دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره پنجم، شماره اول، بهار و تابستان ۹۷
http://arpe.gonbad.ac.ir

ارزیابی اثر محلول‌پاشی اسیدسالیسیلات بر خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی ارقام ذرت (*Zea maize*) در شرایط تنش آبی

محمد میرزاخانی[1*]، زهرا همتی[2]
[1]گروه علوم کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فراهان
[2]دانشجوی علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، واحد اراک
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۲۸

چکیده

مقدمه: گیاهان زراعی ممکن است در مقطعی از دوره رشد خود با یکی از تنش‌های محیطی از جمله کم‌آبی، شوری، گرما و غیره برخورد نمایند که به‌صورت طبیعی موجب کاهش عملکرد آن‌ها می‌شود. از عمومی‌ترین پاسخ‌ها به تنش در گیاهان می‌توان به تولید انواع مختلفی از ترکیبات با نام عمومی محلول‌های سازگار نام برد. اسیدسالیسیلیک از گروه ترکیبات فنولی در گیاهان است و یک شبه هورمون و تنظیم‌کننده رشد گیاهی به حساب می‌آید و نقش مهمی را در تنظیم رشد و نمو گیاه ایفا می کند.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۰ به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه دانشگاه پیام‌نور اراک اجرا شد. تنش آبی به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح (I_0= آبیاری براساس نیاز آبی گیاه (شاهد)، I_1= آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه و I_2= آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) در کرت‌های اصلی و ارقام مختلف ذرت به‌عنوان عامل فرعی در سه سطح (V_1= S.C370, V_2= Apex, V_3= S.C704) در کرت‌های فرعی و تیمار محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک به‌عنوان عامل فرعی فرعی در دو سطح (عدم مصرف (Sa_0) و مصرف ۳۰۰ پی‌پی‌ام (Sa_1) در هکتار) در کرت‌های فرعی فرعی قرار گرفتند. صفاتی مانند ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ سبز، تعداد بلال در بوته، عملکرد بیولوژیکی گیاه و هدایت الکتریکی شیره سلولی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

*نویسنده مسئول: mmirzakhani@iau-farahan.ac.ir

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

نتایج: نتایج نشان دادند که اثر سطوح مختلف تنش آبی بر صفات ارتفاع گیاه، تعداد بلال در بوته، عملکرد بیولوژیکی گیاه و هدایت الکتریکی شیره سلولی معنی‌دار بود. هم‌چنین اثر تیمار ارقام مختلف ذرت نیز بر صفات ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ سبز، عملکرد بیولوژیکی گیاه و هدایت الکتریکی شیره سلولی معنی‌دار بود. در بین سطوح تیمار تنش آبی، بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیکی با میانگین ۴۰/۳۳ و ۲۸/۰۶ تن در هکتار به‌ترتیب متعلق به تیمار شاهد (آبیاری نرمال) و تیمار آبیاری براساس ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه بود. در بین ارقام ذرت نیز، بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیکی با میانگین ۴۰/۸۳ و ۲۶/۴۴ تن در هکتار به‌ترتیب متعلق به ارقام S.C704 و S.C370 بود.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان دادند که با افزایش شدت تنش آبی، رشد و نمو ذرت نیز تحت تأثیر منفی قرار گرفت؛ به‌طوری که عملکرد بیولوژیکی ذرت از میانگین ۴۰/۳۳ تن در هکتار در تیمار آبیاری شاهد به میانگین ۲۸/۰۶ تن در هکتار در آبیاری براساس ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه کاهش یافت. استفاده از محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی ارقام ذرت شد؛ ولی این افزایش معنی‌دار نبود.

واژه‌های کلیدی: ذرت، رژیم آبی، عملکرد بیولوژیکی، هدایت الکتریکی، هیبرید

مقدمه

ذرت به عنوان یک گیاه زراعی دو منظوره (دانه‌ای و علوفه‌ای) سومین گیاه زراعی مهم در جهان است که در تغذیه انسان و دام نقش مهمی دارد. علوفه ذرت نه تنها انرژی زیادی برای دام تولید می‌کند بلکه به‌دلیل نداشتن ترکیبات مضر تغذیه ای مانند اسیدپروسیک و اسیداگزالیک که در گیاهانی مانند سورگوم وجود دارند، در تمامی مراحل رشد، توسط دام قابل مصرف می‌باشد (Dahmardeh *et al.*, 2005). گیاهان زراعی ممکن است در مقطعی از دوره رشد خود با یکی از تنش‌های محیطی از جمله کم آبی، شوری، گرما و غیره برخورد نمایند که به‌صورت طبیعی موجب کاهش عملکرد آن‌ها می‌شود. از عمومی‌ترین پاسخ‌ها به تنش در گیاهان می‌توان به تولید انواع مختلفی از ترکیبات با نام عمومی محلول‌های سازگار نام برد. این ترکیبات عموماً دارای وزن مولکولی پائین هستند و از آن جمله می‌توان ترکیباتی نظیر پرولین، گلایسین، بتائین، اسیدسالیسیلیک و غیره را نام برد که از نظر تنظیم اسمزی، سمیت‌زدایی، حفظ انسجام غشاء و حفظ نسبت آنزیم‌ها و پروتئین‌ها موجب بهبود وضیت عمومی گیاه می‌گردند (Ashraf and Foolad, 2007).

اسیدسالیسیلیک از گروه ترکیبات فنولی در گیاهان است و یک شبه هورمون و تنظیم‌کننده گیاهی به حساب می‌آید و نقش مهمی را در تنظیم رشد و نمو گیاه ایفا می‌کند (Raskin, 1992). اسیدسالیسیلیک به‌وسیله سلول‌های ریشه تولید می‌شود و نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد، تکامل گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه زنی ایفا می‌کند. القای

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

گلدهی، جلوگیری از سنتز اتیلن، تأثیر در باز و بسته شدن روزنه‌ها و تنفس از دیگر نقش‌های مهم آن به‌شمار می‌رود (El-Tayeb *et al.*, 2005). اسیدسالیسیلیک یکی از مولکول‌های سیگنال‌دهنده مهم است که باعث عکس‌العمل گیاه در برابر تنش‌های محیطی می‌شود. این ماده همانند یک آنتی‌اکسیدانت غیرآنزیمی نقش مهمی را در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی در گیاه ایفا می کند (Arfan *et al.*, 2007). علاوه‌بر این اسیدسالیسیلیک به‌عنوان یک مولکول پیام رسان در مقاومت اکتسابی سیستمیک شناخته می‌شود (Raskin, 1992). این ماده در واکنش‌های دفاعی گیاه به تنش‌های غیرزنده هم‌چون خشکی، سرما و گرما مشارکت می‌کند (Yuan and Lin, 2008). اثر تنش خشکی و اسیدسالیسیلیک بر رشد و عملکرد علوفه و دانه ذرت رقم دابل کراس ۳۷۰ بررسی کردند، آن‌ها گزارش کردند که خشکی باعث کاهش کلروفیل، محتوی نسبی آب، وزن تر و خشک علوفه و افزایش نشت یونی گردید. در مقابل، اسیدسالیسیلیک سبب افزایش معنی‌دار کلروفیل، محتوی نسبی آب، وزن خشک علوفه و کاهش معنی‌دار نشت یونی گردید و بیشترین تأثیر مربوط به تیمار خیساندن بذر بود. هم‌چنین اثر اسیدسالیسیلیک بر بهبود رشد و افزایش عملکرد در هر دو شرایط تنش و غیرتنش محسوس بود و به‌طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد دانه گردید (Mehrabian-moghaddam *et al.*, 2011).

محققان گزارش نمودند افزودن اسیدسالیسیلیک به محلول رشد آبکشت نهال‌های ذرت با تحریک تولید عوامل آنتی‌اکسیدان، باعث افزایش تحمل به سرما گردید (Janda *et al.*, 1999). در گزارش دیگری غلظت ۱/۴ میلی‌مول از اسیدسالیسیلیک سبب ایجاد مقاومت به شوری در ذرت گردید (Hussein *et al.*, 2007). گزارش شد که استفاده از استیل اسیدسالیسیلیک با غلظت‌های ۱-۰/۱ میلی‌مولار به‌صورت خیساندن بذری و اسپری برگی بر روی دانهال‌های خربزه اثرات تنش خشکی را در این گیاه کاهش می‌دهد (Korkmaz *et al.*, 2007). استفاده از اسید الیسیلیک به‌صورت اسپری برگی بر روی برگ‌های خیار (Yildirim *et al.*, 2008) و ذرت (Khodary, 2004) میزان وزن تر شاخساره و ریشه، وزن خشک شاخساره و ریشه، قطر ساقه و تعداد برگ را در شرایط شوری نسبت به شاهد افزایش داد.

آزمایشی جهت بررسی تأثیر پرایمینگ اسیدسالیسلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی رقم پرستو تحت تنش کم‌آبی، انجام شده است و نتایج آن حاکی از آن بود که پرایمینگ بذور با اسیدسالیسلیک، باعث افزایش طول غلاف، تعداد غلاف، تعداد دانه، وزن صد دانه در غلاف‌های شاخه اصلی و فرعی، زیست توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت در هر دو شرایط آبیاری و تنش شد (Pak Mehr *et al.*, 2011). به‌منظور بررسی اثر پیش تیمار اسید سالیسیلیک بر جوانه زنی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشای گیاهچه گندم در تنش شوری، آزمایشی انجام دادند که در آن بذرهای گندم، رقم روشن پس از خیساندن در محلول‌های ۰، ۰/۵ و ۱

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک منتقل کردند، نتایج نشان داد که تنش شوری باعث کاهش درصد جوانه‌زنی در بذرهای گندم شده، به‌طوری‌که غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار نمک سبب کاهش ۱۷/۶۴ درصد جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد شد (Dolat Abadi *et al.*, 2008). هدف از انجام آزمایش ارزیابی محلول‌پاشی اسیدسالیسیلات بر خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی ارقام ذرت در شرایط کم آبیاری در اراک بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۰ در مزرعه آموزشی و تحقیقاتی دانشگاه پیام نور واحد اراک با خاک زراعی شنی لومی، اجرا گردید. از خصوصیات آب و هوایی این منطقه، تابستان‌های نسبتاً ملایم و زمستان‌های سرد است. آزمایش به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی به تنش آبی در سه سطح I_0= آبیاری براساس نیاز آبی گیاه (شاهد)، I_1= آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، I_2= آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه، و کرت‌های فرعی به ارقام ذرت در سه سطح V_1= S.C370، V_2= Apex و V_3= S.C704 و کرت‌های فرعی فرعی به محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک در دو سطح Sa_0= Control و Sa_1= 300 پی‌پی‌ام در هکتار اختصاص یافتند. هر کرت آزمایشی شامل چهار خط کاشت به طول پنج متر، فاصله بین ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ها ۲۵ سانتی‌متر (تراکم ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار) بود. با توجه به نتایج آزمایش خاک مزرعه محل مورد نظر (جدول ۱)، عناصر نیتروژن و فسفر خالص به‌ترتیب به مقدار ۳۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از کودهای اوره و سوپرفسفات‌تریپل به خاک مزرعه اضافه شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر)

Table 1 -Physical and chemical properties of the soil (deep of 0-30 cm)

اسیدیته pH	پتاسیم K (ppm)	نیتروژن N (%)	فسفر P (ppm)	بافت خاک Soil Texture	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	شن Sand (%)
7.7	240	0.04	10	Loami	40	23	37

مبارزه با علف‌های‌هرز به موقع و به روش دستی انجام شد. در زمان برداشت تعداد ۲۰ بوته از هر کرت آزمایشی با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای به‌طور کاملاً تصادفی انتخاب شدند و صفاتی چون ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد برگ سبز، تعداد بلال در بوته، عملکرد بیولوژیکی گیاه و هدایت الکتریکی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

شیره سلولی اندازه‌گیری و ثبت شد. نحوه اعمال تنش (حجم آب مصرفی بر حسب مترمکعب) با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

۶۰÷ {(دبی آب ورودی) ÷ (ارتفاع تبخیر از تشتک × حجم تشتک تبخیر × راندمان آبیاری × مساحت کرت × ضریب گیاهی) × ۱۰۰۰}

در این فرمول برای جایگذاری اعداد، از تشتک تبخیر کلاس A و از آمارهای روزانه‌ی ایستگاه هواشناسی اراک استفاده گردید. دبی آب ورودی سیفون‌ها محاسبه شد و ضریب گیاهی از جدول کتاب نیاز آبی گیاهان در ایران به‌دست آمد (Alizadeh and Kamali, 2007). سپس با توجه به اعداد حاصل شده و میزان اعمال تنش، اقدام به آبیاری ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاهان گردید.

جهت تعیین هدایت الکتریکی شیره سلولی، ابتدا به تعداد کرت‌های آزمایش لوله‌های آزمایشگاهی ۱۵ میلی‌لیتری انتخاب و داخل هر یک ۱۰ میلی‌لیتر محلول مانیتول با پتانسیل اسمزی ۲- اتمسفر ریخته شد. سپس ده دیسک به قطر یک سانتی‌متر از پهنک برگ‌های گیاهان هر تیمار تهیه و به مدت ۲۴ ساعت داخل لوله‌های آزمایش قرار داده شد. پس از گذشت مدت زمان لازم مقدار هدایت الکتریکی محلول هر لوله آزمایش به‌طور جداگانه با دستگاه هدایت سنج‌الکتریکی اندازه‌گیری و ثبت شد. محلول هر لوله آزمایشی که هدایت الکتریکی بیشتری را نشان دهد، بیانگر تخریب بیشتر غشای سلولی بافت گیاهان موجود در آن است (Ashkani *et al.*, 2007). هم‌چنین برای تعیین عملکرد علوفه، در هر کرت پس از حذف اثرات حاشیه‌ای از دوخط میانی مساحت ۴ مترمربع برداشت، توزین و عملکرد علوفه هرکرت برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه و ثبت شد. پس از تجزیه داده‌ها، میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. هم‌چنین کلیه ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه، محاسبه و معنی‌دار بودن آن‌ها به‌وسیله نرم‌افزار Mstat-c تعیین گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه: در جدول تجزیه واریانس اثر تیمار تنش آبی و ارقام مختلف ذرت بر صفت ارتفاع بوته در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). در بین ارقام مورد بررسی، بیشترین ارتفاع گیاه با میانگین ۱۵۰/۸ سانتی‌متر و کمترین آن با میانگین ۱۱۷/۶۱ سانتی‌متر به‌ترتیب متعلق به ارقام S.C704 و S.C370 بود (جدول ۳). این تفاوت مربوط به طول دوره رشد و نمو ارقام ذرت است که رقم S.C704 نسبت به سایر ارقام از همه دیررس‌تر می‌باشد. با مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل سه‌گانه بیشترین ارتفاع گیاه با میانگین ۱۶۹/۴ سانتی‌متر مربوط به تیمار آبیاری نرمال + هیبرید pex + مصرف اسیدسالیسیلیک و کمترین آن با میانگین ۹۴/۱۳ سانتی‌متر مربوط به تیمار آبیاری براساس ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه + هیبرید 370 + مصرف اسیدسالیسیلیک بود (جدول ۴).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات ذرت تحت شرایط تنش آبی و کاربرد اسیدسالیسیلیک

Table 2- Variance analysis (MS) of corn characters under water stress and salicylic acid application

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	ارتفاع گیاه Plant height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد برگ سبز Number of green leaf
تکرار Replication	2	1940.79 ^{ns}	0.09 ^{ns}	1.28 ^{ns}
تنش آبی Water stress (W)	2	6223.68 **	0.17 ^{ns}	0.91 ^{ns}
خطا a Error (a)	4	352.79	0.28	0.81
هیبرید Hybrid (V)	2	5955.47 **	1.65 **	9.62 **
تنش آبی×هیبرید W × V	4	133.71 ^{ns}	0.12 ^{ns}	0.50 ^{ns}
خطای b Error (b)	12	202.73	0.15	0.37
اسیدسالیسیلک Salicylic Acid (Sa)	1	38.67 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.90 ^{ns}
تنش آبی×اسیدسالیسیلک W × Sa	2	61.11 ^{ns}	0.33 **	0.47 ^{ns}
هیبرید×اسیدسالیسیلک V × Sa	2	33.22 ^{ns}	0.22 *	0.36 *
تنش×هیبرید×اسیدسالیسیلک W × V × Sa	4	15.83 **	0.17 *	0.02 ^{ns}
خطای c Error (c)	18	50.04	0.046	0.38
ضریب تغییرات CV (%)	-	5.11	11.78	5.97

ns، * و **: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

به‌نظر می‌رسد که در این آزمایش با ایجاد محدودیت آبی روند کاهشی ارتفاع بوته مشاهده شد. با کاهش میزان رطوبت قابل دسترس گیاه، معمولاً رشد و تقسیم سلولی نیز کاهش خواهد یافت و در نتیجه گیاه ارتفاع کمتری تولید می‌نماید؛ هم‌چنین تنش آبی از طریق کاهش سرعت رشد گیاه باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌شود. هرچه اعمال تنش زودتر آغاز گردد؛ تأثیر بیشتری بر ارتفاع گیاه دارد. نتایج محققان نشان داد که بین سطوح مختلف تیمار تنش آبی و تیمار اسیدسالیسیلیک از نظر ارتفاع بوته

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

اختلاف آماری معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. به‌طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار ارتفاع گیاه در تیمار آبیاری ۷ روز یک‌بار با میانگین ۱۳۷/۵ و ۱۲۱/۱ سانتی‌متر به‌ترتیب متعلق به تیمار خیساندن بذر با محلول اسیدسالیسیلیک (غلظت ۰/۱ میلی‌مولار) و تیمار محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک در مرحله سه برگی ذرت بود (Mehrabian-moghaddam et al., 2011).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر تنش آبی، رقم و اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات زراعی ذرت

Table 3- Average comparison of effects of water stress, cultivar and salicylic acid on agronomic characteristics of corn

تیمارها Treatments	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	قطر ساقه Stem diameter (cm)	تعداد برگ سبز Number of green leaf
تنش آبی Water stress			
شاهد I_0	157.4 a	1.89 a	10.49 a
۸۰٪ نیاز آبی گیاه I_1	137.7 b	1.84 a	10.41 a
۶۰٪ نیاز آبی گیاه I_2	120.2 c	1.70 a	10.07 a
هیبرید Hybrid			
S.C370	117.6 b	1.48 b	9.47 b
Apex	147.0 a	2.08 a	10.76 a
S.C704	150.8 a	1.86 a	10.73 a
اسیدسالیسیلیک Salicylic acid			
عدم مصرف Sa_0	139.3 a	1.77 a	10.45 a
۳۰۰ پی‌پی‌ام Sa_1	137.6 a	1.85 a	10.18 a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش آبی، رقم و اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات زراعی ذرت

Table 4- Average comparison of intraction effect water stress, cultivar and salicylic acid on agronomic characteristics of corn

تیمارها Treatments	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	قطر ساقه Stem diameter (cm)	تعداد برگ سبز Number of green leaf
W_0 V_1 Sa_0	133.8 cd	1.56 ef	9.33 b-e
W_0 V_1 Sa_1	136.1 cd	1.60 ef	9.56 c-e
W_0 V_2 Sa_0	166.6 a	2.16 bc	11.03 ab
W_0 V_2 Sa_1	169.4 a	1.93 b-e	10.83 ab
W_0 V_3 Sa_0	168.0 a	2.06 b-d	10.60 a-c
W_0 V_3 Sa_1	170.5 a	2.03 b-d	11.00 ab
W_1 V_1 Sa_0	124.1 de	1.66 d-f	9.90 b-e
W_1 V_1 Sa_1	117.5 e	1.60 ef	9.16 e
W_1 V_2 Sa_0	144.5 bc	2.03 b-d	10.90 ab
W_1 V_2 Sa_1	135.9 cd	2.20 b	10.20 a-e
W_1 V_3 Sa_0	150.6 b	1.96 b-e	11.37 a
W_1 V_3 Sa_1	153.6 b	1.60 ef	10.90 ab
W_2 V_1 Sa_0	99.77 f	1.16 g	9.26 de
W_2 V_1 Sa_1	94.13 f	1.33 fg	9.03 e
W_2 V_2 Sa_0	134.9 cd	1.60 ef	10.93 ab
W_2 V_2 Sa_1	130.9 cd	2.60 a	10.63 a-c
W_2 V_3 Sa_0	131.5 cd	1.76 c-e	10.13 b-e
W_2 V_3 Sa_1	130.3 d	1.76 c-e	10.40 a-d

W_0، W_1 و W_2: به‌ترتیب شامل: آبیاری شاهد، آبیاری براساس ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه، V_1, V_2, V_3: به‌ترتیب شامل: هیبریدهای S.C370، Apex و S.C704 و Sa_1، Sa_0 به‌ترتیب شامل: عدم مصرف و مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسیدسالیسیلیک.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

در پژوهشی ارقام مختلف ذرت و سطوح مختلف مصرف اسیدسالیسیلیک از نظر ارتفاع گیاه در گروه‌های آماری متفاوت قرار گرفتند. به‌طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار ارتفاع گیاهچه‌های ذرت با میانگین ۳۲/۴۷ میلی‌متر و ۲۲/۷۱ سانتی‌متر به‌ترتیب مربوط به تیمار رقم ۷۰۴ ذرت + مصرف یک میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک و تیمار رقم ۵۰۴ ذرت + عدم مصرف اسیدسالیسیلیک بود (Zarei *et al.*, 2012). محققان اظهار داشتند که در شرایط بدون تنش، سطوح تیمار اسیدسالیسیلیک تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشتند، ولی در شرایط تنش خشکی، کلیه سطوح تیمار اسیدسالیسیلیک سبب افزایش ارتفاع گیاه گردیدند و بیشترین افزایش مربوط به تیمار خیساندن بذر با میانگین ۱۲۱ سانتی‌متر و تیمار

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

خیساندن بذر + محلول‌پاشی در مرحله گرده افشانی با میانگین ۱۲۱/۷ سانتی‌متر به میزان ۱۴ درصد بود. تیمار شاهد با میانگین ۱۰۶/۷ سانتی‌متر کم‌ترین مقدار ارتفاع بوته را داشت (Mehrabian Moghaddam *et al.*, 2011). گزارش شده است که اسیدسالیسیلیک باعث افزایش تقسیم سلولی درون مریستم گیاهچه‌ها می‌شود و هم‌چنین رشد گیاه را بهبود می‌بخشد (Shakirova *et al.*, 2003).

قطر ساقه: از بین تیمارهای مورد بررسی، قطر ساقه در سطح آماری یک درصد تحت تأثیر ارقام مختلف ذرت قرار گرفت و اثر تنش آبی و محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک غیرمعنی‌دار شدند (جدول ۲). در بین سطوح مختلف مصرف اسیدسالیسیلیک تفاوت معنی‌داری از نظر قطر ساقه مشاهده نشد؛ ولی تیمار مصرف ۳۰۰ پی‌پی‌ام اسیدسالیسیلیک با میانگین ۱/۸۵ سانتی‌متر و تیمار عدم مصرف اسیدسالیسیلیک با میانگین ۱/۷۷ سانتی‌متر به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین قطر ساقه را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). در جدول مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل، بیشترین مقدار قطر ساقه با میانگین ۲/۶۰ سانتی‌متر مربوط تیمار آبیاری براساس ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه + هیبرید Apex + مصرف اسیدسالیسیلیک و کمترین مقدار آن با میانگین ۱/۱۶ سانتی‌متر مربوط به تیمار آبیاری براساس ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه + هیبرید S.C370 + عدم مصرف اسیدسالیسیلیک بود (جدول ۴).

با افزایش طول دوره رشد و نمو ارقام ذرت، معمولاً حجم رویشی گیاه و ارتفاع بوته نیز افزایش می‌یابد و به همین خاطر گیاه باید دارای قطر ساقه بیشتری باشد تا بتواند وزن اندام‌های هوایی را تحمل نماید. محققان گزارش نمودند که اثر سطوح مختلف تیمار مصرف اسیدسالیسیلیک بر صفت قطر ساقه اختلاف آماری معنی‌داری نداشت؛ ولی بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار قطر ساقه با میانگین ۱/۹۰ و ۱/۷۲ سانتی‌متر به‌ترتیب متعلق به تیمار محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک (با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام) و تیمار عدم مصرف اسیدسالیسیلیک بود (Hussein *et al.*, 2007). در تحقیقی قطر ساقه تحت تأثیر تیمار تنش خشکی و مصرف اسیدسالیسیلیک در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد. در بین سطوح تنش آبی، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار قطر ساقه با میانگین ۳/۷ و ۲/۹ سانتی‌متر به‌ترتیب متعلق به تیمار شاهد و تیمار قطع آبیاری به مدت شش روز بود. هم‌چنین بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار قطر ساقه با میانگین ۴/۳ و ۳/۳ سانتی‌متر به‌ترتیب متعلق به تیمار محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک (با غلظت یک میلی‌مولار) و تیمار عدم مصرف اسیدسالیسیلیک بود (Bayat *et al.*, 2011). سایر پژوهشگران بیان داشتند که بین سطوح مختلف تیمار مصرف اسیدسالیسیلیک و تنش شوری از نظر قطر ساقه ذرت اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت؛ ولی بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار قطر ساقه با میانگین ۱۸/۴۶ میلی‌متر و ۱۴/۴۵ میلی‌متر به‌ترتیب متعلق به تیمار (تنش شوری + مصرف دو میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک) و تیمار (تنش شوری + مصرف یک میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک) بود (Levent Tuna *et al.*, 2007).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

در تحقیقی مشخص شد که ارقام مختلف ذرت و سطوح مختلف مصرف اسیدسالیسیلیک از نظر قطر ساقه در گروه‌های آماری متفاوت قرار گرفتند؛ به‌طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار قطر ساقه گیاهچه‌های ذرت با میانگین ۲۰/۱۰ میلی‌متر و ۱۵/۲۹ میلی‌متر به‌ترتیب مربوط به تیمار رقم ۷۰۴ ذرت + مصرف یک میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک و تیمار رقم ۵۰۴ ذرت + عدم مصرف اسیدسالیسیلیک بود (Zarei *et al.*, 2012). محققان اظهار داشتند صفت قطر ساقه ذرت تحت تأثیر تیمار تنش آبی قرار گرفت و در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد. تیمار آبیاری شاهد (آبیاری پس از تخلیه ۵۰ درصد رطوبت خاک) با میانگین ۱/۶۸ سانتی‌متر و تیمار تنش آبی شدید (آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد رطوبت خاک) با میانگین ۱/۳۶ سانتی‌متر به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار عملکرد بیولوژیکی را به خود اختصاص دادند (Sheykhbagloo *et al.*, 2009).

تعداد برگ سبز: صفت تعداد برگ سبز در بوته تحت تأثیر تیمار ارقام مختلف ذرت علوفه‌ای قرار گرفت و در سطح آماری یک درصد معنی دار شد (جدول ۲)؛ به‌طوری که در جدول مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی، بیشترین تعداد برگ سبز در گیاه با میانگین ۱۰/۷۶ عدد مربوط به رقم Apex و کمترین تعداد آن با میانگین ۹/۴۷ عدد مربوط به رقم S.C370 بود (جدول ۳). تعداد برگ در گیاه تحت تأثیر عامل داخلی (ژنتیک گیاه) بوده و به ندرت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می گیرد. به‌همین دلیل است که در این آزمایش هم، اثر تیمار تنش آبی و مصرف اسیدسالیسیلیک بر تعداد برگ سبز در گیاه غیر معنی‌دار شده است. معمولاً هر چه رقم دیررس‌تر باشد و طول دوره رشد و نمو آن بیشتر باشد؛ تعداد برگ تولیده شده در آن نیز بیشتر خواهد بود.

محققان گزارش نمودند که اثر سطوح مختلف تیمار مصرف اسیدسالیسیلیک بر صفت تعداد برگ سبز گیاه اختلاف آماری معنی‌داری در سطح پنج درصد داشت. به‌طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد برگ سبز با میانگین ۱۰ و ۸/۷ عدد به‌ترتیب متعلق به تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک (با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام) و تیمار عدم مصرف اسیدسالیسیلیک بود (Hussein *et al.*, 2007). در تحقیق دیگری بین سطوح مختلف تیمار مصرف اسیدسالیسیلیک از نظر شاخص سطح برگ اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت؛ به‌طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص سطح برگ با میانگین ۳/۷۶ و ۰/۷۹ به‌ترتیب متعلق به تیمار محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک (با غلظت ۰/۲۵میلی‌مول) و تیمار عدم مصرف اسیدسالیسیلیک بود (He *et al.*, 2005). نتایج یک پژوهش نشان داد که صفت تعداد برگ تحت تأثیر تیمار تنش خشکی قرار نگرفت؛ ولی مصرف اسیدسالیسیلیک در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد برگ با میانگین ۴/۵ و ۲/۸ عدد به‌ترتیب متعلق به تیمار محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک (با غلظت یک میلی‌مولار) و تیمار عدم مصرف اسیدسالیسیلیک بود (Bayat *et al.*, 2011).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

نتایج تحقیقی نشان داد که اثر سطوح مختلف تیمار مصرف اسیدسالیسیلیک بر صفت تعداد برگ در گیاه ذرت اختلاف آماری معنی‌داری در سطح یک درصد داشت؛ به‌طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد برگ سبز در مرحله رشد رویشی ذرت با میانگین ۴/۱۷ و ۳/۲۵ عدد به‌ترتیب متعلق به تیمار محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک (با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام) و تیمار عدم مصرف اسیدسالیسیلیک بود (Farahbakhsh and Shamsaddin Saiid, 2011). سایر محققان اظهار داشتند که صفت تعداد کل برگ در گیاه ذرت تحت تأثیر تیمار تنش آبی قرار نگرفت؛ ولی در جدول مقایسه میانگین‌ها تیمار آبیاری شاهد (آبیاری پس از تخلیه ۵۰ درصد رطوبت خاک) با میانگین ۱۳ عدد و تیمار تنش آبی شدید (آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد رطوبت خاک) با میانگین ۱۲/۸ عدد به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد برگ در بوته را به خود اختصاص دادند (Sheykhbagloo *et al.*, 2009).

تعداد بلال در بوته: در جدول تجزیه واریانس صفات، تعداد بلال در بوته تحت تأثیر سطوح مختلف تنش آبی قرار گرفت و در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). هر چند اثر محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک بر صفت تعداد بلال در بوته معنی دار نشد؛ ولی باعث افزایش تعداد بلال از ۷۶۰۰۰ به ۷۷۶۰۰ عدد در هکتار شد (جدول ۶). در جدول مقایسه میانگین‌ها، در بین سطوح تیمار تنش آبی، بیشترین تعداد بلال در بوته با میانگین ۱/۰۷ عدد در هر بوته مربوط به تیمار آبیاری شاهد و کمترین تعداد آن با میانگین ۰/۸۷ عدد در هر بوته مربوط به تیمار تنش شدید آبی (آبیاری براساس ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) بود (جدول ۶).

تعداد بلال در بوته در زراعت ذرت از اهمیت خاصی برخوردار است؛ زیرا یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده کیفیت علوفه در تغذیه دام‌ها می‌باشد. با شدت یافتن تنش آبی مقدار رشد رویشی و توسعه برگ‌ها در گیاه کاهش می‌یابد و در پی آن نیز مجموع کربوهیدرات‌های تولید شده در گیاه نقصان خواهد یافت و شرایط برای تولید تعداد بیشتری از بلال فراهم نخواهد شد. محققان گزارش نمودند که صفت تعداد سنبله در مترمربع تحت تأثیر تیمار مصرف اسیدسالیسیلیک در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد سنبله با میانگین ۵۲۰/۷۵ و ۴۱۶ عدد به‌ترتیب متعلق به تیمار محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک با غلظت ۰/۲۵ میلی‌مولار در لیتر + خیساندن بذور در محلول ۰/۲۵ میلی‌مولار در لیتر اسیدسالیسیلیک) و تیمار محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار در لیتر + خیساندن بذور در محلول ۰/۵ میلی‌مولار در لیتر اسیدسالیسیلیک بود (Shoaa and Miri, 2012). در تحقیق دیگری بین سطوح مختلف تیمار مصرف اسیدسالیسیلیک و تنش شوری از نظر تعداد بلال در گیاه ذرت اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشت. به‌طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد بلال در گیاه با میانگین ۲/۷۷ عدد و ۱/۸۸ سانتی‌متر به‌ترتیب متعلق به تیمار شاهد و تیمار (تنش شوری + مصرف یک میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک بود (Levent Tuna *et al.*, 2007).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات ذرت تحت شرایط تنش آبی و کاربرد اسیدسالیسیلیک

Table 5- Variance analysis (MS) of corn characters under water stress and salicylic acid application

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	تعداد بلال در بوته Number of ear/plant	عملکرد بیولوژیکی گیاه Biological yield of plant	هدایت الکتریکی شیره سلولی Electrical conductivity of cell sap
تکرار Replication	2	0.001 ^{ns}	4.13 ^{ns}	1224.01 ^{ns}
تنش آبی Water stress (W)	2	0.189 *	692.35 **	554792.51 **
خطا a Error (a)	4	0.01	20.32	7459.74
هیبرید Hybrid (V)	2	0.030 ^{ns}	992.90 **	15796.07 *
تنش آبی × هیبرید W × V	4	0.021 ^{ns}	32.26 *	14956.29 *
خطای b Error (b)	12	0.014	6.34	3606.38
اسیدسالیسیلک Salicylic Acid (Sa)	1	0.005 ^{ns}	18.96 ^{ns}	2360.16 ^{ns}
تنش آبی×اسیدسالیسیلک W × Sa	2	0.064 **	32.01 ^{ns}	9004.66 ^{ns}
هیبرید×اسیدسالیسیلک V × Sa	2	0.036 ^{ns}	51.46 ^{ns}	1066.88 ^{ns}
آبی×هیبرید×اسیدسالیسیلک W × V × Sa	4	0.013 ^{ns}	31.93 ^{ns}	4153.22 *
خطای c Error (c)	18	0.01	9.24	3863.24
ضریب تغییرات CV (%)	-	10.65	8.76	3.46

ns، * و **: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های اثر تنش آبی، رقم و اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات فیزیولوژیکی ذرت

Table 6- Average comparison of effects water stress, cultivar and salicylic acid on physiological characteristics of corn

تیمارها Treatments	تعداد بلال در بوته Number of ear/plant	عملکرد بیولوژیکی گیاه Biological yield of plant (ton/ha)	هدایت الکتریکی شیره سلولی Electrical conductivity of cell sap (µs/cm)
تنش آبی Water stress			
شاهد I_0	1.07 a	40.33 a	1646 c
۸۰٪ نیاز آبی I_1	0.93 b	35.72 b	1748 b
۶۰٪ نیاز آبی I_2	0.87 b	28.06 c	1988 a
هیبرید Hybrid			
S.C 370 V_1	0.93 a	26.44 c	1828 a
Apex V_2	0.95 a	36.83 b	1780 b
S.C 704 V_3	1.01 a	40.83 a	1774 b
اسیدسالیسیلیک Salicylic acid			
عدم مصرف SA_0	0.95 a	34.11 a	1787 a
۳۰۰ پی‌پی‌ام SA_1	0.97 a	35.29 a	1800 a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

عملکرد بیولوژیکی: اثر تیمار تنش آبی و ارقام مختلف ذرت بر صفت عملکرد بیولوژیکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۵)؛ به‌طوری‌که در جدول مقایسه میانگین‌ها، بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیکی با میانگین ۴۰/۳ تن در هکتار مربوط به تیمار آبیاری شاهد و کمترین مقدار آن با

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

میانگین ۲۸/۰۶ تن در هکتار مربوط به تیمار تنش شدید آبی (آبیاری براساس ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) بود (جدول ۶).

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های اثر تنش آبی، رقم و اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات فیزیولوژیکی ذرت

Table 7- Average comparison of effects water stress, cultivar and salicylic acid on physiological characteristics of corn

تیمارها Treatments	تعداد بلال در بوته Number of ear/plant	عملکرد بیولوژیکی گیاه Biological yield of plant (ton/ha)	هدایت الکتریکی شیره سلولی Electrical conductivity of cell sap (µs/cm)
W_0 V_1 Sa_0	0.83 de	31.67 cd	1681 de
W_0 V_1 Sa_1	1.13 ab	33.33 c	1650 ef
W_0 V_2 Sa_0	1.03 ab	43.00 ab	1550 f
W_0 V_2 Sa_1	1.16 a	40.67 b	1625 ef
W_0 V_3 Sa_0	1.13 ab	48.00 a	1661 d-f
W_0 V_3 Sa_1	1.16 a	45.33 ab	1710 c-e
W_1 V_1 Sa_0	0.90 b-e	26.00 d-f	1805 bc
W_1 V_1 Sa_1	1.00 a-e	24.33 ef	1807 bc
W_1 V_2 Sa_0	0.93 b-e	31.67 cd	1779 cd
W_1 V_2 Sa_1	0.80 e	44.00 ab	1740 c-e
W_1 V_3 Sa_0	1.06 a-c	43.33 ab	1760 c-e
W_1 V_3 Sa_1	0.93 b-e	45.00 ab	1640 ef
W_2 V_1 Sa_0	0.90 c-e	21.67 f	2005 a
W_2 V_1 Sa_1	0.83 de	21.67 f	2020 a
W_2 V_2 Sa_0	0.86 c-e	28.33 c-e	1977 a
W_2 V_2 Sa_1	0.90 c-e	33.54 c	2008 a
W_2 V_3 Sa_0	0.93 b-e	33.29 c	1912 ab
W_2 V_3 Sa_1	0.83 de	33.00 c	2005 a

W_0, W_1, W_2: به‌ترتیب شامل: آبیاری شاهد، آبیاری براساس ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه، V_1, V_2, V_3: به‌ترتیب شامل: هیبریدهای S.C370، Apex و S.C704 و Sa_0 , Sa_1 به‌ترتیب شامل: عدم مصرف و مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسیدسالیسیلیک.

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

اگر دسترسی ریشه گیاهان به منابع آبی دچار محدودیت نگردد، گیاه می تواند با توسعه مناسب سیستم ریشه ای و شاخ و برگ خود، سطح فتوسنتزکننده بیشتری را در مقابل نور خورشید ایجاد نماید و با افزایش میزان آسیمیلات‌های تولیدی سرعت رشد و در نتیجه تجمع ماده خشک را در بافت‌های

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

خود افزایش دهد؛ اما اگر از نظر دسترسی به مقادیر کافی از آب دچار محدودیت گردد، سرعت تولید و تجمع کربوهیدرات‌های فتوسنتزی در آن کاهش خواهد یافت. در این بررسی محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک از طریق کاهش اثرات سوء عوامل نامساعد محیطی باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی گیاه از ۳۴/۱۱ به ۳۵/۲۹ تن در هکتار شد.

نتایج پژوهشی نشان داد که اثر تیمار اسیدسالیسیلیک بر عملکرد ماده خشک در سطح یک درصد معنی‌دار شد؛ به‌طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار عملکرد ماده خشک در بین سطوح تیمار مصرف اسیدسالیسیلیک با میانگین ۱۳۱۳ و ۱۰۰۳ گرم بر متر مربع به‌ترتیب متعلق به تیمار خیساندن بذر با محلول اسیدسالیسیلیک (غلظت ۰/۱ میلی‌مولار) و تیمار عدم مصرف اسیدسالیسیلیک بود (Mehrabian-moghaddam *et al.*, 2011). محققان گزارش نمودند که اثر تیمار تنش آبی و ارقام مختلف ذرت بر صفت عملکرد ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند؛ به‌طوری که بیش‌ترین مقدار عملکرد ذرت در شرایط آبیاری نرمال با میانگین ۱۱۱۵۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم ۷۰۴ و کم‌ترین مقدار آن در شرایط تنش آبی با میانگین ۴۷۵۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم ۷۰۴ بود (Norouzian *et al.*, 2011).

پژوهشگران اظهار داشتند که صفت وزن خشک کل بوته تحت تأثیر سطوح مختلف تیمار مصرف اسیدسالیسیلیک قرار گرفت و در سطح آماری پنج درصد معنی‌داری شد؛ به‌طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار وزن خشک بوته با میانگین ۴۳/۴ و ۲۹/۷ گرم به‌ترتیب متعلق به تیمار محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک (با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام) و تیمار عدم مصرف اسیدسالیسیلیک بود (Hussein *et al.*, 2007). در تحقیقی مشخص شد که اثر تیمار دور آبیاری برصفت وزن تر علوفه در سطح یک درصد معنی‌دار شد و وزن تر در تیمار آبیاری هر ۱۰ روز یکبار ۱۵ درصد نسبت به شاهد (آبیاری ۷ روز) کاهش نشان داد (Mehrabian Moghaddam *et al.*, 2011). سایر محققان گزارش نمودند که اثر تیمار اسیدسالیسیلیک بر وزن خشک علوفه معنی‌دار بود و باعث افزایش وزن خشک علوفه از ۱۰۰۰ گرم بر مترمربع در تیمار شاهد به ۱۳۰۰ گرم بر مترمربع در تیمار مصرف ۰/۱ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک شد (Daneshmand *et al.*, 2012).

نتایج یک پژوهش نشان داد که اثر متقابل تیمار (دور آبیاری + مواد ضد تعرق) بر صفت عملکرد دانه ذرت در سطح پنج درصد معنی‌دار شد و تیمار (دور آبیاری ۷ روز + مصرف اسیدسالیسیلیک) با میانگین ۱۳۷/۲۹ گرم در بوته و تیمار (دور آبیاری ۱۰ روز + عدم مصرف مواد ضد تعرق) با میانگین ۴۷/۲۴ گرم بوته به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار عملکرد را تولید نمودند (Bayat *et al.*, 2010). گزارش نمودند که با اعمال تنش عملکرد بیولوژیک ذرت ۱۴/۷۹ درصد کاهش یافت. با کاهش بیشتر رطوبت در تنش شدید، عملکرد بیولوژیک نسبت به آبیاری بهینه و تنش ملایم به ترتیب ۳۱/۵۶ و

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

۱۹/۶۸ درصد کاهش نشان داد. بیشترین میانگین عملکرد بیولوژیک متعلق به آبیاری بهینه با میانگین ۱۱۷۵۸ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین آن با میانگین ۸۰۴۶ کیلوگرم در هکتار متعلق به شرایط تنش شدید بود (Mahrokh *et al.*, 2011).

هدایت الکتریکی شیره سلولی: اثر تیمار تنش آبی در سطح یک درصد و اثر ارقام مختلف ذرت در سطح پنج درصد بر صفت هدایت الکتریکی شیره سلولی معنی‌دار شدند (جدول ۵). با مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی، بیشترین مقدار هدایت الکتریکی شیره سلولی ناشی از تخریب غشای سلولی با میانگین ۱۹۸۸ میکروزیمنس بر سانتی‌متر مربوط به تیمار تنش کمبود آبی شدید (تیمار آبیاری براساس ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) و کمترین مقدار آن با میانگین ۱۶۴۶ میکروزیمنس بر سانتی‌متر مربوط به آبیاری شاهد بود. (جدول ۶). هم‌چنین در بین سطوح ارقام ذرت مورد بررسی، رقم S.C704 با میانگین ۱۷۷۴ میکروزیمنس بر سانتی‌متر کمترین و رقم S.C370 با میانگین ۱۸۲۸ میکروزیمنس بر سانتی‌متر، بیش‌ترین مقدار هدایت الکتریکی شیره سلولی را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین هدایت الکتریکی شیره سلول مربوط به تیمار ۶۰ درصد آبیاری + Apex + مصرف اسیدسالیسیلیک (۳۰۰ پی‌پی‌ام) و کمترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد (عدم آبیاری) + Apex + عدم مصرف اسیدسالیسیلیک می‌باشد (جدول ۷).

نوسانات شدید رطوبت خاک ناشی از اعمال سطوح تیمار تنش آبی، باعث ایجاد اختلال در تراوایی غشای سلول‌ها خواهد شد؛ به‌طوری‌که اینگونه سلول‌ها قابلیت کنترلی خود را بر روی الکترولیت‌های موجود در سلول از دست داده و یا اینکه سطح کنترل آن‌ها بسیار کاهش خواهد یافت و در نتیجه شاهد نشت و برون رفت الکترولیت‌های سلول به فضای خارج سلولی خواهیم بود. بر پایه آزمایش اندازه‌گیری هدایت الکتریکی ناشی از تخریب غشای سلولی، محلول محتوای بافت گیاهی که دارای هدایت الکتریکی بیشتری باشد، در واقع دلالت بر تخریب بیشتر خاصیت تراوایی غشای سلول‌های آن دارد.

محققان گزارش نمودند که اثر تیمار اسیدسالیسیلیک بر نشت یونی سلول‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار شد؛ به‌طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار نشت یونی سلول‌ها در بین سطوح تیمار مصرف اسیدسالیسیلیک با میانگین ۷۹/۷ و ۴۲/۲ درصد به‌ترتیب متعلق به تیمار عدم مصرف محلول اسیدسالیسیلیک (غلظت ۰/۱ میلی‌مولار) و تیمار (خیساندن بذر + محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک در مرحله گرده افشانی) بود. بین سطوح مختلف تنش خشکی و سطوح اسیدسالیسیلیک از نظر میزان نشت یونی به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد اختلاف آماری معنی داری مشاهده شد؛ به‌طوری‌که تنش خشکی ۲۴ درصد نشت یونی سلول‌ها را افزایش داد. در شرایط تنش خشکی محتویات بیشتری از سلول در اثر تخریب غشا به بیرون تراوش می‌کنند. تغییراتی که در ساختار غشای سلول در اثر تغییر چربی‌ها و تغییرات دیگر ایجاد می‌شود، سبب افزایش نفوذ پذیری غشا نسبت به یون‌ها و ماکرومولکول‌ها

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

می‌گردد. کمبود آب از یک طرف با تأثیر بر ساختار غشای سلول سبب افزایش نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌ها و ماکرومولکول‌ها می‌گردد و از طرف دیگر با افت محتوی رطوبت نسبی و پتانسیل آب برگ زمینه کاهش فتوسنتز در واحد سطح برگ را فراهم آورد (Mehrabian Moghaddam *et al.*, 2011). در تحقیقی مشخص شد که اثر تیمار تنش آبی بر صفت پایداری غشاء سلولی در مرحله گلدهی ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و بیش‌ترین مقدار پایداری غشاء سلولی با میانگین ۸۱/۹۳ درصد مربوط به تیمار آبیاری پس از ۱۰۵ میلی‌متر تبخیر و کم‌ترین مقدار آن با میانگین ۸۰/۰۹ درصد مربوط به تیمار آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر بود (Khadem *et al.*, 2010).

پژوهشگران اظهار داشتند که تأثیر مثبت اسیدسالیسیلیک بر کاهش میزان نشت یونی گیاهان تحت تأثیر تنش‌های مختلف مشاهده شده است. برای مثال این ماده کاهش معنی‌داری بر نشت یونی در ذرت داشته است (Gunes *et al.*, 2007; Tuna *et al.*, 2007). در پژوهشی اثر تیمار اسیدسالیسیلیک بر پایداری غشاء سلول‌ها معنی‌دار بود و باعث افزایش پایداری غشاء سلول از ۶۰ درصد در تیمار شاهد به ۷۷ درصد در تیمار مصرف ۰/۱ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک شد (Daneshmand *et al.*, 2012). محققان گزارش نمودند که اثر تیمار تنش آبی و ارقام مختلف ذرت بر صفت خسارت بر غشاء سلولی در مرحله کاکل دهی ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین خسارت به غشاء سلول در شرایط تنش آبی با میانگین ۵۹/۵۶ درصد مربوط به رقم ۶۴۷ و کم‌ترین مقدار خسارت به غشاء سلول در شرایط آبیاری نرمال با میانگین ۱۶/۵۴ درصد مربوط به رقم ۵۰۰ بود (Norouzian *et al.*, 2011).

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش شدت محدودیت آبی، رشد و نمو ذرت نیز تحت تأثیر منفی قرار گرفت؛ به‌طوری‌که عملکرد بیولوژیکی ذرت از میانگین ۴۰/۳۳ تن در هکتار در تیمار آبیاری شاهد به میانگین ۲۸/۰۶ تن در هکتار در آبیاری براساس ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه کاهش یافت. استفاده از محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی ارقام ذرت شد؛ ولی این افزایش معنی‌دار نبود. در بین هیبریدهای مختلف ذرت از نظر عملکرد بیولوژیکی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. هیبرید ۷۰۴ با میانگین ۴۰/۸۳ تن در هکتار نسبت به سایر هیبریدها از برتری محسوسی برخوردار بود.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

منابع

Alizadeh A., Kamali GH. 2007. Crops water requirement in Iran. Astan Ghodse Razavi Publisher, 227 p.

Arfan M., Athar H.R., 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. Journal of Plant Physiology, 164: 685-694.

Ashkani J., Pakniyat H., Emam Y., Assad M.T., Bahrami M.J. 2007. The evaluation and relationships of some physiological traits in spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under stress and non-stress water regimes. Journal of Agricultural Sciences and Technology, 9: 267-277.

Ashraf A., Foolad M.R. 2007. Roles of glycin betaien and prolin in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany, 56: 206-216.

Bayat H., Mardani H., Arouie H., Salahvarzi Y. 2011. Effects of salicylic acid on morphological and physiological characteristics of cucumber seedling (*Cucumis sativus cv. Super Dominus*) under drought stress. Journal of Plant Production, 18 (3): 63-76.

Bayat S., Sepehri, A., Zare Abyaneh, H., Abdollahi M. R. 2010. Efeect of salicylic acid and pacheloboutrazol on some of growth indies and corn yield under drought stress. Journal of Crop Ecophysiology, 2 (1): 34-40. (In Persian).

Dahmardeh M., Ghanbari A, Syasar B., Ramroudi M, 2009. Effect of intercropping maize with cowpea on green forage yield and quality evaluation. Asian Journal of Plant Science, 8 (3): 235-239.

Daneshmand F., Arvin M.J., Keramat B., Momeni N. 2012. Interactive effects of salt stress and salicylic acid on germination and plant growth parameters of maize (*Zea mays* L.) under field conditions. Journal of Plant Function and Processing, 1 (1): 56-70. (In Persian).

Dolat Abadi A., Modarres A.M., Atemadi, F. 2008. Effect of primming by Salicylic Acid on wheat germination under salt stress condition. Iranian Journal of Biology, 21 (3): 692-702. (In Persian).

El-Tayeb M.A. 2005. Respones of barley gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation, 45: 215-225.

Farahbakhsh H., Shamsaddin Saiid M. 2011. Effects of foliar application of salicylic acid on vegetative growth of maize under saline conditions. African Journal of Plant Science, 5 (10): 575-578.

Gunes A., Inal A., Alpaslan M., Eraslan F., Guneri E., Cicek N. 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. Journal of Plant Physiology, 164: 728-736.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

He Y., Liu Y., Cao W., Huai M., Xu B., Huang B. 2005. Effects of salicylic acid on heat tolerance associated with antioxidant metabolism in Kentucky Bluegrass. Crop Science, 45: 988-995.

Hussein M.M, Balbaa L.K., Gaballah M.S. 2007. Salicylic acid and salinity effects on growth of maize plants. Agricultural and Biological Sciences, 3 (4): 321-328.

Janda T., Szalai G., Tari I., Paldi E. 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. Planta, 208: 175-180.

Khadem S.A., Galavi M., Ramrodi M., Mousavi S.R., Rousta M.J., Rezvani-moghadam P. 2010. Effect of animal manure and superabsorbent polymer on corn leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content under dry condition. Australian Journal of Crop Science, 4 (8): 642-647.

Khodary S.F.A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. International Journal of Agriculture and Biology, 6: 5-8.

Korkmaz A., Uzunlu M., Demirkiran, A.R. 2007. Treatment with acetyl salicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress. Acta, Physiology Plant, 29: 503-508.

Levent Tuna A., Kaya C., Diklitas M., Yokas I., Burun B., Altulu H. 2007. Comparative effects of various salicylic acid derivatives on key growth parameters and some enzyme activities in salinity stressed maize plants. Pakistan Journal of Botany, 39 (3): 787-798.

Mahrokh A., Azizi F., Sadeghi A., Karimi A. 2011. Effect of application of streptomyces bacterium on grain yield and its components of maize cv. KSC260 under drought stress conditions. Seed and Plant Production Journal, 27 (2): 165-181. (In Persian).

Mehrabian Moghaddam N., Arvin M.J., Khajouee Nejad Gh.R., Maghsoudi K. 2011. Effect of salicylic acid on growth and forage and grain yield of maize under drought stress in field conditions. Seed and Plant Production Journal. 27-2 (1): 41-55. (In Persian).

Norouzian1 M., Jabbari F., Jamshidi K.H., Saba J., Pouryousef M. 2011. The effects of drought stress on cell membrane damage and kernel yield in three maize (*Zea mays* L.) cultivars. Cereal Research, 1 (1): 53-64.

Pak Mehr A., Rastghou M., Shekari F., Saba J., Vazayefi M., Zangani A. 2011. Effect of primming by salicylic acid on yield and components yield of *Vigna unguiculata* L. under water deficit stress in vegetative stage. Iranian Journal of Pulses Research, 2 (1): 53-64. (In Persian).

Raskin I. 1992. Salicylate, a new plant hormone. Plant Physiology, 99: 799-803.

Shakirova M.F., Sakhabutdinova A.R., Bezrukova M.V., Fatkhutdinova R.A., Fatkhutdinova D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science, 164 (3): 317-322.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

Sheykhbagloo N., Hassanzadeh Gorttapeh A., Baghestani M., Zand Z. 2009. Study the effect of zinc foliar application on the quantitative and qualitative yield of grain corn under water stress. Electronic Journal of Crop Production, 2 (2): 59-74.

Shoaa SH., Miri H.R. 2012. Reducing detrimantal effects of salt stress on morphophysiological characteristics of wheat by application of salicylic acid. Eletronic Journal of Crop Production, 5 (1): 71-88.

Tuna L.A., Kaya C., Dikilitas M., Yokas I., Burun B., Altulu H. 2007. Comparative effects of varius salicylic acid derivatives on growth parameters and some enzyme activities in salinity stressed maize plants. Pakistan Journal of Botany, 39: 787-798.

Yildirim E., Turan M., Guvenc I. 2008. Effect of foliar salicylic acid applications on growth, chlorophyll, and mineral content of cucumber crown under salt stress. Journal of Plant Nutrition, 31: 593-612.

Yuan S., Lin H.H. 2008. Role of salicylic acid in plant abiotic stress. Zeitschrift fur Naturforschung C, 63: 313-320.

Zarei M., Masood Sinaki J., Rahbari A., Abaspour H. 2012. Effects of planting date and salicylic acid on physiological traits of forage maize hybrids. Iranian Journal of Plant Physiology, 3 (2): 687-693.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]