بررسی ترکیبات مختلف نفتالین استیک/ ایندول استیک اسید و هیومیک اسید بر عملکرد دانه هیبریدهای ذرت

سجاد حاجتی[۱]، طیب ساکی‌نژاد*[۲]، کوروش اردوخانی[۳]، شهرام شرف‌زاده[۴] و مهدی زارع [۵]

۱، ۳، ۴ و ۵) گروه زراعت، واحد فیروزآباد، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزآباد، ایران.
۲) گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.

نویسنده مسئول*:t.sakinezhad@gmail.com

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۱۱/۰۸ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۱۰**

چکیده

ترکیبات مختلف نفتالین استیک/ ایندول استیک اسید و هیومیک اسید نقش مهمی در رشد و نمو گیاه دارد، به همین دلیل آزمایشی در مزرعه شهید سالمی در شهر اهواز در دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ اجراء شد. آزمایش در قالب طرح آماری بلوک کامل تصادفی به صورت اسپلیت پلات-فاکتوریل در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو هیبرید ذرت سینگل گراس ۷۰۴ و AS71 در کرت اصلی و فاکتوریل تیمارهای نسبت اختلاط هورمون در سه سطح شاهد (بدون اختلاط)، اختلاط نفتالین استیک/ ایندول استیک اسید به نسبت ۲۰۰/۱۰۰ و ۴۰۰/۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم و هیومیک اسید در سه سطح شاهد (بدون کاربرد هیومیک اسید)، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم در هکتار در کرت‌های فرعی مقایسه گردیدند. نتایج نشان می‌دهد کاربرد ۵۰۰ و ۱۰۰ گرم اسید هیومیک تاثیر معنی‌داری بر همه صفات مورد مطالعه داشت و کمترین میزان در تیمار شاهد یا عدم مصرف هیومیک اسید بدست آمد. بین مصرف ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم در هکتار اسید هیومیک در همه صفات مورد بررسی بجز عملکرد دانه، شاخص برداشت و آنزیم کاتالاز تفاوت معنی داری مشاهده نشد. بالاترین عملکرد دانه در هیبرید ۷۰۴ در هر دو نسبت اختلاط هورمون به ترتیب به مقدار ۷۳۹۱ و ۷۲۹۱ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد همچنین عملکرد دانه در هیبرید AS۷۱ در نسبت اختلاط ۴۰۰/۲۰۰ میلی گرم هورمون نفتالین استیک/ ایندول استیک اسید تفاوت معنی‌داری با آنها نداشت. کمترین عملکرد دانه نیز در هیبرید AS۷۱ در تیمار شاهد به میزان ۵۹۴۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. با توجه به نتایج این مطالعه، کاربرد اختلاط نفتالین استیک/ ایندول استیک اسید و محلول‌پاشی اسید هیومیک تاثیر مثبتی بر افزایش عملکرد و صفات مورفولوژیک گیاه ذرت داشت. عملکرد دانه از طریق بهبود رشد گیاه افزایش یافت که این امر را می‌توان به تاثیر و نقش هورمون و استفاده از هیومیک اسید ارتباط دانست.

واژه‌های کلیدی: آنزیم پراکسیداز، آنزیم کاتالاز، پروتئین دانه و هورمون.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

مقدمه

ذرت گیاهی از تیره گندمیان است که به علت مصارف گوناگونی که دارد و همچنین شرایط رشد آن در بخش وسیعی از مناطق جهان کشت می‌شود (رشیدی و همکاران، ۱۳۹۶). هیبریدهای ذرت، با توجه به ویژگی‌های بیولوژیکی آنها، واکنش‌های متفاوتی نسبت به کود از خود نشان می‌دهد (Modhej *et al*., 2014). با توجه به نتایج به نظر می‌رسد که افزایش عملکرد دانه در هیبریدهای ذرت طی سال‌های اخیر تحت تأثیر اصلاح ویژگی‌های مدیریتی مصرف مواد مغذی قرار گرفته است (Modhej *et al*., 2014). در کشاورزی پایدار، خاک به عنوان منبع تغذیه گیاه نقش مهمی را ایفاء می‌کند. یکی از ترکیباتی که در اصلاح ساختار خاک نقش مهمی دارد اسید هیومیک بوده که از تجزیه مواد آلی در خاک حاصل می‌شود (Sharif, 2002). مدیریت تغذیه یکی از مهمترین عواملی است که بر رشد و تولید گیاهان زراعی به‌ویژه ذرت اثرگذار است (Karami *et al*., 2018). هیومیک اسید تشکیل شده از هوموس و دیگر منابع طبیعی به دلیل اثرهای هورمونی و بهبود جذب عناصر غذایی منجر به افزایش عملکرد در گیاه زراعی می‌شود (سبزواری و همکاران، ۱۳۸۸). هیومیک اسید حاوی بسیار از مواد مغذی شامل ۵۸-۴۴ درصد کربن، ۸-۶ درصد هیدروژن، ۴۶-۴۲ درصد اکسیژن، و ۵-۰/۴ درصد نیتروژن و همچنین بسیاری از عناصر مورد نیاز جهت بهبود رشد گیاه است (El-Bassiony *et al*., 2010). اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو، سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی در گیاه می‌شود (Delfine *et al*., 2005). گزارش شده است که هیومیک اسید بر روی رشد هوایی و ریشه گیاه اثرگذار است ولی اثر آن بر روی ریشه به دلیل افزایش حجم ریشه و بهبود سیستم ریشه نقش آن برجسته تر می‌باشد (Dursun *et al*., 2002). نصیری و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند اسید هیومیک اثر معنی‌داری بر روی صفات زراعی و ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه دارد. آنها گزارش کردند کاربرد هیومیک اسید از طریق بهبود حاصلخیزی خاک و فراهمی نیتروژن، باعث افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد می‌شود. مطالعاتی در مورد تاثیر اسید هیومیک بر گیاه ذرت انجام گرفت. از جمله مطالعه Sharif و همکاران (۲۰۰۲) که عنوان کردند که کاربرد هیومیک اسید باعث افزایش وزن خشک ساقه و ریشه گیاه ذرت گردید. کیانی و همکاران (۱۳۹۹) گزارش کردند کاربرد اسید هیومیک می‌تواند موجب افزایش جذب عناصر، اجزای عملکرد ذرت و در نهایت بهبود عملکرد ذرت شود. همچنین قربانی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند استفاده از هیومیک اسید می‌تواند اثر معنی داری بر عملکرد دانه ذرت و برخی از ویژگی‌های زراعی مرتبط با عملکرد داشته باشد. یکی از رهیافت‌های نوین در بهبود کمی و کیفی محصولات کشاورزی استفاده از تنظیم کننده رشد گیاهی می‌باشد. نفتالین استیک اسید به عنوان یک اکسین مصنوعی است که به عنوان یک تنظیم کننده رشد طبقه بندی شده است و در توسعه باروری، تقسیم سلول و بزرگ شدن سلول و بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه نقش دارد (Sawan *et al*., 1998; Singh *et al*., 2017). کاربرد برگی هورمون

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

ایندول استیک اسید باعث افزایش معنی دار رشد و عملکرد ذرت شده است (Eifediyi and Remison, 2015). باتوجه به اینکه استفاده از مواد ارگانیک طبیعی به جای کودهای شیمیایی، می‌توان کیفیت و شاخص‌های رشدی در گیاهان زراعی را افزایش داد و با این کار موجب کاهش خسارت‌هایی جبران ناپذیر زیست محیطی حاصل از مصرف کودهای شیمیایی شد. از طرفی تحقیقات در مورد تاثیر نسبت اختلاط دو هورمون نفتالین استیک/ ایندول استیک اسید بر گیاه ذرت در ایران انجام نشده است. از این رو، این تحقیق با هدف بررسی ترکیبات مختلف نفتالین استیک/ ایندول استیک اسید و هیومیک اسید بر عملکرد ذرت در شرایط آب و هوایی شهرستان اهواز اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در طی دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه شهید سالمی در شهر اهواز با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه‌ی شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه‌ی شرقی و ارتفاع ۲۲ متری از سطح دریا اجرا شد. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از شروع آزمایش مزرعه ای، پنج نمونه خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری به صورت تصادفی از زمین محل اجرای آزمایش برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد، نتایج آزمون خاک در جدول آورده شده است (جدول ۱). نوع بافت خاک با توجه به مثلث بافت خاک، لومی سیلتی تعیین گردید.

جدول ۱: مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر)

اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی	ماده آلی	شن	رس	سیلت	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	نیتروژن کل
	دسی زمینس بر متر	(درصد)	درصد			میلی گرم بر کیلوگرم		(درصد)
۷/۸	۰/۸۱	۰/۷۵	۳۳	۳۰	۳۷	۱۷/۹۸	۷۴/۳۳	۰/۰۷۱

آزمایش بصورت اسپلیت پلات-فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل نسبت اختلاط هورمون نفتالین استیک و ایندول استیک اسید، هیومیک اسید و هیبرید ذرت بود. کرت اصلی شامل دو هیبرید ذرت (سینگل گراس ۷۰۴ و AS71) و ترکیب تیمارهای نسبت اختلاط هورمون در سه سطح شاهد یا بدون مصرف هورمون، اختلاط نفتالین استیک/ ایندول استیک اسید به نسبت ۲۰۰/۱۰۰ ، ۴۰۰/۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم و هیومیک اسید در سه سطح شاهد (بدون کاربرد هیومیک اسید)، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم در هکتار بصورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. محلول پاشی هورمون‌ها با کمک سم‌پاش دستی و هیومیک اسید در مرحله رویشی و به‌صورت جداگانه هنگام غروب آفتاب صورت گرفت. هیبرید AS 71 مناسب کشت دوم مناطق گرمسیری و کشت اول مناطق معتدله می‌باشد. تولید ساقه‌های یکنواخت و ریشه بسیار قوی و ثبات نسبی در تولید و همچنین مقاومت

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

بالا به عمده بیماری‌های رایج کشور از خصوصیات زراعی این هیبرید می‌باشد. همچنین دوره رسیدگی دانه آن ۱۱۵-۱۲۵روز می‌باشد (براری تاری و همکاران، ۱۳۹۹). هیبرید سینگل گراس ۷۰۴ از هیبریدهای متداول منطقه مورد مطالعه است که در گروه هیبریدهای دیررس با طول دوره رشد ۱۲۵-۱۳۵ روز در اکثر مناطق ایران کشت می‌شود. این هیبرید در سال ۱۳۵۹ معرفی شد و دارای میانگین عملکرد هشت تن در هکتار می‌باشد (بی نام، ۱۳۹۴). عملیات آماده‌سازی زمین در اوایل خرداد ماه سال ۱۳۹۵ انجام شد. ابتدا به منظور تحریک جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز، کنترل مطلوبتر آن‌ها و تامین رطوبت مناسب جهت انجام عملیات شخم، قبل از تهیه زمین، قطعات آزمایشی آبیاری شدند. پس از رسیدن میزان رطوبت خاک به حد مطلوب (گاورو) عملیات شخم با گاوآهن برگردان‌دار صورت گرفت و سپس دو بار دیسک عمود برهم زده و تسطیح شد. کودهای پایه فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل و پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به ترتیب به میزان ۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار قبل از دیسک دوم به زمین داده شد. تعداد کل کرت‌ها در این طرح، ۵۴ کرت بود و هر تکرار ۱۸ کرت داشت. هر کرت با ابعاد ۴/۵ × ۶ متر و شامل شش ردیف کاشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر بود، فاصله بلوک‌ها از هم سه متر و فاصله کرت‌های اصلی به میزان دو ردیف نکاشت در نظر گرفته شد. بین کرت‌های فرعی یک خط نکاشت در نظر گرفته شد. کشت در تاریخ‌های ۱۳۹۵/۴/۱۵ و ۱۳۹۶/۴/۱۷ انجام شد. فاصله بذور روی هر ردیف ۲۰ و فاصله روی ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر بود. اولین آبیاری به منظور بهبود سبز شدن گیاهچه‌ها بلافاصله پس از کشت انجام شد. سه روز بعد جهت جوانه‌زنی بهتر، آبیاری دوم هم صورت گرفت. مبارزه با علف‌های هرز به صورت وجین دستی در اوایل دوره رشد انجام گردید. در طول دوره آزمایش هیچ گونه بیماری و آفاتی مشاهده نگردید.

برداشت ذرت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی در اوایل آبان ماه انجام گرفت. جهت تعیین عملکرد بیولوژیکی (کل ماده خشک اندام‌های بالای سطح خاک) در مرحله رسیدگی دانه از هر کرت دو مترمربع کف بر گردید و پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه در آون تهویه‌دار با درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. بعد از خشک شدن وزن آن‌ها محاسبه شد. جهت تعیین عملکرد دانه نیز، در مرحله رسیدن کامل و پس از حذف اثر حاشیه، بوته‌های برداشت شده از دو متر مربع هر کرت پس از انتقال به آزمایشگاه، وزن دانه‌ها با رطوبت ۱۴ درصد اندازه گیری شد. شاخص برداشت از تقسیم وزن خشک عملکرد دانه بر وزن خشک عملکرد بیولوژیک ضربدر ۱۰۰ بدست آمد. برای اندازه گیری میزان غلظت کمی آنزیم پراکسیداز و آنزیم کاتالاز از روش Chance and Maehly (۱۹۵۵) استفاده شد. برای اندازه گیری غلظت کمی آنزیم پراکسیداز ۳۳ میکرولیتر از عصاره استخراج را با یک میلی لیتر از محلول پراکسیداز که شامل ۱۳ میلی مولار گوایکول، ۵ میلی مولار پراکسید هیدروژن (H_2O_2) و۵۰ میلی مولار بافر فسفات پتاسیم (pH=۷) است مخلوط نموده و به مدت یک دقیقه با فواصل۱۰ ثانیه در طول موج ۴۷۰ nm جذب آن قرائت شد. برای اندازه گیری غلظت کمی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

آنزیم کاتالاز ۵۰ میکرو لیتر از عصاره استخراج را با یک میلی لیتر محلول اندازه گیری کاتالاز که شامل ۵۰ میلی مول بافر فسفات پتاسیم (pH=۷) و ۱۵ میلی مول پراکسید هیدروژن (H_2O_2) است مخلوط شد. سپس جذب آن را در طول موج ۲۴۰nm به مدت یک دقیقه با دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت شد. اندازه گیری کلروفیل a وb به روش Ashraf و همکاران (۱۹۹۴) و Arnon (۱۹۷۵) با استفاده از رابطه‌های ۱ و ۲ محاسبه شد.

رابطه ۱: $\text{Chlorophyll a } (mg.g^{-1} FW) = [12.7 \times (A663) - 02.69 \times (A645)]\ V/1000W$

رابطه ۲: $\text{Chlorophyll b } (mg.g^{-1} FW) = ([22.9 \times A645) - 4.6 \times (A663)]\ V/1000W$

داده‌های حاصل از آزمایش، بر اساس طرح آماری مورد استفاده، مورد تجزیه واریانس مرکب دوساله با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.1 قرار گرفت. جهت اطمینان از یکنواختی واریانس خطاها، آزمون یکنواختی بارتلت (متجانس بودن واریانس‌ها) انجام شد و در این خصوص هیچ یک از صفات مورد بررسی این آزمون معنی دار نگردید. سپس آزمون تجزیه مرکب دو ساله صفات انجام و مقایسه میانگین نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. در این آزمایش اثر سال به صورت تصادفی در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین هیبریدها از نظر عملکرد بیولوژیکی در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشتند. اثر اصلی هورمون و هیومیک اسید بر عملکرد بیولوژیکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین برهم‌کنش هیبرید×هورمون بر عملکرد بیولوژیکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). عملکرد بیولوژیکی با کاربرد هورمون در هر دو هیبرید افزایش یافت. بالاترین عملکرد بیولوژیکی در هیبرید ۷۰۴ در هر دو نسبت اختلاط هورمون و در هیبرید AS۷۱ در نسبت اختلاط ۴۰۰/۲۰۰ میلی گرم هورمون نفتالین استیک / ایندول استیک اسید مشاهده شد. کمترین عملکرد بیولوژیکی نیز در هیبرید AS۷۱ در تیمار شاهد به میزان ۱۲۰۸۹ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۳). Shaddad و همکاران (۲۰۱۱) عنوان کردند کاربرد هورمون ایندول استیک اسید باعث افزایش وزن خشک گیاه ذرت می‌گردد، که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد. کشاورزی و همکاران (۱۳۹۲) نیز بیان داشتند عملکرد علوفه ذرت در تیمار هورمون نسبت به شاهد، افزایش قابل ملاحظه‌ای داشت. دلیل این میزان افزایش می‌تواند به نقش اکسین در فتوسنتز و از همه مهمتر سبزینگی ذرت و داشتن برگ‌های سبزتر باشد. مشاهده شده است که در تیمارهای عدم کاربرد هورمون نسبت به کاربرد هورمون، ریزش برگ‌های ذرت بیشتر است (Ashraf *et al*., 2006). به نظر می‌رسد با کاربرد هورمون ها، میزان رشد و سبزینگی گیاه هم بیشتر بود و این دلایل منجر به افزایش وزن خشک بوته

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

و همچنین افزایش عملکرد بیولوژیک شده است. دلیل افزایش عملکرد با کاربرد هورمون، نقش این هورمون‌ها در رشد و فتوسنتز دانست. از طرف دیگر در تیمارهای که هورمون دریافت کرده بودند، ریزش برگ‌های پایین ذرت کمتر بود و همچنین میزان رشد و سبزینگی گیاه هم بیشتر بود و این دلایل منجر به افزایش وزن خشک گیاه گردید.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین هیبریدها از نظر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. اثر ساده هورمون و هیومیک اسید بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. (جدول ۲). نتایج برهم‌کنش هورمون و هیبرید نشان داد عملکرد دانه ذرت تحت تاثیر کاربرد هورمون‌ها افزایش معنی‌داری پیدا کرد. بالاترین عملکرد دانه در هیبرید ۷۰۴ در هر دو نسبت اختلاط هورمون به ترتیب به مقدار ۷۳۹۱ و ۷۲۹۱ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد همچنین عملکرد دانه در هیبرید AS۷۱ در نسبت اختلاط ۴۰۰/۲۰۰ میلی گرم هورمون نفتالین استیک/ ایندول استیک اسید تفاوت معنی‌داری با آنها نداشت. کمترین عملکرد دانه نیز در هیبرید AS۷۱ در تیمار شاهد به میزان ۵۹۴۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد استفاده از هورمون با تاثیرگذاری بر انتقال مجدد مواد فتوسنتزی و افزایش میزان کلروفیل در گیاه باعث افزایش عملکرد دانه شده است. Eifediyi and Remison (۲۰۱۵) با بررسی ایندول استیک بر روی ذرت در کشور نیجریه پیشنهاد کرد در مزارع از ایندول استیک اسید استفاده کنند. آنها اظهار داشتند به دلیل مقرون به صرفه بودن هورمون و تاثیر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد ذرت دارد. نتایج مطالعه Kaya و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند هورمون ایندول استیک اسید باعث بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیکی ذرت می‌گردد. Javid و همکاران (۲۰۱۱) نیز عنوان کردند استفاده از تنظیم کننده‌های رشد مانند ایندول استیک اسید باعث افزایش عملکرد دانه در گیاه شد که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. افزایش عملکرد دانه با کاربرد ایندول استیک اسید در گیاه جو نیز مشاهده شد (Ashraf *et al*., 2006).

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد بین هیبریدها از نظر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. اثر اصلی هورمون بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد و هیومیک اسید در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. برهم‌کنش تیمارها تاثیری بر شاخص برداشت نداشتند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد در هیبرید سینگل گراس ۷۰۱ نسبت به هیبرید AS۷۱، شاخص برداشت بیشتری به میزان ۵۲/۲ درصد بدست آمد (جدول ۴). کاربرد هورمون نفتالین استیک و ایندول استیک اسید باعث افزایش شاخص برداشت ذرت شده است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

بیشترین شاخص برداشت در اختلاط هورمون نفتالین استیک/ ایندول استیک اسید به نسبت ۴۰۰/۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم به میزان ۵۳ درصد بود (جدول ۴). استفاده از هورمون در گیاه باعث شده است که علاوه بر افزایش رشد و وزن خشک در گیاه، انتقال مواد از اندام های ذخیره‌ای به سمت دانه افزایش یابد که در این حالت موجب افزایش عملکرد دانه و در نتیجه افزایش شاخص برداشت می‌گردد. نتایج نشان داد کاربرد هیومیک اسید نیز باعث افزایش شاخص برداشت ذرت گردید، بطوریکه بیشترین شاخص برداشت در تیمار ۱۰۰۰ گرم در هکتار هیومیک اسید و شاهد بترتیب به میزان ۵۱/۹ و ۵۱ درصد مشاهده شد (جدول ۴). عملکرد دانه و عملکرد زیستی نیازمند موازنه صحیح بین اندازه دستگاه فتوسنتزی و تداوم آن، سرعت فتوسنتز، سرعت انتقال و توزیع مواد فتوسنتزی به اندام‌ها، تعداد و اندازه دانه و ظرفیت آنها از نظر تجمع مواد فتوسنتزی می‌باشد. کاربرد هیومیک اسید منجر به بهبود توزیع مواد فتوسنتزی از اندام ها بسمت دانه گیاه شده است که نقش موثری در افزایش عملکرد دانه گیاه و شاخص برداشت داشته است. تدین و بهشتی (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای عنوان کردند هیومیک اسید باعث افزایش شاخص برداشت در گیاه شده است. دوانی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند کاربرد هورمون گیاهی سبب افزایش شاخص برداشت در ذرت گردیده است. آنها استنباط کردند عواملی که انتقال آسیمیلاسیون مقصد را کنترل می‌کنند، بر روی توزیع مواد فتوسنتزی نیز کنترل می‌کنند و هورمون‌ها از طریق اثر بر فعالیت‌های آنزیمی و انعطاف پذیری سلول‌های مقصد تأثیر به مهمی در توزیع مواد فتوسنتزی دارند.

پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد بین هیبریدها از نظر پروتئین دانه در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. اثر اصلی هورمون و هیومیک اسید بر پروتئین دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین برهم‌کنش هیبرید×هورمون بر پروتئین دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش هورمون و هیبرید نشان داد مقدار پروتئین دانه هیبریدها، با افزایش نسبت اختلاط دو هورمون نفتالین استیک و ایندول استیک اسید افزایش یافت. بالاترین مقدار پروتئین دانه در هیبرید ۷۰۴ در نسبت اختلاط ۴۰۰/۲۰۰ میلی گرم نفتالین استیک اسید/ ایندول استیک اسید به میزان ۱۰/۷۴ درصد بود. در هیبرید AS۷۱ نیز، بالاترین آن مقدار پروتئین دانه در نسبت اختلاط ۲۰۰/ ۴۰۰ میلی گرم به میزان ۹/۳۱ درصد مشاهده شد (جدول ۳). نتایج مشابهی توسط کشاورزی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش شد و آنها بیان داشتند استفاده از هورمون باعث افزایش پروتئین در گیاه ذرت می‌گردد. با توجه به نتایج به نظر می‌رسد بین مقدار هورمون و تجمع پروتئین در دانه ذرت رابطه معنی‌داری وجود دارد، بطوریکه کاربرد هورمون باعث شده است میزان جذب عناصر غذایی به ویژه ازت از خاک بیشتر گردد در نتیجه مقدار پروتئین در

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

اندام‌های گیاه افزوده شود. مطالعات جداگانه با بررسی اثر هورمون‌های گیاهی بر پروتئین نشان داده شد که با کاربرد هورمون‌های گیاهی نفتالین استیک اسید، پروتئین برگ و ساقه و دانه در گیاه کلزا و سویا و ارزن افزایش چشمگیری را از خود نشان می‌دهد، در اکثر مطالعات گزارش شده است که سطح هورمون ارتباط مثبتی با مقدار پروتئین دانه دارد (Zhujie *et al*., 2003; Begum *et al*., 2018; Kalarani and Jeyakumar, 1998; Sivakumar *et al*., 2002).

آنزیم کاتالاز

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد بین هیبریدها از نظر آنزیم کاتالاز در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. اثر اصلی هورمون و هیومیک اسید بر آنزیم کاتالاز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین برهم‌کنش هیبرید× هورمون بر آنزیم کاتالاز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش تیمارها نشان داد در آنزیم کاتالاز، هیبریدها تحت تاثیر نسبت اختلاط دو هورمون نفتالین استیک و ایندول استیک اسید قرار گرفتند. بالاترین مقدار آنزیم کاتالاز در هیبرید ۷۰۴ در نسبت اختلاط ۴۰۰/۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم نفتالین استیک اسید/ ایندول استیک اسید بود. در هیبرید AS۷۱ نیز، بالاترین آنزیم کاتالاز در نسبت اختلاط ۲۰۰/ ۴۰۰ میلی گرم در کیلوگرم مشاهده شد (جدول ۳). با توجه به نتایج می‌توان اظهار داشت افزایش آنتی اکسیدانت‌ها تحت اثر هورمون‌های گیاهی و هیبرید ذرت قرار گرفته است. مطالعه‌ای نشان داد با کاربرد هورمون گیاهی فعالیت‌های آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسید دسموتاز و گلوتاتیون ریداکتاز افزایش یافته است (Jiang and Huang, 2001). زند و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند محلول‌پاشی هورمون سبب افزایش سطح فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در گیاه ذرت دانه‌ای می‌شود.

آنزیم پراکسیداز

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد بین هیبریدها از نظر آنزیم پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت. اثر اصلی هورمون و هیومیک اسید بر آنزیم پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. همچنین برهم‌کنش هیبرید× هورمون بر آنزیم پراکسیداز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد آنزیم پراکسیداز، هیبریدها تحت تاثیر نسبت اختلاط دو هورمون نفتالین استیک و ایندول استیک اسید قرار گرفتند. بالاترین مقدار آنزیم پراکسیداز در هیبرید ۷۰۴ در نسبت اختلاط ۴۰۰/۲۰۰ میلی گرم نفتالین استیک اسید/ ایندول استیک اسید بود. در هیبرید AS۷۱ نیز، بالاترین آنزیم پراکسیداز در نسبت اختلاط ۲۰۰/ ۴۰۰ میلی گرم مشاهده شد (جدول ۳). با اعمال محلول‌پاشی با هورمون، انتظار می‌رود بر میزان تحمل گیاه با فعالیت بیشتر آنزیم‌های دفاعی و مقادیر بالاتر آنتی اکسیدانت‌های آنزیمی افزوده گردد (زند و همکاران، ۱۳۸۹). هرکدام از هیبریدهای ذرت

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

پتانسیل ژنتیکی متفاوتی دارند. به نظر می‌رسد این تفاوت سبب تغییر در میزان آنزیم‌های آنتی اکسیدانی‌ها هیبریدها شود. در همین راستا در مطالعه‌ای بیان شد که فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان به ویژه انزیم پراکسیداز تحت اثر هیبرید قرار می‌گیرد (کشاورز و همکاران، ۱۳۹۳).

کلروفیل a و b

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی هیبرید، هورمون و اسید هیومیک و همچنین برهم‌کنش هیبرید و هورمون در هر دو کلروفیل a وb در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش تیمار هیبرید و هورمون نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a در تیمار اختلاط ۲۰۰/ ۴۰۰ میلی گرم نفتالین استیک اسید/ ایندول استیک اسید در هیبرید ۷۰۴ به میزان ۰/۵۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بدست آمد در حالی که برای کلروفیل b در همین هیبرید و در تیمار ۲۰۰/۱۰۰ میلی گرم نفتالین استیک اسید/ ایندول استیک اسید به میزان ۰/۲۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بدست آمد (جدول ۴). همچنین نتایج نشان داد که کمترین میزان در هیبرید AS۷۱ و عدم کاربرد هورمون بدست آمد (جدول ۳). ذاکرنژاد و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی کلروفیل a و b هیبریدهای ذرت نشان دادند که بین هیبریدها ذرت تفاوت معنی‌داری بر صفات کلروفیل a و b دارد. Jeber و همکاران (۲۰۱۹) اظهار داشتند ترکیب ایندول استیک اسید به همراه آمینو اسید سبب افزایش معنی‌دار کلروفیل میزان ۴۸/۶۳ درصد و کمترین میزان در شاهد یا عدم مصرف هورمون بدست آمد. فتوسنتز فرایندی فیزیولوژیک است که اثر مستقیمی در رشد و عملکرد گیاه دارد، با این حال تنظیم کننده‌های رشد می‌توانند باعث افزایش کارایی فرایندهای فیزیولوژیک مرتبط با فتوسنتز شوند؛ در نهایت با افزایش انتقال آسیمیلات‌ها از منبع به مخزن موجب افزایش عملکرد زیستی و دانه گردند (کشاورز و همکاران، ۱۳۹۳؛ Zhao *et al.*, 1995). در این مطالعه مشخص شد هورمون‌ها نقش بسزایی در افزایش میزان کلروفیل‌ها دارد که این امر موجب بهبود رشد و عملکرد در گیاه گردید (Singh *et al.*, 2017).

همبستگی

نتایج همبستگی پیرسون در صفات اندازه گیری شده در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که عملکرد دانه با صفات آنزیم ها وعملکرد بیولوژیک دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری می‌باشد که نشانگر نقش تعیین کننده هورمون ها در افزایش بهبود عملکرد بیولوژیک و کارایی آنزیم ها و در نتیجه افزایش عملکرد دانه می‌باشد. بر طبق جدول ۵، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفات شاخص برداشت، آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز و پروتئین دانه با عملکرد دانه وجود دارد. همچنین مشاهده می‌شود که کلروفیل a و b دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه و بیولوژیک می‌باشد که هر چه میزان کلروفیل بیشتر شود (البته تا یک میزان مشخص)، بر میزان فتوسنتز گیاه افزوده خواهد شد که

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

نتیجه آن ساخت مواد پرورده در دسترس خواهد بود (Sadras *et al*., 2000; Ferus and Arkosiova, 2001). همچنین افزایش سهم مواد برای توزیع در گیاه خواهد بود (فاضلی رستم پور و همکاران، ۱۳۸۹). در نتیجه می‌توان دلیل افزایش عملکرد در سطوح کاربرد هورمون را نقش این هورمون‌ها در رشد و فتوسنتز دانست. همبستگی معنی‌دار و مثبتی بین پروتئین دانه و کلروفیل a و b وجود دارد بطوریکه با افزایش کلروفیل‌ها میزان پروتئین دانه در گیاه افزایش یافت. در مطالعه رحیمی جهانگیرلو و همکاران (۱۴۰۰) نیز عنوان شد عملکرد دانه همبستگی مثبت معنی‌داری با پروتئین در گیاه ذرت دارد. به نظر می‌رسد کلروفیل‌ها با افزایش جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن و بهبود رشد در گیاه منجر به افزایش پروتئین دانه گردید.

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر کاربرد هورمون و هیومیک اسید بر صفات کمی و کیفی هیبریدهای ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	پروتئین دانه	آنزیم کاتالاز	آنزیم پراکسیداز	کلروفیل a	کلروفیل b
سال	۱	۴۸۴۹۱۶/۵۳ ns	۴۸۴۹۱۷/۸۷ ns	۵/۱۳ ns	۰/۰۰۹ ns	۳/۲۴**	۷/۲۳*	۰/۰۰۲۳ ns	۰/۰۰۱۲ ns
بلوک (سال)	۴	۱۵۰۷۴۲۹/۲۴	۱۲۱۵۴۸/۸۴	۲۵/۶۵	۰/۱۰۷	۰/۱۴	۰/۴۵	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۱۵
هیبرید	۱	۱۲۳۳۳۰۵۵/۴۳**	۱۴۵۷۵۸۹۷/۰۳**	۱۸۴۸/۴۳**	۷۵/۱۳۱**	۴۰/۸۲**	۷۴/۶۱**	۰/۰۴۱**	۰/۰۲۱**
هیبرید×سال	۱	۰/۹۰ ns	۰/۹۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۰۰۰۰۶ ns	۰/۰۰۰۰۴ ns
خطای کرت‌های اصلی	۴	۵۶۹۳۸۶/۴۵	۷۹۴۲۰/۲۷	۲۲/۱۴	۰/۰۴۹	۰/۵۰	۰/۸۹	۰/۰۱۲	۰/۰۲
هورمون	۲	۶۷۲۶۴۲۵/۸۷**	۷۲۸۴۳۳۶/۷۳**	۱۱۶/۱۳**	۲۶/۹۳۵**	۴۰/۸۳**	۷۴/۶۲**	۰/۰۸۷**	۰/۰۳۵**
هیومیک	۲	۶۳۳۲۳۴۳/۲۳**	۲۸۱۷۶۸۴/۵۰**	۶۲/۷۸**	۹/۹۲۳**	۶/۸۹**	۱۲/۵۵**	۰/۰۵۱**	۰/۰۱۸**
هورمون×هیومیک	۴	۲۶۹۳۴/۳۲ ns	۴۶۹۵۳۰/۹۸ ns	۷/۳۴ ns	۰/۵۹۹ ns	۰/۰۹ ns	۰/۱۶ ns	۰/۰۰۷۱ ns	۰/۰۰۵۷ ns
سال×هورمون	۲	۳۶/۵۳ ns	۳۶/۵۳ ns	۰/۴۸ ns	۰/۰۰۰ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۰۰۰۹ ns	۰/۰۰۰۰۴۱ ns
سال×هیومیک	۲	۳۹۳/۷۸ ns	۳۹۳/۸۲ ns	۰/۱۵ ns	۰/۰۰۰ ns	۰/۰۰ ns	۰/۲۹ ns	۰/۰۰۰۶۳ ns	۰/۰۰۰۲۳ ns
هیبرید ×هورمون	۲	۳۸۱۵۹۸۴/۷۲**	۱۰۳۰۹۰/۵۹*	۱۸۲/۹۱ ns	۰/۶۴۵**	۱/۷۵**	۳/۲۰*	۰/۰۵۵**	۰/۰۳۶**
هیبرید ×هیومیک	۲	۱۴۱۳۵/۰۵ ns	۸۸۴۶۴/۱۲ ns	۶/۳۳ ns	۰/۰۶۸ ns	۰/۴۰ ns	۰/۷۵ ns	۰/۰۰۸۵ ns	۰/۰۰۰۱ ns
سال× هیبرید ×هورمون	۲	۲۷۴۷/۳۰ ns	۲۷۴۷/۲۵ ns	۱۱/۸۸ ns	۰/۰۰۰ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۱۰ ns	۰/۰۰۴۵ ns	۰/۰۰۰۱۲ ns
سال× هیبرید ×هیومیک	۲	۱۹۵۸/۷۸ ns	۱۹۵۸/۶۶ ns	۰/۸۶ ns	۰/۰۱۰ ns	۰/۰۲۵ ns	۰/۸ ns	۰/۰۰۶۷ ns	۰/۰۰۲۲ ns
سال×هورمون×هیومیک	۴	۸۸۱۰/۲۳ ns	۸۹۳۰۱/۲۵ ns	۲/۴۰ ns	۰/۰۹۹ ns	۰/۰۶ ns	۰/۱۳ ns	۰/۰۰۳۱ ns	۰/۰۰۱۵ ns
هیبرید×هورمون×هیومیک	۴	۱۵۷۰۹۷۳/۸۳ ns	۴۴۲۷۶۸/۷۳ ns	۱۱۸/۶۱ ns	۰/۱۶۴ ns	۰/۲۱ ns	۰/۳۹ ns	۰/۰۰۹۸ ns	۰/۰۰۴۱ ns
سال×هیبرید×هورمون×هیومیک	۴	۱۱۸۷۳۰۰/۰۴ ns	۱۱۸۷۳۰/۰۱ ns	۲۱/۶۷ ns	۰/۰۸۴ ns	۰/۰۵ ns	۰/۰۹ ns	۰/۰۰۲۴ ns	۰/۰۰۱۳ ns
خطای کل	۶۴	۸۶۹۱۳۱۰/۲۰	۳۰۹۵۷۵/۶۱	۱۷/۳۵	۰/۱۲	۰/۳۴	۰/۷۵	۰/۰۰۹۴	۰/۰۰۵۱
ضریب تغییرات	-	۱۵/۸	۱۷/۲	۵/۵	۳/۲	۱۱/۸	۱۳	۵/۳	۶/۷

ns، **، * به ترتیب نشانگر عدم وجود اثر معنی‌دار، و اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

جدول ۳: مقایسه میانگین برهم‌کنش هورمون و هیبرید بر صفات مورد بررسی ذرت

هیبرید	هورمون نفتالین استیک / ایندول استیک اسید	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	پروتئین دانه (درصد)	آنزیم کاتالاز (EU mg-1 protein min-1)	آنزیم پراکسیداز (EU mg-1 protein min-1)	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر)
S.C ۷۰۴	۴۰۰/۲۰۰ میلی گرم	۱۳۵۳۴/۸a	۷۳۹۱/۴a	۱۰/۷۴a	۶/۲۷a	۸/۴۸a	۰/۵۲a	۰/۲۴a
	۲۰۰/۱۰۰ میلی گرم	۱۳۷۸۰/۸a	۷۲۹۱/۸a	۱۰/۴۴b	۵/۸b	۷/۸۳b	۰/۵۱a	۰/۲۵a
	شاهد (بدون اختلاط)	۱۳۳۷۶/۸ab	۶۵۸۱/۴bc	۹/۱۴c	۳/۹۷d	۵/۳۶d	۰/۴۶c	۰/۲۰b
AS ۷۱	۴۰۰/۲۰۰ میلی گرم	۱۳۵۴۳/۴a	۶۹۳۴/۴c	۹/۳۱c	۵/۰۶c	۶/۸۳c	۰/۴۹b	۰/۲۱ab
	۲۰۰/۱۰۰ میلی گرم	۱۳۰۳۲/۳b	۶۱۸۰/۳cd	۸/۴۸d	۴/۱۲d	۵/۵۶d	۰/۴۳d	۰/۲۰b
	شاهد (بدون اختلاط)	۱۲۰۸۹/۲c	۵۹۴۵/۸d	۷/۵۲e	۳/۱۷e	۴/۲۹e	۰/۴۲e	۰/۱۹c

در هر تیمار، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای‌دانکن تفاوت معنی‌داری باهم ندارند.

جدول ۴: مقایسه میانگین اثر اصلی هورمون، هیومیک اسید و هیبرید بر صفات کمی و کیفی ذرت

تیمار	سطوح	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	پروتئین دانه (درصد)	آنزیم کاتالاز (EU mg^{-1} protein (min^{-1}	آنزیم پراکسیداز (EU mg^{-1} protein (min^{-1}	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b(میلی گرم بر گرم وزن تر)
هیبرید	S.C۷۰۴	۱۳۵۶۴/۱۸ a	۷۰۸۸/۲۹ a	۵۲/۲۸ a	۱۰/۱۰ a	۵/۳۵ a	۷/۲۲ a	۰/۵۰a	۰/۲۳a
	AS۷۱	۱۲۸۸۸/۳۲ b	۶۳۵۳/۵۴ b	۴۹/۳۱ b	۸/۴۴ b	۴/۱۲ b	۵/۵۶ b	۰/۴۵b	۰/۲۰b
هورمون نفتالین استیک/ ایندول استیک اسید (میلی گرم)	۴۰۰/۲۰۰	۱۳۵۳۹/۱۲ a	۷۱۶۲/۹۵ a	۵۳/۰۰ a	۱۰/۰۳ a	۵/۶۷ a	۷/۶۵ a	۰/۵۱a	۰/۲۳a
	۲۰۰/۱۰۰	۱۳۴۰۶/۶۰ ab	۶۷۳۶/۱۰ b	۵۰/۱۵ b	۹/۴۶ a	۴/۹۶ b	۶/۷۰ b	۰/۴۷b	۰/۲۲b
	شاهد	۱۲۷۳۳/۰۲ b	۶۲۶۳/۶۹ c	۴۹/۲۴ b	۸/۳۳ b	۳/۵۷ c	۴/۸۲ c	۰/۴۴c	۰/۲۰c
هیومیک اسید (گرم در هکتار)	۱۰۰۰	۱۳۵۰۷/۹۸ a	۷۰۲۹/۸۲ a	۵۱/۹۳ a	۹/۷۶ a	۵/۱۶ a	۶/۹۷ a	۰/۵۰a	۰/۲۳a
	۵۰۰	۱۳۴۲۶/۵۱ a	۶۶۴۸/۳۴ ab	۴۹/۳۸ b	۹/۳۳ a	۴/۷۵ b	۶/۴۲ a	۰/۴۷a	۰/۲۲a
	شاهد	۱۲۷۴۴/۲۵ b	۶۴۸۴/۵۹ b	۵۱/۰۹ a	۸/۷۲ b	۴/۲۸ c	۵/۷۹ b	۰/۴۵b	۰/۱۹b

در هر تیمار، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای‌دانکن تفاوت معنی‌داری باهم ندارند.

جدول ۵: نتایج ضرایب همبستگی دو به دو میان صفات مورد بررسی

صفات	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	آنزیم کاتالاز	آنزیم پراکسیداز	پروتئین دانه	کلروفیل a	کلروفیل b
عملکرد بیولوژیک	۱							
عملکرد دانه	۰/۷۷**	۱						
شاخص برداشت	۰/۰۶ ns	۰/۶۷**	۱					
آنزیم کاتالاز	۰/۴۳**	۰/۶۴**	۰/۵۱**	۱				
آنزیم پراکسیداز	۰/۴۲*	۰/۶۳**	۰/۵۰**	۰/۹۹**	۱			
پروتئین دانه	۰/۵۶**	۰/۷۶**	۰/۵۳**	۰/۸۳**	۰/۸۲**	۱		
کلروفیل a	۰/۴۶**	۰/۵۸**	۰/۶۳**	۰/۶۱**	۰/۷۰**	۰/۴۴**	۱	
کلروفیل b	۰/۳۲*	۰/۶۵**	۰/۳۶*	۰/۵۰**	۰/۶۸**	۰/۴۹**	۰/۵۶**	۱

ns ، ** و * به ترتیب بیانگر تفاوت غیرمعنی دار و تفاوت معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

نتیجه گیری

نتایج نشان می‌دهد کاربرد ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم محلول‌پاشی اسید هیومیک تاثیر معنی‌داری بر همه صفات مورد مطالعه داشت و کمترین میزان در تیمار شاهد یا عدم مصرف هیومیک اسید بدست آمد. بین مصرف ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم اسید هیومیک در همه صفات مورد بررسی بجز عملکرد دانه، شاخص برداشت و آنزیم کاتالاز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همبستگی بین صفات نیز نشان داد بین صفات اندازه گیری با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد. با توجه به نتایج این مطالعه، کاربرد هورمون‌ها و اسید هیومیک تاثیر مثبتی بر افزایش عملکرد و صفات مورفولوژیک گیاه ذرت داشت. عملکرد دانه از طریق بهبود رشد گیاه افزایش یافت که این امر به دلیل تاثیر هورمون‌ها و استفاده از هیومیک اسید می‌باشد.

منابع

بی نام. ۱۳۹۴. معرفی ارقام زراعی (معرفی ارقام زراعی، جلد۱). موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.۲۳۶ص.

براری تاری، د.، ا. فتحی.، ه. فلاح آملی و ی. نیک نژاد. ۱۳۹۹. تأثیر نظام‌های خاک‌ورزی و کود شیمیایی (NPK) بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱۲(۴۰): ۱۱۵-۱۰۲.

تدین، ع. و ص. بهشتی. ۱۳۹۵. اثر محلول پاشی اسید هیومیک، آهن و روی بر برخی ویژگی‌های گیاه روغنی دان سیاه (*Guizotia abyssinica* L). اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۲(۳۸): ۲۹۶-۲۸۳.

دوانی، د.، نبی پور، م.، روشنفکر دزفولی، ح. ا. ۱۳۹۵. بررسی اثر هورمون‌های سیتوکینین و اکسین و الگوی کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) در شرایط شور. پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۴(۱): ۱۷۱-۱۸۴.

ذاکر نژاد، س.، نادری، ا.، هاشمی دزفولی، ا.، لک، ش.، علوی فاضل، م. ۱۳۹۶. مقایسه روش‌های مختلف آبیاری بر صفات زراعی و فیزیولوژیک ارقام ذرت (*Zea mays* L.) در فصل‌های بهار و تابستان در شرایط آب و هوایی اهواز. مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۹ (۳۶): ۱۳۷-۱۵۶.

رحیمی جهانگیرلو، م.، غ. ع. اکبری.، ا. اله دادی و س. صوفی زاده. ۱۴۰۰. اندازه گیری غیرتخریبی غلظت پروتئین و آمینواسیدهای دانه ذرت و ارتباط آن با عملکرد دانه تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری، تاریخ کاشت، رقم و نیتروژن. تنش های محیطی در علوم زراعی. doi: 10.22077/escs.2020.2991.1773.

رشیدی، س.، عباس دخت، ح.، غلامی، ا.، توکل افشاری، ر. ۱۳۹۶. اثر جیبرلین و سیتوکینین بر بهبود صفات جوانه‌زنی و بنیه بذر زوال یافته ارقام ذرت (*Zea mays* L.). مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۹(۳۴): ۷۹-۹۶.

زند، ب.، سروش‌زاده، ع.، قناتی، ف، مرادی، ف. ۱۳۸۹. اثر محلول‌پاشی روی (Zn) و اکسین (IBA) بر فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در ذرت دانه‌ای. زیست‌شناسی گیاهی ایران. ۲(۳): ۳۵-۴۸.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

سبزواری، س.، خزاعی، ح.ر. و کافی، م . ۱۳۸۸. اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام سایونز و سبلان گندم (*Triticum aestivum* L.). مجله آب و خاک. ۲۳(۲): ۸۷-۹۴.

فاضلی رستم پور، م.، م. ج. ثقه الاسلامی و غ. ر. موسوی. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر تنش خشکی و سوپرجاذب بر محتوی نسبی آب و شاخص کلروفیل برگ و رابطه ی آن ها با عملکرد دانه در ذرت. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۲(۱): ۳۱-۱۹.

قربانی، ص.، خزاعی، ح. ر.، کافی، م.، بنایان اول، م. ۱۳۸۹. اثر کاربرد اسید هیومیک در آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت (*Zea mays* L.) . بوم شناسی کشاورزی. ۲(۱) : ۱۱۸-۱۱۱.

کشاورز، ح، مدرس ثانوی، س. ع. م.، زرین کمر، ف. ۱۳۹۳. تفاوت در پاسخ آنتی‌اکسیدانی دو رقم کلزا بهاره و پاییزه (*Brassica napus* L.)در شرایط مزرعه‌ای تحت تأثیر اسید سالیسیلیک. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران). ۲۷(۲): ۲۹۸-۲۸۸.

کشاورزی، م. ص.، جعفری حقیقی، ب، باقری، ع.ر. ۱۳۹۲. ارزیابی تأثیر هورمون اکسین و جیبرلین بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت علوفه‌ای. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۵(۱۵): ۲۶-۳۵.

کیانی، ص.، مجدم، م.، لک، ش.، علوی فاضل، م.، شکوه فر، ع. ر. ۱۳۹۹. بررسی اثر تراکم و محلول‌پاشی اسیدهیومیک بر عملکرد کمی و جذب عناصر ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) تحت شرایط تنش خشکی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۳(۴): ۱۱۳۵-۱۱۴۸.

نصیری، آ.، سام دلیری، م.، شیرانی راد، ا. ح.، موسوی، ا. ع.، جباری، ح. ۱۳۹۶. ارزیابی صفات زراعی و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی در شرایط کاربرد هیومیک‌اسید و تراکم‌های مختلف بوته در برخی ارقام زمستانهٔ کلزا (*Brassica Napus* L.). مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۹(۳۵): ۵۵-۷۲.

Arnon. D. I. 1975. Copper enzymes in isolated chloroplasts; polyphenol-oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology. 24:1-15.

Ashraf, M. Y., Azmi, A. R., Khan, A. H., & Ala, S. A. 1994. Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in wheat (*Triticum aestivum* L.). Acta Physiologiae Plantarum. 16(3):1-18.

Ashraf, M., Fakhra, K. and Rasoul, E. 2006. Interactive effects of gibberellic acid (GA3) and salt stress on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity of two corn cultivars differing in salt tolerance. Plant Growth Regulation. 36: 49-59.

Begum, F., Hossain, F., Islam, M., Mondal, M., & Islam, R. 2018. Effect of Naphthalene Acetic Acid (NAA) on Oil Content and Quality of the Mustard Plant (*Brassica campestries* L.). Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science. 41(1):191-208.

Chance, B. and Maehly, A.C. 1955. Assay of catalases and peroxidases. Methods in

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

Enzymologist. 11: 764-755.

Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E. and Alvino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agronomy for Sustainable Development. 25: 183-191.

Dursun A., I. Guvenc, and Turan, M. 2002. Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. Acta Agrobotanica. 56: 81-88.

Eifediyi, E. K and Remison, S.U. 2015. The effect of indole acetic acid on the performance of maize (*Zea mays* L.) in a southern guinea savanna zone of Nigeria. Agrosearch. 15(1): 77-88.

El-Bassiony, Z. F. M., Fawzy, A. M., Abd El-Baky, M. H. and Mahmoud, A. R. 2010. Response of snap bean plants to mineral fertilizers and humic acid application. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 6(2): 169-175.

Ferus, P. and Arkosiova, M. 2001. Variabillty of chlorophyll content under fluctuating environment. Acta Fytotechnica et Zootechnica. Vol. 4, Special Number.

Javid, M. G., Sorooshzadeh, A., Sanavy, S. A. M. M., Allahdadi, I., & Moradi, F. 2011. Effects of the exogenous application of auxin and cytokinin on carbohydrate accumulation in grains of rice under salt stress. Plant Growth Regulation. 65(2): 305-313.

Jeber, B. A., & Khaeim, H. M. 2019. Effect of foliar application of amino acids, organic acids, and naphthalene acetic acid on growth and yield traits of wheat. Plant Archives. 19(2): 824-826.

Jiang, Y., & Huang, B. 2001. Drought and heat stress injury to two cool - season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop science. 41(2): 436-442.

Kalarani, M. K., & Jeyakumar, P. 1998. Effect of nutrient and NAA spray on physiological changes in soybean (Glycine max L.). Indian Journal of Plant Physiology. 3(3): 226–228.

Karami, H., Maleki, A., and Fathi, A. 2018. Determination effect of mycorrhiza and vermicompost on accumulation of seed nutrient elements in maize (*Zea mays* L.) affected by chemical fertilizer. Journal of Crop Nutrition Science. 4(3): 15-29.

Kaya, C., Tuna, A.L., Okant, A. M. 2010. Effect of foliar applied kinetin and indole acetic acid on maize plants grown under saline conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 34(6): 529-538.

Modhej, A., Kaihani, A., & Lack, S. 2014. Effect of nitrogen fertilizer on grain yield and nitrogen use efficiency in corn (*Zea mays* L.) hybrids under irrigated conditions. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences. 84(3). 531-536.

Sadras, V.O., Echarte L., and Andrade, F.H. 2000. Profiles of leaf senescence during reproductive growth of sunflower and maize. Annals of Botany. 85: 187- 195.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

Sawan, Z. M., Sakr, R. A., & Momtaz, O. A. 1998. Effect of 1-naphthaleneacetic acid concentrations and the number of applications on the yield components, yield, and fibre properties of Egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L.). Australian Journal of Agricultural Research. 49(6): 955-960.

Shaddad, M. A. K., Abd El-Samad, M. H., & Mohammed, H. T. 2011. Interactive effects of drought stress and phytohormones or polyamines on growth and yield of two M (*Zea maize* L.) genotypes. American Journal of Plant Sciences. 2(06): 790-807.

Sharif, M., Khattak, R. A., & Sarir, M. S. 2002. Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 33(19-20): 3567-3580.

Shariff, M., 2002. Effect of lignitic coal derived HA on growth and yield of wheat and maize in alkaline soil. Ph.D. Thesis, NWFP Agriculture University Peshawar, Pakistan.

Singh, J. S., Mirza, A. S., Singh, S. 2017. Study on Physiochemical Properties of Fruits as Influenced by Naphthalene Acetic Acid: A Review. International Journal of Engineering Research & Technology. 6(6): 941-945.

Sivakumar, R., Pathmanaban, G., Kalarani, M. K., Vanangamudi, M., & Srinivasan, P. S. 2002. Effect of foliar application of growth regulators on biochemical attributes and grain yield in pearl millet. Indian Journal of Plant Physiology. 7(1): 79-82.

Zhao, H. J., Lin, X. W., Shi, H. Z., & Chang, S. M. 1995. The regulating effects of phenolic compounds on the physiological characteristics and yield of soybeans. Acta Agron Sin. 21: 351-355.

Zhujie X. Dong J. Weixing C. Tingbo D. and Qi J. 2003. Relationships of endogenous plant hormones to accumulation of grain protein and starch in winter wheat under different post-anthesis soil waterstatuses. Plant Grow. Regul. 41: 117–127.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

Evaluation of different compounds of naphthalene acetic/indole acetic acid and humic acid on corn yield

S. Hajati[1], T. Saki Nezhad[2*], K. Ordokhani[3], Sh. Sharaf Zadeh[4] and M. Zare[5]

1, 3, 4 & 5) Department of Agronomy, Firoozabad Branch, Islamic Azad University, Firoozabad, Iran.
2) Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

*** Corresponding author: t.sakinezhad@gmail.com**

This article is taken from a doctoral dissertation.

Received date: 2021.01.27 **Accepted date: 2021.04.30**

Abstract

Different compounds of naphthalene acetic / indole acetic acid and humic acid have an important role in plant growth and development; therefore, an experiment was conducted in Shahid Salemi farm in Ahvaz in 2017-18 and 2018-19. The experiment was performed in a randomized complete block statistical design with split plot-factorial in three replications. Experimental treatments include two hybrids of corn SC 704 and AS71 in the main plot and factorial treatments of hormone mixing ratio in three levels of control (without mixing), mixing naphthalene acetic / indole acetic acid in the ratio of 100/200 and 200/400 mg/kg and humic acid at three levels of control (without use), 500 and 1000 g/ha were compared in subplots. The results show that the application of 500 and 1000 g/ha of humic acid had a significant effect on all studied traits. The lowest amount was obtained in the control treatment or no consumption of humic acid. There was no significant difference between the consumption of 500 and 1000 g/ha of humic acid in all studied traits except grain yield, harvest index, and catalase enzyme. The highest grain yield in SC704 hybrids was observed in mixing ratios of 7391 and 7291 kg/ha, respectively. Also, the grain yield in AS71 hybrid in the mixing ratio of 200/400 mg of naphthalene acetic/indole acetic acid was not significantly different. The lowest grain yield was observed in AS 71 hybrid in control treatment at 5945 kg/ha. According to the results of this study, the use of hormones and humic acid can positively affect increasing the yield and morphological traits of corn. Seed yield was increased by improving plant growth, which can be attributed to the effect and role of hormones and the use of humic acid.

Key words: Peroxidase enzyme, Catalase enzyme, Grain protein and Hormone.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]