بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی زراعت

تاثیر محلول پاشی اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر عملکرد کمی و خصوصیات کیفی پنبه

نگارنده:

مهدی مرادی باغخیراتی

استاد راهنما:

دکتر مصطفی حیدری

اساتید مشاور:

دکتر محمد آرمین

دکتر محمد رضا عامریان

دی ۱۳۹۶

شماره:
تاریخ: ۱۳۹۶/۱۱/۱۶

باسمه‌تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای **مهدی مرادی باغخیراتی** با شماره دانشجوی۹۴۱۶۴۰۴ رشته مهندسی کشاورزی گرایش زراعت

تحت عنوان : **تاثیر محلول پاشی اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر عملکرد کمی و خصوصیات کیفی پنبه**

که در تاریخ ۹۶/۱۰/۲۷ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می-گردد:

قبول (با درجه: خیلی خوب) ☒ **مردود** ☐

نوع تحقیق: **نظری** ☐ **عملی** ☒

عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ استادراهنمای اول	دکتر مصطفی حیدری	دانشیار	
۲- استاد مشاور	دکتر محمد عامریان	دانشیار	
۳- استاد مشاور	دکتر محمد آرمین	دانشیار	
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر قرنجیک	استادیار	
۵- استاد ممتحن اول	دکتر حمید عباس دخت	دانشیار	
۶-ـ استاد ممتحن دوم	دکتر منوچهر قلی پور	دانشیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:دکتر محمد عامریان

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:

تبصره: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیل) می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).

تقدیم به:

پدر و مادر مهربانم

که عظمت دستانشان را هیچ وقت درک نکردم،

به همسر مهربانم که در تمام طول تحصیل همراه و همگام من بوده است.

و به تک غنچه ی بوستان زندگی ام

و در نهایت تمام کسانی که در هر لحظه دستم را گرفتند

تا بلند شوم.

سپاسگزاری:

من لم یشکر المخلوق، لم یشکر الخالق

حمد و سپاس مخصوص خداوندی است که طنین بودنش در جان تمام لحظه‌های بودنم جاری است.

خالصانه ترین تقدیرها را نثار اساتید گرانقدرم آقایان دکتر مصطفی حیدری، دکتر محمد آرمین و دکتر محمد رضا عامریان می نمایم که آراستگی علم و اخلاق را فراروی نهادند و همواره راهنما و پشتیبانم بوده و با علم و تدبیر خویش در به اتمام رساندن این پایان نامه خالصانه مرا یاری کردند.

واز همه استادانی که در دوره تحصیل درس زندگی از آنان آموختم و همه کسانی که به طریقی در تدوین این پایان نامه یاری رسان بودند قدردانی می کنم.

و در آخر از خانواده مهربانم که همواره مشوق و پشتیبانم بودند سپاسگزارم.

تعهد نامه

اینجانب **مهدی مرادی باغخیراتی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **مهندسی کشاورزی / زراعت** دانشکده **کشاورزی** دانشگاه **صنعتی شاهرود** نویسنده پایان نامه **تاثیر محلول پاشی اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر عملکرد کمی و خصوصیات کیفی پنبه** تحت راهنمائی آقای **دکتر مصطفی حیدری** متعهد می شوم .

تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .

- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « **Shahrood University of Technology** » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ ۹۶/۱۱/۱۶

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- **کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود**
- **استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.**

*** متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه های تکثیر شده پایان نامه وجود داشته باشد .**

چکیده:

پنبه یکی از محصولات عمده کشاورزی و مهمترین منبع لیف طبیعی به شمار می رود. این محصول در مزارع و مراحل تبدیل آن در صنایع به دلیل ارزش افزوده ای که دارد اشتغال بالایی ایجاد می کند لذا نقش مهمی در توسعه ی اقتصاد کشورها ایفا می کند. به همین منظور، آزمایشی با هدف بررسی اثر سطوح مختلف اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه، در مرکز تحقیقاتی منابع طبیعی سبزوار انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل: محلول‌پاشی مقادیر مختلف اسید سالیسیلیک در چهار سطح ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار به عنوان فاکتور اول و محلول پاشی مقادیر مختلف کلرید کلسیم شامل: صفر، ۱ و ۳ لیتر در هزار لیتر آب، به‌عنوان فاکتور دوم بودند. نتایج نشان داد که استفاده از اسید سالیسیلیک باعث افزایش معنی‌دار شاخص کلروفیل برگ، ارتفاع بوته، تعداد انشعابات جانبی، تعداد قوزه در بوته، وزن هزار دانه، درصد روغن، درصد نیتروژن، عملکرد وش، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در مقایسه با عدم مصرف آن گردید. همچنین، محلول‌پاشی کلرید کلسیم، تعداد قوزه در بوته، درصد نیتروژن، عملکرد وش و عملکرد دانه پنبه را در مقایسه با شرایط عدم محلول‌پاشی افزایش داد. این در حالی است که محلول‌پاشی کلرید کلسیم وزن وش در قوزه و وزن دانه در قوزه را کاهش داد و بر شاخص کلروفیل برگ، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، وزن هزار دانه، درصد روغن، عملکرد بیولوژیک، میزان سدیم و پتاسیم اثر معنی‌داری نداشت. در این بررسی، بیشترین تعداد قوزه در بوته، عملکرد وش، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه زمانی حادث شد که از غلظت ۱۵۰ میلی‌مول اسید سالیسیلیک به همراه غلظت ۳ در هزار کلرید کلسیم استفاده شد.

کلمات کلیدی: اسید سالیسیلیک، عملکرد کمی، کلریدکلسیم، ، محلول‌پاشی.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: مقدمه

۱-۱ مقدمه ۲
۱-۲ فرضیه‌های مورد بررسی در این تحقیق عبارت بودند از: ۵
۱-۳ اهداف اصلی این تحقیق عبارت بودند از: ۵

فصل دوم : بررسی منابع

۲-۱ تاریخچه کشت پنبه ۸
۲-۲ اهمیت پنبه ۹
۲-۳ اهمیت اقتصادی پنبه ۱۱
۲-۴ گیاهشناسی پنبه ۱۳
۲-۵ مراحل رشد پنبه ۱۴
۲-۶ اقلیم مناسب کشت پنبه ۱۵
۲-۶-۱ حرارت ۱۵
۲-۶-۲ نور ۱۵
۲-۶-۳ رطوبت ۱۶
۲-۶-۴ باد ۱۶
۲-۷ نیازهای غذایی پنبه ۱۶
۲-۷-۱ نیتروژن ۱۶
۲-۷-۲ فسفر ۱۷
۲-۷-۳ پتاسیم ۱۷
۲-۷-۴ کلسیم ۱۸
۲-۷-۵ منیزیم ۱۸
۲-۷-۶ گوگرد ۱۸
۲-۷-۷ بور ۱۸
۲-۸ معرفی تعدادی از ارقام پنبه تحت کشت در ایران ۱۹
۲-۹ سطح، میزان تولید و عملکرد پنبه در ایران ۲۱
۲-۱۰ سطح، میزان تولید و عملکرد پنبه در شهرستان سبزوار ۲۱
۲-۱۱ تنش‌های محیطی و اختلال در فعالیت‌های گیاه ۲۲

۲-۱۲ تنش شوری و اختلال در فعالیت گیاه ۲۴
۲-۱۳ نقش هورمون‌های گیاهی در رشد ۲۵
۲-۱۴ اسید سالیسیلیک ۲۶
۲-۱۴-۱ تاریخچه شناخت اسید سالیسیلیک ۲۶
۲-۱۴-۲ شناخت اسید سالیسیلیک ۲۷
۲-۱۴-۳ ساختار اسید سالیسیلیک ۲۸
۲-۱۵ اثر اسید سالیسیلیک بر فتوسنتز ۲۹
۲-۱۶ اثر اسید سالیسیلیک بر رشد گیاهان در شرایط تنش شوری ۳۱
۲-۱۷ اثر اسید سالیسیلیک بر رشد و عملکرد گیاهان ۳۴
۲-۱۸ کلیاتی درباره کلسیم ۳۸
۲-۱۹ اثر منابع مختلف کلسیم بر عملکرد گیاهان ۳۹

فصل سوم : مواد و روش‌ها

۳-۱ مشخصات کلی آزمایش ۴۴
۳-۲ شناسنامه اقلیمی شهرستان سبزوار ۴۴
۳-۳ آمار هواشناسی زمان اجرای طرح ۴۴
۳-۴ طرح آماری ۴۵
۳-۵ تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه ۴۵
۳-۶ روش اجرای آزمایش ۴۶
۳-۷ اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد ۴۷
۳-۸ اندازه‌گیری مقادیر عناصر سدیم و پتاسیم ۴۷
۳-۹ اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ ۴۸
۳-۱۰ تعیین نیتروژن برگ ۴۸
۳-۱۱ اندازه‌گیری درصد روغن دانه ۴۹
۳-۱۲ تجزیه و تحلیل آماری ۴۹

فصل چهارم : نتایج و بحث

۴-۱ شاخص کلروفیل برگ ۵۲
۴-۲ ارتفاع بوته ۵۳
۴-۳ تعداد شاخه جانبی ۵۶
۴-۴ تعداد قوزه در بوته ۵۶
۴-۵ وزن هزار دانه ۵۸

۴-۶ درصد نیتروژن ۶۰
۴-۷ درصد روغن ۶۳
۴-۸ وزن وش در قوزه ۶۴
۴-۹ وزن دانه در قوزه ۶۵
۴-۱۰ عملکرد وش ۶۶
۴-۱۱ عملکرد بیولوژیک ۶۸
۴-۱۲ سدیم ۷۱
۴-۱۳ پتاسیم ۷۲
۴-۱۴ عملکرد دانه (شاخص بذر) ۷۲
۴-۱۵ نتیجه گیری نهایی ۷۴
۴-۱۶ پیشنهادها ۷۵
پیوست ۷۶
فهرست منابع ۷۷

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

شکل ۲-۱: ساختمان شیمیایی اسید سالیسیلیک (SA)..... ۲۸
شکل ۴-۱: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر شاخص کلروفیل..... ۵۲
شکل۴-۲: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر ارتفاع بوته..... ۵۴
شکل ۴-۳: اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر تعداد قوزه در بوته..... ۵۷
شکل ۴-۴: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر وزن هزار دانه..... ۵۹
شکل ۴-۵: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر درصد نیتروژن ۶۰
شکل ۴-۶: اثر غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم بر درصد نیتروژن..... ۶۲
شکل ۴-۷: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر درصد روغن..... ۶۳
شکل۴-۸: اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر وزن وش در قوزه..... ۶۴
شکل ۴-۹: اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر وزن دانه در قوزه..... ۶۶
شکل ۴-۱۰: اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر عملکرد وش ۶۷
شکل ۴-۱۱: اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر عملکرد بیولوژیک..... ۶۹
شکل ۴-۱۲: اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر عملکرد دانه ۷۳

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول۳-۱:میانگین آمار هواشناسی محل انجام آزمایش در طول فصل کاشت..... ۳۵
جدول۳-۲:خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش.....۴۶
جدول ۱ پیوست: تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه..... .....۷۶

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه:

پنبه یکی از محصولات عمده کشاورزی و مهم‌ترین منبع لیف طبیعی به شمار می‌رود. این محصول در مزارع و مراحل تبدیل آن در صنایع به دلیل ارزش افزوده ای که دارد اشتغال بالایی ایجاد می کند، لذا نقش مهمی در توسعه‌ی اقتصاد کشورها ایفا می کند (خواجه پور، ۱۳۸۶) . در واقع، پنبه با سطح زیر کشت ۳۰۰۰۰۰۰ هکتار با متوسط عملکرد دانه ۱۷۵۰ کیلوگرم در هکتار یکی از گیاهان مهم صنعتی دنیاست. پنبه گیاهی است گرما دوست که به هوای گرم و یک فصل رشد بدون یخبندان حداقل ۲۰۰ روزه محتاج است. پنبه به آفتاب فراوان نیاز دارد. کمبود نور موجب افزایش رشد سبزینه ای و نقصان تولید قوزه می شود. هرچه تنوع محصولات کاشته شده بیشتر باشد، ریسک تولید کمتر و شکست در تولید یک محصول، ممکن است تا حدی با موفقیت محصولات دیگر جبران گردد. این محصول در مزارع و مراحل تبدیل آن در صنایع به دلیل ارزش افزوده‌ای که دارد اشتغال بالایی ایجاد می‌کند لذا نقش مهمی در توسعه‌ی اقتصاد کشورها ایفا می‌کند (خواجه پور، ۱۳۸۶).

با توجه به محدودیت منابع آب و روند رو به رشد شوری آن که کاهش کیفیت منابع آب و در نتیجه کاهش تولید را در پی دارد، کم آبیاری و استفاده از آب‌های شور می تواند از راهبردهای مدیریتی در جهت استفاده کارآمد در شرایط خشکسالی و بحران آب محسوب شود (منصوری فر و همکاران، ۲۰۱۰). به عبارت دیگر اعمال این گونه مدیریت‌ها در طول دوره رشد گیاه، می‌تواند شیوه مناسبی در جهت مبارزه با کاهش کمیت و کیفیت منابع آب باشد. این در حالی است که انجام آبیاری نه تنها بستگی به مرحله رشد و میزان مصرف گیاه دارد بلکه وابسته به میزان آب در دسترس و کیفیت آن نیز می‌باشد (یازار و همکاران، ۲۰۰۳)، لذا با توجه به اینکه در بیشتر کشورها آب متعارف به طور نسبی کمیاب است و از طرف دیگر منابع قابل توجهی از آبهای شور در سرتاسر دنیا وجود دارد، در صورت مدیریت صحیح آب و خاک و دقت در برنامه‌ریزی و تنظیم آب آبیاری، می‌توان از این نوع آب حداکثر استفاده را کرد (مورنو و همکاران، ۲۰۰۱).

از طرف دیگر، مدیریت مناسب مراحل مختلف کاشت و داشت محصول شامل بسترسازی، وضعیت قرار گرفتن بذر در خاک، مدیریت آبیاری، آبشویی و سایر جنبه‌های مدیریت زراعی نیز در کاهش اثرات شوری بر تولید و به حداقل رساندن شدت تنش شوری در گیاه برای دستیابی به عملکرد اقتصادی و تولید پایدار در شرایط تنش شوری ضروری است (طباطبائیان، ۲۰۱۴).

بررسی آستانه تحمل شوری آب و خاک برای گیاهان مختلف و همچنین نرخ متفاوت کاهش عملکرد به ازاء هر واحد افزایش شوری نسبت به آستانه تحمل، نشان می‌دهد که گیاهان راهبردهای متفاوتی برای تحمل شوری دارند. در این راستا حد آستانه تحمل شوری عصاره اشباع برای گیاه پنبه ۷/۷ دسی زیمنس بر متر و درصد کاهش محصول به ازای هر واحد افزایش شوری ۵/۲ تخمین زده شد (مونز و تستر، ۲۰۰۸). بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که پنبه نسبت به شوری در مراحل اولیه رشد و گلدهی در مقایسه با سایر مراحل رشد حساس‌تر است (چن و همکاران، ۲۰۰۸). در تحقیقی گزارش گردید که رشد گیاه پنبه تحت تأثیر غلظت زیاد شوری از طریق تنش اسمزی، عدم تعادل تغذیه‌ای و سمیت یون‌ها محدود می‌شود. همچنین در پژوهشی دیگر محققین به این نتیجه دست یافتند که در تنش شوری، رشد رویشی و زایشی پنبه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. به طوری که با شور شدن آب آبیاری، وزن قوزه و تعداد قوزه در بوته به شدت کاهش نشان می‌دهد و دوره گلدهی کوتاه‌تر می‌گردد (مونز و تستر، ۲۰۰۸).

امروزه استفاده از ترکیبات هورمونی یا شبه هورمونی که خاصیت آنتی اکسیدانی دارد و از فعالیت گونه‌های فعال اکسیژن که در اثر عوامل نامساعد طبیعی همانند شوری بوجود می آیند اهمیت ویژه‌ای یافته است. سالیسیلیک اسید از جمله این شبه هورمون‌ها است که نقش حمایتی آن در شرایط تنش‌های زنده و غیر زنده در گیاهان زراعی مختلف شناخته شده است (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). گزارش شده کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک سبب ایجاد تحمل به گرما، سرما زدگی و تنش شوری در گیاهان می شود (دولت آبادیان و همکاران، ۱۳۸۷).

استفاده از اسید سالیسیلیک در تنش شوری از پایین آمدن مقدار اکسین و سیتوکینین در گیاه جلوگیری می‌کند که نتیجه ی آن بهبودی تقسیم سلولی در مریستم‌های نوک ریشه گیاهان است. این عمل باعث رشد گیاه وبازدهی بهتر گیاه می‌شود و همچنین باعث تجمع مقدار بیشتری پرولین در بذر جوانه زده گندم می‌شود که به این وسیله اثرات تنش هایی همانند شوری را در گیاهان کاهش می‌دهد (حیات و همکاران، ۲۰۱۰). با این حال، گزارش شده است که نقش اسید سالیسیلیک در افزایش تحمل به تنش در گیاهان ممکن است به دلیل افزایش فعالیت آلدوز دوکتاز و آنزیم APX و تجمع اسمولیت‌هایی مانند قندها، پرولین یا سایر ترکیبات مشابه باشد. مطالعات انجام شده در مورد جو، ذرت، گندم، لوبیا، عدس و آفتابگردان نشان داده است که مصرف اسید سالیسیلیک سبب کاهش اثرات شوری می‌شود. با این وجود اثرات بازدارندگی این شبه هورمون نیز گزارش شده است. براساس گزارشات صورت گرفته اگر چه محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک تأثیر مثبتی بر واکنش های فیزیولوژیکی پنبه داشت اما تولید گل ، قوزه در بوته و عملکرد تحت تاثیر مقادیر مختلف محلول پاشی اسید سالیسیلیک (از صفر تا ۱۷۱ گرم در هکتار) در سه هفته بعد از گلدهی قرار نگرفت. با این وجود نقش مثبت اسید سالیسیلیک در تنظیم فرآیند های فیزیولوژیکی مانند باز و بسته شدن روزنه ها، جذب مواد غذایی و سنتر پروتئین ها شناخته شده است (هیتوت و همکاران، ۲۰۰۱).

علی رغم آنکه خاک‌های زراعی کشور ما آهکی بوده و کلسیم یکی از فراوان ترین عناصر پوسته (۶/۳ درصد) را تشکیل می دهد، ولی به دلایل متعدد من جمله حرکت بسیار کند و دشوار در درون گیاه مشکلاتی را برای برخی از محصولات زراعی مانند توت فرنگی، گوجه فرنگی،هندوانه ایجاد کرده است. در گیاه بخشی از کلسیم به عنوان ماده ساختمانی به شدت پیوند خورده و قسمت دیگر در دیواره سلول‌ها و سطح خارجی غشای پلاسمایی به صورت قابل تبادل موجود می باشد. افزودن کلسیم تحت شرایط شرایط تنش شوری سبب افزایش تعداد برگ و سطح برگ و همچنین وزن تر و خشک اندام هوایی نسبت به گیاهان شاهد در توت فرنگی شده است (نجفی مرغملکی، ۱۳۹۱). کاربرد نیترات کلسیم نیز سبب کمتر شدن رشد زایشی گردید. تحقیقات بدست آمده توسط محققان نشان داد که

محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم نقش قابل توجهی در افزایش سطح برگ در برنج تحت تنش شوری دارد. گزارش شده است استفاده از کلسیم و پتاسیم می‌تواند مانع از کاهش سرعت رشد در شرایط شوری گردد، که ناشی از نقش آن‌ها در پایداری آنزیم‌ها و پروتئین‌ها و کاهش اثرات سمیت مربوط به سدیم می‌باشد (مظفری و منوچهری کلانتری، ۱۳۸۳).

در شهرستان سبزوار با متوسط بارندگی و تبخیر به ترتیب ۱۴۵ و ۱۷۰۰ میلیمتر در سال، به‌رغم توسعه مزرعه، از اهمیت خاصی برخوردار است. از طرف دیگر سطح زیرکشت پنبه در شهرستان با مساحتی حدود ۲۵۰۰ هکتار، قابلیت تولید حدود ۲/۵ تن وش پنبه در هکتار را داراست (اسدی و همکاران، ۲۰۱۲)، لذا به دلیل کمبود منابع آب با کیفیت مناسب در شهرستان سبزوار، هدف تحقیق حاضر، بررسی به منظور تأثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه بر عملکرد و اجرای عملکرد پنبه انجام خواهد شد.

با وجود سطح زیر کشت زیاد پنبه اطلاعات اندکی در مورد اثرات استفاده از شبه هورمون‌ها یا موادی که سبب افزایش عملکرد و اجزای آن می شوند، وجود ندارد. لذا این بررسی به منظور تاثیر محلول پاشی اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر عملکرد کمی خصوصیات کیفی پنبه انجام خواهد شد.

۱-۲- فرضیه‌های مورد بررسی در این تحقیق عبارت بودند از:

۱- محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک سبب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد پنبه می‌شود.

۲- اعمال محلول‌پاشی کلرید کلسیم اثر مثبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه دارد.

۱-۳- اهداف اصلی این تحقیق عبارت بودند از:

۱. یافتن مناسب‌ترین زمان محلول پاشی اسید سالیسیلیک در بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه.

۲. یافتن مناسب‌ترین مقدار محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه.

۳. یافتن مناسب ترین زمان و مقدار محلول پاشی کلرید کلسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه.

۴. افزایش تولید پنبه.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- تاریخچه کشت پنبه

تاریخچه کشت پنبه شاید به ۱۰ تا ۲۰ میلیون سال قبل برمی‌گردد. قدیمی‌ترین آثار کاربرد آن در پوشاک، نزدیک به ۵۰۰۰ سال قبل در دره سند واقع در پاکستان یافت شده است. هرودوت مورخ یونانی به وجود این گیاه در هند اشاره داشته است و آن را از عجایب هندوستان به‌شمار آورده است (خدابنده، ۱۳۸۵). برخی از گیاه‌شناسان منشاء پنبه را از آفریقا و برخی از هند و چین می‌دانند. به‌طوری که مطالعات نشان می‌دهند که احتمالاً این گیاه از آفریقا به هندوستان آورده شده است. در دوره هخامنشیان در ایران، کشت و کار انواع پنبه بومی (*Gossypium herbaceum*) که جزو پنبه‌های آسیایی است معمول بوده و صنعت پارچه بافی در ایران رواج داشته است. تا سال ۱۳۲۵ هجری شمسی گونه‌های مختلف پنبه بومی، رسمی، ولایتی، هندی، علی آبادی، خودرنگ، نرمه، شهری و شوشتری در نقاط مختلف ایران کشت می‌شد و به احتمال زیاد پنبه از طریق هندوستان به ایران آمده است. زیرا در بین انواع قدیمی پنبه ایران، نوع هندی وجود داشته است (خدابنده، ۱۳۸۵).

سابقه کشت پنبه در مکزیک و آمریکای جنوبی به حدود ۳۵۰۰ سال پیش از میلاد می‌رسد. در حال حاضر قسمت اعظم (۹۰ درصد) سطح زیر کشت پنبه در جهان به پنبه آپلند[1] تعلق دارد. بذر ارقام این گونه توسط انگلیسی‌ها توزیع شده و کشت آن ترویج گردید (خواجه پور، ۱۳۸۶).

درباره تاریخچه ورود و کشت پنبه در ایران مطالعات دقیقی به عمل نیامده، اما شواهد تاریخی از البسه پنبه‌ای سربازان دوره هخامنشی در ۲۵۰۰ سال قبل حکایت از آگاهی ایرانیان از گیاه پنبه است. از این رو، در دوره هخامنشیان کشت و کار این نبات در این سرزمین مرسوم بوده است. در اسناد و نوشته‌هایی که از دوران بعد اسلام وجود دارد، به کشت پنبه در اطراف ساوه و شوشتر اشاره گردیده است (رستگار، ۱۳۸۴).

[1] Upland

۲-۲- اهمیت پنبه

پنبه یکی از محصولات عمده کشاورزی، صنعتی و بازرگانی جهان و مهم‌ترین و با ارزش‌ترین لیف طبیعی، منبع الیاف و منشأ غذایی باارزش برای انسان و دام است. این محصول با توجه به فرآیند تولید آن در مزارع و مراحل تبدیل آن در صنایع وابسته و توزیع تجارت آن به دلیل ارزش افزوده، اشتغال بالایی که ایجاد می‌کند، نقش مهمی در توسعه اقتصادی کشورها ایفاء می‌کند (بازرگان، ۱۳۷۹). هر چند با کوشش های بیشتر برای استفاده از تکنولوژی نوین برای جایگزین کردن الیاف مصنوعی، سهم عمده‌ای از مصرف الیاف به الیاف مصنوعی اختصاص یافته، ولی به دلیل ویژگی‌های بارز الیاف پنبه، تولید، مصرف و استفاده از پنبه همچنان در سطح بالایی قرار دارد (کافی و دامغانی، ۱۳۷۹).

مشخصه‌های تجدیدشوندگی و قابلیت برگشت به چرخه طبیعت، نیاز به سرمایه‌گذاری کمتر در صنایع وابسته در مقایسه با سرمایه‌گذاری‌های دیگر، وجود مزیت‌های این محصول از جمله توان اشتغال‌زایی بالا، تأمین ماده اولیه مورد نیاز صنایع وابسته، ایجاد ارزش افزوده در صنایع فرآوری آن و ارزش مبادله‌ای بالا در بازار جهانی و توزیع عادلانه‌تر درآمد در بخش کشاورزی نیز موجب استقبال عمومی برای تولید، مصرف و استفاده از پنبه شده است (مهاجرمیلانی، ۱۳۷۸). الیاف پنبه به عنوان یک فیبر سلولزی طبیعی، دارای خصوصیاتی انحصاری می‌باشد و هیچ فیبر مصنوعی دیگری تمام این خصوصیات را به طور کلی ندارد (مهاجرمیلانی، ۱۳۷۸).

نرمی و لطافت، توان جذب و انتقال رطوبت و عرق بدن، قابلیت انعطاف، دوام، استحکام، مقاومت در مقابل فساد شیمیایی، قابلیت تاکردن و سهولت خیاطی از مهمترین خصوصیات پارچه‌های حاصل از الیاف پنبه می‌باشد .قابلیت جذب و انتقال رطوبت الیاف پنبه را برای صنعت لباس‌سازی بسیار مطلوب ساخته است، چرا که پشم، عرق بدن را جذب کرده اما هدایت نمی‌نماید و الیاف مصنوعی عرق بدن را حتی جذب هم نمی‌کنند (خواجه پور، ۱۳۸۶).

به طور متوسط درمقابل تولید ۱۷۰ کیلوگرم دانه مقدار ۱۰۰ کیلوگرم الیاف حاصل می‌شود. دانه آن بسته به نوع واریته و شرایط محیطی کشت حاوی ۱۵ تا ۲۵ درصد روغن خوراکی قابل استخراج می‌باشد (خلدبرین و اسلام زاده، ۱۳۸۰).

روغن خام موجود در دانه پنبه قهوه‌ای رنگ و شبیه روغن زیتون بوده و شامل ۴۵ تا ۵۰ درصد اسید اولئیک، ۲۵ تا ۳۰ درصد اسید لینولئیک و ۲۰ تا ۲۵ درصد اسید پالمتیک و استئاریک می‌باشد (نعمتی، ۱۳۸۰). از پوسته مغز خوراک دام، پلاستیک، کف پوش، انواع مالچ، کود و خمیر سلولزی ویسکوز تهیه می‌کنند و مغز دانه که به رنگ سفید بوده و از روغن و پروتئین تشکیل شده و از ۵۰ تا ۵۵ درصد وزن دانه را تشکیل می دهد و از آن روغن خوراکی، صابون، گلیسرین، اسیدهای چرب و از تفاله آن کود، خوراک دام و آرد تهیه می‌کنند (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۶).

از لینتر یا کرک‌هایی که سطح دانه را می‌پوشانند و ۳ تا ۱۰ درصد وزن دانه را در رقم‌های گوناگون تشکیل می‌دهد در تهیه و ساخت نخ، کاغذ، پلاستیک، فیلم عکاسی، نمد و موکت، ابریشم مصنوعی، صنایع نظامی و مهمات سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین از پوست قوزه در تهیه الکل، سرکه، کاغذ صافی و تخته سه لایی استفاده می‌شود (کافی و دامغانی، ۱۳۷۹).

زراعت پنبه بیش از سایر محصولات زراعی اشتغال‌زا بوده و به ازای هر ۳/۵-۳ هکتار پنبه کاری یک شغل مولد دائم در کشور ایجاد می‌گردد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۶). اشتغال‌زایی آن در بخش صنایع وابسته (پنبه پاک‌کنی، روغن‌کشی، کارخانجات ریسندگی) نیز بیش از سایر محصولات زراعی می‌باشد. به طوری که یک شغل در زراعت پنبه، حدود پنج فرصت شغلی در بخش‌های صنعت و خدمات وابسته نیز فراهم می‌آید (کافی و دامغانی، ۱۳۷۹).

در شرایطی که کشور با بحران کمی کار مواجه است، توسعه کشت و کار پنبه با حمایت دولت فرصت-های جدید شغلی قابل توجهی با سرمایه‌گذاری بخش خصوصی نصیب کشور می‌گرداند. با توجه به مشخصات گیاه پنبه، قابلیت انطباق این گیاه با شرایط اقلیمی و خاک کشور بسیار زیاد بوده و بدون

محدودیت در اغلب مناطق کشور قابل کشت و کار و عموماً به شوری خاک متحمل بوده و گرما دوست می‌باشد (کافی و دامغانی، ۱۳۷۹).

۲-۳- اهمیت اقتصادی پنبه

پنبه در دنیای امروز مصرف زیادی دارد و به علت احتیاج به انواع وسایل و لوازمی که از فراورده های این گیاه تهیه می شود روز به روز بر اهمیت و سطح زیر کشت آن افزوده می‌گردد (حکمت شعار، ۱۳۷۳).

علی‌رغم کاهش نقش پنبه از نظر درصد مصرف الیاف طبیعی در سطح جهانی مقدار پنبه ای که همه ساله به بازار عرضه می شود درحال افزایش است و علت این امر می تواند در رابطه با افزایش جمعیت جهان، بالا رفتن سطح زندگی، افزایش شهر نشینی و نیز مصارف متعددی که پنبه دارد و مواد سنتزی نمی‌توانند جایگزین آن شوند باشد. پنبه دارای بعضی خصوصیات است که هیچ ماده مصنوعی نمی تواند با آن رقابت کند و این خصوصیات عبارتند از قابلیت شستشو، دوام، استحکام در حالتی که مرطوب و خشک است، قدرت انتقال بخار، ثبات شیمیایی، نرمی، انعطاف و عایق بودن حرارتی و الکتریکی. خصوصیات دیگری نیز که در اثر پژوهش حاصل گردید و این خصوصیات در الیاف طبیعی وجود نداشت عبارتند از: مقاومت در برابر اتش و پوسیدگی و خسارت حشرات (کوچکی، ۱۳۸۵).

به طور کلی پنبه سه تأثیر مهم در اقتصاد کشورها دارد که عبارتند از:

۱. تأمین کالاهای اساسی جامعه نظیر نخ، پارچه، روغن، علوفه دام و غیره.

۲. تأثیر در صنعت و اقتصاد کلی کشور نظیر کارخانجات نساجی، پنبه پاک کنی، روغن کشی، کارگاههای قالی‌بافی و بافندگی دستی، مبل سازی، پشم مصنوعی، طناب، تهیه صابون، تهیه فیلم عکاسی، لاستیک سازی ، شمع و نئوپان و غیره.

۳. تأثیردر اشتغال‌زایی به طوری که در کشور در حال حاضر قریب به دو ملیون نفر به طور مستقیم به پنبه و فراورده های آن اشتغال داشته و زندگی و معیشت آنان با تولید و مصرف پنبه تأمین می‌گردد.

کشورهایی مانند هندوستان، پاکستان و مصر که قبلاً قسمت اعظم پنبه خود را صادر می‌کردند هم اکنون دارای صنایع نساجی مربوط به خود هستند و از رقبای صنایع نساجی به حساب می آیند (عالیشاه، ۱۳۷۴).

از نظر صادرات و تحصیل ارز خارجی در برخی از کشورها، پنبه منبع ارزی محسوب می شود و حتی بعضی از کشورها سهم عمده‌ای از ارز خارجی خود را از فروش پنبه و فراورده‌های آن حاصل می‌نمایند (عالیشاه، ۱۳۷۴).

بطور متوسط از هر تن پنبه دانه حدود ۱۶۸ کیلوگرم روغن، ۴۶۸ کیلوگرم کنجاله، ۲۳۰ کیلوگرم پوسته و ۸۴ کیلوگرم کرک بدست می آید. کنجاله پنبه دانه ۳۳ الی ۴۳ درصد پروتئین دارد و به عنوان مکمل پروتئین در جیره دام مصرف می شود. پوسته دانه نیز به عنوان علوفه قابل مصرف است و ارزش غذایی آن حدود کاه گندم است (خواجه پور، ۱۳۸۶).

در کشو های همسایه شمالی ایران سطح وسیعی از دریای خزر تا مرز چین زیر کشت پنبه برده شده و ازبکستان به تنهایی بیش از یک میلیون هکتار پنبه را به خود اختصاص داده است، این کشور پس از امریکا و چین مقام سوم را از این نظر دارد. در چین نیز چنین وضعی صادق بوده است و این کشور هم اکنون مقام دوم را از نظر تولید پنبه دارد (کوچکی، ۱۳۸۵).

۲-۴- گیاهشناسی پنبه

پنبه با نام علمی *Gossypium hirsutum* L. گیاهی از خانواده مالواسه[۱] (پنیرک)، زیر طایفه ی Hibiscae و جنس گوسیپیوم[۲] است که دو لپه‌ای و گل‌دار بوده و حدود ۳۷ گونه از آن تاکنون شناسایی شده که شامل گونه‌های زراعی، زینتی و وحشی می‌باشد. پنبه به صورت یک‌ساله مورد زراعت قرار می‌گیرد (میرزا باقری، ۱۳۸۵).

ریشه این گیاه عمیق بوده و قدرت نفوذ تا عمق ۲-۱/۵ متری داخل خاک دارد. علاوه بر ریشه اصلی ریشه‌های فرعی در جذب آب و مواد غذایی نقش دارد. این گیاه دارای یک ساقه اصلی است که بر روی آن شاخه‌های فرعی رشد می‌کنند. شاخه‌های رویشی که در پائین ساقه اصلی قرار دارند فقط تولید برگ می‌کنند و شاخه‌های زایشی که در قسمت‌های بالایی ساقه هستند در تولید گل و میوه مؤثرند (میرزا باقری، ۱۳۸۵).

برگ‌ها نسبتاً بزرگ و پنجه‌ای شکل هستند و به صورت متناوب بر روی ساقه قرار می‌گیرند. اندازه برگ‌ها بسته به سن گیاه و شرایط محیطی بسیار متغیر می‌باشد و برگ‌ها به رنگ سبز تیره می‌باشند. گل‌های پنبه به طور منفرد بر روی ساقه گل‌دهنده دیده می‌شوند که ابتدا سفید رنگ بوده و سپس با گذشت زمان به رنگ قرمز یا صورتی تغییر رنگ می‌دهند. پس از گرده افشانی و عمل تلقیح گلبرگ‌ها شروع به ریزش کرده و میوه پنبه یا قوزه شروع به رشد می‌کند که در داخل آن الیاف و پنبه دانه تشکیل می‌شود و در طول ۲۵-۲۰ روز پس از گرده افشانی قوزه به حداکثر اندازه خود می-رسد و قوزه در زمان رسیدگی از محل رسیدگی از محل اتصال برچه‌ها باز شده و توده‌های پنبه ظاهر می‌شوند. در داخل قوزه الیاف و پنبه دانه وجود دارند (میرزا باقری، ۱۳۸۵).

دانه پنبه تخم مرغی شکل و به طول ۱۵-۷ میلی‌متر و به رنگ قهوه‌ای تیره یا سیاه می‌باشد که حدود ۶۵-۶۰ درصد وزن قوزه مربوط به آن می‌باشد. اما الیاف حدود ۴۰-۳۵ درصد وزن باقیمانده را

---

[۱] Malvaceae
[۲] Gossypium

خواهند داشت. سطح خارجی دانه پنبه را کرک‌های ریزی پوشانده است که به لینتر[1] معروف می‌باشد اما در بعضی واریته‌ها دانه پنبه بدون لینتر می‌باشد (میرزا باقری، ۱۳۸۵).

۲-۵- مراحل رشد پنبه

دوره رشد پنبه را می‌توان به پنج مرحله تقسیم نمود (دیسفانی و همکاران، ۱۳۹۳):

۱- مرحله گیاهچه‌ای: از زمان کاشت و جوانه زدن بذر تا بیرون آمدن کوتیلدون‌ها از خاک حدوداً ۷ تا ۱۰ روز به‌طول انجامد. طول این دوره به عوامل مختلف از جمله رطوبت خاک و هوا، وضعیت اکسیژن، سرعت باد و چگونگی ممانعت فیزیکی لایه سطحی خاک وابسته است . وقتی بذر در خاک کاشته و آبیاری می‌شود، رطوبت اطراف از قسمت عریض بذر به درون بذر نفوذ می‌کند. با تغییرات شیمیایی در حضور رطوبت و تورم بافت‌ها نهایتاً ریشه‌چه از محل باریک بذر بیرون می‌زند و درون خاک رشد می‌کند. بدنبال آن، ساقه رشد و به صورت خمیده از سطح خاک بیرون می‌زند.

۲- مرحله برگ‌های حقیقی: اولین برگ حقیقی حدود ۱۰ تا ۱۲ روز پس از خروج جوانه نمایان می‌شود. از گسترش کوتیلدون‌ها تا مرحله ۴ برگی شدن بوته، حدود ۳۵-۲۵ روز به‌طول می‌انجامد.

۳- مرحله ۴ برگی تا قبل از گلدهی: در این مرحله طی ۳۰ تا ۴۰ روز بوته‌ها حاوی شاخه‌های رویشی و زایشی خواهند بود. معمولاً پتانسیل تولید در ۳۰ تا ۴۰ روز اول دوره زراعی تعیین می‌گردد. پس از سپری شدن این دوره، تنها حفظ پتانسیل ایجاد شده، امکان‌پذیر است. گرچه ممکن است به دلیل خسارات ناشی از تنش‌های محیطی و آفات و بیماری‌ها این مقدار پتانسیل نیاز کاهش یابد. بنابراین رسیدگی به وضعیت بوته‌ها طی یک ماهه اول دوره رشد پنبه بسیار مهم و تعیین کننده است و گیاه سالم در برابر تنش‌های بعدی و آفات و بیماری‌های احتمالی مقاوم‌تر خواهد بود (دیسفانی و همکاران، ۱۳۹۳).

[1] Linter

۴- مرحله گلدهی و تشکیل قوزه: این مرحله حدوداً ۶۰-۵۵ روز بعد از کاشت شروع و برای حدوداً ۶۰ تا ۷۰ روز ادامه می‌یابد. طول دوره گل‌دهی وابسته به خصوصیات رقم و دما می‌باشد. در این دوره درجه حرارت مناسب روزانه بین ۳۲-۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. درجه حرارت بالاتر از ۳۷ درجه موجب ریزش گل و قوزه شده و برای پنبه مناسب نیست.

۵- مرحله رسیدگی قوزه: این مرحله بین ۶۰ تا ۷۰ روز به‌طول می‌انجامد. از زمان تلقیح گل‌ها تا رشد کامل غوزه‌ها ۲۰ تا ۲۵ روز طول می‌کشد. قوزه‌ها در موقع رسیدن به دو عامل آب و نور نیازمندند، در ۲۱ روز اول نیاز رطوبتی و غذایی قوزه‌ها بسیار بالاست که باید توجه نمود در این مرحله هیچ نوع تنشی به‌خصوص آبی به مزرعه وارد نشود (دیسفانی و همکاران، ۱۳۹۳).

۲-۶- اقلیم مناسب کشت پنبه

۲-۶-۱- حرارت

طول دوره رشد و نمو اغلب ارقام اصلاح شده پنبه، حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ روز است. در این مدت گیاه پنبه هرگز نباید با یخبندان و سرمای شدید مواجه گردد و مطلوب آن است که دما، از ۱۵ درجه سانتی‌گراد کمتر نشود. پنبه گیاهی گرما دوست است و به عنوان یک راهنمای کلی، مناطقی که متوسط دمای سالانه آنها ۱۳ سانتی‌گراد و متوسط دمای تابستان آنها ۲۵ درجه سانتی‌گراد باشد می‌توانند برای زراعت پنبه مناسب باشند. حداقل درجه حرارت خاک در زمان کاشت پنبه ۱۷ درجه سانتی‌گراد و مناسب‌ترین دما در طی رشد و نمو آن ۳۲ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد و پس از گلدهی و طی مراحل رشد قوزه‌ها ۲۵ سانتی‌گراد می‌باشد (فرقانی و همکاران، ۱۳۸۸).

۲-۶-۲- نور

اغلب ارقام تجاری پنبه، روز خنثی می‌باشند. تحقیقات نشان می‌دهد که تشکیل میوه در پنبه (پس از گلدهی) به طول روز حساس است و این امر در روزهای کوتاه بهتر صورت می‌گیرد. پنبه طالب نور نسبتاً شفاف و شدید است. حداقل در سه پنجم دوره رشد و نمو پنبه، باید آسمان صاف باشد و نور

کافی به گیاه برسد. نور شفاف در موقع تولید جوانه‌های زایا، گل‌دهی، رسیدن و باز شدن قوزه‌ها ضروریست و از عوامل تعیین کننده کیفیت و کمیت محصول به‌شمار می‌رود (فرقانی و همکاران، ۱۳۸۸).

۲-۶-۳- رطوبت

نیاز آبی گیاه پنبه به طور متوسط حدود ۱۰۰۰۰ متر مکعب می‌باشد. کشت این گیاه، در مناطقی که دارای ۱۵۰۰-۵۰۰ میلی‌متر بارندگی با توزیع مناسب هستند، بدون آبیاری ممکن می‌باشد. بارندگی زیاد در مراحل پس از شکوفایی قوزه، نامناسب است و سبب افت کیفیت محصول می‌گردد. بروز خشکی یا ایجاد تنش رطوبتی، در مرحله تشکیل قوزه‌ها باعث افزایش درصد ریزش قوزه و کاهش طول الیاف می‌گردد (فرقانی و همکاران، ۱۳۸۸).

۲-۶-۴- باد

باد هم یکی از عوامل اقلیمی مؤثر بر رشد و نمو و عملکرد پنبه است. وزش بادهای ملایم و خنک با جا به جایی هوای داخل بوته‌های متراکم مزرعه، نقش بسزایی در تأمین CO_2 به‌خصوص در بخش‌های زیرین جامعه گیاهی دارد. بادهای گرم و خشک و شدید، به‌خصوص در هنگام تلقیح گل‌ها و رسیدن دانه‌ها بسیار مضر هستند. همچنین این گونه بادها، باعث سوزش و ریزش برگ‌ها و غبار آلود نمودن سطوح آنها و در نتیجه کاهش فتوسنتز و عملکرد محصول می‌شوند (فرقانی و همکاران، ۱۳۸۸).

۲-۷- نیاز غذایی پنبه

۲-۷-۱- نیتروژن

یکی از مواد ضروری در رشد پنبه می‌باشد و وجود نیتروژن موجب تشکیل رنگ سبز گیاه و تنظیم سرعت رشد می‌گردد. اگر مقدار نیتروژن کمتر از مقدار مورد نیاز باشد رنگ برگ‌ها زرد مایل به سبز شده و برگ‌ها کم کم خشک شده و رشد بوته به شدت کاهش می‌یابد. در مورد کودهای نیتروژنه بهتر است در ۲ یا ۳ مرحله به زمین اضافه شوند که مراحل قبل از بذر پاشی، موقع تنک کردن، زمان گل-

دهی را شامل می‌شود. میزان نیتروژن خالص مورد نیاز گیاه در هر هکتار زمین زراعی بین ۱۵۰-۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص می‌باشد. در برخی نقاط حدود ۳۰۰ کیلوگرم اوره بوده و در هر هکتار (۱۳۸ کیلوگرم نیتروژن خالص) مصرف می‌شود. کود اوره دارای ۴۶ درصد نیتروژن می‌باشد (میرزا باقری، ۱۳۸۵).

۲-۷-۲- فسفر

فسفر از عناصر مهم و ضروری برای پنبه می‌باشد و در رشد میوه و الیاف مؤثر است و برای آنکه پنبه بتواند کاملاً از کودهای فسفره استفاده کند باید در هنگام شخم پاییزه به زمین اضافه نمود تا در زمانی‌که گیاه در مرحله رشد است به حالت قابل جذب در آید. در صورت کمبود فسفر برگ‌ها به رنگ سبز تیره تغییر رنگ داده و رشد بوته را کم می‌کند، در نتیجه کاهش عملکرد الیاف را به دنبال خواهد داشت. مقدار فسفر خالص مورد نیاز در گیاه در دوره رشد بین ۶۰ تا ۸۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که می‌توان از کودهای فسفات آمونیوم یا سوپر فسفات تریپل در مزارع استفاده نمود که دارای ۴۶ درصد فسفر می‌باشند (میرزا باقری، ۱۳۸۵).

۲-۷-۳- پتاسیم

پتاسیم در عملکرد و کیفیت الیاف تولید شده در پنبه تأثیر بسزایی دارد. در تنظیم فشار اسمزی درون گیاه و افزایش رشد و حفاظت گیاه نیز تاثیر دارد. کمبود پتاسیم تار پنبه را کوتاه می کند (اکرم قادری، ۱۳۸۲). همچنین پتاسیم در افزایش مقاومت پنبه به خشکی، سرما، آفات و بیماری ها و افزایش کمیت و کیفیت محصول نقش دارد. علائم کمبود پتاسیم ابتدا در برگ‌های پیر به صورت نقاط زرد رنگ در نوک و حاشیه برگ ها و یا در فواصل بین برگ ها نمایان می شود. حاشیه برگ ها به سمت پایین پیچیده شده و سرانجام تمامی برگ زرد و قبل از بلوغ ریزش می کند. شدت بیماری

پژمردگی و رتیسیلیومی در اثر کمبود پتاسیم افزایش می یابد. علائم کمبود پتاسیم گاهی شبیه بیماری ناشی از سویه غیر برگریز[1] می باشد (اکرم قادری، ۱۳۸۲).

۲-۷-۴- کلسیم

کلسیم توان ایستادن گیاه را بخصوص در مراحل اولیه رشد افزایش می‌دهد. کمبود کلسیم باعث کاهش توانایی پنبه در ایستادن در مرحله گیاهچه، کاهش سیستم رشد و کاهش تحمل شرایط نامساعد محیطی می شود. افزایش حساسیت به عوامل مرگ گیاهچه و تولید ساقه ضعیف و کم قدرت در اثر کمبود کلسیم اتفاق می‌افتد. قهوه‌ای شدن دمبرگ و سیاه شدن ریشه اصلی در اثر کمبود کلسیم در گیاهچه پنبه بروز می‌کند (اکرم قادری، ۱۳۸۲).

۲-۷-۵- منیزیم

کمبود منیزیم باعث قرمز شدن تا ارغوانی شدن پهنک برگ‌های پنبه می‌شود درحالی که رگبرگ‌ها سبز باقی می‌مانند و اولین علائم در برگ‌های پایینی ظاهر می‌شوند. کمبود علائم منیزیم ناشی از پیری زودرس، قرمزی ناشی از ویروس عامل Anthocyanosis شبیه است (اکرم قادری، ۱۳۸۲).

۲-۷-۶- گوگرد

زردی در برگ‌های بالایی، کاهش رشد، لوله شدن (دوکی شدن) برگ ها در اثر کمبود گوگرد اتفاق می‌افتد (بیات اسدی، ۱۳۸۴).

۲-۷-۷- بور

اولین اثرات کمبود بر رشد انتهایی پنبه است. کمبود خیلی زیاد آن سبب مرگ جوانه انتهایی شده و باعث تولید گیاه علفی و جارویی شدن پنبه می‌شود. برگ های جوان ممکن است کاسه‌ای شکل شوند. لاغری برگ‌ها، چرمی شدن برگ‌ها، طویل‌تر و اسفنجی شدن دمگل و دمبرگ، کاهش توان نگهداری گل، غنچه و غوزه توسط گیاه، تورم در قسمت پایه غنچه، ترشح زیادتر از معمول از غده‌های ترشحی،

[1]. verticillium dahlia

ایجاد حلقه‌های سیاه در اطراف دمگل، تأخیر در رشد و دیررسی محصول از علائمی است که به کمبود بر نسبت داده می‌شود (بیات اسدی، ۱۳۸۴).

۲-۸- معرفی تعدادی از ارقام پنبه تحت کشت در ایران

رقم ورامین: از طریق دورگ‌گیری ساده در سال ۱۳۳۸ به‌وجود آمده است و در سال ۱۳۴۶ به عنوان یک رقم اصلاح شده ابتدا برای کشت در مناطق گرگان، گنبد، خراسان، مرکزی و دامغان توصیه شده و برای مدت طولانی حدود ۷۰ درصد از سطح پنبه کاری مناطق مدکور را به خود اختصاص داد، ولی به تدریج با پیشروی بیماری ورتیسیلوز از مازندران به گرگان و بخشی از گنبد، از سطح آن کاسته و در حال حاضر حدود ۴۰ درصد از سطح زیر کشت پنبه کشور را به خود اختصاص داده است (حسینی نژاد، ۱۳۸۰).

رقم خرداد: این رقم به عنوان یک رقم اصلاح شده زودرس معرفی گردیده و آن را بهترین گزینه برای سیستم‌های دو کشتی می‌دانند. طول دوره رشد آن ۱۴۰ روز می‌باشد و برای مناطق دارای سرمای زودرس پائیزه و یا سیستم‌های دو کشتی و برای مناطقی که کشت پنبه به تأخیر می‌افتد مطلوب است (دیسفانی و همکاران، ۱۳۹۳).

رقم ساحل: این رقم در سال ۱۳۴۶ برای مناطق مازندران و گلستان پیشنهاد شد و در حال حاضر تمام مناطق پنبه‌کاری شمال کشور را تحت پوشش خود دارد (دیسفانی و همکاران، ۱۳۹۳).

رقم اولتان: در سال ۱۳۶۵ به نان اولتان که روستایی در پارس آباد مغان است نام‌گذاری گردید. بهترین تاریخ کاشت آن برای مغان و خراسان شمالی دهم تا آخر اردیبهشت ماه می‌باشد (دیسفانی و همکاران، ۱۳۹۳).

رقم بختگان: این رقم در سال ۱۳۶۵ نام‌گذاری و با توجه به مقاومت به بوته‌میری برای مناطق پنبه کاری استان فارس توصیه گردید (دیسفانی و همکاران، ۱۳۹۳).

رقم دلتاپاین ۱۶: در سال ۱۳۵۲ جهت کشت در استان خوزستان معرفی گردید. به باد و خشکی مقاوم و خصوصیات کمی و کیفی مطلوبی دارد (دیسفانی و همکاران، ۱۳۹۳).

رقم مهر: در سال ۱۳۷۴ به این نام معرفی و برای کاشت در منطقه مغان و شمال خراسان توصیه شد. سازگاری آن بسیار خوب است و اولین چین آن در اواخر شهریور قابل برداشت می‌باشد (حسینی نژاد، ۱۳۸۰).

رقم سیندوز: از یونان وارد شده و علاوه بر داشتن خصوصیات رقم ورامین نسبت به آن زودرس‌تر و از عملکرد خوبی برخوردار است و به عنوان کشت دوم، کشت دیر هنگام و یا در مناطقی که در سرمای زودرس پاییزه وجود دارند توصیه شده است (حسینی نژاد، ۱۳۸۰).

رقم ساکرای: در سال ۱۳۷۵ به عنوان یک رقم پر محصول و مقاوم به برخی آفات و بیماری‌ها و سازگار در کلیه مناطق پنبه کاری کشور به‌خصوص برای مناطق مازندران و گلستان توصیه شد (دیسفانی و همکاران، ۱۳۹۳).

رقم پاک: در سال ۱۳۶۶ برای کشت در مناطق مرکزی ایران توصیه شده است. خصوصیت عمده آن این است که آرد مغز دانه پس از روغن‌کشی می‌تواند در صنایع سوسیس و کالباس سازی مورد استفاده برای تغذیه انسان قرار گیرد (دیسفانی و همکاران، ۱۳۹۳).

رقم دکتر عمومی: از گرووه پنبه‌های الیاف بلند است که دارای الیاف ظریف و مستحکم است. این رقم به پاس تجلیل از خدمات شایسته مرحوم دکتر مهدی عمومی محقق ارزنده تحقیقات پنبه ایران نام‌گذاری گردید (دیسفانی و همکاران، ۱۳۹۳).

رقم گیزا: یک رقم مصری است و براساس نتایج مطالعات انجام شده، این رقم برای کشت در مناطق جیرفت، خوزستان و بخش‌هایی از هرمزگان معرفی گردید. این رقم تا سال ۱۳۵۹ که دکتر عمومی به عنوان رقم جدید معرفی شد، در منطقه جیرفت مورد کشت قرار گرفت (دیسفانی و همکاران، ۱۳۹۳).

رقم ترمز: یکی از ارقام وارداتی از کشور ازبکستان است. تیپ مصری، نسبتاً پاکوتاه، روز خنثی و نسبتاً زودرس است (دیسفانی و همکاران، ۱۳۹۳).

۲-۹- سطح، میزان تولید و عملکرد پنبه در ایران

سطح برداشت پنبه کشور در سال زراعی ۹۵-۹۴ حدود ۹۱ هزار هکتار برآورد شده که ۹۷/۵ درصد آن آبی و سهم سطح کشت دیم پنبه ۲/۵ درصد بوده و فقط در استان‌های خراسان جنوبی، گلستان و مازندران دیمکاری پنبه وجود داشته است. استان‌های خراسان رضوی و خراسان جنوبی هر یک به ترتیب با ۴۵/۲ و ۱۲/۱ درصد سهم در سطح برداشت این محصول، در رتبه های اول و دوم قرار دارند. این دو استان روی هم بیش از نیمی (۵۷/۳) درصد ازسطح پنبه کشور را دارا هستند. استان‌های فارس، گلستان و سمنان به ترتیب با ۹/۸ و ۹/۱ و ۵ درصد سطح برداشت پنبه کشور، مقام‌های سوم تا پنجم را دارا می باشند (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۵).

تولید پنبه در کشور حدود ۱۶۷ هزار تن برآورد شده که۹۸/۱ درصد آن از مزارع آبی پنبه به دست آمده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۵).

راندمان تولید پنبه اراضی آبی کشور ۱۸۴۹ کیلوگرم و اراضی دیم ۱۴۵۷/۴ کیلوگرم در هکتار بوده است. بیشترین و کمترین عملکرد پنبه آبی به ترتیب با ۳۰۲۸/۵ و ۱۰۳۹ کیلوگرم متعلق به استانهای تهران و لرستان می‌باشد. بیشترین و کمترین عملکرد در هکتار پنبه دیم به ترتیب ۲۵۳۰ و ۸۷۲/۱ کیلوگرم به استان های خراسان جنوبی و مازندران تعلق دارد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۵).

۲-۱۰- سطح، میزان تولید و عملکرد در شهرستان سبزوار

سطح زیر کشت پنبه در سبزوار ۹۸۰۰ هکتار در سال زراعی ۹۴-۹۵ است و در استان مقام اول را دارا می‌باشد. تمامی سطح زیر کشت مربوط به کشت آبی می باشد. متوسط عملکرد محصول ۲۲۰۰ کیلوگرم است و میزان کل تولید پنبه ۲۵۰۰ تن می‌باشد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۵).

۲-۱۱- تنش‌های محیطی و اختلال در فعالیت‌های گیاه

گیاهان در دوره حیات شان با انواع تنش های محیطی مواجه می شوند، این تنش‌ها شانس نمو و بقای گیاهان را محدود می‌کنند. در بسیاری از نقاط کره خاکی شرایط مناسب رشد فقط برای مدت کوتاهی دوام دارد و گیاهان مجبورند که در همین زمان کم، مراحل اساسی رشد خود را انجام دهند در برخی نقاط هم که شرایط برای رشد مناسب است، افزایش تراکم و تعداد گیاهان عامل ایجاد رقابت برای گیاهان در به دست آوردن مواد غذایی، آب و نور است (لارپر و همکاران، ۲۰۰۱).

در مجموع تنش یعنی شرایط نامناسبی که حتماً مرگ آنی در پی نداشته و به طور دائم یا موقت در یک محل اتفاق می‌افتد ولی بر عملکردهای حیاتی موجودات تأثیرداشته باشد (والتر و همکاران، ۱۹۸۵). از قوانین حرکت نیوتن چنین استنباط شده است که اگر هر موجودی تحت تأثیر عملی (تنش) قرارگیرد عکس العملی (کرنش) از خود نشان می‌دهد. کرنش می تواند برگشت پذیر یا برگشت ناپذیر باشد. اگر کرنش از شدت کافی برخوردار باشد موجود زنده دچار یک تغییر پایدار یعنی صدمه یا مرگ می‌شود.

به هر حال دانشمندان علوم گیاهی تنش را با دو تعریف بوم شناختی و بیوشیمیایی مورد توجه قرار می‌دهند. تنش در مفهوم بوم شناختی: فشارهای زیست محیطی است که نسبت تولید ماده خشک را در قسمتی از گیاه یا تمامی آن محدود می‌کند، اما تنش از نظر بیوشیمیایی به معنی اختلال در تولید طبیعی ترکیبات مختلف گیاهی است. ولی امروزه تنش را به دو گروه طبقه بندی می‌کنند. اول تنش-های زیستی[1]: تنش‌هایی که حاصل حمله یک موجود زنده به موجود زنده دیگر است مانند آفت‌ها، پاتوژن‌ها و آللوپاتی؛ دوم تنش‌های غیر زیستی[2] شامل:

۱- باد، فشار، صدا، نیروهای مغناطیسی و الکتریکی

۲- شیمیایی مثل شوری، یونی، علف‌کش‌ها و...

---

[1]. Biotic stress
[2]. Abiotic stress

۳- تشعشع مثل پرتوهایC-B, UV-A, UV-UV[1]

۴- آب مثل غرقابی[2] و خشکی[3]

۵- دما شامل دمای بالا[4] ودمای پایین،[5] که دمای پایین خود دو دسته است: سرمازدگی[6] و یخ زدگی[7]

هرنوع از تنش‌ها در وهله اول تنش اولیه[8] محسوب شده و منجر به تغییراتی در سیستم زیستی می شود. اگر مدت زمان تنش اولیه کوتاه باشد اثرات آن در حدچند ثانیه یا دقیقه مشاهده می شوند. اما اگر مدت زمان بروز تنش طولانی باشد تنش ثانویه پدید آمده و آسیب حاصل از آن غیر مستقیم خواهد بود. گیاهان نیز مانند جانوران برای مقابله با این شرایط ناسازگار و سخت با استفاده از مکانیسم‌های متفاوت با تنش مقابله می‌نمایند که این مکانیزم‌ها شامل سازش و مقاومت بوده که مقاومت خود شامل تحمل کردن، اجتناب و فرار می باشد (پراساد، ۱۹۹۶).

همه این تنش‌ها، پاسخ‌های مشترکی را در گیاهان القا می‌کنند ولی در شروع سیگنال با هم تفاوت داشته و همچنین گیرنده‌های آنها متفاوت می‌باشند. این تنش‌ها با بیان یک سری از ژن‌ها گیاه را قادر به ترمیم آسیب ناشی از تنش کرده یا گیاه را در برابر تنش‌های محیطی که آینده پیش خواهد آمد حمایت می‌کنند (باجگوز و همکاران، ۲۰۰۸). یعنی در واقع گیاه را با محیط سازگار کرده و بقای آن را بیشتر تأمین و تضمین می کنند و از این طریق به نوعی با محیط خود سازش یافته یا تطابق می‌یابند. سازش ها اعم از مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی به نحوی انجام می‌گیرد که گیاه بتواند بهتر با محیط تطابق پیدا کند و از امکانات مادی محیط خود به گونه شایسته‌ای استفاده کند. به طور مثال سازش بیوشیمیایی در گیاهان شامل انواع تغییرات بیوشیمیایی در سلول است. این تغییرات شامل

---

1. Radiation
2. Floading
3. drought
4. High Temperature
5. Low Temperature
6. Chilling
7. Freezing
8. Primarystress

تکامل راه‌های متابولیکی جدید، تجمع متابولیت‌های با وزن مولکول کم، سنتز پروتئین‌های خاص، مکانیسم های سم زدایی و تغییر در میزان فیتوهورمون‌ها می‌باشند (باجگوز و همکاران، ۲۰۰۸). که دراغلب تنش‌های محیطی این تغییرات ایجادشده وگیاهانی را که با تنش مواجه شده اند، در مقابله با آن تنش و سایر تنش‌ها کمک می‌کنند یکی ازعمده‌ترین تنش‌های محیطی که اغلب گیاهان با آن مواجهند تنش شوری می‌باشد.

۲-۱۲- تنش شوری و اختلال در فعالیت گیاه

به طورکلی افزایش شوری درخاک باعث کاهش رشدو میزان محصول می‌گردد. شوری برتمام فرآیندهای اصلی مانند رشد، فتوسنتز، سنتزپروتئین، متابولیسم لیپید و انرژی مؤثر بوده، در نتیجه تمام مراحل زندگی گیاه ازجوانه‌زنی تا تولید بیوماس و تولید دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (پاریدا و همکاران، ۲۰۰۴). با افزایش شوری بازده گیاهان کم شده و پروسه‌هایی مثل فتوسنتز، تنفس، کارایی آب، غشای پلاسمایی تحت تأثیر قرار می‌گیرند (بوتلا و همکاران، ۱۹۹۴). تغییر در کروموزوم و ساختار کروماتین، متیلاسیون DNA پلی پلوئیدی و چند برابر شدن یا حذف رشته های DNA نیز از عوارض مهم شوری‌اند (والبوت و کولیس، ۱۹۸۵). افزایش شوری همچنین می‌تواند باعث ایجاد تنش هیپراسموتیک و هیپرتونیک شده، منجربه مرگ گیاه شود (ماه جان و همکاران، ۲۰۰۷).

از نظر تحمل به شوری، در بین محصولات زراعی، پنبه بعد از جو در مقام دوم قرار دارد. حساس‌ترین مرحله رشدی پنبه نسبت به شوری، مرحله جوانه زنی و استقرار گیاهچه آن است که می‌توان با مدیریت صحیح درصد سبز بالا و در نتیجه محصول مطلوب از آب یا خاک شور به دست آورد. به منظور ایجاد سبز یکنواخت، استفاده از بذرکار پنبه و کشت به روش دو فارو یا پشته پهن (در شرایط شوری خاک و آب توصیه می شود) . در این حالت، پشته‌ها حدود ۱۴۰ سانتی‌متر و کشت در دو طرف با فاصله۱۰ سانتی‌متر از لبه پشته‌ها انجام می‌شود (این روش به علت تغییر محل تجمع املاح و نمک-

ها از روی بذر به وسط پشته، سبب سهولت سبز بذور و نیز صرفه جویی در مصرف آب می‌شود) (سیرجانی، ۱۳۸۵).

از آن جا که رشد گیاه دارای ارتباط نزدیکی با شوری آب خاک منطقه توسعه ریشه می‌باشد، لذا در شرایط شوری آب آبیاری، گیاه انرژی زیادتری را صرف جذب آب و مواد غذایی می‌نماید (دهقانی و همکاران، ۲۰۱۳).

در این شرایط اجزای عملکرد گیاه تحت تأثیر شوری آب خاک قرار گرفته و به علت عدم تحمل تنش شوری، از کاهش شدیدی نسبت به شرایط متعارف برخوردار می‌باشند. لذا با افزایش شوری ارتفاع بوته، تعداد غوزه کاهش می‌یابد پس آبیاری در اراضی شور باید با فواصل زمانی نزدیک صورت گیرد

(دهقانی و همکاران، ۲۰۱۳).

۲-۱۳- نقش هورمون‌های گیاهی در رشد

در حدود یکصد سال پیش، گیاه شناس آلمانی به نام جولیان ون[1] پیشنهاد کرد که رشد گیاه و تکامل آن ممکن است بوسیله‌ی مواد گیاهی درونی خاصی کنترل شود. در حال حاضر مشخص شده است که یک گروه از مواد مرکب، تنظیم کننده‌های رشدی و یا فیتوهورمون‌ها موجب فرآیندهای گیاهی گوناگون می‌شوند. با این حال حتی با وجود شواهد موجود، هنوز نقش‌ها و وظایف این مواد در رشد و تکامل گیاه ناشناخته مانده است، تنظیم‌کننده‌های رشد نقش مهم و اساسی در فرایند رشد و نمو گیاهان بر عهده دارند. این ترکیبات شیمیایی قدرت مدیریت فرآیندهای زیادی را در گیاهان به عهده دارند. تغییر در دسترسی و تعادل شیره پرورده، کنترل فرآیند رشد در شرایط تنش و محدودیت‌های محیطی از جمله مهمترین این تغییرات هستند (ژو و همکاران، ۲۰۰۹). این موارد باعث شده تا کاربرد خارجی تنظیم‌کننده‌های رشد به عنوان یک راهکار مطلوب مدیریتی تولید در گیاهان به شمار آید. از

[1]. Jolian Von

زمان شناسایی هورمون‌های گیاهی تلاش برای استفاده از آنها به صورت کاربرد خارجی برای بهبود عملکرد مورد توجه پژوهشگران بوده است (افضل و همکاران، ۲۰۰۶).

در این زمینه مطالعات متعددی با استفاده از هورمون‌های گیاهی برای بررسی افزایش تحمل تنش در گیاهان زراعی انجام گرفته است (امین و همکاران،۲۰۰۷). مشخص شده است که تحت شرایط نامساعد محیطی سطوح درون‌زای فیتوهورمون‌ها دچار تغییرات اساسی می‌شود. کاهش مقادیر سیتوکینین‌ها و اسیدجیبرلیک و افزایش محتوای اسیدآبسیزیک در گونه‌های گیاهی متعددی تحت تنش‌های شوری و خشکی گزارش شده است (تسونی و همکاران، ۱۹۹۸). از جمله مطالعات کاربرد خارجی برای بهبود عملکرد در گیاهان استفاده از هورمون سالیسیلیک اسید در تنش‌های رطوبتی است (نوریین و همکاران، ۲۰۰۹).

مواد تنظیم کننده رشد یا هورمون های مصنوعی به عنوان یک ابزار مدیریتی در بالا بردن سودمندی زراعی استفاده می شود، تنظیم‌کننده‌های رشد به غیر از مواد غذائی که دربردارند دارای ترکیبات آلی هستند که می‌توانند بر روی فیزیولوژی گیاه تأثیر بگذارند و با تنظیم و تعدیل رشد رویشی و زایشی عملکرد را بالا می‌برند (عالیشاه و همکاران، ۱۳۹۰)

۲-۱۴ اسید سالیسیلیک

۲-۱۴-۱ تاریخچه شناخت اسید سالیسیلیک

به‌طور کلی ترکیبات فنولی به صورت فراگیر در طبیعت وجود دارند. در غلظت‌های بالا در بافت‌های گیاهی، میکروارگانیسم‌ها، خاک‌ها و حتی فاضلاب‌های صنعتی نیز یافت می‌شوند. این ترکیبات بر رشد بسیاری از گیاهان اثر می‌گذارند (گلس، ۱۹۷۴). اسید سالیسیلیک یا ارتوهیدروکسی بنزوئیک اسید و ترکیبات مربوطه نیز به یک گروه از ترکیبات فنلی تعلق دارند (پوپوآ و همکاران، ۲۰۰۳). یونانیان قدیم و آمریکایی‌ها دریافتند که برگ‌ها و پوست درختان بید تب و درد را از بین می‌برند. در

سال ۱۸۲۸ یوهان بوخنر که در مونیخ آلمان کار می‌کرد، اولین کسی بود که مقدار مشخصی از سالیسیلین را از پوست درخت بید جدا ساخت که این ماده شامل مقداری الکل گلیکوزید سالیسیلک و سالیسیلات بود. ده سال بعد شخصی به نام رافائل پیریا این ترکیب فعال موجود در پوست بید را اسید سالیسیلیک نامید که از نام لاتین Salix به معنی بید مشتق شده است (پوپوآ و همکاران، ۲۰۰۳).

اسید سالیسیلیک در قلمرو گیاهی به‌طور وسیعی پراکنده شده . در بیش از ۳۴ گونه شناسایی شده است. همچنین یکی از نقش‌های مهم اسید سالیسیلیک این است که بر بسیاری از روندهای فیزیولوژیکی سلول اثر دارد. امروزه اسید سالیسیلیک در اشکال متنوع و به‌صورت گسترده‌ای در گیاهان شناخته شده است در نظر بعضی این ماده یکی از موارد مهم رشد گیاهی تصور می‌شود. اسید سالیسیلیک یک رده جدید از مواد تنظیم کننده رشد گیاهی است. این ترکیب گیاهی مشخص شده در سرتاسر قلمرو گیاهی موجود است و روی بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک در گیاهان با غلظت-های کم مؤثر می‌باشد. مشخص شده است که اسید سالیسیلیک در بعضی موارد مقاومت به بیماری‌ها و تولید گرما را در گیاهان تنظیم می‌کند. به‌طورکلی، برای درک بهتر مکانیسم عمل این ترکیب تنظیم‌کننده گیاهی مهم باید مطالعات بیشتری روی مسیر بیوسنتز اسید سالیسیلیک و متابولیسم آن به همراه بررسی مولکولی روی خود اسید سالیسیلیک به عنوان یک علامت (سیگنال) در هدایت و انتقال صورت گیرد (سنارانتا و همکاران، ۲۰۰۲).

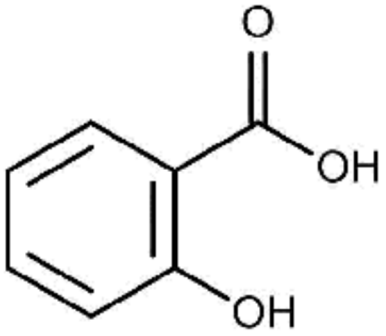
۲-۱۴-۲ شناخت اسید سالیسیلیک

اسید سالیسیلیک (۲-هیدروکسی بنزوئیک اسید) یک ترکیب طبیعی و از تنظیم‌کننده‌های آندروژن است که در بیشتر گیاهان وجود دارد. شواهد زیادی به دست آمده که غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک و مدت زمان تأثیرگذاری آن واکنش‌های متعددی را در گیاه سبب می‌شود. بنابراین به عنوان نوع جدیدی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در نظر گرفته شده است. این ترکیب دارای یک

حلقه آروماتیک با یک گروه هیدروکسیل است. بیشترین مقدار اسید سالیسیلیک در گل آذین گیاهان ترموژن (گرمازا) و در گیاهان آلوده شده با پاتوژن نکروزه کننده یافت شده است. سالیسیلات‌ها ترکیبات مشابه اسید سالیسیلیک اند که در برگ‌ها و بخش‌های زایشی گیاهان از جمله در گل آذین‌ها مانند گل آذین خرما وجود دارند. سالیسیلات‌ها در گیاهانی که مورد تهاجم عوامل بیماری‌زا قرار گرفته‌اند نیز دیده می‌شوند. این مواد در فرآیندهای مختلف گیاهان از جمله گلدهی و مقاومت گیاهان در برابر بیماری مؤثرند (کمیته تدوین فارماکوپه گیاهی ایران، ۱۳۸۱).

۲-۱۴-۳ ساختار اسید سالیسیلیک

اسید سالیسیلیک دارای یک حلقه‌ی فنلی می‌باشد که یک گروه کربوکسیل در موقعیت ارتو گروه هیدروکسیل حلقه فنلی آن وجود دارد. آنالوگ نزدیک اسید سالیسیلیک، آسپرین می‌باشد که پس از جذب، به سرعت به اسید سالیسیلیک تبدیل می‌شود (پوپوآ، ۲۰۰۳). یکی از مشتقات اسید سالیسیلیک، متیل سالیسیلات یا ۲-کربومتوکسی فنول، استر نیمه فرار بنزوئیک اسید است که از اسید سالیسیلیک سنتز می‌شود. متیل سالیسیلات موجود در اتمسفر، توسط گیاهان جذب می‌شود و در سیگنال‌های ارتباطی بین سلول‌ها، میکروارگانیسم‌ها، گیاهان و حیوانات شرکت می‌کنند. همچنین، متیل سالیسیلات به عنوان یک سیگنال آندروژن گیاهان باعث افزایش مقاومت گیاه به تنش‌هایی از قبیل سرما، گرما، شوری و خشکی می‌شود (دانشمند، ۱۳۸۸).



شکل ۲-۱ ساختمان شیمیایی اسید سالیسیلیک (SA)

۲-۱۵- اثر اسید سالیسیلیک بر فتوسنتز

فتوسنتز فرآیندی است که نقش اساسی را در عملکرد گیاهان زراعی بازی می کند (فیویل و همکاران، ۱۹۹۹). وزن کل اندام هوایی و عملکرد گیاهان رابطه مستقیمی با میزان فتوسنتز دارد و افزایش کارایی فتوسنتز می تواند منجر به افزایش عملکرد شود. مکان اصلی فتوسنتز، برگ‌های سبز گیاهان می باشد که میزان تولید آنها بستگی به فعالیت رنگدانه‌های فتوسنتزی (به ویژه کلروفیل)، نور و توانایی گیاه در تثبیت CO_2 دارد (هیروس و همکاران، ۱۹۹۷). میزان عملکرد بالای رقم‌های اصلاح شده نسبت به رقم‌های قدیمی مربوط به توانایی آنها در تولید و انتقال بهتر مواد پرورده از منبع به مخزن‌های گیاه می باشد (فیور و همکاران، ۱۹۹۷). به همین دلیل سالهاست که افزایش کارایی فتوسنتز از اصلی ترین برنامه‌های پژوهشگران در زمینه کشاورزی می‌باشد.

سالیسیلیک اسید از جمله ترکیبات فنولیکی است که نقش تنظیم کنندگی در فرآیندهای زیستی و بیوشیمیایی گیاهان دارد (خان و همکاران، ۲۰۰۳)، که از آن جمله می‌توان به تنظیم تعرق، بسته شدن روزنه‌ها، تراوایی غشاء، رشد و فتوسنتز اشاره کرد (خان و همکاران، ۲۰۰۳). به طورکلی، یافته-های پژوهشگران نشان می‌دهد که این ترکیب از جوانه‌زنی تا پیری گیاه، می‌تواند تأثیرگذار باشد و منجر به افزایش کارایی فتوسنتز و محصول نهایی می‌گردد. نتایج پژوهش‌های انجام شده حاکی از تأثیر غیر قابل انکار سالیسیلیک اسید و دیگر مشتقات سالیسیلات بر بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک گیاه می باشد. میزان این تغییرات بسیار متفاوت بوده و ممکن است در بعضی واکنش‌ها تحریک کننده، در بعضی تسریع کننده و در بعضی دیگر متوقف کننده باشد (راسکین، ۱۹۹۲).

همچنین زو و همکاران (۱۹۹۹) افزایش ۹ درصدی وزن دانه در اثر تیمار اسیدسالیسیلیک نسبت به تیمار ساکارز و آب مقطر را ناشی از انتقال بیشتر آسیمیلات‌ها و مواد حاصل از فتوسنتز به دانه‌ها عنوان کردند. یکی دیگر از نقش‌های متعدد ترکیبات فنولیکی ممانعت از تجزیه هورمون اکسین (از

طریق غیرفعال کردن آنتی اکسین‌ها) می‌باشد (رد و همکاران، ۱۹۹۸). از طرفی، اکسین با افزیش میزان فتوسنتز خالص، باعث افزیش رشد گیاه می شود (زآو و همکاران، ۱۹۹۵) همچنین، در سطح سلولی باعث افزیش میزان RNA، میزان سنتز پروتئین و آنزیم‌های مربوط به رشد می گردد. به علاوه، نقش سالیسیلیک اسید در فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز به اثبات رسیده است (شانکار و همکاران، ۲۰۰۱).

بر اساس گزارش‌های موجود، غلظت ۱۰ میکرومول سالیسیلیک اسید باعث افزایش فعالیت نیترات ردوکتاز نسبت به شرایط عدم مصرف آن در گیاه خردل (*Brassica juncea*) شد (احمد و همکاران، ۲۰۰۱)، این مسأله نشان دهنده تأثیر سالیسیلیک اسید در فرآیند جذب نیتروژن می‌باشد. شاید این شبه هورمون با تأثیر بر فعالیت دیگر هورمون‌ها (IAA, Cl-IAA) موجب افزیش فعالیت نیترات ردوکتاز در گیاهانی می شود که قادر به تثبیت نیتروژن نیستند و نیتروژن مورد نیاز خود را از خاک به شکل نیترات (NO_3) یا آمونیم (NH^+_4) جذب می کنند (احمد و همکاران، ۲۰۰۱).

گیاهان در تمام طول دوران زندگی خود با انواع مختلفی از تنش‌های زیستی و غیرزیستی مواجه می-شوند. یکی از روش‌های مقابله با این تنش‌ها استفاده از مواد تنظیم کننده رشد گیاهی می باشد که از طرفی باعث فعالیت بیشتر مکانیسم‌های دفاعی گیاه و مقابله با تنش می‌شود و از طرف دیگر می تواند در بهبود خسارت‌های وارد شده به گیاه نقش مؤثری داشته باشد. سالیسیلیک اسید یکی از موادی می باشد که به عنوان یک شبه هورمون در گیاه شناخته شده است. اخیراً توجه زیادی به این شبه هورمون و نقش آن در تنش‌های غیرزیستی مانند ازون (کوچ و همکاران، ۲۰۰۰)، اشعه UV-B (سورپلاس و همکاران، ۱۹۹۸)، تنش‌های دمایی و حرارتی (کلارک و همکاران، ۲۰۰۴)، خشکی (ساین و اوشا، ۲۰۰۳) و تنش شوری (بورسانی و همکاران،۲۰۰۱) شده است که حاکی از تأثیر مثبت آن بر رشد گیاه در شرایط بروز تنش‌های محیطی می‌باشد.

۲-۱۶- اثر اسید سالیسیلیک بر رشد گیاهان در شرایط تنش شوری

سالیسیلیک اسید، با نام آیوپاک[1] هیدروکسی بنزویک اسید[2]، یکی از اسیدهای آلی است که دارای مصارف دارویی نیز می باشد. این ماده که هم اکنون به عنوان یک ماده ی شبه هورمون در نظر گرفته می شود، نقش مهمی در تنظیم رشد و نمو گیاهان ایفا می‌کند. نام سالیسیلیک اسید از واژه لاتین سالیکس[3]، که نام جنس درخت بید است، گرفته شده است و به دلیل وجود فراوان این ماده در پوست درخت بید می باشد (امام و پیرسته، ۱۳۹۳؛ پیرسته و امام، ۱۳۹۱). از قدیم نیز، در برخی مناطق این موضوع شناخته شده بود که پوست و برگ درخت بید باعث افزایش رشد گیاهان می‌گردد. این ماده به وسیله سلول‌های ریشه تولید می‌شود و نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیک مختلف مثل رشد، نمو گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه زنی ایفا می‌کند (پیرسته انوشه، ۲۰۱۴).

سالیسیلیک اسید نقش مهمی در پاسخ گیاهان به تنش شوری دارد و از گیاه در برابر بسیاری از تنش های غیرزنده حمایت می‌کند. سالیسیلیک اسید تحت تأثیر تنش‌های شوری و خشکی، در بافت‌های گیاهی تجمع می‌یابد و در افزایش مقاومت گیاه به این تنش‌ها شرکت می‌کند (پیرسته انوشه، ۲۰۱۴). پژوهش‌های بسیاری نقش اساسی سالیسیلیک اسید را، در تنظیم پاسخ گیاه به تنش‌های گوناگون غیرزنده مانند، خشکی، شوری، سرما، حرارت و غیره تأیید می‌کنند (پیرسته و امام ، ۱۳۹۱). گیاهان در پاسخ به شوری، پروتئین‌هایی تولید می‌کنند که سنتز بسیاری از این پروتئین‌ها، به وسیله‌ی سالیسیلیک اسید تحریک می‌شود. سالیسیلیک اسید همچنین به عنوان یک آنتی اکسیدان غیرآنزیمی[4] موجب کاهش گونه‌های فعال اکسیژن[5] می‌گردد (پیرسته انوشه، ۲۰۱۴).

شوری ۲۰٪ خاکهای کره زمین را شامل می شود و تقریباً نیمی از زمینها را لم یزرع کرده است. تنظیم هومئوستازی یون در گیاهان راهی برای مقابله با شوری است. چون شوری هومئوستازی پتانسیل آب و

---

1. International Union of Pure and Applied Chemistry (AUPAC)
2. 2-Hydroxybenzoic acid
3. Salix
4. Non-enzymatic antioxidant
5. Reactive Oxygen Species (ROS)

پراکنش یونها رادر سلولها و گیاهان به هم می ریزد. گزارش شده است که سالیسیلیک اسید می تواند سمیت ناشی از تنش شوری در گیاه آرابید و پسیس راکاهش دهد (بورسانی و همکاران،۲۰۰۱). همچنین گزارش شده است که سالیسیلیک اسید می تواند سمیت ناشی از تنش شوری در گیاه گوجه فرنگی را بهبود بخشد (تاری و همکاران، ۲۰۰۲). و بالاخره گزارش شده است که سالیسیلیک اسید می تواند سمیت ناشی از تنش شوری رادرگیاه گندم کاهش دهد (شاکیروا و همکاران، ۲۰۰۲).

اسید سالیسیلیک نقش بسیار مهمی در واکنش گیاهان به استرس های محیطی همانند شوری و خشکی می کرد در ذرت نیز گزارش شده است که SA سبب تحمل به دمای پایین این گیاه می شود. در گیاهچه های جو SA سبب افزایش تحمل به استرس فلزات سنگین و تحمل گندم به استرس خشکی می گردد.

اخیراً گزارش شده است که کاربرد خارجی غلظت های مختلف SA تأثیرات مثبتی بر روی کاهش اثرات استرس شوری بر روی جو دارد. نتایج مشابه ای توسط خداری (۲۰۰۴) گزارش شده است که مصرف ۰/۱mm اسید سالیسیلیک در ذرت در شرایط تنش شوری سب افزایش رشد و توسعه گیاه می گردد.

یافته‌های رای و همکاران (۱۹۸۶) نشان داد اسید سالیسیلیک اثر بازدارندگی روی بسته شدن روزنه‌ها ناشی از تنش شوری دارد و از این رو می‌تواند در غلظت مناسب از بسته شدن روزنه‌ها جلوگیری نماید. پوپوآ و همکاران (۱۹۹۷) بیان کردند که اسید سالیسیلیک باعث تأخیر در کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در شرایط تنش شوری شده است.

اثر مثبت اسید سالیسیلیک بر فتوسنتز و رشد گیاه، تحت شرایط تنش و کاهش آسیب ناشی از شوری و تسریع در رشد مجدد پس از رفع تنش نیز در گیاهان گندم تیمار شده مشاهده شد (ساخابوتیدنوآ و همکاران، ۲۰۰۳).

سینگ و یوشا (۲۰۰۳) گزارش دادند که گیاهان تحت تنش شوری و کمبود آب تیمار شده با اسید سالیسیلیک در مقایسه با گیاهان شاهد رشد نسبی زیادتری داشتند و کاربرد ۱۲۵ پی پی ام اسید سالیسیلیک باعث افزایش تعداد برگ در بوته گیاه توت فرنگی سفید گردید.

حامادا و الحکیمی (۲۰۰۱) گزارش دادند که پرایمینگ بذر گندم با ۱۰۰ پی پی ام اسید سالیسیلیک در کاهش اثر تنش شوری و کمبود آب بر سطح برگ سیب زمینی مؤثر بود.

تحقیقات عابدینی و حبیبی چهار برنج (۱۳۹۴) روی گیاه انگور نشان داد که تأثیر مثبت کاربرد اسید سالیسیلیک در کاهش اثرات منفی ناشی از تنش شوری در غلظت ۱۰۰ میکرومول مشاهده شد و موجب افزایش شاخص‌های رشد (وزن تر، وزن خشک و مقدار آب گیاه) در شرایط شور گردید.

دلاوری پاریزی و همکاران (۱۳۹۰) کاهش فعالیت مالون دی آلدئید و همچنین غلظت سدیم و پتاسیم در برگ و ریشه گیاهان ریحان رشد یافته تحت شرایط تنش شوری گزارش کردند که نشان دهنده تعدیل اثر تنش می‌باشد. همچنین، محلول‌پاشی گیاه ریحان با اسید سالیسیلیک سبب افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی، محتوای رطوبت نسبی برگ، عملکرد اسانس و میزان کلروفیل برگ و همچنین کاهش پرولین و قندها تحت شرایط تنش شوری شد (رمردی و خمر، ۱۳۹۲). یزدان‌پناه و همکاران (۲۰۱۱)، افزایش پارامترهای رشدی و محتوای پروتئین و قند در گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.) رشد یافته در شرایط تنش شوری را گزارش کردند.

ملاحی و همکاران (۱۳۹۶) گزارش دادند که اعمال محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک موجب افزایش وزن تر، درصد ماده خشک و همچنین رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل) گیاه بابونه کبیر شد و در شرایط تنش شوری موجب افزایش مقاومت و میزان تحمل گیاه به شرایط تنش شد.

۲-۱۷- اثر اسید سالیسیلیک بر رشد و عملکرد گیاهان

اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنولیک گیاهی است که رشد و نمو گیاهان را کنترل می‌کند. اسید سالیسیلیک و ترکیبات مشابه آن اثرات متعددی بر روی فعالیت های بیولوژیکی و گیاهان دارد. این ترکیبات مراحل مختلفی از گیاه را تحت تأثیر قرار می دهند، بعضی از مراحل را مانع می شوند و سبب افزایش سرعت بعضی از مراحل می‌شوند اسید سالیسیلیک اثرات بی شماری بر روی فرآیندهای گیاهی همانند تنظیم گلدهی در گیاهان زینتی، القاء گلدهی می‌گردد. نتایج آزمایشات نشان داده است که اسید سالیسیلیک در بیان ژن در مرحله پیری برگ نقش مهمی دارد. این ماده زمین‌گرائی را نیز تحت تأثیر قرار می دهد و همچنین از رسیدگی میوه ها نیز جلوگیری می‌کند. اسید سالیسیلیک سبب افزایش سنتز اسید توبرنیک یا اسید جاسمونیک می‌شود که غده زایی را در سیب زمینی تحریک می کند .گزارش شده است که اسید سالیسیلیک سنتز پروتئین‌های شوک گرمایی را در تنباکو افزایش می‌دهد و همچنین سبب تجمع لکتین در گندم می شود این نتایج بیان می‌کند که اسید سالیسیلیک در بسیاری از استرس‌های محیطی نقش مهمی ایفا می‌کند (حیات و همکاران، ۲۰۱۰).

تنش‌های محیطی از جمله تنش خشکی از طریق اختلال در واکنش‌های متابولیسمی و تولید گونه های اکسیژن فعال باعث تخریب پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، آسیب رساندن به DNA پراکسیداسیون لیپیدهای غشا و به دنبال آن سبب کاهش نفوذ پذیری انتخابی غشاء سلولی و در نهایت مرگ سلولی می شوند (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). گیاهان برای مقابله با چنین شرایطی سطح سوبستراهای آنزیم های آنتی اکسیدان و مواد آنتی اکسیدان درون سلولی خود را جهت حذف انواع اکسیژن فعال افزایش می‌دهند (جباری و همکاران، ۱۳۸۵) که این مکانیسم به حفظ، ادامه رشد و بقاء گیاه تحت شرایط تنش کمک می‌کند.

سالیسلیک اسید یا اورتو هیدروکسی بنزوئیک اسید به ترکیبات فنولی تعلق دارد که ترکیبات این گروه می‌توانند به عنوان تنظیم کننده ی رشد گیاهی عمل کنند. این ماده در گیاهان در مقادیر کم

وجود دارد و به طور ذاتی در گیاهان نقش آنتی اکسیدان‌ها را عمل کرده و باعث حذف رادیکال‌های آزاد شده در گیاهان مـی‌شـود (خالد و همکاران، ۲۰۰۷). سالیسـلیک اسـید در گیاهانی که تحـت تنش‌های محیـطی از قبیل تنش خشکی قرار دارند، می تواند نقش حفاظتی و دفاعی داشـته و مقاومـت گیاه را در برابر آنها افزایش دهد (الیزابت آبرئو و مونه‌بوچ، ۲۰۰۸).

اسید سالیسیلیک نقش مهمی در رشد و نمو گیاهان دارد (کانگ و وانگ، ۲۰۰۳). گزارش‌هایی از اثر اسید سالیسیلیک بر افزایش عملکرد برخی گیاهان مانند سویا (اسفینی فراهانی و همکاران، ۱۳۹۱)، لوبیا چشم بلبلی و نخود فرنگی (اسفینی فراهانی و همکاران، ۱۳۹۱) منتشر شده است.

مرادی مرجانه و گلدانی (۱۳۹۱) با ارزیابی سطوح مختلف سالیسلیک اسید در گیاه همیشـه بهـار تحـت شرایط آبیاری محدود دریافتند که سالیسلیک اسید اثر معنـی داری بـر صفات مورفولوژیکی و زراعی این گیاه داشته و توانسته اثرات مخـرب تنش خشکی را به میزان قابل توجهی کاهش دهد. در تحقیقی دیگـر در گیاه سیر ۰/۵ میلی مولار سالیسلیک اسید سبب بهبود رشد و افزایش عملکرد سیر گردید (بیدشکی و آروین، ۲۰۱۰).

گزارش‌های دیگری نیز از نقش سالیسـیلیک اسـید بـر افـزایش عملکرد دانه در گیاه زیـره سـبز ارائـه شده است (اسفینی فراهانی و همکاران، ۱۳۹۱). تحقیقات نشـان داده که بسته به غلظت به کـار رفتـه، نـوع گونـه گیاهی، دوره‌ی رشـدی و شـرایط محیـطی، سالیسیلـیک اسـید اثـرات متفـاوتی روی فرآینـدهـای رشـدی گیـاهـان دارد (اراسلان و همکاران، ۲۰۰۷). به هر حال، گزارشات حاکی از آن است که مصرف خارجی سالیسلیک اسید سبب افزایش مقاومت به تنش خشکی و کاهش اثر مضر تنش های اکسیداتیو در مراحل مختلف رشد گیاه می شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۰).

متوالی و همکاران (۲۰۰۳) طی تحقیقی به این نتیجه رسیدند که مصرف اسید سالیسیلیکات موجب افزایش رشد شاخساره سویا و آفتابگردان گردید. گزارش هایی از نقش اسید سالیسیلیک در شرایط کم آبی بر افزایش عملکرد دانه سویا اعلام شده است.

بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده اند که استفاده از تنظیم کننده‌های رشد مانند سالیسیلیک اسید، چه به صورت پیش تیمار بذر و چه به صورت کاربرد برگسارهای آن باعث افزایش تحمل گیاه در زمان بروز تنش‌های غیر زنده به ویژه تنش شوری می شود (خالد و همکاران، ۲۰۰۷).

سالیسیلیک اسید بر فرایندهای متفاوتی از جمله جوانه زنی بذر، هدایت روزنه‌ای، جذب و انتقال یون-ها، فتوسنتز، رشد ریشه و شاخساره و افزایش عملکرد تأثیرگذار است. علاوه بر این، سالیسیلیک اسید باعث افزایش تحمل گیاه در برابر انواع تنش‌های غیرزیستی (خشکی، شوری، دمای زیاد و کم) و تنش-های ناشی از جمله حشرات و بیماری‌ها می‌گردد (حیات و احمد، ۲۰۰۷). نتایج امام و پیرسته انوشه (۱۳۹۱) نشان داد که کاربرد سالیسیلیک اسید به صورت پرایمینگ بذر جو باعث بهبود سطح برگ، عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط تنش شوری شد. پیرسته انوشه و امام (۱۳۹۱) نیز نشان دادند که کاربرد برگ‌سارهای سالیسیلیک اسید موجب افزایش ارتفاع بوته، طول دم گل آذین، تعداد سنبلک در هر سنبله، تعداد دانه در هر سنبلک، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک می‌شود.

پژوهش‌های گذشته نشان داده است که استفاده از سالیسیلیک اسید در گیاهان زراعی باعث بهبود عملکرد و اجزاء عملکرد می‌شود، که ناشی از تأثیر اسید سالیسیلیک بر فرآیندهای فیزیولوژیک گیاه است. افزایش در تعداد غلاف در گیاهان سویا و باقلا و همچنین افزایش عملکرد در گندم از جمله این نتایج است (کریشنا و همکاران، ۲۰۰۴؛ کایدان و همکاران، ۲۰۰۷).

نتایج برخی مطالعات نشان داده است که محلول‌پاشی گیاه خردل ۳۰ روزه با اسید سالیسیلیک (10^{-5}، 10^{-4} و 10^{-3} مولار) باعث افزایش تعداد خورجین و عملکرد دانه شده و حداکثر عملکرد دانه و تعداد خورجین در تیمار 10^{-5} مولار مشاهده شد (سپهری و همکاران، ۱۳۹۴).

ترکیبات اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری باعث افزایش سرعت فتوسنتز در گیاه ذرت و سویا شده‌اند. این ترکیبات ظاهراً باعث افزایش مقدار فتوسنتز برای دو گونه گیاهی ویژه شده‌اند (خان و

همکاران، ۲۰۰۳). با این حال، محلول‌پاشی گیاه سویا و ذرت با سالیسیلیک اسید و استیل سالیسیلیک به میزان ۱۰-۳ مول در لیتر اثری بر ارتفاع گیاه و طول ریشه نداشت، اما باعث افزایش سطح برگ شد (خان و همکاران، ۲۰۰۳). لیان و همکاران (۲۰۰۰) افزایش سطح برگ سویا در اثر کاربرد ۰/۱ میکرومول اسید سالیسیلیک را معنی‌دار گزارش نمودند. در حالی که افزایش اسید سالیسیلیک تا سطح پنج میکرومول به ریشه در خاک استریل شده موجب کاهش وزن خشک ریشه‌ها و شاخساره گیاه سویا گردید.

در پژوهش دیگری، متوالی و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که مصرف اسید سالیسیلیک موجب افزایش رشد شاخساره سویا و آفتابگردان گردید. به طوری که گزارش‌هایی از نقش اسید سالیسیلیک در شرایط کم‌آبی بر افزایش عملکرد دانه سویا اعلام شده است (خالد و همکاران، ۲۰۰۷).

ساخابوتدینووا و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که کاربرد اسید سالیسیلیک باعث افزایش ماده خشک در گیاهچه‌های گندم گردید. در یک تحقیق دیگر سانا و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که محلول‌پاشی با ۵-۲ میکرومول سالیسیلیک اسید وزن تر و خشک لوبیا افزایش یافت.

فریدودین و همکاران (۲۰۰۳) بیان نمودند که محلول‌پاشی گیاه کلزا با حداقل غلظت ۱۰-۵ میکرومول اسید سالیسیلیک بعد از ۶۰ روز، از رشد، ماده خشک بیشتری نسبت به گیاهان شاهد داشتند. در یک بررسی دیگر، کاربرد اسید سالیسیلیک بر گیاه خربزه، اثر معنی‌داری بر رشد گیاه‌چه و وزن خشک ریشه داشت و بهترین نتیجه از پرایمینگ بذر با اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ میلی مولار به‌دست آمد (احمت کورکماز و همکاران، ۲۰۰۷). مطالعه‌ای بر روی لوبیا نشان داد که با کاربرد ۰/۰۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک وزن خشک شاخ و برگ افزایش یافت (چاندرا و همکاران، ۲۰۰۷).

در پژوهشی دیگر، غریب (۲۰۰۶) اثر اسید سالیسیلیک را در دو گیاه ریحان و مرزنجوش مورد بررسی قرار داد و مشاهده نمود که عملکرد دانه و شاخص برداشت در این دو گیاه افزایش پیدا کرده است. با

این حال، افزایش رشد در اثر کاربرد اسید سالیسیلیک در گندم (عظیمی و همکاران، ۲۰۱۳)، سویا (درازیک و میهالویک، ۲۰۰۵) و ذرت (فرحبخش و همکاران، ۲۰۱۱) مشاهده گردیده است.

۲-۱۸- کلیاتی درباره کلسیم

مقدار جذب کلسیم به نفوذپذیری غشاهای سلولی گونه‌های گیاهی بستگی دارد. کلسیم از برگ‌های پیر به برگ‌های تازه و نوک ساقه انتقال نمی‌یابد و مقدارش در آوندهای آبکش کمتر است. علت این امر، احتمالاً ناشی از رسوب کلسیم به صورت فسفات کلسیم می‌باشد. کلسیم بیشتر خاک، ناشی از مواد معدنی است. در خاک‌های قلیایی کربنات کلسیم بیشتر است. در خاک‌های آب‌شویی شده و مرطوب، یون‌های هیدروژن موجب آزاد شدن کلسیم می‌شوند و این یون کاهش می‌یابد. کلسیم به کلوئیدهای هوموسی (آلی) و رسی خاک، جذب سطحی می‌شود و تمایل زیادی به تبادل با کلسیم محلول خاک دارد. جذب کلسیم غیر فعال بوده و در اثر تعرق می‌باشد و انتقال آن در آوندهای چوبی نیز انتقال غیر فعال می‌باشد. اسیدی شدن خاک سبب آب‌شویی کلسیم می‌شود و اضافه کردند آهک (CAO) سبب برطرف شدن کمبود آن می‌شود (مرندی، ۱۳۸۴).

کلسیم یکی از ترکیبات فعال فیزیولوژیکی است که در سال‌های اخیر مورد توجه و استقبال بسیاری از مصرف‌کنندگان و صنایع تبدیلی شده است (آلزامورا و همکاران، ۲۰۰۵). کلسیم یکی از مهمترین عناصر موجود در دیواره سلولی می‌باشد. با وجود اینکه اکثر خاک‌ها از نظر کمبود کلسیم، مشکلی ندارند و مقدار کلسیم در خاک‌ها زیاد است، ولی به دلیل اینکه کلسیم در داخل گیاه دارای تحرک کمی است، کمبود آن در اکثر گیاهان مشاهده می‌شود (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸).

در گیاه جذب کلسیم به‌صورت کاتیون دو ظرفیتی Ca^{2+} می‌باشد. منشأ کلسیم خاک می‌تواند از سنگ‌ها و کانی‌های تشکیل دهنده خاک باشد، همچنین کلسیم در بعضی از کانی‌ها مثل کلسیت، آپاتیت، دولومیت و فلدسپات‌های کلسیم وجود دارد که از طریق هوازدگی آزاد می‌شود (طباطبایی و ملکوتی، ۱۳۷۸).

۲-۱۹- اثر منابع مختلف کلسیم بر عملکرد گیاهان

افزایش کاربرد نسبی کلسیم سبب می‌شود این عنصر به آسانی در اختیار گیاه قرار گیرد، به بخش‌های مختلف انتقال یابد، در فرآیندهای مختلف حیاتی به کار رود و روی بسیاری از ناهنجاری‌های فیزیولوژیک و پاتولوژیک تأثیر بگذارد (مظلومی و همکاران، ۱۳۹۰). از این رو، مطالعات متعددی در زمینه کاربرد نمک‌های کلسیم و نقش آن در افزایش عملکرد گیاهان، بهبود کیفیت میوه‌ها، کاهش ریزش بذور و بهبود خصوصیات کیفی بذور انجام شده است (شمس و همکاران، ۱۳۸۸).

لیو و همکاران (۲۰۰۵) در طی پژوهش در رابطه با پاسخ بادام زمینی به کربنات کلسیم نشان دادند که کربنات کلسیم در مقایسه با هیومیک اسید منجر به انشعاب‌دهی بیشتری در بادام زمینی شد. همچنین افزایش سطح و تعداد برگ، وزن خشک و پروتئین این گیاه در سطح پایین کربنات کلسیم افزایش یافت.

در تحقیقی، برکات (۲۰۱۱) گزارش کرد که کاربرد کلسیم رشد گیاه *Vicia faba* L. را بهبود بخشید. وی همچنین اظهار داشت که کلسیم با تنظیم همه جانبه متابولیسم، تأثیر منفی تنش شوری بر رشد گیاهان را بهبود می‌بخشد.

در پژوهشی مشاهده شد که کلرید کلسیم توانست اثرات سوء ناشی از تنش خشکی را بر پارامترهای اندازه‌گیری شده در گیاه مریم گلی به‌طور محسوسی کاهش دهد (گرجی و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین گزارش شده است که محلول‌پاشی کلسیم اثر مثبتی بر اجزای عملکرد کنجد داشت و موجب افزایش قابل توجه درصد روغن، عملکرد دانه و عملکرد روغن کنجد در مقایسه با تیمار شاهد (عدم مصرف کلسیم) گردید (احمدی و همکاران، ۱۳۹۱). براساس نتایج کیایی نژاد و همکاران (۱۳۹۳) محلول‌پاشی با غلظت بالای کلرید کلسیم در گیاه برزک، موجب افزایش برخی صفات از قبیل وزن خشک ساقه، کپسول، وزن خشک کل، تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه گردید.

گزارش شده است مصرف کلسیم موجب افزایش رشد رویشی و عملکرد در توت فرنگی (کایا و همکاران، ۲۰۰۲) و گوجه فرنگی (لونت و همکاران، ۲۰۰۷) می‌شود.

طی تحقیقاتی، آزادنفس و همکاران (۱۳۹۶) گزارش دادند که کاربرد سولفات کلسیم و کلرورکلسیم باعث افزایش میزان قند محلول و پروتئین در گیاه پونه گردید و از طریق اثر مثبت در این صفات می‌تواند موجب بهبود عملکرد گیاه شود. یاوری کندری و همکاران (۱۳۹۴) با بررسی اثر غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بر گل مریم، گزارش دادند که بیشترین ارتفاع ساقه گل‌دهنده، تعداد غنچه، طول خوشه گل‌دهنده و عمر گل جایی در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلرید کلسیم مشاهده شد.

نتایج تحقیقات موحدی و همکاران (۱۳۹۳) در رابطه با بررسی اثر غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم (۱/۲۵، ۱/۵ و ۱/۷۵ برابر غلظت استاندارد آنها در محیط کشت پایه MS شاهد) روی سیب زمینی نشان داد که افزایش غلظت کلرید کلسیم موجب افزایش تعداد گره، طول ساقه، تعداد ریشه، طول ریشه و اندازه برگ در مقایسه با تیمار شاهد گردید که در نهایت افزایش میزان تکثیر و صرفه‌جویی در نیروی کار و مدت زمان لازم را به دنبال داشت.

الطافی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی اثر منابع پتاسیم و کلسیم بر عملکرد و میزان کلروفیل برگ گوجه فرنگی گزارش دادند که در تیمار بدون شوری، افزودن منابع پتاسیم و کلسیم باعث کاهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه و میزان کلروفیل گردید ولی میزان کاهش آنها در تیمارهای شوری معنی‌دار نبود.

همچنین تحقیقات صورت گرفته توسط شکری و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که افزودن کلسیم کلراید به گیاه پریوش Catharanthus roseus تحت تنش شوری، سطح برگ را نسبت به گیاه تحت تنش شوری به تنهایی افزایش داد و در نهایت دریافتند که کلسیک کلراید اثرات مخرب سدیم کلراید بر میزان رشد رویشی و مقدار رنگیزه‌ها را در گیاه پریوش Catharanthus roseus بهبود داد. در

پژوهشی دیگر، یوسفی زاده و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که استفاده از غلظت ۱ درصد کلسیم سبب افزایش معنی‌دار محتوای رطوبت نسبی و کلروفیل در دو سبزی شاهی و نعناع شد.

افزودن کلسیم تحت شرایط شرایط تنش شوری سبب افزایش تعداد برگ و سطح برگ و همچنین وزن تر و خشک اندام هوایی نسبت به گیاهان شاهد در توت فرنگی شده است (نجفی مرغملکی، ۱۳۹۱). کاربرد نیترات کلسیم نیز سبب کمتر شدن رشد زایشی گردید. تحقیقات بدست آمده توسط محققان نشان داد که محلول پاشی کلسیم و پتاسیم نقش قابل توجهی در افزایش سطح برگ در برنج تحت تنش شوری دارد(سلطانا و همکاران، ۲۰۰۱).

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱- مشخصات کلی آزمایش

این آزمایش به منظور بررسی اثرات محلول پاشی اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر عملکرد کمی پنبه رقم ورامین در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات منابع طبیعی سبزوار انجام شد.

۳-۲- شناسنامه اقلیمی شهرستان سبزوار

شهرستان سبزوار در طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۳۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی قرار گرفته است. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۹۷۲ متر و نوع اقلیم آن خشک سرد همراه با تابستان‌های گرم می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه در شهرستان سبزوار ۱۸۵/۱ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه آن ۶/ ۱۷ درجه سلسیوس می‌باشد. متوسط رطوبت نسبی سالانه شهرستان سبزوار ۴۱ درصد و متوسط ساعت آفتابی سالانه آن ۳۰۹۶/۵ ساعت می‌باشد. تعداد روزهای یخبندان این شهرستان در سال ۴۸ روز بوده و جهت باد غالب شرقی تا شمال شرقی می‌باشد (اداره هواشناسی شهرستان سبزوار، ۱۳۹۵).

۳-۳- آمار هواشناسی زمان اجرای طرح

متوسط دما در ماههای اجرای طرح از ابتدای کاشت درخرداد ماه تا زمان جمع آوری محصول در آبان ماه بر اساس گزارش اداره هواشناسی سبزوار به شرح جدول ذیل می باشد:

جدول ۱-۳ میانگین آمار هواشناسی محل انجام آزمایش در طول فصل کاشت

ماه / شاخص	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان
متوسط دما	۲۸/۴	۳۱/۲	۲۹/۶	۲۷/۹	۲۱/۱	۱۴/۳
حداکثرمطلق	۴۱/۹	۴۳/۱	۴۲/۸	۳۹	۳۸/۵	۳۰/۳
میانگین حداکثر	۳۶	۳۷/۸	۳۶/۸	۳۵/۴	۲۹/۳	۲۲
میانگین حداقل	۲۱/۲	۲۴/۶	۲۲/۳	۲۰/۵	۱۴/۲	۸/۴
جمع بارش ماهانه (میلی‌متر)	۴/۲	۰	۲	۰	۰	۳/۴

۳-۴- طرح آماری

آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل: محلول‌پاشی مقادیر مختلف اسید سالیسیلیک در چهار سطح (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار) به عنوان فاکتور اول و محلول‌پاشی مقادیر مختلف کلرید کلسیم (۰، ۱ و ۳ لیتر در هزار لیتر آب) به‌عنوان فاکتور دوم بودند. انجام محلول‌پاشی در دو زمان اوایل گلدهی و قوزه-دهی پنبه صورت گرفت. لازم به ذکر است که بذر مورد استفاده از رقم ورامین (۱۲۰ کیلوگرم در هکتار) انتخاب گردید.

۳-۵- تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه

قبل از انجام آزمایش، جهت نمونه برداری از خاک در ده نقطه مختلف مزرعه و به‌صورت زیگزاگ چاله‌های به عمق ۳۰ سانتی‌متر حفر و از انتهای چاله تا سطح زمین لایه‌ای نازک از خاک برداشت سپس با هم مخلوط گردید، در معرض هوا خشک و پس از کوبیده شدن با چکش پلاستیکی از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد و بعضی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آن براساس روش های متداول در موسسه تحقیقات خاک و آب سبزوار اندازه‌گیری شد (جدول ۳-۲).

جدول ۳-۲: خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

$pH_{(1:5)}$	EC (ds/m)	عمق (cm)	کربن آلی درصد	ازت کل درصد	پتاسیم (mg/kg)	فسفر (mg/kg)	آهک (٪)	اشباع (٪)	رس (٪)	سیلت (٪)	ماسه (٪)
۷/۶۶	۳۵۳۰	۰-۳۰	۰/۲۶۲	۰/۰۲۲	۱۱۰	۲/۶	۱۲/۲۵	۳۱/۲۴	۱۵	۲۷	۵۸

۳-۶- روش اجرای آزمایش

زمین مورد نظر برای انجام آزمایش در پاییز شخم زده شده و تا بهار به حال خود رها شد و در فصل بهار با استفاده از دیسک کلوخ‌ها خرد و سپس با لولر زمین تسطیح گردید، سپس کود های مورد نظر بر اساس آزمون خاک به صورت مصرف در هنگام کاشت فسفر و پتاس و یک سوم اوره به زمین اضافه و با استفاده از کوالیتواتور با خاک مخلوط گردید. کشت در کرت هایی به ابعاد ۴×۲/۵ متر انجام شد. هر کرت شامل ۵ ردیف با فاصله ۵۰ سانتی‌متر بین ردیف بود. سپس کاشت بذر به صورت ردیفی و دست پاش در تاریخ ۱۳۹۵/۳/۵ انجام شد و بلافاصله خاک آبیاری گردید.

بعد از ۳ یا ۴ روز که حالت گاورو شد با ماله، سله شکنی انجام و بعد از سبز شدن مزرعه به مدت ۲۴ روز آبیاری قطع گردید تا ریشه دوانی بهتر صورت گیرد، مرحله داشت که بعد از سبز شدن شروع می‌گردد شامل تنک کردن بوته‌ها که در ۴ تا ۶ برگی یا زمانی که ارتفاع گیاه حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتی-متر است به وسیله دست صورت پذیرفت، عملیات آبیاری بر اساس عرف منطقه که مدار ۱۲ روزی است انجام شد. میزان مصرف کودها ،براساس آزمون خاک و میزان فسفر و پتاسیم، به صورت همزمان با کشت به همراه یک سوم ازت و مابقی ازت به‌صورت سرک در دو مرحله قبل از وجین اول و قبل از وجین دوم صورت گرفت. مبارزه با آفات و بیماری‌ها در طول فصل رشد صورت پذیرفت، و آبیاری در ۲۵ شهریور قطع گردید. لازم به ذکر است که برداشت توسط دست و در دو چین انجام شد.

۳-۷- اندازه گیری عملکرد و اجزای عملکرد

در پایان فصل رشد تعداد ۱۰ بوته در هر کرت بصورت تصادفی انتخاب و در آن تعداد شاخه‌های جانبی و تعداد قوزه در بوته شمارش و نیز ارتفاع بوته توسط خط کش اندازه‌گیری شدند. از قوزه های شمارش شده در هر بوته، تعداد ۲۰ قوزه به صورت تصادفی انتخاب و در آن وزن وش در قوزه، وزن دانه در قوزه و وزن هزار دانه توسط ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم، اندازه گیری شد.

۳-۸- اندازه گیری مقادیر عناصر سدیم و پتاسیم

برای تعیین غلظت عناصر غذایی در گیاه (سدیم و پتاسیم) در مرحله گلدهی از برگ‌های چهارم از بالا نمونه گیری و مقادیر سدیم و پتاسیم بر اساس روش فلیم فتومتری (flame photometer) اندازه گیری شد.

برای انجام این آزمایش، ابتدا یک گرم از ماده گیاهی را که قبلا در ۴۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده در یک کروزه چینی قرارداده و درون کوره الکتریکی گذاشته تا خاکستر شود. عمل کلسیناسیون ابتدا در ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد انجام شده و به تدریج در عرض دو ساعت دمای کوره تا ۵۵۰ درجه سانتی گراد افزایش داده و تا ۴ ساعت در این حرارت نگه داشته تا معدنی شدن کامل نمونه‌ها صورت پذیرد (خاکستر حاصل باید رنگ سفید یا خاکستری یکدست و کم و بیش روشن داشته باشد). سپس نمونه‌ها را از کروزه خارج و به دسیکاتور انتقال داده تا سرد شوند .آنگاه به نمونه‌های سرد شده مقدار ۱۰ میلی لیتر HCl دو مولار اضافه نموده و بعد از اتمام فعل و انفعالات، کروزه ها را روی اجاق برقی (بن‌ماری) در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده تا هضم کامل صورت پذیرد و اولین بخارات سفید خارج گردد. محتویات هر کروزه را با استفاده از کاغذ صافی ریز (واتمن ۴۱) به درون بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری صاف نموده و کروزه و کاغذ صافی را چندین بار با آب مقطر نیم گرم شستشو داده، سپس با استفاده از آب مقطر بالن به حجم ۱۰۰میلی‌لیتر رسانده شد. غلظت عناصر سدیم و پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد. سری محلول‌های استاندارد و نمونه شاهد و عصاره‌های گیاهی با استفاده از دستگاه فیلم فتومتر در طول موج ۷۶۶/۵ نانومتر جهت پتاسیم و

۵۸۹ نانومتر جهت سدیم قرائت شده و در مقایسه با منحنی کالیبراسیون حاصل از قرائت سری محلول‌های استاندارد، غلظت عناصر سدیم و پتاسیم در محلول‌ها بر حسب میلی گرم در گرم ماده خشک محاسبه شدند (باقری فرد و حمیداوغلی، ۱۳۹۴).

۳-۹- اندازه گیری شاخص کلروفیل برگ

برای تعیین کلروفیل برگ در اوایل گلدهی به‌صورت تصادفی ۵ بوته انتخاب و از هر بوته در سه بخش ابتدایی، وسط و انتهایی و در هر بخش ۵ برگ قرائت شد و میانگین آنها به صورت عدد کلروفیل گزارش گردید. میزان کلروفیل برگ در توسط دستگاه کلروفیل‌متر دستی (SPAD) در نقطه وسط برگ پنبه انجام گرفت. این دستگاه میزان نور قرمز طول موج ۶۵۰ نانومتر عبور کرده از برگ را که به مقدار زیادی توسط کلروفیل جذب شده و نقش مؤثری در فتوسنتز دارد را نسبت به نور ناحیه مادون قرمز طول موج ۹۴۰ نانومتر محاسبه می‌کند (مینولتا، ۱۹۸۹).

۳-۱۰- تعیین نیتروژن دانه

برای اندازه‌گیری نیتروژن دانه، درصد نیتروژن به روش کجلدال (کشاورز و همکاران، ۱۳۹۲) انجام گرفت. در روش کجلدال ۰/۳ گرم نمونه از دانه گیاه با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و به لوله‌های هضم (بالن ژوژه ۲۴۴ میلی‌لیتر) منتقل شد، سپس ۲/۵ میلی‌لیتر از مخلوط اسیدها اضافه و ۲۴ ساعت به حال خود قرار داده شد. لوله‌ها بعد از این مدت به مدت یک ساعت تا ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد حرارت دید و سپس بعد از خنک شدن ۳ بار و هر بار ۱ میلی‌لیتر آب اکسیژنه به لوله‌ها اضافه شد مجدداً لوله‌ها روی حرارت ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت گذاشته تا عصاره بیرنگ شود. عصاره در بالن به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانیده و از آن ۵ میلی‌لیتر از محلول هیدروکسید سدیم اضافه کرده و قیف دهانه بالن تقطیر را با آب می‌شوییم تا حجم محلول ۲۰ میلی‌لیتر گردد بالن را به کمک بخار آب حرارت داده بعد از ظهور اولین قطره عمل تقطیر را به مدت ۶-۳ دقیقه ادامه دادیم، محلول حاصل از تقطیر در ۱۰ میلی‌لیتر اسید بوریک حاوی ۱۰ قطره اندیکاتور جذب می‌شود. ۰/۵ دقیقه قبل از پایان

عمل تقطیر ارلن محتوی اسید بوریک را اندکی پایین آورده تا با بخار آب شسته شود. اسید بوریک حاوی آمونیاک را با اسید سولفوریک ۰/۰۰۵ مول تا تغییر رنگ محلول از سبز به صورتی تیتر کردیم. این عمل را با نمونه شاهد به‌دست آمده از عمل هضم نیز طبق روش والینگ و همکاران، ۱۹۸۹) انجام شد.

۳-۱۱- اندازه‌گیری درصد روغن دانه

محاسبه درصد روغن دانه به روش سوکسله انجام گرفت. به این صورت که ابتدا ۵۰ گرم از نمونه‌های آسیاب شده را داخل محفظه‌ی کارتوش ریخته و بعد از توزین داخل دستگاه سوکسله گذاشته و سپس در قسمت مخزن دستگاه ۱۰ برابر وزن نمونه هگزان ریختیم. سپس به مدت ۱۶ ساعت نمونه را در دستگاه روشن قرار دادیم. بعد از استخراج حلال را در حمام بن ماری (حمام آب جوش) در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار دادیم تا هگزان آن تبخیر شود. بعد از تبخیر کامل ظرف نمونه را به مدت ۲ ساعت در آون ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار دادیم تا کاملاً خشک و تبخیر صورت گیرد و بعد از دو ساعت نمونه توزین گردید. در این مرحله چون به همراه مخزن توزین گردید وزن اولیه مخزن را کسر و مقدار روغن خالص مشخص شد و سپس مقدار روغن خالص را بر مقدار اولیه پنبه دانه تقسیم و در ۱۰۰ ضرب کردیم تا درصد آن مشخص گردد (دینگلرز، ۱۸۷۹).

۳-۱۲- تجزیه و تحلیل آماری

پس از جمع‌آوری کلیه داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزاز کامپیوتری SAS انجام شد و جداول و نمودارها با استفاده از نرم افزارهای Word و Excel ترسیم گردید. مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون LSDدر سطح ۵ درصد انجام شد.

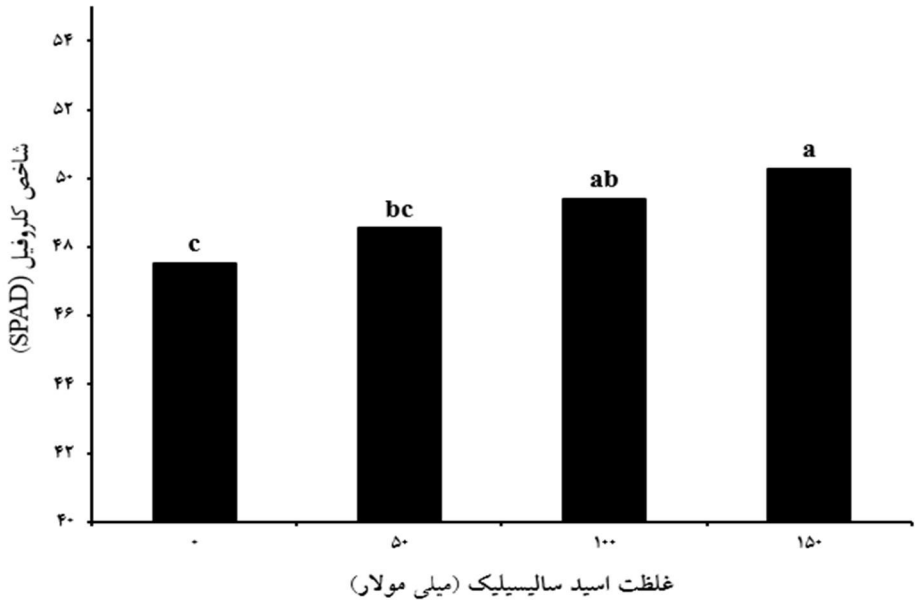
فصل چهارم

نتایج و بحث

۴-۱- شاخص کلروفیل برگ (SPAD)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر شاخص کلروفیل برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ($p\leq$ ۰/۰۱، جدول ۱ پیوست).

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که محلول‌پاشی با غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار بالاترین شاخص کلروفیل را داشت که اختلاف آماری معنی‌دار با محلول‌پاشی با غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار نداشت. محلول‌پاشی با غلظت ۵۰ میلی‌مولار اگرچه سبب افزایش شاخص کلروفیل گردید اما با تیمار شاهد (عدم محلول-پاشی با اسید سالیسیلیک) اختلاف آماری معنی‌دار نداشت (شکل ۴-۱).



شکل ۴-۱- اثر غلظت‌های مختلف اسید سالسیلیک بر شاخص کلروفیل

میزان کلروفیل در گیاهان یکی از فاکتورهای مهم در حفظ ظرفیت فتوسنتزی است. به‌نظر می‌رسد دلیل اصلی افزایش شاخص کلروفیل با افزایش غلظت اسید سالسیلیک به نقش اسید سالسیلیک در کاهش خسارات ناشی از رادیکال‌های آزاد باشد که این امر سبب کاهش فعالیت آنزیم کلروفیلاز که مسئول تخریب کلروفیل می‌باشد شده است (کشاورز و مدرس ثانوی، ۱۳۹۳). در نتایج مشابه در مورد کلزا گزارش شده است که تیمار گیاهان با اسید سالسیلیک باعث افزایش میزان رنگدانه‌های

فتوسنتزی می‌شود که دلیل آن جلوگیری از تخریب کلروفیل با کاهش تولید رادیکال‌های آزاد می-باشد (کشاورز و مدرس ثانوی، ۱۳۹۳).

علاوه بر این، آیدرس و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر مثبت اسید سالیسیلیک بر کلروفیل را به دلیل اثر افزایشی آن بر رنگدانه‌های فتوسنتزی دانستند که می‌تواند در ارتباط با تأثیر آن بر تحریک فعالیت آنزیم روبیسکو و فتوسنتز باشد.

شاخص کلروفیل تحت تأثیر محلول‌پاشی کلرید کلسیم قرار نگرفت ($p\leq$ ۰/۰۵، جدول ۱ پیوست). با این وجود مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که افزایش غلظت محلول‌پاشی کلرید کلسیم سبب افزایش شاخص کلروفیل نشد. نبود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها ممکن است به این دلیل باشد که در غلظت ۳ در هزار کلرید کلسیم سطح برگ افزایش یافته که این افزایش سطح برگ با نازک‌تر شدن برگ و در نتیجه رقیق شدن کلروفیل همراه بوده است.

مشابه با نتایج این پژوهش، عطارزاده و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند که محلول‌پاشی کلرید کلسیم سبب افزایش سطح برگ گلرنگ و نازکتر شدن برگ و در نتیجه پراکنده شدن کلروفیل در سطح برگ می‌گردد.

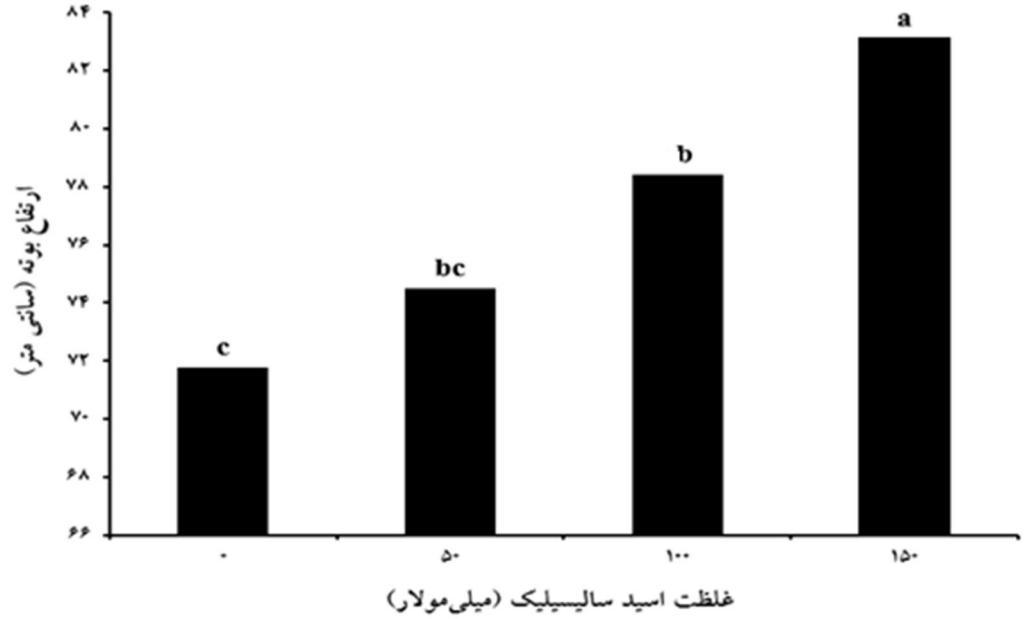
براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم اثر معنی‌داری بر شاخص کلروفیل نداشت (جدول ۱ پیوست).

۴-۲- ارتفاع بوته

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثر سالیسیلیک اسید بر ارتفاع بوته، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱ پیوست).

براساس نتایج مقایسه میانگین، بالاترین ارتفاع بوته در گیاهان محلول‌پاشی شده با غلظت ۱۵۰ میلی-مولار (۸۳/۱۳ سانتی‌متر) به‌دست آمد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با محلول‌پاشی با غلظت

۱۰۰ میلی‌مولار (۷۸/۴ سانتی‌متر) نداشت. محلول‌پاشی با غلظت ۵۰ میلی‌مولار موجب افزایش ارتفاع بوته گردید (۷۴/۵۱ سانتی‌متر)، اما در مقایسه با ارتفاع بوته در تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک) معنی‌دار نبود (شکل ۴-۲).



شکل ۴-۲- اثر غلظت‌های مختلف اسید سالسیلیک بر ارتفاع بوته

از آنجا که محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک موجب افزایش تقسیم و تمایز سلول‌ها و افزایش تعداد روزنه‌ها می‌گردد و از طرفی سبب افزایش بافت‌های استحکامی و جلوگیری از تخریب دیواره‌های سلولی می‌شود (رضائی چیانه و پیرزاد، ۱۳۹۳)، بنابراین به نظر می‌رسد محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک موجب افزایش تقسیمات سلولی و افزایش اندازه سلول شده و رشد گیاه را افزایش داده است.

همچنین احتمال داده می‌شود اسید سالیسیلیک بتواند سبب بهبود جذب عناصر غذایی شود که این خود می‌تواند افزایش رشد را به همراه داشته باشد (الیزابت و همکاران، ۲۰۰۸؛ اراسلان و همکاران، ۲۰۰۷)، که افزایش ارتفاع گیاه یکی از این موارد می‌باشد. از طرفی به نظر می‌رسد سالیسیلیک اسید با افزایش میزان کلروفیل در برگ‌هایی که در آغاز فرآیند پیری هستند، می‌تواند سبب افزایش مجدد

فوسنتز و در نتیجه افزایش رشد گردد (مرادی مرجانه و گلدانی، ۱۳۹۱). در یک بررسی سالیسیلیک اسید از طریق افزایش فعالیت‌های فتوسنتزی رشد و ارتفاع گیاهان ریحان و مرزنجوش را افزایش داد (فاطما و قریب، ۲۰۰۷).

مشابه با نتایج این پژوهش، باکری و همکاراان، (۲۰۱۲) بیان کردند که سالیسیلیک اسید با افزایش تقسیم و طویل شدن سلولی، افزایش فعالیت آنزیمی و تولیدات فتوسنتزی توانست رشد گیاه کتان [1] را بهبود و منجر به افزایش ارتفاع گیاه گردد.

براساس نتایج تجزیه واریانس، سطوح مختلف کلرید کلسیم بر روی ارتفاع بوته تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱ پیوست)،از آنجایی که کلسیم برای تقسیم سلول و بزرگ شدن آن ضروری است، کمبود کلسیم موجب از بین رفتن مریستم‌های گیاه در قسمت‌های مختلف گیاه از جمله ساقه می-گردد (شمس و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین، با توجه به نقش کلسیم در بازدارندگی از تولید اتیلن می‌توان بیان کرد که از دیگر علل افزایش ارتفاع بوته با کاربرد کلرید کلسیم، جلوگیری از تولید اتیلن است. اتیلن یکی از بازدارنده‌های رشد می‌باشد که تا حدودی در سرتاسر گیاه مانند برگ‌ها، ساقه‌ها و گل‌ها تولید می‌شود. به‌نظر می‌رسد که القای ممانعت از رشد طولی ناشی از اتیلن به علت تغییر در خصوصیات مکانیکی دیواره سلولی است که شامل تغییر در ترتیب ریزلوله‌ها و ریز رشته‌های سلولزی از حالت عرضی به حالت طولی می‌باشد (شمس و همکاران، ۱۳۸۸). بنابراین برگ‌پاشی کلسیم با تأثیر بر تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها و اثر بازدارندگی بر تولید اتیلن در گیاه می‌تواند سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه پنبه شده باشد.

دورداس و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیق خود بر روی گیاه مرزنجوش[2]، افزایش ارتفاع بوته را تحت تیمار کلسیم گزارش کرده است.

---

[1] *Linum usitatissimum* L.
[2] Organum vulgare *ssp*. hirtum

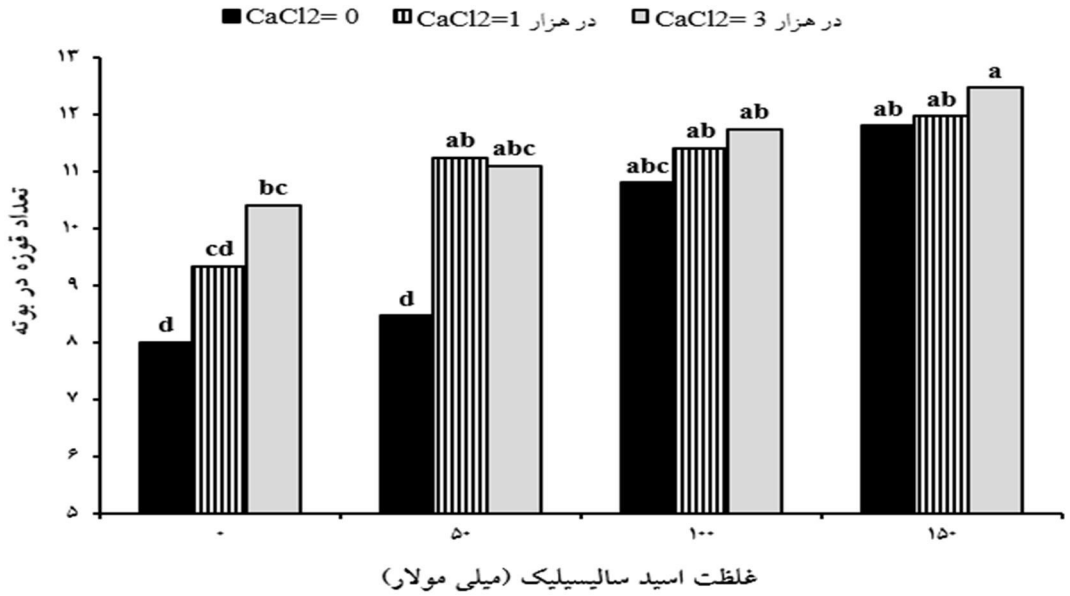
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم نیز، بر ارتفاع بوته معنی‌دار نشد (جدول ۱ پیوست).

۴-۳- تعداد شاخه جانبی

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر محلول‌پاشی کلرید کلسیم، اسید سالیسیلیک و اثر متقابل این دو عامل بر تعداد شاخه جانبی معنی‌دار نشد (جدول ۱ پیوست). با این حال، اگرچه تأثیر اسید سالیسیلیک بر تعداد شاخه جانبی در بوته معنی‌دار نبود، اما روند افزایشی تعداد شاخه جانبی با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک مشاهده شد.

۴-۴ تعداد قوزه در بوته

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم در سطح احتمال پنج درصد، بر صفت تعداد قوزه در بوته معنی‌دار شد (جدول ۱ پیوست). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین تعداد قوزه مربوط به بوته‌های پنبه رشد یافته در غلظت ۱۵۰ میلی-مولار اسید سالیسیلیک همراه با محلول‌پاشی کلرید کلسیم ۳ در هزار بود. همچنین کمترین تعداد قوزه در بوته مربوط به تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم) و گیاهان تیمار شده با غلظت ۵۰ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بدون محلول پاشی کلریدکلسیم مشاهده گردید (شکل ۴-۳).



شکل ۴-۳- اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر تعداد قوزه در بوته

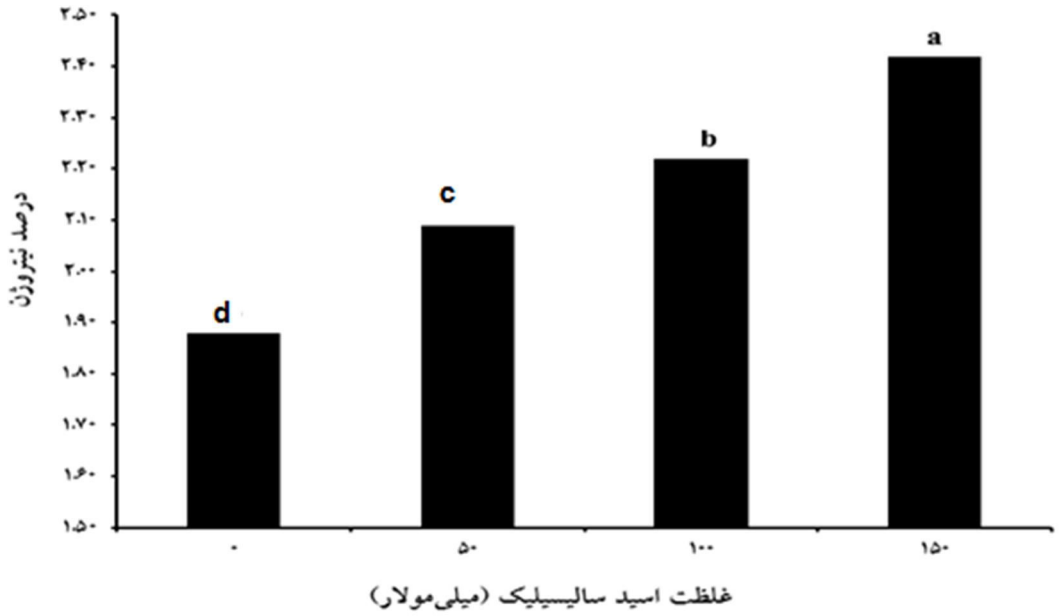
نقش اسید سالیسیلیک در فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز به اثبات رسیده است (شانکار و همکاران، ۲۰۰۱). شاید این شبه هورمون با تأثیر بر فعالیت دیگر هورمون‌ها (Cl-IAA, IAA) موجب افزایش فعالیت نیترات ردوکتاز درگیاهانی می‌شود که قادر به تثبیت نیتروژن نیستند و نیتروژن مورد نیاز خود را از خاک به شکل نیترات (NO_3) یا آمونیوم (NH_4^+) جذب می‌کنند (شانکار و همکاران، ۲۰۰۱).براساس گزارش‌های موجود، مصرف سالیسیلیک اسید باعث افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز نسبت به شرایط عدم مصرف آن شد (احمد و همکاران، ۲۰۰۱). این مسأله نشان دهنده تأثیر سالیسیلیک اسید در فرآیند جذب نیتروژن می‌باشد. از سوی دیگر، بنابر اظهارات آیسا و کبد (۲۰۰۱) نیتروژن به دلیل افزایش ارتفاع بوته و شاخه های باردهی در گره ساقه اصلی گیاه پنبه، قوزه ها و مکان های باردهی بیشتری را ایجاد می‌کند. مشابه با نتایج این پژوهش، همتون و اوسترهیوس (۱۹۹۰) گزارش کردند که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک موجب افزایش تعداد قوزه در گیاه پنبه شد. از سوی دیگر، Ca^{2+} با محدود کردن جابجایی یون Na^+ می‌تواند سبب حفظ غشاء در فرآیندهای غشایی در ریشه و بخش هوایی شود. Ca^{2+} همچنین سبب کاهش جذب Na^+ و افزایش جذب K^+ در محلول خاک می‌شود (رینولت و عفیفی، ۲۰۰۹). در کشت پنبه نیز، پتاسیم از اهمیت ویژه‌ای

برخوردار بوده و هم‌ردیف نیتروژن قرار دارد چرا که دیواره‌ی کپسول قوزه تقریباً حاوی چهار درصد پتاسیم بوده و بنابراین نیاز پنبه به پتاسیم در مراحل اولیه شروع تشکیل قوزه‌ها به میزان زیادی افزایش می‌یابد.از آنجا که قوزه‌ها در اصل اندام ذخیره‌کننده پتاسیم هستند، بنابراین تأمین میزان مناسب پتاسیم در این مرحله از رشد ضروری بوده و بخش اعظم پتاسیم جذب شده صرف رشد و تکامل قوزه‌ها می‌گردد. اوسترهیوس و همکاران (۲۰۰۳). در واقع به نظر می‌رسد کلرید کلسیم با کاهش جذب سدیم و افزایش جذب پتاسیم موجب افزایش شاخص‌های رشدی پنبه و به دنبال آن افزایش تعداد قوزه در بوته گشته است.

با توجه به مطالب بیان شده از یک سو، کاربرد کلریدکلسیم ممکن است غلظت Ca^{2+} را در مناطق رشد افزایش داده و تا حدودی سرعت رشد گیاه را افزایش داده (گنجعلی و همکاران، ۱۳۹۴)، و از سوی دیگر، کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک نیز موجب بهبود شاخص‌های رشد می‌شود که نتایج بدست آمده در توافق با نتایج حیات و همکاران (۲۰۱۰) در تأیید نقش اسید سالیسیلیک است. لذا طبیعی است که تحت شرایط مصرف بالاترین غلظت‌های سالیسیلیک اسید و کلریدکلسیم فرآیندهای متابولیسمی افزایش یافته و در نتیجه شاخص‌های رشدی افزایش پیدا کند که تعداد قوزه در بوته هم از آن جمله است.

۴-۵-وزن هزار دانه

وزن هزار دانه تحت تأثیر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک قرار گرفت ($p\leq ۰/۰۱$)، اما محلول‌پاشی کلریدکلسیم و اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر وزن هزار دانه اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۱ پیوست). بیشترین وزن هزار دانه با میانگین ۱۱۷/۵۱ گرم در غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به دست آمد، که با غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار (۱۱۳/۸۲ گرم) اختلاف معنی‌داری نداشت. تیمار شاهد نیز با وزن هزاردانه معادل ۱۰۶/۷۲ گرم کمترین مقدار این صفت را به خود اختصاص داد (شکل ۴-۴).



شکل ۴-۴- اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر وزن هزار دانه

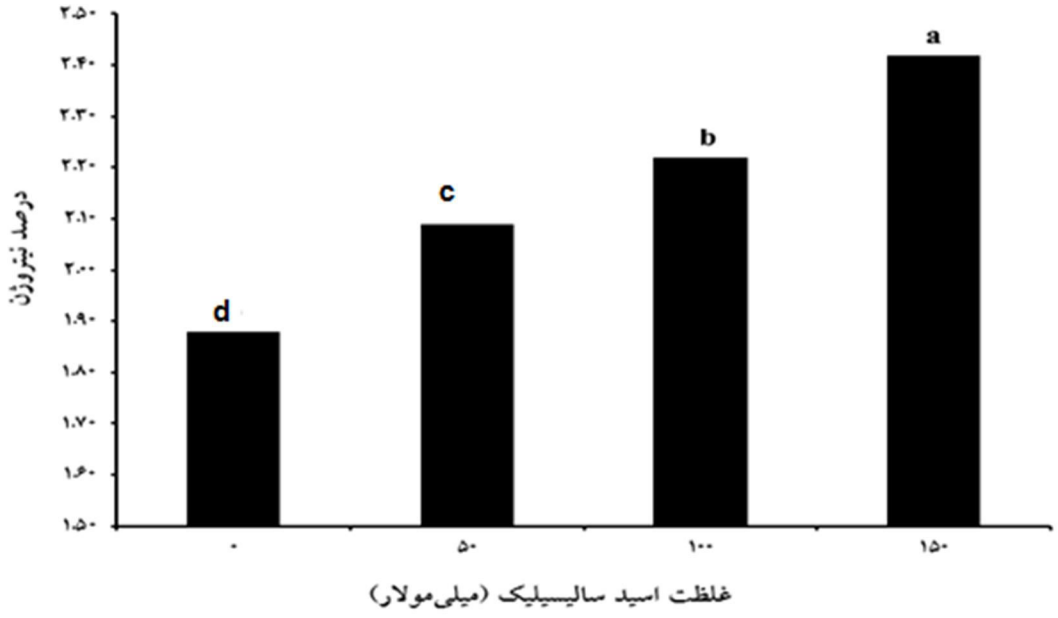
وزن هزار دانه نشان دهنده وضعیت و طول دوره زایشی هر گیاه است و با آغاز گلدهی و مشخص شدن تعداد دانه در بوته، دانه‌ها شروع به دریافت و ذخیره مقادیری ازمواد فتوسنتزی می‌نمایند (رضائی چیانه و پیرزاد، ۱۳۹۳). به نظر می‌رسد اسید سالیسیلیک از طریق تأثیر بر بیوسنتز اتیلن پیری برگ‌ها را به تأخیر انداخته و از این طریق مدت زمان حفظ سطح برگ افزایش و به دنبال آن فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی به مخازن افزایش یافته است (عقبای و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین افزایش وزن دانه عمدتاً ناشی از افزایش طول دوره یا سرعت پر شدن دانه می‌باشد، که در این مورد قدرت مخزن نقش کلیدی دارد و احتمالاً کاربرد اسید سالیسیلیک با افزایش عوامل مذکور موجب افزایش وزن هزار دانه شده است (محتشمی و همکاران، ۱۳۹۴). در واقع براساس اظهارات فرجام و همکاران (۱۳۹۳) مصرف اسید سالیسیلیک سبب افزایش فتوسنتز برگ و جریان مواد پرورده گیاه و تأمین مواد مورد نیاز برای پر کردن دانه‌ها می‌گردد (حیات و احمد، ۲۰۰۷).

گونز و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که وزن صد دانه گیاه ذرت توسط اسید سالیسیلیک و تحت شرایط بدون شوری افزایش یافت. نتایج پژوهش حاضر با نتایج محققان زیادی از جمله شاهی

(۲۰۱۲)، شاکیروا و سهابوتینیوا (۲۰۰۳)، کار و همکاران (۲۰۰۵) بر افزایش وزن هزار دانه تحت کاربرد اسید سالیسیلیک مطابقت دارد.

۴-۶ - درصد نیتروژن دانه

نتایج تجزیه آماری داده ها نشان داد اثر تیمار اسید سالیسیلیک بر درصد نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۱ پیوست). مقایسه میانگین داده ها نشان داد محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک موجب افزایش درصد نیتروژن نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف سالیسیلیک اسید) گردید، به‌طوری که بالاترین درصد نیتروژن (۲/۴۲ درصد) در غلظت ۱۵۰ میلی-مولار اسید سالیسیک مشاهده شد که با درصد نیتروژن در غلظت‌های ۱۰۰ (۲/۲ درصد) و ۵۰ (۲/۰۹ درصد) میلی‌مولار اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. کمترین درصد نیتروژن نیز (۱/۸ درصد) در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۴-۵).

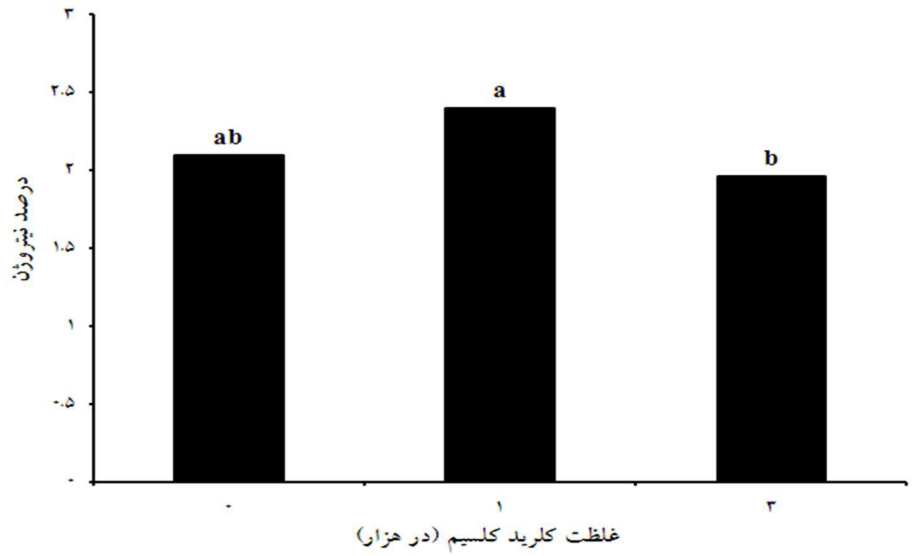


شکل ۴-۵- اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر درصد نیتروژن

برگ‌های پنبه مخزن اصلی ذخیره نیتروژن برای تغذیه میوه هستند. تقریباً نصف نیتروژن قوزه نتیجه انتقال مجدد نیتروژن از برگ‌ها به سمت قوزه‌ها است. نیتروژن با افزایش سطح برگ و تأخیر در بسته شدن روزنه‌ها سبب ماده سازی بیشتر و افزایش کارآیی مصرف آب شده و در نتیجه میزان محصول پنبه افزایش می‌یابد (ذبیحی و همکاران، ۱۳۹۲). افزایش عناصر غذایی پر نیاز با کاربرد اسید سالیسیلیک به اثبات رسیده است (نعمت اللهی و همکاران، ۱۳۹۲).

گزارشاتی وجود دارد مبنی بر این که کاربرد اسید سالیسیلیک موجب افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه شده بود (عبداللهی و شکاری، ۱۳۹۴). گزارش شده است تیمار سالیسیلیک اسید موجب تحریک تجمع تجمع نیتروژن در گیاهان ذرت گردید (گونز و همکاران، ۲۰۰۵).سینگ و سارانگدم (۲۰۰۳) نیز گزارش کردند که کاربرد سالیسیلیک اسید در لوبیا موجب افزایش نیتروژن، پروتئین و فعالیت نیترات ردوکتاز گردید.مشابه با نتایج این پژوهش، امیری و همکاران (۱۳۹۶) با تحقیق بر روی محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر عملکرد گیاه گلرنگ گزارش کردند که بیشترین میزان نیتروژن با میانگین ۴/۳۸ درصد را محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید به خود اختصاص داد که باعث افزایش ۱۶/۴۳ درصدی میزان نیتروژن نسبت به تیمار شاهد گردید.

براساس نتایج تجزیه واریانس، محلول‌پاشی کلریدکلسیم اثر معنی‌داری بر درصد نیتروژن داشت($p\leq ۰/۰۵$)، اما اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر درصد نیتروژن معنی‌دار نشد (جدول ۱ پیوست). اگرچه بیشترین درصد نیتروژن (۲/۴ درصد) با محلول‌پاشی غلظت ۱ در هزار کلریدکلسیم به‌دست آمد، اما با تیمار شاهد (۲/۰۹ درصد) اختلاف آماری معنی‌دار نداشت. کمترین درصد نیتروژن (۱/۹۶ درصد) با محلول‌پاشی غلظت ۳ در هزار کلریدکلسیم به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد (شکل ۴-۶).



شکل ۴-۶- اثر غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم بر درصد نیتروژن

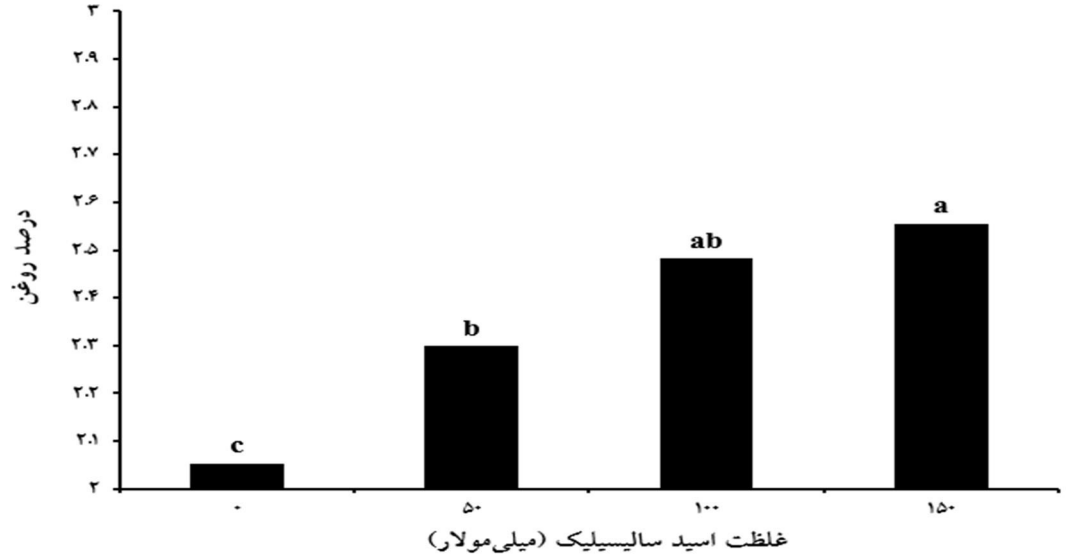
نیتروژن از اجزای مهم تشکیل دهنده دیواره سلول‌ها، پروتئین‌ها و کلروفیل‌ها بوده و نقشی اساسی در مراحل مختلف حیات گیاه ایفا می‌کند (رودی و همکاران، ۱۳۸۲). کلسیم نیز نقش مهمی در فتوسنتز، انتقال هیدروکربن‌ها و فرآیند جذب نیتروژن در گیاهان دارد (خسروی مشیزی و سرچشمه پور، ۱۳۹۴). تغییرات درصد نیتروژن در طی مصرف کلریدکلسیم نشان دهنده اثر بیشتر غلظت پایین کلریدکلسیم در افزایش درصد نیتروژن در مقایسه به غلظت بالاتر بود. در آزمایشی، مدنی و همکاران (۲۰۱۳) اظهار داشتند که کلسیم تأثیر مستقیم و مثبتی بر جذب نیتروژن توسط گیاه دارد که باعث افزایش محتوای نیتروژن با فعال کردن آنزیم‌های مسئول جذب نیتروژن می‌شود (لوپز-لیفبر، ۲۰۰۰).

با این حال شاید بتوان کاهش درصد نیتروژن در غلظت‌های بالاتر کلریدکلسیم را ناشی از تأثیر سوء یون کلرید دانست که موجب کاهش جذب نیترات و نیتروژن در کل گیاه، مختل شدن متابولیسم نیتروژن در گیاه و در نتیجه اختلال در سنتز پروتئین و اسید نوکلئیک را نام برد (اسکندری تربقان و همکاران، ۱۳۹۰).

مومیوند و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند درصد نیتروژن برگ در گیاه مرزه با افزایش سطوح بالای کربنات کلسیم کاهش یافت.

۴-۷- درصد روغن دانه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر درصد روغنپنبه دانه اثر معنی‌داری داشت ($p\leq ۰/۰۱$). اما اثر محلول‌پاشی کلریدکلسیم و اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر درصد روغن پنبه دانه معنی‌دار نبود (جدول ۱ پیوست). به طوری که بیشترین درصد روغن با میانگین ۲/۵ درصد (در ۱۰ گرم پنبه دانه)، متعلق به غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار اسید سالیسلیک بود که اختلاف آماری معنی‌داری با درصد روغن (۲/۴۸ درصد در ۱۰ گرم پنبه دانه) غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار نداشت. کمترین درصد روغن نیز با میانگین ۲/۰۵ درصد (در ۱۰ گرم پنبه دانه)، متعلق به تیمار شاهد (عدم مصرف اسید سالیسیک) بود (شکل ۴-۷).



شکل ۴-۷- اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر درصد روغن (در ۱۰ گرم پنبه دانه)

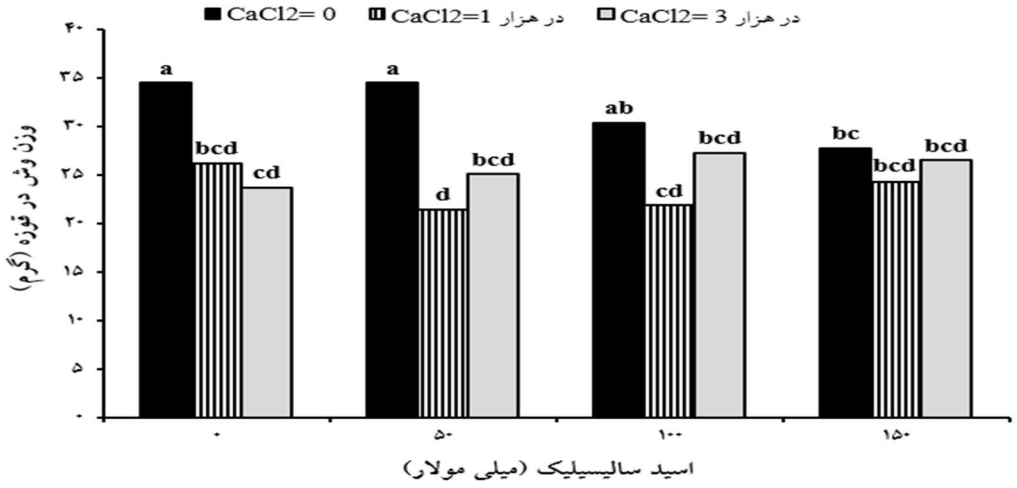
افزایش درصد روغن به موازات مصرف اسید سالیسیک را می‌توان به افزایش سطح برگ، افزایش فتوسنتز و مواد فتوسنتزی جهت ارائه به مقصد یا دانه‌ها، و یا کاهش تنفس در اثر مصرف اسید سالیسیلیک نسبت داد. به‌نظر می‌رسد اسید سالیسیلیک از طریق افزایش میزان LAI در گیاهان جهت

استفاده بهینه از تشعشعات خورشیدی و افزایش سرعت فتوسنتز خالص (بالنجانی، ۱۳۸۹) باعث افزایش عملکرد دانه و درصد روغن می‌شود (بالنجانی و شکاری، ۱۳۹۱).

براساس تحقیقات انجام گرفته توسط سیبی و همکاران (۱۳۹۳)، نشان داده شد که مصرف اسید سالیسیلیک در افزایش روغن دانه آفتابگردان مؤثر بوده و موجب افزایش آن نسبت به عدم مصرف اسید سالیسیلیک می‌گردد.

۴-۸- وزن وش در قوزه

اثر متقابل محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر وزن وش در قوزه معنی‌دار شد ($p\leq$۰/۰۵، جدول ۱ پیوست). با توجه به نتایج مقایسات میانگین، در غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار اسید سالیسیلیک، محلول‌پاشی کلریدکلسیم باعث کاهش وزن وش در قوزه شد که این کاهش در غلظت ۱ در هزار شدیدتر بود. با این حال، در شرایط عدم محلول‌پاشی کلریدکلسیم، در غلظت‌های صفر و ۵۰ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بیشترین وزن وش در قوزه با میانگین ۳۴/۴ گرم به‌دست آمد. کمترین وزن وش در قوزه نیز، با میانگین ۲۱/۴ گرم در غلظت ۵۰ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک به همراه کلریدکلسیم با ۱ در هزار مشاهده گردید (شکل ۴-۸).

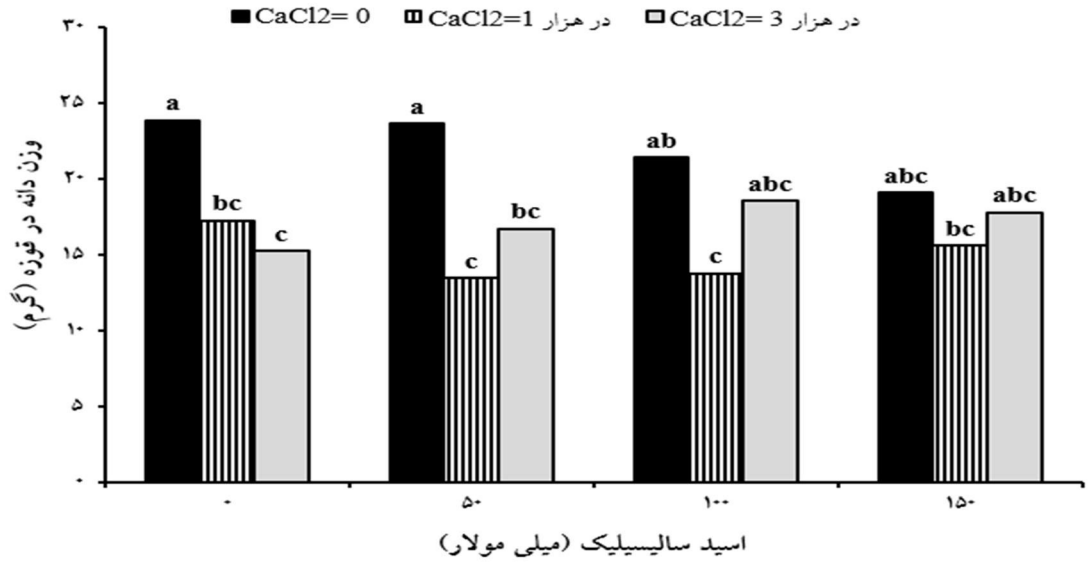


شکل ۴-۸- اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر وزن وش در قوزه

کاهش وزن وش در قوزه پنبه در اثر محلول‌پاشی کلریدکلسیم احتمالاً بدین دلیل است که مصرف کلریدکلسیم تعداد قوزه در بوته را افزایش داد، اما اندازه قوزه را کاهش داده است. نتیجتاً برآیند این عمل موجب کاهش وزن وش در قوزه گردید. در واقع، کلریدکلسیم با افزایش رشد رویشی، میزان مواد فتوسنتزی کمتری را به قوزه‌ها منتقل کرده و تا حدودی موجب کاهش وزن وش در قوزه-ها گردیده است. با این حال، با توجه به اینکه با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم به دنبال افزایش رشد رویشی، تعداد گره‌های رو شاخه‌های اصلی و تعداد شاخه‌های جانبی ساقه افزایش یافته، تعداد شاخه‌های زایا و محل تولید گل و قوزه بر روی شاخه‌های زایا افزایش یافته و در نهایت افزایش تعداد قوزه تولیدی در بوته را به دنبال داشته است. با افزایش تعداد قوزه در بوته نیز وزن وش در هر قوزه کاهش یافته است.

۴-۹- وزن دانه در قوزه

نتایج تجزیه آماری داده ها در جدول پیوست ۱ نشان داد اثر متقابل محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر وزن دانه در قوزه معنی‌دار شد ($p\leq ۰/۰۵$). با توجه به نتایج مقایسات میانگین ها، مصرف غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار اسید سالیسیلیک همراه با محلول‌پاشی کلریدکلسیم کاهش وزن دانه در قوزه را به دنبال داشت که این کاهش در غلظت ۱ در هزار شدیدتر بود. بیشترین وزن دانه در قوزه در شرایط عدم محلول‌پاشی کلریدکلسیم، در غلظت‌های صفر و ۵۰ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به ترتیب با میانگین ۲۳/ ۸۳ و ۲۳/۶۲ گرم به‌دست آمد. کمترین وزن دانه در قوزه نیز، با میانگین ۱۳/۴۷ گرم در غلظت ۵۰ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک به همراه کلریدکلسیم با ۱ در هزار مشاهده گردید (شکل ۴-۹).



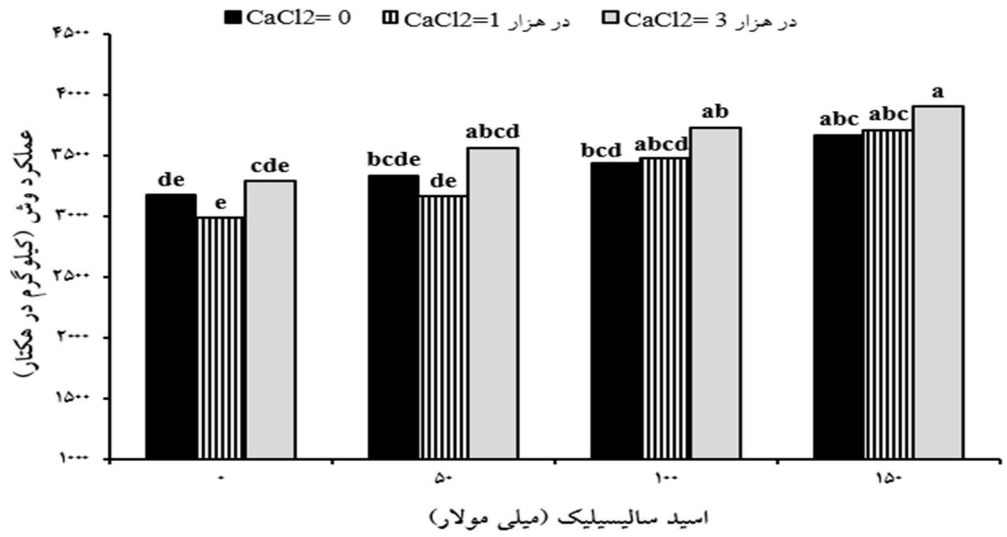
شکل ۴-۹- اثر متقابل سالیسیلیک اسید و کلریدکلسیم بر وزن دانه در قوزه

به‌دنبال افزایش غلظت اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم وزن دانه در غوزه کاهش معنی‌داری نشان داد که این کاهش در غلظت ۵۰ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به همراه کلرید کلسیم ۱ در هزار، شدت بیشتری داشت. با توجه به نتایج به‌دست آمده در قسمت‌های گذشته از اثرات محلول‌پاشی کلرید-کلسیم و اسید سالیسیلیک، تأثیرگذاری بر افزایش تعداد قوزه در بوته بود (شکل ۴-۴). شاید بتوان گفت، با افزایش تخصیص مواد به تعداد قوزه‌ها، افزایش تعداد دانه در قوزه صورت گرفته و در نهایت ماده فتوسنتزی کمتری به هر دانه اختصاص یافته و دانه‌هایی کوچک با وزن کمتر تولید شده است.

۴-۱۰- عملکرد وش

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر عملکرد وش معنی‌دار شد ($p\leq ۰/۰۵$، جدول ۱ پیوست). به‌طوری که بیشترین عملکرد وش مربوط به بوته‌های پنبه رشد یافته در غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک همراه با محلول‌پاشی کلرید کلسیم ۳ در هزار بود، که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با محلول‌پاشی غلظت‌های صفر و ۱ در هزار کلرید-کلسیم همراه با غلظت مذکور اسید سالیسیلیک (۱۵۰ میلی‌مولار) نداشت. بین محلول‌پاشی غلظت-

های ۱۰۰ و ۵۰ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک همراه با سطوح مختلف کلرید کلسیم نیز، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین عملکرد وش در گیاهان تیمار شده با غلظت ۳ در هزار کلریدکلسیم بدون محلول پاشی اسید سالیسیلیک مشاهده گردید (شکل ۴-۱۰).



شکل ۴-۱۰- اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر عملکرد وش

در بسیاری از مطالعات همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد وش و تعداد قوزه در واحد سطح گزارش شده است، از این رو با توجه به رابطه مستقیم تعداد قوزه با عملکرد وش (فتحی و همکاران، ۱۳۹۰) و اینکه این صفت و سایر اجزاء عملکرد وش تحت تأثیر فعالیت فیزیولوژیکی گیاه و برهم‌کنش آن با محیط قرار دارند (نادری عارفی و حمیدی، ۱۳۹۳)، بنابراین احتمالاً یکی از دلایل افزایش عملکرد وش، افزایش تعداد غوزه تحت تأثیر غلظت‌های بالای اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بوده است.

بی‌گمان اسید سالیسیلیک بر فتوسنتز و رشد گیاه، اثر مثبت دارد. در واقع مصرف اسید سالیسیلیک از طریق فراهم نمودن مقادیر بیشتری از آب آبیاری برای ریشه‌ها، باعث ایجاد شرایط رشد و نموی بهتری برای گیاه شده و با جلوگیری از تبخیر و تعرق بیش از حد در گیاه در این امر مؤثر می‌باشد (طولابی و همکاران، ۱۳۹۶). عملکرد وش در پنبه نیز از جمله صفاتی است که متناسب با میزان آب

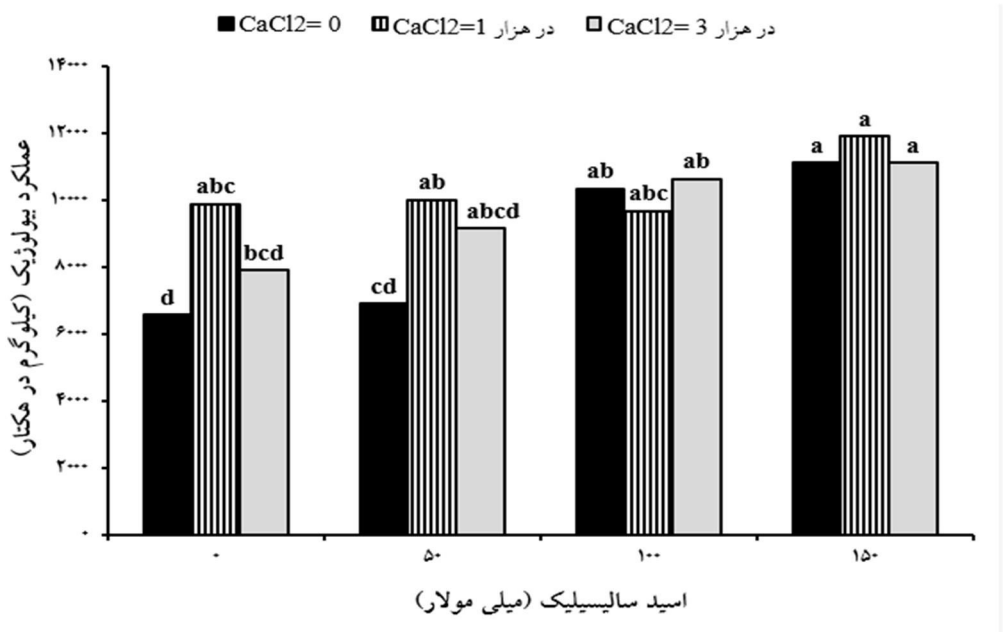
تغییر کرده و نسبت به آب کافی واکنش نشان می‌دهد (مک ویلیامز، ۲۰۰۲). از سوی دیگر با توجه به اثر اسید سالیسیلیک بر افزایش درصد نیتروژن، می‌توان به نقش نیتروژن نیز اشاره نمود. چرا که نیتروژن جذب شده معمولاً یا از طریق افزایش در تعداد اندام‌های زایشی و یا به‌وسیله حفظ و نگهداری تعداد بیشتری از آنها، یعنی کاهش درصد ریزش غنچه، گل و غوزه، تولید محصول وش پنبه را افزایش می‌دهد (فتحی و همکاران، ۱۳۹۰). از این رو، افزایش عملکرد وش را می‌توان از یک سو به نقش اسید سالیسیلیک در رشد و تأمین آب کافی برای رشد پنبه نسبت داد. از سوی دیگر کلسیم نیز در استحکام دیواره سلول‌ها و حفظ ساختار و کارکرد غشاء نقش کلیدی داشته و قابلیت نگهداری آب سلول‌ها را افزایش می‌دهد (خسروی مشیزی و سرچشمه پور، ۱۳۹۴). دلیل دیگر این امر را می‌توان به اثر محلول‌پاشی غلظت بالای کلرید کلسیم بر رشد برگ دانست که باعث افزایش رشد و سطح برگ شده و سطح فتوسنتزکننده گیاه را افزایش داده و از این طریق موجب افزایش رشد گیاه و در نهایت افزایش عملکرد وش پنبه شده است. همچنین می‌توان اظهار داشت که محلول‌پاشی کلرید کلسیم موجب بهبود جذب عناصر معدنی در گیاهان میزبان و در نهایت منجر به پاسخ‌های رشدی مثبت در این گیاهان می‌شود (قهرمانی و همکاران، ۱۳۹۲).

در همین راستا طی تحقیقی اثر غلظت‌های مختلف نیترات کلسیم در چهار سطح صفر، ۰/۱، ۰/۳ و ۰/۵ درصد بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه مقایسه گردید. نتایج نشان داد که بالاترین تعداد انشعابات ساقه، تعداد قوزه در بوته و عملکرد وش با محلول‌پاشی غلظت ۰/۳ درصد نیترات کلسیم به دست آمد (تسبندی، ۱۳۹۵).

۴-۱۱ عملکرد بیولوژیک

اثر متقابل کلریدکلسیم و اسید سالیسیلیک بر عملکرد بیولوژیک پنبه معنی‌دار شد ($p\leq ۰/۰۵$، جدول ۱ پیوست). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار اسید سالیسیلیک، محلول‌پاشی کلریدکلسیم افزایش عملکرد بیولوژیک را به دنبال داشت که این

افزایش در غلظت‌های صفر و ۵۰ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک معنی‌دار بود. با این‌حال، بیشترین عملکرد بیولوژیک در غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به همراه غلظت‌های صفر، ۱ و ۳ در هزار کلرید کلسیم به‌دست آمد که به ترتیب برابر با ۱۱۱۰۰، ۱۱۹۰۰ و ۱۱۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین عملکرد بیولوژیک نیز با میانگین ۶۵۶۷ کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم) بود (شکل ۴-۱۱).



شکل ۴-۱۱- اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر عملکرد بیولوژیک

صفت عملکرد بیولوژیک از این لحاظ مهم جلوه می‌کند که از رابطه‌ی بین نسبت وزن دانه به وزن خشک گیاه و اگر جزئی‌تر بررسی شود، از رابطه‌ی بین نسبت وزن دانه به وزن خشک قوزه‌ها که از اجزای عملکرد محسوب می‌شوند، می‌توان به تولید مواد فتوسنتزی در گیاه پی برد. در واقع می‌توان گفت عملکرد بیولوژیک حاصل تجمع مواد تولید شده در جریان فتوسنتز است که در اندام‌هایی نظیر برگ، دمبرگ، ساقه و سایر اندام‌ها ذخیره می‌شود (نوریانی، ۱۳۹۶). از نتایج به‌دست آمده می‌توان چنین استنباط نمود که اعمال تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم، موجب بهبود عملکرد بیولوژیک در پنبه در مقایسه با تیمار شاهد شده است. از آنجا که رشد گیاه تحت تأثیر

مجموعه‌ای از فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی از قبیل فتوسنتز، تنفس، انتقال مواد، جذب یون و متابولسم مواد غذایی است که در افزایش وزن خشک گیاه نیز نقش دارد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸)، احتمالاً مصرف اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم نه‌تنها تدارک عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده بلکه با بهبود فرآیندهای حیاتی گیاه، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام‌های هوایی و تولید ماده خشک را نیز فراهم کرده است. چراکه اسید سالیسیلیک باعث افزایش گسترش سیستم ریشه‌ای، حفظ سلامت آنها، جذب بیشتر آب و مواد غذایی شده و از طریق افزایش فتوسنتز در برگ‌ها (حیات و همکاران، ۲۰۱۰)، در افزایش عملکرد بیولوژیکی پنبه نقش مثبتی ایفا کرده است. از طرفی به نظر می‌رسد که افزایش عملکرد بیولوژیکی در اثر استفاده از اسید سالیسیلیک به خاطر فعالیت آنتی اکسیدانی این ماده در غشاء سلولی باشد که باعث افزایش مقادیر لیگنین در ساختار دیواره سلولی می‌شود که این خود می‌تواند عاملی در افزایش بیوماس گیاهان باشد (مداح و همکاران، ۱۳۸۵).

از طرف دیگر، افزایش ماده خشک تولیدی تحت شرایط مصرف مواد مذکور (اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم) را می‌توان به دلیل توسعه و گسترش بیشتر سطح جذب ریشه و سطح برگ (عطارزاده و همکاران، ۱۳۹۵؛ عقبای و همکاران، ۱۳۹۰)، دانست که با ایجاد منبع فیزیولوژیکی کارآمد به منظور استفاده هرچه بیشتر از آب و مواد غذایی و انرژی نوری دریافتی، باعث افزایش تولید ماده خشک شده است. چرا که تولید ماده خشک وابستگی قوی با سطح برگ و سرعت فتوسنتز برگ دارد و برای رسیدن به تولید ماده خشک بالاتر لازم است که سرعت فتوسنتز با حفظ سطح برگ بالا نگه داشته شود (بالنجانی و شکاری، ۱۳۹۱). سطح نقصان میزان عملکرد بیولوژیکی در تیمار شاهد را نیز، می-توان ناشی از توان کمتر گیاه در جذب عناصر غذایی و کاهش سنتز و انتقال مواد پرورده در اثر آن دانست که باعث کاهش تجمع ماده خشک گیاه گردیده است (نوریانی، ۱۳۹۶).

با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک عملکرد بیولوژیک پنبه نیز افزایش یافته باکری و همکاران (۲۰۱۲) در آزمایش خود دریافتند که اسید سالیسیلیک با بهبود روابط منبع و مخزن و فعالیت‌های فتوسنتزی، خصوصیات مورفولوژیکی گیاه کتان را بهبود و زیست توره آن را افزایش داد. در تحقیقی دیگر، نتایج حاصل از آزمایش اثر سالیسیلیک اسید و تنش خشکی در گیاه سیر نشان داد که کاربرد خارجی ۰/۵ میلی‌مولار سالیسسیلیک اسید با افزایش میزان کلروفیل و تجمع ماده خشم باعث زیست توده این گیاه نسبت به تیمار شاهد شد (بیبشکی و آروین، ۲۰۱۰).

هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد جو گزارش دادند که عملکرد بیولوژیک جو تحت تأثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک افزایش یافت.

۴-۱۲- سدیم

نتایج تجزیه آماری داده ها نشان داد سدیم برگ گیاه پنبه تحت تأثیر تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک قرار نگرفت ($p\leq۰/۰۱$). با این حال براساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین مقدار سدیم برگ با میانگین ۵۹/۷ میلی‌گرم در گرم در غلظت ۵۰ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک مشاهده گردید یافت که از لحاظ آماری معنی دار نبودند.

براساس نتایج تجزیه واریانس، اثر محلول‌پاشی کلریدکلسیم و اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلرید-کلسیم بر میزان سدیم معنی‌دار نبود ($p\leq۰/۰۵$، جدول ۱ پیوست). با این حال، با افزایش غلظت کلریدکلسیم میزان سدیم برگ کاهش یافت. به‌طوری که بالاترین میزان سدیم برگ با میانگین ۵۸/۰۴ میلی‌گرم در گرم متعلق به تیمار شاهد و کمترین میزان آن (۵۰/۳ میلی‌گرم در گرم) متعلق به غلظت ۳ در هزار کلریدکلسیم بود.

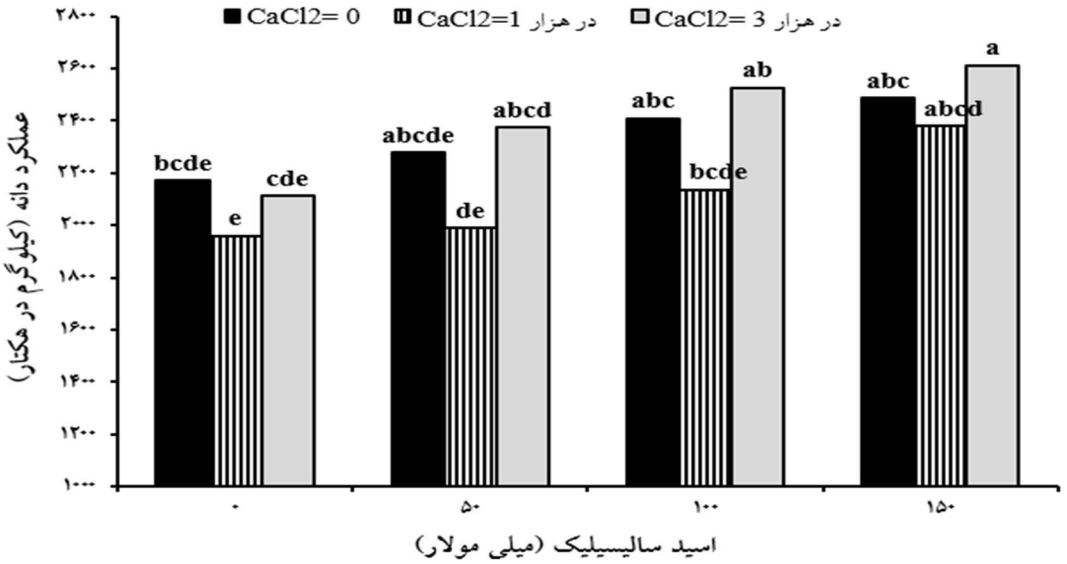
۴-۱۳- پتاسیم

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، کاربرد اسید سالیسیلیک بر محتوای پتاسیم برگ معنی‌دار نشد ($p\leq$۰/۰۵، جدول ۱ پیوست). در رابطه با اثر اسید سالیسیلیک بر مقدار پتاسیم گزارشات متناقضی وجود دارد. به‌طوری که حمادا و ال-حکیمی (۲۰۰۱) گزارش نمودند که کاربرد اسید سالیسیلیک اثرات مثبتی بر محتوای پتاسیم گیاه گندم تحت شرایط شوری داشت. در مقابل گزارشاتی نیز وجود دارد که بیان می‌نماید جذب پتاسیم (عبداللهی و شکاری، ۱۳۹۴) به‌وسیله ریشه-های جو تحت اثر اسید سالیسیلیک کاهش پیدا کرد.

اثر محلول‌پاشی کلریدکلسیم و اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر محتوای پتاسیم بر معنی‌دار نشد ($p\leq$۰/۰۵، جدول ۱ پیوست). مشابه با نتایج این پژوهش، مظلومی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که با کاربرد کلسیم، غلظت پتاسیم شاخساره و برگ توت فرنگی تغییر معنی‌داری پیدا نکرد.

۴-۱۴- عملکرد دانه (شاخص بذر)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر وزن وش در قوزه معنی‌دار شد ($p\leq$۰/۰۵، جدول ۱ پیوست). بر طبق نتایج مقایسات میانگین، در غلظت-های ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار اسید سالیسیلیک، محلول‌پاشی کلریدکلسیم در غلظت ۱ در هزار موجب کاهش و در غلظت ۳ هزار افزایش عملکرد دانه را به دنبال داشت، که البته این کاهش عملکرد معنی‌دار نبود. با این حال، بیشترین عملکرد دانه در شرایط محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار همراه با غلظت ۳ در هزار کلریدکلسیم با میانگین ۲۶۱۱/۹ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. کمترین عملکرد دانه نیز، با میانگین ۱۹۶۰/۶ کیلوگرم در هکتار در زمان عدم محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک به همراه کلریدکلسیم با ۱ در هزار مشاهده گردید (شکل ۴-۱۲).



شکل ۴-۱۲- اثر متقابل اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر عملکرد دانه

استفاده تلفیقی از اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم منجر به رشد بهتر گیاه پنبه و افزایش عملکرد دانه گردید، زیرا اسید سالیسیلیک تأثیر خود را بر فتوسنتز از طریق عوامل روزنه‌ای، رنگیزه و ساختار کلروپلاست و آنزیم‌های دخیل در مراحل فتوسنتز اعمال می‌کند (یگانه پور و همکاران، ۱۳۹۵) و به‌نظر می‌رسد بالاتر بودن عملکرد دانه در اثر مصرف اسید سالیسیلیک، به دلیل این است که کاربرد آن باعث نگهداری آب و شکل‌گیری بهتر اندام‌های زایشی می‌گردد (حبیب پور و همکاران، ۱۳۹۴). بنابراین در این آزمایش همراه با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک عملکرد دانه پنبه افزایش یافت.

از سوی دیگر، اسید سالیسیلیک عملکردهای مطلوبی را از طریق تأثیر بر عملکرد هورمون اسید آبسیزیک اسید (ABA) و کنترل تنفس سلول که موجب افزایش برخی از اجزاء عملکردی در گیاه می‌شود را از خود بروز می‌دهد (ابراهیمی و جعفری حقیقی، ۱۳۹۱) و همان طور که در قسمت‌های قبل مشاهده شد، افزایش غلظت اسید سالیسیلیک تا سطح ۱۵۰ میلی‌مولار باعث افزایش برخی صفات مطلوب پنبه از جمله عملکرد وش، تعداد قوزه در بوته و عملکرد بیولوژیک در گیاه گردیده

است. از این‌رو با توجه به اینکه عملکرد دانه تابعی از اجزاء عملکرد است، بالا بودن هر یک از اجزاء عملکرد باعث افزایش عملکرد می‌شود.

همچنین استفاده از کلرید کلسیم باعث افزایش بعضی از فرآیندهای فیزیولوژیک شده که در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه در گیاه پنبه شد.

پورابتهاج و همکاران (۱۳۹۱) گزارش دادند عملکرد دانه جو تحت تأثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک افزایش یافت و دلیل آن را اثرات مثبت اسید سالیسیلیک بر رشد و نمو بهتر گیاه دانستند. در آزمایشی دیگر، ساجدی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک بر انتقال مجدد، فتوسنتز جاری و عملکرد دانه ارقام گندم اظهار داشتند عملکرد دانه گندم تحت تأثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک افزایش یافت.

در آزمایشی، کیایی نژاد و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که کاربرد ۱۲ میلی‌مولار کلریدکلسیم هنگام پر شدن دانه موجب اختلاف چشمگیری در عملکرد دانه گیاه برزک (۲۷۸/۳ کیلوگرم در هکتار) در این ترکیب تیماری شده است که حدود ۱۵۰ درصد بیشتر از عدم محلول‌پاشی بود.

۴-۱۵- نتیجه گیری نهایی

نتایج حاصل از بررسی اثر محلول پاشی اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم برعملکرد و اجزاء عملکرد پنبه، نشان داد که استفاده از اسید سالیسیلیک باعث افزایش معنی‌دار شاخص کلروفیل برگ،ارتفاع بوته، تعداد انشعابات جانبی، تعداد قوزه در بوته، وزن هزار دانه، درصد روغن، درصد نیتروژن، عملکرد وش، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در مقایسه با عدم مصرف آن گردید، اما وزن وش در قوزه، وزن دانه در قوزه، مقدار سدیم و پتاسیم را تحت تأثیر قرار نداد.

۱- محلول‌پاشی کلرید کلسیم، تعداد قوزه در بوته، درصد نیتروژن، عملکرد وش و عملکرد دانه پنبه را در مقایسه با شرایط عدم محلول‌پاشی افزایش داد. بیشترین عملکرد وش و عملکرد دانه در غلظت

۳ در هزارکلرید کلسیم مشاهده شد. این در حالی است که محلول‌پاشی کلرید کلسیم وزن وش در قوزه و وزن دانه در قوزه را کاهش داد و بر شاخص کلروفیل برگ، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، وزن هزار دانه، درصد روغن، عملکرد بیولوژیک، میزان سدیم و پتاسیم اثر معنی‌داری نداشت.

۲- نتایج نشان داد که بیشترین تعداد قوزه در بوته، عملکرد وش، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه زمانی حادث شد که از غلظت ۱۵۰ میلی‌مول اسید سالیسیلیک به همراه غلظت ۳ در هزار کلرید کلسیم استفاده شد.

۳- نتایج تحقیق نشان داد که غلظت ۱۵۰ میلی مول اسید سالیسیلیک و غلظت ۳ در هزار کلرید کلسیم وزن وش در قوزه و تعداد دانه در قوزه را کاهش داد و بیشترین مقدار آنها زمانی به دست آمد که محلول‌پاشی کلرید کلسیم صورت نگرفت.

۴- نتایج تحقیق نشان داد که غلظت ۱۵۰ میلی مول اسید سالیسیلیک و غلظت ۳ در هزار کلرید کلسیم وزن وش در قوزه و تعداد دانه در قوزه را کاهش داد و بیشترین مقدار آنها زمانی به دست آمد که محلول‌پاشی کلرید کلسیم صورت نگرفت.

۴-۱۶- پیشنهادات

۱- برآورد اقتصادی عملکرد پنبه در شرایط مصرف اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم.

۲- مقایسه اثر اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر ارقام مختلف پنبه.

۳- سطوح مختلف اسید سالیسیلیک در سایر خاک‌های مناطق و ارقام مختلف پنبه مورد آزمایش قرار گیرد.

پیوست

جدول ۱ پیوست: تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات												
		شاخص کلروفیل برگ	ارتفاع بوته	تعداد شاخه جانبی	تعداد قوزه در بوته	وزن هزار دانه	درصد نیتروژن	درصد روغن	وزن وش در قوزه	وزن دانه در قوزه	عملکرد وش	عملکرد بیولوژیک	سدیم	پتاسیم	عملکرد دانه
تکرار	۲	۱۵/۵۶۳۶	۱۳۹۴/۰	۱۰/۷۵۷۵	۱۴/۳۴۲۵	۲۵۴/۴۸۶	۰/۴۳۳۴۱	۰/۰۶۴۴	۳/۵۱۱	۸/۳۶۰	۱۲۷۶۳۳	۳/۴۰۵E+ ۰۷	۳۴۷/۸۶۱	۱۶۲/۱۴۹	۱۵۴۴۱۶
اسید سالیسیلیک	۳	/۵۹۳** ۱۲	/۸۴** ۲۱۹	۳/۳۰ ns	/۷۲۶۹** ۱۳	۱۸۵/۰۸۸**	۰/۴۶۳۷۸*	۰/۴۵۱ **	۶/۴۳۴ ns	۲/۶۳۹ ns	۶۱۲۲۱۹ **	۱/۹۶۲E+ ۰۷**	۱۹۷/۳۲ ns	۸۹/۰۶۴ ns	۲۸۵۳۷ **
کلرید کلسیم	۲	۲/۲۶۸۶ ns	۷۰ / ۹۹ ns	/ ۲۹۰۸ ns ۱	۸/۸۵۰۸**	۱۵ / ۷۵۲ ns	۰ / ۶۰۳۶۳*	۰/۰۰۱۱۲ ns	۲۱۳/۱۷ **	۱۴۷/۰۹ **	۲۶۹۰۳۳ *	۸۱۰۳۶۱۱ ns	۱۸۵/۱۴ ns	۱۲/۱۶۴ ns	۲۷۴۹۶۰*
کلرید کلیسم ×سالیسیلیک اسید	۶	۰/۷۹۹۴ ns	۱۷/۰۷ ns	/ ۱۹۸۶ ns ۰	۳/۲۷۴۲*	۱۸/۸۰۱ ns	۰/۰۵۱۵۹ ns	۰/۰۴۰۷۴ ns	۲۳/۸۴ *	۴۳/۵۳۶ *	۲۳۰۰۲۰ *	۳۰۸۶۵۷۴*	۴۱۵/۷۷ ns	۱۴۴/۲۷۲ ns	۴۴۲۲۲/۸۸*
خطای آزمایش	۲۲	۲/۵۱	۲۶/۱۴	۱/۳۴۸۷	۱/۲۵۳۴	۳۵./۲۹۶	۰./۱۴۹۰۹	۰/۰۴۷۱۰	۱۳/۱۸۵	۱۲/۶۹۵	۶۶۲۸۸	۳۲۱۸۷۶۳	۷۴۲/۹۲۴	۱۲۱/۴۱۸	۵۵/۷۵۹
ضریب تغییرات (./)		۳/۲۴	۶/۶۴	۱۴/۴۶	۱۰/۴۴	۵/۲۹	۱۷/۹۴	۹/۲۵	۱۳/۴۸	۱۹/۷۷	۷/۴۶	۱۸/۷۰	۵۰/۶۸	۲۵/۲۵	۱۰/۳۳

ns علامت ، غیرمعنی‌دار. ** ، * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

فهرست منابع:

۱) آمارنامه کشاورزی (۱۳۹۵) **"جلد اول: محصولات زراعی"** دفتر آمار و فن آوری اطلاعات. معاونت برنامه ریزی و اقتصاد جهاد کشاورزی.

۲) ابراهیمی م، و جعفری حقیقی ب، (۱۳۹۱) "اثر کاربرد سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت در شرایط تنش خشکی"، مجله اکوفیزیولوژی گیاهی، سال ۴، شماره ۱، ص: ۱۳-۱.

۳) احمدی، ج، سیفی، م م، و امینی دهقی، م. (۱۳۹۱) "تأثیر محلول‌پاشی ریزمغذی‌های آهن، روی و کلسیم بر عملکرد دانه و روغن ارقام کنجد." مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد پنجم، شماره سوم، ۱۳۰-۱۱۵.

۴) اسفینی فراهانی م، پاک نژاد ف، بختیاری مقدم م، علوی ص، و حسیبی ع ر، (۱۳۹۱) "اثر مقادیر و روش‌های مختلف کاربرد اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزاء عملکرد زیره سبز" ، مجله زراعت و اصلاح نباتات. جلد ۸، شماره ۳: ۷۷-۶۹.

۵) اسکندری تربقان م، آستارایی ع ر، اسکندری تربقان م، و عامری ع ا، (۱۳۹۰) " بررسی اثر میزان کلر و سولفات آب آبیاری و همچنین نقش نیتروژن بر جذب فیزیولوژی عناصر و میزان محصول جو، نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)، ص: ۳۸-۲۷.

۶) اکرم قادری ف، لطیفی ن، رضایی ن، رضایی ج، و سلطانی ا، (۱۳۸۲) "بررسی اثرات تاریخ کاشت بر فنولوژی و مورفولوژی سه رقم پنبه در گرگان". مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۴ (۱): ۲۳۰-۲۲۱.

۷) امیری ا، اسمعیل زاده بهابادی ص، یداللهی ده چشمه پ، و سیروس مهر ع ر، (۱۳۹۶) " نقش محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و کیتوزان در شرایط تنش کم‌آبی بر برخی صفات فیزیولوژیکی و عملکرد روغن گلرنگ، نشریه علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد ۱۱، شماره ۱(۴۱)، ص: ۸۴-۶۹.

۸) آزاددیسفانی ف، درویش مجنی ت، دیه‌جی ا، روشنی ق ع، و زنگی م ر. (۱۳۹۳) **"راهنمای پنبه (کاشت، داشت برداشت)"**. وزارت جهاد کشاورزی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۱۵۴ صفحه.

۹) آزاد نفس ن ، برزین گ، و بیشه کلایی، ر، (۱۳۹۶) " اثربهبوددهندگی سولفات کلسیم و کلرورکلسیم بر هیدرات‌های کربن گیاه پونه تحت تأثیر فلز سنگین روی"، هفتمین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار.

۱۰)باقری فرد ا ا، و حمیداوغلی ی، (۱۳۹۴) "تأثیر آب شور مغناطیس شده بر میزان جذب سدیم و پتاسیم در برگ کنگرفرنگی" ، مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. سال ۷، شماره ۲۳، ۲۳: ۱۸۴-۱۷۶.

۱۱)بالنجانی ر. و شکاری ف، (۱۳۹۱) " تأثیر پیش‌تیمار با اسید سالیسیلیک بر روابط شاخص-های رشد و عملکرد در گیاه گلرنگ تحت شرایط تنش خشکی آخر فصل". نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۲۲، شماره ۱، ص: ۱۰۷-۸۷.

۱۲)بالنجانی ر، (۱۳۸۹)، پایان نامه ارشد: "تأثیر پرایمینگ یا سالیسیلیک اسید بر نمود و خصوصیات فیزیولوژیک گلرنگ تحت تنش کم‌آبی"، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان.

۱۳)براتی محمودی ح، جامی الاحمدی م، راشد محصل م ح، محمودی س، و شیخ زاده محمدآبادی ن، (۱۳۸۸)" تأثیر مدیریت تلفیقی (مکانیکی + شمیایی) بر تراکم و وزن خشک علف‌های هرز همراه با معرفی علف‌کش جدید انووک در مزارع پنبه"، نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، شماره ۲، ص: ۳۱۱-۳۰۶.

۱۴)پورابتهاج م د، حبیبی ف، پاک‌نژاد ح، فاضلی ف، و داوودی فرد م، (۱۳۹۱)، "بررسی تأثیر باکتری‌های محرک رشد و محلول‌پاشی اسید سالیسیلک و اسیدهای آمینه بر فعالیت آنزیم-های آنتی اکسیدان در شرایط تنش خشکی در گیاه جو"، مجله زراعت و اصلاح نباتات، جلد ۸، شماره ۲، ص: ۱۶۰-۱۴۷.

۱۵)تسبندی ح، (۱۳۹۵)، پایان نامه کارشناسی ارشد: " اثر محلول‌پاشی نیترات کلسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در شرایط شور"، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار.

۱۶)حبیب‌پور س س، نادری ا، لک ش، فرجی ه، و مجدم م، (۱۳۹۴) "اثر سالیسیلیک اسید بر عملکرد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی هیبریدهای ذرت شیرین در شرایط تنش کمبود آب"، مجله فیزیولوژی و بیوشیمی گیاهی ایران، جلد ۱، شماره ۲، ص: ۱۵-۱.

۱۷)حسینی نژاد ز، (۱۳۸۰) "**معرفی ارقام پنبه**." سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. انتشارات فنی – معاونت ترویج.

۱۸)خدابنده ن، (۱۳۸۵) " **زراعت گیاهان صنعتی**". انتشارات سپهر. ۵۰۴ صفحه.

۱۹)خسروی مشیزی م، و سرچشمه پور م، (۱۳۹۴) "تأثیر محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم بر رشد گیاه، عملکرد و خصوصیات پس از برداشت میوه دو رقم طالبی"، نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، سال ۵، شماره ۱۷، ص: ۳۱۰-۲۹۵.

۲۰)خواجه پور م ر، (۱۳۸۶) "**گیاهان صنعتی**". انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان. ۵۶۴ صفحه.

۲۱)دلاوری پاریزی م، باقی زاده ا، انتشاری ش، و منوچهری کلانتری خ، (۱۳۹۰)" مطالعه تأثیر اسید سالیسیلیک بر مقاومت و القای تنش اکسیداتیو در گیاه ریحان سبز تحت تنش شوری" ، مجله زیست شناسی گیاهی. ۴: ۳۶-۲۵.

۲۲)دولت آبادی ا، آرمین م، و ریوندی ا، (۱۳۹۱) " اثر زمان و مقدار مصرف اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در شرایط شور" دومین همایش ملی دستاوردهای نوین در تولید گیاهان روغنی.

۲۳) ذبیحی ح ر، رمضانی مقدم م ر، و نوری حسینی س م، (۱۳۹۲)" تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن و آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه". مجله پژوهش‌های پنبه ایران، جلد ۱، شماره ۲، ص: ۵۵-۴۴.

۲۴)رضائی چیانه ا. و پیرزاد ع. ر، (۱۳۹۳) " اثر سالیسیلیک اسید بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس سیاهدانه در شرایط تنش کم‌آبی". نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۱۲، شماره ۳، ص: ۴۳۷-۴۲۷.

۲۵)رمرودی م. و خمر ع. (۱۳۹۲) "اثرات متقابل محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و تیمارهای مختلف آبیاری بر برخی ویژگی‌های کمی، کیفی و تنظیم‌کننده‌های اسمزی ریحان". نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهان، دوره ۱، شماره ۱، ص: ۳۲-۱۹.

۲۶)رمرودی م، و خمر ع، (۱۳۹۲)، "اثرات متقابل محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و تیمارهای مختلف آبیاری بر برخی ویژگی‌های کمی، کیفی و تنظیم‌کننده‌های اسمزی ریحان". نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهان، ۱:۳۲-۱۹.

۲۷)رنجبر غ ح، پیرسته انوشه ه، و بشارت ن، (۱۳۹۵) " تعیین غلظت و زمان بهینه محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید برای بهبود رشد جو در شرایط شور"، نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، شماره ۲۳، ۷۲-۶۱.

۲۸)رودی د ، رحمان پور س ر و جاویدفر ف، (۱۳۸۲)، "زراعت کلزا" انتشارات دفتر برنامه‌ریزی رسانه‌های ترویجی، ص ۴۵.

۲۹)ساجدی ن ع، مدنی ح، حبیبی د، و پازکی ع ر، (۱۳۹۱) "بررسی تأثیر سلنیوم و اسید سالیسیلیک بر انتقال مجدد، فتوسنتز جاری و عملکرد دانه ارقام گندم در شرایط دیم"، تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش‌های محیطی، سال ۴، شماره ۱، ص: ۱۴-۱.

۳۰)سیبی م، میرزاخانی م، گماریان م. و یعقوبی س ح ا. (۱۳۹۳)" اثرتنش کمبود آب و مصرف اسید سالیسیلیک بر عملکرد روغن و برخی خصوصیات فیزیولوژیک ارقام آفتابگردان". نشریه گیاهان زراعی ایران، دوره ۴۵، شماره ۱، ص:۱۴-۱.

۳۱)شکری س، عسکری م، و امینی ف، (۱۳۹۲)، "اثرات کلسیم کلراید بر رنگیزه‌ها و سطح برگ کل در گیاه تحت تنش شوری پریوش". دومین همایش ملی حفاظت و برنامه‌ریزی محیط زیست.

۳۲)شمس ه، نقدی بادی ح ع، امیدی ح، رضازاده س ع، سروش زاده ع. و سیف‌سهندی م. (۱۳۸۸)" تغییرات کمی و کیفی اندام هوایی گیاه گاوزبان در اثر محلول‌پاشی نیترات کلسیم". فصلنامه گیاهان داروئی، سال ۸، دوره ۴، ص: ۱۴۴-۱۳۸.

۳۳)الطافی م، فرقانی ا، هاشمی مجد ک، و سفالیان ا، (۱۳۹۳)" تأثیر شوری، منابع پتاسیم و کلسیم بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه و کلروفیل برگ گوجه فرنگی در سیستم آبکشت". اولین همایش الکترونیکی یافته‌های نوین در محیط زیست و اکوسیستم‌های کشاورزی.

۳۴)طولابی ع ر، حاتمی ع، براری م، و جاسمی م، (۱۳۹۶) "کاربرد سالیسیلیک اسید و سولفات مس در ارزیابی عملکرد و صفات مورفولوژیک چهار رقم گلرنگ در شرایط دیم" چهارمین کنگره علمی پژوهشی توسعه و ترویج علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایران.

۳۵)عابدینی م، و حبیبی چهار برج ق، (۱۳۹۶)" تأثیر اسید سالیسیلیک بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی انگور رقم قزل اوزوم در شرایط شور و غیر شور ". فرآیند و کارکرد گیاهی. جلد ۶. شماره ۱۹. ۲۱۸-۲۰۷.

۳۶)عبداللهی م، و شکاری ف، (۱۳۹۴)، "اثرات پرایمینگ با سالیسیلیک اسید بر میزان و توزیع عناصر غذایی در طبقات مختلف سنبله گندم"، مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، جلد ۲۸، شماره ۵، ص: ۱۰۶۵-۱۰۵۴.

۳۷)عطارزاده م، رحیمی ا. و ترابی ب. (۱۳۹۵) "واکنش کلروفیل، محتوای نسبی آب و پروتئین برگ گلرنگ به تنش شوری و محلول‌پاشی کلسیم، پتاسیم و منگنز". نشریه علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد ۱۰، شماره ۱، صفحات ۲۸۲-۲۶۹.

۳۸)عقبای ح، ساجدی ن ع. و مدنی ح، (۱۳۹۰) "تأثیر تنش کم‌آبی و مصرف سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم". یافته‌های نوین کشاورزی، سال ۵، شماره ۴، ص: ۳۹۹-۳۸۹.

۳۹)فتحی د، سهرابی ب، و کوچک‌زاده م، (۱۳۹۰) "بررسی اثر رژیم‌های مختلف آب آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه در روش‌های آبیاری بارانی و شیاری"، مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد ۴، شماره ۱، ص: ۷۴-۶۱.

۴۰)فرجام س، رخزادی ا، محمدی ه. و قلعه شاخانی س، (۱۳۹۳) "اثر تنش قطع آبیاری و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گلرنگ بهاره". فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، سال ۶، شماره ۲۳، ص: ۱۱۲-۹۹.

۴۱)فرجی مهمانی ع، اسماعیل پور ب، سفیدکن ف. و خرم دل س. (۱۳۹۵) " اثر محلول‌پاشی با غلظت‌های اسید سالیسیلیک و پوترسین بر خصوصیات رشدی و عملکرد مرز" نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۱۴، شماره ۱، ص: ۸۵-۷۳.

۴۲)فرقانی ح ر، فرقانی ع، عالیشاه ع، و هنرپرور ن، (۱۳۸۸) "**راهنمای کاشت، داشت و برداشت پنبه در ایران**". انتشارات دفتر خدمات تکنولوژی آموزشی. ۲۳۱ صفحه.

۴۳)قهرمانی آ س، اکبری ک، و یوسف پور م ر، (۱۳۹۲) "بررسی اثر استفاده از نانو کودهای کلات پتاسیم و کلسیم بر صفات کمی و کیفی ریحان"، اولین همایش ملی کاربردهای نانوفناوری در صنعت، معدن، کشاورزی و پزشکی.

۴۴)کافی م، برزوئی م، صالحی م، کمندی ع، معصومی ع، و نباتی ج، (۱۳۸۸) "فیزیولوژی تنش-های محیطی در گیاهان". انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۵۰۲ صفحه.

۴۵) کشاورز ل، فرحبخش ح، و گلکار پ، (۱۳۹۲) "اثر هیدروژل و رژیم‌های آبیاری بر میزان کلروفیل، نیتروژن و بعضی شاخص‌های رشد و عملکرد ارزن علوفه‌ای". مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. جلد۳، شماره ۹، ص: ۱۶۰-۱۴۷.

۴۶) کشاورزی ح. و مدرس ثانوی س. ع. م، (۱۳۹۳) "اثر سالیسیلیک اسید بر کلروفیل، برخی خصوصیات رشدی و عملکرد دو رقم کلزا". نشریه تولید گیاهان زراعی، جلد ۷، شماره ۴، ص: ۱۶۱-۱۷۸.

۴۷) کیایی‌نژاد ز، برادران فیروزآبادی م، فرخی ن، و پارسائیان م، (۱۳۹۳) "اثر محلول‌پاشی کلسیم بر تجمع ماده خشک و اجزای عملکرد در گیاه برزک تحت شرایط تنش کم‌آبیاری"، اولین کنگره بین المللی و سیزدهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر.

۴۸) گنجعلی ع، بیک خورمیزی ع ا، لاهوتی م. و شفیعیان ه. (۱۳۹۴) "تأثیرسولفات کلسیم در بهبود اثرهای منفی ناشی از تنش شوری بر جذب عناصر غذایی و برخی ویژگی‌های ریخت شناسی دو ژنوتیپ عدس" علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال ۶، شماره ۲۲، صفحات ۶۹-۸۱.

۴۹) محتشمی ف، پوریوسف م، عندلیبی ب. و شکاری ف، (۱۳۹۴) "تأثیر محلول‌پاشی و پیش تیمار با اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اسانس رازیانه در شرایط تنش خشکی". دو ماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان داروئی و معطر ایران، جلد ۳۱، شماره ۵، صفحه: ۸۵۲-۸۴۱.

۵۰) مداح س، فلاحیان ف ا، صباغ پور س ح، و چلبیان ف، (۱۳۸۵) " اثر سالیسیلیک اسید بر عملکرد، اجزاء عملکرد و ساختار تشریحی گیاه نخود". مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی، شماره ۲، ۷۰-۶۱.

۵۱)مداحی ط، سحرخیز م ج، و جوانمردی ج، (۱۳۹۶) "بررسی اثر تنش شوری و اسید سالیسیلیک بر برخی خصوصیات فیزیولوژی گیاه بابونه کبیر تحت کشت هیدروپونیک". اولین همایش ملی نقش گیاهان دارویی در اقتصاد مقاومتی.

۵۲)مظلومی ف، رونقی ع ا، و کریمیان ن ع، (۱۳۹۰) " اثر شوری و کلسیم بر رشد رویشی، عملکرد میوه و غلظت برخی عناصر در توت فرنگی در کشت بدون خاک"، نشریه علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال ۲، شماره ۶، ص: ۶۲-۵۱.

۵۳)موحدی ز، معینی ا، و یادگاری م، (۱۳۹۳) "بررسی اثر کلرید کلسیم در ریزازدیادی و ریزغده‌زایی سیب زمینی". اولین کنگره بین‌المللی و سیزدهمین کنگره ژنتیک ایران.

۵۴)مومیوند ح، نوش کام ا، محسنی ا، و بابالار م، (۱۳۹۲) "تأثیر کاربرد نیتروژن و کربنات کلسیم بر تجمع نیترات و عملکرد گیاه داروئی مرزه تابستانه" نشریه تولید گیاهان زراعی، جلد۶، شماره ۳، ص: ۱۲۴-۱۰۹.

۵۵)میرزا باقری م، (۱۳۸۵) "**اصول صحیح کاشت، داشت و برداشت پنبه**". حوزه ترویج و نظام بهره‌بردای استان یزد. صفحه ۱۶.

۵۶)نادری عارفی ع، و حمیدی آ، (۱۳۹۳) "عملکرد وش و برخی صفات مرتبط در ارقام مختلف پنبه در شرایط گرمسار". مجله به‌زراعی نهال و بذر، جلد ۳۰، شماره ۴، ص: ۴۲۰-۴۰۱.

۵۷)نجفی مرغملکی، (۱۳۹۱) "تأثیر محلول‌پاشی نیترات کلسیم بر خصوصیات بیوشیمیایی، رشد و عملکرد گیاه توت‌فرنگی (ارقام سلوا و کاماروزا) تحت شرایط شوری در کشت هیدروپونیک". پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز.

۵۸)نعمت اللهی ا ، جعفری ع ر ، و باقری ع ر، (۱۳۹۲)" اثر تنش خشکی و سالیسیلیک اسید روی رنگدانه‌های فتوسنتزی و جذب عناصر غذایی ارقام زراعی آفتابگردان" مجله اکوفیزیولوژی گیاهی، سال ۵، شماره ۱۲، ص: ۵۱-۳۷.

۵۹)نوریانی ح، (۱۳۹۶)"اثر آماده سازی بذر روی برخی از شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد، عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم کنجد"، فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، سال ۹،شماره ۳۳، ص: ۵۱-۳۵.

۶۰) هاشمی س، امام ا ی، و پیرسته انوشه ه، (۱۳۹۳) " اثر زمان و نحوه کاربرد اسید سالیسیلیک بر روند رشد، عملکرد و اجزای عملکرد جو در شرایط تنش شوری"، فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال ۶، شماره ۲۴، ص: ۱۸-۵.

۶۱) یاوری کندری ا.، عبدوسی و، و حسامی ص، (۱۳۹۴) "اثر کود کلسیم و پتاسیم بر خصوصیات کیفی گل مریم رقم کم پر". سومین همایش ملی پژوهش‌های محیط زیست و کشاورزی ایران.

۶۲) یگانه پور ف، زهتاب سلماسی س، شفق کلوانق ج، و قاسمی گلعذانی ک، (۱۳۹۵)، "اثر تنش خشکی، کود شیمیایی و بیولوژیک و هورمون اسید سالیسیلیک بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد در گیاه دارویی گشنیز"، نشریه تولید گیاهان زراعی، جلد ۹، شماره ۴، ص: ۵۵-۳۷.

۶۳) یوسفی زاده ل، موسوی م، و بیگی س، (۱۳۹۲) "اثر کلرید کلسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی نعناع و شاهی تازه آماده مصرف دوره انبار مانی". بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی.

64) **Ahmad A, Hayat S, Fariduddin Q, and Ahmad I,** (2001) Photosynthetic efficiency of plants of *Brassica juncea* treated with chlorosubstituted auxins. Photosynthetica., **39:565-568**.

65) **Ahmet Korkmaz M, and Uzunlu A,** (2007) Demirkiran Treatment with acetyl salicylic acid protectsmuskmelon seedlings Against drought stress. Plant Physiology, **29: 503-508**.

66) **Ashraf M, Akram R N, Arteca N A, and Foolad M,** (2010) The physiological, biochemical and molecular roles of brassinosteroids and salicylic acid in plant processes and salt tolerance. Critical Reviews in Plant Science, **29: 162-190.**

67) **Ayissa T, and. Kebede F,** (2011) Effect of Nitrogenous Fertilizer on the Growth and Yield of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Varieties in Middle Awash, Ethiopia. Journal of the Drylands,, **4(1): 248-258**.

68) **Azimi M S, Daneshian J, Sayfzadeh S, and Zare S,** (2013). Evaluation of Amino Acid and Salicylic Acid application on yield and growth of wheat under water deficit. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, **5(8): 816-819**.

69) **Bakry B A, El-Hariri S S, Mervat D M, and H. M. S. El-Bassiouny.** (2012) Drought stress mitigation by foliar application of salicylic acid in two linseed varieties grown under newly reclaimed sandy aoil. Journal of applied sciences research, 7**: 3503-3514.**

70) **Barakat N A M,** (2011). Ameliorative effects of Ca 2+ on the growth, metabolism, cationic status and cell wall degrading enzymes of induced salinity stress Vicia faba Journal Stress Physiological Biochemistry, **7: 369-386**.

71) **Bideshki A , and Arvin M,** (2010) Effect of salicylic acid (SA) and drought stress on growth, bulb yield and allicin content of garlic (*Allium sativum*) in field. Plant Ecophysiology, **2: 73-79**.

72) **Chandra A, Anand A, and Dubey A,** (2007). Effect of salicylic acid on morphological and biochemical attributes in cowpea. Journal Environment Biology, **28: 193-196**.

73) **Dingler's J,** (1879). Soxhlet, F. Die gewichtsanalytische Bestimmung des Milchfettes, Polytechnisches, 232, 461.

74) **Dordas D,** (2009) Foliar application of calcium and magnesium improves growth, yield, and essential oil yield of oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*). Industrial crops and products, **29: 599 – 608**.

75) **Drazic G, and Mihailovic N,** (2005.) Modification of cadmium toxicity in soybean seedlings by salicylic acid. Plant Science, **168(2): 511–517**.

76) **Elizabeth Abreu M, and Munné-Bosch S,** (2008) Salicylic acid may be involved in the regulation of droughtinduced leaf senescence in perennials: A case study in field-grown *Salvia officinalis* L. plants. Environmental and Experimental Botany, **64:105–**112.

77) **Eraslan F, Inal A, Gunes A, and Alpaslan M,** (2007) Impact of exogenous salicylic acid on growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants

subjected to combined salinity and boron toxicity. Scientia Horticulturae, **113: 120–128**.

78) **Farahbakhsh H, and 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**.

79) **Fariduddin Q, Hayat F, and Ahmad A,** (2003). Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. Photosynthetica. **41: 281-284**.

80) **Fatma A E, and Gharib L,** (2007) Effect of salicylic acid on the growth, metabolic activites and oil content of basil and majoram. International Journal of Agriculture and Biology, **4: 485-492**.

81) **Gharib F A L,** (2006). Effect of salicylic acid on the growth, metabolic activates and oil content of basil and marjoram. International Journal Agriculture Biology, **4: 485-492**.

82) **Gorji M, Zahedi M, and Khoshgoftarmanesh A,** (2010). Effect of potassium and calcium on th response of safflower to salinity NaCl in hydroponic culture. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Soil and Water Sciences. **53:1-7**.

83) **Gunes A, Inal A, Alpaslan M, Cicek N, Guneri E, Eraslan F, and Guzelordu T,** (2005) Effects of exogenously applied salicylic acid on the induction of multiple stress tolerance and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.). Archives of Agronomy and Soil Science, **51: 687-695**.

84) **Hamada A M, and Al-Hakimi A M A,** (2001) Salicylic acid versus salinity-drought induced stress on wheat seedlings. Rostlina Vyroba, **47: 444-450.**

85) **Hampton R E, and Oosterhuis D M,** (1990). Application of phenolic acids to manipulate boll distribution in cotton. Arkansas Farm Res., **39:11**.

86) **Hayat Q, Hayata S H, Irfan M, and Ahmad A,** (2010) Effect of exogenous salicylic acid under changing environment A review. Environmental and Experimental Botany, **68:14–25**.

87) **Hayat S, and Ahmad A,** (2007) Salicylic acid: a plant hormone. Brazilian Journal of Plant Physiology, **18:137-145**.

88) **Idrees M, Khan M, Naeem T, Aftab N, Hashmi M M A, and Alam M,** (2011) Modulation of defence responses by improving photosynthetic activity,

antioxidative metabolism and vincristine and vinblastine accumulation in *Catharanthus roseus* (L.) G. Don through salicylic acid under water stress. Russ. Agriculture Science, **37: 474-482.**

89) **Kang H M, and Saltveit M E,** (2002) Chilling tolerance of maize, cucumber and rice seedling leaves and roots are differently affected by salicylic acid. Physiolo1 Plant. **115: 571-576**.

90) **Kaya C, Kirnak D, Higgs H, and Saltali K,** (2002). Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. Scientia Horticulturae, **93:65-74**.

91) **Kaydan D, Yagmur, M, Okut N,** (2007). Effects of salicylic acid on the growth and some physiological characters in salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.). Tarim Bilimleri Dergisi**. 13: 114-119.**

92) **Khaled Tawaha, Feras Q, Alali M G, and Mohammad Mohammad A,** (2007). Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. Food Chemistry, **104:1372–1378.**

93) **Khan W, Prithviraj B, and Smith D L,** (2003) Photosynthetic responses of corn and soybean to acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. Bulge J Plant Physiol **29:314-319**.

94) **Khodary S E 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**.

95) **Kothule V G, Bhalerao R K, and Rathod T H,** (2003) Effect of growth regulators and yield attributes, yieldand correlations coefficients in soybean. Annual Plant Physiology, **17: 140-142**.

96) **Krishna S, Surinder K, Thind S K, and Gurpreet K,** (2004). Interactive effects of phenolics and light intensity on vegetative parameters and yield in soybean (*Glycine max* L. Merrill). Environment Ecology, **22: 390-394**.

97) **Kumar P, Dube D, and Chauhan V S,** (1999) Effect of salicylic acid on growth, development and some biochemical aspects of soybean (*Glycine max* L. Merrill). Indian Journal of Plant Physiology, **4: 327- 330**.

98) **Levent Tun A, Kayab M, Ashraf H, Altunlu I, Yokas C, and Yagmur B,** (2007). The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and

nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress. Environmental and Experimental Botany, **59: 173–178.**

99) **Lian B, Zhou M, Miransari M, and Smith D L,** (2000). Effects of Salicylic acid on the development and root nodulation of soybean seedlings. Journal. Agronomy And Crop Science**, 185 (3): Pp.187-192**.

100) **Liu X M, Zhang F D, Zhang, S Q, He, X S, Fang R, Feng Z, and Wang Y,** (2005). Responses of peanut to nano-calcium carbonate. Plant Nutr. Fert. Sci**ence, 11: 3-9.**

101) **Lopez-Lefebre L R, Rivero R M, Garcia P C, Sancheze E, Ruiz J M, Romero L** (2000) Role of calcium chloride on ammonium assimilation in roots of tobacco plants (*Nicotiana tabacum* L.). Journal plant physiology, **156: 672-677**.

102) **Madani B, Temgku Muda Mohamed M, Awang Y, Kadir J, and Patil V D,** (2013) Effects of calcium treatment applied around the root zone on nutrient concentrations and morphological traits of papaya seedlings (*Carica papaya* L. cv. Eksotika II)" Australian Journal of Crop Science, **7(5): 568-572**.

103) **Mahdavi B,** (2012) Evaluation of chitosan and zeolite interaction on phenology, growth and yield of safflower under water deficit stress. Thesis Submitted For the Degree of Doctor of Philosophy (PhD) In Agronomy, Tarbiat Modarres University Department of Agronomy, Faculty of Agriculture.

104) **McWilliams D,** (2002) Drought strategies for cotton. Crop Extension Service. New Mexico State University. Agronomy Journal, **90: 455-461**.

105) **Metwally A, Finkemeier I, Georgi M,and Dietz K J,** (2003). Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity inbarley seedlings. Physiology and Biochemistry of Plant, **132: 272- 281**.

106) **Minolta,** (1989). Manual for chlorophyll meter SPAD-502. Minolta camera Co., Ltd ., Japan.

107) **Oosterhuis D M,** (2001) Development of a cotton plant. In: Seagull, R. and Alspaugh, P. (eds) Cotton Fiber Development and Processing, An Illustrated Overview. International Textile Center, Texas Tech University, Lubbock, TX.

108) **Popova L, Ananieva V, Hristova V, Christov K, Geovgieva K, Alexieva V, and Stoinova Z,** (2003) Salicylic acid and methyl jasmonate-

induced protection on photosynthesis to paraquat oxidative stress. Bulgarian Journal of Plant Physiology (Special issue) **133- 152**.

109) **Popova L, Pancheva T, and Uzunova A,** (1997) Salicylic acid: properties, biosynthesis and physiology role, Plant Physiology, **23: 85- 93**.

110) **Rai V K, Sharm S S, and Sharma S,** (1986) Reversal of ABA- induced stomatal induced by phenolic compounds, Journal of Experimental Botany, **37: 129- 134.**

111) **Renault S, and Affifi M,** (2009) Improving NaCl resistance of red-osier dogwood: Role of CaCl2 and CaSO4. Plant Soil, **315: 123-133**.

112) **Sakhabutidnova A R, Fatkhutdinova D R, Bezrukova M V, and Shakirova F M,** (2003) Salicylic acid prevents the damage action of stress factors on wheat plants. Plant Physiology. Special Issue. **(5): 314-319**.

113) **Sanna A M Z, Ibrahim S l, and Eden H A M S,** (2001). The effect of naphthalene acetic acid (NAA), salicylic acid (SA) and their combination of growth, fruit setting, yield and some correlated components in dry beans (Phaseolus vulgaris L.) Annals of Agriculture Science, (Cairo). **46 (2): Pp. 451-463**.

114) **Sarangthem K, and Singh T N G,** (2003) Efficacy of salicylic acid on growth, nitrogen metabolism and flowering of Phaseolus vulgaris. Crop Research, **26: 355-360.**

115) **Shahi F,** (2012) Effect of Salicylic Acid Priming and Seed Size on Vigor and Performance of Pinto Bean (*Phaseolus vulgaris*) under Field Condition. MSc. thesis, University of Zanjan, Zanjan.

116) **Shakirova F M, and Sahabutdinova D R,** (2003) Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant science, **164: 317-322.**

117) **Shankar N K , Khan S R , and Srivastava H S,** (2001) The response of nitrate reductase activity and nitrate assimilation in mize roots to growth regulators at acidic pH. Biology plant., **44: 599-601**.

118) **Sultana N, Ikeda T, and Kashem M A,** (2001). Effect of foliar spray of nutrient solutions on photosynthesis, dry matter accumulation and yield in seawater-stressed rice. Environmental and Experimental Botany, **46: 129–140**.

119) **Vicente M, and Plasencia J,** (2011) .Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development. Journal of Experimental Botani, **62(10): 3321-3338**.

120) **Yazdanpanah S, Baghizadeh A, and Abbassi F,** (2011) The interaction between drought stress and salicylic and ascorbic acids on some biochemical. African Journal of Agricultural Researc, **6: 798-807**.

Abstract:

Cotton is one of the major agricultural products and the most important source of natural lindens. This product in the fields and the stages of its transformation into industries due to the added value that it creates high employment, therefore, plays an important role in the development of the economies of the countries. In order to evaluate the effect of Calcium chloride and Salicylic acid foliar application on yield and yield components of cotton, a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications was performed in Natural Resources Research Center of Sabzevar. Experimental factors were concentration of Salicylic acid at four levels of (Control, 50, 100 and 150 mM) and concentration of Calcium chloride for foliar application in three levels (Control, 1 and 3 in 1000 Liters water). The results showed that Salicylice acid increased leaf chlorophyll index, plant height, number of lateral branches, boll number per square meter, seed weight, oil percentage, nitrogen percentage, seed cotton yield, biological yield and seed yeild compared to no foliar application treatment. Also, application of Calcium chloride decreased seed cotton per boll and weight seed cotton per boll. But, Calcium chloride had no significant effect on leaf chlorophyll index, plant height, number of lateral branches, seed weight, oil percentage, biological yield, Sodium and potassium. According to the results, highest boll number per square meter, seed cotton yield, biological yield and seed yeild are obtained AT foliar application of 150 mM Salicylic acid and 3/1000 Liters water Calcium chloride.

Key word: Salicylic acid, quantitative yeild, Calcium chloride, foliar application.

Faculty of Agriculture

M.Sc. Thesis in Agronomy

The effect of Calcium chloride and Salicylic acid foliar application on yield and yield components of cotton

By:Mahdi Moradi Baghkheiraty

Supervisor:

Dr. Mostafa heydari

Advisers:

Dr. Mohammad Armin

Dr. Mohammad reza Amerian

January 2018