معادله حداکثر کارآیی مصرف آب در ۰/۲۹ انتقال مجدد نیتروژن برگ حاصل شد و بعد از آن با افزایش حرکت مجدد نیتروژن کارآیی مصرف آب کاهش یافت (جدول ۷ و شکل ۲).

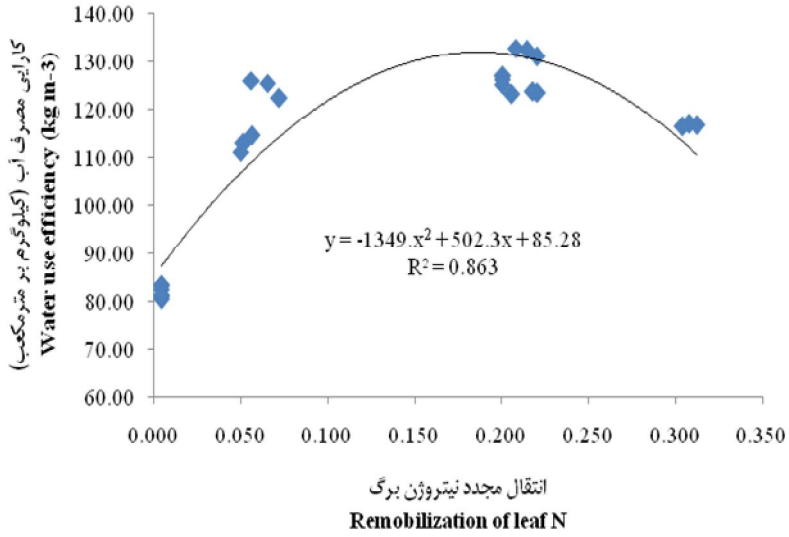
جدول ۷- ضرایب و مقادیر a، b و c در معادله درجه دو بین انتقال مجدد نیتروژن برگ با کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) در جو. X_0 (مشتق معادله درجه دو) مقدار انتقال مجدد نیتروژن برگ که کارآیی مصرف آب به حداکثر مقدار خود می‌رسد. RMSE جذر میانگین مربعات خطا، CV ضریب تغییرات و R^2 ضریب تبیین می‌باشد.

Table 7. Coefficients and quantities a, b and c in the second-order equation between leaf N remobilization with water use efficiency (kg/m^3) in barley. X_0 (derivative of the second order equation) is the amount of leaf N remobilization that water use efficiency (kg/m^3) in wheat its maximum value. RMSE is the root mean square error, CV coefficient of variation and R^2 is the coefficient of explanation.

a±SE	b±SE	c±SE	X_0	RMSE	CV	R^2	آبیاری Irrigation
-4.84±0.02	2.48±0.054	0.37±0.023	0.12	0.06	19	0.71	آبیاری کامل Full irrigation
-21.49±054	5.57±035	0.37±0.124	0.25	0.059	18	0.93	قطع آبیاری Cut irrigation

www.SID.ir

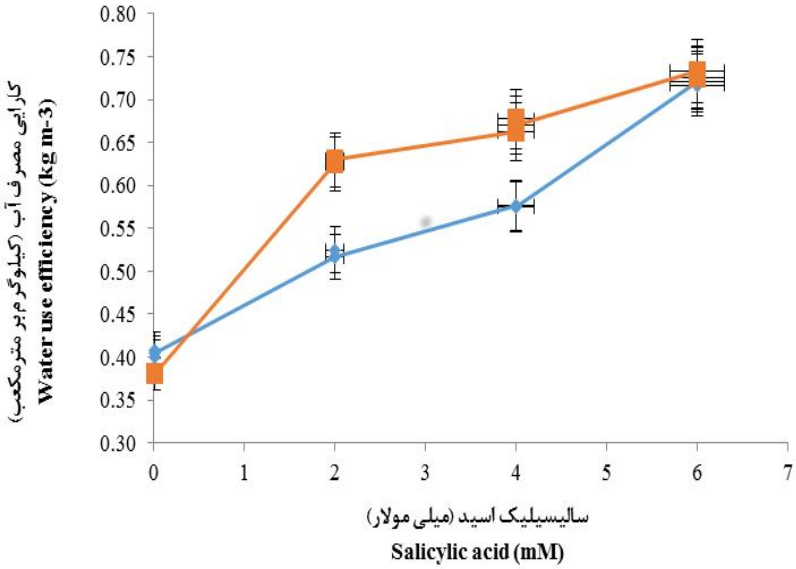
Archive of SID



شکل ۲- ارتباط انتقال مجدد نیتروژن برگ با کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) در جو.

Fig. 2. Correlation of leaf N remobilization with water use efficiency (kg/m^3) in barley.

بررسی کارآیی مصرف آب در شرایط مصرف مقادیر مختلف اسید سالیسیلیک نشان داد که در هر دو شرایط آبیاری کامل و قطع آبیاری با افزایش مصرف اسید سالیسیلیک، کارآیی مصرف آب افزایش یافت ولی در مصرف دو و چهار میلی‌مولار سالیسیلیک در شرایط قطع آبیاری مقدار کارآیی مصرف آب به نسبت آبیاری کامل مقدار بیش‌تری داشت (بدون مصرف اسید سالیسیلیک کارآیی مصرف آب مقداری جزئی پایین‌تر از آبیاری کامل بود) (جدول‌های ۵ و ٦ و شکل ۳).



شکل ۳- ارتباط اسید سالیسیلیک (میلی‌مولار) در شرایط قطع آبیاری (■) و آبیاری کامل (♦) با کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) در جو.

Fig. 3. Correlation of salicylic acid (mM) in cut irrigation (■) and full irrigation conditions (♦) with water use efficiency (kg/m^3) in barley.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن با افزایش مصرف اسید سالیسیلیک افزایش یافت و مصرف شش میلی‌مولار اسید سالیسیلیک با نسبت‌های ۱۲٤/٦ و ۱۳۲/۱ گرم ماده خشک کل بر گرم نیتروژن جذب‌شده به‌ترتیب در هر دو شرایط آبیاری و قطع آبیاری بیش‌ترین مقدار کارآیی فیزیولوژیکی نیتروژن را داشت. انتقال مجدد نیتروژن از برگ با افزایش مصرف اسید سالیسیلیک در هر دو شرایط آبیاری و قطع آبیاری افزایش یافت و مصرف چهار میلی‌مولار اسید سالیسیلیک با ۰/۳ درصد نیتروژن بیش‌ترین مقدار انتقال مجدد نیتروژن را در شرایط قطع آبیاری داشت و مصرف شش میلی‌مولار اسید سالیسیلیک با ۰/۲۱ درصد نیتروژن بیش‌ترین مقدار انتقال مجدد نیتروژن برگ را در شرایط آبیاری کامل داشت. در شرایط آبیاری کامل، مقایسه میانگین تیمارهای اسید سالیسیلیک نشان داد که کم‌ترین کارآیی مصرف آب در تیمار شاهد و بیش‌ترین آن به محلول‌پاشی شش میلی‌مولار اسید سالیسیلیک مربوط بود. هم‌چنین در شرایط تنش خشکی، تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک، کارآیی مصرف آب را افزایش داد. تنش خشکی ایجاد شده در دوره گرده‌افشانی تا آخر فصل رشد تأثیر منفی بارزی بر عملکرد و اجزای آن گذاشت و در نهایت باعث کاهش عملکرد و اجزای آن شد.

منابع

1. Arfan, M., Athar, H.R. and Ashraf, M. 2007. Does exogenous application of Salicylic Acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt stress? J. Plant Physiol. 164: 685-694.
2. Ashraf, M., Akram, N.A., Al-Qurainy, F. and Flooda, M.R. 2011. Drought tolerance: roles of organic osmolyts, growth, regulators and mineral nutrients. Adv. Agron. 111: 249-296.
3. Bates, L.S. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant Soil. 39: 205-207.
4. Bayat, S. and Sepehri, A. 2014. Effect of salicylic acid and paclobutrazol on yield and water use efficiency of corn (*Zea mays* L.) under moisture stress. 1th international and 13th Iranian crop science congress. Tehran, Iran.
5. Bremner, J.M. and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen-Total. In: Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. Eds., American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, Pp: 595-624.
6. Borsani, O., Valpuesta, V. and Botella, M.N. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in Arabidopsis seedling. Plant Physiol. 126: 1024-1030.
7. Borsanio, V. and Botella, M.A. 2001. Evidence for a role of Salicylic Acid in the oxidative damage generated by Nacl and osmotic stress in Arabidodsis stress in (Arabidopsis) seedlings. Plant Physiol. 126: 1024-1030.
8. Dalvandi, G., Ghanbari-Odivi, A., Farnia, A., Khalil-Tahmasebi, B. and Nabati, E. 2013. Effects of drought stress on the growth, yield and yield components of four wheat populations in different growth stages. Adv. Environ. Biol. 7: 4. 619-624.
9. Emam, Y., Salimi Koochi, S. and Shekoofa, A. 2009. Effect of nitrogen levels on grain yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum*, L.) under irrigation and rainfed conditions. Iranian J. Field Crop Res. 7: 321-332. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

10. Ezzat Ahmadi, M., Noormohammadi, Gh., Ghodsi, M. and Kafi, M. 2010. Effect of water stress and spraying of potassium iodide on agronomic traits and grain yield of bread wheat (*Tiriticum aistivum* L.) genotypes. Iranian J. Field Crops Res. 8: 2. 177-182. (Translated in Persian)
11. Fallahi, H.A., Nasseri, A. and Siadat, A. 2008. Wheat yield components are positively influenced by nitrogen application under moisture deficit environments. Inter. J. Agric. Biol. 10: 673-676.
12. FAOSTAT. 2012. FAO Statistical Data. (www.faostat.org.)
13. Farajzadeh, R., Sajedi, N.A. and Babaei, T. 2016. Effect of salicylic acid and post anthesis water deficit stress on some agronomic and physiological traits of different wheat genotypes. Cereal Res. 6: 2. 173-184. (In Persian)
14. Farhadi, N., Sayyahfar, M. and Shakarami, Gh. 2016. Effect of foliar applications of various levels of salicylic acid on yield and yield components of two barley cultivars under dry land farming conditions. Agric. Res. J. 8: 5. 25-40. (In Persian)
15. Fariduddin, Q., Hayat, S. and Ahmad, A. 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. Photosynthetica. 41: 2. 281-284.
16. Ghoulam, C.F., Ahmed, F. and Khalid, F. 2001. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. Environ. Exp. Bot. 47: 139-150.
17. Gill, P.K., Sharma, A.D., Singh, P. and Bnullar, S.S. 2003. Changes in germination, growth and soluble sugar contents of *Sorghum bicolor* L. Moench seeds under various a biotic stresses. Plant Growth Regul. 40: 154-162.
18. Ivandic, V., Thomas, W.T.B., Nevo, E., Zhang, Z. and Forster, B.P. 2003. Associations of simple sequence repeats with quantitative trait variation including biotic and abiotic stress tolerance in *Hordeum spontaneum*. Plant Breed. 122: 300-304.
19. Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M. and Ahmad, A. 2010. Effect of exogenous Salicylic Acid under changing environment: A review. Environ. Exp. Bot. 68: 14-25.
20. Hayat, S. and Ahmad, A. 2005. Salicylic acid: A plant hormone. Springer. Pp: 97-99.
21. Heidari, A., Bijan Zadeh, A., Naderi, R., and Imam, Y. 2016. Effect of seasonal drought stress and Salicylic Acid on grain yield and plant shadow temperature in two canola cultivars. J. Plant Physiol. 27: 37-53. (In Persian)
22. Kadioglu, A., Saruhan, N., Saglam, A., Terzi, R. and Acet, T.E. 2011. Exogenous salicylic acid alleviates effects of long term drought stress and delays leaf rolling by inducing antioxidant system. Plant Growth Regul. 64: 27-37.
23. Kaid Nezami, R. and Balochi, H. 2014. Physiological reactions of lentil plant (*Lens culinaris Medik*) to salinity stress and Salicylic Acid solution. J. Iranian Bean. St. 5: 2. 98-83. (In Persian)
24. Kheirkhah, M., Farazi, M., Dadkhah, A. and Khoshnood Yazdi, A. 2016. Use of glycine, thiophile and salicylic acid in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under irrigated conditions. Eco-Physiol. Crop Plant. 10: 37. 182-167. (In Persian)
25. Naghizadeh, M. and Gholami Tooran Poshti, M. 2014. Evaluation the effect of seed priming by salicylic acid on yield and yield components of wheat under drought stress conditions. J. Agroecol. 6: 1. 162-170. (In Persian)
26. Naghizadeh, M. and Gholami Toran Poshti, M. 2014. Effect of seed pre-treatment with Salicylic Acid on wheat yield and yield components under drought stress. J. Agric. Ecol. 6: 1. 170-162. (In Persian)
27. Pak Mehr, A., Shakeri, F. and Rastgo, M. 2015. The effect of seed priming with Salicylic Acid on some photosynthetic traits of blubber beans under stress at flowering stage. J. Iranian Pulses Res. 5: 2. 19-30. (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

28. Parzivand, A., Ghooshchi, F., Momayezi M. and Tohidimoghadam, M.H. 2011. Effects of zinc spraying and nitrogen fertilizer on yield and some seed qualitative traits of wheat under drought stress conditions. J. Crop Prod. Res. 3: 56-69.
29. Pireivatlou, A.S., Dehdar Masjedlou, B. and Ramiz, T.A. 2010. Evaluation of yield potential and stress adaptive trait in wheat genotypes under post anthesis drought stress conditions. African J. Agri. Res. 5: 2829-2836.
30. Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annual Review of Plant Physiol. Plant Molecular Biol. 43: 463-439.
31. Shabiri, S., Ghasemi Golazani, K., Golchin, A. and Saba, J. 2006. Effect of irrigation water on phenology and yield of three chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). J. Agric. Knowledge. 16: 2. 137-147. (In Persian)
32. Shahrasbi, S., Emam, Y., Ronaghi, A. and Pirasteh-Anosheh, H. 2016. Effect of drought stress and nitrogen fertilizer on grain yield and agronomic nitrogen use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Sirvan) in Fars Province, Iran conditions. J. Iranian Crop Sci. 17: 4. 349-363. (Translated in Persian)
33. Singh, B. and Usha, K. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regul. 39: 137-141.
34. Smart, R.E. and Bingham, G.E. 1974. Rapid estimates of relative water content. Plant Physiol. 53: 258-260.
35. Vahabi, N., Emam, Y. and Pirasteh-Anosheh, H. 2017. Improving wheat growth and yield using chlormequat chloride, salicylic acid and jasmonic acid under water stress. Iranian J. Field Crop Res. 15: 1. 124-135. (In Persian)
36. Valentovic, P., Luxova, M., Kolarovic, L. and Gasparikova, O. 2006. Effect of osmotic stress on compatible solutes content, membrane stability and water relations in two maize cultivars. Plant Soil Environ. 52: 4. 186-191.
37. Yousefirad, M., Asghari, M., Mohammadi, M. and Masoumi Zavarian, A. 2015. Effect of drought stress on yield, yield components and some physiological characteristics of seven barley cultivars. J. Agric. Res. 7: 4. 297-309.
38. Zargerian, M., Tehranifar, A., Nemati, H. and Siavashpour, B. 2016. The effect of Salicylic Acid on some morphophysiologic characteristics of sunflower seedlings in drought stress conditions. J. Hort. 30: 1. 162-151. (In Persian)
39. Zhang, Y.L., Fan, J.B., Wang, D.S. and Shen, Q.R. 2009. Genotypic differences in grain yield and physiological nitrogen use efficiency among rice cultivars. Pedosphere. 19: 681-691.

www.SID.ir