

## بررسی خصوصیات کمی و کیفی نخود تحت تأثیر کود بیولوژیک، نیتروژن و اسید هیومیک در شرایط دیم

امیر ملکی<sup>۱</sup>، شیوا خالصرو<sup>۲\*</sup> و غلامرضا حیدری<sup>۳</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۳/۳۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۱۷)

### چکیده

به منظور بررسی اثر کود بیولوژیک، نیتروژن و اسید هیومیک بر خصوصیات کمی و کیفی نخود (لاین 482 ILC)، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشی برگ‌های اسید هیومیک در سه سطح (شاهد (صفر)، دو در هزار و چهار در هزار)، کود نیتروژن در دو سطح (شاهد (صفر) و ۳۰ کیلوگرم در هکتار) و کود بیولوژیک ریزوچک پی سوپرپلاس در دو سطح (عدم تلقیح و تلقیح) بودند. نتایج نشان داد در بین تیمارها، سطح دوم اسید هیومیک بالاترین مقدار را از لحاظ صفات مورفولوژیک، تعداد غلاف در بوته، وزن دانه در بوته و وزن صد دانه به خود اختصاص داد. بیشترین میزان عملکرد دانه (۲۷۱ گرم در مترمربع) و عملکرد بیولوژیک (۶۸۴ گرم در مترمربع) نیز از غلظت دو در هزار اسید هیومیک حاصل شد. بالاترین غلظت پتاسیم دانه (۱۲۹۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) نیز مربوط به سطح دوم اسید هیومیک بود. همچنین کود نیتروژن و باکتری موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، وزن دانه در بوته و شاخص برداشت شد. بیشترین درصد پروتئین دانه (۲۲/۹) نیز مربوط به تیمار تلقیحی کود بیولوژیک و نیتروژن بود. در نهایت می‌توان گفت کاربرد نهاده‌های طبیعی اسید هیومیک و کود بیولوژیک ریزوچک پی سوپرپلاس توأم با کود آغازگر نیتروژن موجب بهبود خصوصیات کمی و کیفی دانه گیاه نخود شد.

واژه‌های کلیدی: بقولات، پروتئین، ریزوچک پی سوپرپلاس، کود آلی

۱، ۲ و ۳. به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان

\* مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: sh.khalesro@uok.ac.ir

## مقدمه

سیستم کشاورزی فشرده و تفکر افزایش عملکرد گیاهان زراعی در واحد سطح از طریق ترویج استفاده گسترده از ارقام پر بازده، آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی، مشکلات زیادی را برای منابع طبیعی به وجود آورده است؛ تا آنجا که تخریب زیستگاه‌های اکولوژیک، آسیب‌های زیست‌محیطی، تغییر ساختار فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک‌ها و مشکلات ناشی از استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی یکی از معضلات اساسی قرن حاضر است (۱۹). یکی از اثرات منفی کودهای شیمیایی بهم خوردن تعادل بیولوژیک در محیط خاک است که خسارت زیادی به خاک وارد می‌سازد. بر اثر این پدیده، مرگ پیش‌رس در خاک‌هایی اتفاق می‌افتد که می‌توانستند عمری پایدار و پربار داشته باشند (۲۱). برای رهایی از این مشکلات و مدیریت صحیح حاصلخیزی خاک، رویکرد به سمت کشاورزی پایدار و استفاده از روش‌های نوین تغذیه گیاهی امری اجتناب‌ناپذیر است (۲) و (۶). یکی از اصول کشاورزی پایدار، کاربرد نهاده‌های تجدیدپذیر است که موجب حداکثر بهره‌وری زراعی و کمترین پیامدهای زیست‌محیطی می‌شود که از این میان می‌توان به کودهای زیستی اشاره کرد (۱۶).

کودهای بیولوژیک در مقایسه با مواد شیمیایی، مزایای قابل توجهی از جمله پایداری چرخه عناصر غذایی را به دنبال دارند و به واسطه توانایی تحمل‌پذیری فلزات سنگین و تحریک و تقویت رشد گیاه از اهمیت زیادی برخوردار هستند (۲۵). از رایج‌ترین مایع‌های تلقیح زیستی می‌توان به کودهای زیستی حامل باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن مولکولی از جمله ازتوباکتر و آزوسپیریوم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات، سودوموناس و باسیلوس اشاره کرد (۵ و ۲۱). این گروه از باکتری‌ها علاوه بر افزایش زیست‌فراهمی عناصر معدنی خاک، از طریق تثبیت بیولوژیک نیتروژن، محلول کردن فسفر و پتاسیم، مهار عوامل بیماری‌زا و تولید هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد گیاه، عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این باکتری‌ها با توجه به تأثیر فزاینده‌ای که بر رشد و نمو گیاهان دارند، به اصطلاح

باکتری‌های محرک عملکرد نامیده می‌شوند (۳۶). مواد هیومیکی نیز از کودهای آلی کاربردی در کشاورزی پایدار هستند. اسید هیومیک در اثر تجزیه مواد آلی به‌ویژه مواد با منشأ گیاهی به وجود می‌آید، در خاک، زغال سنگ و پیت یافت می‌شود و سبب تشکیل کمپلکس پایدار و نامحلول با عناصر میکرو می‌شود. اثرات آن در ارتباط مستقیم با افزایش جذب عناصر غذایی ماکرو و میکرو است (۲۳). علاوه بر این اسید هیومیک از گیاهان، در برابر انواع استرس‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی حمایت می‌کند. این ترکیب، به‌طور طبیعی در همه خاک‌های کشاورزی وجود دارد اما روش‌های نادرست کشاورزی سبب کاهش میزان کارایی آن در خاک‌های زراعی شده است (۱۱). کودهای شیمیایی نیتروژنه یکی از کودهای پرکاربرد برای رشد گیاهان زراعی هستند. اگر چه بیش از ۷۸ درصد ترکیب گازی جو زمین را نیتروژن مولکولی تشکیل می‌دهد اما این عنصر به‌شکل مولکولی برای گیاهان قابل جذب نیست؛ بنابراین مهم‌ترین عنصر محدود کننده تولید محصول در جهان است. مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن به‌روش صحیح یکی از راه‌های معمول برطرف کننده این محدودیت است. این عنصر از یک‌سو مهم‌ترین نهاده کشاورزی مؤثر در افزایش تولید است و از سوی دیگر از پتانسیل آلوده‌سازی بالایی برخوردار است. بنابراین کاربرد نادرست آن از نظر زمان، روش و میزان مصرف، باعث آلودگی منابع آبی و درنهایت موجب مسمومیت انسانی می‌شود. در نتیجه امروزه توجه بیشتری به کودهای بیولوژیک به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی معطوف شده است (۹).

موضوع کمبود مواد پروتئینی در اغلب کشورها، اهمیت تولید و مصرف حبوبات را در رفع این مشکل، مورد تأکید قرار می‌دهد. افزون بر آن، حبوبات در تقویت حاصلخیزی خاک، تأمین علوفه دام و ایجاد پوشش گیاهی مناسب در جلوگیری از فرسایش خاک نیز مؤثر هستند؛ حبوبات به‌دلیل ویژگی مهم تثبیت نیتروژن در حاصلخیزی خاک برای زراعت بعدی و به‌خصوص کشت غلات می‌توانند مفید واقع شوند. حبوبات به‌ویژه نخود از منابع پروتئین گیاهی بوده که دارای ۱۶-۱۴

لاین مورد نظر از مرکز تحقیقات دیم کرمانشاه تهیه شد. کود شیمیایی مصرفی از نوع نیترات آمونیوم بود. کود بیولوژیک مورد استفاده، ریزوچک پی سوپرپلاس با جمعیت حدود ۱۰۱۸ باکتری مزوریزوبیوم بود که میزان مصرف آن یک کیلوگرم در هکتار به ازای ۸۰-۷۰ کیلوگرم بذر نخود و کود آلی مورد استفاده نیز اسید هیومیک بود. قبل از کاشت، کود شیمیایی مربوط به تیمارهای مختلف، مورد استفاده قرار گرفت. برای کاربرد کود بیولوژیک، بذور ابتدا با ۷۰۰ میلی لیتر آب و ۲۰۰ گرم شکر و سپس با کود بیولوژیک آغشته شدند و بعد از خشک شدن در سایه، کشت شدند. محلول پاشی اسید هیومیک نیز سه بار از مرحله ساقه رفتن به فاصله ۱۰ روز یکبار انجام شد. برای ارزیابی صفات زراعی، از هر کرت تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب شد. عملکرد دانه، بیولوژیک و شاخص برداشت با در نظر گرفتن دو مترمربع از سه ردیف میانی با حذف اثر حاشیه تعیین شد. برای اندازه گیری عناصر معدنی دانه، بعد از آسیاب کردن دانه ها، عصاره تهیه شد. محتوای نیتروژن نخود با استفاده از روش کج لداال اندازه گیری شد (۱۲)؛ سپس درصد پروتئین دانه از حاصل ضرب درصد نیتروژن در فاکتور پروتئینی گیاه (۶/۲۵) به دست آمد. مقدار پتاسیم موجود در عصاره، به روش نشر شعله ای و با کمک فلیم فتومتر در طول موج ۷۶۶ نانومتر اندازه گیری شد (۱۲). تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت. همچنین مقایسه میانگین داده ها با استفاده از آزمون LSD و رسم نمودارها نیز در محیط نرم افزار Excel انجام شد.

## نتایج و بحث

### تعداد غلاف در شاخه اصلی

اثرات متقابل سطوح متفاوت کود نیتروژن و اسید هیومیک و اسید هیومیک و کود بیولوژیک بر تعداد غلاف در شاخه اصلی به ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد معنی دار بود. اما سایر تیمارها اثر معنی داری بر این صفت نداشتند (جدول ۳). تیمار تلفیقی سطح دوم نیتروژن و اسید هیومیک بیشترین تعداد

درصد پروتئین هستند (۲۷). در این راستا پژوهش حاضر با هدف انتخاب بهترین سطح اسید هیومیک مؤثر بر بهبود خصوصیات لاین ILC482 نخود، ارزیابی تأثیر کود بیولوژیک ریزوچک پی سوپرپلاس بر عملکرد و کیفیت محصول این رقم و در نهایت بررسی امکان کاهش مصرف کودهای شیمیایی از طریق کاربرد نهاده های جایگزین اجرا شد.

### مواد و روش ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان با مختصات ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی و ۳۵ درجه و ۱۸ دقیقه شمالی، با ارتفاع ۱۸۶۶ متر از سطح دریا انجام شد. خصوصیات هواشناسی محل اجرای آزمایش شامل میزان بارندگی و میانگین دمای ماهیانه در طول دوره اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه قبل از کشت، از پنج نقطه مختلف مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک نمونه برداری صورت گرفت. پس از مخلوط شدن آنها و تهیه یک نمونه مرکب، آنالیز خاک انجام شد. بافت خاک لومی شنی بود. سایر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نیز در جدول ۲ نشان داده شده است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل محلول پاشی برگی اسید هومیک (H) در سه سطح ( $h_1 = 0$  دو در هزار و  $h_2 = 4$  چهار در هزار و  $h_3 = 8$  هشت در هزار)، کود نیتروژن (N) در دو سطح ( $n_1 = 30$  kg/ha و  $n_2 = 0$ ) و کود بیولوژیک ریزوچک پی سوپرپلاس در دو سطح (عدم تلقیح  $b_1 = 0$  و تلقیح  $b_2 = 30$ ) بودند. هر کرت شامل ۵ ردیف کاشت با فاصله ۳۰ سانتی متر بوده و فاصله بین کرت ها یک متر و بین تکرارها دو متر تعیین شد. فاصله کاشت روی ردیف نیز ۱۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. زمان کاشت، ۲۱ اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۳ بود. وجین علف های هرز به صورت دستی و بنا به ضرورت صورت گرفت. لاین مورد کشت، ILC 482 بود، که متعلق به تیپ کابلی با دانه های درشت و رنگ پوست سفید است. بذر

جدول ۱. میزان بارندگی و میانگین دمای ماهیانه در طول دوره اجرای آزمایش

شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	خصوصیات اقلیمی
۰/۰۰	۸/۱۲	۰/۰۰	۹/۸۱	۱۴/۹۲	۱۹/۳۱	میزان بارندگی (میلی متر)
۲۱/۱	۲۵/۷	۲۷/۸	۲۴/۱	۱۸/۳	۱۴/۲	میانگین دما (درجه سلسیوس)

جدول ۲. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Cu	Zn	Mn	Fe	K	P	N	O.C	EC	pH
(mg/kg)						(%)		(dS/m)	
۰/۷۱	۰/۷۸	۱۵۱	۱۱/۵	۳۵۰	۱۵/۰۳	۰/۱۰	۱/۰	۰/۹۰	۷/۴

جدول ۳. نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک نخود متأثر از کاربرد کود بیولوژیک، نیتروژن و اسید هیومیک

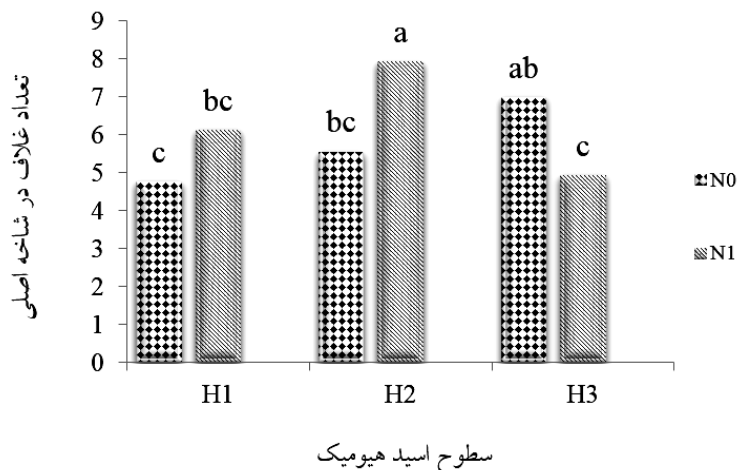
میانگین مربعات

شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	وزن صد دانه	وزن دانه در بوته	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد غلاف در شاخه اصلی	درجه آزادی	منابع تغییر
۲/۷۵	۱۳۲۴	۵۰۹/۴	۰/۵۴۲	۳/۶۱	۷/۷۵	۱۰/۸۰	۲/۱۳	۲	تکرار
۱/۲۵ <sup>ns</sup>	۴۲۹۵*	۹۹۴/۹*	۶/۵۷**	۵۶/۶۸**	۳۲/۱۱ <sup>ns</sup>	۱۲۵/۰۳**	۵/۰۸ <sup>ns</sup>	۲	اسید هیومیک
۲۸/۰۴**	۳۰۶۹ <sup>ns</sup>	۳۲۲۳/۲**	۱۹/۹۴**	۲۰۷/۲۲**	۴/۰۰ <sup>ns</sup>	۷۴/۵۳*	۲/۸۹ <sup>ns</sup>	۱	نیتروژن
۲۲/۶۴**	۱۰۳۱ <sup>ns</sup>	۱۹۵۳/۹*	۱۶/۹۰**	۵۹/۷۸**	۱/۶۰ <sup>ns</sup>	۴/۱۳ <sup>ns</sup>	۰/۴۹ <sup>ns</sup>	۱	باکتری
۱/۰۴ <sup>ns</sup>	۷۰۶ <sup>ns</sup>	۱۹۳/۲ <sup>ns</sup>	۰/۱۵ <sup>ns</sup>	۲/۳۴ <sup>ns</sup>	۴۵/۷۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۴ <sup>ns</sup>	۱۶/۱۸**	۲	هیومیک × نیتروژن
۰/۶۸ <sup>ns</sup>	۵۶۷ <sup>ns</sup>	۲۶/۲ <sup>ns</sup>	۰/۳۱ <sup>ns</sup>	۱۶/۸۲ <sup>ns</sup>	۶۲/۹۷ <sup>ns</sup>	۳۶/۴۶ <sup>ns</sup>	۲/۱۵*	۲	هیومیک × باکتری
۲/۲۵ <sup>ns</sup>	۱۰۳۵ <sup>ns</sup>	۱۰/۴ <sup>ns</sup>	۳/۲۶*	۳/۴۷ <sup>ns</sup>	۷/۱۱ <sup>ns</sup>	۳/۸۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۹ <sup>ns</sup>	۱	نیتروژن × باکتری
۰/۷۰ <sup>ns</sup>	۱۷۲۰ <sup>ns</sup>	۴۰۷/۴ <sup>ns</sup>	۱/۲۸ <sup>ns</sup>	۰/۵۱ <sup>ns</sup>	۲۰/۰۵ <sup>ns</sup>	۲۰/۴۶ <sup>ns</sup>	۴/۱۰ <sup>ns</sup>	۲	هیومیک × نیتروژن × باکتری
۰/۸۰	۱۰۵۸	۲۸۳/۴	۰/۵۱	۵/۵۶	۳۳/۴۹	۱۴/۴۶	۲/۲۲	۲۲	خطای آزمایش
۱۱/۲۰	۱۳/۷۱	۱۱/۸۱	۵/۷۱	۷/۳۲	۱۳/۵۴	۱۰/۱۱	۸/۱۹		ضریب تغییرات (%)

ns، \*\* و \* به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

بیشتر به عناصر غذایی در زمان مصرف اسید هیومیک باشد که منجر به افزایش رشد اندام‌های هوایی می‌شود (۱۴ و ۳۲). پژوهشگران دیگری نیز گزارش کردند که اسید هیومیک جذب NPK را افزایش داده و موجب بهبود ویژگی‌های مورفولوژیکی

دانه در غلاف در شاخه اصلی را به خود اختصاص داد (شکل ۱). این اثر می‌تواند به دلیل انحلال و آزادسازی عناصر غذایی توسط مواد هیومیکی و در نتیجه جذب بیشتر نیترات توسط ریشه‌های گیاه باشد (۲۶). یکی دیگر از دلایل می‌تواند افزایش دسترسی



شکل ۱. اثر متقابل اسید هیومیک و نیتروژن بر تعداد غلاف در شاخه اصلی در گیاه نخود

(H<sub>1</sub>=۰، H<sub>۲</sub>= دو در هزار ، H<sub>۳</sub>= چهار در هزار)، نیتروژن (۰ کیلوگرم در هکتار = N<sub>۰</sub>، ۳۰ کیلوگرم در هکتار = N<sub>۱</sub>)

(حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی دار در سطح پنج درصد است).

#### ارتفاع

تیمارهای مورد بررسی از نظر صفت ارتفاع اختلاف معنی داری نشان ندادند (جدول ۳). احتمالاً از آنجایی که ارتفاع بوته در مرحله گلدهی تقریباً ثابت می شود، بنابراین محلول پاشی اسید هیومیک در مراحل گل دهی و غلاف دهی تأثیری بر ارتفاع بوته نخود نداشته است. سایر پژوهشگران نیز عنوان کردند غلظت های مختلف اسید هیومیک تأثیری بر ارتفاع گیاهان نداشت (۷). اما برخی پژوهشگران اثر مثبت تلقیح با سویه های مختلف باکتری های همزیست ریزوبیوم را بر ارتفاع بوته گزارش کرده اند (۳).

#### وزن دانه در بوته

اثرات اصلی اسید هیومیک، کود بیولوژیک و نیتروژن بر وزن دانه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار بودند، اما اثرات متقابل آنها معنی دار نبود (جدول ۳). بیشترین وزن دانه در بوته به سطح دوم اسید هیومیک اختصاص داشت، تأثیر کود استارتر نیتروژن نیز موجب افزایش ۲۲ درصدی وزن دانه در بوته نسبت به عدم کاربرد نیتروژن شد (جدول ۴). همچنین تلقیح باکتری موجب افزایش معنی دار وزن دانه در بوته ۷/۹۴ نسبت به عدم تلقیح آن ۶/۵۸ شد. باکتری های محرک رشد گیاه

ریشه شده و در نتیجه می تواند رشد اندام های هوایی گیاه را افزایش دهد (۳۱ و ۴۱).

#### تعداد غلاف در بوته

اثر اسید هیومیک و کود نیتروژن بر تعداد غلاف در بوته به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی دار بود. در مورد اثر باکتری و اثر متقابل تیمارها بر صفت مورد نظر اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳). تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر محلول پاشی اسید هیومیک قرار گرفت که البته سطح دوم و سوم آن در یک گروه آماری قرار گرفتند، کاربرد ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نیز صفت مذکور را به طور معنی داری افزایش داد (جدول ۴). کاربرد اسید هیومیک در گیاه به صورت محلول پاشی و خاکی موجب افزایش هورمون های اکسین، سیتوکینین و جبرلین در گیاه می شود (۱). بررسی اثر اسید هیومیک روی گندم نیز نشان داد تعداد دانه و تعداد سنبله در گیاه از جمله صفاتی بودند که بیشترین پاسخ را به اسید هیومیک نشان دادند (۴۰). همچنین در ارتباط با اثر مثبت نیتروژن روی تعداد غلاف در بوته نخود، پژوهشگران با انجام آزمایشی گزارش کردند نیتروژن به طور معنی داری هم تعداد کل غلاف و هم تعداد غلاف های بارور را افزایش داد (۲۹).

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک و عملکرد نخود تحت تأثیر کاربرد کود بیولوژیک، نیتروژن و اسید هیومیک

تیمارها	تعداد غلاف در بوته	وزن دانه در بوته (گرم)	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم)
سطوح اسید هیومیک						
غلظت ۰ در هزار	۲۰/۱ <sup>b</sup>	۶/۶۷ <sup>c</sup>	۲۶/۷ <sup>b</sup>	۲۴۹ <sup>b</sup>	۶۴۰ <sup>c</sup>	۱۱۰۰ <sup>c</sup>
غلظت ۲ در هزار	۲۵/۹ <sup>a</sup>	۸/۱۳ <sup>a</sup>	۲۸/۳ <sup>a</sup>	۲۷۱ <sup>a</sup>	۶۸۴ <sup>a</sup>	۱۲۹۷ <sup>a</sup>
غلظت ۴ در هزار	۲۶/۲ <sup>a</sup>	۷/۲۵ <sup>b</sup>	۲۷/۹ <sup>a</sup>	۲۶۵ <sup>a</sup>	۶۶۱ <sup>b</sup>	۱۱۷۰ <sup>b</sup>
سطوح نیتروژن						
۰ کیلوگرم در هکتار	۲۲/۵ <sup>b</sup>	۷/۱۵ <sup>b</sup>	۲۶/۵ <sup>a</sup>	۲۴۳ <sup>b</sup>	۶۴۷ <sup>a</sup>	۱۱۲۱ <sup>a</sup>
۳۰ کیلوگرم در هکتار	۲۵/۱ <sup>a</sup>	۸/۰۷ <sup>a</sup>	۲۷/۰ <sup>a</sup>	۲۶۹/۱ <sup>a</sup>	۶۵۴ <sup>a</sup>	۱۱۵۳ <sup>a</sup>

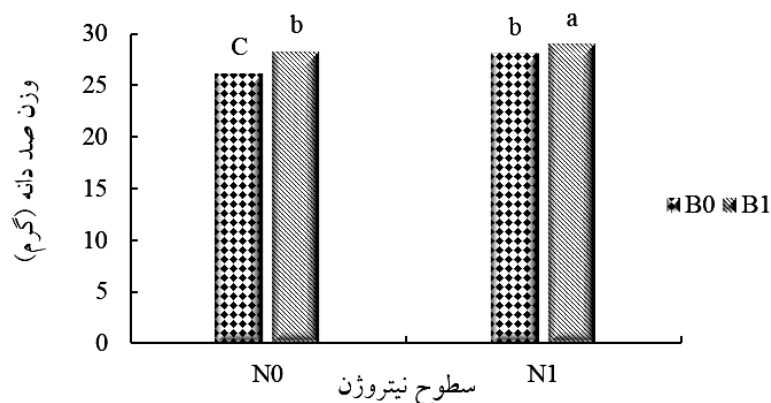
حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی دار در سطح پنج درصد است.

مذکور داشت، سایر اثرات متقابل اختلاف معنی داری نشان ندادند (جدول ۳). بیشترین میزان وزن صد دانه به مصرف اسید هیومیک مربوط بود (جدول ۴). همچنین اثرات متقابل نیتروژن و کود بیولوژیک نشان داد بیشترین وزن صد دانه به کاربرد توأم تلقیح بذر با کود بیولوژیک و استفاده از کود نیتروژن تعلق داشت (شکل ۲). دلیل احتمالی افزایش وزن صد دانه را می توان به نقش مؤثر باکتری های محرک رشد در تثبیت نیتروژن و ارائه آن به گیاه همزمان با مراحل حساس نیاز کودی مرتبط دانست که سبب افزایش نیتروژن قابل مصرف در مراحل حساس رشدی می شود (۱۷). از دیگر دلایل تأثیر مثبت کودهای بیولوژیک بر وزن صد دانه، افزایش رشد گیاهان توسط این کودها است؛ و هر چه اندازه سطح برگ افزایش یابد به همان اندازه نیز گیاه قادر به استفاده بهتر و بیشتر از تشعشع خورشیدی بوده و توان تولید مواد فتوسنتزی بیشتری پیدا می کند که در نهایت بر وزن دانه موجود در غلاف و عملکرد دانه تأثیر می گذارد (۳۵). در ارتباط با اثر مثبت مصرف نیتروژن بر وزن صد دانه نیز پژوهشگران اظهار داشته اند که مصرف نیتروژن در طول دوره رشد به ویژه دوره پر شدن دانه، موجب زیاد شدن مقدار کلروفیل برگ های بالایی می شود که این موضوع سبب افزایش مقدار مواد فتوسنتزی و سرعت فتوسنتز در اندام های فتوسنتز کننده و در نهایت موجب افزایش وزن دانه می شود

علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر خاک با تولید مقادیر قابل توجهی هورمون های تحریک کننده رشد به ویژه انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکینین رشد و نمو، وزن دانه و عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار می دهند (۴۳). سایر پژوهشگران نیز گزارش کردند کاربرد کود بیولوژیک سبب افزایش معنی دار عملکرد دانه و وزن دانه در برنج شد (۳۷). کاربرد اسید هیومیک نیز رشد گیاه را از طریق تغییر فیزیولوژی گیاه و با بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک تغییر می دهد. اسید هیومیک با کلات کردن عناصر ضروری، سبب افزایش جذب آنها شده و باروری خاک و عملکرد گیاه را افزایش می دهد که می تواند یکی از دلایل افزایش وزن دانه در بوته در اثر محلول پاشی اسید هیومیک باشد (۱۸). همچنین مصرف کافی کودهای نیتروژن در اوایل فصل رشد سبب گسترش سطح برگ و افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و تولید مواد پرورده می شود و در نهایت وزن دانه را افزایش می دهد (۱۳).

#### وزن صد دانه

تمام اثرات اصلی در سطح احتمال یک درصد اثر معنی داری بر وزن صد دانه داشتند. همچنین اثر متقابل کود بیولوژیک و نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد تأثیر معنی داری بر صفت



شکل ۲. اثر متقابل کود بیولوژیک و نیتروژن بر وزن صد دانه در گیاه نخود (عدم تلقیح = B<sub>۰</sub>، تلقیح = B<sub>۱</sub>)، (۰ کیلوگرم در هکتار = N<sub>۰</sub>، ۳۰ کیلوگرم در هکتار = N<sub>۱</sub>) (حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی دار در سطح پنج درصد است).

معنی دار عملکرد دانه نخود تحت تأثیر این نهاده‌ها شده است. کاربرد سطح دوم و سوم اسید هیومیک از نظر تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه اختلاف آماری معنی داری نداشتند اما بیشترین مقادیر آنها از سطح دوم اسید هیومیک با غلظت دو در هزار حاصل شد که در مورد عملکرد دانه نیز چنین نتیجه‌ای به دست آمد. پژوهشگران دیگر نیز بیان داشتند مصرف اسید هیومیک می‌تواند عملکرد دانه و اجزای عملکرد را در لگوم‌هایی نظیر ماش، سویا، نخود فرنگی و نخود افزایش دهد (۱۰ و ۲۴). سایر پژوهشگران معتقدند کودهای بیولوژیک از طریق بهبود روابط آبی در سیستم متشکل از آب، خاک، گیاه و همچنین تغییر روابط هورمونی گیاه، سطح فتوسنتز گیاه میزبان را نسبت به گیاه شاهد افزایش می‌دهند (۴۲). اسید هیومیک نیز از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ موجب افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (۲۲). کاربرد اسید هیومیک به صورت محلول پاشی در گندم هم موجب افزایش ۲۴ درصدی عملکرد دانه در این گیاه شد (۸).

#### عملکرد بیولوژیک

اثر اسید هیومیک بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال پنج

(۲۸). بر اساس گزارش سایر پژوهشگران، مصرف کودهای بیولوژیک یک راه پایدار برای افزایش عملکرد در گیاهان است و این کودها می‌توانند جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی باشند (۲۰).

#### عملکرد دانه

اثر کاربرد اسید هیومیک، نیتروژن و کود بیولوژیک بر صفت عملکرد دانه معنی دار بود اما در مورد اثرات متقابل اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳). در سیستم تغذیه با اسید هیومیک، بیشترین عملکرد دانه مربوط به سطح دوم آن بود، کاربرد کود نیتروژن نیز موجب افزایش عملکرد دانه شد (جدول ۴). در مورد سطوح مختلف باکتری بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار تلقیح بذر با باکتری (۲۷۱ گرم در مترمربع) و کمترین عملکرد دانه (۲۵۰ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار شاهد یعنی عدم تلقیح بذر با باکتری بود. استفاده از کودهای بیولوژیک سبب افزایش اجزای عملکرد و به تبع آن عملکرد دانه می‌شود که دلیل آن وجود باکتری‌های تثبیت‌کننده عناصر مورد نیاز گیاه در فرایند تثبیت و ترشح هورمون‌های رشد گیاهی است (۴۳). در پژوهش حاضر نیز تأثیر مثبت اسید هیومیک، نیتروژن و کود بیولوژیک بر اجزای عملکرد از قبیل تعداد غلاف در بوته، وزن دانه در بوته و وزن صد دانه، سبب افزایش

جدول ۵. نتایج جدول تجزیه واریانس صفات کیفی نخود در پاسخ به کود بیولوژیک، نیتروژن و اسید هیومیک

میانگین مربعات		درجه آزادی	منابع تغییرات
پتاسیم	درصد پروتئین		
۲۸۰۱۶ <sup>ns</sup>	۱/۸۲ <sup>**</sup>	۲	تکرار
۱۴۷۷۸۴*	۲/۷۲ <sup>**</sup>	۲	اسید هیومیک
۱۶۴۰ <sup>ns</sup>	۶/۵۵ <sup>**</sup>	۱	نیتروژن
۳۰۳۳۴ <sup>ns</sup>	۳/۱۲ <sup>**</sup>	۱	باکتری
۴۵۳۴۰ <sup>ns</sup>	۰/۲۴ <sup>ns</sup>	۲	هیومیک × نیتروژن
۵۶۸۶ <sup>ns</sup>	۱/۰۴*	۲	هیومیک × باکتری
۳۹۸۰۰ <sup>ns</sup>	۱/۹۷*	۱	نیتروژن × باکتری
۷۰۸۴۹ <sup>ns</sup>	۰/۳۶ <sup>ns</sup>	۲	هیومیک × نیتروژن × باکتری
۴۲۴۹۸	۰/۲۹	۲۲	خطای آزمایش
۸/۲۷	۵/۰۱		ضریب تغییرات %

ns, \*\* و \*: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

تیمار عدم تلقیح (۴۰/۳) تفاوت معنی داری داشت. یکی از دلایلی که کودهای بیولوژیک شاخص برداشت را افزایش می دهند می تواند این باشد که کودهای بیولوژیک، سبب انحلال پذیری ترکیبات غیر محلول و فراهم کردن آنها برای گیاه می شوند (۳۳). استفاده از کود نیتروژن نیز در ابتدای فصل رشد، سبب استقرار سریع تر نخود در مزرعه و افزایش رشد رویشی آن می شود. همچنین، وجود نیتروژن تا قبل از اینکه تثبیت نیتروژن توسط گرهمک های ریشه ها در گیاه صورت گیرد، نیتروژن مورد نیاز آن را تأمین می کند؛ کاربرد کود نیتروژن به آن نسبتی که رشد رویشی و عملکرد دانه را افزایش می دهد به افزایش شاخص برداشت نیز منجر می شود (۳۸).

#### غلظت پتاسیم دانه

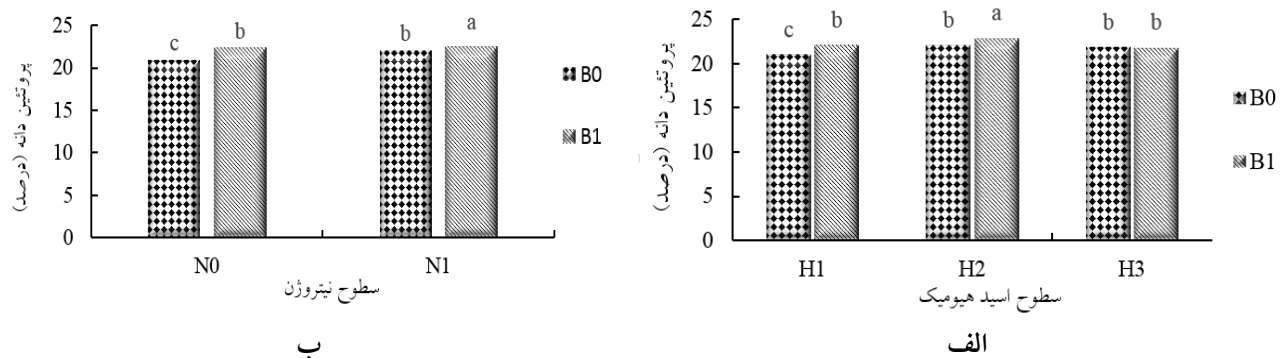
غلظت پتاسیم دانه فقط تحت تأثیر محلول پاشی اسید هیومیک قرار گرفت ( $P \leq 0/05$ ) (جدول ۵). سطح دوم محلول پاشی اسید هیومیک دارای بیشترین غلظت پتاسیم دانه بود (جدول ۴). احتمالاً یکی از دلایل افزایش غلظت پتاسیم دانه تحت تأثیر اسید هیومیک، خاصیت کلات کنندگی عناصر غذایی اسید

درصد معنی دار بود ولی در مورد سایر تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳). کاربرد سطح دوم اسید هیومیک بیشترین تأثیر را بر عملکرد بیولوژیک داشت (جدول ۴). اسید هیومیک با افزایش معنی دار تعداد غلاف در شاخه اصلی و اجزای عملکرد در نهایت موجب افزایش عملکرد بیولوژیک شد. سایر پژوهشگران نیز گزارش کردند اسید هیومیک موجب افزایش عملکرد بیولوژیک در گیاه گندم شده است (۸). اسید هیومیک همچنین از طریق افزایش محتوای نیتروژن گیاه نخود سبب افزایش رشد، ارتفاع و به تبع آن عملکرد بیولوژیک می شود (۴).

#### شاخص برداشت

تیمارهای نیتروژن و کود بیولوژیک اثر معنی داری بر شاخص برداشت نخود در سطح احتمال یک درصد داشتند، اما اثر اسید هیومیک و اثرات متقابل تیمارها بر این صفت معنی دار نشد (جدول ۳). بیشترین مقدار شاخص برداشت در اثر کاربرد کود نیتروژن (۴۱/۲) بود که با تیمار شاهد (۳۷/۶) اختلاف آماری معنی داری داشت، تلقیح با کود بیولوژیک (۳۸/۳) نیز نسبت به





شکل ۳. الف) اثر متقابل اسید هیومیک و نیتروژن بر درصد پروتئین دانه نخود و ب) اثر متقابل کود بیولوژیک و نیتروژن بر درصد پروتئین دانه نخود (عدم تلقیح = B<sub>0</sub>، تلقیح = B<sub>1</sub>)، (H<sub>1</sub>=۰، دو در هزار = H<sub>2</sub>، چهار در هزار = H<sub>3</sub>)، (۰ کیلوگرم در هکتار = N<sub>0</sub>، ۳۰ کیلوگرم در هکتار = N<sub>1</sub>) (حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار در سطح پنج درصد است).

ریشه در ذرت شد (۳۹). اسید هیومیک همچنین محتوای نیتروژن دانه گندم را افزایش داد (۳۴).

### نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش، اثر متقابل اسید هیومیک و نیتروژن بر تعداد غلاف در شاخه اصلی معنی‌دار بود؛ به طوری که بیشترین مقدار این صفت به تیمار تلفیقی سطح دوم اسید هیومیک با غلظت دو در هزار و کاربرد ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن اختصاص داشت. اسید هیومیک، کود بیولوژیک و نیتروژن موجب افزایش معنی‌دار صفات تعداد غلاف در بوته، وزن دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک شدند. بیشترین اثرگذاری اسید هیومیک در ارتباط با صفات مذکور متعلق به سطح دوم آن بود. کاربرد نیتروژن نیز در مقایسه با عدم استفاده از آن اثر معنی‌داری بر اجزای عملکرد، عملکرد بیولوژیک و دانه داشت. بالاترین درصد پروتئین دانه نیز از تیمارهای تلفیقی تلقیح کود بیولوژیک و سطح دوم اسید هیومیک و تلقیح کود بیولوژیک و کاربرد نیتروژن به دست آمد. بنابراین می‌توان گفت کاربرد توأم کودهای بیولوژیک، شیمیایی و آلی می‌تواند در حصول عملکرد کمی و کیفی بالاتر نخود مؤثر باشد.

هیومیک باشد که سبب افزایش جذب عناصر و سبب تسهیل در انحلال آهن و پتاسیم در خاک می‌شود. در بسیاری از منابع به اثرات مفید مواد هیومیکی بر توسعه سیستم ریشه‌ای نیز اشاره شده است که افزایش سطح ریشه‌ها و ریزوسفر موجب جذب بهتر عناصری نظیر پتاسیم می‌شود (۳۰).

### درصد پروتئین دانه

تمام اثرات اصلی در سطح احتمال یک درصد بر صفت پروتئین دانه معنی‌دار شدند. اثرات متقابل هیومیک و کود بیولوژیک و نیتروژن و کود بیولوژیک نیز در سطح احتمال پنج درصد بر میزان پروتئین دانه اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۵). بیشترین درصد پروتئین دانه مربوط به سطوح دوم محلول‌پاشی اسید هیومیک و تلقیح بذر با کود بیولوژیک بود؛ همچنین درصد پروتئین دانه تحت تأثیر کود نیتروژن و تلقیح بذر با کود بیولوژیک دارای بیشترین مقدار بود (شکل‌های ۳-الف و ۳-ب). سایر پژوهشگران اظهار داشتند افزایش درصد پروتئین دانه در گندم به دنبال استفاده از کودهای بیولوژیک، به علت تثبیت نیتروژن و در نتیجه توسعه سیستم ریشه‌ای، افزایش جذب  $\text{NH}_4^+$  و  $\text{NO}_3^-$  و افزایش فعالیت نترات ردوکتاز بوده است (۱۵). کاربرد اسید هیومیک در محلول غذایی نیز موجب افزایش محتوای نیتروژن در اندام هوایی و رشد شاخسار و

## منابع مورد استفاده

1. Abdel-Mawgoud, A. M. R., N. H. M. El-Greadly, Y. I. Helmy and S. M. Singer. 2007. Responses of tomato plants to different rates of humic based Fertilizer and NPK Fertilization. *Applied Sciences Research* 3(2): 169-174.
2. Ahmad abadi, Z., M. Sepanlou and M. A. Bahmanyar. 2012. Effect of vermicompost application on amount of micro elements in soil and the content in the medicinal plant of borage (*Borago officinalis*). *Crops Improvement* 13(2): 1-12. (In Farsi).
3. Ansari, M. H., H. Asadi Rahmani, H. Heidari Sharifabad and A. Hosseini. 2005. Effect of different strains of rhizobia on the growth and yield of two cultivars of common bean. *Agricultural Research* 82: 2-10.
4. Ayas, H. and F. Gulser. 2005. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. *Biological Sciences* 5(6): 801- 804.
5. Azarnia, M., S. Safikhani and A. Biabani. 2015. The effect of bio-fertilizer on crops yield, sustainable agriculture and organic farming. *Bio Safety* 8(2): 85-97. (In Farsi).
6. Barker, A. V. and D. J. Pilbeam. 2007. Handbook of Plant Nutrition. CRC Press, London.
7. Cooper, R. J., C. Liu and D. S. Fisher. 1988. Influence of humic substances on rooting and nutrient content of creeping bentgrass. *Crop Science* 38(6): 1639-1644.
8. Delfine, S., R. Tognetti, E. Desiderio and A. Alvino. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy for Sustainable Development* 25: 183-191.
9. Dixon, R. O. D. and C. T. Wheeler. 1986. Nitrogen Fixation in Plants. Chapman and Hall, New York.
10. Duplessis, G. L. and A. F. Mackenzie. 1983. Effect of Leonardite applications on phosphorus availability and corn growth. *Soil Science* 63: 749-751.
11. Farqhani, A. and E. Javanmard. 2005. The effect of different additives on the amount of humic and folic acid in different soils. In Proceeding: 9th Iranian Soil Science Congress. Tehran, Iran. (In Farsi).
12. Ghazanshahi, J. 2006. Soil and Plant Analysis. Homa Publications, Tehran. (In Farsi).
13. Haase, T., C. Schuler and J. Heb. 2007. The effects of different N and K sources on tuber nutrient uptake, total graded yield of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) for processing. *Agronomy* 26: 187-193.
14. Jones, C. A., J. S. Jacobsen and A. Mugaas. 2004. Effect of humic acid phosphorus availability and spring wheat yield. Fertilizer Facts, No.32, Extension Service, Montana State University, USA.
15. Kader, M. A., M. H. Mian and M. S. Hoque. 2002. Effects of Azotobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. *Biological Sciences* 2(4): 259-261.
16. Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentration of spring wheat inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. *Ecological Engineering* 33: 150-156.
17. Kyei, B. S., A. E. Slinkard and F. L. Walley. 2002. Evaluation of rhizobial inoculation methods for Chickpea. *Agronomy Journal* 94: 851-859.
18. Liu, C. and R. J. Cooper. 2000. Humic substances influence creeping bentgrass growth. *Golf Course Management* 68(10): 49-53.
19. Meena, V. S., S. K. Meena, J. P. Verma, R. S. Meena and B. N. Ghosh. 2015. The need of nutrient use efficiency for sustainable agriculture. *Journal of Cleaner Production* 102(1): 552-563.
20. Mekki, B. B. and A. G. Amel. 2005. Growth, yield and seed quality of soybean (*Glycine max* L.) as affected by organic, biofertilizers and yeast application. *Agriculture and Biological Sciences* 1: 320- 324.
21. Mokhtari, M. and H. Besharati. 2013. Effect of phosphate solubilizing bacteria on yield and some chemical compositions of maize. *Soil Research* 27(4): 619- 628. (In Farsi).
22. Nardi, S., D. Pizzeghello, A. Muscolo and A. Vianello. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 1527-1536.
23. Ortega, R. and M. Fernandez. 2007. Agronomic evaluation of liquid humus derived from earthworm humic substances. *Plant Nutrition* 30: 2091-2104.
24. Ozdamar unlu, H., H. Unlu, Y. Karakurt and H. Padem. 2011. Changes in fruit yield and quality in response to foliar and soil humic acid application in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Scientific Research and Essays* 6: 2800-2803.
25. Pal, A., S. Dutta, P. K. Mukherjee and A. K. Paul. 2005. Occurrence of heavy metal resistance in microflora from serpentine soil of Andaman. *Basic Microbiology* 45(3): 207-218.

26. Payton, F. V. 1990. The effect of nitrogen fertilizer on the growth and development of the potato in warm tropics: Dissertation abstract international. *Environmental Science* 50(9): 33-71.
27. Poustini, K. and B. Yazdi Samad. 1992. Yield responses of chickpea cultivars to dry-land conditions. *Agriculture Science* 23(2): 11-17.
28. Roesti, D., R. Gaur, B. N. Johri, G. Imfeld, S. Sharma, K. Kawaljeet and M. Aragno. 2006. Plant growth stage, fertilizer management and bioinoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rainfed wheat fields. *Soil Biology and Biochemistry* 38: 1111-1120.
29. Saini, S. S. and A. S. Faroda. 1998. Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotype 'H 86-143' to seeding rates and fertility levels. *Agronomy* 43: 90-94.
30. Sanchsz-Sanchsz, A., J. Sanchsz-Anderu, M. Juarez, J. Jorda and D. bermudez. 2002. Humic substances and amino acid improve effectiveness of chelate FeEDDHA in lemons trees. *Plant Nutrition* 25(11): 2433- 2442.
31. Sangeetha, M., P. Singaram and R. Uma Devi. 2006. Effect of lignite humic acid and fertilizer on yield of onion and nutrient availability. In Proceedings: 18th World Congress of Soil science. Philadelphia, Pennsylvania, USA.
32. Selosse, M. A., E. Baudoin and P. Vandenkoornhyse. 2004. Symbiotic microorganisms, a key for ecological success and protection of plants. *Comptes Rendus Biologies* 327: 639-648.
33. Sinai, V. K., S. C. Bhandari and J. C. Tarafdar. 2004. Comparison of crop yield, soil microbial C.N and P, N fixation, nodulation and mycorrhizal infection in inoculated and non-inoculated sorghum and chickpea crops. *Field Crops Research* 89: 39-47.
34. Sharif, M., R. A. Khattak and M. S. Sarir. 2002. Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 33: 3567-3580.
35. Sharma, A. K. 2003. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. 1nd edition. Jodhpur: Agrobios, India.
36. Sturz, A. V. and B. R. Christie. 2003. Beneficial microbial allelopathies in the root zone. *Soil and Tillage Research* 72: 107-123.
37. Subashini, H. D., S. Malarvannan and P. Kumaran. 2007. Effect of biofertilizers (N-Fixers) on the yield of rice varieties at puducherry, India. *Agricultural Research* 1(3): 146-150.
38. Surrenson, G. 1999. Effect of plant genotype and nitrogen fertilizer on symbiotic nitrogen fixation by legume cultivar. *Plant and Soil* 72: 1049-1056.
39. Tan, K. H. 2003. Humic Matter in Soil and the Environment. Marcel Dekker, New York.
40. Ulukan, H. 2008. Effect of soil applied humic acid at different sowing times on some yield colponents in wheat hybrids. *Botany* 4: 164-175.
41. Verlinden, G., T. Coussens, A. D. Vliegheer and G. Baert. 2010. Effect of humic substances on nutrient uptake by herbage and on production and nutritive value of herbage from sown grass pastures. *Grass and Forage Science* 65: 133-144.
42. Wu, Q. S. and R. X. Xia. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under-well-watered and water stress conditions. *Plant Physiology* 163: 417- 425.
43. Zahir, A. Z., M. Arshad and W. F. Frankenberger. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: Applications and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy* 81: 97-168.

## Evaluation of Quantitative and Qualitative Traits of Chickpea as Affected by Biofertilizer, Nitrogen, and Humic Acid in Dryland Condition

A. Malaki<sup>1</sup>, Sh. Khaledro<sup>2\*</sup> and Gh. Heidari<sup>3</sup>

(Received: June 20-2020; Accepted: September 08-2020)

### Abstract

In order to evaluate biofertilizer, nitrogen and humic acid effect on quantitative and qualitative traits of chickpea (ILC 482 line) this research was carried out at the Agricultural Research Field of Kurdistan University, Sanandaj, Iran. A factorial experiment was conducted based on a randomized complete block design with three replications. Experimental treatments included three levels of leaf foliar application of humic acid (control (0), 2, and 4 per thousand), two levels of nitrogen fertilizer (control (0), and 30 kg/ha) and two levels of biofertilizer (non-inoculation and inoculation). Results indicated that the greatest pods/plant, seed weight/plant and 100 seed weight were belonged to the second level of humic acid. The maximum grain yield (271.5 g/m<sup>2</sup>) and biological yield (684.31 g/m<sup>2</sup>) were obtained from 2 per thousand concentration of the humic acid application. The greatest grain potassium concentration (1297.56 mg/kg) was belonged to the second level of humic acid. Nitrogen and biofertilizer applications significantly increased the grain yield, seed weight/plant and harvest index. Maximum percentage of seed protein (22.91) was obtained from integrated treatment of biofertilizer and nitrogen. From the gathered data it appears that humic acid and biofertilizer applications integrated with nitrogen fertilizer may improve seed yield and quality of chickpea.

**Keywords:** fabaceae, protein, *Rhizobium ciceri*, organic fertilizer

---

1. 2, 3. M.Sc., Student, Assistant Professor and Associate Professor, Respectively, Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

\*: Corresponding Author, Email: sh.khaledro@uok.ac.ir