



اثر زمان و میزان مصرف اسید هیومیک بر خصوصیات عملکردی باقلا

سمانه رودگر نژاد^{۱*}، رضا ایمانی^۲

۱- عضو باشگاه پژوهشگران جوان، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

۲- دانشجوی دکتری تخصصی زراعت، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۸/۲/۵

چکیده

به منظور بررسی اثر مقدار و زمان مصرف اسید هیومیک بر خصوصیات عملکردی باقلا، آزمایشی طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۳ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در شهرستان چالوس اجرا شد. عامل‌ها شامل زمان محلول پاشی در سه سطح (قبل از کاشت بر سطح خاک، اواسط رشد رویشی و ابتدای رشد زایشی) و مقدار محلول پاشی اسید هیومیک در چهار سطح (۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم در لیتر در هکتار) بود. نتایج نشان داد که اثر متقابل سال \times میزان مصرف اسید هیومیک توانسته بر اغلب صفات مورد مطالعه اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد نشان دهد. اثر متقابل سال \times زمان مصرف اسید هیومیک توانسته بر صفات عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، عملکرد اقتصادی، پتاسیم و آهن تأثیر معنی داری را در سطح احتمال ۱ درصد ایجاد کند. اثر متقابل سه گانه سال \times میزان \times زمان مصرف اسید هیومیک بر صفات پتاسیم، آهن و روی بذر در سطح ۵ درصد معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که، محلول پاشی اسید هیومیک به میزان ۲۰۰ میلی گرم در لیتر در هکتار بر صفات وزن ۱۰۰ دانه، وزن خشک بوته، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی تأثیر مثبت و معنی داری داشت، همچنین محلول پاشی اسید هیومیک به میزان ۳۰۰ میلی گرم در لیتر در هکتار در مرحله اواسط رشد رویشی در سال دوم نیز بر غلظت پتاسیم، آهن و روی بذر مؤثر بود.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، باقلا، عملکرد، محلول پاشی

* نگارنده مسئول (Samaneh.rodgar@yahoo.com)

مقدمه

با توجه به ملاحظات زیست محیطی استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است و مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارد (Samavat & Malakuti, 2005). افزایش عملکرد محصولات زراعی، یکی از اهداف مشترک متخصصین اصلاح نباتات می باشد و افزایش عملکرد باقلا به دلیل مصرف زیاد این ماده غذایی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بنابراین، استفاده از انواع کودهای طبیعی از جمله اسید هیومیک بدون اثرات مخرب زیست محیطی جهت بالا بردن عملکرد دانه باقلا بخصوص در شرایط، می تواند مثر و ثمر واقع شود، لذا از اسید هیومیک به عنوان کود آلی دوستدار طبیعت نام برده می شود (Samavat & Malakuti, 2005). اسید هیومیک با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰۰ دالتن سبب تشکیل ترکیبهای پایدار و نامحلول با عناصر کم مصرف می گردند (Michael, 2001). اسید هیومیک، یکی از بهترین کودهای بیولوژیک است که از تجزیه میکروبی، بیولوژیکی و شیمیایی مواد آلی بدست می آید که سبب 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 می شود. افزایش جذب عناصری مانند نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس از طریق قابلیت تحرک این عناصر گزارش شده است (Khan et al., 2012).

اثرات سودمند مصرف اسید هیومیک در جوانه زنی، افزایش سرعت جوانه زنی، طول و وزن خشک ریشه چه و کاهش متوسط زمان لازم برای جوانه زنی گیاهان زراعی مانند گندم با مصرف ۵۴ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک گزارش شده است (Sabzevari et al., 2010). در آزمایش دیگری تیمار ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک باعث افزایش معنی داری در رشد گیاه گلاب (*Gerbera jamesonii*) گردیده است و غلظت فسفر، منیزیم، آهن و پتاسیم رادر برگها و هم چنین تعداد گل در گیاه گلاب را افزایش داده است (Nikbakht et al., 2008). کمبود عناصری مثل آهن، روی و مس در خاکهای قلیایی بسیار شایع است که دلیل آن تشکیل کمپلکسهای نامحلول این عناصر در چنین شرایطی می باشد. اسید هیومیک علاوه بر اینکه خود منبع غنی از عناصر کم مصرف است، به آزاد سازی و جذب بهتر عناصر تثبیت شده نیز کمک می کند (Hakan et al., 2011).

(Dursun *et al.*, 2002). در مورد لوبیا گزارش شده است که محلول پاشی 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 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 محلول پاشی آن اثرات سودمند بیشتری بر عملکرد و اجزای عملکرد داشته است، به نحوی که مصرف خاکی ۱۵ یا ۳۰ پی پی ام اسید هیومیک، اثرات مشابهی مانند مصرف ۴۵ پی پی ام این کود به صورت محلول پاشی داشته است، در این حالت مصرف اسید هیومیک سبب تولید حداکثر عملکرد اقتصادی، تعداد غلاف در بوته و دانه در گیاه نخود شده است. بیشترین غلظت پتاسیم، فسفر و آهن نیز با مصرف ۱۵ پی پی ام خاکی اسید هیومیک حاصل گردید (Khan *et al.*, 2012). در تحقیقات مختلف کاربرد اسید هیومیک افزایش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بادام زمینی را در پی داشت (Moraditochae, 2012). با توجه به تأثیر اسید هیومیک در افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات زراعی مانند باقلا، اطلاعات کمی در مورد اثر زمان و مقدار مصرف اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد این محصول در ایران در دسترس

(Fernandez Escobar *et al.* 2011) در یک آزمایش مزرعه‌ای دریافتند که کاربرد مواد هیومیکی استخراج شده از لئوناردیت، رشد ساقه و انباشتگی پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن را در برگ‌های زیتون افزایش داده در حالی که بر محتوای نیتروژن برگ بی تأثیر بوده است (Hakan *et al.* 2011) در یک پژوهش گلخانه‌ای اثر هیومیک اسید را بر رشد ذرت در خاک‌های آهکی مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که مقادیر مختلف محلول پاشی اسید هیومیک تأثیر متفاوت و معنی‌داری بر وزن خشک بافت‌های گیاهی دارند. محلول اسید هیومیک با غلظت یک درصد اثر مثبت و معنی‌داری بر جذب عناصری مانند مس، روی، منگنز، فسفر و سدیم دارد.

مواد هیومیکی به دو طریق، آهن در دسترس گیاه را افزایش می‌دهند: (۱) افزایش غلظت آهن قابل دسترس در محلول خاک با کمپلکس کردن آهن و (۲) بر انتقال آهن از توده ی محلول خاک به سطح ریشه ی گیاه توسط فرآیند انتشار است (Peyvandi *et al.*, 2011). رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط اسید هیومیک تحریک می‌شود، ولی اثر آن بر روی ریشه برجسته‌تر است، بدین صورت اسید هیومیک حجم ریشه را افزایش داده و باعث اثربخشی بهتر سیستم ریشه می‌گردد و جذب عناصر پر مصرف و کم مصرف را توسط گیاه افزایش می‌دهد

است. بنابراین تحقیق حاضر به منظور تعیین مناسب ترین زمان و میزان مصرف اسید هیومیک در زراعت باقلا انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، با عرض جغرافیایی ۴۰ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۶۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۳+ متر از سطح دریا اجرا شد. جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از اجرای آزمایش اقدام به نمونه برداری از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر و تهیه نمونه مرکب گردید (جدول ۱). آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عامل‌های مورد بررسی شامل زمان محلول پاشی در سه سطح (قبل از کاشت بر سطح خاک، اواسط رشد رویشی و ابتدای رشد زایشی) و مقدار محلول پاشی اسید هیومیک در چهار سطح (۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم در لیتر در هکتار) بود. در این آزمایش از اسید هیومیک با نام تجاری Humiferst (۱۰۰٪ ارگانیک) که دارای ۱۷٪ عصاره کودهای کل، ۱۲٪ اسید هیومیک، ۵٪ اسید فولویک و ۶٪ اکسید پتاسیم بود، استفاده شده است. زمین محل آزمایش در اوایل آبان ماه شخم و به منظور از بین بردن کلوخه‌ها دیسک زده شد. هر تکرار دارای ۱۲ کرت با ابعاد ۳ ×

۱/۵۰ متر بود. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر بود که برای همه‌ی کرت‌ها به طور یکسان اعمال شد. فاصله کرت‌ها از یکدیگر ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بلوک‌ها از یکدیگر یک متر در نظر گرفته شد. کاشت با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه در اواسط آذر ماه انجام گرفت. در پایان فصل رشد، ردیف‌های طرفین هر کرت و یک متر از ابتدا و انتها به عنوان اثر حاشیه حذف شده و سطح باقیمانده جهت تعیین عملکرد و اجزای عملکرد برداشت شد. همزمان با برداشت از درون سطح نمونه برداری انجام گرفت، بدین صورت که از هر یک از کرت‌های مورد آزمایش، تعداد ۵ بوته به طور تصادفی انتخاب و اجزای عملکرد اندازه گیری شد.

برای تعیین عملکرد دانه و بیولوژیک، پس از حذف حاشیه‌ها، سطحی معادل یک متر مربع از هر کرت برداشت و پس از خشک شدن، وزن و عملکرد دانه تعیین گردید.

برای تعیین عناصر غذایی در نمونه‌های گیاه، تمام نمونه‌ها با آب مقطر شستشو داده شد. نمونه‌ها در آون و در دمای ۶۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک و پس توزین و در آسیاب برقی پودر شد. در ادامه یک گرم ماده خشک گیاهی از نمونه در کروزه‌های چینی ریخته شد و در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس خاکستر گردید. در ادامه بر روی خاکستر حاصل ۵ میلی‌لیتر اسید

شعله‌ای و دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شدند (Emami, 1996).

در پایان تجزیه آماری داده‌ها، با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

کلریدریک ۲ نرمال ریخته و سپس کروزه به مدت ۳۰ دقیقه بر روی بن‌ماری گذاشته شد و پس از صاف کردن، حجم نهایی محلول با استفاده از آب مقطر به ۵۰ میلی لیتر رسانده شده و غلظت آهن و روی با دستگاه جذب اتمی و غلظت پتاسیم با استفاده از روش نشر

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

عمق (cm)	هدایت الکتریکی (Ds/m)	اسیدیته کل اشباع	درصد مواد خنثی شونده (%)	درصد عناصر کاتیونی فعال (%)	ماده آلی (%)	فسفر (ppm)	نیتروژن کل (%)	پتاسیم (ppm)	بافت
۰-۳۰	۰/۴۱	۷/۲	۸	۱۲/۱۷	۰/۸۶	۱۶/۸	۰/۰۹	۸۸	لومی رسی شنی

نتایج و بحث

وزن ۱۰۰ دانه

یکی از اجزای مهم عملکرد دانه محسوب می‌شود. این صفت، تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط قرار گرفته و از گونه‌ای به گونه‌ای دیگر در ارقام مختلف متغیر است. این صفت، وابسته به حاصلخیزی خاک، میزان رطوبت، درجه حرارت، بیماری‌ها و آفات دارای مقادیر متفاوتی است (یدوی، ۱۳۷۸). نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد، اثر سال × میزان مصرف اسید هیومیک بر وزن ۱۰۰ دانه گیاه باقلا بر در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار گردید، در حالی که اثر سال × زمان مصرف اسید هیومیک بر این صفت در سطح آماری ۵ درصد معنی دار شده است (جدول ۲). بیشترین و کمترین میانگین وزن ۱۰۰ دانه با ۹۸/۵۹ و ۹۰/۹۸ گرم به ترتیب در

تیمارهای ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک در سال دوم و شاهد در سال اول بدست آمد (جدول ۵). بیشترین تأثیر اسید هیومیک بر وزن ۱۰۰ دانه باقلا با ۹۶/۴ گرم از محلول پاشی اسید هیومیک در مرحله اواسط رشد رویشی در سال دوم بدست آمد (جدول ۴). در مطالعه‌ای افزایش معنی‌داری در وزن هزار دانه با کاربرد کودهای آلی هوموسی صورت نگرفت (Eghbal *et al.*, 2004). اسید هیومیک با تأثیر بر انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به دانه‌ها وزن هزاردانه را در گیاه زراعی افزایش داده است (چمانی و همکاران، ۱۳۹۱).

مصرف اسید هیومیک، باعث افزایش دوام سطح برگ می‌شود که این امر مواد فتوسنتزی بیشتری را جهت پر شدن دانه‌ها فراهم نموده و

فراهمی آب مورد نیاز گیاه نیز سبب افزایش آب بافت گیاهی و در نهایت افزایش وزن تر کل بوته می گردد. به علاوه، با توجه به نتایج تحقیق حاضر، می توان چنین استدلال کرد، کاربرد اسید هیومیک در طول فصل رشد، از طریق افزایش تعداد و سطح برگ، میزان رنگیزه های فتوسنتزی، شدت فتوسنتز خالص و کارایی مصرف نور در گیاه، تولید ماده خشک در واحد سطح را بالا برده و در نهایت سبب افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه می گردد.

عملکرد دانه

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس این صفت، اثر اسید هیومیک بر عملکرد دانه باقلا در سطح آماری یک درصد تحت تأثیر اثر متقابل سال \times میزان اسید هیومیک و سال \times زمان مصرف اسید هیومیک معنی دار شده است (جدول ۲). بیشترین و کمترین میانگین عملکرد دانه به ترتیب در تیمارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر در هکتار با میانگین های ۷۴۳۱/۰۴ و ۴۸۰۹/۶۸ (کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (جدول ۵). همچنین، زمان محلول پاشی اسید هیومیک در ابتدای رشد زایشی در سال اول بیشترین و محلول پاشی در همین زمان در سال دوم کمترین تأثیر را بر عملکرد دانه داشته است (جدول ۴). اسید هیومیک سبب تداوم بافت های فتوسنتز کننده شده و عملکرد دانه را افزایش

عملکرد را از طریق افزایش وزن هزار دانه افزایش می دهد (Khan et al., 2012).

وزن خشک بوته

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر متقابل سال \times میزان اسید هیومیک بر وزن خشک بوته تفاوت معنی داری را در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد (جدول ۲). بیشترین میزان وزن خشک بوته (۵۵۸۸/۹۴) کیلوگرم در هکتار) در تیمار با محلول پاشی ۲۰۰ میلی گرم در لیتر در هکتار و کمترین میزان وزن خشک بوته (۴۲۵۳/۲۴) کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد بدون مصرف اسید هیومیک مشاهده شده که تفاوت معنی دار با تیمار شاهد نشان داد (جدول ۵). در مطالعه ای که Mahfouz & Sharaf-Eldin (2007) بر روی اثر سطوح مختلف کودهای شیمیایی و زیستی در گیاه رازیانه مشخص شد، تلفیق کودهای زیستی حاوی باکتری های ازتوباکتر، آزوسپیریلیوم و باسیلوس با ۹۵ درصد کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم بیشترین میزان رشد و زیست توده تر و خشک گیاه را به خود اختصاص داد. احتمالاً افزایش نفوذپذیری آب و هوا بر اثر بهبود ساختمان خاک توسط اسید هیومیک و افزایش رشد و توسعه ریشه توسط باکتری های موجود در کودهای زیستی دسترسی گیاه به آب را افزایش می دهد.

دانه نسبت به تیمار شاهد شده است که دلیل آن افزایش فراهمی عناصر غذایی برای گیاه در تیمارهای اسید هیومیک بین شده است (سهرابی و همکاران، ۱۳۹۲).

عملکرد اقتصادی

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس بر روی این صفت نشان داد، اثر اسید هیومیک بر عملکرد اقتصادی در باقلا، در سطح آماری ۱ درصد تحت تأثیر اثر متقابل سال \times میزان اسید هیومیک و سال \times زمان مصرف اسید هیومیک معنی دار شده است (جدول ۲). بیشترین عملکرد اقتصادی از محلول پاشی اسید هیومیک به مقدار ۳۰۰ میلی گرم در لیتر در هکتار در سال اول (۳۴۲۷/۳۳) کیلوگرم و در هکتار) و کمترین آن با محلول پاشی اسید هیومیک ۲۰۰ میلی گرم در لیتر در هکتار در سال دوم (۱۶۵۰/۳۳) کیلوگرم و در هکتار) مشاهده شد (جدول ۵). بالاترین عملکرد اقتصادی در اواسط رشد رویشی در سال دوم (۱۴۶۳۲/۰۶) کیلوگرم در هکتار) و پایین ترین در زمان قبل از کاشت در سال اول (۱۰۵۰۷/۷۳) کیلوگرم در هکتار) دیده شد (جدول ۴). در بررسی اثر اسید هیومیک بر ذرت مشاهده شد که مصرف ۳۵۰۰ و ۴۵۰۰ 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 می دهد و مصرف ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار،

می دهد (Wolf *et al.*, 1988). یک همبستگی قوی مثبت بین وزن خشک دانه و مقدار دوام سطح برگ یافته و تأیید کردند که سبز ماندن برگ به اندازه تولید برگ در تعیین عملکرد دانه اهمیت دارد. اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ باعث افزایش عملکرد گیاهان می شود (Nardi *et al.*, 2002). رضوانی (۱۳۹۲) طی آزمایشی در بررسی مصرف اسید هیومیک بر روی ماش بیان داشت که عملکرد و اجزای عملکرد دانه در مقایسه با شاهد افزایش معنی‌داری داشت. در مطالعه دیگری اسید هیومیک، سبب افزایش عملکرد دانه در جو شده است (Ayuso *et al.*, 1996). عملکرد دانه به عنوان تابعی از اجزای عملکرد، ناشی از افزایش تعداد دانه در ردیف و طول بلال می باشد. هر چه تعداد دانه در ردیف افزایش یابد، طول بلال نیز افزایش خواهد یافت. به نظر می‌رسد طول بلال و تعداد دانه بیشتر از سایر اجزاء تحت تأثیر عوامل بیرونی قرار می‌گیرند. تعداد دانه در ردیف بلال، یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه است و تأثیر مثبت افزایش عناصر غذایی در بهبود عملکرد دانه بیشتر از طریق افزایش تعداد دانه در بلال است (Honway, 1992). در آزمایشی بر روی گیاه لوبیا محلول پاشی اسید هیومیک، موجب افزایش ۱۶ درصدی عملکرد

برهمکنش سال × میزان اسید هیومیک و سال × زمان مصرف اسید هیومیک معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که محلول پاشی قبل از کاشت در سال اول (۳/۲۳۲۶۲) کیلوگرم در هکتار، بیشترین و محلول پاشی در ابتدای رشد زایشی در سال دوم (۳/۱۷۹۶۴) کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). همچنین محلولپاشی اسید هیومیک ۲۰۰ میلی گرم در لیتر در سال اول با ۸۴/۲۵۵۰۹ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و تیمار شاهد (عدم مصرف) در سال دوم با ۴۲/۱۸۲۶۶ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد بیولوژیک را تولید نمود (جدول ۵).

(Ayas & Gülser, 2005) گزارش کردند که اسید هیومیک از طریق افزایش محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد، ارتفاع و به تبع آن عملکرد بیولوژیکی می‌شود. در یک بررسی کاربرد اسید هیومیک در محلول غذایی موجب افزایش محتوای نیتروژن در اندام هوایی و رشد شاخساره و ریشه در ذرت شده است (2003 Tan, در مطالعه دیگری، اسید هیومیک سبب افزایش فسفر و نیتروژن در گیاه بنت گراس شده و تجمع ماده خشک را افزایش داده است (Mackowiak et al., 2001). افزایش عملکرد بیولوژیکی با مصرف اسید هیومیک را می‌توان به تحریک رشد گیاه از طریق سوخت و ساز

اسید هیومیک، بالاترین عملکرد اقتصادی را در ذرت موجب شده است (Ghorbani et al., 2010).

(Khan et al, 2012) گزارش کردند که مصرف خاکی اسید هیومیک به مقدار ۱۵، ۳۰ و ۴۵ پی پی ام به ترتیب سبب افزایش عملکرد به میزان ۲۱، ۲۶ و ۳۲ درصد شد، در حالی که محلول پاشی اسید هیومیک به همین مقدار به ترتیب ۸، ۱۶ و ۲۴ درصد عملکرد نخود را افزایش داده است. نتایج مشابهی در مورد لوبیا نیز گزارش شده است (Kaya et al., 2005).

(Nardi et al, 2002) بررسی کردند که افزایش عملکرد با مصرف اسید هیومیک ممکن است به دلیل اثرات مثبت این ماده بر متابولیسم سلول-های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل باشد. مصرف ۵/۰ تا ۱ کیلو گرم در هکتار اسید هیومیک سبب افزایش قابل توجه در عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی گندم و ذرت شده است. اضافه کردن ۵ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک عملکرد دانه را ۲۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داد.

عملکرد بیولوژیکی

نتایج جدول تجزیه واریانس بر روی صفت عملکرد بیولوژیکی نشان داد، اثر اسید هیومیک بر صفت مذکور در سطح آماری یک درصد از

با توجه به نتایج تجزیه واریانس مشاهده می‌گردد که کاربرد مقدار و زمان مصرف اسید هیومیک بر غلظت پتاسیم، آهن و روی معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش غلظت عناصر پتاسیم، آهن و روی نسبت به شاهد شد. برهمکنش اثر سال × میزان اسید هیومیک × زمان مصرف اسید هیومیک بر پتاسیم، آهن و روی بذر در سال دوم نشان داد، در اواسط رشد رویشی با مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر در هکتار این صفات به ترتیب با ۲/۴۷ و ۱/۶۱ و ۱/۷۳ درصد بالاترین مقدار را نشان دادند (جدول ۵). کاربرد اسید هیومیک به صورت محلول پاشی و کاربرد در خاک موجب افزایش جذب عناصر غذایی از خاک و کارایی عناصر غذایی در گیاه می‌شود (Adani et al., 1998). در مطالعه‌ای گلخانه‌ای، اثر اسید هیومیک بر قابلیت جذب عناصر غذایی خاک و عملکرد پیاز بررسی و مشاهده گردید که کاربرد ۲۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به همراه NPK، بیشترین عملکرد پیاز را به همراه ۱۲ درصد افزایش در جذب NPK به همراه داشت (Sangeetha et al., 2006). همچنین تأثیر اسید هیومیک بر روی گونه *Triticum durum Salihli* نشان داد که اسید هیومیک موجب افزایش جذب فسفر، پتاسیم، منیزیم، سدیم، مس و روی می‌گردد

عناصر کم مصرف و پرمصرف، فعال‌سازی آنزیم-ها 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 & Ghoneem, 2009) نیز گزارش شده است. محلول پاشی 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 می‌گردد که این عمل سبب فراهمی مواد غذایی برای میکروارگانیسم‌ها شده و اسید و سایر ترکیبات آلی را رها می‌کند که این امر از طریق آزاد شدن اسید و ترکیبات آلی سبب افزایش فراهمی مواد غذایی برای گیاه و افزایش عملکرد بیولوژیک خواهد شد. در ذرت مصرف ۴۵۰۰ گرم اسید هیومیک نسبت به تیمار شاهد منجر به افزایش ۳۶/۱۵ درصدی عملکرد بیولوژیک گردید (Ghorbani et al., 2010). در اسفناج اثر مثبت افزایش عملکرد بیولوژیک با مصرف اسید هیومیک از طریق افزایش ارتفاع بوته ایجاد گردید که این امر نیز به دلیل افزایش محتوای نیتروژنی اندام‌های هوایی گیاه می‌باشد (Ayas & Gülser, 2005).

غلظت عناصر پتاسیم، روی و آهن در بذر

Malakouti & Tehrani (2005) *al.*, 2011) در پژوهشی که به منظور مقایسه روش‌های کاربرد عناصر کم مصرف در انگور انجام دادند، گزارش نمودند که اختلاف کاملاً معنی‌داری بین تیمارها از نظر غلظت عناصر آهن، روی و مس در برگ وجود داشته است. اثرات مفید مواد هیومیکی با قابلیت‌های آن‌ها به وسیله فعالیت‌هایی نظیر آزادسازی الکترون‌ها، مداخله در زنجیره تنفسی سلول و نیز افزایش منبع انرژی برای سلول‌ها توجیه می‌شود:



این تبدیل ظرفیت برای جذب آهن مفید می‌باشد. زیرا گیاهان در شرایط نبود سبزی‌نگی، از خود به‌طور مداوم مواد فنولی را ترشح می‌کنند تا Fe^{3+} به Fe^{2+} محلول تبدیل شود. غلظت ترکیبات فنولی اکسیژن دار در مواد هیومیکی از ۵۷۰-۲۱۰ میلی‌اکی‌والان در یک صد گرم برای اسید هیومیک و از ۳۰-۵۷۰ میلی‌اکی‌والان در یک صد گرم برای اسید فولویک متغیر می‌باشد (Sanchez *et al.*, 2002).

(Bulent *et al.*, 2009). در اینجا هم مشاهده می‌شود که مصرف کودهای آلی مطلوب از طریق اثر افزایشی و تقویت‌کننده‌ای که برای جذب عناصر غذایی به وجود می‌آورد (Martins *et al.*, 2003)، می‌تواند موجب افزایش جذب عناصر معدنی نظیر فسفر و پتاسیم و بهبود غلظت آن در دانه باقلا شود.

کاربرد اسید هیومیک کلروز گیاهان را بهبود می‌بخشد که احتمالاً نتیجه‌ای است از توانایی اسید هیومیک برای نگهداری آهن خاک به فرمی که قابل جذب و سوخت و ساز باشد. این پدیده می‌تواند در خاک‌های قلیایی و آهکی مؤثر باشد که معمولاً کمبود آهن قابل جذب و مواد آلی را دارند (Rahii *et al.*, 2012). اسید هیومیک با مکانیسم‌های متعددی به جذب بهتر ریزمغذی‌ها و بهبود کیفیت محصول کمک می‌کند. هیومیک اسید با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و نیز تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های مختلف فتوسنتز دارد نیز محتوای غذایی محصولات کشاورزی را افزایش می‌دهد. علاوه بر این هیومیک اسید سبب تقویت دیواره سلولی می‌گردد (Hakan *et*

جدول ۲- نتایج تجزیه مرکب اثر زمان و میزان مصرف اسید هیومیک بر خصوصیات عملکردی باقلا

روی بذر	آهن بذر	پتاسیم بذر	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد اقتصادی	عملکرد دانه	عملکرد خشک پوته	وزن دانه	درجه آزادی	منابع تغییرات
۰/۹۸	۰/۲۴	۰/۵۴۵	۱۴۱۱۴۴۳۶/۱	۴۹۲۰۸۰۲/۷۸	۳۴۹۶۲۲۱۸/۸۴	۷۱۶۲۶۷۰/۹۲۳	۱۶۰۸	۱	سال
۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۷۱۱۳۵۶۶/۶۹	۵۶۹۴۷/۳۴ ^{ns}	۹۵۳۵۷۰/۸۲ ^{ns}	۴۰۶۷۸۷/۵۱۳ ^{ns}	۱۸۰۸۹۴۱۵/۲۷ ^{ns}	۴	تکرار (سال)
۰/۳۹*	۰/۴۸*	۰/۱۶۳**	۵۳۸۷۴۹۴۳/۴۳ ^{ns}	۱۵۰۹۶۲۸/۱۹ ^{ns}	۲۰۰۱۰۱۹/۴۶ ^{ns}	۱۲۷۵۷۸۷/۴۶ ^{ns}	۳۵۸۲۴۷۹۰/۹۷ ^{ns}	۳	میزان اسید هیومیک
۰/۰۳*	۰/۰۱۹**	۰/۰۳۹**	۱۲۲۰۹۸۷۴/۸۶**	۳۱۵۶۸۰۸/۱۵**	۳۸۲۶۰۰۴/۵۸**	۸۶۲۳۳۰/۵۳**	۳۵۱۸۹۰۱۸/۲۸**	۳	سال × میزان اسید هیومیک
۰/۱۷	۰/۱۴۹*	۰/۰۳۵	۱۸۲۱۴۱۶/۳۱ ^{ns}	۳۷۵۰۹۹۹/۶۸ ^{ns}	۲۶۲۸۷۴/۵۹ ^{ns}	۳۲۴۱۳۳/۲۳ ^{ns}	۱۰۷۹۷۴۸۱/۳ ^{ns}	۲	زمان مصرف اسید هیومیک
۰/۰۳*	۰/۰۱۵**	۰/۰۳۳**	۳۵۲۷۶۷۰۳/۶۳**	۲۲۱۷۱۲۷/۰۱**	۳۸۲۱۴۹۰/۶۵**	۴۰۲۲۶۶/۴۳ ^{ns}	۱۸۱۹۱۴۶۱/۵۶**	۲	سال × زمان مصرف اسید هیومیک
۰/۰۲ ^{ns}	۰/۰۱۹ ^{ns}	۰/۰۴۸۵ ^{ns}	۳۰۴۶۰۴۱۲/۹۱ ^{ns}	۳۱۹۸۳۶/۵۶ ^{ns}	۹۳۹۳۴۱/۷۰ ^{ns}	۷۷۸۰۷۰/۰۴ ^{ns}	۱۳۷۹۴۶۶۴/۳۹ ^{ns}	۶	میزان اسید هیومیک × زمان مصرف اسید هیومیک
۰/۰۳*	۰/۰۲۴*	۰/۰۵۷۴*	۸۱۱۵۵۰۸/۵۷ ^{ns}	۲۱۷۶۳۷۲/۵۴ ^{ns}	۹۵۰۵۶۹/۶۱ ^{ns}	۱۰۹۹۷۷۵/۷۲ ^{ns}	۸۵۲۹۰۴۰/۲۳ ^{ns}	۶	سال × میزان اسید هیومیک × زمان مصرف اسید هیومیک
۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۲۶۹۴۵۹۲/۶۷۵	۸۵۰۱۰/۵۷	۷۰۳۸۵۹/۶۸	۱۴۴۸۴۹/۹۶۱	۵۲۹۵۳۷۱/۸۴	۴۴	خطا
۶/۷	۳/۶	۳/۵	۷/۸	۱۳/۶	۱۴/۵	۷/۸	۶/۸	-	ضریب تغییرات (درصد)

** و *** به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ و اختلاف معنی داری را نشان نمی دهد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل زمان محلول پاشی اسید هیومیک در سال

تیمار	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	تیمار	عملکرد اقتصادی (کیلوگرم در هکتار)	تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تیمار	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)
Y1T3	۲۲۲۶۲/۳ a	Y2T2	۱۴۶۳۲/۰۶ a	Y1T1	۷۱۶۸/۳۹ a	Y2T2	۹۶/۴ a
Y1T1	۲۳۱۵۷/۱۲۵ a	Y2T1	۱۲۱۸۷/۲۶ b	Y1T2	۶۵۶۹/۳۴ a	Y2T1	۹۵/۰ ab
Y2T3	۲۰۳۹۸/۹۴۲ b	Y2T3	۱۲۰۱۹/۳۲ bc	Y1T3	۶۲۶۲/۳۷ ab	Y2T3	۹۴/۳۲bc
Y1T2	۲۰۳۳۴/۸۵ b	Y1T2	۱۱۵۵۴/۷۲۵ bc	Y2T2	۵۵۱۹/۱۵ bc	Y1T1	۹۲/۲۳cd
Y2T2	۱۹۹۹۰/۳۱ b	Y1T1	۱۱۴۷۸/۴۲۵ bc	Y2T3	۵۴۳۷/۵ bc	Y1T3	۹۲/۱۶cd
Y2T1	۱۷۹۶۴/۳ c	Y1T3	۱۰۵۰۷/۷۳ c	Y2T1	۴۸۶۲/۴۱ c	Y1T2	۹۱/۵۵d

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می باشند، براساس آزمون دانکن، در سطح احتمال ($p < 0.01$) اختلاف معنی داری ندارند. زمان‌های مختلف محلول پاشی اسید هیومیک T1: ابتدای رشد زایشی، T2: اواسط رشد رویشی، T3: قبل از کاشت، Y1: سال اول، Y2: سال دوم.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل میزان محلول پاشی اسید هیومیک در سال

تیمار	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	تیمار	عملکرد اقتصادی (کیلوگرم در هکتار)	تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تیمار	وزن خشک بوته (کیلوگرم در هکتار)	تیمار	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)
Y1H1	۲۵۵۰۹/۸۴ a	Y1H2	۳۴۲۷/۳۳ a	Y1H1	۷۴۳۱/۰۴ a	Y1H1	۵۵۸۸/۹۴ a	Y2H1	۹۸/۵۹ a
Y1H2	۲۲۸۹۶/۵۱ b	Y1H0	۲۱۸۸/۷۲ b	Y2H2	۷۱۳۲/۷۶ ab	Y1H2	۵۴۶۶/۸۲ a	Y2H0	۹۵/۴۱ab
Y1H3	۲۰۸۲۹/۸۱ bc	Y1H1	۲۰۴۵/۲۲ bc	Y1H0	۶۱۹۸/۰۲ bc	Y1H3	۴۸۴۱/۶۸ b	Y2H3	۹۴/۳۵bc
Y2H1	۲۰۳۹۴/۱۴ cd	Y2H0	۲۰۳۵/۳۴ bc	Y1H3	۵۹۰۴/۹۸ cd	Y1H0	۴۸۱۴/۶۷ b	Y1H2	۹۳/۲bcd
Y2H2	۲۰۰۶۸/۰۷ cd	Y2H1	۱۹۲۰/۹۴ bc	Y2H0	۵۶۱۱/۰۸ cd	Y2H3	۴۷۸۵/۷۳ bc	Y1H1	۹۳/۲۱bcd
Y1H0	۱۹۷۶۹/۵۳ cd	Y1H3	۱۸۹۸/۲۶ bc	Y2H1	۵۲۸۱/۵۷ cd	Y2H1	۴۷۶۲/۶۱ bc	Y2H2	۹۲/۹۳bcd
Y2H3	۱۹۰۷۶/۱ cd	Y2H3	۱۸۶۱/۴۹ bc	Y2H3	۵۲۸۹/۷۶ cd	Y2H2	۴۳۸۷/۲۷ bc	Y1H3	۹۱/۵۳ cd
Y2H0	۱۸۲۶۶/۴۲ d	Y2H2	۱۶۵۰/۳۳ c	Y2H2	۴۸۰۹/۶۸ d	Y2H0	۴۲۵۳/۲۴ c	Y1H0	۹۰/۹۸d

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می باشند، براساس آزمون دانکن، در سطح احتمال ($p < 0.01$) اختلاف معنی داری ندارند. میزان‌های مختلف محلول پاشی اسید هیومیک برحسب میلی گرم در لیتر H0: 0، H1: 200، H2: 300، H3: 400، Y1: سال اول، Y2: سال دوم.

جدول ۵: مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه سال در میزان و زمان مصرف اسید هیومیک

تیمار	میزان پتاسیم بذری (%)	تیمار	میزان آهن بذری (%)	تیمار	میزان پتاسیم بذری (%)
Y2T2H2	۱/۷۳a	Y2T2H2	۱/۶۱ a	Y2T2H2	۲/۴۷ a
Y2T3H0	۱/۳۸b	Y2T2H3	۱/۲۷ b	Y2T2H3	۱/۹۵ b
Y2T1H0	۱/۳۱bc	Y2T1H0	۱/۲۲bc	Y2T1H0	۱/۸۷bc
Y2T1H2	۱/۳bcd	Y2T1H3	۱/۲۲bc	Y2T1H3	۱/۸۷bc
Y1T3H2	۱/۲۸bcd	Y2T1H2	۱/۲۱bc	Y2T1H2	۱/۸۶bc
Y2T2H3	۱/۲۴cde	Y2T3H0	۱/۱۶ cd	Y2T3H0	۱/۷۹ cd
Y1T3H0	۱/۲۳cde	Y2T1H1	۱/۱۵ d	Y2T1H1	۱/۷۶ d
Y2T3H1	۱/۲۳cde	Y2T3H1	۱/۱۴ d	Y2T3H1	۱/۷۵ d
Y1T2H2	۱/۲۷cde	Y1T3H2	۱/۰۷ e	Y1T3H2	۱/۶۵ e
Y1T1H2	۱/۲۱cdef	Y1T3H0	۱/۰۷ e	Y1T3H0	۱/۵۹ef
Y2T3H2	۱/۲۱cdef	Y1T2H2	۱/۰۴ef	Y1T2H2	۱/۵۹ef
Y2T1H3	۱/۱۹cdef	Y1T1H2	۱/۰۲efg	Y1T1H2	۱/۵۷efg
Y2T2H0	۱/۱۸cdef	Y2T3H2	۱/۰۲efg	Y2T3H2	۱/۵۷efg
Y1T1H0	۱/۱۶defg	Y1T2H3	۱/۰۱efgh	Y1T2H3	۱/۵۵fgh
Y2T1H1	۱/۱۲efgh	Y2T2H0	۰/۹۹fgh	Y2T2H0	۱/۵۴fgh
Y1T2H3	۱/۰۹fghi	Y1T1H0	۰/۹۸fgh	Y1T1H0	۱/۵۱fgh
Y2T3H3	۱/۰۴ghij	Y2T3H3	۰/۹۶ghi	Y2T3H3	۱/۴۸ghi
Y2T2H1	۱/۰۲hij	Y2T2H1	۰/۹۵ hi	Y2T2H1	۱/۴۶ hi
Y1T2H0	۱/۰۲hijk	Y1T1H1	۰/۹۱ij	Y1T1H1	۱/۴۱ij
Y1T1H1	۰/۹۹ijkl	Y1T2H0	۰/۸۶jk	Y1T2H0	۱/۳۲jk
Y1T1H3	۰/۹۱jkl	Y1T1H3	۰/۸۵ kl	Y1T1H3	۱/۳۰ kl
Y1T2H1	۰/۸۹kl	Y1T2H1	۰/۸۳ kl	Y1T2H1	۱/۲۷ kl
Y1T3H1	۰/۸۶l	Y1T3H1	۰/۸۰ kl	Y1T3H1	۱/۲۴ kl
Y1T3H3	۰/۸۴l	Y1T3H3	۰/۷۸ l	Y1T3H3	۱/۲۱l

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می باشند، براساس آزمون دانکن، در سطح احتمال (p<۰/۰۱) اختلاف معنی داری ندارند. میزان‌های مختلف محلول پاشی اسید هیومیک برحسب میلی گرم در لیتر H0: ۰ ، H1: ۲۰۰ ، H2: ۳۰۰ ، H3: ۴۰۰. زمان‌های مختلف محلول پاشی اسید هیومیک T1: ابتدای رشد زایشی، T2: اواسط رشد رویشی، T3: قبل از کاشت. Y1: سال اول، Y2: سال دوم.

جهت پیشبرد این تحقیق مرا یاری نمودند،
کمال تشکر و قدردانی را دارم.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر سلمان دستان استاد بخش
علوم کشاورزی دانشگاه پیام نور تهران که در

Adani, F., P. Genevini., P. Zaccheo. and G. Zocchi. 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *J. plant nutr.* 21(3): 561-575.

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

Ayuso, M., T. Hernandez, C. Garcia, and J.A. Pascual. 1996. A comparative study of the effect on barley growth of humic substances extracted from municipal wastes and from traditional organic materials. 24: 493 – 500.

Bulent Asik, B., A. Turan, H. Celik, and A. Vahap Katkat. 2009. Effects of Humic Substances on Plant Growth and Mineral Nutrients Uptake of Wheat (*Triticum durum* cv. Salihli) Under Conditions of Salinity. *Asian Journal of Crop Science.* 1: 87-95.

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

Eghbal, B., D. Ginting, and J.E. Gilly. 2004. Residual effecus of manure and compost application on corn production and soil properties. *Agronomy journal,* 96: 442-447.

منابع

سهرابی، م.، ف. دعایی، و م. ب امیری.

۱۳۹۲. تأثیر کاربرد هیدروژل سوپر جاذب

رطوبت در خاک و محلولپاشی اسید هیومیک

بر برخی ویژگی‌های آگرواکولوژی لوبیا در

شرایط مشهد. کشاورزی بوم شناختی. ۳(۲):

۷۱-۹۰.

چمانی، ف.، ن. خدابنده، ح. حبیبی، ا.

اصغر زاده، و م. داودی فرد. ۱۳۹۱. بررسی

تأثیر تنش شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد

در گندم تلقیح شده با باکتری‌های محرک

رشد (از تو باکتر کروکوم، آزوسپیریلیوم

لیپوفروم، سودوموناس پوتیدا) و اسید

هیومیک. زراعت و اصلاح نباتات (۱): ۳۷-۲۵.

۸

رضوانی، ع.، ا. ۱۳۹۲. اثرات تاریخ کاشت و

محلول پاشی اسید هیومیک بر روی عملکرد و

اجزای عملکرد ماش (*Vigna radiat* L.)

دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان. پایان نامه

کارشناسی ارشد. ۲۰۵ ص.

یدوی ع ر. ۱۳۸۷. بررسی شاخص‌های

فیزیولوژیکی مؤثر جهت ارزیابی مقاومت به

خشکی در ارقام مختلف جو. پایان نامه

کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس. ۲۲۵

ص.

- Honway, J. J.** 1992. How a corn plant develops. Iowa Coop. Ext. Ser. Spec. Rep. 48.
- Kaya, M., M. Atak, K.M. Khawar, C.Y. Ciftci, and S. Ozcan.** 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., and 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.
- Mackowiak, C.L., Grossl, P.R. and Bugbee, B.G.,** (2001). Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. Soil Science Soc Am J. 65:1744–1750.
- Mahfouz SA., and Sharaf-Eldin MA.,** (2007). Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics. 21:361-366.
- Malakouti, M. and M. M. Tehrani.** (2005). The Role of Micronutrients in the Improve Yield and Quality of Agricultural Products, Tarbiat Modarres University. Tehran. Iran.
- Martins, A.L.C., Batagha, O.C., Camargo, O.A., and Contarella, H. El-Bassiony A.M, Z.F. Fawzy, M.M.H. Abd El-Baky, and R. Mahmoud Asmaa.** 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. and K.M. Ghoneem.** 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.
- Emami, A.** 1996. In the description of methods of analysis, Volume I, No. 982 technical publications. Soil Research Institute and Water. PP:91-128.
- Fernandez Escobar, R., M. Benlloch, D. Barranco, A. Duenas and J.A. Guterrez Ganan.** 1996. Response of olive trees to foliar application of humic substance extracted from leonardite. Scintia Horticulturae. 66: 191-200.
- Ghorbani S, H. Khazaei, M. Kafi, and M. Banayan Awal.** 2010. Effect of humic acid and irrigation water on yield and yield components of maize. Agricultural Ecology Journal. 2(1): 123-131.
- Hakan, C., A. Vahap Katkat, B. Bulent Asık, and M. A. Turan.** 2011. Effect of Foliar Applied Humic Acid to Dry Weight and Mineral Nutrient Uptake of Maize under Calcareous Soil Conditions Communications. Soil Science and Plant Analysis. 42(1): 29 – 38.

- Sabzevari S, H.R. Khazaei, and M. Kafi** .2010. Effects of humic acid on germination of four wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research. 8(3): 473-480.
- Samavat, S. and M. Malakuti**. 2005. Important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality agriculture productions. Water and soil researchers technical issue. 463: 1-13.
- Sanchez, A., J. Sanchez Anderu, M. Juarez, J. Jorda, and D. Bermudez**. 2002. Humic substances and amino acid improve effectiveness of Chelate FeEDDHA in lemons trees. Journal of Plant Nutrition. 25(11): 2433-2442.
- Sangeetha, M., P. Singaram, and R. Uma Devi**. 2006. Effect of lignite humic acid and fertilizer on yield of onion and nutrient availability. International Union of Soil Sci. 21: 163.
- Tan, K. H.** 2003. Humic Matter in Soil and the Environment. Marcel Dekker, New York.
- 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 4:16.
- Wolf, D.W., D.W. Henderson, T.C. Hsiao, and A. Alvino**. 1988. Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize. I. Leaf area duration nitrogen distribution and yield. Agronomy Journal. 80: 859-864.
- (2003). Corn yield and uptake of Cu, Mn and Zn from sowage sludge- amend soil with and without liming. Revista Basilica Deciencia. 27: 563- 574.
- Michael, K.** (2001). Oxidized lignites and extracts from oxidizwd lignites in agriculture. Soil Sci. PP: 1-23.
- Moraditochae, M.** (2012). Effects of humic acid foliar spraying and nitrogen fertilizer management on yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in Iran. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*. 7(4): 289-293.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A.,** (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*. 34: 1527–1536.
- Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia Y. P., Luo, A. and Etemadi, N.** (2008) Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake and postharvest life of Gerbera. *Journal of Plant Nutrition*. 31: 2155-2167.
- Peyvandi, M., H. Parandeh, and M. Mirza**. 2011. Compaison of nano-iron chelate, iron chelate on growth parameters and antioxidant enzyme activities of basil. *Journal of cellular and molecular Biotechnology*. 4: 89-99.
- Rahii, A., M. Davvodi fard, F. Azizi, and D. Habiby**. 2012. Effects of different amounts of humic acid and response curves in the *Dactylis glomerata*. *Agriculture and Plant Breeding Journal*. 8(3): 28-15.

Effect of time and concentration of humic acid consumption on yield characteristics of faba bean

S. Roudgarnejad^{1*}, R. Emani²

1. Member of Young Researchers Club, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran.

2. PhD student of Agronomy, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran.

Abstract

In order to investigate the effect of time and concentration of humic acid consumption on yield characteristics of faba bean, an experiment was done as factorial based on completely randomized block design with three replications in Chalus during 2014-2016. Factors included spraying time at three levels (pre-planting, mid-vegetative growth and the beginning of reproductive growth) and the amount of humic acid spraying at four levels (0, 200, 300 and 400 mg/L. ha). The results showed that the interaction effect of year \times amount of humic acid consumption showed significant difference on the most traits at 1% probability level. Interaction of year \times time consumption of humic acid has a significant effect on biological yield, grain and economic Yield and seed potassium and iron at 1% probability level. Triple interaction of year \times amount \times time consumption of humid acid on potassium, iron and zinc traits were significant at 5% level. Comparison of means showed that Humid acid concentration of 200 mg /L. ha had a positive and significant effect on 100 seed weight, plant dry weight, grain and biological yield, as well as humic acid 300 mg /L.ha of humic acid at the middle vegetative growth stage in the second year also effected the seed's potassium, iron and zinc concentrations.

Key words: Faba bean, Humic acid, Spraying, Yield.

* Corresponding author (Samaneh.rodgar@yahoo.com)