واکنش عملکرد و اجزای عملکرد نخود به زمان و مقدار مصرف اسید هیومیک

محمد آرمین[1*] و جواد مصلحی[1]

چکیده

به منظور بررسی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد نخود رقم هاشم به زمان و مقدار مصرف اسید هیومیک، در سال 1390 آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شهرستان بردستان انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل زمان محلول‌پاشی در سه سطح (سه برگی، گل‌دهی و غلاف دهی) و مقدار محلول‌پاشی اسید هیومیک در چهار سطح (0، 2، 4 و 6 لیتر در هکتار) بود. در این آزمایش از اسید هیومیک 8 درصد با نام تجاری هیومکس که دارای 80٪ اسید هیومیک، 5٪ اکسید پتاسیم و 15٪ اسید فلویک بود استفاده شد. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد به زمان محلول‌پاشی متفاوت بود. محلول‌پاشی در زمان گل‌دهی بیشترین اثر را بر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی داشت، در حالی که محلول‌پاشی در زمان رویشی بیشترین اثر را بر ارتفاع نهایی و تعداد شاخه جانبی داشت. با افزایش مقدار اسید هیومیک، کلیه خصوصیات مورد بررسی به جز تعداد شاخه جانبی افزایش یافت. بیشترین تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی در محلول‌پاشی اسید هیومیک به مقدار شش لیتر در هکتار بدست آمد. نتایج این آزمایش نشان داد که محلول‌پاشی در زمان غلاف‌دهی به مقدار شش لیتر در هکتار جهت حصول عملکرد اقتصادی مطلوب قابل توصیه می‌باشد.

واژهای کلیدی: اسید هیومیک، محلول‌پاشی، نخود، غلاف در بوته، دانه در غلاف.

تاریخ دریافت: 90/9/8 تاریخ پذیرش: 91/11/7

1. به‌ترتیب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، سبزوار، ایران.

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

مقدمه

نخود از نظر سطح زیر کشت در جهان در بین حبوبات در رده سوم، ولی در ایران هم از نظر سطح زیر کشت و هم از نظر تولید در بین حبوبات در درجه اول اهمیت قرار دارد (Parsa and Bagheri, 2007). کشت این گیاه بیشتر در اراضی خشک و نیمه خشک انجام می‌شود که در این مناطق خاک از نظر حاصل‌خیزی دارای مقدار کمی مواد آلی و pH قلیایی است. قلیایی بودن این گونه خاک‌ها و کمبود مواد آلی سبب کاهش حلالیت و تحرک عناصر پر مصرف و کم مصرف مورد نیاز رشد گیاهان می‌شود که این امر کاهش کمی و کیفی محصولات زراعی را موجب می‌شود. روش‌های متعددی برای بهبود و نگهداری حاصل‌خیزی این‌گونه خاک‌ها انجام می‌شود. استفاده از تناوب گیاهان زراعی، روش‌های مختلف شخم، استفاده از کمپوست، کودهای سبز و کودهای دامی از جمله روش‌های مدیریتی است که برای نگهداری و بهبود حاصل‌خیزی در این گونه خاک‌ها انجام می‌شود. علاوه بر روش‌های مدیریتی، استفاده از کودهای بیولوژیک نیز سبب افزایش کمی و کیفی محصولات زراعی می‌شود.

اسید هیومیک یکی از بهترین کودهای بیولوژیک است که از تجزیه میکروبی، بیولوژیکی و شیمیایی مواد آلی بدست می‌آید. اسید هیومیک سبب افزایش حاصل‌خیزی خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند نفوذپذیری، تهویه، دانه بندی، ظرفیت نگهداری آب در خاک، تحرک و در دسترس قرار دادن مواد غذایی می‌شود. افزایش جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم از طریق افزایش قابلیت تحرک این عناصر گزارش شده است (Khan *et al.*, 2012).

اثرات مفید مصرف اسید هیومیک به عوامل مختلفی مانند نوع گونه گیاهی، زمان مصرف، نحوه مصرف و مقدار مصرف اسید هیومیک وابسته است. اثرات سودمند مصرف اسید هیومیک در جوانه‌زنی، افزایش سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ریشه‌چه و کاهش متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی گیاهان زراعی مانند گندم با مصرف 54 میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک گزارش شده است (Sabzevari *et al.*, 2010). در مورد لوبیا گزارش شده است که محلول‌پاشی اسید هیومیک نسبت به مصرف خاکی آن سبب افزایش بیشتر رشد گیاه، تعداد غلاف در گیاه، وزن غلاف، میزان پروتئین و کلروفیل در گیاه از طریق افزایش سرعت و میزان جذب مواد غذایی شده است (El-Bassiony *et al.*, 2010). در حالی که در مورد نخود، مصرف خاکی اسید هیومیک نسبت به محلول‌پاشی آن اثرات سودمند بیشتری بر عملکرد و اجزای عملکرد داشته است، به نحوی که مصرف خاکی 15 یا 30 پی‌پی‌ام اسید هیومیک، اثرات مشابهی مانند مصرف 45 پی‌پی‌ام این کود به صورت محلول‌پاشی داشته است که در این حالت مصرف اسید هیومیک سبب تولید حداکثر عملکرد اقتصادی، تعداد غلاف در گیاه و تعداد دانه در گیاه نخود شده است. بیشترین غلظت پتاسیم، فسفر و آهن نیز با مصرف 15 پی‌پی‌ام خاکی اسید هیومیک بدست آمده است (Khan *et al.*, 2012). در مورد ارزن مرواریدی نیز، بالاترین ارتفاع گیاه، تعداد شاخه جانبی، عملکرد، وزن هزار دانه و غلظت پروتئین خام با محلول‌پاشی اسید هیومیک بدست آمد در حالی که مصرف خاکی اسید هیومیک بیشترین وزن هکتولیتر دانه را موجب شد (Saruhan *et al.*, 2011). کالساریسی و همکاران (Kolsarici *et al.*, 2002) گزارش کردند که پیش تیمار بذر با 60 گرم اسید هیومیک به ازای هر 100 دانه سبب حصول حداکثر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان شد. در حالی که اورن و باسال (Oren and Basal, 2006) عدم واکنش عملکرد و اجزای عملکرد پنبه را نسبت به نحوه مصرف اسید هیومیک گزارش کردند. در این بررسی مصرف 2000 گرم در هکتار اسید هیومیک مناسب‌ترین تیمار جهت حصول عملکرد لینت پنبه، وزن قوزه، وزن هزار دانه و زود رسی پنبه بود. در بررسی اثر اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت نیز نشان داده شده است که مصرف 3500 و 4500 گرم در هکتار اسید هیومیک عملکرد دانه ذرت را به دلیل افزایش شاخص و دوام سطح برگ، افزایش تعداد دانه در ردیف و طول بلال افزایش می‌دهد و مصرف 4500 گرم در هکتار اسید هیومیک بالاترین عملکرد اقتصادی را در ذرت موجب شد (Ghorbani *et al.*, 2010).

با توجه به اثرات مفید اسید هیومیک در افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات زراعی مانند نخود، اطلاعات کمی در مورد اثر زمان و مقدار مصرف اسید هیومیک روی عملکرد و اجزای عملکرد این محصول در ایران در دسترس است، بنابراین

تحقیق حاضر به‌منظور تعیین مناسب‌ترین زمان و مقدار مصرف اسید هیومیک در زراعت نخود انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی 91 -1390 در مزرعه‌ای واقع در 12 کیلومتری شرق شهرستان بردسکن با عرض جغرافیایی 58 درجه و 15 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 34 درجه و 45 دقیقه شرقی و ارتفاع 985 متری از سطح دریا در خاکی با بافت لوم رسی اجرا شد. آزمایش بصورت فاکتوریل در پایه طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل زمان محلول‌پاشی در سه سطح (سه برگی، گل‌دهی و غلاف دهی) و مقدار محلول‌پاشی اسید هیومیک در چهار سطح (0، 2، 4 و 6 لیتر در هکتار، معادل به ترتیب 0، 6/66، 13/33 و 19/99 در هزار) بودند. مقادیر محلول پاشی بر اساس مصرف 300 لیتر در هکتار آب بعد از اضافه کردن مقادیر مختلف اسید هیومیک با استفاده از سمپاش اتومایزر انجام شد. در این آزمایش از اسید هیومیک 8 درصد با نام تجاری هیومکس که دارای 80٪ اسید هیومیک، 5٪ اکسید پتاسیم و 15٪اسید فلویک بود استفاده شد. زمین مورد استفاده در این آزمایش سال قبل آیش بود. عملیات آماده‌سازی زمین با شخم عمیق توسط گاوآهن برگردان‌دار انجام شد و سپس دو دیسک عمود بر هم جهت خرد شدن کلوخه‌ها زده شد. کشت در تاریخ 1390/12/15 انجام شد. فاصله ردیف 30 سانتی‌متر و فاصله بین بوته 5 سانتی متر در نظر گرفته شد که در آن کشت به صورت دستی و در پنج ردیف در هر کرت انجام شد. عملیات تنک کردن زمین بعد از استقرار کامل بوته‌ها جهت حصول تراکم مورد نظر (66 بوته در متر مربع) انجام شد. آبیاری به فواصل هر 12 روز یکبار (بر اساس دور آبیاری منطقه) و سایر عملیات مورد نیاز گیاه بر اساس عرف منطقه انجام شد.

در پایان فصل رشد، پنج بوته به صورت تصادفی از هر کرت انتخاب شد و در آن ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته اندازه گیری شد. عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیکی با حذف دو خط کناری و نیم متر بالایی و پایینی هر کرت، از مساحت باقی‌مانده بدست آمد. برای تجزیه آماری داده های آزمایش از نرم افزار SAS 9.1 و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون LSD در سطح احتمال 5٪ (با اطمینان 95٪) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول 1) نشان داد که زمان محلول‌پاشی در سطح احتمال 1٪ بر ارتفاع نهایی و تعداد شاخه جانبی و در سطح 5٪ بر تعداد دانه در بوته اثر معنی‌داری داشت، در حالی که تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر زمان محلول‌پاشی قرار نگرفت.

ارتفاع گیاه

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که در مرحله سه برگی، افزایش مقدار مصرف اسید هیومیک، سبب افزایش ارتفاع شد به نحوی که بیشترین ارتفاع در مقدار مصرف شش لیتر در هکتار بدست آمد که اختلاف آماری معنی‌داری با سایر تیمارهای مورد بررسی داشت. البته مصرف چهار لیتر در هکتار اسید هیومیک در این مرحله اختلافی با مصرف مصرف شش لیتر در هکتار در مرحله گلدهی نداشت، با این وجود نسبت به مصرف اسید هیومیک در مرحله گلدهی ارتفاع بیشتری را در گیاه موجب شد. تأخیر در زمان محلول‌پاشی تا هنگام غلاف دهی سبب کاهش 4/83 درصدی ارتفاع بوته نسبت به محلول‌پاشی در مرحله رویشی شد. اختلاف معنی‌داری از نظر ارتفاع بوته بین محلول‌پاشی در هنگام گل‌دهی و مرحله رویشی وجود نداشت. به نظر می‌رسد عدم واکنش ارتفاع بوته به محلول‌پاشی در زمان غلاف دهی به دلیل اتمام رشد رویشی و مصرف مواد فتوسنتزی برای اندام‌های زایشی بوده باشد (شکل 1).

سبزواری و خزاعی (Sabzevari and Khazaei, 2010) نشان دادند که بهترین زمان محلول‌پاشی، ظهور برگ پرچم در گندم است که در این دوره رشدی، بیشترین ارتفاع ساقه از غلظت 200 و 300 میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بدست آمد. بین زمان محلول‌پاشی در مرحله ساقه رفتن و ظهور برگ پرچم اختلاف معنی‌داری دیده نشد. غلظت 100 میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک هم در محلول‌پاشی طی زمان ظهور برگ پرچم مؤثرتر از سایر زمان‌ها بود. کمترین اثر اسید هیومیک بر ارتفاع ساقه از محلول‌پاشی در مرحله پنجه‌زنی مشاهده شد.

اگرچه خان و همکاران (Khan *et al.*, 2012) گزارش کردند که مصرف اسید هیومیک سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته نخود نسبت به شاهد می‌شود. گزارش شده است که استفاده از 100 گرم پودر اسید هیومیک به صورت خاک مصرف در زمان کاشت نسبت به عدم مصرف یا مصرف 200 گرم در هکتار آن سبب افزایش بیشتری در ارتفاع ارقام مختلف نخود شد که این افزایش ارتفاع بوته در ارقام مختلف متفاوت بود (Khan *et al.*, 2012). افزایش 3/85 درصدی ارتفاع بوته گیاه نخود نسبت به تیمار شاهد در اثر مصرف کود بیولوژیک نیتراژین + بیوسوپر نیز گزارش شده است (Rabieyan *et al.*, 2009). آیاچ و گولشر (Ayaç, and Gülser, 2005) دلیل افزایش رشد و ارتفاع بوته اسفناج در اثر مصرف اسید هیومیک را افزایش در محتوی نیتروژن گیاه ذکر کرده‌اند.

تعداد شاخه جانبی

در کلیه زمان‌های محلول‌پاشی، افزایش دز مصرفی سبب افزایش تعداد شاخه جانبی در هر بوته شد که این افزایش در محلول‌پاشی در زمان سه برگی بیشتر از سایر زمان‌های محلول‌پاشی بود. بیشترین تعداد شاخه جانبی به میزان 5/56 عدد در هر بوته در محلول‌پاشی به میزان شش لیتر در هکتار بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با محلول‌پاشی به میزان چهار لیتر در هکتار در همین زمان نداشت (شکل 2). تاثیر مثبت محلول‌پاشی اسید هیومیک بر تعداد شاخه جانبی در زمان گلدهی را می‌توان به تحریک جوانه‌های جانبی و رشد شاخه‌های فرعی نسبت داد (Khan *et al.*, 2012). واکنش تقریبا مشابه به محلول‌پاشی در زمان‌های گلدهی و غلاف‌دهی را می‌توان به پایان یافتن دوره رشد رویشی و تشکیل شاخه‌های جانبی نسبت داد که بعد از این مرحله شاخه جانبی در گیاه تشکیل نشده است.

تعداد غلاف در بوته

تعداد غلاف در بوته تحت تاثیر زمان مصرف و اثر متقابل زمان و مقدار مصرف اسید هیومیک قرار نگرفت. افزایش مصرف اسید هیومیک سبب افزایش خطی تعداد غلاف در بوته نخود شد (جدول 2). به‌ازای مصرف هر واحد اسید هیومیک، 1/479 غلاف در هر بوته بیشتر تولید شد ($y=1.4796x + 29.82$, $R^2=0.98$). بنظر می‌رسد که افزایش رشد رویشی به دلیل مصرف اسید هیومیک و افزایش غلظت عناصر غذایی مانند نیتروژن سبب شد که مقدار مواد غذایی بیشتری در دسترس گیاه قرار گرفته و این امر ضمن تولید تعداد غلاف در بوته بیشتر، سبب کاهش ریزش غلاف در بوته گردید. راجپار و همکاران (Rajpar *et al.*, 2011) نشان دادند که مصرف اسید هیومیک سبب افزایش 17/17 درصدی تعداد غلاف در کلزا در مقایسه با عدم مصرف آن شد. ربیعیان و همکاران (Rabieyan *et al.*, 2009) گزارش کردند که مصرف کود بیولوژیک نیتراژین (1 لیتر در هکتار) + بیوسوپر (2 لیتر در هکتار) سبب افزایش 14/47 درصدی تعداد نیام در بوته نخود شد که این افزایش تعداد نیام در بوته سبب افزایش عملکرد نهایی گردید.

تعداد دانه در بوته

برهمکنش زمان و مقدار مصرف اسید هیومیک بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود. در کلیه زمان‌های محلول‌پاشی، تیمار شاهد کمترین تعداد دانه در بوته را تولید کرد، در حالی که واکنش تعداد دانه در بوته به مقدار مصرف اسید هیومیک در زمان‌های رویشی گل‌دهی و غلاف بندی متفاوت بود، به نحوی که در محلول‌پاشی در زمان‌های رویشی و گل‌دهی، مصرف شش لیتر در هکتار اسید هیومیک بیشترین تعداد دانه در بوته را تولید کرد، در حالی که در محلول‌پاشی در زمان غلاف‌دهی، مصرف چهار لیتر در هکتار بیشترین تعداد دانه در بوته را داشت (شکل 3). به نظر می‌رسد محلول‌پاشی قبل از انجام مرحله رویشی با افزایش تعداد غلاف‌های بالقوه و در اواخر مرحله زایشی با حفظ غلاف‌های موجود از طریق توازن مناسب مواد غذایی بین بخش رویشی و زایشی سبب افزایش تعداد دانه در بوته شده باشد (Khan *et al.*, 2012). بررسی روند تغییرات تعداد دانه در بوته نشان داد که محلول پاشی در هنگام رشد رویشی و غلاف‌دهی مناسب‌تر از محلول‌پاشی در زمان گلدهی بود که این واکنش بهتر در زمان رشد رویشی مربوط به تعداد غلاف در بوته یا تعداد دانه در غلاف مناسب‌تر در این تیمار بود. واکنش بهتر در زمان غلاف‌دهی را نیز می‌توان به حفظ بیشتر غلاف‌های تشکیل شده یا افزایش تعداد دانه در غلاف نسبت داد. سبزواری و خزاعی (Sabzevari and Khazaei, 2009) نشان دادند که اسید هیومیک اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله در گندم دارد. در بررسی نامبردگان بیشترین تعداد دانه از غلظت 200 میلی‌گرم در لیتر

اسید هیومیک در زمان مصرف گرده‌افشانی بدست آمد. پس از آن غلظت 200 میلی‌گرم در لیتر در زمان پنجه‌زنی و غلظت 300 میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک در زمان ظهور برگ پرچم بیشترین تعداد دانه در سنبله را داشتند. این محققین بهترین غلظت اسید هیومیک برای تولید تعداد دانه بیشتر را 200 میلی‌گرم در لیتر در زمان مصرف 50 درصد پنجه‌زنی معرفی کرده‌اند. در مورد بادام زمینی گزارش شده است که جایگزینی کودهای بیولوژیکی به جای کودهای شیمیایی سبب افزایش تعداد نیام در بوته می‌شود، به نحوی که مصرف کود بیولوژیک + 25٪ کود شیمیایی بیشترین تعداد نیام در بوته و در نهایت بیشترین تعداد دانه در بوته را باعث شد (Pei-Sheng and Hui-Lian, 2002). افزایش تعداد دانه در ردیف ذرت و تعداد دانه در بوته نخود نیز گزارش شده است (Khan *et al.*, 2012).

عملکرد بیولوژیکی

عملکرد بیولوژیکی تحت تأثیر زمان مصرف اسید هیومیک قرار نگرفت، اما عملکرد اقتصادی در سطح احتمال 1٪ تحت تأثیر مصرف اسید هیومیک قرار گرفت (جدول 1).

افزایش محلول‌پاشی اسید هیومیک از 0 به 6 لیتر در هکتار سبب افزایش 87/69 درصدی عملکرد بیولوژیک شد (جدول 2). افزایش ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته اصلی‌ترین عوامل افزایش عملکرد بیولوژیک با افزایش مصرف اسید هیومیک بوده است. افزایش عملکرد بیولوژیکی با مصرف اسید هیومیک را می‌توان به تحریک رشد گیاه از طریق سوخت و ساز عناصر کم مصرف و پرمصرف، فعال سازی آنزیم‌ها و تغییر در نفوذپذیری غشا و سنتز پروتئین‌ها دانست که مجموع این عوامل سبب افزایش بیوماس گیاه می‌گردد (Ulukan , 2008). افزایش عملکرد بیولوژیکی در نخود به موازات افزایش مصرف اسید هیومیک توسط (El-Ghamry and Ghoneem, 2009) نیز گزارش شده است.

محلول‌پاشی اسید هیومیک یا اسید فولیک سبب افزایش میزان کربوهیدرات در ساقه و برگ گیاهان می‌شود. این کربوهیدرات از طریق ساقه به ریشه انتقال داده می‌شود و بعد از ریشه به خاک منتقل می‌شود که این عمل سبب فراهمی مواد غذایی برای میکروارگانیسم‌ها می‌گردد که فعالیت میکروارگانیسم‌ها، اسید و سایر ترکیبات آلی را رها می‌کند. که آزاد شدن اسید و ترکیبات آلی سبب افزایش فراهمی مواد غذایی به گیاه می‌شود که این عمل سبب افزایش عملکرد بیولوژیک خواهد شد. در ذرت مصرف 4500 گرم اسید هیومیک نسبت به تیمار شاهد منجر به افزایش 36/15 درصدی عملکرد بیولوژیک شد (Ghorbani *et al.*, 2010). در اسفناج اثر مثبت افزایش عملکرد بیولوژیک با مصرف اسید هیومیک از طریق افزایش ارتفاع بوته بود که این امر نیز به دلیل افزایش محتوی نیتروژنی اندام‌های هوایی گیاه می‌باشد (Ayaç, and Gülser, 2005).

عملکرد اقتصادی

برهمکنش زمان و مقدار مصرف اسید هیومیک بر عملکرد اقتصادی معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد اقتصادی از محلول‌پاشی اسید هیومیک به مقدار شش لیتر در هکتار در زمان غلاف بندی مشاهده شد که اختلاف آماری معنی‌داری با همین مقدار محلول‌پاشی در زمان گل‌دهی نداشت. مصرف شش لیتر در هکتار در زمان سه برگی نتوانست عملکرد اقتصادی مناسبی را تولید کند. کمترین عملکرد اقتصادی نیز در تیمار عدم مصرف اسید هیومیک (شاهد) مشاهده شد (شکل 4). به نظر می‌رسد افزایش عملکرد در زمان‌های گل‌دهی و غلاف دهی به‌ترتیب به دلیل افزایش تعداد غلاف در بوته و افزایش وزن هزار دانه باشد. گزارش شده است که مصرف اسید هیومیک به صورت محلول‌پاشی سبب افزایش فعالیت آنتی اکسیدان‌هایی مانند آلفا توکوفرول، بتا کاروتن، سوپر اکسید دسموتاز و غلظت اسید اسکوربیک در گیاه می‌شود که این آنتی اکسیدان‌ها نقش بسیار مهمی در تنظیم رشد و نمو گیاهی و افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی دارند و از این طریق افزایش عملکرد را به همراه خواهند داشت (El-Ghamry and Ghoneem, 2008). خان و همکاران (khan *et al.*, 2012) با بررسی اثر اسید هیومیک گزارش کردند که مصرف خاکی اسید هیومیک به مقدار 15، 30 و 45 پی پی ام به ترتیب سبب افزایش عملکرد به میزان 32، 26 و 21 درصد شد، در حالی که محلول‌پاشی اسید هیومیک به همین مقدار به‌ترتیب 8، 16 و 24 درصد عملکرد نخود را افزایش داده است. نتایج مشابهی در مورد لوبیا نیز گزارش شده است (Kaya *et al.*, 2005). مصرف اسید هیومیک باعث افزایش

دوام سطح برگ می‌شود که این امر مواد فتوسنتزی بیشتری را جهت پر شدن دانه‌ها فراهم می‌کند که می‌تواند عملکرد را از طریق افزایش وزن هزار دانه افزایش دهد (Khan *et al.*, 2012). نادری و همکاران (Naderi *et al.*, 2002) افزایش عملکرد با مصرف اسید هیومیک ممکن است به دلیل اثرات مثبت این ماده بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل باشد. مصرف 0/5 تا 1 کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک سبب افزایش قابل توجه در عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی گندم و ذرت شده است. اضافه کردن 5 کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک عملکرد دانه را 25 درصد نسبت به شاهد افزایش داد. این اثرات سودمند اسید هیومیک از طریق قدرت کلات کنندگی عناصر غذایی و اثر بر خصوصیات بیولوژیکی و فیزیولوژیکی خاک بوده است (Sharif, 2002). جونز و همکاران (Jones *et al.*, 2004) گزارش کردند که اسید هیومیک، دسترسی گیاه به فسفر و سایر عناصر غذایی را افزایش می‌دهد که این امر سبب افزایش معنی‌دار عملکرد گندم بهاره شده است (Jones *et al.*, 2004). در این بررسی افزایش غلظت اسید هیومیک مصرفی سبب کاهش دسترسی به فسفر گردید و مقادیر خیلی بالای مصرف اسید هیومیک اثر معنی‌داری بر عملکرد نداشت و اسید هیومیک بهترین اثر را در مقادیر پایین به میزان 1/4 کیلوگرم در هکتار نشان داد (Jones *et al.*, 2004).

نتایج این تحقیق نشان داد که اگرچه محلول‌پاشی در مرحله رویشی سبب افزایش خصوصیات رشدی مانند ارتفاع بوته و تعداد شاخه جانبی می‌شود، اما محلول‌پاشی در این مرحله به دلیل ایجاد رقابت بین اندام‌های زایشی و رویشی در پایان فصل رشد سبب کاهش اجزای عملکرد می‌شود که این امر سبب کاهش عملکرد اقتصادی خواهد شد. بر این اساس با تأخیر در محلول‌پاشی تا زمان گل‌دهی نتایج بهتری نسبت به محلول‌پاشی در زمان رویشی یا در زمان غلاف‌دهی بدست می‌آید. افزایش مقدار محلول‌پاشی اسید هیومیک سبب افزایش کلیه خصوصیات مورد بررسی شد. در بین اجزای عملکرد، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته بیشترین واکنش را به مقدار مصرف اسید هیومیک داشتند که افزایش این دو جز سبب افزایش عملکرد اقتصادی شد. برهمکنش زمان و مقدار مصرف نیز نشان داد که اگرچه بیشترین عملکرد از محلول‌پاشی در زمان غلاف‌دهی و به میزان شش لیتر در هکتار بدست می‌آید، ولی اختلاف آن با محلول‌پاشی در زمان گلدهی و به میزان شش لیتر در هکتار معنی‌دار نبود.

جدول 1- تجزیه واریانس اثر میزان و زمان مصرف اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود در سال 1390.

Table 1. Analysis of variance for the effect of humic acid application amount and time on yield components of chickpea in 2011.

S.O.V.	D.F.	Mean squares					
		Plant height	Lateral branch No.	Pod No. per plant	Seed No. per plant	Biological yield	Seed yield
Replication	2	0.097	1.34 ^{ns}	1095.96**	37.81 ^{ns}	7681.29 ^{ns}	1021.06*
Application time (A)	2	14.80 **	9.14**	69.30ns	595.03*	5351.29^{ns}	1703.44*
Humic acid amount (B)	3	32.25**	6.25**	821.31**	3200.10**	64688.41**	7655.54**
A*B	6	31.49**	13.25**	127.32^{ns}	611.10**	1989.66^{ns}	1963.11**
Error	22	38.86	0.710	168.97	160.86	3370.31	458.36
C.V. (%)		13.64	15.44	15.17	11.88	13.45	11.61

ns، * و ** به ترتیب تفاوت غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال 5٪ و 1٪

ns, *, **: non – significant and significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

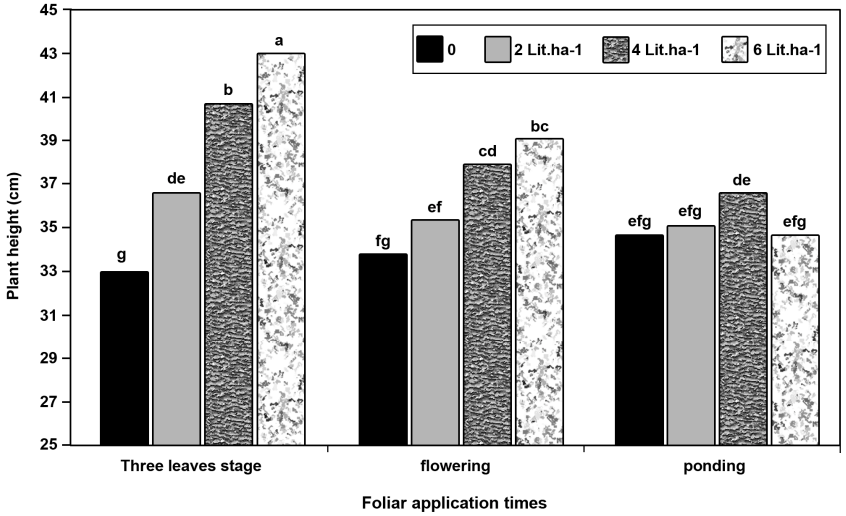
جدول2- اثر محلول‌پاشی اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود در سال 1390.

Table 2. The effect of foliar application of humic acid on yield and yield components of chickpea in 2011.

Humic acid application amount (L.ha^{-1})	Pod No. per plant	Biological yield (Kg.ha^{-1})
0	14.95^{c}	2209.9 ^{c}
2	16.35^{bc}	3142.9 ^{b}
4	17.84^{ab}	3764.2 ^{a}
6	19.37^{a}	4147.9 ^{a}

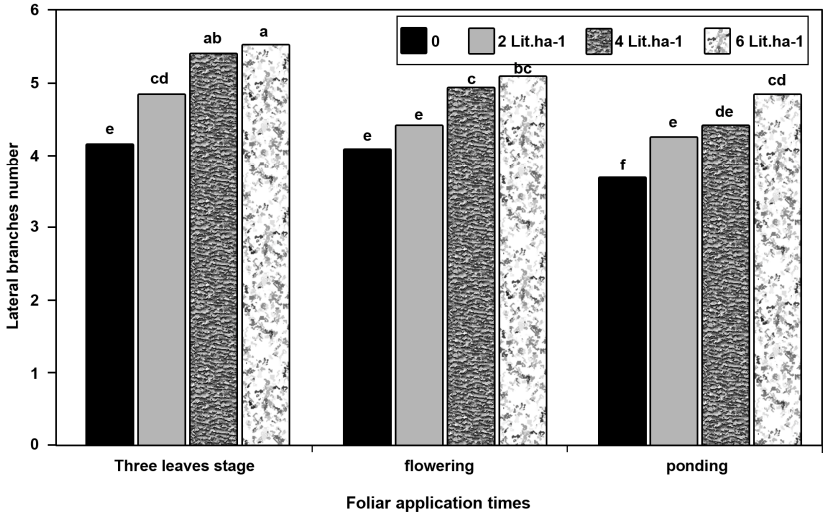
میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال 5 ٪ اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letters in each column are not significantly different at 5% level of probability.



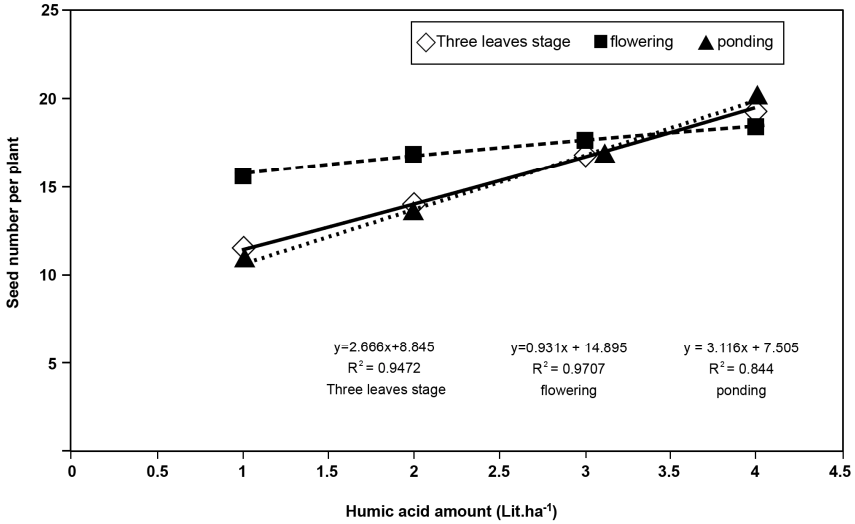
شکل 1- اثر متقابل زمان و مقدار محلول‌پاشی اسید هیومیک بر ارتفاع نهایی بوته در سال 1390

Figure 1. Interaction effect of time and amount of humic acid foliar application on plant height of chickpea in 2011



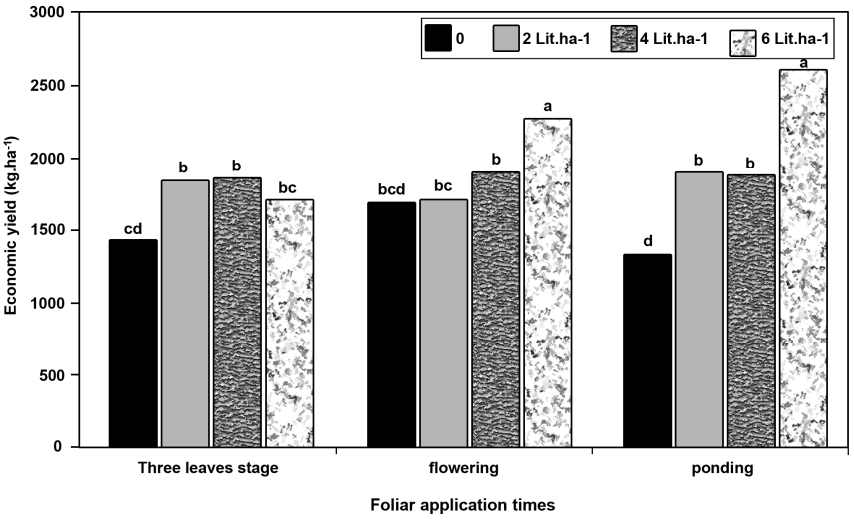
شکل 2- اثر متقابل زمان و مقدار محلول‌پاشی اسید هیومیک بر تعداد شاخه جانبی نخود در سال 1390

Figure 2. Interaction effects of time and amount of humic acid foliar application on lateral branches number of chickpea in 2011



شکل 3- اثر متقابل زمان و مقدار محلول‌پاشی اسید هیومیک بر تعداد دانه در گیاه نخود در سال 1390

Figure 3. Interaction effect of time and amount of humic acid foliar application on seed number per plant of chickpea in 2011



شکل 4- اثر متقابل زمان و مقدار محلول‌پاشی اسید هیومیک بر عملکرد اقتصادی نخود در سال 1390

Figure 4. Interaction effect of time and amount of humic acid foliar application on economic yield of chickpea in 2011

References

Asik BB, Turan, MA, Celik H, Katkat AV, (2009) Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticu durum* cv. Salihli) under salinity conditions. Asian Journal of Crop Science 1(2): 87-95.

Ayac H, Gülser F (2005) The effects of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. Journal of Biological Sciences 5(6): 801-804.

El-Bassiony AM, Fawzy ZF, Abd El-Baky MMH, Mahmoud Asmaa R (2010) Response of snap bean plants to mineral fertilizers and humic acid application. Research Journal of Agricultural and Biological Science, INSInet Publication 6(2): 169-175.

El-Ghamry AM, Ghoneem KM (2009) Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of faba bean cultivated in clayey soil. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3: 731-739.

Ghorbani S, Khazaei H, Kafi M, Banayan Awal M (2010) Effect of humic acid and irrigation water on yield and yield components of maize. Agricultural Ecology Journal 2(1): 123-131. [In Persian with English Abstract].

Jones CA, Jacobsen JS, Mugaas A (2004) Effect of humic acid on phosphorus availability and spring wheat yield. Fertilizer Fact 32. MSU Extension Service and Agricultural Experiment Station, Bozeman, MT.

Kaya M, Atak M, Khawar KM, Ciftci CY, Ozcan S (2005) Effect of pre-sowing seed treatment with zinc and foliar spray of humic acids on yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). International Journal of Agriculture and Biology 7: 875-878.

Khan A, Guramni AR, Khan MZ, Hussain F, Akhtar ME, Khan S (2012). Effect of humic acid on growth, yield, nutrient composition, photosynthetic pigment and total sugar contents of peas (*Pisum sativum* L). Journal of Chemical Society of Pakistan 6: 56-63.

Kolsarici O, Kaya MD, Day S, Ipek A, Uranbey S (2005). Effects of humic acid doses on emergence and seedling growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Akdash University Journal of Agriculture Faculty 18(2): 151-155.

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

Oren Y, Basal H (2006). The effect of humic acid and zinc (Zn) application on yield, yield components and fiber quality parameters in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Adana University Journal of Agriculture Faculty 3(2): 77-83.

Parsa M, Bagheri AR (2007) Pulse crops. Jahade Daneshgahi Mashhad Publisher. 528 pp. [In Persian with English Abstract].

Pei-Sheng Y, Hui-Lian X (2002) Influence of EM Bokashi on nodulation, physiological characters and yield of peanut in nature farming fields. Journal of Sustainable Agriculture 19(4): 105-112.

Rabieyan Z, Rahimzade Khoei F, Kazemi Arbat HA, Yarnia M (2009) Effect of biofertilizers on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cv. Pirouz under different irrigation levels. Crop Research 2(6): 93-101.

Rajpar I, Bhatti MB, Zia H, Shah AN (2011) Humic acid improves growth, yield and oil content of *Brassica compestris* L. Pakistan Journal of Agriculture 27(2):125-133.

Sabzevari S, Khazaei HR, Kafi M (2010) Effects of humic acid on germination of four wheat cultivars (*Triticun aestivum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 8(3): 473-480. [In Persian with English Abstract].

Sabzevari S, Khazaei HR (2010) The effect of foliar application with humic acid on growth, yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Agroecology 1(2): 52-63. [In Persian with English Abstract].

Saruhan V, Kusvuran A, Babat S (2011) The effect of different humic acid fertilization on yield and yield components performances of common millet (*Panicum miliaceum* L.). Scientific Research and Essays 6(3): 663-669.

Shariff M (2002) Effect of lignitic coal derived HA on growth and yield of wheat and maize in alkaline soil. Ph.D Thesis, NWFP Agric University, Peshawar, Pakistan 120 pp.

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