





دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی زراعت

تاثیر محلول پاشی اسیدسالیسیلیک و مخلوط اسید آمینه، بر رشد و عملکرد ذرت در
شرایط کاربرد علف کش نیکوسولفورون

نگارنده: ملیحه عباسی رستمی

استاد راهنما

دکتر حسن مکاریان

استاد مشاور

دکتر مهدی برادران فیروز آبادی

مهر ۱۳۹۹

شماره: ۱۶۳
تاریخ: ۱۳۹۹/۱۰/۱۵

باسمه تعالی



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 ملیحه عباسی رستمی با شماره دانشجویی ۹۶۱۰۴۸۴ رشته کشاورزی گرایش زراعت تحت عنوان تاثیر محلول پاشی اسیدسالیسیلیک و مخلوط اسید آمینه، بر رشد و عملکرد ذرت در شرایط کاربرد علف کش نیکوسولفورون که در تاریخ ۱۳۹۹/۰۷/۲۲ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

الف) درجه عالی: نمره ۱۹-۲۰ ☐ (ب) درجه خیلی خوب: نمره ۱۸-۱۸/۹۹ ☒
ج) درجه خوب: نمره ۱۶-۱۷/۹۹ ☐ (د) درجه متوسط: نمره ۱۴-۱۵/۹۹ ☐
ه) کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول و نیاز به دفاع مجدد دارد ☐
نوع تحقیق: نظری ☐ عملی ☒

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	دکتر حسن مکاریان	دانشیار	
۳- استاد مشاور	دکتر مهدی برادران	دانشیار	
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر حسین حسینی	استادیار	
۵- استاد ممتحن اول	دکتر غلامرضا عامریان	دانشیار	
۶- استاد ممتحن دوم	دکتر احمد غلامی	دانشیار	

نام و نام خانوادگی رئیسی دانشکده: دکتر علی درخشان شادمهری

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

همه کسانی که بخله ای بعد انسانی و وجدانی خود را فراموش نمی کنند و بر آستان کران سنگ انسانیت
سرفرودمی آورند و انسان را با همه تفاوت هایش ارج می نهند

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم که وجودم جز بدیه وجودشان نیست

تقدیم به

همسر، اسطوره زندگیم، پناه خستگیم و امید بودنم

شکر و قدردانی

خدایم رامی سایم تا سپاسی باشد بر نعمتی که از او دارم و از او یاری می خواهم تاحق اورا بگذارم.....

شکرتشایان نثار ایزدمنان که توفیق را رفیق را هم ساخت تا این پایان نامه را به پایان برسانم. از استادان دانشمند و فرهیخته جناب آقای دکتر حسن بکاریان که همواره مکارنده را مورد لطف و محبت خود قرار داد و در تمامی این مدت بابر داری مرا راهنمایی فرمود و بی شک انجام مراحل مختلف پایان نامه بدون حمایت و پشتیبانی ایشان امکان پذیر نبود کمال شکر و قدر-دانی را دارم. از استاد مشاور جناب آقای دکتر مهدی برادران فیروز آبادی به دلیل مشاوره های بی منت و راهنمایی های ارزشمندشان سپاسگزارم. همچنین از اساتید محترم داور جناب آقای دکتر احمد غلامی و جناب آقای دکتر محمد رضا عامریان که زحمات بازخوانی و داوری این پایان نامه را بر عهده داشتند شکر می کنم.

از همدلی و مساعدت های بگلاسی ها و دوستان عزیزم بی نهایت قدردانی می نمایم و برای تمامی این عزیزان سلامتی و توفیق در مسیر زندگی از خداوند بلند مرتبه مسئلت دارم.

و در پایان شکر خالصانه دارم خدمت تمامی کسانی که به نوعی، به قلمی و یا به مگای مراد به انجام رساندن این مهم یاری نمودند.

ملیحه عباسی

مهر ۱۳۹۹

تعهد نامه

اینجانب ملیحه عباسی رستمی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه تاثیر محلول پاشی اسیدسالیسیلیک و مخلوط اسید آمینه، بر رشد و عملکرد ذرت در شرایط کاربرد علف کش نیکوسولفورون تحت راهنمایی دکتر حسن مکاریان 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

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

امروزه با روش های مختلفی از جمله محلول پاشی اسیدسالیسیلیک و اسیدهای آمینه روی گیاهان می توان از طریق بهبود رشد گیاه و قابلیت رقابت آن با علف های هرز، اثر سوء مصرف علف کش ها را نیز کاهش داد. بنابراین، به منظور بررسی تاثیر محلول پاشی اسید سالیسیلیک و اسیدهای آمینه بر رشد و عملکرد ذرت در حضور علف کش کروز (نیکو-سولفورون ۴٪ SC) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود در سال ۱۳۹۷ اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل: فاکتور اول علف کش نیکوسولفورون در سه سطح صفر، یک لیتر و دو لیتر در هکتار، فاکتور دوم مخلوط اسیدآمینه در سه سطح: صفر، ۳۰۰ و ۶۰۰ پی پی ام و فاکتور سوم اسیدسالیسیلیک در دو سطح صفر و ۰/۷ میلی مولار بودند. نتایج نشان داد که محلول پاشی ۳۰۰ پی پی ام اسیدآمینه موجب افزایش ۳۶/۱۹ درصدی کلروفیل a و ۱۳/۷۶ درصدی وزن صد دانه شد. کاربرد اسیدسالیسیلیک نیز موجب افزایش ۸/۱۵ درصدی وزن صد دانه، ۱۰/۴۹ درصدی میزان سبزیگی برگ و ۱۸/۲۶ درصدی کلروفیل a گردید. کاربرد اسیدآمینه در غلظت کم علف کش نیکوسولفورون بر رنگدانه کلروفیل b تاثیر مثبت داشت. اثر متقابل کاربرد اسیدآمینه و اسیدسالیسیلیک بر کاروتنوئید برگ، پایداری غشا پلاسمایی، مثبت و معنی دار بود. در شرایط عدم کاربرد علف کش، کاربرد اسید سالیسیلیک و اسیدآمینه سبب افزایش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز گردید. در شرایط تنش ملایم علف کش (دوز کاهش یافته) و حضور علف هرز، کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه سبب کاهش مالون دالدئید شد. کاهش دوز علف کش در تلفیق با کاربرد اسیدآمینه و اسیدسالیسیلیک تاثیری مشابه با دوز کامل علف کش در افزایش صفاتی نظیر شاخص سطح برگ، ارتفاع و قطر ساقه ذرت نشان داد. نتایج نشان داد تراکم علف های هرز تحت تاثیر دوز کاهش یافته و توصیه شده علف کش به میزان ۷۳ و ۷۰ درصد کاهش یافت، اما کاربرد تلفیقی اسیدسالیسیلیک همراه با علف کش تاثیر بهتری در کاهش وزن خشک علف های هرز مزرعه داشت. نتایج نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک و اسیدآمینه در شرایط عدم کاربرد علف کش باعث افزایش معنی دار عملکرد دانه نسبت به شاهد گردید. همچنین در شرایط کاربرد علف کش با دوز کاهش یافته یا توصیه شده کاربرد اسیدآمینه به تنهایی یا همراه با اسیدسالیسیلیک سبب افزایش معنی دار عملکرد در اغلب تیمارها نسبت به شاهد گردید. بطور کلی نتایج نشان داد که کاربرد اسیدآمینه و اسیدسالیسیلیک از طریق بهبود فعالیت برخی از آنزیم های آنتی اکسیدان و نیز افزایش ارتفاع و سطح برگ ذرت، فتوسنتز و رشد گیاه ذرت را افزایش داده و در تلفیق با کاربرد مقدار توصیه شده یا کاهش یافته علف کش ضمن افزایش عملکرد ذرت می تواند بعنوان یک روش مدیریت تلفیقی، در راستای کاهش مصرف علف کش نیکوسولفورون موثر باشد.

کلمات کلیدی: دوز کاهش یافته علف کش، علف هرز، مدیریت تلفیقی

فهرست مطالب

فصل اول مقدمه و کلیات.....	۱.
۱-۱-مقدمه	۲.
فصل دوم بررسی منابع	۷.
۱-۲- ذرت	۸.
۲-۲- مدیریت علف های هرز در ذرت	۸.
۳-۲- اسیدسالیسیلیک	۱۱.
۱-۳-۲- نقش اسیدسالیسیلیک	۱۲.
۲-۳-۲- اثر اسیدسالیسیلیک در پاسخ به تنشها	۱۳.
۴-۲- اسیدهای آمینه	۱۷.
فصل سوم مواد و روش	۲۳.
۱-۳- زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش	۲۴.
۲-۳- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش	۲۴.
۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی	۲۵.
۴-۳- آماده سازی بستر و کاشت	۲۷.
۵-۳- داشت	۲۷.
۶-۳- محلولپاشی	۲۷.
۷-۳- برداشت	۲۸.
۸-۳- نمونه برداری جهت صفات زراعی و مورفولوژیک	۲۸.
۹-۳- اندازه گیری صفات زراعی	۲۸.
۱-۹-۳- طول و قطر ساقه	۲۸.
۲-۹-۳- شاخص سطح برگ	۲۹.
۳-۹-۳- اجزای عملکرد و عملکرد دانه	۲۹.
۴-۹-۳- عملکرد بیولوژیک	۲۹.
۵-۹-۳- تعداد کل علفهای هرز و وزن خشک علفهای هرز	۲۹.
۱۰-۳- اندازه گیری صفات فیزیولوژیک	۳۰.
۱-۱۰-۳- میزان کلرفیل و کاروتنوئید برگ	۳۰.
۲-۱۰-۳- میزان سبزینگی	۳۱.
۳-۱۰-۳- محتوای نسبی آب برگ (RWC)	۳۱.

۳۱	۳-۱۰-۴- پایداری غشاء پلاسمایی برگ
۳۲	۳-۱۱- سنجش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی
۳۲	۳-۱۱-۱- سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT)
۳۳	۳-۱۱-۲- سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز (PX)
۳۳	۳-۱۲- مالون دآلدهید (MDA)
۳۴	۳-۱۳- درصد پروتئین دانه
۳۵	۳-۱۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها
۳۷	فصل چهارم نتایج و بحث
۳۸	۴-۱- کلروفیل a
۴۱	۴-۲- کلروفیل b
۴۲	۴-۳- کاروتنوئید
۴۴	۴-۴- میزان سبزی‌گی برگ (عدد spad)
۴۶	۴-۵- محتوای نسبی آب برگ (RWC)
۴۷	۴-۶- شاخص پایداری غشاء
۴۹	۴-۷- میزان فعالیت آنزیم کاتالاز
۵۲	۴-۸- میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز
۵۴	۴-۹- مالون دآلدهید
۵۶	۴-۱۰- درصد پروتئین دانه
۵۸	۴-۱۱- شاخص سطح برگ (LAI)
۶۱	۴-۱۲- قطر ساقه
۶۲	۴-۱۳- ارتفاع ساقه
۶۴	۴-۱۴- تراکم علف‌های هرز
۶۶	۴-۱۵- وزن خشک علفهای هرز
۶۸	۴-۱۶- تعداد ردیف دانه در بلال
۷۱	۴-۱۷- تعداد دانه در ردیف
۷۱	۴-۱۸- وزن صد دانه
۷۳	۴-۱۹- عملکرد دانه
۷۶	۴-۲۰- عملکرد بیولوژیک
۷۷	۴-۲۱- نتیجه‌گیری
۷۹	۴-۲۲- پیشنهادات

۸۱.....	پيوست
۸۵.....	منابع

فهرست شکل ها

- شکل ۳-۱- نقشه کشت طرح آزمایشی ۲۷
- شکل ۴-۱- اثر کاربرد اسیدسالیسیلیک بر کلروفیل a ۴۰
- شکل ۴-۲- اثر ساده اسیدآمینه بر کلروفیل a ۴۰
- شکل ۴-۴- اثر متقابل اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه بر کاروتنوئید ۴۳
- شکل ۴-۵- اثر اسیدسالیسیلیک بر میزان سبزیگی برگ ذرت ۴۵
- شکل ۴-۶- اثر متقابل دو جانبه علف کش و اسیدآمینه بر محتوای نسبی آب برگ ۴۷
- ۴-۷- اثر علف کش بر پایداری غشاء پلاسمایی ۴۸
- شکل ۴-۸- اثر متقابل اسیدسالیسیلیک × اسیدآمینه بر پایداری غشاء پلاسمایی ۴۹
- شکل ۴-۹- اثر متقابل سه جانبه علف کش، اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز ۵۱
- شکل ۴-۱۰- اثر متقابل سه جانبه علف کش، اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه بر فعالیت آنزیم ۵۳
- شکل ۴-۱۱- اثر متقابل سه جانبه علف کش، اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه بر میزان مالوندالدهید ۵۵
- شکل ۴-۱۲- اثر متقابل سه جانبه علف کش، اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه بر میزان پروتئین دانه ۵۷
- شکل ۴-۱۳- اثر متقابل سه جانبه علف کش، اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه بر شاخص سطح برگ ۶۰
- شکل ۴-۱۴- اثر متقابل سه جانبه علف کش، اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه بر قطر ساقه ذرت ۶۲
- شکل ۴-۱۵- اثر متقابل دو جانبه علف کش و اسیدآمینه بر ارتفاع ساقه ذرت ۶۴
- شکل ۴-۱۶- اثر ساده علف کش بر تراکم علفهای هرز ۶۶
- شکل ۴-۱۷- اثر متقابل دو جانبه علف کش و اسیدسالیسیلیک بر وزن خشک علفهای هرز ۶۸
- شکل ۴-۱۸- اثر متقابل اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه بر تعداد ردیف در بلال ۷۰
- شکل ۴-۱۹- اثر کاربرد اسیدسالیسیلیک بر وزن صد دانه ذرت ۷۲
- شکل ۴-۲۰- اثر کاربرد اسیدآمینه بر وزن صد دانه ذرت ۷۲
- شکل ۴-۲۱- اثر متقابل سه جانبه علف کش، اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه بر عملکرد دانه ذرت ۷۵
- شکل ۴-۲۲- اثر متقابل اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه بر عملکرد بیولوژیک ذرت ۷۷

فهرست جدول ها

جدول ۳-۱- خصوصیات خاک محل آزمایش	۲۵
جدول ۳-۲- ترکیبات تیماری مورد استفاده در آزمایش	۲۶
جدول ۴-۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) کلروفیل و کاروتنوئید برگ ذرت تحت تاثیر تیمارهای آزمایش	۳۹
جدول ۴-۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) میزان سبزیگی برگ، محتوای نسبی آب برگ و پایدار غشا پلاسمایی برگ ذرت تحت تاثیر تیمارهای آزمایش	۴۵
جدول ۴-۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) آنزیم های آنتی اکسیدان ذرت تحت تاثیر تیمارهای آزمایش	۵۱
جدول ۴-۴- تجزیه واریانس میانگین مربعات مالون د آلدهید و درصد پروتئین دانه ذرت تحت تاثیر تیمارهای آزمایش	۵۵
جدول ۴-۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ارتفاع، قطر ساقه و شاخص سطح برگ ذرت تحت تاثیر تیمارهای آزمایش	۶۰
جدول ۴-۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تراکم و وزن خشک علف هرز تحت تاثیر تیمارهای آزمایش	۶۵
جدول ۴-۷- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اجزای عملکرد ذرت تحت تاثیر تیمارهای آزمایش	۷۰
جدول ۴-۸- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد دانه و بیولوژیک تحت تاثیر تیمارهای آزمایش	۷۵

فصل اول

مقدمه و کلیات

ذرت دانه ای (*Zea mays* L.) گیاهی یکساله از تیره غلات است که به دلیل سازگاری با شرایط آب و هوایی مختلف در بیشتر مناطق کشور کشت می شود (امام، ۲۰۱۱). این گیاه بدلیل ارزش اقتصادی زیاد آن، به سلطان محصولات کشاورزی معروف است (میرهادی، ۱۳۸۰). بر اساس اطلاعات سازمان خوارو بار جهانی در سال ۲۰۱۳ در گروه غلات، ذرت از نظر سطح زیر کشت پس از گندم بیشترین سطح زیر کشت را نسبت به برنج و جو به خود اختصاص داد به طوری که سطح زیر کشت این محصول در دنیا ۱۸۴/۱۹ میلیون هکتار گزارش شده است. همچنین بیشترین تولید غلات در جهان به ذرت اختصاص دارد و بعد از آن برنج و گندم رتبه های دوم و سوم را دارند (فائو، ۲۰۱۷). به دلیل تطابق و سازگاری بالا ذرت آن را می توان در تمامی نقاط کشور از اواخر فصل زمستان تا اواخر فصل تابستان کشت نمود (بهرانی و همکاران، ۲۰۰۷). ذرت به عنوان ماده اولیه ی خوراک دام، طیور، انسان و ماده خام تولیدات صنعتی و غذایی، مهم و اساسی به حساب می آید (نصیری و همکاران، ۱۳۹۴). نزدیک ۲۵-۲۰ درصد از تولید جهانی ذرت به صورت مستقیم در تغذیه انسان، ۶۰-۷۵ درصد آن در تغذیه دام و حدود ۵ درصد نیز جهت فرآورده های صنعتی مورد استفاده قرار می گیرد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۹). بعد از استرس های محیطی، علف های هرز از مهم ترین مشکلات موجود بر سر راه تولید محصول ذرت است به عبارتی، رقابت بین ذرت و علف های هرز جدی ترین معضل تولید ذرت می باشد (راجکن و سوانتون، ۲۰۰۱). گزارش شده است که علف های هرز یکی از عوامل افت عملکرد ذرت می باشند و در صورتی که با آن ها مبارزه نشود، می توانند خساراتی تا حدود ۳۰ درصد به این محصول وارد نمایند (باغستانی و همکاران، ۲۰۰۷). یکی از راه های کنترل علف های هرز ذرت استفاده از علف کش ها می باشد. هر ساله علف کش های جدیدی در دنیا برای کنترل علف های هرز ذرت معرفی می شوند (لیمپوکسی و همکاران، ۲۰۰۳). در حال حاضر برای کنترل علف های هرز ذرت، علف کش های نظیر آلاکلر، استاکلر، ای پی تی سی + ایمن کننده دیکلرامید، ریم سولفورون، فورام سولفورون،

نیکوسولفورون+ ریم سولفورون که باریک برگ ها و برخی از پهن برگ ها را کنترل می کنند و همچنین پهن برگ کش هایی نظیر آترازین، سیانازین، لینورون، مزوتریون+ اس متاکلر+ تربوتیلازین، توفوردی+ ام سی پی آ، ام سی پی آ+ برموکسینیل استفاده می شود(باغستانی و همکاران، ۱۳۹۲).

امروزه بخش کشاورزی بخاطر مسائل زیست محیطی و سلامت مواد غذایی باید سیاست کاهش مصرف علف کش ها را سرلوحه کار خویش قرار دهد. در همین رابطه این سوال پیش می آید که آیا کاهش مصرف علف کش ها باعث افزایش خسارت علف های هرز و کاهش عملکرد گیاهان زراعی نمی شود؟(کولباخ و کوردو، ۲۰۱۸). در حال حاضر، علی رغم برخی مشکلات زیست محیطی، از علف کش ها به عنوان یکی از اجزای مهم مدیریت تلفیقی علف های هرز در دنیا یاد می شود و بخش قابل توجهی از عملکرد محصولات زراعی در کشورهای پیشرفته مرهون مصرف علف کش ها است(فائو، ۲۰۰۰).

نیکوسولفورون(کروز) علف کش دو منظوره از خانواده سولفونیل اوره و متعلق به گروه دو یا B می باشد که بازدارنده آنزیم استولاکتات سینتاز (ALS) است. علف کش های بازدارنده ALS سبب محدود سازی تولید اسید آمینه ایزولوسین، لوسین و والین در گیاهان حساس می شوند. این علف کش به تنهایی جهت کنترل بیشتر علف های هرز یک ساله و تعدادی چندساله باریک برگ مانند قیاق و برخی علف های هرز پهن برگ در مزرعه ذرت مورد استفاده قرار می گیرد(سنزمن، ۲۰۰۷). در همین راستا، گزارش شده است که علف کش نیکوسولفورون هم در کاهش تعداد علف های هرز و هم وزن خشک آنها اثر قوی داشته است که این تاثیر باعث افزایش توان رقابتی ذرت در جذب عناصر غذایی، رطوبت، نور و در نهایت افزایش عملکرد نسبت به شاهد دارای علف هرز شده است(مهاجری و همکاران، ۱۳۸۹).

استفاده از علف کش ها گرچه منجر به کاهش تراکم علف های هرز در مزارع می شود اما اثرات سوئی نیز بر گیاه زراعی دارد. بسیاری از مطالعات انجام شده در این زمینه نشان می دهد که سمیت علف کش نه تنها برای گیاهان زراعی که در مزرعه رشد می کنند بلکه برای دیگر موجودات زنده در محیط زیست خطرناک است. بسیاری از محققان گزارش دادند که گونه های فعال اکسیژن در گیاهان

در معرض استرس علف‌کش‌ها به روش‌های مختلف افزایش می‌یابد بنابراین آسیب‌های اکسیداتیو در غشاها، کلروپلاست‌ها و سایر اندام‌ها ظاهر می‌شود و در نهایت سبب مرگ سلول و گیاه می‌گردد (گولسین بکر و همکاران، ۲۰۱۸). طبق گزارش طاهری و همکاران (۱۳۹۲) استفاده از علف‌کش آتلاتیس در مرحله ۶-۸ برگی منجر به گیاه‌سوزی شدید گندم گردید و در نتیجه موجب کاهش عملکرد دانه گردید. گولسین و همکاران (۲۰۱۸) نیز گزارش کردند که اسیدسالیسیلیک نقش محافظت‌کنندگی موثری روی گندم در مقابل تنش علف‌کش فنوکساپروپ پی اتیل نشان داد. عنابستانی و همکاران (۱۳۹۶) نیز نشان دادند که گرچه کاربرد نیکوسولفورن به میزان دو لیتر از نوع تجاری در هکتار توانست جمعیت علف‌های هرز ذرت را همانند شاهد عاری از علف‌هرز کاهش دهد اما عملکرد بیولوژیک ذرت را بطور معنی‌داری نسبت به تیمار وجین علف‌های هرز کاهش داد. امروزه متخصصان علف‌های هرز به دنبال روش‌های جایگزینی می‌باشند که ضمن به حداقل رساندن مصرف علف‌کش‌ها و اثرات زیانبار آنها بر گیاهان زراعی، راندمان مدیریت علف‌های هرز را به حداکثر برسانند (بلخاوی و همکاران، ۲۰۰۶). یکی از این روش‌ها استفاده از مواد افزودنی در فرمولاسیون علف‌کش‌ها و یا اختلاط آن‌ها با علف‌کش می‌باشد تا فعالیت بیولوژیکی و ویژگی‌های کاربردی علف‌کش را تعدیل نمایند (باغستانی و همکاران، ۱۳۹۲).

اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنولی است و در زمینه‌ی تنظیم رشد و توسعه گیاهان و پاسخ آنها به عوامل استرس‌زای زیستی و غیرزیستی نقش دارد (گولسین و همکاران، ۲۰۱۸). در همین راستا گزارش شده است که کاربرد اسیدسالیسیلیک ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان را بهبود می‌بخشد و این ماده سیستم آنتی‌اکسیدانی را در سلول‌های گیاهی فعال می‌سازد و به همین طریق باعث مقاومت گیاه در برابر استرس می‌شود (هرواس و همکاران، ۲۰۰۷؛ پاسالا و همکاران، ۲۰۱۶). اسیدسالیسیلیک بر فتوسنتز و رشد گیاه تحت شرایط تنش خشکی اثر مثبت دارد و در واقع اسید سالیسیلیک از طریق توسعه واکنش ضد تنشی نظیر افزایش تجمع پرولین، باعث تسریع در بهبود رشد می‌شود. اسید سالیسیلیک با اثر روی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز اثرات ناشی از

تنش‌هایی مانند خشکی را کاهش می‌دهد و از این طریق موجب بهبود رشد در گیاهان می‌شود (مؤمنی، ۱۳۹۰). بعنوان مثال در پژوهشی کاربرد اسیدسالیسیلیک موجب کاهش انتقال مس از طریق سیستم ریشه ذرت شد و اثر تنش سمیت مس را در ذرت کاهش داد (موراوکوا و همکاران، ۲۰۱۸). در تحقیقات دیگر گزارش شده است که کاربرد اسیدسالیسیلیک، موجب فعال شدن پاسخ‌های دفاعی گیاهان در برابر تنش‌های زیستی و غیر زیستی از قبیل درجه حرارت بالا، آلودگی ازون، اشعه ماورای بنفش، فلزات سنگین، خشکی و شوری شده است (سمیدا و همکاران ۲۰۱۵). بررسی‌های دیگر نشان داده است که اسید سالیسیلیک باعث تغییر پاسخ گیاهان به تنش سرما، دمای بالا، تنش شوری، تنش اسمزی و علف‌کش‌ها می‌گردد و رشد گیاه را تحت این شرایط بهبود می‌بخشد (بلخاوی و همکاران، ۲۰۱۰، سمیدا و همکاران، ۲۰۱۵). اسیدسالیسیلیک یکی از مواد افزودنی است که نقش محافظتی در برابر استرس علف‌کش‌ها دارد. در تحقیقات انجام شده توسط یی‌چن لو و همکاران (۲۰۱۵) گزارش شد که کاربرد اسیدسالیسیلیک اثرات باقیمانده علف‌کش ایزوپروترون در گیاه گندم را به زیر سطح آستانه خسارت کاهش داد. وانگ و همکاران (۲۰۱۶) گزارش داده اند که محلول پاشی اسیدسالیسیلیک روی برنج تحت تنش علف‌کش کوینکلراک به طور قابل ملاحظه ایی سطح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان از قبیل آنزیم گلوکاتایون اس ترانسفراز را افزایش داد. کیم و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که تیمار گیاهان با اسیدسالیسیلیک باعث افزایش آمینواسید پرولین در گیاه می‌شود و اثر منفی تنش‌های زنده و غیر زنده از جمله تنش علف‌کش‌های غیر انتخابی را در گیاهان زراعی کاهش می‌دهد. علاوه بر تاثیر اسیدسالیسیلیک بر کاهش تنش علف‌کش‌ها و بهبود رشد گیاهان زراعی در شرایط تنش علف‌کش، نقش آنها نیز در بهبود رشد گیاهان زراعی و افزایش قابلیت رقابت آنها با علف‌های هرز نیز دارای اهمیت خاصی می باشد. در همین راستا در تحقیقات میری‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) مشاهده شد که محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک روی ذرت سبب افزایش عملکرد بیولوژیک ذرت در هر دو شرایط وجین و عدم وجین علف‌هرز گردید و همچنین گزارش شد که عملکرد دانه ذرت نیز با محلول پاشی اسید سالیسیلیک افزایش معنی داری نشان داد و کاربرد تلفیقی

اسیدسالیسیلیک همراه با دوز کامل و کاهش یافته علف کش نیکوسولفورون نیز توانست افزایش معنی-داری در عملکرد نسبت به عدم کاربرد آن ایجاد کند. نجاری و همکاران (۱۳۹۶) نیز گزارش کردند که کاربرد اسیدسالیسیلیک و علف کش نیکوسولفورون بطور معنی داری عملکرد بیولوژیک و دانه ذرت را نسبت به عدم کاربرد آن افزایش داد. همچنین همین محققین علت افزایش رشد و عملکرد ذرت را ناشی از افزایش قابلیت رقابت آن با علف های هرز در حضور اسیدسالیسیلیک دانستند. اسیدهای آمینه به صورت مستقیم و غیر مستقیم بر فعالیت های فیزیولوژیک، رشد و نمو گیاه مؤثر است (فاتن و همکاران، ۲۰۱۰). اسیدهای آمینه با اثر افزایش تحمل به تنش های محیطی، افزایش غلظت کلروفیل و در نتیجه اثر بر فتوسنتز، بر رشد و عملکرد گیاهان مؤثر واقع می شوند. اسید آمینه لوسین در مقاومت به شوری و در جوانه زنی دانه های گرده نقش دارد. گلوتامیک اسید می تواند به عنوان عامل اسمولیت سیتوپلاسم در سلوهای محافظ روزه بر باز و بسته شدن روزه ها اثرگذار باشد. همچنین آرژنین سنتز هورمون های گیاهی مرتبط با گل دهی و میوه دهی را افزایش می دهد (آنونیموس، ۲۰۰۹). در تحقیقی مصرف اسید آمینه گلیسین در ذرت سینگل کراس ۷۰۴ روی وزن خشک کل بوته، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه اثر بسیار معنی داری داشته است (حکیمچه بهیشت و همکاران، ۱۳۹۰). نتایجی که از تحقیقات مزرعه ای محمودی (۱۳۹۱) در مراغه بدست آمده تایید می کند که کاربرد ترکیبات حاوی اسیدهای آمینه آزاد می تواند با افزایش درصد محتوای نیتروژن گیاهی موجب افزایش پروتئین دانه گردد. همین محقق بیان کرد که درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه نخود با محلول پاشی اسید آمینه افزایش معنی داری نشان داد. به نظر می رسد محلول پاشی اسید سالیسیلیک و اسیدهای آمینه روی ذرت بتواند به بهبود رشد گیاه و افزایش آنزیم های آنتی اکسیدان و کاهش اثر سوء علف کش نیکوسولفورون کمک کند و از طرفی با بهبود رشد گیاه در نهایت منجر به افزایش عملکرد شود. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی تاثیر محلول پاشی اسیدسالیسیلیک و اسیدهای آمینه بر رشد و عملکرد ذرت در حضور علف کش نیکوسولفورون انجام شد.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- ذرت

حدود ۳۵۰۰۰ گونه گیاهی شناخته شده وجود دارد اما تنها ۲۴ گونه آن برای رفع نیازهای انسان به غذا و الیاف به عنوان گیاه زراعی استفاده می‌شوند (کافی و همکاران، ۱۳۸۴). در مقیاس جهانی نزدیک به ۵۲ درصد از زمین‌های قابل کشت در دنیا به کشت غلات اختصاص دارد. ذرت با نام علمی (*Zea mays L.*) یکی از غلات گرمسیری می‌باشد. به گزارش سازمان خوار و بار جهانی سطح زیر کشت ذرت در ایران ۳۹۵ هزار هکتار و تولید کل آن ۲۶۰۰۰۰۰ تن می‌باشد (فائو، ۲۰۱۴). گیاه ذرت از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی مورد استفاده انسان، دام و طیور است که از نظر میزان تولید در دنیا رتبه اول را در بین گیاهان زراعی دارا بوده و به عنوان کشت دوم در مناطق معتدله و گرم پس از برداشت گندم مورد استفاده قرار گرفته است (ملکا، ۱۳۹۵). ذرت به علت اهمیت فوق‌العاده زیادی که در تامین غذای دام‌ها و پرندگان و مصارف دارویی و صنعتی دارد نسبت به افزایش سطح زیر کشت و همچنین بهبود تکنیک زراعت آن اقدام‌های اساسی به عمل آمده است (نجاری، ۱۳۹۷).

۲-۲- مدیریت علف‌های هرز در ذرت

علف‌های هرز مهم‌ترین عامل محدودیت در سیستم‌های کشاورزی هستند و در صورت کنترل نشدن آن‌ها در مزارع، عملکرد گیاه زراعی بسته به توان رقابتی علف‌های هرز بین ۱۰ تا ۹۵ درصد کاهش می‌یابد (آسکارنین و همکاران، ۲۰۱۰). بعد از استرس‌های محیطی، علف‌های هرز از مهم‌ترین مشکلات موجود بر سر راه تولید محصول ذرت است به عبارتی، رقابت بین ذرت و علف‌های هرز جدی‌ترین معضل تولید ذرت می‌باشد (راجکن و سوانتون، ۲۰۰۱). گزارش شده است که علف‌های هرز یکی از عوامل افت عملکرد ذرت می‌باشند و در صورتی که با آن‌ها مبارزه نشود، می‌توانند خساراتی تا حدود ۳۰ درصد به این محصول وارد نمایند (باغستانی و همکاران، ۲۰۰۷). روش اصلی مبارزه با علف‌های هرز کاربرد علف‌کش است، ولی به دلیل قیمت زیاد مواد شیمیایی و نگرانی‌های

زیست محیطی جامعه کشاورزی برای کنترل آن‌ها به ناچار از روش جایگزین بهره می‌برند. مدیریت علف‌های‌هرز در سیستم‌های مختلف یکی از عناصر کلیدی در تولید گیاهان زراعی می‌باشد. آزمایش‌های مختلف نشان داده است که نوع گیاه زراعی و عملیات زراعی، تنوع، تراکم و توزیع علف‌های‌هرز را تحت تأثیر قرار می‌دهد این‌که کدام عامل یا عوامل بیشترین اهمیت را در توجیه تغییرات جامعه گیاهی بر عهده دارند متفاوت است. وجود تنوعی از علف‌های‌هرز در مزرعه می‌تواند از طریق تشدید رقابت بین گونه‌ها و جلوگیری از شیوع غالبیت چندین گونه، خود عاملی برای کنترل علف‌های‌هرز باشد و بنابراین تقاضا برای نهاده‌های بیرونی را کاهش دهد. یکی از راه‌های کنترل علف‌های‌هرز ذرت استفاده از علف‌کش‌ها می‌باشد و هرساله علف‌کش‌های جدیدی در دنیا برای کنترل علف‌های‌هرز ذرت معرفی می‌شوند (لیمیوکسی و همکاران، ۲۰۰۳). طی آزمایشی، علف‌کش‌های نیکوسولفورون (۴۰، ۶۰ و ۸۰ گرم ماده موثره در هکتار)، فورام سولفورون (۳۳۷/۵، ۴۵۰، ۵۶۲/۵ گرم ماده موثره در هکتار) و توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ با دوز توصیه شده در کنترل علف‌های‌هرز مزارع ذرت مورد بررسی قرار گرفت، نتایج این بررسی نشان داد که علف‌کش‌های نیکوسولفورون و فورام سولفورون در بالاترین دوزهای مصرفی کنترل موفقیت‌آمیزی بر علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ داشتند. نیکوسولفورون به میزان ۸۰ گرم ماده موثره در هکتار بیشترین عملکرد ذرت را بعد از شاهد بدون علف‌هرز داشت. علف‌کش توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ نیز بیشترین عملکرد دانه را در بین تمام تیمارهای مورد بررسی به دلیل کنترل موفق علف‌های‌هرز پهن‌برگ داشت ولی این علف‌کش علف‌های‌هرز باریک‌برگ را کنترل نکرد (لطفی‌ماوی و همکاران، ۱۳۹۰). در آزمایشی دیگر توسط بونتینگ و همکاران (۲۰۰۴) علف‌کش فورام سولفورون را در کنترل علف‌های‌هرز ذرت مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان داد که کاربرد فورام سولفورون به طور معنی‌داری باعث کاهش علف‌های‌هرز و افزایش عملکرد ذرت نسبت به تیمار شاهد گردید. طی آزمایشی که تیمارهای آزمایشی شامل فورام سولفورون ۱/۵ لیتر در هکتار، فورام سولفورون ۲/۵ لیتر در هکتار، نیکوسولفورون ۱/۵ لیتر در هکتار، نیکوسولفورون دو لیتر در هکتار، آترازین یک لیتر در هکتار+ لاسو چهار کیلوگرم در هکتار و کرت

شاهد بدون کنترل بودند، نتایج نشان داد که اثر تیمارهای علف کش بر تعداد و وزن خشک علف های هرز در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. کمترین تعداد و وزن خشک علف های هرز و همچنین بیشترین کارایی کنترل علف هرز به علف کش نیکوسولفورون دو لیتر در هکتار اختصاص داشت. تفاوت این تیمار با تیمار فورام سولفورون ۲/۵ لیتر از نظر تعداد علف های هرز معنی دار نبود. کارایی علف کش نیکوسولفورون به میزان دو لیتر در هکتار در کنترل علف های هرز ذرت نسبت به سایر تیمارها به ویژه ترکیب علف کش های آترازین و لاسو، بیشتر بود. دو لیتر در هکتار از علف کش نیکوسولفورون، علف های هرز نازک برگ سوروف، اویارسلام و همچنین علف هرز پهن برگ خرفه را با کارایی بالا کنترل نمود. بیشترین عملکرد دانه ذرت نیز به این تیمار متعلق بود که با سایر تیمارها تفاوت معنی دار داشت. افزایش عملکرد دانه در تیمار دو لیتر در هکتار نیکوسولفورون به دلیل افزایش تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه بود. با توجه به نتایج به نظر می رسد، علف کش دو منظوره نیکوسولفورون می تواند جایگزین مناسبی برای علف کش های رایج آترازین و لاسو باشد (مدحج، ۱۳۹۲).

استفاده از علف کش ها گرچه منجر به کاهش تراکم علف های هرز در مزارع می شود اما اثرات سوئی نیز بر گیاه زراعی دارد. بسیاری از مطالعات انجام شده در این زمینه نشان می دهد که سمیت علف کش نه تنها برای گیاهان زراعی که در مزرعه رشد می کنند بلکه برای دیگر موجودات زنده در محیط زیست خطرناک است. بسیاری از محققان گزارش دادند که گونه های فعال اکسیژن در گیاهان در معرض استرس علف کش ها به روش های مختلف افزایش می یابد بنابراین آسیب های اکسیداتیو در غشاها، کلروپلاست ها و سایر اندام ها ظاهر می شود و در نهایت سبب مرگ سلول و گیاه می گردد (گولسین بکر و همکاران، ۲۰۱۸). عنابستانی و همکاران (۱۳۹۶) نیز نشان دادند که گرچه کاربرد نیکوسولفورون به میزان دو لیتر از نوع تجاری در هکتار توانست جمعیت علف های هرز ذرت را همانند شاهد عاری از علف هرز کاهش دهد اما عملکرد بیولوژیک ذرت را بطور معنی داری نسبت به تیمار وجین علف های هرز کاهش داد. در حال حاضر، علی رغم برخی مشکلات زیست محیطی، از علف کش -

ها به عنوان یکی از اجزای مهم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز در دنیا یاد می‌شود و بخش قابل توجهی از عملکرد محصولات زراعی در کشورهای پیشرفته مرهون مصرف علف‌کش‌ها است (فائو، ۲۰۰۰). مدیریت تلفیقی علف‌های هرز روشی مقرون به صرفه و در عین حال سازگار با طبیعت برای کنترل علف‌های هرز است که البته کارایی آن بستگی به شناخت دقیق و کامل از جنبه‌های مختلف اکوفیزیولوژی رقابت علف هرز با گیاه زراعی دارد (حسن بیگی و همکاران، ۱۳۹۶). میری زاده (۱۳۹۱) در پژوهشی با عنوان بررسی تاثیر اختلاط علف‌کش نیکوسولفورون با اسیدسالیسیلیک و مویان کوکووت بر رشد، عملکرد و کنترل علف‌های هرز ذرت نشان دادند که بیشترین طول بلال، قطر چوب بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت به ترکیب تیماری وجین علف هرز و مصرف اسیدسالیسیلیک اختصاص داشت. همچنین مصرف ۲ لیتر علف‌کش به همراه کوکووت موجب افزایش طول بلال و تعداد دانه در بلال نسبت به تیمار ۱ لیتر علف‌کش و کوکووت شد. استفاده از دوز کاهش یافته علف‌کش در اختلاط با مویان کوکووت توانست مانند دوز کامل علف‌کش، جمعیت و وزن خشک علف‌های هرز باریک برگ را کنترل نماید و به عنوان یک روش موثر ضمن افزایش کارایی کنترل علف‌های هرز، از کاهش عملکرد محصول جلوگیری کرده، از طرفی اثرات زیان بار زیست محیطی علف‌کش‌ها را کاهش دهد. در این بین اختلاط کوکووت با ۱ لیتر علف‌کش نتوانست جمعیت و وزن خشک علف‌های هرز پهن برگ را به اندازه ۲ لیتر علف‌کش کنترل کند.

۲-۳- اسیدسالیسیلیک

سالیسیلیک اسید (SA) یا اورتو هیدروکسی بنزوئیک اسید یک ترکیب فنولی است که همراه با مشتقات مختلف آن از جمله استیل سالیسیلیک اسید (ASA)، مشتقات متیله آن و... در داروسازی و درمان بیماری‌ها کاربرد فراوان دارد. همچنین سالیسیلیک اسید یک هورمون گیاهی است که در گیاهان بخاطر نقش تنظیم‌کنندگی در متابولیسم گیاهی بسیار مورد توجه است. به طور کلی اسیدسالیسیلیک

اثرات کلیدی در گیاهان از جمله تاثیر در جذب عناصر غذایی، پایداری غشاء، روابط آبی، عملکرد روزنه‌ها، بازدارندگی سنتز اتیلن و افزایش رشد دارد (نجاری، ۱۳۹۷).

۲-۳-۱- نقش اسیدسالیسیلیک

در واقع یکی از اسیدهای آلی است که نقش مهمی در تنظیم رشد و نمو گیاهان ایفا می‌کند. 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 با افزایش میزان فتوسنتز خالص، باعث افزایش رشد گیاه می‌شود (زآو و همکاران، ۱۹۹۵). تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که استفاده از اسیدسالیسیلیک منجر به افزایش تثبیت CO_2 می‌شود که احتمالاً به علت تاثیر اسیدسالیسیلیک در فرایندهای فتوسنتز شامل افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی و کاروتنوئیدها، افزایش کارایی $PSII$ ، غلظت و فعالیت بیشتر آنزیم روبیسکو و در نهایت تامین بیشتر ATP و $NADPH$ برای تثبیت کربن و تولید بیشتر آسیمیلات می‌باشد (کشاورز و مدرس‌ثانوی، ۱۳۹۳). اسیدسالیسیلیک در سنتز پروتئین‌های خاصی به نام پروتئین کیناز نقش دارد این پروتئین‌ها نقش مهمی در تقسیم، تمایز و ریختزایی سلول بازی می‌کنند (رحیمی تشی و نیکنام، ۱۳۹۴). همچنین در سطح سلولی باعث افزایش RNA ، میزان سنتز پروتئین و آنزیم‌های مربوط به رشد می‌گردد. به علاوه، نقش سالیسیلیک-اسید در فعالیت آنزیم نیترا ردوکتاز به اثبات رسیده است (شانکار و همکاران، ۲۰۰۱). بر اساس گزارش‌های موجود، غلظت ۱۰ میکرومول سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش فعالیت نیترا ردوکتاز نسبت به شرایط عدم مصرف آن شد (احمد و همکاران، ۲۰۰۱). این مساله نشان‌دهنده تأثیر سالیسیلیک-اسید در فرآیند جذب نیتروژن می‌باشد. شاید این شبه هورمون با تأثیر بر فعالیت دیگر هورمون‌ها (IAA , $CL-IAA$) موجب افزایش فعالیت نیترا ردوکتاز در گیاهانی می‌شود که قادر به تثبیت نیتروژن نیستند و نیتروژن مورد نیاز خود را از خاک به شکل نیترا (NO_3) یا آمونیم (NH_4^+) جذب می‌کنند (شانکار و همکاران، ۲۰۰۱، احمد و همکاران، ۲۰۰۱). سالیسیلیک اسید نیز می‌تواند از طریق تغییر عملکرد غشاء و بر هم زدن پتانسیل غشای میتوکندری بر گیاهان اثر گذار باشد.

همچنین اسیدسالیسیلیک از طریق تأثیر بر آنزیم‌های هیدرولیزکننده پلی ساکاریدها می‌تواند منجر به افزایش مقدار قندها شده یا اینکه تشکیل قندهای محلول از پلی ساکاریدها را تسریع نماید (حسن-بیگی و همکاران، ۲۰۱۷). نتایج پژوهشهای انجام شده حاکی از تأثیر غیر قابل انکار سالیسیلیک اسید و دیگر مشتقات سالیسیلات بر بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک و مورفولوژیک گیاه می‌باشد. میزان این تغییرات بسیار متفاوت بوده و ممکن است در بعضی واکنش‌ها تحریک کننده، در بعضی تسریع کننده و در بعضی دیگر متوقف‌کننده باشد (کشاورز و همکاران، ۱۳۹۳). افزایش در تعداد غلاف در گیاهان سویا و باقلا و همچنین افزایش عملکرد در گندم از جمله این نتایج است (کریشنا و همکاران، ۲۰۰۴؛ تمام، ۲۰۰۳؛ کایدان و همکاران، ۲۰۰۷). 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. طی آزمایشی بر روی برنج مشاهده شد که محلول پاشی سیلیسیم موجب افزایش صفات وزن خشک برگ، میزان فسفر دانه، میزان پتاسیم دانه و کاهش تعداد دانه پوک در خوشه گردید. در این بین محلول پاشی سالیسیلیک اسید با افزایش صفات وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک خوشه، وزن خشک کل، طول خوشه، تعداد دانه پر، میزان نیتروژن دانه و کاهش تعداد دانه پوک، موجب بهبود عملکرد دانه شد (ثقفی، ۱۳۹۴).

۲-۳-۲- اثر اسیدسالیسیلیک در پاسخ به تنش‌ها

گیاهان در تمام طول دوران زندگی خود با انواع مختلفی از تنش‌های زیستی و غیرزیستی مواجه می‌شوند. یکی از روشهای مقابله با این تنش‌ها استفاده از مواد تنظیم کننده رشد گیاهی می‌باشد که از طرفی باعث فعالیت بیشتر مکانیسم‌های دفاعی گیاه و مقابله با تنش می‌شود و از طرف دیگر می‌تواند در بهبود خسارت‌های وارد شده به گیاه نقش مؤثری داشته باشد. اخیراً توجه زیادی به این شبه هورمون و نقش آن در تنشهای غیرزیستی مانند ازون UV-B، 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. کاربرد

خارجی اسیدسالیسیلیک در گیاهان بر فرایندهای رشد و نمو، تولید محصول، مقاومت در برابر بیماری‌ها و انواع تنش‌های محیطی از جمله شوری، خشکی، تابش‌های UV و فلزات سنگین تاثیر می‌گذارد. اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنولی است و در زمینه ی تنظیم رشد و توسعه گیاهان و پاسخ آنها به عوامل استرس زای زیستی و غیرزیستی نقش دارد (گولسین و همکاران، ۲۰۱۸). در همین راستا گزارش شده است که کاربرد اسیدسالیسیلیک ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان را بهبود می‌بخشد این ماده سیستم آنتی‌اکسیدانی را در سلول‌های گیاهی فعال می‌سازد و به همین طریق باعث مقاومت گیاه در برابر استرس می‌شود (هرواس و همکاران، ۲۰۰۷؛ پاسالا و همکاران، ۲۰۱۶). وقتی گیاهان در برابر تنش‌های محیطی و غیر محیطی مختلف قرار می‌گیرند تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) مثل رادیکال‌های سوپراکسید، هیدروژن پراکسید، رادیکال‌های هیدروکسیل و... در گیاهان القا می‌شود در نتیجه باعث ایجاد نوعی استرس اکسیداتیو در آن‌ها می‌شوند. افزایش سطح ROS باعث ایجاد آسیب‌های اکسیداتیو به مولکول‌های زیستی مثل لیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدنوکلئیک می‌گردد که بر جنبه‌های مختلف رشد و نمو و تولید اثرات زیانباری می‌گذارد. هنگامی که اسیدسالیسیلیک در غلظت‌های مناسب به کار برده شود باعث تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی در گیاهان می‌شود. در واقع گیاهان با سالیسیلیک اسید فعالیت آنزیم‌هایی مانند کاتالاز (CAT)، پرکسیداز (POX)، سوپر-اکسیددسموتاز (SOD)، گلوکاتیون ردوکتاز و... را افزایش می‌دهد. این آنزیم‌ها با عمل آنتی‌اکسیدانی سطح ROS را پایین آورده و آسیب‌های ایجاد شده در گیاهان را کاهش می‌دهد (منوچهری فر و همکاران، ۱۳۸۹). افزایش مقاومت به تنش‌های غیر زیستی در برخی گیاهان، از طریق کاربرد خارجی ترکیبات آلی گوناگون صورت می‌گیرد (اشرف و فولاد، ۲۰۰۷). تیمار خارج سلولی گیاهان با اسید سالیسیلیک باعث افزایش فعالیت آنتی اکسیدان‌ها و همچنین افزایش آمینو اسید پرولین در گیاه می‌شود و اثر منفی تنش‌های زنده و غیر زنده از جمله تنش علف کش‌های غیر انتخابی را در گیاهان زراعی کاهش می‌دهد (کیم و همکاران، ۲۰۰۳). اسید سالیسیلیک بر فتوسنتز و رشد گیاه تحت شرایط تنش خشکی اثر مثبت دارد و در واقع اسید سالیسیلیک از طریق توسعه واکنش ضد تنشی

نظیر افزایش تجمع پرولین، باعث تسریع در بهبود رشد می‌شود. اسید سالیسیلیک با اثر روی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز اثرات ناشی از تنش‌هایی مانند خشکی را کاهش می‌دهد و از این طریق موجب بهبود رشد در گیاهان می‌شود (مؤمنی، ۱۳۹۰). در پژوهشی کاربرد اسیدسالیسیلیک موجب کاهش انتقال مس از طریق سیستم ریشه ذرت شد و اثر تنش سمیت مس را در ذرت کاهش داد (موراوکوا و همکاران، ۲۰۱۸). در تحقیقات دیگر گزارش شده است که کاربرد اسیدسالیسیلیک، موجب فعال شدن پاسخ‌های دفاعی گیاهان در برابر تنش‌های زیستی و غیر زیستی از قبیل درجه حرارت بالا، آلودگی ازون، اشعه ماورای بنفش، فلزات سنگین، خشکی و شوری شده است (سمیدا و همکاران ۲۰۱۵). اسیدسالیسیلیک باعث افزایش معنی‌دار سطح برگ و وزن خشک اندام‌های هوایی می‌شود، همچنین سبب افزایش معنی‌دار مقادیر کلروفیل b و a، کلروفیل کل در مقایسه با عدم مصرف اسید در شرایط تنش خشکی می‌گردد (شوقیان و همکاران، ۱۳۹۵). کلالی و همکاران (۱۳۹۴) اثر اسیدسالیسیلیک بر صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه سویا تحت تنش خشکی را بررسی کردند، نتایج حاصل نشان داد که اثر تنش خشکی بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. گزارش شده است که هم سالیسیلیک اسید و هم استیل سالیسیلیک، در غلظت‌های ۰/۱ میلی‌مول به طور مؤثری گیاهان گوجه‌فرنگی و لوبیا را در مقابل تنش خشکی محافظت کرد و موجب افزایش رشد و عملکرد گیاهان در این شرایط شد (شوقیان و همکاران، ۱۳۹۵). طی آزمایشی بر روی گیاه جو در شرایط تنش شوری محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک باعث افزایش پروتئین‌های محلول، پرولین آزاد، غلظت کلروفیل‌ها و همچنین شاخص پایداری غشا گردید و از سوی دیگر میزان مالون د آلدهید و نشت یونی را کاهش داد. همچنین نتایج کلی این آزمایش نشان داد که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با بهبود ویژگی‌های بیوشیمیایی گیاه جو، باعث بهبود تحمل گیاه به شوری و کاهش اثر منفی تنش شوری و افزایش عملکرد دانه آن می‌شود (پیرسته انوشه و همکاران، ۱۳۹۵). اسید سالیسیلیک یکی از مواد افزودنی است که نقش محافظتی در برابر استرس علف کش‌ها دارد علف‌کش‌های مورد استفاده برای کنترل علف‌های هرز در مزارع ممکن است موجب خسارت به گیاهان

زراعی شوند. در تحقیقات انجام شده توسط یی‌چن لو و همکاران (۲۰۱۵) گزارش شد که کاربرد اسیدسالیسیلیک اثرات باقیمانده علف‌کش ایزوپروترون در گیاه گندم را به زیر سطح آستانه خسارت کاهش داد. وانگ و همکاران (۲۰۱۶) گزارش داده اند که محلول پاشی اسیدسالیسیلیک روی برنج تحت تنش علف‌کش کونیکلراک به طور قابل ملاحظه ایی سطح آنزیم های آنتی‌اکسیدان از قبیل آنزیم گلوکاتایون اس ترانسفراز را افزایش داد. کیم و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که تیمار گیاهان با اسیدسالیسیلیک باعث افزایش آمینواسید پرولین در گیاه می‌شود و اثر منفی تنش های زنده و غیر زنده از جمله تنش علف‌کش‌های غیر انتخابی را در گیاهان زراعی کاهش می‌دهد. علاوه بر تاثیر اسیدسالیسیلیک بر کاهش تنش علف‌کش ها و بهبود رشد گیاهان زراعی در شرایط تنش علف‌کش، نقش آنها نیز در بهبود رشد گیاهان زراعی و افزایش قابلیت رقابت آنها با علف های هرز نیز دارای اهمیت خاصی می باشد. در همین راستا در تحقیقات میری زاده و همکاران (۱۳۹۱) مشاهده شد که محلول پاشی اسیدسالیسیلیک روی ذرت سبب افزایش عملکرد بیولوژیک ذرت در هردو شرایط وجین و عدم وجین علف‌هرز گردید و همچنین گزارش شد که عملکرد دانه ذرت نیز با محلول پاشی اسید سالیسیلیک افزایش معنی داری نشان داد و کاربرد تلفیقی اسیدسالیسیلیک همراه با دوز کامل و کاهش یافته علف‌کش نیکوسولفورون نیز توانست افزایش معنی داری در عملکرد نسبت به عدم کاربرد آن ایجاد کند. نجاری و همکاران (۱۳۹۶) نیز گزارش کردند که کاربرد اسیدسالیسیلیک و علف‌کش نیکو سولفورون بطور معنی داری عملکرد بیولوژیک و دانه ذرت را نسبت به عدم کاربرد آن افزایش داد. همچنین همین محققین علت افزایش رشد و عملکرد ذرت را ناشی از افزایش قابلیت رقابت آن با علف های هرز با کاربرد اسیدسالیسیلیک دانستند. در پژوهشی برهم کنش غلظت های مختلف سالیسیلیک اسید با علف‌کش گلیفوسیت و کادمیوم در گیاهچه های ذرت بررسی گردید علف‌کش گلیفوسیت با نام تجاری رانداپ یک علف‌کش با طیف وسیع و غیرانتخابی می باشد. کادمیوم یکی از فلزات سنگین است که به علت حلالیت بالای آن در آب و اثرات سمیت آن بر موجودات زنده به عنوان یک آلاینده محیط زیست در نظر گرفته می شود. نتایج این بررسی نشان داد که علف‌کش

گلیفوسیت و کادمیوم به صورت معنی داری رشد اندام هوایی و ریشه و میزان رنگیزه های کلروفیل و کارتنوئید را کاهش می دهند. تیمار گیاهچه ها با سالیسیلیک اسید سبب بهبود اثرات تنش و افزایش شاخص های رشد و رنگیزه های فتوسنتزی گردید. علاوه بر این سالیسیلیک اسید موجب کاهش معنی دار میزان مالون دی آلدئید گردید. بنابراین تیمار سالیسیلیک اسید می تواند آسیب ناشی از تنش علف کش گلیفوسیت و فلز سنگین کادمیوم را تا حدودی جبران کند و باعث افزایش رشد گیاهچه های ذرت گردد (بهداد و همکاران، ۱۳۹۵). در واقع اسید سالیسیلیک از طریق افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی همچون کاتالاز، پراکسیداز و ... می تواند گیاه را از آسیب ناشی از استرس اکسیداتیو که علف کش ایجاد می کند محافظت کند و به عنوان ماده ضد عفونی کننده علف کش مورد استفاده قرار بگیرد (اکسایدینگ و همکاران، ۲۰۲۰).

۲-۴- اسیدهای آمینه

اسیدهای آمینه مولکول های آلی کوچکی هستند که واحدهای تشکیل دهنده پروتئین ها می باشند و در تمام سلول های زنده وجود دارند. گیاهان می توانند با استفاده از عناصر موجود در آب، هوا و خاک، طی فرایند فتوسنتز اسید آمینه مورد نیاز خود را بسازند ولی این فرایند انرژی زیادی از گیاه صرف می کند (ملجورزاتا و همکاران، ۲۰۱۸). اسیدهای آمینه بلوک های سازنده پروتئین هستند و در بسیاری از فرایندهای زیستی دخالت دارند و نقش بسیار موثری در گرده افشانی، لقاح، جوانه زنی بذر، تقویت دیواره سلولی، سنتز کلروفیل، تنظیم باز و بسته شدن روزه های برگ، تنظیم رشد رویشی و زایشی، تشکیل گل و میوه، رنگ گیری و تشکیل قند در میوه، تنظیم هورمون های گیاهی و هم افزایش جذب عناصر در گیاه را دارند (ویلیان باتیستا و همکاران، ۲۰۱۹). به طور کلی همه گیاهان مانند هر اندام و ارگان سازمان یافته زنده دیگر، به طور حتم به اجزا و مکانیسمی خاص برای رشد بیشتر نیازمند هستند تا بتوانند از خاک بیرون آمده و از نور، باران، و غیره استفاده کافی ببرند. گیاه هیدروژن را از آب موجود در خاک به دست می آورد. از هیدرات های کربنی که به مرور زمان در

خاک شکل گرفته اند به منظور فتوسنتز و تشکیل سلول های گیاهی استفاده می کند. این دو عامل گیاه را به سمت سنتز آمینواسیدی و به عنوان راهی برای سوخت و ساز متوازن هدایت می کند. حضور آمینواسیدها برای سوخت و ساز گیاهی، متابولیسم سلولی و همچنین افزایش کیفیت مورد نیاز برای محصولات کشاورزی امری ضروری به نظر می رسد. همچنین برای جلوگیری از کاهش محصول و بالا بردن کیفیت محصول، استفاده از آمینواسیدها گریزناپذیر خواهد بود. به طور کلی، کاربرد آمینواسیدها به منظور استفاده در تغذیه پایه ای مورد نیاز گیاهان و یا حتی به منظور استفاده در مراحل بحرانی تغذیه گیاهی و همچنین پیش بینی رشد گیاهی می تواند بسیار متداول باشد. در این بین جذب آمینواسیدها می تواند از روزه های گیاهی به صورت محلول پاشی بسیار مناسب باشد به خصوص زمانی که دمای محیط اطراف گیاه نیز مناسب به نظر برسد. آمینواسیدها از اجزای بنیادی در مراحل آغازین سنتز پروتئین ها هستند. در حدود ۲۰ نوع آمینواسید مهم در هر یک از فرآیندهای تابع سنتز پروتئین ها در سلول درگیر هستند (آتلیو و کاوسین، ۲۰۱۲). طی مطالعاتی که در سال های اخیر صورت گرفته، اثبات شده است که آمینواسیدها می توانند به طور مستقیم تاثیر بسیار زیاد و مهمی در فعالیت های حیاتی و ساختارهای گیاهی داشته باشد. همچنین آمینواسیدهایی که توسط گیاهان و در درون خود گیاه تولید می شوند نیز با آمینواسیدهایی که به صورت کود آبیاری و یا به صورت آب آبیاری در اختیار گیاه قرار می گیرند، یکی شده و در ساختمان خاک و ساختار آن قرار می گیرند. این آمینواسیدهایی که در خاک استقرار می یابند به بهبود ساختار خاک و به طور کلی فلور گیاهی خاک کمک می کنند و بدینوسیله جذب مواد غذایی خاک را توسط ریشه گیاهان آسان می کنند. همچنین باعث می شود که مواد غذایی به طور یکسان از طریق خاک جذب گیاه شود تغذیه گیاهان از طریق محلول پاشی برگی و اسپری کردن مواد مورد نیاز گیاه که به صورت همان ترکیبات آمینواسیدی هستند علاوه بر اینکه به سنتز پروتئین کمک شایانی می کند، احتیاجات تغذیه ای گیاه را نیز برطرف می نماید (رسولی، ۱۳۹۲). گیاهان به وسیله فرآیند فتوسنتز کربوهیدرات ها را سنتز می کنند. کاهش فتوسنتز در گیاه و میزان آن، گیاه را به سمت رشد کم و در نهایت به مرگ سلول های

گیاهی هدایت می کند. در این میان نقش کلروفیل ها در واقع عهده دار جذب و تعادل انرژی و همچنین جذب مولکولی در گیاه است (ویلیان باتیستا و همکاران، ۲۰۱۹). گلیسین نوع ال و گلوتامیک اسید نوع ال، دو عامل مهم در شکل گیری پروسه متابولیسم بنیادی گیاهان و بافت گیاهی بوده و به طور مستقیم بر سنتز کلروفیل ها نقش اساسی دارند. این آمینواسیدها به توسعه سیستم کلروفیلی کمک شایانی می کنند و از تجمع کلروفیل ها در یک قسمت جلوگیری کرده و کلروفیل ها را به طور منظم و سازمان یافته هدایت می کنند و این چنین است که محصولات کشاورزی که توسط استفاده مستقیم آمینواسیدها به وجود می آیند، بسیار سبز و شاداب تر می باشند (رسولی، ۱۳۹۲).

گیاهان قادرند از اسیدهای آمینه به عنوان منبع نیتروژن استفاده کنند (نجار و همکاران، ۲۰۰۹). در مناطق سرد و یا دارای فقر نیتروژن، اسیدهای آمینه به عنوان منبع مهمی از نیتروژن مطرح هستند (اروین و جونس، ۲۰۰۱). تاثیر کاربرد اسیدهای آمینه به عنوان تنظیم کننده های رشد در گیاهان توسط پژوهشگران مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است و در بیشتر موارد تاثیر مثبت محلولپاشی با اسیدهای آمینه بر مقدار عملکرد گزارش شده است (لیو و همکاران، ۲۰۰۸). اسیدهای آمینه به صورت مستقیم و غیر مستقیم بر فعالیت های فیزیولوژیک، رشد و نمو گیاه مؤثر هستند (فاتن و همکاران، ۲۰۱۰). طی آزمایشی به منظور بررسی اثر محلول پاشی اسید آمینه بر کارایی زراعی کود نیتروژن و عملکرد و کیفیت دانه جو مشاهده شد که کاربرد مخلوط اسید آمینه منجر به بروز تغییرات معنی داری در ترکیب اسید آمینه های گلیسین، والین، آلانین، لیزین، ایزولوسین، متیونین شد. یافته های این پژوهش نشان داد که کاربرد مخلوط اسیدهای آمینه سبب بهبود عملکرد دانه گیاه جو شد (امیری، ۱۳۹۵). اسیدهای آمینه با اثر افزایش تحمل به تنش های محیطی، افزایش غلظت کلروفیل و در نتیجه اثر بر فتوسنتز، بر رشد و عملکرد گیاهان مؤثر واقع می شوند. اسید آمینه لوسین در مقاومت به شوری و در جوانه زنی دانه های گرده نقش دارد. گلوتامیک اسید می تواند به عنوان عامل اسمولیت سیتوپلاسم در سلوهای محافظ روزنه بر باز و بسته شدن روزنه ها اثرگذار باشد. همچنین آرژنین سنتز هورمون های گیاهی مرتبط با گل دهی و میوه دهی را افزایش می دهد (آنونیموس، ۲۰۰۹).

در تحقیقی مصرف اسیدآمین ه گلایسین در ذرت سینگل کراس ۷۰۴ روی وزن خشک کل بوته، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه اثر بسیار معنی داری داشته است (حکیمچه بهیشتات و همکاران، ۱۳۹۰). نتایجی که از تحقیقات مزرعه ای محمودی (۱۳۹۱) در مراغه بدست آمده تایید می کند که کاربرد ترکیبات حاوی اسیدهای آمینه آزاد می تواند با افزایش درصد محتوای نیتروژن گیاهی موجب افزایش پروتئین دانه گردد. همین محقق بیان کرد که درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه نخود با محلول پاشی اسید آمینه افزایش معنی داری نشان داد. طی آزمایشی به منظور بررسی اثر محلول پاشی مخلوط اسید آمینه و پتاسیم بر آفتابگردان نتایج نشان داد که محلول پاشی اسید آمینه سبب افزایش وزن خشک برگ، ساقه و طبق، نسبت مغز به پوست، وزن هزار دانه و تعداد دانه در طبق شد (صبری، ۱۳۹۴). اصولا تنش هایی مثل دمای بالا، رطوبت کم، سرمازدگی هنگام صبح، حمله آفات، طوفان و تگرگ تاثیرات منفی در متابولیسم گیاهی دارند و باعث کاهش میزان کیفیت و کمیت محصول می شوند. برخی آمینواسیدها در گیاه بی درنگ پس از تنش فیزیولوژی تولید می شوند در حالی که در بسیاری موارد تنش ها مانع از اثر گذاری آمینواسیدهای درون گیاه می شوند و اینجاست که نقش آمینواسیدهایی که به عنوان کود استفاده می شوند به عنوان نیرویی مضاعف، همراه با آب آبیاری یا محلول پاشی به کمک گیاه می آید (رسولی، ۱۳۹۲). در سال های اخیر محلول پاشی با مواد تخفیف دهنده ی تنش از جمله اسید آمینه هایی مثل پرولین، آرژنین و تریپتوفان برای کاهش اثر تنش های محیطی توصیه شده است. پرولین عامل تنظیم کننده ی فشار اسمزی درون سلول، پایدارکننده ی ساختار پروتئین و غشای سلول، از بین برنده ی گونه های اکسیژن رادیکال و تنظیم کننده ی اسیدپت ه سلولی بوده و در واکنش های اکسیداسیون و احیا نقش بسیار مهمی ایفا می کند (پورسلطان هوجقان و همکاران، ۱۳۹۶). گیاهان همواره تحت عوامل زنده و غیر زنده محیط اطراف از جمله خاک، آب، اقلیم، علف های هرز، مواد شیمیایی از جمله علف کش ها و غیره هستند با توجه به اثرات نامطلوب علف کش ها روی محصولات، استفاده از ترکیباتی مانند اسیدهای آمینه که باعث می شود به نحوی میزان سمیت علف کش ها در جهت رسیدن به محصول بهینه کاهش یابد، حائز اهمیت است (اسماعیل نژاد و خارا،

۱۳۹۹). اثرات منفی علف‌کش را می‌توان با استفاده از کودهای آلی حاوی اسیدآمینه کاهش داد(میلان و همکاران، ۲۰۲۰). کودهای حاوی اسیدآمینه و سایر مواد مغذی امکان ورود سریع و درگیر شدن در متابولیسم را فراهم می‌کند و امکان بازسازی گیاهان را در مواجهه با استرس علف‌کش می‌دهد که این خود می‌تواند پتانسیل رقابتی گیاهان را در رابطه با علف‌های هرز افزایش دهد(لانگار و همکاران، ۲۰۱۷؛ تاگور و موساد، ۲۰۱۷). نتایج تحقیق کوران و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که مصرف اسیدآمینه در گیاه عدس تحت تنش علف‌کشی با فعال نمودن مسیرهای آنتی‌اکسیدانی و تخفیف آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد باعث کاهش آسیب‌های علف‌کشی در این گیاه شد. در آزمایشی استفاده از علف‌کش تریفلورالین سبب کاهش معنی‌دار میزان هورمون‌های گیاهی مانند سیتوکینین، جیبرلیک اسید شد، در صورتی که در همه‌ی گیاهان تیمار شده با اسیدآمینه در حضور علف‌کش، محتوای هورمون‌های مذکور به طور معنی‌داری افزایش یافت. اسیدآمینه با تاثیر بر هورمون جیبرلیک سبب بهبود فعالیت سلول و رشد گیاه شد در نتیجه تاثیر منفی ناشی از تنش علف‌کش را کاهش داد و سبب بهبود عملکرد گیاه گردید(اسماعیل‌نژاد و خارا، ۱۳۹۹).

فصل سوم

مواد و روش

۳-۱- زمان و مشخصات محل اجرای آزمایش

به منظور بررسی تاثیر محلول پاشی اسید سالیسیلیک و اسیدهای آمینه بر رشد و عملکرد ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ در حضور علفکش کروز (نیکوسولفورون ۰.۴٪ SC) آزمایشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود واقع در بسطام اجرا شد. محل آزمایش از نظر موقعیت جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است. میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۶۶ متر از سطح دریا واقع شده است. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۱۵۴ میلی متر، متوسط حداقل و حداکثر دمای سالیانه آن به ترتیب ۹/۶- و ۴۰ درجه سانتی‌گراد و از لحاظ اقلیمی جزء مناطق سرد و خشک به شمار می‌رود. بارندگی عمدتاً در فصول پاییز و زمستان و با پراکنش نامنظم رخ می‌دهد.

۳-۲- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

به منظور تعیین بافت خاک، وضعیت عناصر غذایی N-P-K و تشخیص خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از انجام عملیات آماده سازی و اجرای طرح، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری در سه نقطه مختلف در هر تکرار نمونه‌گیری صورت گرفت سپس خاک‌ها با هم مخلوط شده و نهایتاً یک نمونه یک کیلو گرمی که گویای تمام سطح مزرعه بود به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه نهایی مورد تجزیه قرار گرفت که نتایج حاصله در جدول زیر نشان داده شده است. مطابق اطلاعات به دست آمده بافت خاک لومی رسی تعیین شد (جدول ۳-۱).

جدول ۳-۱- خصوصیات خاک محل آزمایش

واحد	مقدار	پارامترهای اندازه گیری
درصد	۲۰/۱	شن
درصد	۴۹/۲	لای
درصد	۳۰/۷	رس
درصد	۰/۴	کربن آلی
درصد	۰/۱۰	نیتروژن کل
پی پی ام	۲۸۰	پتاسیم قابل جذب
پی پی ام	۱۰	فسفر قابل جذب
پی پی ام	۱/۱	روی
دسی زیمنس بر متر	۱/۵	هدایت الکتریکی
-	۷/۸	اسیدیته اشباع

۳-۳- مشخصات طرح آزمایشی

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل : علف کش نیکوسولفورون با نام تجاری کروزد در سه سطح: صفر، یک لیتر در هکتار معادل ۴۰ گرم ماده موثره در هکتار بعنوان دوز کاهش یافته و دو لیتر در هکتار معادل ۸۰ گرم ماده موثره در هکتار بعنوان دوز توصیه شده بعنوان فاکتور اول مورد استفاده قرار گرفت. اسیدسالیسیلیک در دوسطح: صفر و ۰/۷ میلی مولار بعنوان فاکتور دوم، مخلوط اسید آمینه با نام تجاری مگافول (۱۸ نوع اسید آمینه با غلظت ۲۸٪) ساخت کشور ایتالیا در سه سطح: صفر، ۳۰۰ و

۶۰۰ پی پی ام بعنوان فاکتور سوم مورد استفاده قرار گرفت، به طوری که در هر تکرار ۱۸ تیمار و در مجموع ۵۴ کرت آزمایشی هر کدام به مساحت ۱۰ متر مربع ایجاد شد (جدول ۲-۳ و شکل ۱-۳).

جدول ۲-۳- ترکیبات تیماری مورد استفاده در آزمایش

شاهد	
$a_1b_1c_1$	
$a_1b_1c_2$	عدم محلول پاشی علف کش، عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه ۳۰۰ پی پی ام
$a_1b_1c_3$	عدم محلول پاشی علف کش، عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه ۶۰۰ پی پی ام
$a_1b_2c_1$	عدم محلول پاشی علف کش، اسیدسالیسیلیک ۰/۷ میلی مولار و عدم کاربرد اسیدآمینه
$a_1b_2c_2$	عدم محلول پاشی علف کش، اسیدسالیسیلیک ۰/۷ میلی مولار و اسیدآمینه ۳۰۰ پی پی ام
$a_1b_2c_3$	عدم محلول پاشی علف کش، اسیدسالیسیلیک ۰/۷ میلی مولار و اسیدآمینه ۶۰۰ پی پی ام
$a_2b_1c_1$	محلول پاشی ۱ لیتر علف کش در هکتار، عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و عدم کاربرد اسیدآمینه
$a_2b_1c_2$	محلول پاشی ۱ لیتر علف کش در هکتار، عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه ۳۰۰ پی پی ام
$a_2b_1c_3$	محلول پاشی ۱ لیتر علف کش در هکتار، عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه ۶۰۰ پی پی ام
$a_2b_2c_1$	محلول پاشی ۱ لیتر علف کش در هکتار، اسیدسالیسیلیک ۰/۷ میلی مولار و عدم کاربرد اسیدآمینه
$a_2b_2c_2$	محلول پاشی ۱ لیتر علف کش در هکتار، اسیدسالیسیلیک ۰/۷ میلی مولار و اسیدآمینه ۳۰۰ پی پی ام
$a_2b_2c_3$	محلول پاشی ۱ لیتر علف کش در هکتار، اسیدسالیسیلیک ۰/۷ میلی مولار و اسیدآمینه ۶۰۰ پی پی ام
$a_3b_1c_1$	محلول پاشی ۲ لیتر علف کش در هکتار، عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و عدم کاربرد اسیدآمینه
$a_3b_1c_2$	محلول پاشی ۲ لیتر علف کش در هکتار، عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه ۳۰۰ پی پی ام
$a_3b_1c_3$	محلول پاشی ۲ لیتر علف کش در هکتار، عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه ۶۰۰ پی پی ام
$a_3b_2c_1$	محلول پاشی ۲ لیتر علف کش در هکتار، اسیدسالیسیلیک ۰/۷ میلی مولار و عدم کاربرد اسیدآمینه
$a_3b_2c_2$	محلول پاشی ۲ لیتر علف کش در هکتار، اسیدسالیسیلیک ۰/۷ میلی مولار و اسیدآمینه ۳۰۰ پی پی ام
$a_3b_2c_3$	محلول پاشی ۲ لیتر علف کش در هکتار، اسیدسالیسیلیک ۰/۷ میلی مولار و اسیدآمینه ۶۰۰ پی پی ام

تکرار ۱	a ₃ b ₁ c ₃	a ₂ b ₁ c ₁	a ₁ b ₁ c ₁	a ₁ b ₁ c ₂	a ₂ b ₁ c ₂	a ₃ b ₁ c ₂	a ₃ b ₁ c ₁	a ₂ b ₁ c ₃	a ₁ b ₁ c ₁	a ₁ b ₂ c ₁	a ₂ b ₂ c ₁	a ₃ b ₂ c ₁	a ₁ b ₂ c ₂	a ₂ b ₂ c ₂	a ₃ b ₂ c ₂	a ₁ b ₂ c ₃	a ₂ b ₂ c ₃	a ₃ b ₂ c ₃
تکرار ۲	a ₃ b ₂ c ₃	a ₂ b ₂ c ₃	a ₁ b ₂ c ₃	a ₃ b ₂ c ₂	a ₂ b ₂ c ₂	a ₁ b ₂ c ₂	a ₃ b ₂ c ₁	a ₂ b ₂ c ₁	a ₁ b ₂ c ₁	a ₃ b ₁ c ₃	a ₂ b ₁ c ₃	a ₃ b ₁ c ₁	a ₃ b ₁ c ₂	a ₂ b ₁ c ₂	a ₁ b ₁ c ₂	a ₁ b ₁ c ₃	a ₂ b ₁ c ₁	a ₃ b ₁ c ₁
تکرار ۳	a ₁ b ₁ c ₁	a ₃ b ₂ c ₃	a ₂ b ₁ c ₁	a ₂ b ₂ c ₃	a ₁ b ₁ c ₃	a ₁ b ₂ c ₃	a ₁ b ₁ c ₂	a ₃ b ₂ c ₂	a ₂ b ₁ c ₂	a ₂ b ₂ c ₂	a ₃ b ₁ c ₂	a ₁ b ₂ c ₂	a ₃ b ₁ c ₁	a ₃ b ₂ c ₁	a ₂ b ₁ c ₃	a ₂ b ₂ c ₁	a ₃ b ₁ c ₃	a ₁ b ₂ c ₁

شکل ۳-۱- نقشه کشت طرح آزمایشی علف کش: a₁ (صفر)، a₂ (۱ لیتر در هکتار)، a₃ (۲ لیتر در هکتار)، اسیدسالیسیلیک:

b₁ (صفر)، b₂ (۰/۷ میلی مولار)، اسید آمینه: c₁ (صفر)، c₂ (۳۰۰ پی پی ام)، c₃ (۶۰۰ پی پی ام)

۳-۴- آماده سازی بستر و کاشت

چند روز قبل از کاشت اقدام به آماده سازی زمین با استفاده از دیسک گردید. بذر ذرت مورد استفاده رقم سینگل کراس ۷۰۴ بود. پس از آماده سازی، عملیات کاشت در تاریخ ۲۰ خرداد ۱۳۹۶ با دست انجام شد به طوری که در هر یک از کرت ها چهار ردیف کاشت هر کدام به فاصله ۶۰ سانتی متر و به طول ۴ متر ایجاد شد. سپس اقدام به کاشت بذر ذرت روی ردیف ها به فاصله ۲۵ سانتی متر شد.

۳-۵- داشت

آبیاری به صورت جوی و پشته ایی به طوری که آبیاری اول بلافاصله پس از کاشت و آبیاری های بعدی تا پایان فصل رشد هر هفته یک مرتبه صورت گرفت. مقادیر آب مصرفی برای تمام تیمارها تقریباً یکسان بود. پس از استقرار بوته ها اقدام به تنک کردن بوته های اضافی گردید.

۳-۶- محلول پاشی

تیمارهای محلول پاشی علف کش نیکوسولفورون، اسیدسالیسیلیک و اسید آمینه با غلظت های مورد نظر در مرحله سه تا شش برگی ذرت انجام شد. کاربرد اسید سالیسیلیک و اسید آمینه نیز تقریباً یک

هفته قبل از کاربرد علف‌کش انجام شد. فرآیند محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در ۱۶ تیر ماه به میزان ۰/۷ میلی‌مولار، محلول‌پاشی اسید آمینه در ۲۰ تیر ماه با غلظت های ۳۰۰ و ۶۰۰ پی پی ام و کاربرد علف‌کش در تاریخ ۲۷ تیر به میزان ۱ و ۲ لیتر در هکتار به وسیله سمپاش شارژی ماتابی ساخت اسپانیا با فشار ۲/۸ بار و حجم محلول مصرفی ۳۰۰ لیتر در هکتار هنگام صبح در هوای ملایم انجام شد.

۳-۷- برداشت

برداشت زمانی که بوته‌ها در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک بودند جهت تعیین عملکرد نهایی و اجزای عملکرد و عملکرد دانه در پایان شهریور ماه تقریباً ۱۵ روز پس از کشت انجام شد.

۳-۸- نمونه برداری جهت صفات زراعی و مورفولوژیک

برای نمونه برداری، دو ردیف کناری و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه حذف شدند. سپس بوته‌ها به نحوی انتخاب می‌شدند که بتوانند تا حد زیادی خصوصیات کرت مربوطه را نشان دهند. بوته‌های مورد نظر از سطح خاک و از ناحیه طوقه قطع شدند، و سپس بوته‌ها جهت اندازه‌گیری صفات مورد نظر به سه بخش برگ، ساقه و بلال تقسیم گردید و به صورت جداگانه در داخل پاکت شماره دار گذاشته شد و برای ارزیابی به آزمایشگاه منتقل گردید.

۳-۹- اندازه‌گیری صفات زراعی

۳-۹-۱- طول و قطر ساقه

طول ساقه از سطح زمین تا انتهای گل‌آذین در ۵ بوته از هر کرت بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری و پس از میانگین‌گیری ثبت گردید. برای اندازه‌گیری قطر ساقه، قطر میانگره اول ۵ بوته از سطح و با

استفاده از کولیس دیجیتالی روی اندازه‌گیری و سپس میانگین آن محاسبه شد.

۳-۹-۲- شاخص سطح برگ

صفت شاخص سطح برگ به منظور بررسی نسبت سطح سبز برای تولید مواد فتوسنتزی در مزرعه اندازه‌گیری می‌شود. سطح برگ نمونه‌ها در ۸۰ روز پس از کاشت توسط رابطه ۳-۱ تعیین شد. سپس برحسب مترمربع سطح برگ در متر مربع سطح زمین محاسبه شد.

$$\text{رابطه (۳-۱)} \quad ۰/۷۵ \times \text{عرض برگ} \times \text{طول برگ} = \text{سطح برگ}$$

۳-۹-۳- اجزای عملکرد و عملکرد دانه

اجزای عملکرد در یک گیاه زراعی مؤلفه‌های میزان تولید نهایی گیاه می‌باشند و در هر گیاه زراعی دارای اجزای خاص خود است. در انتهای دوره‌ی رشد به منظور اندازه‌گیری اجزای عملکرد عملکرد دانه، بلال موجود در سطح یک متر مربع از هر کرت برداشت شد. تعداد ردیف در هر بلال و تعداد دانه در هر ردیف شمارش شد و ثبت گردید. سپس دانه‌ها از بلال جدا و با استفاده از ترازوی ۰/۰۰۱ توزین شد و عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

۳-۹-۴- عملکرد بیولوژیک

به منظور محاسبه عملکرد بیولوژیک بوته‌های ذرت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک پس از حذف اثر حاشیه‌ایی از سطح یک متر مربع برداشت شد، سپس نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفت. پس از اعمال زمان لازم، پاکت‌ها به مدت ۲۵ دقیقه در هوای آزمایشگاه نگهداری شدند تا با محیط به تعادل دمایی برسند و در نهایت با ترازوی حساس به دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. مقادیر به دست آمده بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید.

۳-۹-۵- تعداد کل علف‌های هرز و وزن خشک علف‌های هرز

همزمان با رسیدگی فیزیولوژیک ذرت نمونه برداری از مجموع علف‌های هرز در هر کرت با سه پرتاب تصادفی کوادراتی به ابعاد ۰/۵×۱ متر انجام شد بدین صورت که در هر پرتاب تعداد علف‌های هرز در

کودرات شمارش شدند و به منظور تعیین وزن خشک علف‌های هرز، علف‌های هرز در هر کودرات برداشت و به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه قرار گرفت و با ترازوی ۰/۰۰۱ توزین شد. وزن خشک علف‌های هرز بر حسب کیلوگرم در هکتار و تعداد کل علف‌های هرز بر حسب تعداد در متر مربع محاسبه شد.

۳-۱۰- اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک

۳-۱۰-۱- میزان کلرفیل و کاروتنوئید برگ

به منظور اندازه‌گیری کلرفیل برگ، ۸۰ روز پس از کاشت به طور تصادفی از چند گیاه در هر کرت، از برگ‌های همسن نمونه برداری انجام شد. نمونه‌ها در درون یخ به آزمایشگاه انتقال داده شد. جهت ارزیابی غلظت کلرفیل برگ از روش بدون لهیدگی استفاده شد. بدین ترتیب ۰/۰۱ گرم از بافت تازه برگ توزین و به قطعات کوچکی خرد شد. به نمونه‌ها ۶ میلی‌لیتر دی‌متیل سولفوکسید اضافه شد و محلول حاصل به مدت ۴ ساعت درون حمام آب گرم با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. نمونه‌ها از حمام آب گرم خارج شدند و پس از سرد شدن با قرار گرفتن در اسپکتروفتومتر مدل ۶۳۰۵ Jenway ساخت کشور آلمان، میزان جذب نمونه‌های حاوی کلرفیل در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. سپس با استفاده از روابط موجود میزان کلرفیل a، b و کاروتنوئید محاسبه گردید (هیسوکس و ایسرلیستام، ۱۹۷۹).

$$\text{Cla}(\mu\text{g/ml}) = (12/25 \text{ A663}) - (2/55 \text{ A645}) \quad \text{رابطه (۲-۳)}$$

$$\text{Clb}(\mu\text{g/ml}) = (20/31 \text{ A645}) - (4/91 \text{ A663}) \quad \text{رابطه (۳-۳)}$$

$$\text{Carotenoids} = (1000 \text{ A470} - 1/9 \text{ chl a} - 63/14 \text{ chl b})/214 \quad \text{رابطه (۴-۳)}$$

پس از جایگزین کردن داده‌ها در روابط مذکور، اعداد بدست آمده در $v/w \times 1000$ ضرب گردید تا

اعداد بر حسب میلی گرم بر گرم وزن تر به دست آیند. V حجم محلول کلروفیلی بر حسب میلی لیتر و W وزن تر برگ بر حسب گرم می باشد.

۳-۱۰-۲- میزان سبزینگی

به این منظور ۷۰ روز پس از کاشت با استفاده از دستگاه پرتابل SPAD-502 ساخت کشور ژاپن میزان سبزینگی اندازه گیری شد به طوری که از هر کرت میانگین کلروفیل ۵ برگ بالایی یادداشت و ثبت گردید.

۳-۱۰-۳- محتوای نسبی آب برگ (RWC)

به منظور تعیین مقدار نسبی آب برگ، از هر کرت سه بوته به طور تصادفی انتخاب شد و از هر بوته یک برگ جوان و کاملاً رشد یافته قطع گردید. برگ ها بلافاصله درون پوشش های پلاستیکی داخل یخدان قرارداده و به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از توزین با ترازو بادقت ۰/۰۰۱ گرم (وزن تر)، به مدت ۲۴ ساعت درون آب مقطر و در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار داده شدند (کرامر، ۱۹۸۳). سپس برگ ها از آب مقطر خارج و آب روی آن ها با دستمال گرفته و خشک گردیدند و دوباره توزین شدند (وزن اشباع)، در نهایت نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند و وزن خشک آن ها اندازه گیری گردید. محتوای نسبی آب برگ با استفاده از رابطه ۳-۵ محاسبه شد (کرامر، ۱۹۸۳).

رابطه (۳-۵) $\times 100 = \{(\text{وزن خشک} - \text{وزن تر}) / \text{محتوای نسبی آب برگ}\}$

۳-۱۰-۴- پایداری غشاء پلاسمایی برگ

برای تعیین شاخص پایداری غشاء پلاسمایی اقدام به نمونه گیری برگ هم سن از هر تیمار گردید، از نمونه برگ های تهیه شده به اندازه ۰/۰۱ گرم به صورت قطعات کوچک و هم اندازه جدا گردید، سپس این قطعات به فالکن های حاوی ۱۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه شد و ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم در دمای

۴۰ درجه سانتی‌گراد (C1) قرارداده شدند. به همین ترتیب سری دوم فالکن‌ها آماده سازی گردید و به مدت ۱۵ دقیقه دردمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد (C2) قرارگرفتند. پس از خنک شدن، دردمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد هدایت الکتریکی آن‌ها توسط دستگاه Ec متر اندازه‌گیری شد و از طریق رابطه ۳-۶ میزان پایداری غشای پلاسمایی محاسبه گردید (سایراموسریواساوا، ۲۰۰۱).

$$\text{رابطه (۳-۶)} \quad 100 \times (C1/C2) - 1 = \text{شاخص پایداری غشاء پلاسمایی}$$

۳-۱۱- سنجش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی

جهت اندازه‌گیری آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز، ۰/۵ گرم بافت تازه برگ در یک هاون چینی محتوی ۵ میلی‌لیتر بافر تریس (۰/۰۵ مولار pH= ۷/۵) به مدت ۳۰ دقیقه و در حمام یخ کاملاً ساییده شد. سپس به لوله سانتریفیوژ منتقل شد و پس از ده دقیقه سکون به مدت ۳۰ دقیقه در ۱۵۰۰۰ دور، سانتریفیوژ نمونه‌ها انجام شد. در پایان مرحله سانتریفیوژ، لوله‌ها به آرامی از دستگاه خارج و مرحله رویی از کاغذ صافی عبور داده شد و در طول موج ۵۹۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. عصاره‌های پروتئینی حاصل برای بررسی فعالیت آنزیم‌ها مورد استفاده قرار گرفت (برادفورد، ۱۹۷۶).

۳-۱۱-۱- سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT)

. فعالیت آنزیم کاتالاز با اندازه‌گیری سرعت حذف پراکسید هیدروژن به روش دهیندسا و همکاران (۱۹۸۱) اندازه‌گیری شد. در این روش ابتدا از مخلوط حاوی ۲/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی‌مولار با $\text{Ph} = ۷/۴$ و ۱۰۰ میکرولیتر عصاره پروتئینی برای صفر کردن دستگاه (بلانک) در طول موج ۲۴۰ نانومتر استفاده کرده سپس ۰/۵ میلی‌لیتر پراکسید هیدروژن ۱٪ (سوبسترا) به بلانک اضافه کرده و کاهش جذب آنزیم در طی یک دقیقه قرائت شد. میزان غلظت H_2O_2 موجود در مخلوط واکنش پس از یک دقیقه با استفاده از ضریب خاموشی ($۰/۲۸ \text{ mM}^{-1} \text{ Cm}^{-1}$) اندازه‌گیری

شد. فعالیت ویژه آنزیم بر حسب واحد آنزیم در مقدار پروتئین کل (میلی گرم) موجود در ۵۰۰ میلی لیتر عصاره از روش برادفورد (۱۹۷۶) بدست آمد.

۳-۱۱-۲- سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز (PX)

فعالیت آنزیم پراکسیداز براساس روش ریو و همکاران (۱۹۹۵) اندازه گیری شد. در این روش ابتدا از مخلوط حاوی بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی مولار با $\text{pH} = 6.1$ ، ۰/۵ میلی لیتر گایاکل ۱٪ و ۱۰۰ میکرولیتر عصاره پروتئینی، برای صفر کردن دستگاه (بلانک) در طول موج ۴۲۰ نانومتر استفاده گردید سپس ۰/۵ میلی لیتر پراکسید هیدروژن ۱٪ (سوبسترا) به بلانک اضافه کرده و افزایش جذب آنزیم طی یک دقیقه اندازه گیری شد. فعالیت ویژه آنزیم با استفاده از ضریب خاموشی تترایاکل $(25/5 \text{ mM}^{-1} \text{ Cm}^{-1})$ فعالیت ویژه آنزیم بر حسب واحد آنزیم در مقدار پروتئین کل (میلی گرم) موجود در ۵۰۰ میلی لیتر عصاره از روش برادفورد (۱۹۷۶) بدست آمد.

۳-۱۲- مالون دآلدهید (MDA)

اندازه گیری مالون دآلدهید به روش هیس و پاکر (۱۹۶۹) انجام شد. طبق این روش ۰/۲ گرم از بافت تازه برگ را پس از توزین در هاون چینی حاوی ۳ میلی لیتر اسید تری کلرواستیک اسید (TCA) و ۳ میلی لیتر TCA ۲۰٪ حاوی تیو باربیوتیک اسید (TBA) ۰/۵ درصد هموزن کرده؛ سپس عصاره حاصل را داخل لوله های آزمایش ریخته و درب لوله ها را با پنبه مسدود کرده و به مدت یک ساعت در حمام آب گرم با دمای ۹۵ درجه سانتی گراد قرار داده و پس از آن لوله ها را بلافاصله داخل یخ گذاشته تا سرد شود. مخلوط حاصل به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. شدت جذب این محلول با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۲ نانومتر خوانده شد. ماده مورد نظر برای جذب در این طول موج کمپلکس قرمز MDA – TBA است. جذب بقیه رنگیزه های غیر اختصاصی در طول موج ۶۰۰ نانومتر تعیین و از این مقدار کسر گردید. محاسبه غلظت MDA از

ضریب خاموشی $\text{Mcm}^{-1} \times 10^5$ با استفاده از رابطه ۷-۳ بدست آمد و نتایج حاصل از اندازه‌گیری بر حسب وزن تر محاسبه و ارائه شد.

$$A = \epsilon bc \quad c = \frac{A_{532} - A_{600}}{155} \quad \text{رابطه (۷-۳)}$$

۳-۱۳- درصد پروتئین دانه

برای انجام عمل هضم ۲۵۰ میلی گرم از بذر خوب پودر شده را درون فلاسک‌های شیشه‌ای مخصوص کجلدال ریخته و مقدار ۱/۵ گرم سولفات پتاسیم و ۰/۱۵ گرم سولفات مس به عنوان کاتالیزور به هر فلاسک اضافه گردید. سپس به هر فلاسک ۱۵ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ افزوده شد و فلاسک‌ها درون اجاق مخصوص قرار داده شدند. دمای اجاق به آرامی و هر بار ۴۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت تا به دمای ۳۸۰ درجه سانتی‌گراد رسید. این شیوه برای جلوگیری از جوشش و کف کردن مواد درون فلاسک‌ها بسیار موثر بود. پایان عمل هضم پس از ۲ تا ۲/۵ ساعت و با تبدیل محلول سیاه رنگ درون فلاسک‌ها به محلولی نسبتاً زلال به رنگ سبز بسیار کم رنگ مشخص می‌شد. مقدار نیتروژن نمونه‌ها پس از سرد شدن در دمای آزمایشگاه توسط دستگاه کجلدال سنجیده شد. دستگاه دارای سه مخزن آب مقطر، سود سوزآور ۴۰ درصد و محلول دریافت‌کننده بود. محلول دریافت‌کننده از ترکیب ۱۰۰ میلی لیتر بروموکروزول سبز (۰/۱ گرم بروموکروزول سبز در ۱۰۰ میلی لیتر الکل)، ۷۰ میلی لیتر متیل قرمز (۰/۱ گرم متیل قرمز در ۱۰۰ میلی لیتر الکل) و ۱۰ لیتر اسید بوریک ۱ درصد تشکیل شده بود. پس از قرارگیری فلاسک‌ها در دستگاه به ترتیب ۲۰ میلی لیتر آب مقطر و ۳۰ میلی لیتر سود سوزآور ۴۰ درصد به نمونه اضافه شده و با فشار بخار آب عمل تقطیر انجام گرفت. طی مرحله تقطیر نیتروژن موجود در نمونه به صورت گاز آمونیاک متساعد شده و رنگ محلول حاوی نمونه به قهوه‌ای سوخته تبدیل می‌گردد. گاز آمونیاک حاصل به ظرفی حاوی محلول دریافت‌کننده منتقل شده و به همراه اسید بوریک بورات آمونیوم را تشکیل می‌دهد که معرف‌های موجود در محلول دریافت‌کننده آن را به صورت رنگ سبز نمایان می‌سازند. عمل تیتراسیون نیز صورت گرفت. طی این عمل بورات

آمونیم حاصل در محلول دریافت‌کننده توسط مقدار کافی از محلول تیترايزول اسیدکلریدریک ۰/۱ نرمال و تا رسیدن به رنگ ارغوانی تیترا شد. به منظور تبدیل مقدار اسیدکلریدریک ۰/۱ نرمال مصرف شده در تیتراسیون به درصد نیتروژن نمونه و تبدیل آن به درصد پروتئین از رابطه ۳-۸ و ۳-۹ استفاده شد. ضریب تبدیل برای ذرت ۶/۲۵ در نظر گرفته شد (والینگ و همکاران، ۱۹۸۹).

$$\text{رابطه (۳-۸)} \quad \text{وزن نمونه (گرم)} / (A \times 0.14) = \text{درصد نیتروژن نمونه}$$

$$\text{رابطه (۳-۹)} \quad \text{ضریب تبدیل پروتئین} \times \text{درصد نیتروژن} = \text{درصد پروتئین نمونه}$$

در این رابطه A حجم اسیدکلریدریک ۰/۱ مولار مصرفی بر حسب میلی‌لیتر می‌باشد.

۳-۱۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC و رسم شکل‌ها و نمودارها توسط نرم‌افزار EXCEL انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت پذیرفت.

فصل چهارم

نتایج و بحث

۱-۴- کلروفیل a

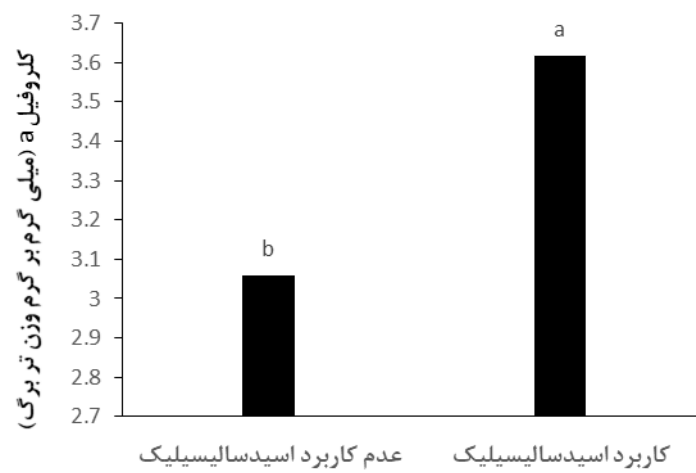
نتایج نشان داد که از بین منابع تغییر اثر ساده اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه در سطح احتمال ۵ درصد بر کلروفیل a معنی دار شد (جدول ۱-۴). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده اسیدسالیسیلیک نشان داد که استفاده از اسیدسالیسیلیک نسبت به عدم کاربرد آن به میزان ۱۸/۲۶ درصد موجب افزایش کلروفیل a شده است (شکل ۱-۴). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر ساده اسیدآمینه نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a مربوط به دوز دو اسیدآمینه (۳۰۰ پی پی ام) با ۳/۶۶۵ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ بود که با کاربرد دوز سه اسیدآمینه (۶۰۰ پی پی ام) با ۳/۴۹۳ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ در یک سطح آماری قرار گرفت و کمترین میزان کلروفیل a مربوط به عدم استفاده اسیدآمینه با ۲/۶۸۶ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ بود (شکل ۲-۴). بررسی های شوقیان و همکاران (۱۳۹۶) نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a در مصرف ۱/۵ میلی مولار اسیدسالیسیلیک در شرایط کم آبیاری و کمترین مقدار کلروفیل a در عدم مصرف اسیدسالیسیلیک و تنش خشکی بدست آمد به طوری که عدم مصرف اسیدسالیسیلیک و تنش خشکی سبب کاهش ۷۰ درصدی میزان کلروفیل a شد. سالیسیلیک اسید با افزایش فعالیت آنزیم های درگیر در فتوسنتز و همچنین کاهش گونه های فعال اکسیژن با تحت تاثیر قرار دادن فرآیندهای بیوشیمیایی و فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی منجر به افزایش محتوای کلروفیل در گیاه می شود (دولت مند و همکاران، ۱۳۹۶). کاهش میزان کلروفیل می تواند به واسطه کاهش سنتز کلروفیل و همچنین ناشی از تخریب آن باشد. تخریب مولکولی کلروفیل به علت شکسته شدن زنجیره فیتولی از حلقه پورفیرین در اثر رادیکال های آزاد اکسیژن و یا توسط آنزیم های کلروپلاز صورت می گیرد (پروایز و ساتیاویتی، ۲۰۰۸). طی آزمایشی که برای بررسی تاثیر اسید فولیک و اسید آمینه بر فعالیت آنتی اکسیدانی و رنگیزه های فتوسنتزی گیاه دارویی گیشنیز انجام شد، نتایج حاصل نشان داد که اسید آمینه بر فعالیت آنتی اکسیدانی و کلروفیل a و کلروفیل کل تاثیر مثبتی داشته است (امینی فر و همکاران، ۱۳۹۸). گزارش شده است که استفاده از اسید آمینه

گلايسين بتائين از تخريب كلروفيل و فعاليت آنزيم كلروفيلاز ممانعت كرده و بر ميزان ساخت كلروفيل a افزوده است (ميري و ضمانی مقدم، ۱۳۹۳). نتايج آزمایشات مذکور با نتايج اين پژوهش مطابقت دارد.

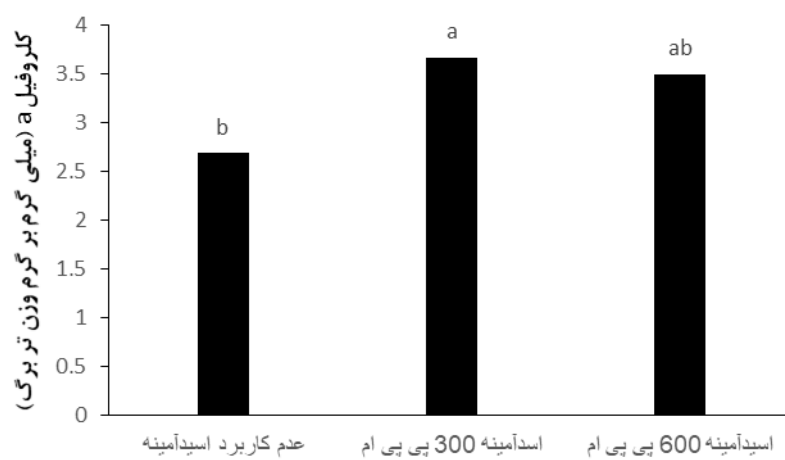
جدول ۴-۱- تجزيه واريانس (ميانگين مربعات) كلروفيل و كاروتنوئيد برگ ذرت تحت تاثير تيما رهاي آزمایش

منابع تغيير	درجه آزادی	كلروفيل a	كلروفيل b	كاروتنوئيد
تكرار	۲	۲/۶۹۸	۰/۰۴۱	۰/۰۰۴
علف كش	۲	۰/۵۷۲	۰/۰۳۵	۰/۳۷۳ **
اسيد ساليسيليك	۱	۴/۱۴۹ *	۰/۲۶۱	۰/۲۴۳ *
علف كش × اسيد ساليسيليك	۲	۰/۴۴۳	۰/۰۵۶	۰/۰۸۱
اسيد آمينه	۲	۳/۱۶۹ *	۰/۰۹۰	۰/۰۶۸
علف كش × اسيد آمينه	۴	۰/۶۴۶	۰/۲۸۳ *	۰/۰۸۵
اسيد ساليسيليك × اسيد آمينه	۲	۰/۶۴۴	۰/۱۶۱	۰/۱۹۳ **
علف كش × اسيد ساليسيليك	۴	۰/۹۵۳	۰/۲۱۷	۰/۰۶۳
× اسيد آمينه				
خطا	۳۴	۰/۹۵۰	۰/۰۸۵	۰/۰۳۳
ضريب تغييرات (درصد)		۲۹/۱۷	۲۸/۳۱	۲۷/۷۹

**و* به ترتيب بيانگر معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.



شکل ۴-۱- اثر کاربرد اسیدسالیسیلیک بر کلروفیل a

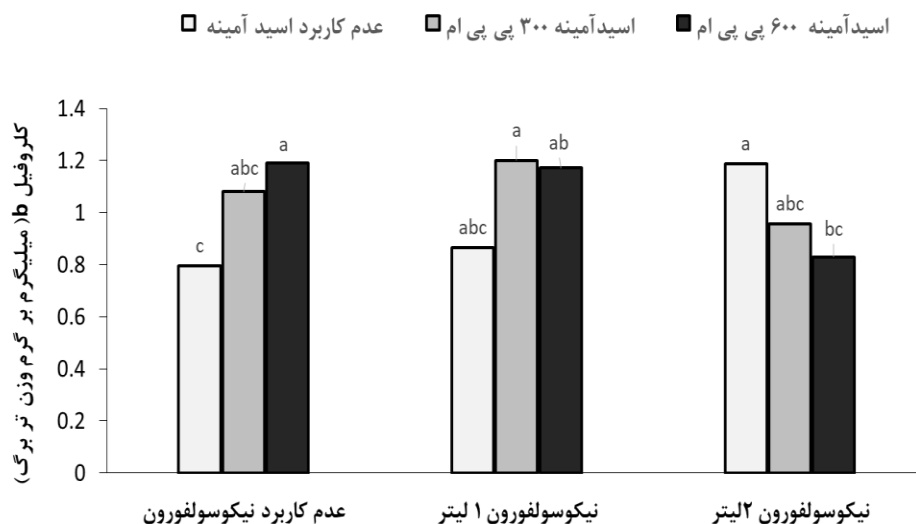


شکل ۴-۲- اثر ساده اسیدآمیننه بر کلروفیل a

۴-۲- کلروفیل b

آنالیز داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن اثر متقابل علف‌کش و اسیدآمین‌ه در سطح احتمال ۵ درصد بر کلروفیل b می‌باشد (جدول ۴-۱). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش علف‌کش و اسیدآمین‌ه حاکی از آن است (شکل ۴-۳) که بیشترین میزان کلروفیل b مربوط به کاربرد علف‌کش به میزان ۱ لیتر در هکتار +۳۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین‌ه معادل ۱/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ که با تیمارهای عدم کاربرد علف‌کش +۶۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین‌ه، استفاده ۱ لیتر علف‌کش در هکتار +۶۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین‌ه، استفاده ۲ لیتر علف‌کش در هکتار +۳۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین‌ه، عدم کاربرد علف‌کش +۳۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین‌ه، کاربرد ۲ لیتر و ۱ لیتر در هکتار علف‌کش در عدم حضور اسیدآمین‌ه در یک سطح آماری قرار گرفت. لازم به ذکر است که کمترین میزان کلروفیل b مربوط به ترکیب تیماری شاهد با ۰/۷۴۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بود که با تیمارهای عدم کاربرد علف‌کش و استفاده ۳۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین‌ه، کاربرد ۱ لیتر در هکتار علف‌کش و عدم استفاده اسیدآمین‌ه، استفاده ۲ لیتر در هکتار علف‌کش و کاربرد ۳۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین‌ه در یک سطح آماری قرار گرفت. بطور کلی در حالت عدم کاربرد علف‌کش و کاربرد دوز کاهش یافته آن، افزایش میزان مصرف اسیدآمین‌ه سبب افزایش میزان کلروفیل b گردید اما در دوز بالای علف‌کش، مصرف اسیدآمین‌ه تاثیر معنی‌داری نسبت به شاهد بر افزایش کلروفیل b نداشت. در پژوهشی که بر روی ذرت انجام شده است نتایج حاصله حاکی از آن بود که تنش خشکی باعث کاهش رشد، میزان کلروفیل a و b شد. اما محلول-پاشی اسیدآمین‌ه پرولین باعث بهبود رشد و افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی گردید (درویزه و همکاران، ۱۳۹۶). در راستای نتایج این پژوهش، طی آزمایشی که به منظور کاربرد خارجی اسیدآمین‌ه بتائین-گلايسين با هدف کاهش تنش خشکی در گیاه ذرت انجام شد، نتایج نشان داد که کاربرد ۱۵۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین‌ه میزان کلروفیل a و b و در نهایت عملکرد و شاخص سطح برگ را افزایش داد (میری و همکاران، ۱۳۹۳). اسیدهای آمینه از طریق افزایش تحمل تنش‌های محیطی، افزایش غلظت کلروفیل

و در نتیجه اثر بر فتوسنتز بر رشد و عملکرد گیاهان موثر واقع می‌شوند (پورسیف و همکاران، ۱۳۹۳). طی آزمایشی توسط بهداد و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کرده‌اند که علف‌کش گلیفوسیت و کادمیوم به صورت معنی‌داری رشد اندام هوایی و ریشه و میزان کلروفیل و کارتنوئید را کاهش داد اما تیمار گیاهچه‌ها با اسیدآمین به بهبود اثرات تنش و افزایش شاخص‌های رشد و رنگیزه‌های فتوسنتزی گردید. به نظر می‌رسد کاربرد اسیدآمین می‌تواند در غلظت‌های کم علف‌کش نیکوسولفورون بر رنگدانه کلروفیل b تاثیر مثبت داشته باشد اما در غلظت‌های بالای علف‌کش توان تاثیر گذاری بالایی ندارد.

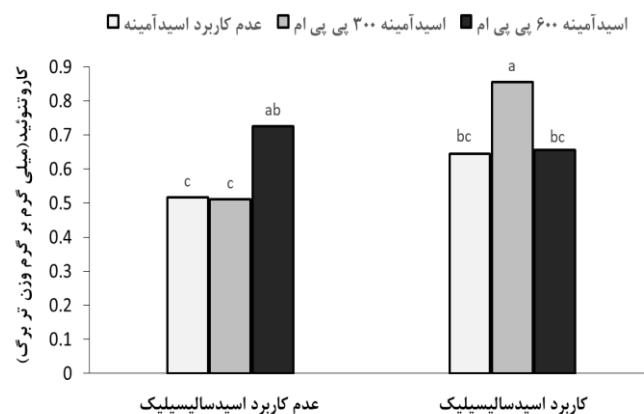


۳-۴ - اثر متقابل دو جانبه علف‌کش × اسیدآمین بر کلروفیل b

۳-۴ - کاروتنوئید

تجزیه داده‌های حاصل از اندازه‌گیری کاروتنوئید موجود در برگ نشان داد که اثر علف‌کش و اثر متقابل اسیدسالیسیک و اسیدآمین در سطح احتمال ۱ درصد و اثر اسیدسالیسیک در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان کاروتنوئید معنی‌دار شد (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین اثر متقابل محلول‌پاشی اسیدسالیسیک و اسیدآمین نشان داد که بیشترین میزان کاروتنوئید مربوط به کاربرد

اسیدسالیسیلیک و ۳۰۰ پی پی ام اسیدآمینه بود که نسبت به تیمار شاهد که کمترین میزان کاروتنوئید را به خود اختصاص داد، ۶۵/۵ درصد افزایش داشت (شکل ۴-۴). کاروتنوئیدها دسته ای از رنگدانه ها هستند که در جذب نور در گیاهان نقش مهمی دارند و به عنوان ترکیبات آنتی اکسیدان و ترکیبات ضروری دستگاه فتوسنتزی ایفای نقش می کنند. این ترکیبات در از بین بردن گونه های فعال اکسیژن در کمپلکس فتوسنتزی دخالت دارند (حیدری و همکاران، ۱۳۹۶). در تحقیقی اثر محلول پاشی اسیدسالیسیلیک بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی دو رقم کلزا مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که محلول پاشی اسیدسالیسیلیک باعث افزایش معنی دار مقدار کلروفیل a و b، کلروفیل کل، کاروتنوئید، آنتوسیانین، پرولین و قندهای محلول شده است. افزایش رنگیزه های فتوسنتزی، پرولین و قندها و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی غشاء نشان دهنده کاهش خسارت اکسیداتیو و نقش اسیدسالیسیلیک در افزایش تحمل به تنش می باشد (کشاورز و همکاران، ۱۳۹۰). بنابراین می توان گفت که اسیدهای آمینه با اثر بر افزایش تحمل به تنش های محیطی، افزایش غلظت کلروفیل، کاروتنوئید و در نتیجه اثر بر فتوسنتز، بر رشد و عملکرد گیاهان مؤثر واقع می شوند (پورسیف و همکاران، ۱۳۹۳).



شکل ۴-۴- اثر متقابل اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه بر کاروتنوئید

۴-۴ - میزان سبزی‌نگی برگ (عدد spad)

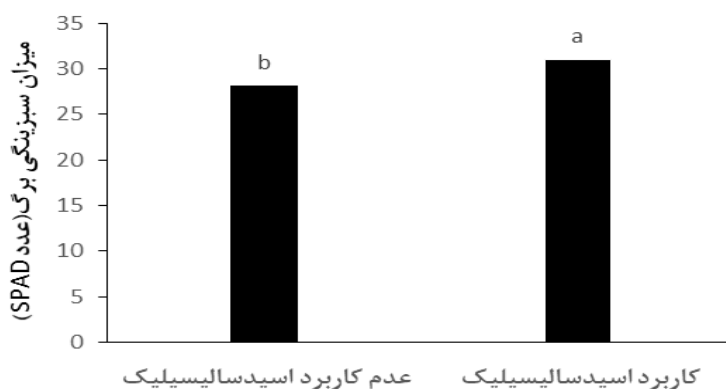
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (جدول ۴-۲) که اثر ساده اسیدسالیسیلیک در سطح احتمال ۵ درصد تاثیر معنی‌داری بر میزان سبزی‌نگی برگ ذرت داشت اما اثرات ساده و متقابل سایر تیمارها بر صفت مذکور معنی‌دار نبود. نتایج (شکل ۴-۵) نشان داد که بیشترین میزان سبزی‌نگی برگ مربوط به کاربرد اسیدسالیسیلیک بود که نسبت به عدم کاربرد آن ۱۰/۵ درصد این صفت را بهبود بخشید. تورز و همکاران (۲۰۱۵) معتقدند که یک رابطه‌ی معنی‌دار بین غلظت کلروفیل برگ و محتوای نیتروژن برگ وجود دارد، زیرا بخش عمده نیتروژن برگ در ساختار مولکول کلروفیل به کار رفته است. لذا به نظر می‌رسد اسیدسالیسیلیک با ویژگی خاصی که دارد می‌تواند باعث افزایش جذب نیتروژن و فرایند کلروفیل‌سازی و افزایش میزان سبزی‌نگی برگ شود. در راستای پژوهش حاضر، نصیری‌نژاد و همکاران (۱۳۹۰) نیز گزارش دادند که کاربرد اسیدسالیسیلیک موجب افزایش میزان سبزی‌نگی و محتوای کلروفیل برگ آفتابگردان نسبت به عدم استفاده از آن شد.

جدول ۴-۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) میزان سبزینگی برگ، محتوای نسبی آب برگ و پایداری غشا پلاسمایی برگ

ذرت تحت تاثیر تیمارهای آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	میزان سبزینگی برگ	محتوای نسبی آب برگ	پایداری غشا پلاسمایی
تکرار	۲	۶۴/۶۱۲	۷۵/۴۶۰	۲۷/۱۳۸
علف کش	۲	۱۲/۱۶۸	۰/۲۳۶	۵۸۸/۳۳۹ **
اسید سالیسیلیک	۱	۱۱۷/۶۳۱ *	۹۴/۶۷۱	۱۳۵/۵۶۵ *
علف کش × اسید سالیسیلیک	۲	۴۴/۹۰۶	۶۶/۵۷۹	۴۲/۰۴
اسید آمینه	۲	۶۳/۷۱۵	۱۵/۲۱۷	۷۷/۸۵۶
علف کش × اسید آمینه	۴	۲۱/۰۸۰	۱۳۰/۶۹۹ *	۱۸/۹۱۹
اسید سالیسیلیک × اسید آمینه	۲	۰/۲۸۱	۱۸/۶۰۰	۳۵۸/۷۲۱ **
علف کش × اسید سالیسیلیک	۴	۴۰/۴۷۴	۹۶/۴۷۵	۴۵/۰۳۷
علف کش × اسید آمینه	۴	۱۹/۹۹۷	۴۶/۹۹۶	۲۷/۳۴۳
خطا	۳۴	۱۵/۱۱	۹/۵۷	۱۷/۶۹
ضریب تغییرات (درصد)				

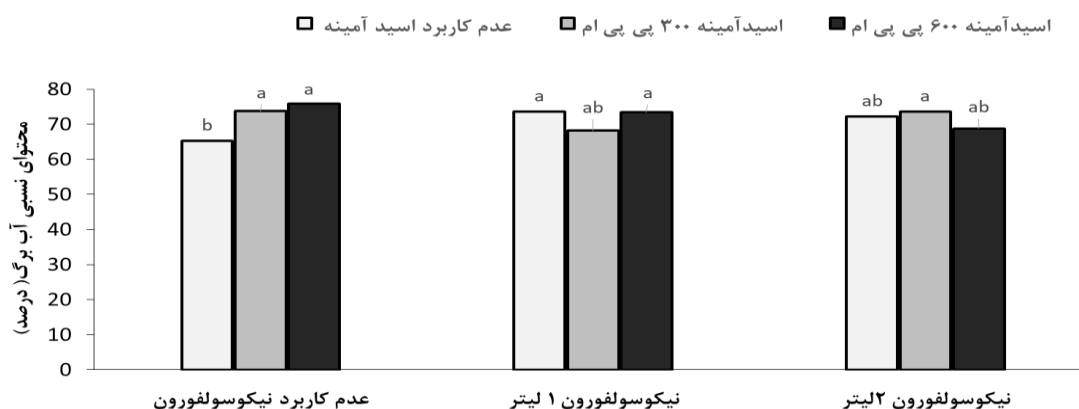
و* به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.



شکل ۴-۵- اثر اسید سالیسیلیک بر میزان سبزینگی برگ ذرت

۴-۵- محتوای نسبی آب برگ (RWC)

محتوای نسبی آب برگ، جذب آب به وسیله بافت‌ها و سلول‌ها را نشان می‌دهد و نشانه‌ای از مقدار رطوبت حفظ شده در برگ‌ها در شرایط تنش رطوبتی است (سیلوا و همکاران، ۲۰۰۷). از بین منابع تغییر تنها اثر متقابل علف‌کش × اسیدآمین به محتوای نسبی آب برگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد و سایر منابع تغییر بر این صفت اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین اثر متقابل علف‌کش × اسیدآمین نشان داد که بیشترین محتوای نسبی آب برگ با ۷۵/۹۳ درصد مربوط به ترکیب تیماری عدم کاربرد علف‌کش و کاربرد ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین بود که با سایر ترکیبات تیماری به جز ترکیب تیماری شاهد در یک سطح آماری قرار گرفت و کمترین میزان محتوای نسبی آب برگ با ۶۵/۲۱ درصد مربوط به ترکیب تیماری شاهد بود (شکل ۴-۶). نتایج نشان داد که در شرایط عدم کاربرد علف‌کش، کاربرد اسیدآمین افزایش محتوای نسبی آب برگ را به همراه داشت اما در حضور علف‌کش کاربرد آمین به اثر معنی‌داری بر صفت مذکور نداشت. اسیدهای آمین با تنظیم اسمزی در واقع با کاهش پتاسیل اسمزی که افزایش جذب آب توسط سلول را بدنبال دارد موجب افزایش محتوای نسبی آب برگ می‌شود (ماهر و همکاران، ۲۰۱۹). حامد و علی (۲۰۱۴) گزارش کردند که محلول‌پاشی اسیدآمین بر روی گندم در شرایط آبیاری و کم‌آبیاری به طور قابل توجهی باعث بهبود محتوای نسبی آب برگ و یکپارچگی غشا و جذب ازت و پتاسیم شد. بنابراین نتایج این پژوهش گویای اثر مثبت کاربرد اسیدآمین بر محتوای نسبی آب برگ در عدم حضور علف‌کش نیکوسولفورن می‌باشد.

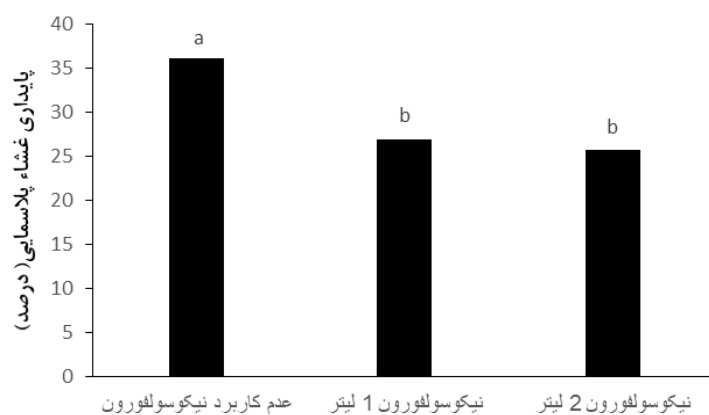


شکل ۴-۶- اثر متقابل دو جانبه علف کش و اسید آمینه بر محتوای نسبی آب برگ

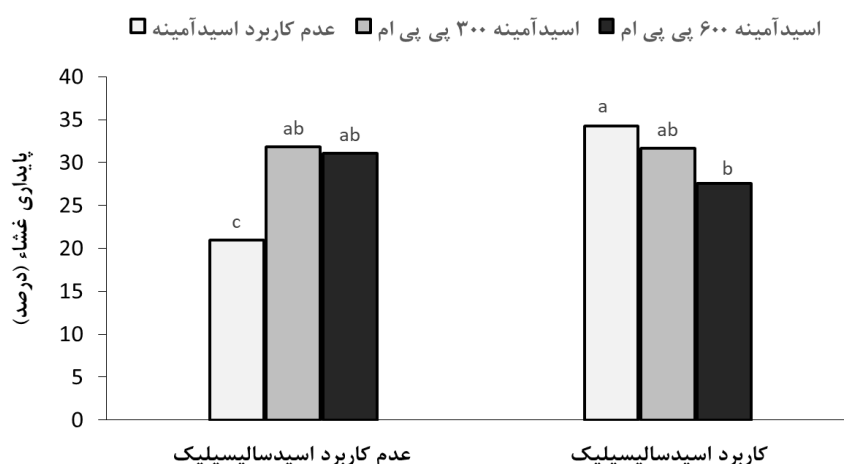
۴-۶- شاخص پایداری غشاء

از بین منابع تغییر اثر ساده اسیدسالیسیلیک در سطح احتمال ۵ درصد، اثر ساده علف کش و اثر متقابل دوجانبه اسیدسالیسیلیک × اسید آمینه در سطح احتمال ۱ درصد بر شاخص پایداری غشاء معنی دار شد (جدول ۴-۲). نتایج مقایسه اثر ساده علف کش نشان داد که بالاترین شاخص پایداری غشاء مربوط به عدم کاربرد علف کش بود و پایین ترین میزان پایداری غشاء مربوط به کاربرد ۱ و ۲ لیتر علف کش در هکتار بود. علف کش ها با ایجاد تنش اکسیداتیو و آسیب به لیپیدهای غشایی یکپارچگی غشاء سلولی گیاه را از بین می بردند و پایداری غشاء پلاسمایی را کاهش می دهد (اسماعیل-نژاد و خارا، ۱۳۹۹). میانگین اثر متقابل اسیدسالیسیلیک × اسید آمینه نشان داد که بالاترین شاخص پایداری غشاء برگ مربوط به ترکیب تیماری کاربرد اسیدسالیسیلیک و عدم کاربرد اسید آمینه بود به طوری که پایداری غشاء را نسبت به شاهد ۱۳/۲۹ درصد بهبود بخشید که با تیمارهای کاربرد اسیدسالیسیلیک و استفاده ۳۰۰ پی پی ام اسید آمینه، عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و کاربرد ۳۰۰ و ۶۰۰ پی پی ام اسید آمینه در یک سطح آماری قرار گرفت (شکل ۴-۸). اسیدسالیسیلیک با افزایش توان آنتی اکسیدانی گیاهان به واسطه مواردی از جمله کاروتنوئیدها باعث کاهش مقدار پراکسید هیدروژن و پراکسیداسیون لیپیدها و حفاظت بیشتر از غشاهای سلولی می شود (فاضلیان و اسرار، ۱۳۹۰).

همچنین اسیدسالیسیلیک از طریق افزایش آنزیم فنیل آلانین آمونیالیز که تجمع مواد فنلی را به همراه دارد، سبب از بین بردن رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از اثر سوء آن‌ها در تخریب غشاء سلولی می‌شود (سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۳). استفاده از اسیدهای آمینه از طریق تجمع قندهای محلول همچون پرولین موجب حفظ ثبات غشاء می‌شود (علی و همکاران، ۱۳۸۹). در آزمایشی گزارش شد که در شرایط تنش شوری که موجب افزایش نشت الکترولیت و کاهش پایداری غشاء می‌شود، محلول-پاشی اسید آمینه موجب بهبود پایداری غشا در این شرایط شده است (پورسلطان و همکاران، ۱۳۹۶). علی و همکاران (۱۳۸۹) طی آزمایشی نشان دادند که با افزایش غلظت اسید آمینه گلیسین بتائین تا ۵۰ میلی‌مولار میزان نشت الکترولیت در گیاه ذرت کاهش یافت و پایداری غشاء نیز بهبود یافت. طریق‌السلامی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش دادند که اسیدسالیسیلیک به طور معنی‌داری نشت یونی و تجمع یون‌های سمی را در گیاهان کاهش می‌دهد در نتیجه سبب افزایش پایداری غشاء و همچنین افزایش سیتوکینین می‌شود. در آزمایشی کاربرد اسید آمینه پرولین به همراه اسیدسالیسیلیک توانست سبب بهبود پایداری غشا در شرایط تنش در گیاه سویا شود (غفاری و تدین، ۱۳۹۸). بنابراین اسیدسالیسیلیک و اسید آمینه با نقش دفاعی خود اثر سوء تنش‌ها از جمله تنش اکسیداتیو ناشی از کاربرد علف‌کش را کاهش داده و موجب حفظ پایداری غشاء شد.



۴-۷- اثر علف‌کش بر پایداری غشاء پلاسمایی



شکل ۴-۸- اثر متقابل اسیدسالیسیلیک × اسید آمینه بر پایداری غشاء پلاسمایی

۴-۷- میزان فعالیت آنزیم کاتالاز

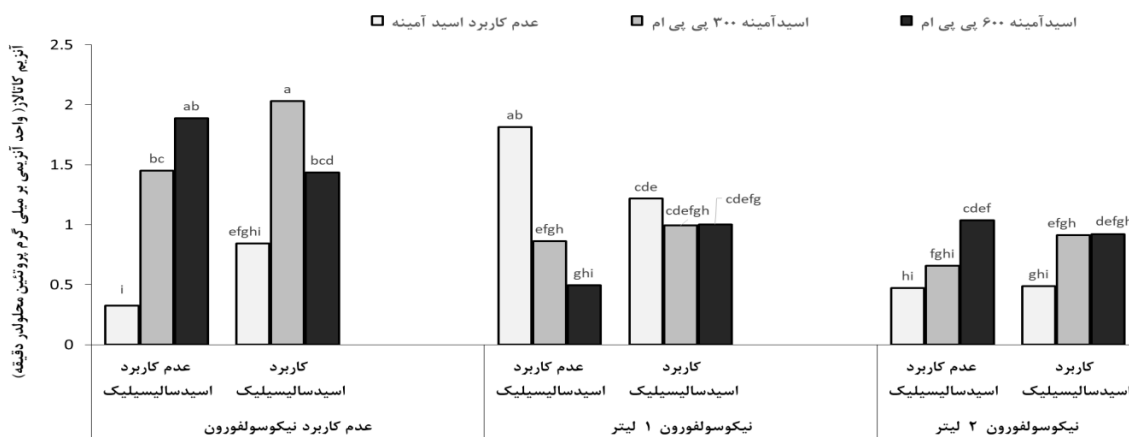
نتایج نشان داد که اثر ساده تیمار علف‌کش، اثر متقابل علف‌کش × اسید آمینه و علف‌کش × اسیدسالیسیلیک × اسید آمینه در سطح احتمال ۱ درصد و تیمار محلول‌پاشی اسید آمینه در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز تاثیرگذار بود (جدول ۴-۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه جانبه علف‌کش × اسیدسالیسیلیک × اسید آمینه نشان داد که بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز مربوط به ترکیب تیماری عدم کاربرد علف‌کش و کاربرد اسیدسالیسیلیک و ۳۰۰ پی پی ام اسید آمینه با ۲/۰۳ واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه بود که با ترکیب تیماری عدم استفاده از علف‌کش و اسیدسالیسیلیک و کاربرد ۶۰۰ پی پی ام اسید آمینه و تیمار کاربرد ۱ لیتر علف‌کش در هکتار و عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسید آمینه در یک سطح آماری قرار گرفت (شکل ۴-۹، جدول پیوست ۱). نتایج نشان داد با افزایش مقدار علف‌کش بکار رفته در حضور یا عدم حضور اسید آمینه و اسیدسالیسیلیک مقدار آنزیم کاتالاز کاهش یافت (شکل ۴-۹). در شرایط عدم کاربرد علف‌کش، کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسید آمینه سبب افزایش میزان فعالیت کاتالاز گردید. آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز به عنوان اصلی‌ترین آنزیم‌های مهارکننده پراکسید هیدروژن شناخته شده‌اند که میزان خسارت ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن با افزایش سطوح فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز در گیاه می‌تواند تقلیل

یابد(زند و همکاران، ۱۳۸۸). اسیدسالیسیلیک با تغییر فعالیت آنزیم‌هایی نظیر کاتالاز، پراکسیداز، آسکوربات و ... موجب افزایش موقت و جزئی در مقدار پراکسید هیدروژن گردیده که منجر به القای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی سلول و سایر پاسخ‌های کاهش دهنده اثرات منفی تنش می‌گردد (دانشمند و همکاران، ۲۰۱۲). در آزمایشی بر روی گیاه ماریتیغال کاربرد اسیدسالیسیلیک موجب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز گردید. اسیدسالیسیلیک به عنوان یک سوپسترا دهنده الکترون برای کاتالاز و پراکسیداز عمل نموده و باعث کاهش اثرات تنش می‌گردد و فعالیت این دو آنزیم را افزایش می‌دهد (شالوند و همکاران، ۱۳۹۷). در راستای نتایج آزمایش ما، در تحقیق دیگری که توسط حبیبی و همکاران (۲۰۱۲) بر روی گیاه جو انجام شد نشان داد که استفاده از اسیدسالیسیلیک سبب افزایش مقادیر آنزیم کاتالاز در گیاه جو شده است. طبق گزارشات پورابتهاج (۱۳۹۱)، بالاترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز مربوط به محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید+ محلول‌پاشی اسیدآمینه بود. هوکو و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کرده اند که فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی مانند کاتالاز، پراکسیداز با کاربرد اسیدآمینه به طور معنی داری افزایش یافت. بسیاری از محققان گزارش دادند که گونه‌های فعال اکسیژن در گیاهان در معرض استرس علف‌کش ها به روش‌های مختلف افزایش می‌یابد. بنابراین آسیب‌های اکسیداتیو در غشاها، کلروپلاست‌ها و سایر اندام‌ها ظاهر می‌شود و در نهایت سبب مرگ سلول و گیاه می‌گردد. گولسین و همکاران(۲۰۱۸) نیز گزارش کردند که اسیدسالیسیلیک نقش محافظت‌کنندگی موثری روی گندم در مقابل تنش علف‌کش فنوکساپروپ پی اتیل نشان داد. به نظر می‌رسد دو نوع تنش به گیاه ذرت وارد شده است که در حالت عدم کاربرد علف‌کش، تنش رقابت ناشی از علف هرز سبب کاهش کاتالاز گردیده است و اما در شرایط کاربرد علف‌کش با دوز توصیه شده، علف‌کش نیز سبب ایجاد تنش و کاهش آنزیم کاتالاز حتی در شرایط کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه شده است. بنابراین در حضور علف‌کش نیکوسولفورن اسیدهای آمینه و اسیدسالیسیلیک نتوانست کاهش آنزیم کاتالاز را جبران نماید.

جدول ۴-۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) آنزیم های آنتی اکسیدان ذرت تحت تاثیر تیمارهای آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	کاتالاز	پراکسیداز
تکرار	۲	۰/۲۳۵	۰/۰۴۵
علف کش	۲	۱/۵۲۶ **	۰/۰۰۳
اسید سالیسیلیک	۱	۰/۱۱۷	۰/۰۲۳ *
علف کش × اسید سالیسیلیک	۲	۰/۰۵۳	۰/۰۴۲ **
اسید آمینه	۲	۰/۴۷۵ *	۰/۰۲۷ **
علف کش × اسید آمینه	۴	۱/۶۸۷ **	۰/۰۳۵ **
اسید سالیسیلیک × اسید آمینه	۲	۰/۱۷۷	۰/۰۲۱ *
علف کش × اسید سالیسیلیک	۴	۰/۴۲۷ **	۰/۰۳۹ **
اسید آمینه × اسید سالیسیلیک	۴	۰/۴۲۷ **	۰/۰۳۹ **
خطا	۳۴	۰/۰۹۹	۰/۰۰۵
ضریب تغییرات (درصد)		۲۹/۹۷	۲۱/۷۳

و* به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

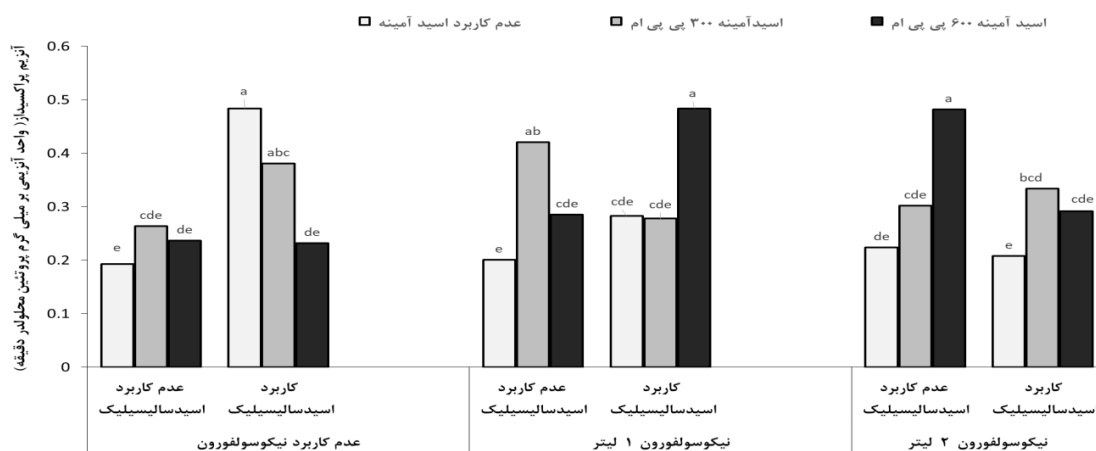


شکل ۴-۹- اثر متقابل سه جانبه علف کش، اسید سالیسیلیک و اسید آمینه بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز

۴-۸- میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز

اثرات کلیه منابع تغییر به جز تیمار علف‌کش بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز معنی دار بود. لازم به ذکر است که اثر ساده تیمار محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک و اثر دو جانبه اسیدسالیسیلیک × اسیدآمینو در سطح احتمال ۵ درصد و اثر ساده اسیدآمینو و اثر متقابل علف‌کش × اسیدسالیسیلیک، علف‌کش × اسیدآمینو و علف‌کش × اسیدسالیسیلیک × اسیدآمینو در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز معنی دار شد (جدول ۴-۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل علف‌کش × اسیدسالیسیلیک × اسیدآمینو نشان داد که بیشترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز با $0/484$ واحد آنزیمی بر میلی‌گرم پروتئین در دقیقه مربوط به ترکیب تیماری $a_1+b_2+c_1$ و a_2+b_2+c بود که با ترکیب تیماری $a_1+b_2+c_2$ ، $a_2+b_1+c_2$ ، $a_3+b_1+c_3$ در یک سطح آماری قرار گرفت و کمترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز معادل $0/193$ واحد آنزیمی بر میلی‌گرم پروتئین در دقیقه بود که تیمار $a_1+b_1+c_1$ (شاهد) به خود اختصاص داد و البته با تیمارهای $a_1+b_1+c_2$ ، $a_1+b_1+c_3$ ، $a_1+b_2+c_3$ ، $a_2+b_1+c_1$ ، $a_2+b_1+c_3$ ، $a_2+b_2+c_1$ ، $a_2+b_2+c_2$ ، $a_3+b_1+c_1$ در یک سطح آماری قرار گرفت (شکل ۴-۱۰، جدول پیوست ۱). آنزیم‌هایی مانند کاتالاز و پراکسیداز از آنزیم‌های مهم سیستم دفاعی گیاهان می‌باشند (دولت آبادیان و همکاران، ۱۳۹۸). کاربرد خارجی اسیدسالیسیلیک بر روی فرایندهای مختلف فیزیولوژیکی، مولکولی و بیوشیمیایی در گیاهان از قبیل سیستم آنتی‌اکسیدانی تاثیر می‌گذارد. ترکیبات فنلی مثل اسیدسالیسیلیک به عنوان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی شناخته شده‌اند که با مکانیسم‌های متعددی مانند جاروب کردن رادیکال‌های آزاد و قطع کردن واکنش زنجیره‌وار اکسیداسیون، دادن هیدروژن، خاموش کردن اکسیژن یکتایی و با قرارگرفتن به عنوان گوهر مایه آنزیم‌های پراکسیداز نقش آنتی‌اکسیدانی خود را ایفا می‌کنند. این ترکیبات همچنین با دادن سریع هیدروژن به رادیکال‌های لیپید از ادامه زنجیره پراکسیداسیون جلوگیری می‌کنند و قادرند محصولاتی با قدرت اکسید کنندگی

کمتر از ترکیبات اولیه تولید نمایند (قربانعلی و همکاران، ۲۰۰۴). شکیر و همکاران (۱۹۹۷) گزارش دادند اسیدسالیسیلیک سبب افزایش میزان فعالیت پراکسیداز در گیاه ذرت گردید. در آزمایشی استفاده از آمینواسید فنیل آلانین و گلیسین تاثیر مثبتی در متابولیسم آنتی اکسیدانی گیاه سویا داشت و باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های ضد استرسی پراکسیداز و کاتالاز شد (ولکوپریا و همکاران، ۲۰۱۷). هوکو و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کرده اند که فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی مانند کاتالاز و پراکسیداز با کاربرد اسید آمینه به طور معنی داری افزایش یافت. براساس نتایج این آزمایش در برخی ترکیبات تیماری که حاوی اسید آمینه بودند حتی در حضور مقادیر مختلف علف کش میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز افزایش یافت. در مجموع روند مشخصی در بررسی نتایج این صفت مشاهده نشد که می تواند احتمالا ناشی از تاثیر تنش علف هرز روی ذرت در تیمارهای عدم کاربرد علف کش و همچنین تنش علف کش در تیمارهای کاربرد نیکوسولفورون باشد.



شکل ۴-۱۰- اثر متقابل سه جانبه علف کش، اسیدسالیسیلیک و اسید آمینه بر فعالیت آنزیم

علف کش: a₁ (صفر)، a₂ (۱ لیتر در هکتار)، a₃ (۲ لیتر در هکتار)، اسیدسالیسیلیک: b₁ (صفر)،

b₂ (۰/۷ میلی مولار)، اسید آمینه: c₁ (صفر)، c₂ (۳۰۰ پی پی ام)، c₃ (۶۰۰ پی پی ام)

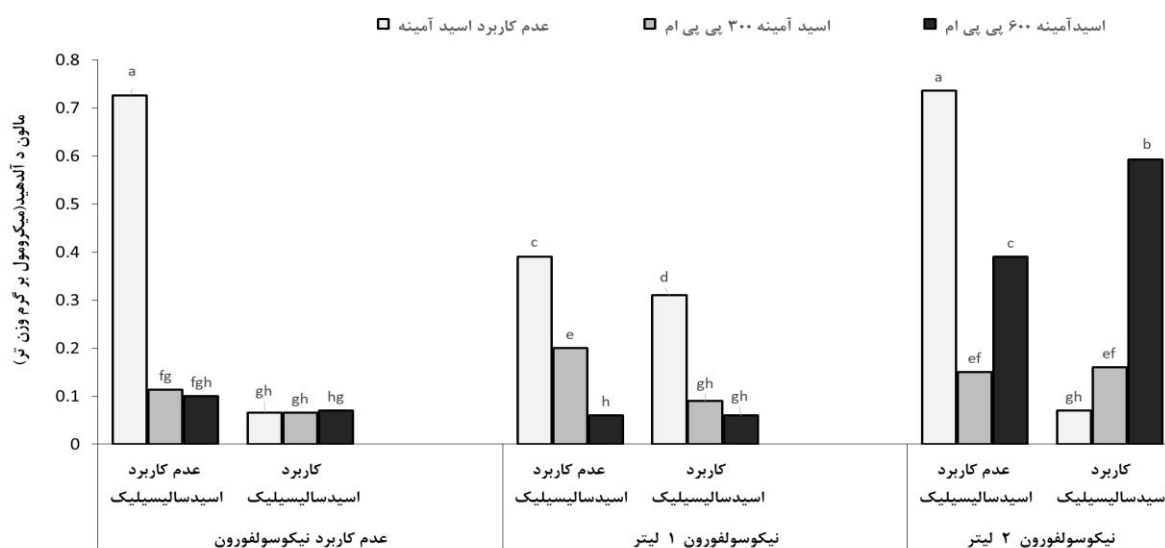
۴-۹- مالون دآلدهید

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۴-۴) تمام منابع تغییر در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان مالون دآلدهید تاثیرگذار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل سه جانبه علف کش × اسیدسالیسیلیک × اسیدآمینو نشان داد که بیشترین میزان مالون دآلدهید مربوط به ترکیب تیماری شاهد با ۰/۷ میکرومول بر گرم وزن تر بود که با ترکیب تیماری کاربرد ۲ لیتر علف کش در هکتار و عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینو در یک سطح آماری قرار داشت. نتایج نشان داد در شرایط عدم کاربرد علف کش و کاربرد مقدار کاهش یافته آن، کاربرد اسید سالیسیلیک و اسیدآمینو سبب کاهش میزان مالون دآلدهید گردید. اما در شرایط کاربرد مقدار توصیه شده نیکوسولفورون، کاربرد میزان ۶۰۰ پی پی ام اسیدآمینو در حضور و عدم حضور اسیدسالیسیلیک سبب افزایش معنی دار مالون دآلدهید گردید (شکل ۴-۱۱، جدول پیوست ۲). مالون دآلدهید محصول تجزیه اسیدهای چرب غیر اشباع است که به عنوان نشانگر زیستی برای اندازه گیری پراکسیداسیون لیپیدها استفاده می شود (رضایت مند و همکاران، ۱۳۹۱). قهرمانی (۱۳۸۸) در آزمایشی که روی آفتابگردان انجام داده اند به این نتیجه دست یافتند که محلول پاشی اسیدهای آمینو و اسیدسالیسیلیک سبب کاهش میزان مالون دآلدهید می گردد. طی تحقیقاتی که بر روی گیاه گندم انجام شد گزارش شده است که کمترین میزان مالون دآلدهید با میانگین فعالیت ۷۷/۸ میکرومول بر گرم پروتئین مربوط به ترکیب تیماری محلول پاشی اسیدآمینو و اسیدسالیسیلیک به همراه بذر مال باکتری بود (داوودی فر و همکاران، ۱۳۹۱) که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. تاو و همکاران (۲۰۱۰) گزارش داده اند که کاهش مقادیر مالون دآلدهید میزان آسیب به غشاها و در نتیجه پراکسیداسیون لیپیدهای غشا را کاهش می دهد. با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می رسد در شرایط تنش ملایم علف کش (دوز کاهش یافته) و تنش علف هرز، کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینو می تواند سبب کاهش مالون دآلدهید شود و نقش مثبتی در حفاظت گیاه ایفا نماید.

جدول ۴-۴- تجزیه واریانس میانگین مربعات مالون د آلهید و درصد پروتئین دانه ذرت تحت تاثیر تیمارهای آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	مالون د آلهید	پروتئین
تکرار	۲	۰/۰۰	۵/۹۴
علف کش	۲	۰/۱۵۶ **	۴۴/۳۳۶ **
اسید سالیسیلیک	۱	۰/۳۲۰ **	۲۱/۶۸۵ **
علف کش × اسید سالیسیلیک	۲	۰/۰۳۹ **	۱۲/۷۶ **
اسید آمینه	۲	۰/۳۰۲ **	۴۹/۵۱۸ **
علف کش × اسید آمینه	۴	۰/۱۰۱ **	۳۱/۰۱۰ **
اسید سالیسیلیک × اسید آمینه	۲	۰/۳۴۷ **	۲۵/۸۹۵ **
علف کش × اسید سالیسیلیک	۴	۰/۰۸۰ **	۱۳/۶۳۳ **
× اسید آمینه			
خطا	۳۴	۰/۰۱۱	۲/۳۵۵
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۳۱	۱۴/۵۴

و* به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

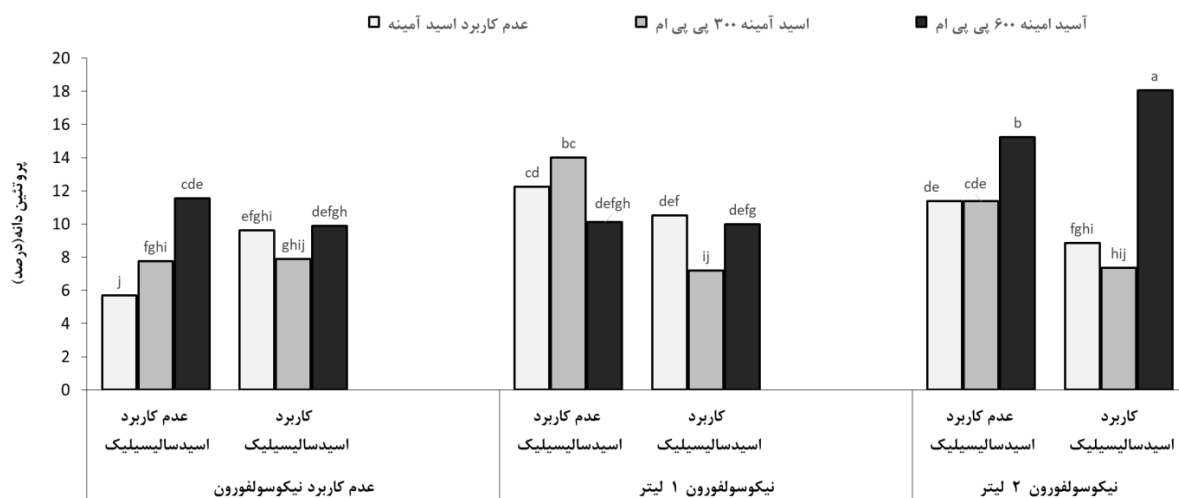


شکل ۴-۱۱- اثر متقابل سه جانبه علف کش، اسید سالیسیلیک و اسید آمینه بر میزان مالون د آلهید

۴-۱۰- درصد پروتئین دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تمام منابع تغییر در سطح احتمال ۱ درصد بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار شد (جدول ۴-۴). مقایسه میانگین اثر متقابل علف‌کش × اسیدسالیسیلیک × اسیدآمینه نشان داد که بیشترین پروتئین دانه با ۱۸/۰۵ درصد مربوط به ترکیب تیماری کاربرد ۲ لیتر علف‌کش در هکتار + کاربرد اسیدسالیسیلیک + کاربرد ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمینه بود که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نشان داد. کمترین پروتئین دانه نیز با ۵/۶۷ درصد مربوط به ترکیب تیماری شاهد بود که البته با ترکیب‌های تیماری عدم کاربرد علف‌کش و کاربرد اسیدسالیسیلیک و ۳۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمینه، مقدار ۱ و ۲ لیتر علف‌کش و کاربرد اسیدسالیسیلیک + ۳۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمینه در یک سطح آماری قرار گرفت (شکل ۴-۱۲، جدول پیوست ۲). نتایج نیز نشان داد که در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز بوسیله علف‌کش، کاربرد اسیدسالیسیلیک و بخصوص کاربرد اسیدآمینه افزایش معنی‌دار درصد پروتئین را به همراه داشت. گزارش شده است که علف‌کش نیکوسولفورون هم در کاهش تعداد علف‌های هرز و هم وزن خشک آن‌ها اثر قوی دارد که این تاثیر باعث افزایش توان رقابتی ذرت در جذب عناصر غذایی، رطوبت، نور و در نهایت افزایش پروتئین و عملکرد نسبت به شاهد دارای علف هرز شده است (مهاجری و همکاران، ۱۳۸۹). بنابراین افزایش درصد پروتئین در تیمارهای مذکور می‌تواند از یک جهت مربوط به کنترل علف‌های هرز با کاربرد مقدار توصیه شده علف‌کش و از طرفی به نقش موثر اسیدهای آمینه در بهبود وضعیت رشدی و رقابتی ذرت با علف‌های هرز باشد که در مجموع سبب افزایش درصد پروتئین شده است. تاثیر اسیدسالیسیلیک بر افزایش مقدار نیترات و افزایش فعالیت آنزیم نیترات رداکتاز و محافظت از این آنزیم در برابر غیر فعال شدن نیز از دلایل افزایش مقدار پروتئین در گیاهان تیمار شده با اسیدسالیسیلیک ذکر شده است (شارما و کائور، ۲۰۰۳). کاربرد اسیدسالیسیلیک به دلیل افزایش رشد ریشه و افزایش سطح ریشه و کاربرد علف‌کش و کنترل علف‌های هرز باعث افزایش جذب آب و

جذب عناصر غذایی توسط گیاه زراعی می‌شود و این مواد در برگ‌ها ذخیره شده و در هنگام پر شدن دانه به دانه انتقال پیدا می‌کند که در نهایت باعث افزایش پروتئین دانه می‌شود. از طرفی نیتروژن یکی از ساختارهای اصلی اسیدهای آمینه است بنابراین مصرف اسیدهای آمینه سبب بالا رفتن درصد پروتئین در دانه می‌شود (نجاری، ۱۳۹۷، اصغری و همکاران، ۲۰۰۶). در آزمایشی محلول‌پاشی اسید آمینه مگافول ۰/۲ درصد و اسیدسالیسیلیک به میزان ۱/۵ میلی‌مولار سبب بهبود درصد و عملکرد پروتئین دانه لوبیا سبز شد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۸). بر اساس نتایج تحقیقات ابدل ماوگوج (۲۰۰۸) گزارش شده است که محلول‌پاشی بوسیله آمینواسیدها و میکروالمنت‌ها بر روی خودفرنگی باعث افزایش پروتئین دانه شد و در نتیجه عملکرد را به طور معنی‌داری افزایش داد.



شکل ۴-۱۲- اثر متقابل سه جانبه علف‌کش، اسیدسالیسیلیک و اسید آمینه بر میزان پروتئین دانه

۴-۱۱- شاخص سطح برگ (LAI)

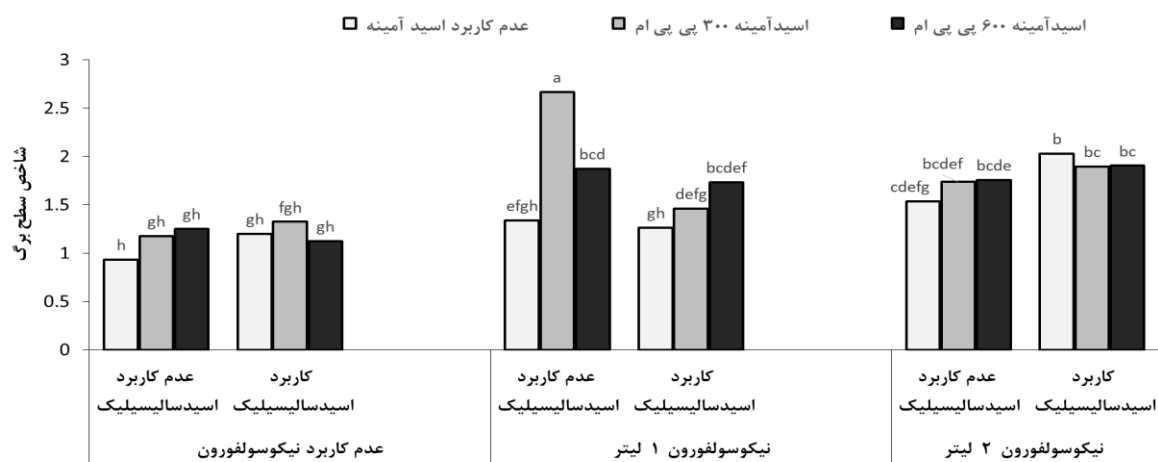
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (جدول ۴-۵) که اثر ساده علف‌کش و اسیدآمین، اثر متقابل دو جانبه علف‌کش × اسیدسالیسیلیک در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل دو جانبه علف‌کش × اسیدآمین، اسیدسالیسیلیک × اسیدآمین و اثر متقابل سه جانبه علف‌کش × اسیدسالیسیلیک × اسیدآمین در سطح احتمال ۵ درصد تاثیر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ ذرت داشت. اما اثرات ساده و متقابل سایر تیمارها بر صفت مذکور معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین اثر متقابل بین تیمارهای علف‌کش × اسیدسالیسیلیک × اسیدآمین (شکل ۴-۱۳، جدول پیوست ۳) نشان داد که بالاترین شاخص سطح برگ (۲/۶۶۷) مربوط به کاربرد مقدار کاهش یافته علف‌کش، عدم استفاده از اسیدسالیسیلیک و کاربرد اسیدآمین به میزان ۳۰۰ پی‌پی‌ام بود که با سایر تیمارهای آزمایش تفاوت معنی‌داری نشان داد. کمترین شاخص سطح برگ (۰/۹۳۳) مربوط به تیمار شاهد (عدم استفاده از علف‌کش، اسید سالیسیلیک و اسید آمین) بود که البته با تیمارهای عدم استفاده علف‌کش و اسیدسالیسیلیک و کاربرد ۳۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین، عدم استفاده از علف‌کش و اسیدسالیسیلیک و کاربرد ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین، عدم استفاده از علف‌کش در حضور اسیدسالیسیلیک و عدم کاربرد اسیدآمین، عدم استفاده از علف‌کش در حضور اسیدسالیسیلیک و کاربرد ۳۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین، عدم استفاده از علف‌کش در حضور اسیدسالیسیلیک و کاربرد ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین، استفاده ۱ لیتر علف‌کش در هکتار و عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآمین، استفاده از ۱ لیتر علف‌کش در هکتار در حضور اسیدسالیسیلیک و عدم کاربرد اسیدآمین اختلاف معنی‌داری نداشت. بطور کلی در شرایط عدم کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون، کاربرد اسیدسالیسیلیک و یا اسیدآمین تاثیر معنی‌داری در افزایش سطح برگ ذرت نداشت. در شرایط کاربرد دوز کم علف‌کش، کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآمین توانست شاخص سطح برگ را بطور معنی‌داری و معادل دوز بالای علف‌کش افزایش دهد. شاخص سطح برگ یکی از شاخص‌های بسیار مهم در آنالیز رشد محسوب می‌شود، به این دلیل که

LAI نشان‌دهنده مقدار لایه‌های برگ در یک کانوپی گیاهی است که قادر به جذب نور و در نهایت فتوسنتز می‌باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۳). اسیدهای آمینه به صورت مستقیم و غیر مستقیم بر فعالیت های فیزیولوژیک، رشد و نمو گیاه مؤثر است (فاتن و همکاران، ۲۰۱۰). در تحقیقی تاثیر محلول پاشی اسید آمینه در شرایط کم آبیاری بر زراعت گندم در دشت ورامین مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاصل نشان داد که محلول پاشی اسید آمینه تاثیر مثبتی بر شاخص سطح برگ در شرایط تنش کم آبیاری داشت (انتظاری و همکاران ۱۳۸۷). اسیدهای آمینه به عنوان منبع نیتروژن در تولید پروتئین گیاهی و افزایش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی سبب افزایش فتوسنتز در نتیجه موجب افزایش رشد و سطح برگ گیاه می‌شود (قاضی ماناس و همکاران ، ۲۰۱۳). همچنین علف کش ها می-توانند موجب کاهش توانایی رقابت علف های هرز با گیاه زراعی بشوند که این نتیجه در تحقیق باغبانی آرانی (۱۳۸۷) بدست آمد و موجب افزایش شاخص سطح برگ گیاه ذرت در رقابت با علف های هرز شد. بنابراین به نظر می رسد کاربرد اسید آمینه و اسید سالیسیلیک با تاثیر مطلوب بر رشد گیاه و کاربرد علف کش به میزان ۱ لیتر در هکتار با کاهش تاثیر علف های هرز می تواند سبب افزایش توان رقابتی گیاه ذرت شده و شاخص سطح برگ ذرت را افزایش دهد. بنابراین می توان با کاهش دوز علف کش و کاربرد اسید آمینه و اسید سالیسیلیک تاثیری مشابه با دوز کامل علف کش در افزایش شاخص سطح برگ بدست آورد.

جدول ۴-۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ارتفاع، قطر ساقه و شاخص سطح برگ ذرت تحت تاثیر تیمارهای آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع ساقه	قطر ساقه	شاخص سطح برگ
تکرار	۲	۲۸۹/۳۵۷	۲۸/۹۵۹	۰/۲۱۱
علف کش	۲	۲۸۹۶/۳۵۹ **	۲۳۶/۶۷۷ **	۲/۱۷۷ **
اسید سالیسیلیک	۱	۱۴۷/۰۱۵	۲۱۱/۵۴۳ **	۰/۰۲۰
علف کش × اسید سالیسیلیک	۲	۸۹/۹۸۴	۳۷/۰۴۸ **	۰/۶۷۸ **
اسید آمینه	۲	۸۰۹/۱۸۹ **	۲۶/۲۶۳ **	۰/۵۰۵ **
علف کش × اسید آمینه	۴	۱۹۲/۳۰۳ *	۵/۶۷۰ *	۰/۲۲۹ *
اسید سالیسیلیک × اسید آمینه	۲	۷۳/۴۷۲	۳۱/۸۵۷ **	۰/۳۱۲ *
علف کش × اسید سالیسیلیک	۴	۵۴/۱۴۸	۸/۲۵۱ **	۰/۲۰۴ *
خطا	۳۴	۳۳۶/۶۶	۱/۸۵۸	۰/۰۶۷
ضریب تغییرات (درصد)		۶/۱۰	۸/۶۹	۱۶/۶۹

و* به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

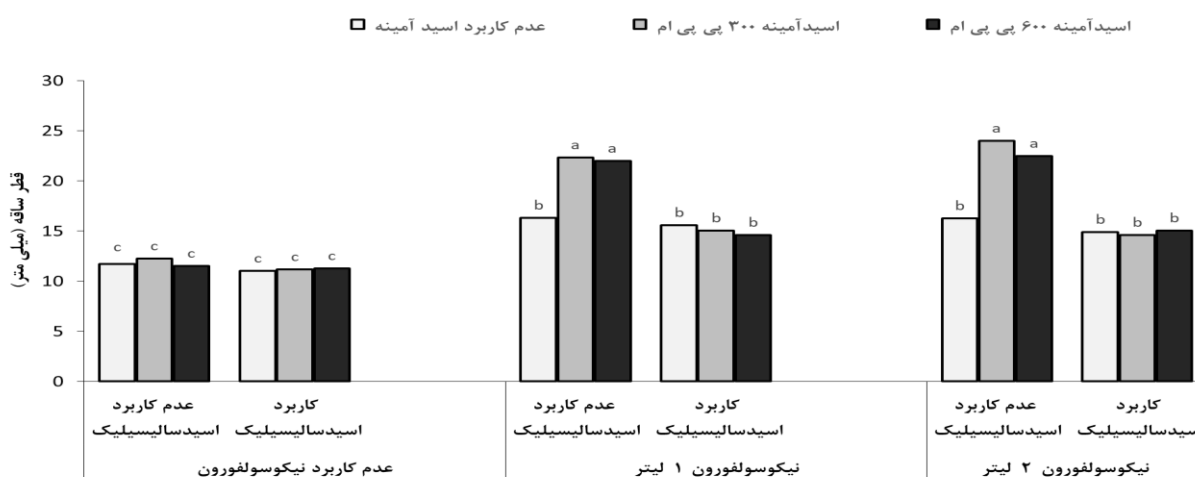


شکل ۴-۱۳- اثر متقابل سه جانبه علف کش، اسید سالیسیلیک و اسید آمینه بر شاخص سطح برگ

۴-۱۲- قطر ساقه

از بین منابع تغییر اثر متقابل دو جانبه علف‌کش × اسیدآمینة در سطح احتمال ۵ درصد و سایر اثرات ساده و متقابل در سطح احتمال ۱ درصد بر قطر ساقه معنی دار گردید (جدول ۴-۵). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه جانبه علف‌کش × اسیدسالیسیلیک × اسیدآمینة نشان داد که بیشترین قطر ساقه با ۲۴ میلی‌متر مربوط به تیمار $a_3+b_1+c_2$ بود که با تیمار $a_3+b_1+c_3$ ، $a_2+b_1+c_2$ ، $a_2+b_1+c_3$ در یک سطح آماری قرار گرفت و کمترین قطر ساقه با $11/02$ میلی‌متر مربوط به تیمار $a_1+b_2+c_1$ اسیدآمینة بود که با ترکیب $a_1+b_1+c_1$ (شاهد)، $a_1+b_1+c_2$ ، $a_1+b_1+c_3$ ، $a_1+b_2+c_2$ ، $a_1+b_2+c_3$ در یک سطح آماری قرار گرفت (شکل ۴-۱۴، جدول پیوست ۳). نتایج نشان داد در حضور علف‌های-هرز (عدم کاربرد علف‌کش) کاربرد اسیدآمینة و اسیدسالیسیلیک تاثیر معنی داری نسبت به شاهد نشان نداد اما با کاربرد علف‌کش بصورت کامل یا کاهش یافته در تلفیق با محلول پاشی اسیدآمینة و اسیدسالیسیلیک قطر ساقه بطور معنی داری افزایش یافت. علف‌های هرز در رقابت با گیاهان زراعی، به دلیل استفاده بهینه از نور، آب و عناصر غذایی خاک کاهش معنی‌داری در صفات مورفولوژیک ذرت ایجاد می‌کنند (نجاری، ۱۳۹۷). نجفی و تولنار (۲۰۰۵) بیان کردند که قطر ساقه در ذرت شدیداً تحت تاثیر رقابت با علف‌های هرز کاهش می‌یابد. تاثیر رقابت بر قطر ساقه ذرت بدین جهت حائز اهمیت است که به لحاظ فیزیولوژیکی گیاه دارای آوندهای بزرگ‌تر، سرعت بارگیری و تخلیه بیشتری داشته و در نتیجه در فرایند رشد موثرتر واقع می‌شود (راجکن و سوانتون، ۲۰۰۱). در آزمایشی روی ذرت شیرین، علف‌های هرز باعث کاهش قطر ساقه شد و کمترین قطر ساقه ۱۵ میلی‌متر و بیشترین قطر ساقه با ۲۴ میلی‌متر مربوط به تیمار کاربرد علف‌کش بود (توسلی‌طبایی و همکاران، ۱۳۹۶). محلول-پاشی اسیدآمینة باعث افزایش جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم و عنصرهای کم مصرف و همچنین افزایش رشد و عملکرد می‌شود. می‌توان گفت که کاربرد اسیدآمینة در کنار کاربرد علف‌کش موجب افزایش توان رقابتی گیاه با علف‌هرز می‌شود (فاتن و همکاران، ۲۰۱۰). در آزمایشی تاثیر محلول‌پاشی

اسیدهای آمینه بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد دانه در گیاه گیشنیز نشان داد که محلول‌پاشی اسیدآمینه تاثیر مثبت و معناداری بر قطر ساقه داشته است (رضاخانی و همکاران، ۱۳۹۶). در تحقیق دیگری تاثیر کاربرد اسیدآمینه بر ماشک رقم گل سفید در شرایط دیم بررسی شد. نتایج آن همچنین نشان داد محلول‌پاشی اسیدآمینه باعث افزایش معنی دار عملکرد و زیست توده می‌شود (محمودی و عزیزاده، ۲۰۱۴). بنابراین بنظر می‌رسد کاربرد علف‌کش با دوز کامل یا کاهش یافته در کنار کاربرد اسید آمینه و اسید سالیسیلیک می‌تواند با کاهش تاثیر علف‌هرز و در نتیجه افزایش توان رقابتی گیاه زراعی موجب افزایش رشد ذرت و قطر ساقه و بهبود عملکرد گردد.



شکل ۴-۱۴- اثر متقابل سه جانبه علف‌کش، اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه بر قطر ساقه ذرت

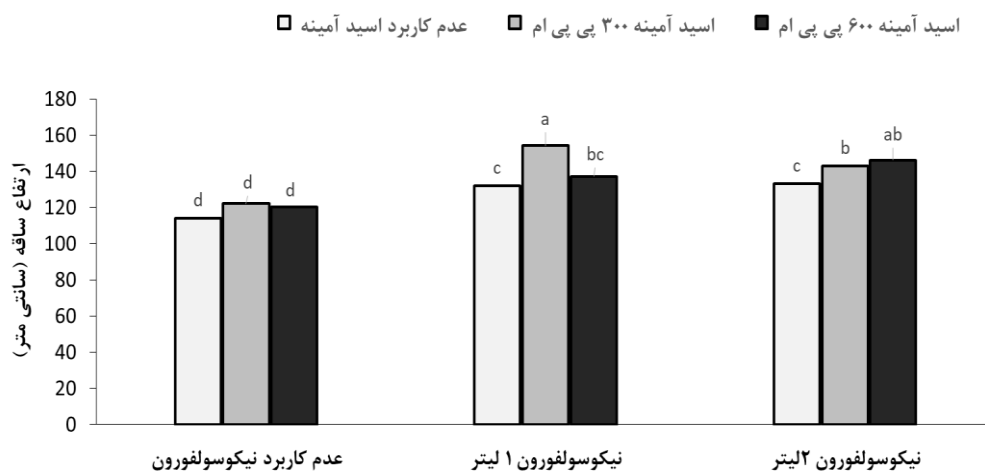
علف‌کش: a₁ (صفر)، a₂ (۱ لیتر در هکتار)، a₃ (۲ لیتر در هکتار)، اسیدسالیسیلیک: b₁ (صفر)،

b₂ (۰/۷ میلی مولار)، اسیدآمینه: c₁ (صفر)، c₂ (۳۰۰ پی پی ام)، c₃ (۶۰۰ پی پی ام)

۴-۱۳- ارتفاع ساقه

نتایج تجزیه واریانس ارتفاع ساقه ذرت (جدول ۴-۵) نشان داد که اثر ساده علف‌کش و اسیدآمینه در سطح احتمال ۱ درصد، اثر متقابل دو جانبه علف‌کش×اسیدآمینه در سطح احتمال ۵ درصد بر این صفت معنی دار شد. اما اثرات ساده و متقابل سایر تیمارها بر صفت مذکور معنی دار نبود. نتایج حاصل

از مقایسه میانگین اثرات دو جانبه علف‌کش «اسیدآمین» نشان داد که بیشترین ارتفاع ساقه با ۱۵۴/۲ سانتی‌متر مربوط به ترکیب تیماری ۱ لیتر در هکتار علف‌کش و کاربرد ۳۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار استفاده ۲ لیتر علف‌کش در هکتار و کاربرد ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین نشان نداد. لازم به ذکر است که کمترین طول ساقه مربوط به ترکیب تیماری شاهد با ۱۱۴ سانتی‌متر بود که با تیمارهای عدم استفاده از علف‌کش و کاربرد ۳۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین، عدم استفاده از علف‌کش و کاربرد ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمین در یک سطح آماری قرار گرفت (شکل ۴-۱۵). کاهش دسترسی به منابع غذایی به دلیل رقابت با علف‌های هرز که سبب کاهش تقسیم سلولی و رشد و نمو گیاه زراعی می‌شود را می‌توان دلیل اصلی کاهش ارتفاع گیاه در شرایط وجود علف‌های هرز دانست (قمری و احمدوند، ۲۰۱۲). کاویو مارسی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که ارتفاع بوته‌های باقلا به دلیل رقابت طولانی با علف‌های هرز نسبت به تیمار شاهد بدون علف‌هرز کاهش معنی‌داری نشان داد. اسیدهای آمینه به صورت مستقیم و غیر مستقیم بر فعالیت‌های فیزیولوژیک، رشد و نمو گیاه مؤثر است (فاتن و همکاران، ۲۰۱۰). اسیدهای آمینه با اثر افزایش تحمل به تنش‌های محیطی، افزایش غلظت کلروفیل و در نتیجه اثر بر فتوسنتز، بر رشد و عملکرد گیاهان مؤثر واقع می‌شوند. بطور مشابه با نتایج این پژوهش، در تحقیقی مصرف اسیدآمین گلايسين در ذرت سينگل کراس ۷۰۴ روی ارتفاع بوته اثر معنی‌داری داشت (حکیمچه بهیشت و همکاران، ۱۳۹۰). بنابراین کاربرد اسید آمینه می‌تواند قابلیت رقابت ذرت با علف‌های هرز را افزایش دهد و از مصرف علف‌کش‌ها بکاهد در نتیجه توصیه می‌شود که به لحاظ کاهش آسیب‌های زیست محیطی از دوز کاهش یافته علف‌کش در تلفیق با اسیدآمین استفاده شود.



شکل ۴-۱۵- اثر متقابل دو جانبه علف کش و اسید آمینه بر ارتفاع ساقه ذرت

۴-۱۴- تراکم علف های هرز

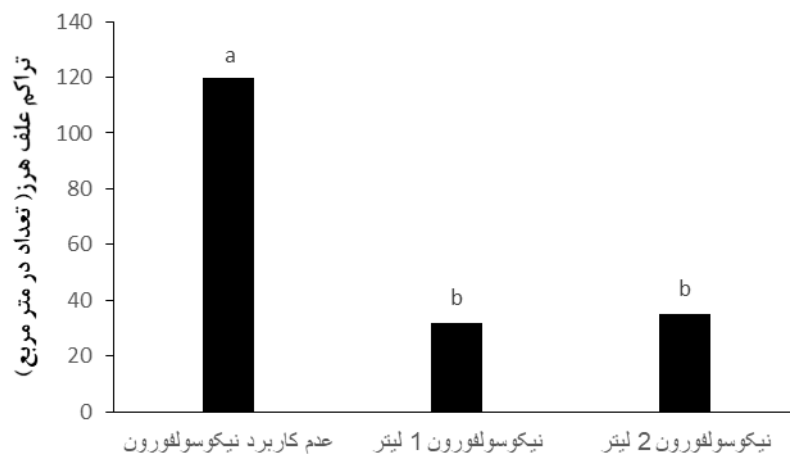
نتایج نشان داد که گونه های علف هرز رایج مزرعه آزمایشی شامل سوروف (*Echinochloa crus-galli.L*) با بیشترین تراکم و علف های هرز سلمه تره (*Chenopodium album.L*) و تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*)، شلمی (*Rapistrum rugosum*)، خارشتر (*Alhagi maurorum*)، پیچک (*Convolvulus arvensis*) و کنف وحشی (*Hibiscus trionum*) با تراکم اندکی مشاهده شدند. با توجه به جدول تجزیه واریانس داده ها (جدول ۴-۶) اثر ساده علف کش در سطح احتمال ۱ درصد بر تراکم علف های هرز معنی دار شد، اما سایر تیمارها و اثرات متقابل آنها بر تراکم علف های هرز تاثیر معنی داری نداشت. نتایج مقایسه میانگین اثر علف کش شکل (۴-۱۶) نشان داد که بیشترین تراکم علف های هرز با ۱۱۹/۹ بوته در متر مربع مربوط به تیمار عدم کاربرد علف کش بود و کمترین تراکم جمعیت علف های هرز مربوط به استفاده ۱ لیتر علف کش در هکتار با ۳۱/۷۸ بوته در متر مربع بود که البته با تیمار استفاده ۲ لیتر علف کش در یک سطح آماری قرار گرفت. لوم و همکاران (۲۰۰۵) گزارش نمودند که علف کش دو منظوره نیکوسولفورون برای کنترل علف های هرز باریک و پهن برگ و همچنین علف های هرز چند ساله ریزوم دار در مزارع ذرت بسیار موثر است.

مهاجری و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش دادند که علف کش نیکوسولفورون بیشترین تاثیر را در کنترل علف های هرز در مزارع ذرت رقم ۷۰۴ داشت. همچنین زند و همکاران (۲۰۰۷) طی آزمایشی گزارش دادند که استفاده از علف کش نیکوسولفورون توانسته علاوه بر کنترل خوب علف های هرز باریک برگ، پهن برگ ها را نیز به خوبی کنترل کند. کنترل علف های هرز یک مسئله ی اساسی در مزارع ذرت می- باشد که عدم کنترل مناسب آن ها سبب کاهش اساسی عملکرد می شود. بنابراین بر طبق نتایج بدست آمده از این آزمایش و در نظر گرفتن مسائل زیست محیطی کاربرد ۱ لیتر علف کش در هکتار می تواند برای کاهش و از بین بردن علف های هرز مزرعه مناسب باشد.

جدول ۴-۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تراکم و وزن خشک علف هرز تحت تاثیر تیمارهای آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	تراکم علف هرز	وزن خشک علف هرز
تکرار	۲	۱۳۵/۴۰۷	۷۴۹۱۹۱/۵۶۸
علف کش	۲	۴۴۹۱۳/۰۱۹ **	۲۳۹۵۵۹۶۱/۸۲۰ **
اسید سالیسیلیک	۱	۱۳/۵۰۰	۱۰۳۷۵/۰۴۵
علف کش × اسید سالیسیلیک	۲	۴۵/۵۰۰	۱۹۹۰۳۵۸/۳۱۳ **
اسید آمینه	۲	۲۸۴/۱۳۰	۲۱۹۰۸۷/۸۹۱
علف کش × اسید آمینه	۴	۱۳۳/۵۱۹	۴۰۶۹۴۷/۳۶۹
اسید سالیسیلیک × اسید آمینه	۲	۲۲/۳۸۹	۵۴۸۲/۱۵۷
علف کش × اسید سالیسیلیک	۴	۲۸/۳۸۹	۱۳۸۶۰۴/۱۸۵
× اسید آمینه			
خطا	۳۴	۲۸۴/۰۵۴	۲۸۷۴۹۲/۲۴۹
ضریب تغییرات (درصد)		۲۷/۰۸	۲۲/۹۷

و* به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

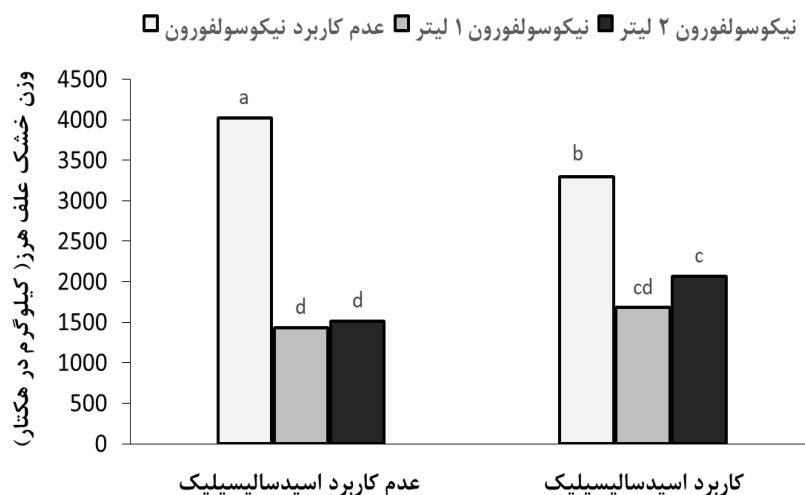


شکل ۴-۱۶- اثر ساده علف کش بر تراکم علف های هرز

۴-۱۵- وزن خشک علف های هرز

با توجه به جدول تجزیه واریانس داده ها (جدول ۴-۶) اثر ساده علف کش و اثر متقابل دوجانبه علف کش × اسیدسالیسیلیک در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن خشک علف های هرز معنی دار شد، اما سایر تیمارها و اثرات متقابل آنها بر وزن خشک علف های هرز تاثیر معنی داری نداشت. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل علف کش × اسیدسالیسیلیک شکل (۴-۱۷) نشان داد که بیشترین وزن خشک علف های هرز مربوط به تیمار شاهد یعنی عدم کاربرد علف کش و اسیدسالیسیلیک با ۴۰۱۹ کیلوگرم در هکتار بود. لازم به ذکر است که کمترین وزن خشک علف های هرز با ۱۴۳۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به ترکیب تیماری استفاده ۱ لیتر علف کش در هکتار و کاربرد اسیدسالیسیلیک بود که با تیمارهای استفاده ۲ لیتر علف کش در هکتار و کاربرد اسیدسالیسیلیک، استفاده ۲ لیتر در هکتار در عدم حضور اسیدسالیسیلیک در یک سطح آماری قرار گرفت. مدحج و همکاران (۱۳۹۱)، گزارش کردند که کمترین تعداد و وزن خشک علف های هرز و همچنین بیشترین کارایی کنترل علف های هرز به علف کش نیکوسولفورون با دوز ۲ لیتر در هکتار اختصاص داشت. کارایی علف کش نیکوسولفورون به میزان ۲ لیتر در هکتار در کنترل علف های هرز ذرت نسبت به سایر تیمارها به ویژه ترکیب علف کش -

های آترازین و لاسو بیشتر بود. ۲ لیتر در هکتار از علف کش نیکوسولفورون، علف های هرز نازک برگ سوروف، اویارسلام و همچنین علف های هرز پهن برگ خرفه را با کارایی بالا کنترل نمود. باغستانی و همکاران (۲۰۰۷)، بیان نمودند که علف کش نیکوسولفورون به عنوان یک علف کش دو منظوره در مزارع ذرت کشور کاربرد وسیعی پیدا نموده است و می تواند بسیاری از علف های هرز باریک برگ و برخی پهن برگ های ذرت را کنترل نماید. همچنین در آزمایشی بیان شد که کاربرد علف کش نیکوسولفورون روی علف های هرز ذرت ۱۵ روز پس از سمپاشی مزرعه، وزن خشک علف های هرز پهن برگ ذرت را ۴۳/۷ درصد کاهش داد (نجاری، ۱۳۹۷). در آزمایشی با افزایش مصرف سالیسیلیک اسید وزن خشک علف هرز به طور معنی داری کاهش پیدا کرد. نتایج همین آزمایش نشان داد که ترکیب سالیسیلیک اسید با علف کش ها باعث کاهش وزن خشک علف هرز شد (حسن بیگی و باقری، ۱۳۹۶). شاید در توجیه این امر بتوان گفت ترکیب سالیسیلیک اسید با علف کش ها سبب افزایش رشد گیاه زراعی شده و در نتیجه افزایش قدرت رقابت گیاه در برابر علف هرز را باعث می شود. از طرفی علف کش نیز با کنترل علف های هرز زمینه رشد مطلوبتر گیاه زراعی را در غیاب علف های هرز فراهم می نماید. در مجموع با توجه به نتایج بدست آمده می توان بیان کرد که تلفیق کاربرد اسید سالیسیلیک با دوز کاهش یافته علف کش نیکوسولفورون می تواند مشابه کاربرد دوز توصیه شده وزن خشک علف های هرز را کاهش دهد. این تلفیق تیماری در راستای کاهش مصرف علف کش و نیز اهداف کشاورزی پایدار می باشد.



شکل ۴-۱۷- اثر متقابل دو جانبه علف کش و اسیدسالیسیلیک بر وزن خشک علف های هرز

۴-۱۶- تعداد ردیف دانه در بلال

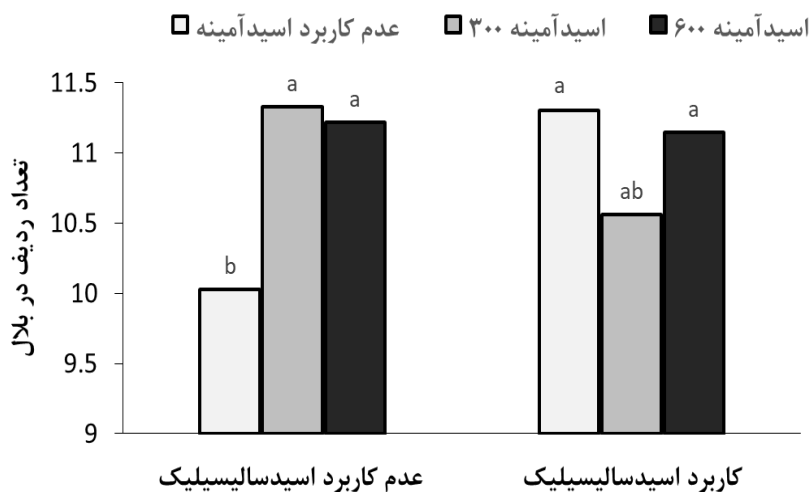
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۷) نشان داد که تنها اثر متقابل اسیدسالیسیلیک $\times$ اسیدآمینه در سطح احتمال ۵ درصد بر تعداد ردیف در بلال ذرت اثر معنی داری داشت. اثرات ساده علف کش، اسیدسالیسیلیک، اسیدآمینه و سایر اثرات متقابل بر تعداد ردیف در بلال ذرت معنی دار نبود. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل اسیدسالیسیلیک $\times$ اسیدآمینه نشان داد که بیشترین مقادیر مشاهده شده این صفت با ۱۲/۹۷ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد مربوط به کاربرد اسیدآمینه (۳۰۰ پی پی ام) و عدم حضور اسیدسالیسیلیک بود که البته با تیمارهای کاربرد اسیدآمینه (۳۰۰ پی پی ام) در حضور اسیدسالیسیلیک، کاربرد اسیدآمینه (۶۰۰ پی پی ام) در حضور و عدم حضور اسیدسالیسیلیک و کاربرد اسیدسالیسیلیک و عدم کاربرد اسیدآمینه در یک گروه آماری قرار داشتند. کمترین تعداد ردیف در بلال مربوط به تیمار شاهد (عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه) بود که البته با تیمار کاربرد اسیدسالیسیلیک و ۳۰۰ پی پی ام اسیدآمینه در یک سطح آماری بود (شکل ۴-۱۸). اسیدسالیسیلیک به عنوان یک تنظیم کننده زیستی می تواند ویژگی های رشدی از جمله سطح برگ را افزایش دهد. با تحریک فرایندهای فیزیولوژیکی که بدنبال آن انتقال فعال محصولات فتوسنتزی از

منبع به مقصد بهتر و بیشتر انجام می‌شود موجب می‌شود تا اجزای عملکرد افزایش یابد (ابد و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج آزمایش توحیدی و فلاحی (۱۳۹۵) نشان دادند که کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت ۱ و ۰/۷۵ میلی‌مولار موجب افزایش ۱۰ درصدی تعداد ردیف در بلال نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک) شد. اسیدسالیسیلیک باعث افزایش برخی صفات مطلوب همچون شاخص سطح برگ و عملکرد بیولوژیک در گیاه می‌شود و این تاثیر خود باعث افزایش تولید کربوهیدرات و در نهایت افزایش عملکرد اقتصادی و تعداد ردیف در بلال و وزن هزار دانه می‌شود (توحیدی و فلاحی، ۱۳۹۵). اسیدهای آمینه با تنظیم مناسب رشد و افزایش نفوذپذیری غشا موجب افزایش جذب عناصر غذایی می‌شود (ایمان، ۲۰۰۵). به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف اسید آمینه فنیل آلانین و تریپتوفان بر گیاه ذرت آزمایشی توسط ابراهیمی و همکاران در سال ۱۳۸۹ انجام شد، نتایج نشان داد که اسیدهای آمینه فنیل آلانین و تریپتوفان بر صفاتی نظیر عملکرد دانه، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف و پروتئین دانه تاثیر مثبت داشت. نتایج همین محققین نشان داد که غلظت ۱۰۰ پی پی ام از اسیدهای آمینه فنیل آلانین و تریپتوفان در مرحله ۸ برگی تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، عملکرد دانه و پروتئین دانه را افزایش داد. اسیدهای آمینه احتمالاً در غلات باعث بالارفتن نسبت پروتئین به نشاسته می‌شود و همچنین غلظت هورمون‌هایی نظیر جیبرلین و سایتوکنین و آبسزیک اسید را افزایش می‌دهد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۲). بنابراین باتوجه به تاثیر مثبت اسیدسالیسیلیک و اسیدهای آمینه در جهت حفظ پتانسیل گیاه در تشکیل ردیف‌های بلال و ایجاد شرایط مطلوب برای بروز پتانسیل ژنتیکی مطلوب در گیاه، افزایش تعداد ردیف در بلال دور از انتظار نبود. به هر حال به نظر می‌رسد تاثیر مثبت کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسید آمینه می‌تواند تا حدودی تاثیر نامطلوب علف‌های هرز را کاهش داده و با بهبود رشد ذرت تعداد ردیف بلال را افزایش دهد.

جدول ۴-۷- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اجزای عملکرد ذرت تحت تاثیر تیمارهای آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن صد دانه
تکرار	۲	۰/۳۳۸	۴/۱۶۲	۳۳/۲۰۰
علف کش	۲	۰/۰۵۴	۳/۱۸۵	۱۴/۷۳۸
اسید سالیسیلیک	۱	۰/۲۵۵	۷۶/۲۰۸	۶۲/۷۴۸ *
علف کش × اسید سالیسیلیک	۲	۰/۰۱۵	۳۱/۲۴۲	۱/۹۲۶
اسید آمینه	۲	۱/۲۵۵	۹/۸۴۶	۴۸/۴۴۰ *
علف کش × اسید آمینه	۴	۲/۰۸۹	۱۵/۹۵۶	۵/۶۶۱
اسید سالیسیلیک × اسید آمینه	۲	۴/۸۴۷ *	۱۵/۷۲۷	۲۰/۹۷۲
علف کش × اسید سالیسیلیک	۴	۰/۴۸۱	۴۸/۸۰۸	۲۱/۰۲۷
علف کش × اسید آمینه				
خطا	۳۴	۱/۰۴۰	۲۴/۰۵۸	۹/۸۸۹
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۳۳	۲۲/۶۳	۲۹/۶۴

**و* به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.



شکل ۴-۱۸- اثر متقابل اسید سالیسیلیک و اسید آمینه بر تعداد ردیف در بلال

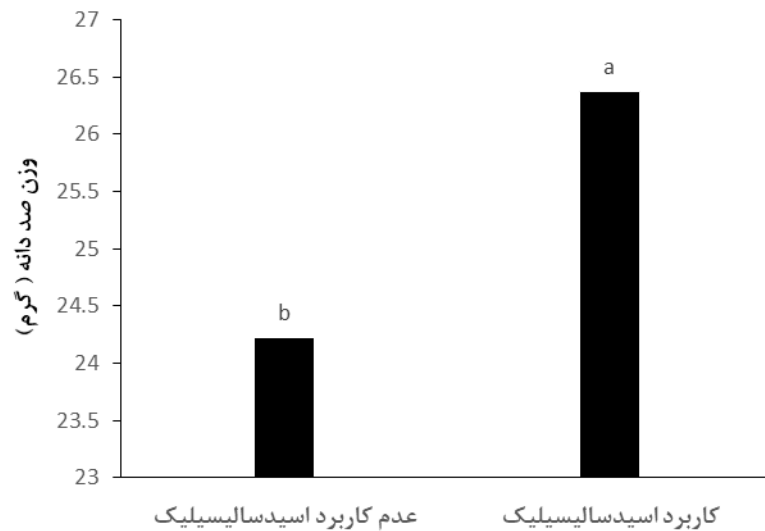
۴-۱۷- تعداد دانه در ردیف

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۷) نشان داد که هیچکدام از اثرات ساده و متقابل تیمارها بر تعداد دانه در ردیف معنی‌دار نبود. اصولاً تعداد دانه در ردیف به پتانسیل ژنتیکی گیاه بستگی دارد و با ثبات بالا می‌باشد و به این دلیل کمتر تحت تاثیر شرایط مدیریتی و محیطی قرار می‌گیرد (حسینی و همکاران، ۲۰۰۹؛ بیات، ۲۰۰۹).

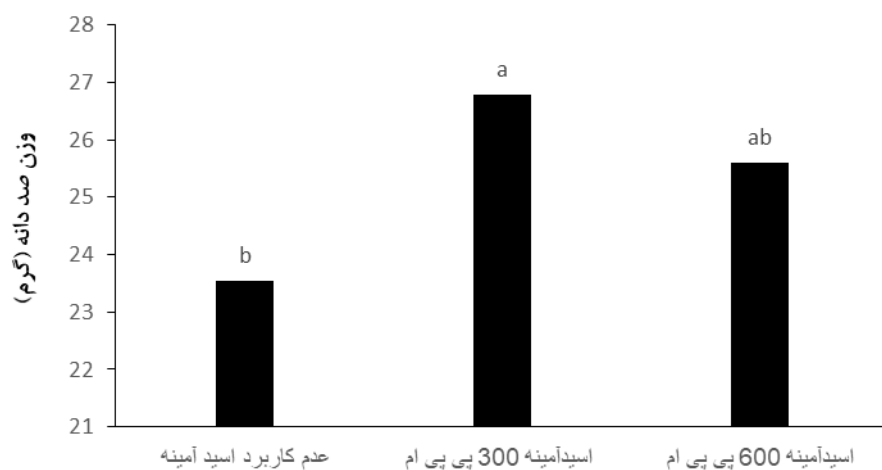
۴-۱۸- وزن صد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۷) اثر ساده اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه در سطح احتمال ۵ درصد تاثیر معنی‌داری بر وزن صد دانه ذرت داشت. اما تیمار علف‌کش و اثر متقابل تیمارها بر وزن صد دانه معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین اثر کاربرد اسید سالیسیلیک نشان داد که وزن صد دانه از ۲۴/۲۲ گرم در شرایط عدم استفاده به ۲۶/۳۷ گرم در شرایط استفاده از اسیدسالیسیلیک افزایش یافت (شکل ۴-۱۹). در این رابطه ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۲) طی آزمایشی نشان دادند که اسیدسالیسیلیک از طریق بهبود رشد گیاه زراعی، بر وزن هزار دانه اثر مثبت و معنی‌داری داشت. در تحقیقات دیگری کاربرد اسیدسالیسیلیک، اجزای عملکرد بوته به ویژه وزن هزار دانه را در گیاهان نخود (مجد و همکاران، ۱۳۸۵) و گندم (یاواس و آنای، ۲۰۱۶) افزایش داد که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر کاربرد اسیدآمینه (شکل ۴-۲۰) نشان داد که بیشترین وزن صد دانه (۲۶/۷۸ گرم) مربوط به کاربرد ۳۰۰ پی پی ام اسیدآمینه بود، هرچند کاربرد ۳۰۰ و ۶۰۰ پی پی ام اسیدآمینه بر وزن صد دانه از نظر آماری تاثیر مشابهی داشتند. کمترین وزن صد دانه (۲۳/۵۴ گرم) نیز مربوط به عدم استفاده از اسیدآمینه بود. تاثیر کاربرد اسیدهای آمینه به عنوان تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان توسط پژوهشگران مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است و در بیشتر موارد تاثیر مثبت محلولپاشی با اسیدهای آمینه بر مقدار عملکرد گزارش شده است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۵). بر طبق تحقیقاتی که به منظور کاربرد خارجی اسیدآمینه گلايسين بتائين بر گیاه

ذرت در شرایط تنش خشکی انجام شد، محلول پاشی اسید آمینه بتائین گلايسين با غلظت ۱۵۰ پی پی ام قبل از گلدهی در شرایط تنش و بدون تنش خشکی توانست عملکرد دانه، اجزای عملکرد، شاخص سطح برگ را بهبود بخشد (میری و همکاران، ۱۳۹۳).



شکل ۴-۱۹- اثر کاربرد اسیدسالیسیلیک بر وزن صد دانه ذرت



شکل ۴-۲۰- اثر کاربرد اسید آمینه بر وزن صد دانه ذرت

۴-۱۹- عملکرد دانه

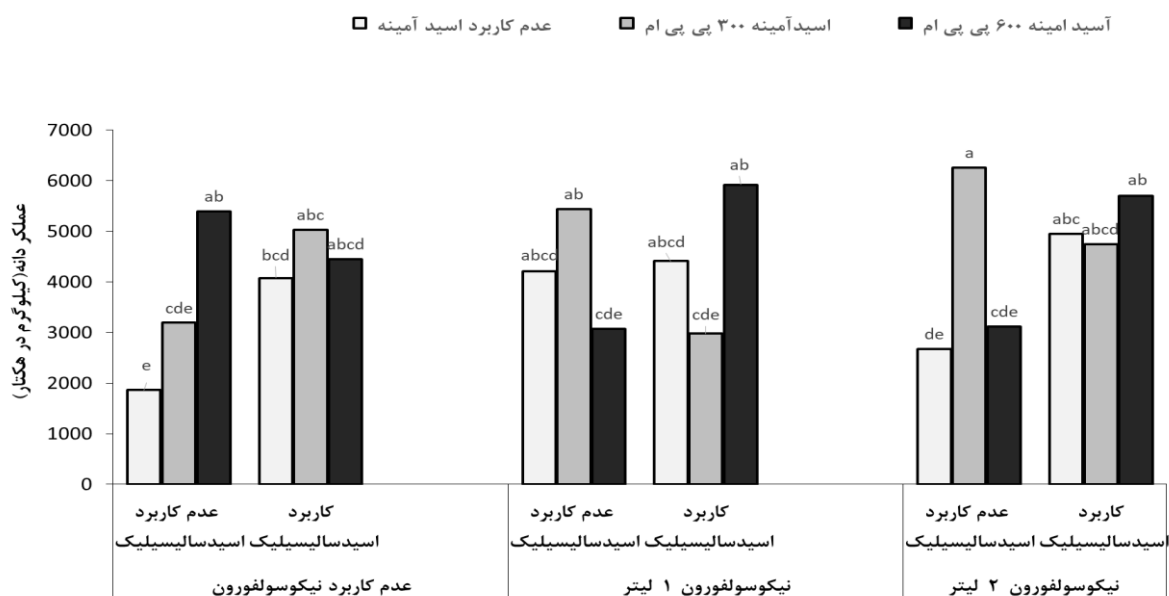
دانه ها آخرین مقصد مواد فتوسنتزی هستند و کارایی یک رقم یا کشت یا تیمار نهایتاً تولید اقتصادی را در زراعت‌هایی که دانه هدف تولید است، تعیین می‌کند و ممکن است کاهش یک جزء و افزایش اجزای دیگر تغییرات چندانی در عملکرد ایجاد نکند ولی مقدار مناسب اجزا عملکرد در حد آستانه اقتصادی می‌تواند سبب تولید عملکرد مناسبی گردد (صالحی و همکاران، ۱۳۹۱). مطابق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۸) اثر ساده کاربرد اسیدسالیسیلیک و اثر متقابل دو جانبه اسیدسالیسیلیک × اسیدآمینو در سطح احتمال ۵ درصد و اثر متقابل سه جانبه علف‌کش × اسیدسالیسیلیک × اسیدآمینو در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین اثرات سه جانبه تیمارها (شکل ۴-۲۱، جدول پیوست ۳) نشان داد که در بین ۱۸ ترکیب تیماری مورد مطالعه حاصل از محلول‌پاشی علف‌کش × اسیدسالیسیلیک × اسیدآمینو بیشترین عملکرد دانه ۶۲۶۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به ترکیب تیماری $a_3+b_1+c_2$ بود که البته با تیمارهای $a_1+b_1+c_3$ ، $a_1+b_2+c_2$ ، $a_1+b_2+c_3$ ، $a_2+b_1+c_1$ ، $a_2+b_1+c_2$ ، $a_2+b_2+c_3$ ، $a_3+b_1+c_2$ ، $a_3+b_2+c_3$ در یک گروه آماری قرار گرفت. لازم به ذکر است که کمترین عملکرد دانه با ۱۸۶۶ کیلوگرم در هکتار مربوط به ترکیب تیماری $a_1+b_1+c_1$ (شاهد) بود که با تیمارهای $a_1+b_1+c_2$ ، $a_2+b_1+c_3$ ، $a_2+b_2+c_2$ ، $a_3+b_1+c_1$ در یک سطح آماری قرار گرفت. بطور کلی نتایج نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک و اسیدآمینو در شرایط عدم کاربرد علف‌کش باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه نسبت به شاهد گردید. همچنین در شرایط کاربرد علف‌کش با دوز کاهش یافته یا توصیه شده کاربرد اسیدآمینو به تنهایی یا همراه با اسیدسالیسیلیک سبب افزایش معنی‌دار عملکرد در اغلب تیمارها نسبت به شاهد گردید (شکل ۴-۲۰). عبدالرضا و طالب (۲۰۱۸) گزارش کردند که کاربرد اسیدسالیسیلیک موجب افزایش ۲۴ درصدی عملکرد دانه ذرت نسبت به عدم استفاده آن شد و در شرایط مدیریت علف‌های هرز نیز کاربرد اسیدسالیسیلیک موجب افزایش ۱۲/۵ درصدی عملکرد دانه شد. مصرف اسیدسالیسیلیک سبب

افزایش فتوسنتز برگ و جریان مواد پرورده گیاه می گردد و در نتیجه موجب تامین مواد مورد نیاز برای پر کردن دانه ها می شود و افزایش عملکرد دانه را به دنبال دارد (عبدالرضا و طالب، ۲۰۱۸). کاربرد اسیدسالیسیلیک باعث می شود گیاه ذرت شرایط بهتری را برای رقابت با علف های هرز پیدا کند و بدین صورت باعث کاهش علف های هرز در کانوپی در طول فصل رشد می شود. با توجه به اینکه ترکیبات فنولیکی نظیر شبه هورمون سالیسیلیک اسید موجب تسهیل جذب عناصر غذایی می شوند و نقش مثبتی در فعالیت های فتوسنتزی و آنزیم های مربوط به فتوسنتز دارند و از سوی دیگر باعث انتقال بهتر مواد پرورده گیاهی از منبع به مخازنی نظیر دانه ها می شوند، بنابراین گیاهان تیمار شده با این ترکیبات قادرند رشد و نمو بهتر و عملکرد بالاتری تولید نمایند (پاکار و همکاران، ۱۳۹۴). نقش اسیدسالیسیلیک در بهبود رشد گیاهان زراعی و افزایش قابلیت رقابت آنها با علف های هرز نیز دارای اهمیت خاصی می باشد. در همین راستا در تحقیقات میری زاده و همکاران (۱۳۹۱) مشاهده شد که عملکرد دانه ذرت نیز با محلول پاشی اسید سالیسیلیک افزایش معنی داری نشان داد و کاربرد تلفیقی اسیدسالیسیلیک همراه با دوز کامل و کاهش یافته علف کش نیکوسولفورون نیز توانست افزایش معنی - داری در عملکرد نسبت به عدم کاربرد آن ایجاد کند. نجاری و همکاران (۱۳۹۶) نیز گزارش کردند که کاربرد اسیدسالیسیلیک و علف کش نیکو سولفورون بطور معنی داری عملکرد بیولوژیک و دانه ذرت را نسبت به عدم کاربرد آن افزایش داد. از طرفی هم اسیدهای آمینه نیز ترکیبات نیتروژنی آلی هستند که در سنتز سایر ترکیبات آلی که جزء مهمی برای تحریک و توسعه و رشد گیاه محسوب می شوند نقش دارند (ماهیر و همکاران، ۲۰۱۹) و سبب بهبود رشد و عملکرد ذرت شده و قابلیت رقابت آن را با علف های هرز افزایش می دهند. بنابراین محلول پاشی اسیدسالیسیلیک و اسیدهای آمینه می تواند در مدیریت تلفیقی علف های هرز و نیز در اهداف کشاورزی پایدار نقش مهمی ایفا نماید.

جدول ۴-۸- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد دانه و بیولوژیک تحت تاثیر تیمارهای آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۲	۱۲۲۵۸۰/۵۱	۵۰۲۴۵۱/۶۸۵
علف کش	۲	۱۴۹۵۸۸۵/۷۵	۳۴۰۳۵۶۶۳/۰۱۹ **
اسید سالیسیلیک	۱	۸۳۷۵۱۵۰/۱۹ *	۵۸۵۷۲۹/۱۸۵
علف کش × اسید سالیسیلیک	۲	۱۱۶۷۹۹۹/۲۳	۲۰۱۲۵۳۲/۵۷۴
اسید آمینه	۲	۷/۴۹۹۱۳۵۵	۳۸۸۱۱۵۱/۲۴۱
علف کش × اسید آمینه	۴	۲۶۶۹۲۰۷/۸۹	۱۴۰۳۷۹۳/۷۴۱
اسید سالیسیلیک × اسید آمینه	۲	۷۵۵۹۳۶۲/۰۱ *	۷۸۹۰۱۵۳/۹۰۷ *
علف کش × اسید سالیسیلیک	۴	۷۶۳۵۵۴۹/۹۷ **	۲۷۸۳۳۸۶/۶۳۰
× اسید آمینه			
خطا	۳۴	۱۶۶۴۵۷۳/۱۹۵	۲۳۰۶۷۲۴/۴۳۰
ضریب تغییرات (درصد)		۲۹/۹۷	۲۷/۷۰

** و * به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.



شکل ۴-۲۱- اثر متقابل سه جانبه علف کش، اسید سالیسیلیک و اسید آمینه بر عملکرد دانه ذرت

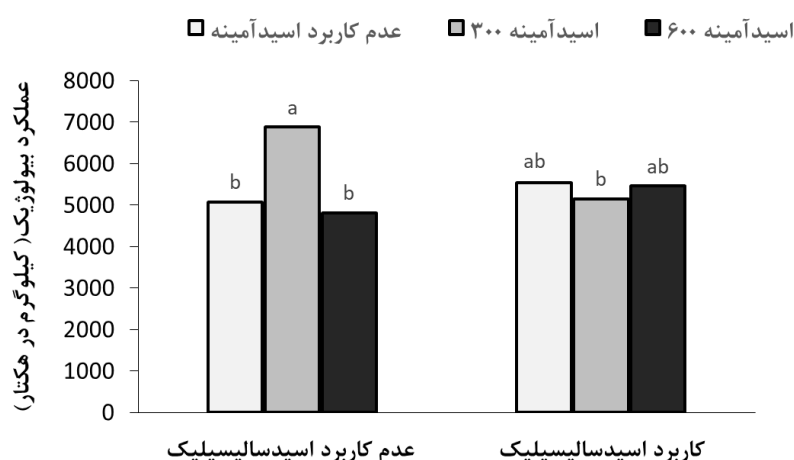
علف کش: a₁ (صفر)، a₂ (۱ لیتر در هکتار)، a₃ (۲ لیتر در هکتار)، اسید سالیسیلیک: b₁ (صفر)،

b₂ (۰/۷ میلی مولار)، اسید آمینه: c₁ (صفر)، c₂ (۳۰۰ پی پی ام)، c₃ (۶۰۰ پی پی ام)

۴-۲۰- عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴-۸) نشان داد که اثر ساده علف‌کش در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل دوجانبه اسیدسالیسیلیک × اسیدآمینو در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد بیولوژیک تاثیر معنی‌داری داشت. سایر اثرات ساده و متقابل تیمارها تاثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک نداشتند. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل دو جانبه تیمارهای اسیدسالیسیلیک × اسیدآمینو (شکل ۴-۲۲) نشان داد که بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک به میزان ۶۸۷۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و کاربرد ۳۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمینو بود که با تیمارهای کاربرد اسیدسالیسیلیک و عدم کاربرد اسیدآمینو، کاربرد اسیدسالیسیلیک و ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمینو در یک سطح آماری قرار گرفت. کمترین عملکرد بیولوژیک با ۴۸۱۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به عدم استفاده از اسیدسالیسیلیک و کاربرد ۶۰۰ پی‌پی‌ام اسیدآمینو بود که البته با ترکیب تیماری شاهد (عدم کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینو) در یک سطح آماری قرار گرفت. اسیدسالیسیلیک تعادل هورمونی را در گیاه تغییر داده و باعث افزایش اکسین و سیتوکینین در گیاه می‌شود که این سبب افزایش عملکرد بیولوژیک می‌شود (نجاری، ۱۳۹۷). تنظیم‌کننده‌های رشد نظیر سالیسیلیک اسید ویژگی‌های رشدی از جمله رشد ریشه را بهبود می‌بخشد که برای گیاه زراعی در رقابت با علف‌هرز امری مهم است و افزایش کارایی ریشه در جذب و انتقال مواد مغذی از خاک به گیاه، خود موجب افزایش کارایی فتوسنتز و در نتیجه افزایش ماده خشک می‌شود (عبدالرضا و طالب، ۲۰۱۸). در آزمایشی توحیدی و فلاحی (۱۳۹۵) گزارش دادند که کاربرد اسیدسالیسیلیک با غلظت ۰/۷۵ میلی‌مولار موجب افزایش ۱۸ درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به عدم استفاده آن شد. اسیدهای آمینو نیز موجب تسریع رشد ساقه و برگ و نیز بهبود سیستم ریشه‌ای گیاه می‌شود (آتلیو و کاوساین، ۲۰۱۲). اسیدآمینو لوسین در مقاومت به شوری و در جوانه‌زنی دانه‌های گرده نقش دارد. گلوتامیک اسید می‌تواند به عنوان عامل اسمولیت سیتوپلاسم در سلولهای محافظ روزه بر باز و بسته شدن روزه‌ها اثرگذار باشد. همچنین

آرژنین سنتز هورمون‌های گیاهی مرتبط با گل‌دهی و میوه‌دهی را افزایش می‌دهد (آنونیموس، ۲۰۰۹). در تحقیقی مصرف اسیدآمینه گلایسین در ذرت سینگل کراس ۷۰۴ روی وزن خشک کل بوته، اثر بسیار معنی‌داری داشته است (حکیمچه بهیشتات و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به نتایج بدست آمده از این آزمایش بنظر می‌رسد که کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه موجب بهبود رشد و در نتیجه افزایش ماده خشک در گیاه شده و عملکرد بیولوژیک گیاه را افزایش می‌دهد.



شکل ۴-۲۲- اثر متقابل اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه بر عملکرد بیولوژیک ذرت

۴-۲۱- نتیجه‌گیری

کاربرد اسیدآمینه و اسیدسالیسیلیک سبب افزایش معنی دار کلروفیل a گردید. کاربرد اسیدآمینه در غلظت کم علف‌کش نیکوسولفوروں بر رنگدانه کلروفیل b تاثیر مثبت داشت اما در غلظت بالای علف‌کش توان تاثیر گذاری بالایی نداشت. اثر متقابل کاربرد اسیدآمینه و اسیدسالیسیلیک بر کاروتنوئید برگ و پایداری غشاء پلاسمایی مثبت و معنی دار بود. کاربرد اسیدسالیسیلیک میزان سبزیگی برگ را افزایش داد. نتایج نشان داد که در شرایط عدم کاربرد علف‌کش، کاربرد اسید آمینه افزایش محتوای نسبی آب برگ را به همراه داشت اما در حضور علف‌کش، کاربرد اسیدآمینه اثر معنی داری بر صفت مذکور نداشت. در شرایط عدم کاربرد علف‌کش، کاربرد اسید سالیسیلیک و اسیدآمینه

سبب افزایش میزان فعالیت کاتالاز گردید اما در دوز توصیه شده علف‌کش میزان آنزیم مذکور تحت تاثیر اثر متقابل کاربرد اسید سالیسیلیک و اسیدآمینه واقع نشد. در شرایط تنش ملایم علف‌کش (دوز کاهش یافته) و تنش علف هرز، کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه می‌تواند سبب کاهش مالون د آلدئید شود و نقش مثبتی در حفاظت گیاه ایفا نماید. درصد پروتئین دانه نیز تحت تاثیر اثرات متقابل سه جانبه قرار گرفت، بطوریکه در شرایط عدم کاربرد و کاربرد علف‌کش با کاربرد اسید سالیسیلیک و اسیدآمینه در اغلب تیمارها درصد پروتئین دانه افزایش نشان داد. کاهش دوز علف‌کش در تلفیق با کاربرد اسیدآمینه و اسیدسالیسیلیک تاثیری مشابه با دوز کامل علف‌کش در افزایش صفاتی نظیر شاخص سطح برگ، ارتفاع و قطر ساقه ذرت نشان داد.

نتایج نشان داد تراکم علف‌های هرز تحت تاثیر هر دو دوز علف‌کش کاهش یافت اما وزن خشک آن تحت تاثیر اثر متقابل علف‌کش و اسیدسالیسیلیک قرار گرفت و کاربرد اسیدسالیسیلیک همراه با علف‌کش تاثیر بهتری در کاهش علف‌های هرز مزرعه داشت.

در بین اجزای عملکرد و عملکرد ذرت، تعداد ردیف دانه تحت تاثیر متقابل کاربرد اسید آمینه و اسید سالیسیلیک افزایش نشان داد. وزن صد دانه نیز تحت تاثیر اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه افزایش نشان داد. نتایج نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک و اسیدآمینه در شرایط عدم کاربرد علف‌کش باعث افزایش معنی دار عملکرد دانه نسبت به شاهد گردید. همچنین در شرایط کاربرد علف‌کش با دوز کاهش یافته یا توصیه شده کاربرد اسیدآمینه به تنهایی یا همراه با اسیدسالیسیلیک سبب افزایش معنی دار عملکرد در اغلب تیمارها نسبت به شاهد گردید. عملکرد بیولوژیک نیز تحت تاثیر متقابل کاربرد اسیدسالیسیلیک و اسید آمینه قرار گرفت و افزایش یافت. بطور کلی نتایج نشان داد که کاربرد اسیدآمینه و اسیدسالیسیلیک از طریق بهبود فعالیت برخی از آنزیم های آنتی اکسیدان و نیز ارتفاع و سطح برگ ذرت، فتوسنتز و رشد گیاه ذرت را افزایش داده و به همراه کاربرد مقدار توصیه شده یا

کاهش یافته علف‌کش ضمن افزایش عملکرد ذرت می‌تواند بعنوان یک روش مدیریت تلفیقی، در راستای کاهش مصرف علف‌کش نیکوسولفورن و نیز در راستای اهداف کشاورزی پایدار موثر باشد.

۴-۲۲- پیشنهادات

با توجه به آزمایش انجام شده و نتایج حاصل از آن، محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک و اسیدآمینه به ترتیب در غلظت‌های بالاتر از ۰/۷ میلی مولار و نیز ۶۰۰ پی‌پی‌ام مورد بررسی قرار گیرد. محلول‌پاشی اسید آمینه و اسیدسالیسیلیک در مراحل مختلف رشدی ذرت نیز انجام شود. برای تایید نتایج این آزمایش، تکرار آزمایش در سال‌ها و مکان‌های دیگر نیز توصیه می‌گردد.

پوست

جدول پیوست ۱-مقایسه میانگین آنزیم آنتی اکسیدانی تحت تاثیر تیمارهای آزمایش

تیمارها			
علف کش (لیتر در هکتار)	اسید سالیسیلیک (میلی مولار)	اسید آمینه (پی پی ام)	کاتالاز
پروکسیداز			
(واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین در دقیقه)			
	صفر	صفر	۰/۳۲۴ ^a
		صفر	۰/۱۹۳ ^e
صفر		۳۰۰	۱/۴۵۲ ^{bc}
		۶۰۰	۱/۸۸۸ ^{ab}
	۰/۷	صفر	۰/۸۴۵ ^{efgh}
		۳۰۰	۲/۰۳۳ ^a
		۶۰۰	۱/۴۳۵ ^{bcd}
	صفر	صفر	۱/۸۱۵ ^{ab}
		۳۰۰	۰/۸۶۴ ^{efgh}
یک لیتر		۶۰۰	۰/۴۹۷ ^{ghi}
	۰/۷	صفر	۱/۲۱۷ ^{cde}
		۳۰۰	۰/۹۹۴ ^{cdefgh}
		۶۰۰	۱/۰۰۳ ^{cdefg}
	صفر	صفر	۰/۴۷۴ ^{hi}
		۳۰۰	۰/۶۵۷ ^{fghi}
دو لیتر		۶۰۰	۱/۰۳۷ ^{cdef}
	۰/۷	صفر	۰/۴۸۷ ^{ghi}
		۳۰۰	۰/۹۱۳ ^{efgh}
		۶۰۰	۰/۹۲۰ ^{defgh}
Lsd 5%			۰/۵۲۲۱
			۰/۱۱۷۳

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی دار می باشد.

جدول پیوست ۲-مقایسه میانگین مالون د آلدئید و درصد پروتئین دانه ذرت تحت تاثیر تیمارهای آزمایش

تیمارها				
علف کشت (لیتر در هکتار)	اسید سالیسیلیک (میلی مولار)	اسید آمینه (پی پی ام)	مالون د آلدئید (میکرو مول بر گرم وزن تر)	پروتئین (درصد)
	صفر	صفر	۰/۷۲۷ ^a	۵/۶۸ ^j
صفر		۳۰۰	۰/۱۱۳ ^{fg}	۸/۷۵ ^{fgh}
		۶۰۰	۰/۱۱ ^{fgh}	۱۱/۵۵ ^{cde}
	۰/۷	صفر	۰/۰۶۶ ^{gh}	۹/۶۲ ^{efghi}
		۳۰۰	۰/۰۶۶ ^{gh}	۷/۸۷ ^{ghij}
		۶۰۰	۰/۰۷ ^{gh}	۹/۸۷ ^{defgh}
	صفر	صفر	۰/۳۹ ^c	۱۲/۲۵ ^{cd}
یک لیتر		۳۰۰	۰/۲۰ ^e	۱۴ ^{bc}
		۶۰۰	۰/۰۶ ^h	۱۰/۱۰ ^{defg}
	۰/۷	صفر	۰/۳۱ ^d	۵۰/۱۰ ^{def}
		۳۰۰	۰/۰۹ ^{gh}	۷/۱۷۷ ^{ij}
		۶۰۰	۰/۰۶۳ ^{gh}	۹/۹۷ ^{defg}
	صفر	صفر	۰/۷۳۶ ^a	۱۱/۳۹ ^{de}
دو لیتر		۳۰۰	۰/۱۵ ^{ef}	۱۱/۷۲ ^{cde}
		۶۰۰	۰/۳۹ ^c	۱۵/۲۲ ^b
	۰/۷	صفر	۰/۰۷۳ ^{gh}	۸/۸۴ ^{fghi}
		۳۰۰	۰/۱۶ ^{ef}	۷/۳۵ ^{hij}
		۶۰۰	۰/۵۹۳ ^b	۱۸/۰۵ ^a
Lsd 5%			۰/۰۵۲۴	۲/۵۴۶

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی دار می باشد.

جدول پیوست ۳- مقایسه میانگین قطر ساقه ذرت، شاخص سطح برگ و عملکرد دانه ذرت تحت

تاثیر تیمارهای آزمایش

تیمارها					
علف کش	اسید سالیسیلیک	اسید آمینه	قطر ساقه	شاخص سطح	عملکرد دانه
(لیتر در هکتار)	(میلی مولار)	(پی پی ام)	(میلی متر)	برگ	(کیلوگرم در هکتار)
	صفر	صفر	۱۱/۷۲ ^c	۰/۹۳۳ ^h	۱۸۶۶ ^e
صفر		۳۰۰	۱۲/۲۸ ^c	۱/۱۷۷ ^{gh}	۳۱۹۲ ^{cde}
		۶۰۰	۱۱/۵۲ ^c	۱/۲۵۰ ^{gh}	۵۳۹۴ ^{ab}
	۰/۷	صفر	۱۱/۰۲ ^c	۱/۲۰۰ ^{gh}	۴۰۷۶ ^{bcd}
		۳۰۰	۱۱/۱۸ ^c	۱/۳۲۳ ^{fgh}	۵۰۲۷ ^{abc}
		۶۰۰	۱۱/۲۷ ^c	۱/۱۲۳ ^{gh}	۴۴۵۴ ^{abcd}
	صفر	صفر	۱۶/۳۴ ^b	۱/۳۳۷ ^{efgh}	۴۲۰۷ ^{abcd}
یک لیتر		۳۰۰	۲۲/۳۳ ^a	۲/۶۶۷ ^a	۵۴۴۱ ^{ab}
		۶۰۰	۲۲ ^a	۱/۸۷۳ ^{bcd}	۳۰۶۹ ^{cde}
	۰/۷	صفر	۱۵/۶۰ ^b	۱/۲۶۰ ^{gh}	۴۴۱۱ ^{abcd}
		۳۰۰	۱۵/۰۷ ^b	۱/۴۶۰ ^{defg}	۲۹۷۷ ^{cde}
		۶۰۰	۱۴/۶۳ ^b	۱/۷۳۰ ^{bcdef}	۵۹۱۹ ^{ab}
	صفر	صفر	۱۶/۲۶ ^b	۱/۵۳۷ ^{cdefg}	۲۶۷۲ ^{de}
دو لیتر		۳۰۰	۲۴ ^a	۱/۷۳۷ ^{bcdef}	۶۲۶۰ ^a
		۶۰۰	۲۲/۵۰ ^a	۱/۷۵۷ ^{bcde}	۳۱۱۸ ^{cde}
	۰/۷	صفر	۱۴/۹۱ ^b	۰۲۷/۲ ^b	۴۹۴۸ ^{abc}
		۳۰۰	۱۴/۶۰ ^b	۱/۸۹۷ ^{bc}	۴۷۵۰ ^{abcd}
		۶۰۰	۱۵/۰۷ ^b	۱/۹۰۳ ^{bc}	۵۷۰۳ ^{ab}
Lsd 5%					۲۱۴۱
					۰/۳۱۳۶
					۲/۰۸۹

حروف غیر مشترک در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی دار می باشد.

منابع

ابراهیمی، م.، رضایی، ر. ۱۳۹۲. اثر مقادیر مختلف اسیدآمینه فنیل آلانین و تریپتوفان بر صفات زراعی ذرت دو رگ سینگل کراس ۷۰۴. اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار. موسسه آموزش عالی مهرآروند- گروه ترویجی محیط زیست و تحقق محافظت از طبیعت ایران.

اسماعیل نژاد، ن.، خارا، ج. ۱۳۹۹. تاثیر گاما آمینو بوتیریک اسید بر ویژگی‌های بیوشیمیایی گیاه کدو خورشتی تحت سمیت علفکش تریفلورین. مجله پژوهش‌های گیاهی. جلد ۳ شماره ۱.

امیری، م. ح. ۱۳۹۵. تاثیر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر کارایی زراعی نیتروژن، عملکرد و کیفیت دانه جو. نشریه- ی زراعت. شماره ۱۱۲.

امینی‌فر، م. ج.، غلامی، م.، بیات، ح.، مرادی‌نژاد، ف. ۱۳۹۸. بررسی تاثیر کودهای اسیدفولیک و اسیدآمینه بر ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی، فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی و رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه دارویی گیشینز *Coriandrum (sativum)*. فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی شماره پیاپی ۲۵ (۷) بهار ۱۳۹۸.

انتظاری، س.، خلعتبری، م.، نصری، م.، ذاکری حمدآبادی، الف. ۱۳۸۷. تاثیر محلول‌پاشی اسیدآمینه بر کم آبیاری زراعت گندم در دشت ورامین. مجله علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم. شماره ۱۴. از صفحه ۶۴-۷۶.

باغبانی آرانی، ا.، امینی دهقی، م.، زند، ا. ۱۳۸۷. کنترل تلفیقی علف‌های هرز ذرت و تاثیر آن بر عملکرد و شاخص‌های رشد. مجله دانشور علوم زراعی. جلد اول، شماره ۲.

باغستانی، ع.، زند، الف.، لطفی، ف.، اسفندیاری، ح.، پورآذر، ر.، ممنوعی، الف. بررسی طیف علف‌کش‌های قابل کاربرد در مزارع ذرت. نشریه آفات و بیماری‌های گیاهی، اسفند ۱۳۹۲، دوره ۸۱، شماره ۲، از صفحه ۱۰۹-۱۲۱.

بهداد، آ.، قنبرزاده، ز.، محسن‌زاده، س.، شهرتاش، م. ۱۳۹۵. نقش اسیدسالیسیلیک در محافظت از گیاهچه‌های ذرت تحت تنش‌های علف‌کش گلیفوسیت و کادمیوم. نوزدهمین کنگره ملی و هفتمین کنگره بین‌المللی زیست‌شناسی ایران. دانشگاه تبریز انجمن زیست‌شناسی ایران.

پورابتهاج، م.، حبیبی، د.، پاکنژاد، ف.، فاضلی، ف.، داوودی فر، م. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر باکتری‌های محرک رشد و محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک و اسیدهای آمینه بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی در شرایط تنش خشکی در گیاه جو. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۸ (۲): ۱۴۷-۱۶۰.

پورسلطان‌هوجقان، م.، آروئی، ح.، طباطبائی، ج.، نعمتی، ح. ۱۳۹۶. فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی. ۱۳ (۳): ۴۱-۵۰.

پورسیف میاندوآب، م.، شهروان، ن. ۱۳۹۳. اثر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه در زمان‌های مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی اهواز. سال شیشم، شماره بیست و سوم.

پیراسته، الف.ف.، امام، ی. ۱۳۹۱. دست‌ورزی گندم نان و گندم ماکارانی با استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد در شرایط متفاوت آبیاری. مجله تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی. (۲): ۲۹-۴۵.

پیراسته‌انوشه، ه.، امام، ی.، روستا، م.ج.، هاشمی، الف. ۱۳۹۵. اثر محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک بر ویژگی‌های بیوشیمیایی و عملکرد دانه جو رقم نصرت در شرایط تنش شوری. مجله علوم زراعی ایران. ۱۸ (۳): ۲۳۲-۲۴۴.

توحیدی، م.، فلاحتی، ر. ۱۳۹۵. بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت با محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک. نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی. جلد شماره ۳(۳۹)، صفحه ۶۴۵-۶۵۶.

ثقفی، ع. ۱۳۹۴. تاثیر سیلیکون و سالیسیلیک اسید بر عملکرد کمی و کیفی برنج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شاهرود. از صفحه ۶۵-۷۷.

حسن‌بیگی، ز.، باقری، ع. ۱۳۹۶. اثر برهمکنش سالیسیلیک اسید و علف‌کش بنتازون، پرسیویت و آفالون بر کنترل علف‌های هرز توف در لوبیا. سومین کنفرانس بین‌المللی پژوهش در کشاورزی و محیط زیست. شهر یور.

حکیمچه بهیشتات، ش.، شکوه‌فر، ع.، حبیبی، د.، ساجدی، ن. ۱۳۹۰. پاسخ ذرت سینگل کراس ۷۰۴ به مصرف کودهای بیولوژیک عصاره جلبک دریایی و اسیدآمینه گلایسین در منطقه اهواز. مجموعه مقالات ششمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی.

حسینی، الف.، امیری، م.ر. ۱۳۹۵. تاثیر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر کارایی زراعی نیتروژن، عملکرد و کیفیت جو. نشریه زراعت. شماره ۱۱۲.

حسینی، ز.، برزگر، ط.، نیکبخت، ج.، قهرمانی، ز. ۱۳۹۸. اجزای عملکرد، کیفیت نیام و دانه لوبیاسبز در شرایط کم‌آبی و محلول‌پاشی اسیدسالیسیلیک و مگافول. نشریه‌ی دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۹ (۳).

حیدری خوشکاروندانی، ن. ۱۳۹۶. اثر محلول‌پاشی پیریدوکسین، پانتوتنیک اسید و عنصر روی بر خصوصیات کمی و کیفی لوبیا سبز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شاهرود. ۱۶ صفحه.

داوودی‌فرد، م.، حبیبی، د.، پاک‌نژاد، ف.، فاضلی، ف.، داوودی‌فرد، ف. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر باکتری-های محرک رشد و محلول‌پاشی اسیدهای آمینه و اسیدسالیسیلیک بر روی فعالیت بیومارکرهای بیوشیمیایی تحت شرایط تنش خشکی در گیاه گندم. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۸ (۴): ۸۳-۹۹.

درویژه، ح.، زواره، م.، قاسم‌نژاد، م. ۱۳۹۶. تاثیر محلول‌پاشی پرولین بر ویژگی‌های بیوشیمیایی بابونه آلمانی در شرایط تنش آبی. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهان. ۴ (۱): فروردین - اردیبهشت.

دولت‌آبادیان، آ.، مدرس‌ثانوی، ع.، شریفی، م. ۱۳۸۸. اثر تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی اسیدآسکوربیک بر میزان فعالین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و برخی تغییرات بیوشیمیایی در برگ ذرت دانه‌ای. مجله زیست‌شناسی ایران. ۲۲ (۳): ۴۰۷-۴۲۲.

دولتمندشهری، ن.، حق‌شناس، م. ۱۳۹۶. اثر مقادیر مختلف رطوبتی خاک در سطوح مختلف اسیدسالیسیلیک بر فعالیت آنزیمی و ویژگی‌های مورفولوژیکی یونجه. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال نهم، شماره سی‌وسوم.

رحیمی تشی، ط.، نیکنام، ۱۳۹۴. بررسی تاثیر پیش‌تیمار اسیدسالیسیلیک بر برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گندم به تنش شوری. مجله پژوهش‌های گیاهی. جلد ۲۸ شماره ۲.

رضایت‌مند، ز.، خاوری‌نژاد، ر.، اصغری. ۱۳۹۱. اثر اسیدسالیسیلیک بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیک و

بیوشیمیایی گیاه درمنه تحت تنش شوری. مجله زیست‌شناسی گیاهی. سال ۵، شماره ۱۶.

رسولی، ب. ۱۳۹۲. تاثیر و نقش اسیدآمینو در گیاهان. مجله دنیای کشاورزی. شماره ۳۳-۳۴ صفحه.

رضاخانی، الف.، حاج سید هادی، م. ۱۳۹۶. تاثیر کود دامی و محلول‌پاشی اسیدآمینو بر ویژگی‌های رشدی،

عملکرد دانه و میزان اسانس گیاه دارویی گیشنیز. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۸ (۳۹): ۷۷۷-۷۸۶.

زند، ب.، سروش‌زاده، ف.، قناتی، ف.، مرادی، ف. ۱۳۸۸. اثر محلول‌پاشی روی و اکسین بر فعالیت

برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت. در ذرت دانه‌الی. مجله زیست‌شناسی گیاهان ایران. ۱ (۴۸): ۳۵ صفحه.

سلیمانی اقدام، م.، اصغری، م.، خرسندی، ر.، مرادبیگی، ه.، محمدخانی، ن.، مهیجی، م.،

حسن پور اقدام، م.ب. ۱۳۹۳. تاثیر سازوکارهای احتمالی تاثیر اسیدسالیسیلیک بر کاهش سرمازدگی پس از

برداشت. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران). جلد ۲۷، شماره ۲.

شلالوند، م.، پازوکی، ع.ر.، منعم، ر.، عبدلی، م. ۱۳۹۷. تاثیر کاربرد ورمی‌کمپوست و سالیسیلیک اسید

بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و عملکرد گیاه دارویی ماریتیغال در شرایط مختلف آبیاری. مجله علمی پژوهشی

زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۴ (۲): ۴۹-۶۷.

صالحی، ر.، ملکی، ع.، دهقان‌زاده، ح. ۱۳۹۱. تاثیر پتاس و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت سینگل-

کراس ۷۰۴ تحت تنش قطع آبیاری. فصلنامه تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش‌های محیطی. ۳ (۴): ۵۹-۷۰.

صبری، ی. ۱۳۹۴. تاثیر محلول‌پاشی مخلوط اسیدآمینو و پتاسیم بر خصوصیات کمی و کیفی آفتاب‌گردان تحت

تنش کم‌آبیاری. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شاهرود. ۶۵ صفحه.

طاهری، خ.، ابراهیمی، ح.، جعفری، ع. ۱۳۹۲. ارزیابی کارایی علف‌کش‌های انتخابی گندم و زمان کاربرد

آنها بر کنترل علف‌های هرز یولاف وحشی. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی، سال ششم، شماره هفدهم.

طریق‌السلامی، م.، کافی، ا.، نظامی، ا.، ضرغامی، ر. ۱۳۹۵. اثر تنش سرمازدگی و خشکی در واکنش

اسیدسالیسیلیک بر شاخص‌های رشدی و عملکرد دانه ذرت. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه

آزاد اسلامی واحد اهواز. سال ۸، شماره ۳۱.

- ظفریان، م.، صدرآبادی، حقیقی، و. ۱۳۹۱. تاثیر تلفیق تراکم بوته، آرایش کاشت و علف کش نیکوسولفورون در کنترل علف های هرز ذرت سیلویی سینگل کراس ۷۰۴. نشریه ی حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۷ (۱): ۷۳-۸۴.
- علی، س.، اسلامی، و.، بهدانی، م.، جامی الاحمدی، ج. ۱۳۸۹. تاثیر کاربرد خارجی گلايسين بتائين در افزايش تحمل به سرما در گياهچه ذرت. نشریه ی پژوهش های زراعی ایران. ۱۸ (۱۶): ۹۳۹-۹۴۵.
- عنابستانی، م.، ایزدی دربندی، ا.، راستگو، م.، ویداکیویچ، م. ۱۳۹۶. ارزیابی پاسخ ذرت متحمل به علف کش سیکلوکسیدیم (CTM) و هیبرید رایج در ایران (SCV۰۴) به روش های کنترل علف های هرز مبتنی بر کاربرد علف کش سیکلوکسیدیم. رساله دکترای دانشگاه فردوسی مشهد.
- غفاری، ح.، تدین، م. ر. ۱۳۹۸. اثر محلول پاشی پرولین و اسیدسالیسیلیک بر برخی شاخص های فیزیولوژیکی تحت شرایط تنش آبیاری با آب شور. فصلنامه فرآین و کاربرد گیاهی، سال ۸، شماره ۲۹.
- فاضلیان، ن.، اسرار، ز. ۱۳۹۰. تاثیر برهمکنش سالیسیلیک اسید بر رشد و برخی شاخص های فیزیولوژیکی گیاه بابونه. مجله زیست شناسی گیاهی. سال ۳، شماره ۸، صفحه ۱-۱۲.
- قهرمانی، ع. ۱۳۸۸. بررسی محلول پاشی اسیدهای آمینه و اسیدسالیسیلیک بر رشد و عملکرد آفتاب گردان تحت تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک. ۱۲۳ صفحه.
- کشاورز، ح.، مدرس ثانوی، ع. م. ۱۳۹۳. اثر سالیسیلیک اسید بر کلروفیل، برخی خصوصیات رشدی و عملکرد دو رقم کلزا. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۷ (۴): ۱۶۷-۱۷۸.
- کلالی، ط.، لاهوتی، م.، محمودزاده، ه. ۱۳۹۴. بررسی اثر اسیدسالیسیلیک بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیکی گیاه سویا تحت تنش خشکی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال هفتم شماره بیست و پنجم. ۷۷-۷۸ صفحه.
- کوچکی، ع.، بنیان اول، م. ۱۳۷۳. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۸۰ صفحه.
- کوچکی، ع.، سرمدنیا، غ. ج. ۱۳۸۴. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه) چاپ یازدهم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

لطفی‌ماوی، ف.، دانشیان، ج.، مرادی اقدم، الف.، مرادی اقدم، م. ۱۳۹۰. ارزیابی مدیریت تلفیقی

علف‌های هرز بر ذرت علوفه‌ای در منطقه میانه. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز. سال پنجم، شماره هجده‌ام. ۹۷-۱۰۸ صفحه.

مجد، الف.، مداح، س.، فلاحیان، ف.، صباغ‌پور، س.ح.، چلیبان، ف. ۱۳۸۵. بررسی اثر مقایسه‌ای

سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد و مقاومت دو رقم مقاوم نخود نسبت به قارچ. مجله زیست‌شناسی ایران. ۱۹ (۳): ۳۱۴-۳۲۳.

محمودی، ح. ۱۳۹۱. گزارش نهایی بررسی اثرات محلول‌پاشی اسیدهای آمینه آزاد بر عملکرد کمی و کیفی نخود رقم جم در شرایط دیم. انتشارات مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم، نشریه ۰۴/۹۳۳ مراغه الف.

مدحج، ع. ۱۳۹۲. اثر علف‌کش‌های فورام سولفورون و نیکوسولفورون بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد دانه ذرت در شرایط شوشتر. پنجمین همایش علوم علف‌های هرز ایران. کرج دانشگاه تهران.

ملکا، ح. ۱۳۹۵. بررسی ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی ذرت و ماش در کشت خالص و مخلوط. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۲۵ صفحه.

منوچهری‌فر، پ. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر کاربرد خارجی اسیدسالیسیلیک در گیاهان. نخستین همایش منطقه‌ای یافته‌های نوین. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه. ۶-۷ آبان.

مومنی، ن.، آروین، م.ج.، خواجه‌ویی، غ.، کرامت، ب. ۱۳۹۰. بررسی اثرات اسیدسالیسیلیک تحت تنش شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی ذرت. یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. دانشگاه شهید باهنر کرمان. ۱۸-۲۰ بهمن.

مهاجری، ف.، هنرمندیان، م.، پورآذر، ر.، شیرالی، م. ۱۳۸۹. بررسی روش‌های کنترل مکانیکی، شیمیایی و تلفیقی علف‌های هرز ذرت (*Zea mays* L.) در منطقه رامهرمز. نشریه بوم‌شناختی علف‌های هرز، جلد ۱. شماره ۱. ۶۷-۷۶.

میرهادی، م. ۱۳۸۰. ذرت، چاپ وزارت جهاد کشاورزی.

میری‌زاده، آ. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر اختلاط علف‌کش نیکوسولفورون با اسیدسالیسیلیک بر رشد و عملکرد و کنترل علف‌های هرز ذرت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شاهرود. ۴۰-۷۰ صفحه.

میری، ح. ر.، ضمائی مقدم، ع. ۱۳۹۳. کاربرد خارجی گلیسین بتائین به منظور کاهش اثرات تنش خشکی در ذرت. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲ (۴): ۷۱۷-۷۰۴.

نجاری، م.، مکاریان، ح.، برادران فیروزآبادی، م. ۱۳۹۶. هفتمین همایش علوم علف‌های هرز ایران. گرگان. ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۶.

نجاری، ح. ۱۳۹۷. تاثیر کاربرد اسیدسالیسیلیک بر رشد و عملکرد ذرت و کنترل علف‌های هرز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شاهرود. ۷۶-۴۶ صفحه.

نصیری‌نژاد، م.ع.، باقری، و.، جعفری، ع. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر علف‌های هرز سه کربنه و چهار کربنه و سطوح مختلف نیتروژن بر رشد و ماده خشک آفتابگردان. مجله الوفیزیولوژی گیاهی. سال ۹ شماره ۲۴، صفحه ۱۴-۴۰.

نورمحمدی، ق.، سیادت، س.، کاشانی، ع. ۱۳۸۹. زراعت غلات دانشگاه شهید چمران اهواز. انتشارات دانشگاه. ۴۸۶ صفحه.

Abd- EL, W., Amin, A.A., EL-Rashed, M. 2006. Physiological effect of some bioregulators on vegetative growth, yield and chemical constituents of yellow maize plants. World journal agricultural sciences. (2) (2): 149-155.

Abdel – Mawgoud, A.M.R., El-Bassiouny, A.M., Ghoname, A., Abou-Hossein, S.D. 2011. Foliar application of amini acid and micronatuveiants Enhans performans of green been group under Newly reclaimed land. Australian Journal of Basic Aplplied Sciences. 5 6: 51-55.

Abdul reza, A., Taleb, M. 2018. Responses of maize to salicylic acid and mechanical cultivation in reducing some of biotic and abiotic stress and theair effect on growth characterstics and yield. Euphrates journal of agriculture science. 10 (1): 167-175.

Amad, A., Hayat, S., Frariduddin, Q., and Ahmad, I. 2001. Photosynthitic efficiency of plants of Brassica yunceae treated with chlorosubstituted auxins. Photosynthetica., 39: 565-568.

Anonymous. 2009. Agriculture production–micro organo liquid, amino powder, amino start and spurt. Agrowchem Inc. Ontario, Canada.

Arvin, M.J., and kazemi pour, N. 2002. Effect of salinity and drought stress on Growth and chemical and Biochemical Cmposithion of four Varieties of onion. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources.

- Asghari, A., Razmjo, Z.H., Tehrani, M. 2006.** Effect of nitrogen on yield and yield componets and percentage of seed protein of four Sorgghom cultivavs. Journal of Agricultural seience and natural Researches. 13: 45-54.
- Ashraf, M., Bashir, A. 2003.** Relationship of photosynthetic capacity at the Vegetative Stage and during grain development with gran yield of two hexaploid wheat Cultivars differing yield. Eur.J. Agron.19: 87-277.
- Atilioj, B., Casin, H. 2012.** The central role amino acid on nitrogen fertilization and plant growth. Journal of plant physiology . 358-362
- Auskarniene, O., Psibisauskiene, G., Auskalnis, A., Kadzys, A. 2010.** Caltivar and plant dencity influence on weedness in spring brely crops. Agriculture. 97: 53-60.
- Baghestani, M. A., Zand, E., Soufizadeh, S., Eskandari, A., Pourazar, R., Vaysi, M. and Nassirzadeh, N. 2007.** Efficacy evaluation of some dual purpose herbicides to control weeds in maize (*Zea mays* L.). Crop Protect. 26: 936-942.
- Bahrani, M.J., Raufat, M.H., and Gadirri, H. 2007.** In fluence of wheat residue management on irrigated corn grain production in a rduced tillage system. Soil and Tillage Research. 44: 305-309.
- Braffdford, M.1976.** A rapid and sensitive method for the quantitation of protein unilizing the principle of protein-dye binding. Annu. Rev. Biochem. 72: 248-254.
- Bayat, M.L., Nassiri Mahallati, M., Rezvani Moghaddam, P., Rashed Mohassel, M.H. 2009.** Effect of crop dendensity and reduced doses of 2, 4- Dt MCPA on Control of redroot pigweed in corn. Iranian Journal of field crop Res. 7: 11-22.
- Belkhadi, A., Hediji, H., Abbès, Z., Nouairi, I., Barhoumi, Z., Zarrouk, M., Chaibi, W. and Djebali W .2010.** Effects of exogenous salicylic acid pre-treatment on cadmium toxicity and leaf lipid content in *Linum usitatissimum* L. Ecotoxicology and Environmental Safety. 1-8.
- Borsani, o., Valpuesta, V., Botellag, M.A. 2001.** Evidence for arole of salicylic achd in the oxidative damage generated by NACL and osmotic stress in Arbidopsis seeding. Plant physiol. 26: 30-1024.
- Bunting, J., Sprague, C.L., Riechers, D.E. 2005.** Incorporating foram sulfuron in to annual weed control systems for corn. Technology. 19; 160-167.
- Colbach, N., Cordeau, S. 2018.** Reduced herbicide use does not increase crop yield loss if it is compensated by alternative preventive and curative measures. European Journal of Agronomy. 94: 67-78.
- Clarrk, S.M., Mur, L.A.J., wood, J.E., and Scott, I.M. 2004.** Salicylic acid depent signaling promotes basal ihermot. Lerance but is not essential for acquired therm, tolerance in Arabidopsis thaliana. Plant J. 38: 7-432.

- Daneshmand, F., Arvin, M.J., Keramat, B., Momeni, N. 2012.** Interactive effects of salt stress and salicylic acid on germination and plant growth parameters of maize under field conditions. *Journal of plant process and function*. 1(1): 56-70.
- El- Naggar, A., EL- Araog, D.N.A., Hogh Jensen, H. 2009.** Simultaneous uptake of multiple amino acids by wheat. *Journal of plant nutrition*. 32; 25-740.
- Emam, Y. 2011.** Cereal Production (4th Ed). Shiraz University Press. 190 pp (In Persian with English summary).
- FAO, 2014.** United nations food and agricultural organization. <http://faosta.fao.org/>.
- FAOSTAT .2010.** <http://faosta.fao.org/>. Retrieved 10 October 2010
- Faten, S.A., Shaheen, A.M., Ahmed, A.A. and Mahmoud, A.R. 2010.** Effect of foliar application of amino acids as antioxidants on growth, yield and characteristics of Squash. *Research Journal of Agriculture and Biological Science* 6: 583-588.
- Ghamari, H., Ahmadvand, G. 2012.** Weed inter ference affects dry bean yield and growth, *notulae scientia biological*. 4: 70-75.
- Ghazimanas, B., Shafiee, S., Hsj seyed Hadi, M.R., Darzi, M.T. 2013.** Effect of vermicompost and nitrogen on quantitative and qualitative yield of chamomile. *Iranian journal of medicinal and agromatic plants* 29 (2): 269-280.
- Ghorbani, M., Ebrahimzadeh, h., and shrifi, m. 2004.** Effecte of NACL mycorrhizal fungi on antioxidative and enzymes in soybean. *Biology of plant*. 48: 575-58.
- Gulcin, B K., Emel, Y., Aramagan, K., Aydin, A. 2018.** Effects of salicylic acid and organic selenium on wheat (*Triticum aestivum* L.) exposed to fenoxaprop-p-ethyl. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 148 (2018) 901–909.
- Habibi, G. 2012.** Exogenous salicylic acid alleviates damage of barley. *Plants under drought stress*. *Acta Biologica zeg ediensis*. 56: 1057-63.
- Hammad, S.A., Ali, O.A. 2014.** Physiological and biochemical studies on; drought tolerance of wheat plants by application of amino acids and yeast extract. *Ann Agr Sci*. 59 (1): 133-145.
- Health, R., and Packer, L. 1969.** Photo peroxidation isolated chloroplast. Ikinetics and stoichiometry of fatty acid proxidat. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 125: 189- 198.
- He, Y and Zhu , Z.J. ,** Exogenous salicylic acid alleviates NaCl toxicity and increases antioxidative enzyme activity in *Lycopersicon esculentum*", *Biol Plant*, Vol. 52, pp. 792–795, 2008.
- Hiscox, j.d. and Israelstam, G.F. 1979.** A method for the extraction of chlorophyll from leaf whitout maceratin. *Can. J. Bot.*, 57: 1332-1334.
- Hoque, M.A., Banu, M.N., Okuma, E., Amako, K., Nakamura, Y., Shimoishi, Y. 2007.** Exogenous proline and glycinebetaine increase NACL- induced ascorbate glutation cycle

enzyme activities, and proline improves salt tolerance more than glycinebetaine in tobacco .
Suspend on- Cultured cells. Journal of plant physiology. 164: 68-1457.

Horváth, E., Szalai, G., Janda, T., 2007. Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. Plant Growth Regul. 26, 290–300.

Iman, M., Talaat, M., Bekhata, A., Mona, H., Mahgoub, F. 2005. Physiological response of perieinkl plant. Int. J. Agric. Biol. 2: 210-213.

Kavurmanci, Z., Karaduvut, U., Kokten, K., Bakoglu, A. 2010. Determining critical period of weed-crop competition in faba bean . Int. j. Agric. BIOL. 12: 318-32

Kaydan, D., Yagmur, M., Okat, N. 2007. Effects of salicylic acid on the growth and some physiological characters in salt stressed wheat. Tairim Bilimleri Dergi Si. 13: 114-119.

Kim, H., Ch. Lim, T. Han, J. Kim and Ch. Jin. 2003. Effects of salicylic acid on paraquat tolerance in *Arabidopsis thaliana* plants. Plant Physiology. 46: 31-37.

Kirishna, S., Surinder, K., Thind, S., Gurpreet, K. 2004. Interactive effects of phenolics and light intensity on vegetative parameters and yield in soybean. Environ. Ecol., 22: 39-394.

Kramermer, P.S.1983. Water relations of plants. Academic press. Pp. 342-415.

Langaro, A.C., Agostinett, O.D., Ruchel, G., Rodrigus, J., Perbohigl, T. 2017. Oxidative stress caused by the use of premergent herbicides in rice crops. Revista ciencia Agronomica.

Lemieux, C., Valllee, L., and Vanasse, A. 2003. Predicting yield loss in maize field and developing decision support for post –emergence herbicide application. Weed Res. 43: 323-332.

Liu, X.Q., Ky, K.O., kim, S.H., lee, K. 2008. Effect of amino acid fertilization on radish and soil chemical properties in high nitrate soil. Commun soil Sci plant. 39: (1-2): 269-281.

Lum, A. F., Chikoye, D., Adesiyen, S. O. 2005. Control of imperata cylindrical raueschel with nicosulfuron and its effect on the growth, grain yield and food components of maize. Crop protection 24: 41-47.

Maher, J., Tadro, S., Hussam, Y., Omari, M., Tark, A. 2019. The morphological, physiological and bio chemical responses of sweet corn to foliar application of amino acids biostimulants sprayed tree growth stages. Australia journal of crop science. 13 (3): 414-417.

Malgorrzata, P., Izabela, M., Radoslw, W., Mateusz, G., Katazy, H., Henryk, G. 2018. Effect of the new plant growth bio stimulant based on amino acids on yield grain quality of winter wheat. National library of medicine natural in states of health. Molecules. 23 (2): 47.

Mhmoodi, M. and Alizadeh, k. 2014. Effect of free amino acids on the yield quality and quantity of forage varieties gole- sefid in rain fed conditions. Iranian Journal of dry farming. 2(2): 115-127.

Milan, B., Milenasimic, J., Mesarovic, B., Kersovic, V. 2020. Integrated effect of herbicides and foliar fertilizer on corn in bred line . Chilean journal of agricultural research. 718-5839.

- Mohageri, F., Honarmandian, M., Pourazar, R., Shirali, M. 2010.** The evaluation of mechanical, chemical and integrated *zea mays l.* weeds control in ramhormoz. Journal of weed Ecology. 1(1): 67-76. (In Persian).
- Moravcova, S., Tuma, J., Ducaiova, Z K., Waligorski, P., Kula, M., Saja, D., Slomka, A., Baba, W., Libik-Konieczny, M. 2018.** Influence of salicylic acid pretreatment on seeds germination and some defence mechanisms of *Zea mays* plants under copper stress. Plant Physiology and Biochemistry.
- Najafi, H. and Tollenar, T. 2005.** Response of corn at different leaf Stage to shading by redroot pigweed. Iranian journal of weed science. 1(2): 127-139.
- Parvaiz, A., Satyawati, S. 2008.** Salt stress and phyto- Biochemical responses of plant. Plant Soil Enviornment. 54: 89-99.
- Pasala, R.K., Khan, M.I.R., Minhas, P.S., Farooq, M.A., Sultana, R., Per, T.S., Deokate, P.P., Kh N.A., Ran e, J. 2016.** Can plant bio-regulators minimize crop productivity losses caused by drought, heat and salinity stress? An integrated review. Journal of Applied Botany Food Quality. 89: 113-125.
- Rajcan, I., Swanton, C J. 2001.** Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and whole plant. Field Crop Res. 71: 139–150.
- Reaveni, R. 1995.** Biochemical maker of disease resistance In: Singh, R.P., and siinghu. S(Ed) Molecular Methods in plant pathology. Pp: 99-114.
- Reed, R.C., Brady, S.R., Muday, G.K., 1998.** Inhibition of auxin movement from the shoot in to the root inhibits lateral root development in Arabidopsis. Plant physiol. 118: 1396-1378.
- Sairam, R.K. and Srivastva, G.C. 2001.** Water stress tolerance of wheat vaiation in hydrogen peroxide assumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible. J. Agron. And Crop Sci. 22: 126-141.
- Semida, W M., Rady, M M., Abd El-Mageed, T A., Howladar, S M., Abdelhamid, M T. 2015.** Alleviation of cadmium toxicity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants by the exogenous application of salicylic acid. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 90: 83–91.
- Sensme, S A. 2007.** Herbicide Handbook. (9th ed.). Weed Science Society of America. 458 p.
- Shakiova, F.M. and Bezrakora, M.W. 1997.** Induction of wheat resistance against environmental salihization by salicylic acid. Biology Bulletin. 24: 109-112.
- Shankar, N.K., Khan, S.R., and Srivastava, H. S. 2001.** The response of nitrate reductase activity and nitrait assimilation in mize roots to growth regulators at acidic PH. Bio plant. 44: 599-661.
- Sharma, A.K. 2003.** Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios india.Pp: 654.
- Shorocks, V.M. 1997.** The occurrence and correction of boron deficiency micronutrient bareau, Wightion, Tring Hertt ford shire, Hp 23, ED, UK. Plant and soil. 193: 127-148.

- Silva, M.A., Jfong, J.L., Dasilva, J.A.G., and Sharma, V. 2007.** Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. *Barazilian Journal of plant Physiology*. 19: 193-201.
- Singh, B., and Ushaa, K. 2003.** Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedling under water stress. *Plant Growth Reg.* 39: 137-141.
- Tagour, R.M.H., Mosaud, I.S.M. 2017.** Effects of foliar enrichment and herbicides on maize and associated weed irrigated with drainage water *Annals of agricultural sciences* 62 (2): 183-192.
- Taol, F. Hong, Soxin, D.Q. Lin, Z. Fan, L.H. Guo, L., Hui, H. 2010.** The alternative pathway in cucumber seedling under low temperature stress was enhanced by salicylic acid. *Journal of plant Growth Regulation*. 60(1): 35-42.
- Tammam, A.A. 2003.** Response of vicia faba plants to the interactive effect of sodium chloride salinity and salicylic acid treatment. *Acta Agron. Hungarica*. 51(3): 239-248.
- Torres, J.L.R., De fariga, M.V., Lana, R.M.Q., Prudente, T., Vasconcelos, and A.C. 2015.** Corn agronomic evaluation under different doses of nitrogen and seed inoculation in savanna. *AFr. J. Agric. Res.* 10: 2568-2575.
- Waling, L., Vark, W.V., Houba, V.J.G. and Van der Lee, J.J. 1989.** Soil and plant analysis, a series of syllabi. *Plant Analysis procedures*. Wageningen Agriculture University, the Netherlands.
- Walquiria, E., Fagang, L., Soares, R., Umburanas, K., Reichardt, D.N. 2017.** Foliar and seed application of amino acids affects the antioxidant metabolism of the soybean crop. *Frontiers in plant Science*. 8: 327.
- Wang, J., Lv, M., Islam, F., Gill, R.A., Yang, C., Ali, A., Yan, G., and Zhou, W. 2016.** Salicylic acid mediates antioxidant defense system and ABA pathway related gene expression in *Oryza sativa* against quinclorac toxicity. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 133:146–156.
- Wilien Batista, S.B., Heineman, N.R., Adriano, N., Araujo, H., Peter, B., Tatjohan, H. 2019.** The role of amino acid metabolism during abiotic stress release. *Journal of plant cell and environment*. 1. January 2019.
- Xiledeng, W., Xiaomona, A., Liany, A. 2020.** The effect of salicylic acid and allelopathic herbicide in rice. *Agronomy communication*. MDPI. 109-317.
- Yichen, L., Shuang, Z., Hong, Y.** Acceleration of the herbicide isoproturon degradation in wheat by glycosyltransferases and salicylic acid. *Journal of Hazardous Materials*. 283 (2015) 806–814.

Zand, E., Baghestani, S., Sufizadeh, R., Pourazaar, M., Veysi, N., Bagherani, A., Bargasteh, M., Nezamabadi, A. 2007. Broadleaved weed control in winter wheat with post-emergence herbicides in Iran. *Crop Prot.* 26: 746-752.

Zhao, H.J., Lin, X.W., Shi, H.Z., and Chang, S.M. 1995. The regulating effect of phenolic compounds on the physiological characteristics and yield of soybean. *Acta Agron. Sci.* 29: 351-50.

Zhou, X., Makeuzic, A., Madramotoo, c., and Smith, D. 1999. Effect of some injected plant growth regulators without sucrose on grain. Production , biomass and photosynthetic activity of field growth corn plants. *J. Agron. Crop. Sci.* 183: 103-10.

Abstract

Today, foliar application of salicylic acid and amino acids on plants can reduce adverse effects of herbicides via improving growth and competitive ability of plant with weeds. Therefore, in order to investigate the effect of foliar application of salicylic acid and amino acids on the growth and yield of maize in the presence of cruise herbicide (nicosulfuron 4% SC), a factorial experiment was conducted as randomized complete block design with three replications at the research field of Shahrood University of Technology in 2018. Experimental factors were including nicosulfuron in three levels of zero, one and two liters per hectare, the second factor were amino acid in three levels: zero, 300 and 600 ppm per hectare. The third factor was salicylic acid at two levels of zero and 0.7 mM. The results showed that spraying of amino acid (300 ppm) increased chlorophyll *a* and 100 seeds weight by 36.19% and 13.76% respectively. Application of salicylic acid increased 100 seeds weight, spad number and chlorophyll *a* by 8.15%, 10.49% and 18.26% respectively. Application of amino acid in low doses of herbicide had a positive effect on chlorophyll *b* pigment. Interaction effects of amino acids and salicylic acid significantly increased carotenoid pigment and plasma membrane stability. Foliar application of salicylic acid and amino acids in the absence of herbicide increased catalase activity. Under reduced dose of herbicide and the presence of weeds, the use of salicylic acid and amino acids reduced malondialdehyde. Reducing the dose of herbicide in combination with the use of amino acids and salicylic acid showed a similar effect to the full dose of herbicide in increasing traits such as leaf area index, height and stem diameter of corn. The results showed that the weed density reduced 73 and 70% by using recommended and reduced doses of herbicide respectively. Weed dry biomass decreased significantly by combination use of salicylic acid and herbicides. The results showed that the application of salicylic acid and amino acids in the absence of herbicide caused a significant increase in grain yield compared to the control. Also, in the condition of application of herbicide (reduced or recommended dose), the use of amino acids alone or in combination with salicylic acid caused a significant increase in yield in most of treatments compared to the control. In general, the results showed that the application of amino acids and salicylic acid by increasing the activity of some antioxidant enzymes and also increasing the height and leaf area, increased photosynthesis and growth of corn. Based on the results of this experiment, application of recommended or reduced doses of herbicide in combination with amino acids and salicylic acid while improving the yield of corn as an integrate method can be an important step towards reducing the use of nicosulforn herbicide.

Key Words: Integrated management, reduced herbicide dose, weeds control



Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

M.Sc. Thesis in Agronomy

**Effect of foliar Application of Salicylic Acid and Mixed of Amino Acids
on Growth and yield of corn (*Zea mays* L.) under Application of
Nicosulfuron Herbicide**

By: Malihe Abbasi Rostami

Supervisor:

Dr. H. Makarian

Advisors:

Dr. M. Bradaran Firouz Abadi

October 2020