بررسی اثر اسید هیومیک و نانوکودهای ریزمغذی بر واکنش نخود (*Cicer arietinum* L.) دیم در کشت پاییزه

اکبر ویسی[۱]، بابک پاساری[۲*] و اسعد رخزادی[۳]

۱) دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران.
۲ و ۳) استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران.

*** نویسنده مسئول: bpasary@yahoo.com**

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۲۴ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۶**

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر اسید هیومیک و نانوکودهای ریزمغذی بر واکنش نخود دیم در کشت پاییزه در مزرعه‌ای واقع در شهرستان کامیاران-کردستان در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ اجرا گردید. آزمایش در قالب کرت‌های یک‌بار خرد شده با طرح پایه بلوک کامل تصادفی در سه تکرار صورت گرفت. فاکتور اصلی محلول‌پاشی اسید هیومیک در سه سطح شامل (شاهد، چهار و پنج کیلوگرم در هکتار) و فاکتور فرعی محلول‌پاشی نانوکودهای ریزمغذی در چهار سطح شامل (شاهد: آب مقطر، نانو آهن، نانو روی، نانو آهن+ نانو روی) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که اثر اسید هیومیک بر صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه اصلی و تعداد غلاف معنی‌دار بود. به‌طوری که کاربرد پنج کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک سبب افزایش معنی‌دار این صفات گردید. همچنین در این آزمایش محلول‌پاشی نانوکودهای ریز مغذی اختلاف معنی‌داری بر صفات تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین داشت. در نهایت حداکثر تعداد غلاف، عملکرد دانه و پروتئین در واکنش به برهم‌کنش اسید هیومیک به میزان پنج کیلوگرم در هکتار و نانوکود آهن+ روی حاصل شد، به‌طوری که در مقایسه با شاهد (عدم کاربرد اسید هیومیک و عدم کاربرد نانوکود آهن+ نانو روی) صفات مذکور را به‌ترتیب ۷۸/۶۹، ۶۵/۵۴ و ۸۴/۵ درصد افزایش داد. نتایج همبستگی بین صفات نیز بیانگر وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با تعداد شاخه فرعی و تعداد غلاف در گیاه (به‌ترتیب ۰/۷۶ و ۰/۹۷ درصد) بود.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، آهن، روی و نخود.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.6.2]

مقدمه

ایران در بین بیش از ۵۰ کشور تولیدکننده نخود، با تولید پنج درصد از تولید نخود جهان در جایگاه سوم قرار دارد (Varshney *et al.*, 2017). نظر به این‌که این گیاه در ایران عمدتاً در نواحی خشک و نیمه خشک به‌صورت دیم کشت می‌شود (Rasaei *et al.*, 2012)، میانگین عملکرد آن بسیار کم است (FAOSTAT, 2016) لذا کنترل عوامل محدودکننده رشد آن مانند خشکی و کمبود عناصر غذایی در افزایش عملکرد در واحد سطح از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (صباغ‌پور، ۱۳۸۵). اسید هیومیک به‌عنوان یک ترکیب طبیعی آلی که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به‌وجود می‌آید (Nardi *et al.*, 2002)، یک اصلاح‌کننده خاک است که با افزایش ریزجانداران موجود در خاک، اصلاح و بهبود وضعیت فیزیکی خاک، تعدیل اسیدیته خاک، اثر آنزیمی و هورمونی، تنظیم رشد گیاه و افزایش کارایی مصرف آب و در نتیجه افزایش تحمل گیاه به تنش‌های شوری و خشکی، باعث افزایش قدرت جذب عناصر غذایی، افزایش جوانه‌زنی، رشد ریشه و بهبود محصول از لحاظ کمی و کیفی می‌شود (Zhang *et al.*, 2010). از سایر مزایای مهم اسید هیومیک می‌توان به کلات‌کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی اشاره کرد که سبب افزایش طول، وزن ریشه، آغازش ریشه‌های جانبی و از بین رفتن کلروز در برگ‌های ذرت می‌شود (قربانی و همکاران، ۱۳۸۹). در مطالعات مختلف اثر مثبت اسید هیومیک بر عملکرد دانه و اجزای آن در گیاه نخودفرنگی (El-Hak *et al.*, 2012)، نخود (نخ زری مقدم، ۱۳۹۶؛ شبانی و آرمین، ۱۳۹۶)، باقلا (El-Ghamry *et al.*, 2009) و گندم (Jones *et al.*, 2007؛ Sharif, 2002) گزارش گردیده است. مدیریت عناصر غذایی در شرایط کم‌آبی یا دیم می‌تواند نقش عمده‌ای در افزایش عملکرد نخود در شرایط دیم داشته باشد. در چند دهه گذشته، کارایی کم عناصر غذایی، کوددهی نامتعادل و پاسخ کم گیاه به کود، نهایتاً منجر به کاهش تولید محصولات کشاورزی شده است (Sharma, 2008). در سال‌های اخیر، کاربرد نانوفناوری به‌عنوان یکی از روش‌های نویدبخش برای افزایش قابل‌توجه تولید غذای مورد نیاز جمعیت جهان به‌سرعت در حال رشد می‌باشد (Lal, 2008). نانوفناوری شامل طیف وسیعی از فن‌آوری‌های مربوط به ساخت مواد در مقیاس یک تا ۱۰۰ نانومتر است که می‌تواند به تغییرات چشم‌گیر در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مواد منجر شود. سبک و کوچک بودن، استفاده در مقادیر کم، چند کاربردی بودن و صرفه در مواد مصرفی از ویژگی‌های نانو مواد است (مقصودی و نجفی، ۱۳۹۵). نخود جهت رشد مطلوب خود نیاز به مواد غذایی ضروری و نیز ریز عناصر کم مصرف به‌ویژه آهن و روی دارد. کمبود این عناصر در خاک مهم‌ترین عامل محدودکننده نخود در شرایط نیمه‌خشک اعلام شده است (Kumawat and Kuldeep, 2017; Souri *et al.*, 2018)، به‌طوری که عملکرد کمی و کیفی دانه نخود را کاهش می‌دهد (مجنون حسینی، ۱۳۹۴). نانوکودهای ریزمغذی در

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.6.2]

شرایط کم‌آبی یا دیم بـا اثر بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی گیاه و اثر در افزایش جذب در مقایسه با کودهای شیمیایی سبب بهبود عملکرد گیاهـان زراعـی می‌شوند (شجاعی و مکاریان،۱۳۹۳). طی آزمایش‌های صورت گرفته افزایش کمیت و کیفیت محصولات زراعی در واکنش به نانو کود آهن در گیاه برنج (بقایی و همکاران، ۱۳۹۱) و نخود (حمزه‌ئی و همکاران، ۱۳۹۳) به اثبات رسیده است. همچنین اثر مطلوب کود نانو روی بر عملکرد دانه در گیاه ماش (شجاعی و مکاریان، ۱۳۹۳)، ارزن (Tarafdar *et al.*, 2014) و بادام زمینی (Prasad *et al.*, 2012) مشاهده شده است. طی آزمایشی دیگر افزایش عملکرد دانه گیاه ذرت در تیمار کاربرد همزمان نانوکود آهن و روی مشاهده گردیده است (Janmohammadi *et al.*, 2016). لذا با توجه به اثر مثبت اسید هیومیک و کاربرد نانوکودها در زراعت سایر محصولات، این تحقیق به‌منظور بررسی اثر نانو کودهای ریزمغذی و اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم در کشت پاییزه صورت گرفت.

مواد و روش ها

آزمایش در مزرعه‌ای واقع در جوار سایت هواشناسی سینوپتیک شهرک ورمهنگ شهرستان کامیاران کردستان در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. مختصات جغرافیایی مزرعه مورد آزمایش شامل ارتفاع از سطح دریا ۱۴۲۵ متر، طول جغرافیایی ۳۴ درجه و ۴۷ دقیقه و ۱۴ ثانیه شمالی و عرض جغرافیایی ۴۶ درجه و ۵۳ دقیقه و ۴۱ ثانیه شرقی بود. آزمایش به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. در این آزمایش فاکتور اصلی محلول‌پاشی اسید هیومیک در سه سطح شامل (شاهد: آب مقطر، چهار و پنج کیلوگرم در هکتار) و فاکتور فرعی محلول‌پاشی نانو کودهای ریز مغذی در چهار سطح (شاهد: آب مقطر، نانو کود آهن، نانو کود روی، تلفیق نانو کود آهن+ روی) در نظر گرفته شد. برخی از متغیرهای هواشناسی در طی فصل رویشی از ایستگاه سینوپتیک کامیاران که در حدود ۱۰۰ متر از مزرعه آزمایشی فاصله داشت به‌دست آمد (جدول ۱). قبل از اجرای آزمایش به‌منظور اطلاع از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در چند نقطه در مسیری به شکل W و از عمق صفر تا ۵۰ سانتی‌متری اقدام به نمونه‌برداری از خاک شد (جدول ۲). بر اساس توصیه کودی ۵۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۶۰کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم در مرحله قبل از کاشت به خاک اضافه شد. سپس به‌منظور آماده‌سازی بستر کاشت، پس از گاورو شدن زمین، به‌وسیله گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد و جهت خرد کردن کلوخه‌ها و یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه، عملیات دیسک و ماله صورت گرفت. عملیات کشت نخود (رقم هاشم: تیپ پاییزه کابلی، با قابلیت برداشت به صورت مکانیزه، مقاوم به بیماری برق‌زدگی و متحمل به بیماری فوزاریوم) در تاریخ ۱۷ آبان ماه ۱۳۹۴ توسط بذرکار نخود انجام گرفت. فاصله خطوط ۷۵ سانتی‌متر (به‌منظور کنترل علف‌های هرز بین ردیف‌ها توسط کولتیوتور)، عمق کاشت بذر ۸-۶ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف هفت سانتی‌متر در نظر گرفته شد.

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

[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.40.6.2]

جدول ۱: متغیرهای هواشناسی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ (ایستگاه سینوپتیک کامیاران)

ماه‌های سال	میانگین حداقل دما (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداکثر دما (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداقل رطوبت نسبی (درصد)	میانگین حداکثر رطوبت نسبی (درصد)	میزان بارندگی (میلی‌متر)
مهر ۹۴	۸/۸	۲۵/۳	۲۷	۶۲/۴	۶۸/۳
آبان ۹۴	-۲/۲	۱۰	۴۶/۳	۸۸/۱	۱۲/۸
آذر ۹۴	۱/۳	۱۲/۱	۵۴	۹۰/۸	۶۹/۲
دی ۹۴	-۲/۷	۹/۳	۴۵/۷	۸۷/۳	۱۳/۶
بهمن ۹۴	-۰/۹	۱۳	۳۵/۷	۷۶/۸	۳۹/۷
اسفند ۹۴	-۱/۲	۱۳/۶	۵۳/۳	۷۵	۳۰/۴
فروردین ۹۵	۱/۸	۱۷/۵	۳۲/۸	۷۹/۸	۵۰/۶
اردیبهشت ۹۵	۵/۸	۲۶/۵	۱۶/۰	۶۰/۳	۳/۳
خرداد ۹۵	۱۱/۵	۳۳/۵	۱۲/۰	۴۶/۴	۰/۲
تیر ۹۵	۱۷/۰	۳۸/۴	۹/۹	۳۵/۰	۰
مرداد ۹۵	۱۸/۰	۳۹/۲	۷/۸	۲۷/۹	۰
شهریور ۹۵	۱۴/۲	۳۳/۷	۱۳/۳	۴۱/۶	۰

جدول ۲: نتایج فیزیک و شیمیایی خاک محل آزمایش

بافت خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
لومی	۷/۹	۱/۸	۱/۲	۰/۱۳	۹/۳۴	۱۸۵

در ابتدای فصل بهار پس از سبز شدن مزرعه و مبارزه اولیه با علف‌های هرز بین ردیف‌ها به‌وسیله کولتیواتور، پیاده نمودن نقشه کاشت و گونیا نمودن مزرعه آزمایشی صورت گرفت. در طول فصل رشد، علف‌های هرز روی ردیف‌ها چندین بار با دست وجین شدند. به‌منظور مبارزه با حشره هلیوتیس یا کرم پیله‌خوار (*Heliothis viriplaca* Hufn) که از آفات مهم این گیاه و گونه غالب منطقه به‌شمار می‌رود، در دو نوبت یکی در مرحله شروع گل‌دهی و دیگری در مرحله آغاز پر شدن غلاف‌ها، با سم مالاتیون (از کم خطرترین سموم فسفره برای انسان و دام) به‌نسبت دو در هزار سم‌پاشی انجام شد. کودهای نانو و اسید هیومیک به‌صورت مجزا و طی دو روز متوالی با استفاده از سم‌پاش ۲۰ لیتری و در دو مرحله قبل از گل‌دهی (۱۵ اردیبهشت) و بعد از گل‌دهی (۹ خرداد) (آرمین و مصلحی، ۱۳۹۱)، بر اساس دستورالعمل کارخانه سازنده (با غلظت پنج در هزار) در ساعت خنک بعد از ظهر محلول‌پاشی شد. کود نانو آهن و روی (حاوی ۱۰ درصد یون فعال) تولید شرکت سپهر پارمیس و اسید هیومیک با نام تجاری اوریکس هیوم (Oryx Hum) حاوی (۷۴-۷۳ درصد اسید هیومیک بر اساس وزن خشک و ۱۲-۱۰ درصد پتاسیم) از شرکت بیومگا تهیه و بر اساس توصیه کارخانه سازنده (۵-۴ کیلوگرم در هکتار) محلول‌پاشی گردید. برداشت محصول در تاریخ ۱۰ تیر ۱۳۹۵ زمانی که ۸۰ درصد غلاف‌ها در مرحله رسیدگی کامل قرار گرفتند، صورت گرفت. از هر کرت پس از حذف اثر حاشیه، تعداد پنج بوته به‌طور تصادفی انتخاب شده و جهت اندازه‌گیری و ثبت صفات مورد استفاده قرار گرفتند. ارتفاع بوته از محل طوقه گیاه تا بلندترین نقطه تاج گیاه در

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.6.2]

پنج بوته بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. تعداد شاخه‌های اصلی، فرعی و تعداد غلاف موجود در هر بوته از پنج بوته انتخابی شمارش و میانگین آن‌ها برای هر کرت ثبت شد. سپس جهت تعیین تعداد دانه در غلاف، کل دانه‌های موجود در مجموع غلاف‌های پنج بوته برداشت شده از هر کرت شمارش و سپس بر کل تعداد غلاف‌های موجود در آن پنج بوته تقسیم و به‌این صورت تعداد دانه در غلاف محاسبه گردید. از کل دانه‌های برداشت شده در هر کرت، چهار نمونه ۱۰۰ بذری به طور تصادفی جدا نموده و پس از اندازه‌گیری وزن خشک آن‌ها، میانگین آن‌ها به‌عنوان وزن صد دانه مربوط به آن کرت ثبت گردید. جهت تعیین عملکرد دانه پس از حذف اثر حاشیه، بوته‌های دو ردیف وسطی در هر کرت آزمایشی به‌طور کامل برداشت گردید. پس از خرمن‌کوبی، وزن کل دانه‌های برداشت شده در هر کرت توسط ترازوی دیجیتالی محاسبه و پس از اضافه نمودن وزن دانه‌های پنج بوته برداشتی (جهت تعیین اجزای عملکرد)، عدد نهایی به‌عنوان عملکرد دانه در مساحت برداشت شده ثبت و سپس با انجام تناسب به واحد کیلوگرم در هکتار تبدیل شد. درصد پروتئین با استفاده از دستگاه کجلدال تمام اتوماتیک، مدل D-40599 ساخت شرکتBehr کشور آلمان اندازه‌گیری شد. عملکرد پروتئین دانه نیز از طریق حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین به‌دست آمد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار $SAS_{9.1}$ و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اسید هیومیک اثر معنی‌داری در سطح یک درصد بر روی این صفت داشت (جدول ۳).

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس اثر اسید هیومیک و نانو کودها بر صفات مورد بررسی در نخود

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه اصلی	تعداد شاخه فرعی	تعداد غلاف	تعداد دانه در غلاف	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد دانه	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین
بلوک	۲	۰/۶۷^{ns}	۰/۸۱^{ns}	۵/۵^{ns}	۱۴/۳^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۲/۹^{ns}	۸۵۹۰۲/۴^{ns}	۵/۳^{ns}	۲۶۲۳^{ns}
اسید هیومیک	۲	۶۲/۹**	۱/۰۳*	۳۶/۴^{ns}	۱۳۵/۱*	۰/۰۰۰۷^{ns}	۰/۱^{ns}	۳۴۵۳۴۱/۶^{ns}	۰/۵^{ns}	۲۳۶۴۳/۲^{ns}
خطای اصلی	۴	۱/۶	۰/۱۴	۷/۵	۲۰/۶	۰/۰۰۳	۱/۸	۹۵۳۵۲/۹	۱/۷	۶۹۶۶/۷
نانو کود	۳	۷/۶^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۱۳/۲*	۱۴۰/۸**	۰/۰۰۴^{ns}	۷/۵^{ns}	۳۹۶۸۰۳/۴**	۳/۱^{ns}	۲۷۲۱۹/۲**
اسید هیومیک × نانو کود	۶	۱۴^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۱۱/۷*	۳۸/۳*	۰/۰۰۸*	۴/۵^{ns}	۱۱۴۷۴۱/۲*	۴/۵^{ns}	۷۵۷۱*
خطای آزمایشی	۱۸	۸/۳	۰/۱۲	۳/۳	۹/۹	۰/۰۰۲	۵/۱	۴۱۹۷۴	۳/۱	۲۸۱۲/۵
ضریب تغییرات	-	۶/۲	۹/۵	۱۸/۸	۱۶/۵	۵/۱	۸/۳	۲۱/۴	۷/۲	۲۲/۵

ns،*، **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار بودن را در سطوح احتمال پنج و یک درصد نشان می‌دهند.

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

[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.40.6.2]

همچنان‌که در شکل۱ مشاهده می‌گردد، تیمار اسید هیومیک به میزان پنج کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین اثر را بر ارتفاع بوته داشته است. طی مطالعات صورت گرفته کاربرد اسید هیومیک به صورت محلول‌پاشی برگی و مصرف خاکی موجب افزایش هورمون‌های اکسین، سایتوکینین و جیبرلین در گیاه شده و با اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و همچنین با قدرت کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌شود (Nardi *et al*., 2002). افزایش تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان و در نتیجه افزایش ارتفاع گیاه، تعداد برگ و شاخه‌های جانبی در گیاه گوجه‌فرنگی در واکنش به کاربرد اسید هیومیک توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Abdel- Mawgoud *et al*., 2007).



شکل ۱: ارتفاع بوته تحت تیمار اسید هیومیک

تعداد شاخه اصلی و فرعی

اثر اسید هیومیک بر تعداد شاخه اصلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین تعداد شاخه اصلی به تیمار کاربرد پنج کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک اختصاص داشت. افزایش رشد شاخه و ارتفاع گیاه تحت اثر اسید هیومیک به افزایش محتوای نیتروژن گیاه نسبت داده شده است (Ayas and Gulser, 2005). در این آزمایش تعداد شاخه فرعی تحت اثر برهم‌کنش اسید هیومیک و کود نانو معنی‌دار بود. حداکثر تعداد شاخه فرعی در تیمار چهار کیلوگرم اسید هیومیک و کود نانو روی حاصل گردید که در مقایسه با شاهد ۶۵/۵۱ درصد افزایش نشان داد (شکل ۳). طی تحقیقی حداکثر تعداد شاخه فرعی در گیاه خرفه با کاربرد ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک به‌دست آمد و با کاربرد مقادیر بیش‌تر اسید هیومیک (۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر) این مقدار کاهش یافت (مظفری و همکاران، ۱۳۹۵). با وجود حداکثر تولید شاخه فرعی تحت اثر نانو روی، کم‌ترین مقدار در تیمار نانوکود آهن+ روی حاصل گردید. از آن‌جایی که افزایش جذب عناصر غذایی مختلف از جمله روی و آهن تحت اثر کاربرد اسید هیومیک گزارش گردیده است، امکان دارد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.6.2]

افزایش جذب این عناصر توسط اسید هیومیک و کاربرد کودهای نانو سبب افزایش جذب بیش از نیاز این عناصر و بروز اثر منفی آن‌ها گردیده باشد. اثر منفی عناصر ریز مغذی آهن و روی در غلظت‌های بالا (بیش از چهار در هزار) بر میزان ترکیبات ثانویه و صفات مورد بررسی در گیاه آویشن باغی نیز گزارش گردیده است (یادگاری و قربانی،۱۳۹۱). عنصر روی با اثر بر تولید هورمون اکسین در طویل شدن و تقسیم سلول‌ها برای تشکیل ساقه جدید نقش دارد (چاکرالحسینی و همکاران، ۱۳۸۸). عنصر آهن نیز با نقشی که در ساخت کلروفیل رنگیزه فتوسنتزی دارد، به بهبود فتوسنتز کمک می‌کند (کیانی،۱۳۹۰). گیاه برای رشد نیازمند مواد ساخته شده در طی انجام فتوسنتز بوده و هرچه قدر فرآورده‌های فتوسنتزی بیش‌تر باشد، رشد و شاخه‌دهی آن افزایش می‌یابد (Ayas and Gulser, 2005). در پژوهشی گزارش شد که افزایش فراهمی و جذب سریع‌تر مواد غذایی سبب افزایش ارتفاع بوته و در نتیجه افزایش تعداد شاخه جانبی شده است (شبانی و آرمین، ۱۳۹۶). بر اساس جدول ضرایب همبستگی بین تعداد شاخه اصلی و فرعی همبستگی مثبت و معنی‌داری ($۰/۷۴^{**}$) مشاهده گردید. همچنین بین تعداد شاخه فرعی با تعداد غلاف ($۰/۷۹^{**}$)، عملکرد دانه و پروتئین ($۰/۷۶^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده گردید.

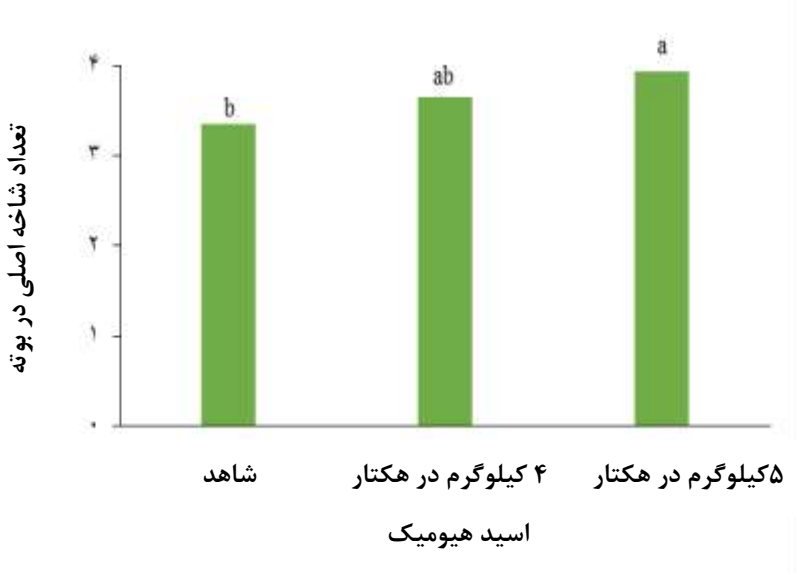
جدول ۴: نتایج تجزیه همبستگی پیرسون بین صفات مورد بررسی در نخود

صفات	ارتفاع بوته	تعداد شاخه اصلی	تعداد شاخه فرعی	تعداد غلاف	تعداد دانه در غلاف	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد دانه	درصد پروتئین
تعداد شاخه اصلی	$۰/۷۷^{**}$							
تعداد شاخه فرعی	$۰/۶۶^{**}$	$۰/۷۴^{**}$						
تعداد غلاف	$۰/۴۳^{ns}$	$۰/۵۴^{ns}$	$۰/۷۹^{**}$					
تعداد دانه در غلاف	$۰/۰۶^{ns}$	$۰/۰۱^{ns}$	$۰/۱۱^{ns}$	$۰/۱۳^{ns}$				
وزن ۱۰۰ دانه	$-۰/۱۸^{ns}$	$۰/۰۲^{ns}$	$۰/۰۰۲^{ns}$	$-۰/۰۷^{ns}$	$-۰/۱۲^{ns}$			
عملکرد دانه	$۰/۳۹^{ns}$	$۰/۵۳^{ns}$	$۰/۷۶^{**}$	$۰/۹۷^{**}$	$۰/۲۴^{ns}$	$۰/۰۶^{ns}$		
درصد پروتئین	$۰/۰۱۹^{ns}$	$۰/۳۷^{ns}$	$۰/۲۶^{ns}$	$۰/۳۴^{ns}$	$-۰/۳۷^{ns}$	$-۰/۰۴^{ns}$	$۰/۲۵^{ns}$	
عملکرد پروتئین	$۰/۳۸^{ns}$	$۰/۵۶^{*}$	$۰/۷۶^{**}$	$۰/۹۸^{**}$	$۰/۱۸^{ns}$	$۰/۰۶^{ns}$	$۰/۹۸^{**}$	$۰/۴^{ns}$

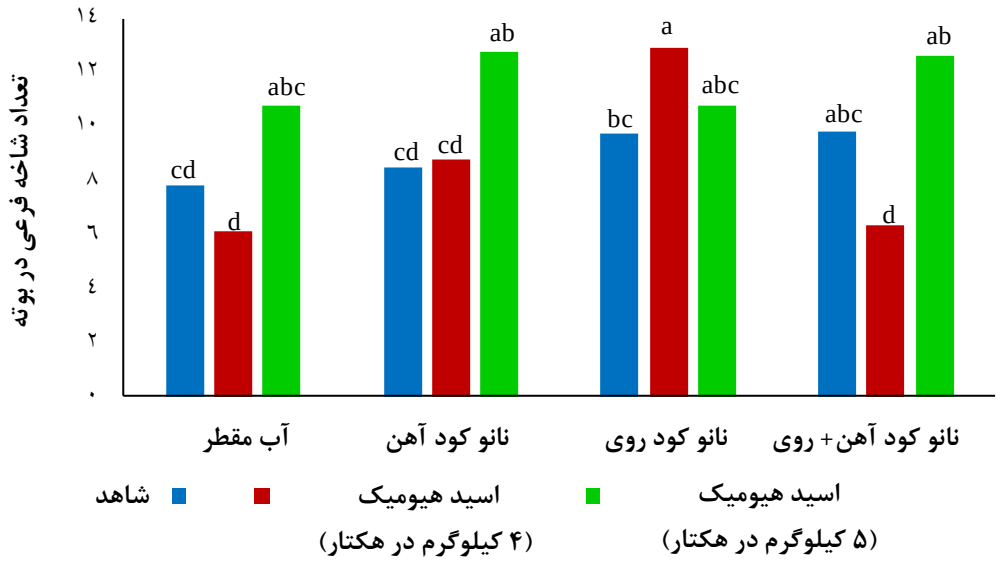
ns،*، **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار بودن را در سطوح احتمال پنج و یک درصد نشان می‌دهند.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.6.2]



شکل ۲: تعداد شاخه اصلی نخود تحت تیمار اسید هیومیک



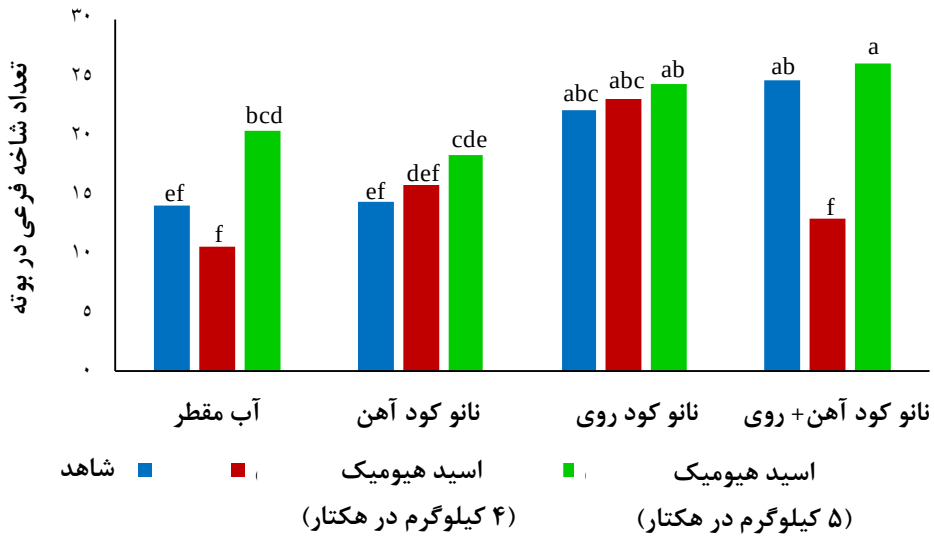
شکل ۳: مقایسه میانگین برهم‌کنش اسید هیومیک و کود نانو بر تعداد شاخه‌های فرعی

تعداد غلاف در بوته

بر اساس تجزیه واریانس داده‌ها، اسید هیومیک، کود نانو و برهم‌کنش آن‌ها بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود (جدول ۳). با مقایسه اثر برهم‌کنش مشخص گردید که در تیمار اسید هیومیک پنج کیلوگرم در هکتار و کاربرد کود نانو آهن+ روی بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته حاصل گردید (۲۶/۲۸) که در مقایسه با شاهد ۸۵/۹۸ درصد افزایش نشان داد (شکل ۴). هر چند در این آزمایش تعداد غلاف در واکنش به کاربرد چهار کیلوگرم اسید هیومیک و نانوکود آهن+ روی کاهش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.6.2]

نشان داد. همچنان‌که در نتایج تعداد شاخه فرعی همین نتیجه حاصل گردیده بود. از آن‌جایی که در گیاه نخود بیش‌ترین تعداد غلاف بر روی شاخه‌های فرعی تشکیل می‌گردد، بروز چنین نتیجه‌ای منطقی می‌باشد. از طرف دیگر برهم‌کنش منفی بین عناصر ریزمغذی به‌خصوص روی با آهن و منگنز در گیاه گندم نیز گزارش گردیده است، به‌طوری که آهن از حرکت این عناصر به سمت اندام‌های هوائی ممانعت می‌کند (حمزه‌پور و همکاران، ۱۳۸۹).



شکل۴: مقایسه میانگین برهم‌کنش اسید هیومیک و کود نانو بر تعداد غلاف در بوته

طی آزمایشی حداکثر تعداد غلاف در بوته نخود تحت اثر کاربرد اسید هیومیک به میزان شش لیتر در هکتار گزارش گردید که در مقایسه با شاهد ۲۹/۵۶ درصد افزایش نشان داد (آرمین و مصلحی، ۱۳۹۱). به نظر می‌رسد افزایش تعداد غلاف تحت اثر کاربرد اسید هیومیک به دلیل جلوگیری از ریزش غلاف‌ها از طریق افزایش دسترسی به آب و عناصر غذایی در شرایط دیم باشد. گزارش شده است که اسید هیومیک اثر مثبت و معنی‌داری در جذب عناصر مس، روی، منگنز، فسفر و سدیم دارد؛ بنابراین با محلول‌پاشی اسید هیومیک و افزایش جذب عناصر، رشد گیاه بیش‌تر شده و گیاه دارای کانوپی گسترده‌تر می‌شود که قادر است مخازن زایشی بزرگ‌تری را تغذیه نماید و به میزان کافی ماده‌ی خشک به آن‌ها اختصاص دهد، در نتیجه تعداد غلاف در بوته افزایش می‌یابد (Jalota *et al*., 2007). از آن‌جایی که گیاه نخود در آغاز گل‌دهی دارای رشد رویشی سریعی است، در صورت فراهم بودن رطوبت قابل دسترس، طول دوره‌ی رشد زایشی و میزان فتوسنتز جاری افزایش یافته و منجر به تشکیل گل‌های بیش‌تر در گیاه شده که این امر بر افزایش تشکیل غلاف‌های بارور و تولید دانه موثر است (گلدانی و رضوانی‌مقدم، ۱۳۸۶). همچنین گزارش شده است که دلیل افزایش تعداد دانه در بوته با مصرف اسید هیومیک در زمان رویشی و گل‌دهی، به دلیل جلوگیری از ریزش یا عقیم شدن غلاف‌ها در شرایط دیم است (شبانی و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.6.2]

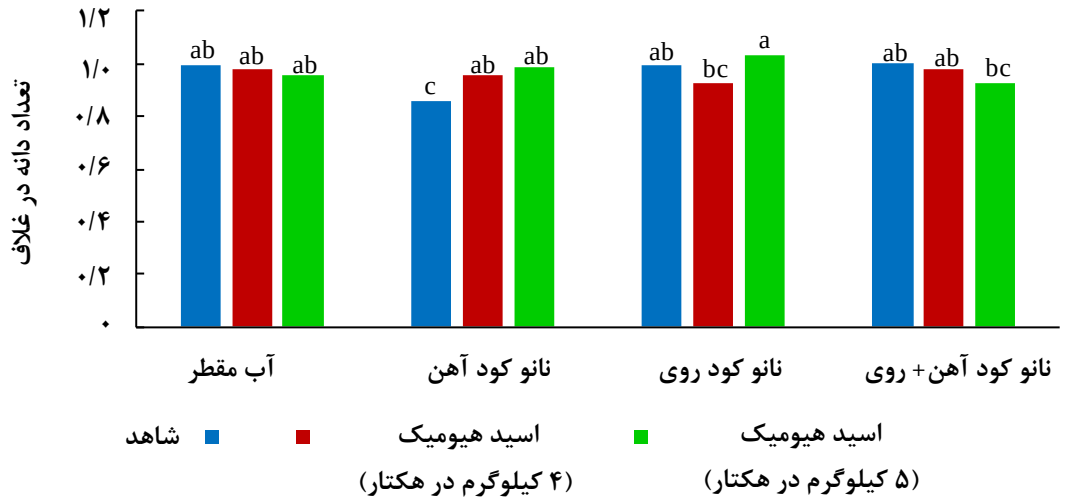
آرمین، ۱۳۹۶). در این آزمایش بین تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه (**۰/۹۷) و عملکرد پروتئین (**۰/۹۸) همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده گردید. کمبود آب در دسترس گیاه با کاهش گرده‌افشانی موجب کاهش تعداد دانه در بوته و همچنین با کاهش فتوسنتز موجب کاهش رشد گیاه می‌گردد. گزارش شده است که عنصر روی در ساخت پروتئین لوله گرده و ذخیره آن در این اندام نقش داشته که این امر منجر به افزایش گرده‌افشانی و تشکیل میوه و دانه می‌گردد. طی آزمایشی مشابه محلول‌پاشی روی به شکل‌های معمولی و نانو ذرات، صفات تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد ماش را در شرایط تنش خشکی و عدم تنش به طور معنی‌داری به‌ترتیب ۶/۶، ۳/۶ و ۵/۴ درصد افزایش داده است (شجاعی و مکاریان، ۱۳۹۳). با توجه به نتایج سایر محققان محلول‌پاشی روی در شرایط کم آبی می‌تواند فرایندهای فتوسنتزی و تجمع کربوهیدرات‌ها را بهبود بخشیده و اثرات کمبود آب را کاهش دهد. محلول‌پاشی نانو آهن از طریق افزایش قابلیت دسترسی مواد مغذی و افزایش طول دوره پر شدن دانه‌ها، باعث افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته (۶۶/۶۶ درصد)، تعداد دانه در بوته (۸۳/۳۳ درصد)، وزن هزار دانه (۲۰/۴۳ درصد) و در نهایت عملکرد دانه نخود را به میزان ۱۰۱/۴۳ درصد افزایش داد (حمزه‌ئی و همکاران، ۱۳۹۳). طی مطالعه‌ای محلول‌پاشی نانو آهن و روی تعداد دانه در بلال ذرت را به‌ترتیب ۱۱ و ۱۳ درصد افزایش داد (Janmohammadi *et al*., 2016). همچنین در تحقیقی دیگری افزایش ۳۴ درصدی در عملکرد غلاف گیاه بادام زمینی تحت اثر کاربرد نانو روی با غلظت ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام در ۳۵ و ۷۰ روز پس از کاشت مشاهده گردید (Prasad *et al*., 2012).

تعداد دانه در غلاف

تعداد دانه در غلاف تحت اثر برهم‌کنش اسید هیومیک و نانوکودها در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). همان طور که در شکل ۵ مشاهده می‌گردد حداکثر تعداد دانه در غلاف در تیمار پنج کیلوگرم اسید هیومیک و نانو کود روی حاصل گردید، به‌طوری که در مقایسه با شاهد ۳/۹۳ درصد افزایش نشان داد. به نظر می‌رسد که کاربرد روی با اثر مثبت برگرده‌افشانی و تولید دانه گرده و همچنین کاهش اثرات تنش خشکی سبب افزایش فتوسنتز و در پی آن افزایش تعداد دانه در بوته شده است (Marschner, 1995). طی آزمایشی حداکثر تعداد دانه در بوته نخود تحت اثر کاربرد اسید هیومیک به میزان چهار و شش لیتر در هکتار گزارش گردید (آرمین و مصلحی، ۱۳۹۱). همچنین طی تحقیقی دیگر اسید هیومیک به میزان سه لیتر در هکتار تعداد دانه در غلاف لوبیا را به میزان ۶/۸۹ درصد افزایش داد (قدیمیان و همکاران، ۱۳۹۶). در تحقیقی مشابه مصرف نانو کود آهن در مرحله گل‌دهی، درصد پوکی دانه‌های برنج را کاهش و تعداد دانه در بوته را افزایش داد (بقایی و همکاران، ۱۳۹۱). در این آزمایش همبستگی معنی‌داری بین تعداد دانه در غلاف با هیچ یک از صفات مشاهده نگردید.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.6.2]



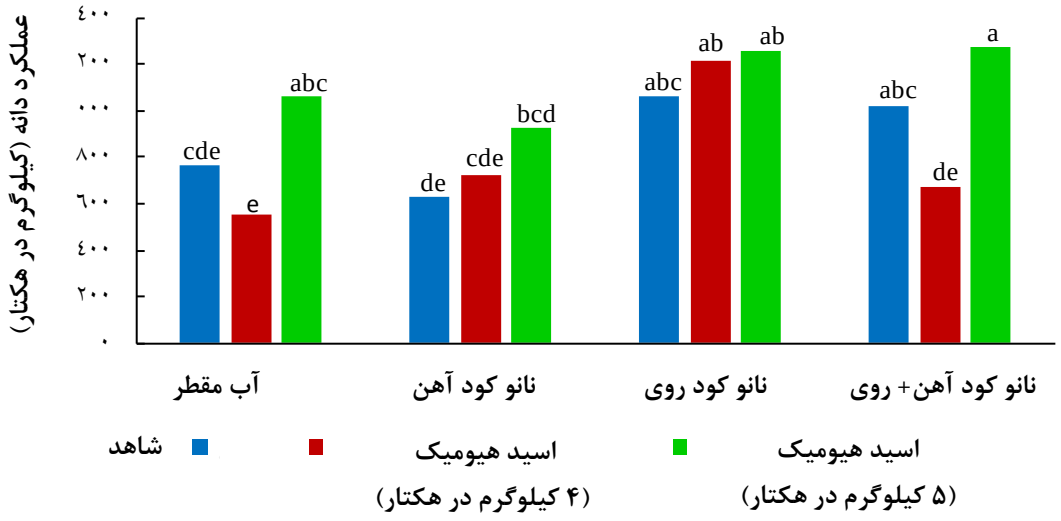
شکل ۵: مقایسه میانگین برهم‌کنش اسید هیومیک و کود نانو بر تعداد دانه در غلاف

عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت اثر کود نانو در سطح یک درصد و برهم‌کنش اسید هیومیک و کود نانو در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش کاربرد اسید هیومیک با کود نانو نشان داد که تیمار اسید هیومیک به میزان پنج کیلوگرم در هکتار با کود نانو آهن+ روی بیش‌ترین میزان عملکرد دانه (۱۲۷۰/۹کیلوگرم در هکتار) را حاصل نمود که در مقایسه با شاهد ۶۵/۵۴ درصد افزایش نشان داد (شکل ۶). با توجه به نتایج تعداد غلاف در بوته در این آزمایش که تحت اثر همین تیمار افزایش یافته بود و با توجه به نتایج همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد غلاف و عملکرد دانه در نخود در این آزمایش (۰/۹۷**)، چنین نتیجه‌ای منطقی به نظر می‌رسد (جدول ۴). همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد شاخه فرعی و عملکرد دانه نیز به میزان ۰/۷۶ مشاهده گردید. افزایش عملکرد تحت اثر مصرف اسید هیومیک را می‌توان به تحریک رشد گیاه از طریق سوخت و ساز عناصر کم مصرف و پرمصرف، فعال‌سازی آنزیم‌ها، تغییر در نفوذپذیری غشاءها و سنتز پروتئین‌ها دانست که مجموع این عوامل سبب افزایش بیوماس گیاه می‌گردد (Ulukan, 2008). محلول‌پاشی اسیدهیومیک سبب افزایش میزان کربوهیدرات در ساقه و برگ گیاهان می‌شود. این کربوهیدرات از طریق ساقه به ریشه و از ریشه به خاک انتقال داده می‌شود و از طریق فراهمی مواد غذایی برای میکروارگانیسم‌ها وگیاه، سبب افزایش عملکرد می‌گردد (Sassi-Aydi *et al.*, 2014). طی تحقیقی حداکثر عملکرد دانه نخود تحت اثر کاربرد اسید هیومیک در مرحله غلاف‌دهی به میزان شش لیتر در هکتار گزارش گردید (آرمین و مصلحی، ۱۳۹۱). طی تحقیقی مشابه اسید هیومیک به سبب افزایش متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل باعث افزایش عملکرد گردید (Nardi *et al.*, 2002).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.6.2]

طی تحقیقی دیگر کاربرد ۰/۵کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک عملکرد دانه گندم را ۲۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. این اثر سودمند اسید هیومیک از طریق قدرت کلات‌کنندگی عناصر غذایی و اثر آن بر خصوصیات بیولوژیکی و فیزیولوژیکی خاک ذکر گردیده است (Sharif, 2002). گزارش شده است که اسید هیومیک از طریق افزایش دسترسی گیاه به فسفر و سایر عناصر غذایی سبب افزایش معنی‌دار در عملکرد گندم بهاره شد (Jones *et al*., 2007). طی تحقیقی دیگر مشاهده گردید که اسید هیومیک از طریق افزایش رشد گیاه به خصوص ریشه‌ها، میزان فتوسنتز، جذب عناصر غذایی، سطح برگ، بیوماس گیاهی و نفوذپذیری بافت‌ها را افزایش داد و در نهایت موجب افزایش عملکرد گردید (Canellas *et al*., 2015). کاربرد اسید هیومیک به‌صورت محلول‌پاشی موجب افزایش ۲۴ درصدی عملکرد گندم گردیده است (Delfine *et al*., 2005). در گزارشی دیگر محلول‌پاشی هیومیک اسید روی نخود با جذب عناصر پرمصرفی مانند فسفر و پتاسیم عملکرد دانه را در نخود افزایش داد (Nejad *et al*., 2011). نتایج سایر تحقیقات نشان داد که استفاده از نانو ذرات آهن باعث افزایش سطح برگ، وزن غلاف و عملکرد در دانه سویا گردید (Lu *et al*., 2002). استفاده از نانو کودهای روی در آفتابگردان نیز منجر به افزایش میزان بیوماس گردیده است (Torabian *et al*., 2016). چاکرالحسینی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که محلول‌پاشی روی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد برنج گردید. طی تحقیقی دیگر افزایش ۲۱ درصدی در عملکرد دانه ارزن تحت تاثیر کود نانو روی گزارش گردید و عامل این افزایش عملکرد به افزایش کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ و کاهش نشت یونی نسبت داده شد (Rameshraddy *et al*., 2017). در تحقیق مشابه دیگری افزایش عملکرد دانه ارزن به میزان ۳۷ درصد تحت اثر نانو روی مشاهده گردید (Tarafdar *et al*., 2014).



شکل ۶: مقایسه میانگین برهم‌کنش اسید هیومیک و کود نانو بر عملکرد دانه

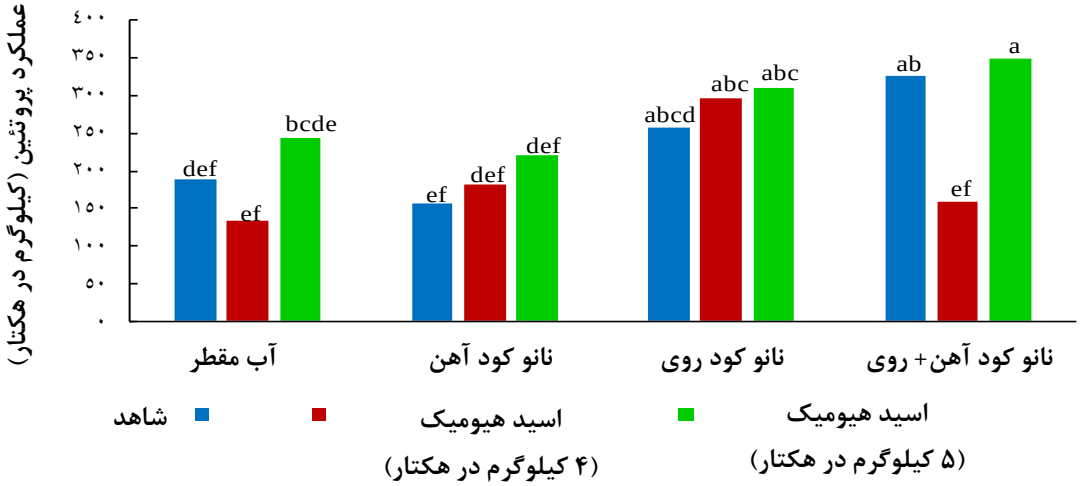
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.6.2]

محلول‌پاشی نانو کود در دو مرحله گل‌دهی و غلاف‌دهی، موجب افزایش دسترسی به عناصر غذایی پر مصرف نیتروژن و عناصر ریزمغذی (کم مصرف) به خصوص آهن شده و از طریق افزایش اجزای عملکرد (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن دانه)، عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (حمزه‌ئی و همکاران،۱۳۹۳).

درصد و عملکرد پروتئین

در این آزمایش صفت درصد پروتئین دانه تحت اثر اسید هیومیک و کود نانو و همچنین برهم‌کنش آن‌ها قرار نگرفت (جدول۳). به نظر می‌رسد اثر تیمارهای آزمایشی عمدتا بر روی کمیت محصول بوده و بر کیفیت دانه یا درصد پروتئین اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. به دلیل وجود همبستگی منفی بین اجزای عملکرد دانه و درصد پروتئین و از آن‌جایی که در این آزمایش عملکرد دانه تحت اثر تیمارها افزایش یافته بود، چنین نتیجه‌ای به وقوع پیوسته است. بر اساس نتایج همبستگی در این آزمایش بین درصد پروتئین با تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه، همبستگی منفی به‌ترتیب: ۰/۳۷- و ۰/۰۴- مشاهده گردید (جدول ۴). همچنان‌که طی تحقیقی مشابه وجود همبستگی منفی بین درصد پروتئین با اندازه دانه (۰/۴۰-) و عملکرد دانه (۰/۱۸-) در گیاه نخود ثابت گردیده است (Gaur *et al.*, 2016). طی آزمایشی کاربرد اسید هیومیک به میزان ۱/۵ و سه لیتر در هکتار میزان پروتئین دانه لوبیا را کاهش داد (قدیمیان و همکاران، ۱۳۹۶). از طرف دیگر بر اساس نتایج حاصل، کود نانو و برهم‌کنش اسید هیومیک و کود نانو بر صفت عملکرد پروتئین اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش اسید هیومیک و کود نانو نشان داد که تیمار کاربرد کود نانو آهن+ روی با کاربرد اسید هیومیک به میزان پنج کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین عملکرد پروتئین به میزان ۳۴۸/۳۸ کیلوگرم در هکتار را حاصل نمود (شکل ۷).



شکل ۷: مقایسه میانگین برهم‌کنش اسید هیومیک و کود نانو بر عملکرد پروتئین

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.40.6.2]

با توجه به نتایج عملکرد دانه و درصد پروتئین و از آن‌جایی که عملکرد پروتئین حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین می‌باشد (نخزری مقدم و همکاران، ۱۳۹۶) وقوع چنین نتیجه‌ای منطقی به نظر می‌رسد. طی تحقیقی مشاهده گردید که با کاربرد اسید هیومیک، عملکرد و درصد پروتئین نخود افزایش یافت. همچنین در این تحقیق محلول‌پاشی اسید هیومیک روی نخود سبب افزایش تعداد و وزن غلاف در بوته، کلروفیل و میزان پروتئین از طریق افزایش تجمع مواد غذایی در نخود گردید (نخزری مقدم، ۱۳۹۶). در تحقیقی دیگر نیز محلول‌پاشی با اسید هیومیک در گیاه *Pisum sativum* L.، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و درصد پروتئین دانه را به‌ترتیب ۲۰/۴۴، ۱۷/۲۱ و۷/۹۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (El-Hak *et al.*, 2012).

نتیجه‌گیری

در این آزمایش اثر مثبت اسید هیومیک و نانو کودهای آهن و روی بر صفات رویشی، اجزای عملکرد، عملکرد دانه و پروتئین مشاهده گردید. به‌طوری که عملکرد دانه در اثر کاربرد اسید هیومیک به میزان پنج کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد ۱۹/۵۲درصد افزایش نشان داد. همچنین در این آزمایش عمده صفات مورد بررسی تحت اثر تیمار با نانوکود آهن+ روی افزایش یافت. به‌طوری که کاربرد نانوکودها به‌ویژه آهن+روی عملکرد دانه و پروتئین را در مقایسه با شاهد افزایش دادند. در بررسی برهم‌کنش تیمارها به‌عنوان مهم‌ترین صفات مورد بررسی، حداکثر تعداد غلاف، عملکرد دانه و پروتئین در تیمار کاربرد اسید هیومیک به میزان ۵ کیلوگرم در هکتار و محلول‌پاشی نانوکود آهن+ روی حاصل گردید. در این آزمایش تعداد غلاف در بوته به‌عنوان مهم‌ترین جزء عملکرد که بیش‌ترین سهم را در افزایش عملکرد دانه دارد (۸۵/۹۸ درصد) در مقایسه با سایر اجزای عملکرد تعیین شد. همچنین تعداد غلاف با ۰/۹۷ درصد بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با عملکرد دانه نشان داد. همبستگی بین عملکرد با تعداد دانه در غلاف (۰/۲۴) و وزن ۱۰۰ دانه (۰/۰۶) مثبت، ولی معنی‌دار نبود. همچنین مقایسه داده‌ها نشان داد که کاربرد همزمان پنج کیلوگرم اسید هیومیک با نانو کودهای آهن و روی سبب افزایش عملکرد دانه و پروتئین به ترتیب به میزان ۶۵/۵۴ و ۸۴/۵ درصد گردید. لذا کاربرد همزمان اسید هیومیک و نانو کودهای آهن و روی در نخود دیم تحت شرایط کشت پاییزه قابل توصیه به نظر می‌رسد.

منابع

آرمین، م. و مصلحی، ج. ۱۳۹۱. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد نخود به زمان و مقدار مصرف اسید هیومیک. فصلنامه دانش نوین کشاورزی پایدار. ۸ (۴): ۹-۱.

بقایی، ن.، کشاورز، ن.، شکری واحد، ح. و نظران، م. ح. ۱۳۹۱. تاثیر نانو کود کلات آهن برعملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم هاشمی، دوازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.6.2]

چاکرالحسینی، م. ر. محتشمی، ر. و اولیایی، ح. ر. ۱۳۸۸. بررسی اثرات میزان، منبع و روش مصرف کود روی بر صفات کمی و کیفی برنج زراعی رقم چرام. مجله پژوهش در علوم کشاورزی. ۵ (۱): ۴۳-۳۳.

حمزه‌پور، ن.، ملکوتی، م. ج. و مجیدی، ع. ۱۳۸۹. برهم‌کنش عناصر روی، آهن و منگنز در اندام‌های مختلف گندم. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). ۲۴ (۱): ۸-۱.

حمزه‌ئی، ج.، نجاری، س.، صادقی، ف. و سیدی، م. ۱۳۹۳. اثر محلول‌پاشی نانوکلات آهن و تلقیح با باکتری مزوریزوبیوم بر گره‌زایی ریشه، رشد و عملکرد نخود در شرایط دیم. نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران. ۵ (۲): ۱۸-۹.

شبانی، ر. و آرمین، م. ۱۳۹۶. اثر محلول‌پاشی کود اوره و اسید هیومیک در شرایط دیم بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود. نشریه تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک. ۱(۱): ۸۸-۷۷.

شجاعی، ح. و مکاریان، ح. ۱۳۹۳. تاثیر محلول‌پاشی اکسید روی نانو و غیر نانو بر عملکرد و اجزای عملکرد ماش (*Vigna radiata* L.) در شرایط تنش خشکی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲(۴): ۷۳۷-۷۲۷.

صباغ پور، س. ح. ۱۳۸۵. شاخص‌ها و مکانیزم‌های تحمل به خشکی در گیاهان. کمیته خشکی و خشکسالی کشاورزی. معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی، ۱۵۴ صفحه.

قدیمیان، ت.، مدنی، ح. و گماریان، م. ۱۳۹۶. بررسی اثر قطع آبیاری و محلول‌پاشی اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های زراعی، فیزیولوژیکی و کیفی لوبیا قرمز رقم D_{81083}. پژوهش‌های حبوبات ایران. ۸ (۲): ۱۵۴-۱۴۱.

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

کیانی، ش. ۱۳۹۰. تأثیر آهن بر کارایی و نقشه عملکرد فتوشیمیایی سیستم فتوسنتزی II گل رز با استفاده از روش تصویربرداری کلروفیل فلورسنس. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۲ (۸): ۳۳-۲۵.

گلدانی، م. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۶. اثر رژیم‌های مختلف رطوبتی و تاریخ کشت بر خصوصیات فنولوژیکی و شاخص‌های رشد سه رقم نخود دیم و آبی در مشهد. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۴ (۱): ۷۴-۶۱.

مجنون حسینی، ن. ۱۳۹۴. زراعت و تولید حبوبات. سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی تهران. ۲۸۴ص.

مظفری، س.، خراسانی نژاد، س. و گرگینی شبانکاره، ح. ۱۳۹۵. اثر مقادیر آبیاری بر اساس درصد ظرفیت زراعی و کاربرد اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاه دارویی خرفه (*Portulaca oleracea* L.). تولید گیاهان زراعی. ۹ (۳): ۱۷۵-۱۵۳.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.6.2]

مقصودی، م. ر. و نجفی، ن. ا. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر کاربرد نانو کودهای عناصر غذایی کم مصرف در تغذیه گیاهان. مدیریت اراضی. ۴ (۲): ۱۳۲-۱۱۶.

نخزری مقدم، ع.، پارسا، ن.، صبوری، ح. و بختیاری، س. ۱۳۹۶. تأثیر اسید هیومیک، تراکم و آبیاری تکمیلی بر صفات کمی و کیفی نخود (*Cicer arietinum* L.) محلی نیشابور. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۰(۲): ۱۹۲-۱۸۳.

یادگاری، م. و قربانی، ف. ۱۳۹۱. اثر عناصر ریز مغذی آهن و روی بر میزان ترکیبات ثانویه و عملکرد گیاه آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.). پژوهش‌های به زراعی. ۴ (۳): ۲۷۷-۲۶۵.

Abdel-Mawgoud, A., El-Greadly, N., Helmy, Y. and Singer, S. 2007. Responses of tomato plants to different rates of humic-based fertilizer and NPK fertilization. Journal of Applied Sciences Research, 3(2): 169-174.

Ayas, H. and Gulser, F. 2005. The effects of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach (*Spinacia Oleracea* Var. Spinoza). Journal of Biological Sciences, 5 (6): 801-804.

Canellas, L. P., Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P. and Piccolo, A. 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. Scientia Horticulturae, 196: 15-27.

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(2): 183-191.

El-Ghamry, A. M., El-Hai, K. A. and Ghoneem, K. M. 2009. Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of faba bean cultivated in clay soil. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3: 731-739.

El-Hak, S. G., Ahmed, A. and Moustafa, Y. 2012. Effect of foliar application with two antioxidants and humic acid on growth, yield and yield components of peas (*Pisum sativum* L.). Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants, 4(3): 318-328.

FAOSTAT. 2016. Food and agriculture organization of the United Nations. Yield and area harvested of chickpea in Iran. Available at: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.

Gaur, P. M., Singh, M. K., Samineni, S., Sajja, S. B., Jukanti, A. K., Kamatam, S. and Varshney, R. K. 2016. Inheritance of protein content and its relationships with seed size, grain yield and other traits in chickpea. Euphytica. 209 (1): 253-260.

Jalota, S., Sood, A., Vitale, J. and Srinivasan, R. 2007. Simulated crop yields response to irrigation water and economic analysis. Agronomy journal, 99 (4): 1073-1084.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.6.2]

Janmohammadi, M., Navid, A., Ebadi Segherloo, A., Sabaghnia, N. 2016. Impact of nano-chelated micronutrients and biological fertilizers on growth performance and grain yield of maize under deficit irrigation condition. Biologija, 62 (2): 134-147.

Jones, C. A., Jacobsen, J. S. and Mugaas, A. 2007. Effect of low-rate commercial humic acid on phosphorus availability, micronutrient uptake, and spring wheat yield. Communications in Soil science and Plant Analysis, 38 (7-8): 921-933.

Kumawat, P. D., Kuldeep, M. C. 2017. Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to iron and zinc nutrition on protein and chlorophyll content. Environment and Ecology, 35 (3A), 1894-1897.

Lal, R. 2008. Soils and India's food security. Indian Society of Soil Science, 56: 129-138.

Lu, C., Zhang, C., Wen, J., Wu, G. and Tao, M. 2002. Research of the effect of nanometer materials on germination and growth enhancement of *Glycine max* and its mechanism. Soybean Science, 21 (3): 168-171.

Marschner, H. 1995. The soil root interface (rhizosphere) in relation to mineral nutrition. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, 889 page.

Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, 34 (11): 1527-1536.

Nejad, T. S., Hosseini, S. M, and Hyvari, M. 2011. Calculate changes of bean germination process in the presence of various compounds of biological fertilizer humic acid mixed with micro and macro elements. Journal of American Science, 7 (6):10-14.

Prasad, T. N. V. K. V., Sudhakar, P., Sreenivasulu, Y., Latha, P., Munaswamy, V. and Raja Reddy, K. 2012. Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. Journal of Plant Nutrition, 35: 905-927.

Rameshraddy, P. G. J., Mahesh, S., Geetha, K. N. and Shankar, A. G. 2017. Seed priming and foliar spray with nano zinc improves stress adaptability and seed zinc content without compromising seed yield in ragi (Finger millet). International Journal of Pure Applied Bioscience, 5 (3): 251-258.

Rasaei, B., Ghobadi, M., Nadjaphy, A. and Rasaei, A. 2012. The study effects of some biological agents on chickpea (*Cicer arietinum* L.) under semi-dry conditions in Kermanshah. European Journal of Experimental Biology, 2 (4): 1113-1118.

Sassi-Aydi, S., Aydi, S. and Abdelly, C. 2014. Inorganic nitrogen nutrition enhances osmotic stress tolerance in Phaseolus vulgaris: lessons from a drought-sensitive cultivar. Horticultural Science, 49 (5): 550-555.

Sharif, M. 2002. Effect of lignitic coal derived humic acid on growth and yield of wheat and maize in alkaline soil. Universidad de Peshawar [Tesis de doctorado]. Pakistan: NWFP Department

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.6.2]

of soil and enviromental Science. Faculty of crop production Science. Agricultural University Peshawar.

Sharma, P. D. 2008. Nutrient management–Challenges and options. Journal of the Indian Society of Soil Science, 55 (4): 395-403.

Souri, M. K., Naiji, M. and Aslani, A. 2018. Effect of Fe-Glycine Aminochelate on pod quality and iron concentrations of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under lime soil conditions. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 49 (2): 215- 224.

Tarafdar, J. C., Raliya, R., Mahawar, H. and Rathore, I. 2014. Development of zinc nanofertilizer to enhance crop production in pearl millet (*Pennisetum americanum*). Agricultural Research. 3 (3): 257-262.

Torabian, S., Zahedi, M. and Khoshgoftar, A. H. 2016. Effects of foliar spray of two kinds of zinc oxide on the growth and ion concentration of sunflower cultivars under salt stress. Journal of plant nutrition, 39 (2): 172-180.

Ulukan, H. 2008. Effect of soil applied humic acid at different sowing times on some yield components in wheat (*Triticum* spp.) hybrids. International Journal of Botany, 4 (2): 164-175.

Varshney, R. K., Thudi, M. and Muehlbauer, F. 2017. The Chickpea Genome. Springer International Publishing. 142 pages.

Zhang, J., Xing, S., Sang, M., MA, B., Chu, X. and Liu, C. 2010. Effect of humic acid on poplar physiology and biochemistry properties and growth under different water level. Journal of Soil and Water Conservation, 24 (6): 6-10.

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

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.40.6.2]