

بررسی اثر کاربرد حاکی اسید هیومیک و اسید فلوویک بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه جو

The effect of soil application of humic acid and fluvic acid on yield and yield component of barley (*Hurdeum vulgare* L.)

آرش روزبهانی^۱، صادق قربانی^۲، محمد مهدی میرزایی^۱ و سهیل عروج نیا^۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۱

چکیده

ترکیبات هوموسی مواد آلی مختلف، دارای دو نوع اسید آلی مهم به نام‌های اسید هیومیک و اسید فولویک می‌باشند. به منظور بررسی اثر اسید هیومیک و اسید فلوویک بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه جو آزمایشی در سال ۱۳۹۱ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. فاکتور اول ۴ سطح غلظت اسید هیومیک (۰، ۰/۵، ۱ و ۲ گرم بر کیلوگرم خاک) و فاکتور دوم ۴ سطح غلظت اسید فلوویک (۰، ۰/۵، ۱ و ۲ گرم بر کیلوگرم خاک) بود. کشت در گلدان‌هایی که قبلاً سطوح مختلف اسید هیومیک و اسید فلوویک به خاک آن‌ها اضافه شده بود انجام گرفت. نتایج نشان داد که اسید هیومیک و اسید فلوویک بر وزن خشک ساقه، برگ و سنبله تأثیر معنی‌داری داشت. همچنین اسید هیومیک و اسید فلوویک تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه ($p \leq 0/01$)، وزن بیولوژیکی ($p \leq 0/01$) و وزن هزار دانه ($p \leq 0/05$) داشت اما تأثیر آن بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود. بیشترین وزن بیولوژیکی زمانی حاصل شد که ۱ g/kg اسید هیومیک و ۱ g/kg اسید فلوویک به کار برده شد. بطور کلی نتایج این تحقیق حاکی از آن است که کاربرد اسید هیومیک و اسید فلوویک در بهبود رشد و عملکرد گیاه جو تأثیر مثبتی داشته است.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، اسید فلوویک، اسید آلی، جو

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، گروه زراعت و اصلاح نباتات، رودهن، ایران. aroozbahani@gmail.com

۲- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج. S_ghorbani1962@yahoo.com

مقدمه

سلولی و رشد گیاه، جوانه زنی و قوه نامیه بذور، فتوسنتز، جذب مواد غذایی توسط گیاه، رشد ریشه، مقاومت گیاه به خشکی، مقاومت به آفات و بیماری ها، میزان ویتامین ها و آنزیم ها در گیاه و درصد جوانه زنی بذور باعث افزایش کمیت و کیفیت محصولات زراعی از جمله گندم، ذرت و... می شود. اسید هیومیک همچنین سبب بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و تجدید حیات خاک می گردد (Mayhew, 2004). آزمایش روی بذر گوجه فرنگی و کاهو در پتری دیش های حاوی هیومیک اسید تجزیه نشده، نشان داد که وزن تر مجموع گیاهچه ها و هر گیاهچه، همچنین کارایی جذب آب افزایش یافت که این افزایش تا غلظت ۵۰۰۰ mg/lit اسید هیومیک ادامه داشت (Piccolo et al., 1993). آزمایشات مزرعه ای روی گوجه فرنگی، پنبه و انگور به دو روش کاربرد اسید هیومیک، یکی تیمار در خاک و دیگری اسپری برگی انجام شد. نتایج از هر دو تیمار در گوجه فرنگی میناگین عملکرد را ۱۰٪ نسبت به شاهد، در پنبه ۱۱٪ و در انگور از ۳ تا ۷۰٪ نسبت به شاهد افزایش داد (Brownell et al., 1987). در مطالعه ای Sharif et al (۲۰۰۲) نشان دادند که کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم اسید هیومیک بر کیلوگرم خاک در گیاه ذرت، به ترتیب باعث افزایش ۲۰ و ۲۳ درصد وزن خشک ساقه و ۳۹ و ۳۲ درصد وزن خشک ریشه و افزایش معنی داری در غلظت نیتروژن خاک و نیتروژن ذخیره شده گیاه نسبت به تیمار شاهد شد. در بررسی اثر اسید هیومیک و اسید فولویک روی محلولیت فسفات آلومینیوم و فسفات آهن و تعیین قابلیت جذب آنها توسط گیاه، نتایج آزمایشات روی ذرت نشان داد مقدار فسفات آزاد و ارتوفسفات آزاد در حضور اسید هیومیک افزایش یافت که در مورد حلالیت فسفات معدنی اثر هیومیک اسید از فولویک اسید بیشتر بوده است. در مورد قابلیت جذب فسفات محلول با کشت گیاه ذرت در محلول هیدروپونیک فسفات آلومینیوم و اسید هیومیک و $pH=5$ ، ذرت فسفر را در حضور اسید هیومیک بهتر از شاهد جذب نمود (Lobartini et al., 1998). جذب ماکروالمنت های

در سال های اخیر افزایش مصرف نهاده های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک ها گردیده است (Sharma, 2002). لزوم سلامت محصولات تولید شده در نظام های مختلف کشاورزی از نظر وجود بقایای سموم و مواد شیمیایی و تاثیر آنها بر سلامت انسان و محیط زیست، سبب شده است تا روش های تولید و نهاده های بکار رفته مورد توجه خاص قرار گیرند. از مهم ترین مسائل مؤثر بر سلامت محیط زیست و پایداری تولید غذا، کاربرد کودهای آلی به جای کودهای شیمیایی می باشد (Neeson, 2004). ترکیبات هوموسی مواد آلی مختلف، دارای دو نوع اسید آلی مهم به نام های اسید هیومیک و اسید فولویک می باشند. اسید هیومیک در اثر تجزیه مواد آلی به ویژه مواد با منشا گیاهی به وجود می آید و در خاک، زغال سنگ و پیت یافت می شود و با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰-۳۰۰۰۰۰ سبب تشکیل کمپلکس پایدار و نامحلول با عناصر میکرو می گردد. اسید فولویک نیز با وزن مولکولی کمتر از ۳۰۰۰۰ سبب تشکیل کمپلکس های محلول با عناصر میکرو می شود (سماوات و ملکوتی ۱۳۸۴). اسید هیومیک مخلوطی از مولکول های بسیار بزرگ با قابلیت کلات کنندگی عناصر می باشد که به همراه اسید فولویک از مهمترین اجزاء هوموس خاک هستند که برای گیاهان، حیوانات و انسان غیر سمی است (Mackowiak et al., 2001). اسید هیومیک با اکثر کودهای شیمیایی سازگار بوده و قابل اختلاط می باشد، در آب به خوبی حل شده و با کودهای دیگر مایع، قابل اختلاط می باشد و می توان آن را از طریق محلول پاشی، مصرف خاکی و سیستم های آبیاری تحت فشار مورد استفاده قرار داد (سماوات و ملکوتی ۱۳۸۴). اسید هیومیک و اسید فولویک سبب افزایش طول و وزن ریشه، تعداد ریشه های جانبی و آغازه های ریشه و افزایش جریان شیره از آوندها می شود. همچنین از طریق افزایش تقسیم

بررسی اثر کاربرد خاکی اسید هیومیک و اسید فلوویک بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه جو

اسید هیومیک روی رشد و جذب عناصر کم مصرف در گندم نشان داده شد که اسید هیومیک از طریق کلات کردن عناصری همچون Ca, Mg باعث افزایش دسترسی گیاه به این عناصر می‌گردد.

(Xuenyuan, 2001, *et al*; 2001, Mackowiak, *et al*) در کاربرد اسید هیومیک روی ریشه‌های گندم دیده شد از فعالیت آنزیم فسفاتاز ممانعت می‌شود و یون منگنز اثر محدودکنندگی اسید هیومیک را کاهش می‌دهد این اثر محدودکنندگی اسید هیومیک از طریق قرار گیری این اسید روی جایگاه غیرفعال آنزیم اعمال می‌شود (Vaughan and Malcolm, 1978). هدف از اجرای این آزمایش بررسی اثر کاربرد خاکی اسید هیومیک و اسید فلوویک بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه جو و تعیین بهترین غلظت کاربرد این مواد بر گیاه جو می‌باشد.

مواد و روش

این آزمایش در سال ۱۳۹۱ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. فاکتور اول ۴ سطح غلظت اسید هیومیک (۰، ۵/۰، ۱ و ۲ گرم بر کیلوگرم خاک) و فاکتور دوم ۴ سطح غلظت اسید فلوویک (۰، ۵/۰، ۱ و ۲ گرم بر کیلوگرم خاک) بود. کشت در گلدانهای ۵ کیلوگرمی که قبلاً سطوح مختلف اسید هیومیک و اسید فلوویک به خاک آنها اضافه شده بود انجام گرفت. آبیاری گلدان‌ها یک روز در میان با حفظ رطوبت در حد ظرفیت زراعی، به روش وزنی انجام شد. نمونه خاک پس از انجام آنالیز خاک جهت خشک کردن در هوا از الک به قطر ۲ میلی متر عبور داده شد. مشخصات خاک مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است. هر ۵ کیلوگرم خاک در گلدان‌های پلی اتیلن ریخته شد و سپس تعداد ۵ بذر جو در هر گلدان کاشته شد و نیاز کودی گیاه هم مطابق با نتیجه آنالیز خاک تامین گردید. نمونه‌ها جهت جلوگیری از تبخیر در پلاستیک‌های در بسته، جهت اندازه گیری صفات

مهم مانند نیترات نیاز به انرژی دارد. با آزمایشات انجام شده بر روی گیاه ذرت، مشخص شد که فعالیت و مقدار آنزیم ATP از غشا پلازما در ریشه‌های ذرت، جهت القا جذب نیترات افزایش یافت (Santi *et al.*, 1995). به طور عمومی اگر مواد هیومیکی اثرات مستقیم روی گیاه دارند بنابراین باید توسط گیاه جذب شده و انتقال یابند. مطالعات رایج با استفاده از مواد هیومیکی دارای C14 این امر را آشکار می‌سازد. آزمایشات نشان می‌دهد بیشتر مواد هیومیکی حاوی C14 توسط اپیدرم آفتابگردان، تربچه و ریشه‌های هویج جذب شده بود که اغلب مواد با وزن مولکولی پایین جذب و انتقال می‌یابند.

(Nardi *et al.*, 2002; Sauerbeck and Fuhr, 1967)

همچنین مشخص شد که اجزاء با وزن مولکولی پایین از اسید هیومیک فعالیت بیولوژیکی دارند که در بررسی جذب اسید هیومیک در ریشه‌های چغندر، دیده شد که مقادیر بالایی از C14 در دیواره‌های سلولی و میتوکندری و ریزوبیوم‌ها تجمع یافته است (Linehan and Vaughan, 1976). اسپری فولویک اسید روی برگهای گندم در گلخانه و شرایط مزرعه‌ای باعث افزایش در غلظت کلروفیل برگها شد (Xudan, 1986).

آزمایشات نشان داد که کاربرد اسید هیومیک و اسید فولویک همچنین باعث جلوگیری از فعالیت آنزیم IAA اکسیداز می‌شود که اجزاء با وزن مولکولی کمتر اثر محدودکنندگی بیشتری را نشان دادند (Mato, *et al*; 1971, Mato, *et al*, 1972). مواد هوموسی باعث افزایش مقاومت به خشکی و کاهش مصرف آب نیز می‌شوند. آزمایشات مزرعه‌ای روی گندم نشان داد که اسپری فولویک اسید در مرحله توسعه خوشه در زمان وجود بادهای گرم و خشک، عملکرد دانه را ۷ تا ۸٪ نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف اسید فولویک) افزایش داد (Xudan, 1986). آزمایشات روی بذور کاهو و گوجه فرنگی در پتری دیش‌های محتوی غلظت‌های ۴۰ تا ۵۰۰۰ mg/lit اسید هیومیک نشان داد وزن تر گیاهچه‌ها و کارایی جذب آب افزایش یافت (Piccolo, *et al*, 1993). در بررسی اثر

تیمار و تیمار ۲ g/kg اسید هیومیک تفاوت از نظر آماری معنی دار نبود و افزایش میزان اسید هیومیک سبب افزایش معنی دار عملکرد دانه نشد (جدول ۲). همچنین کاربرد اسید هیومیک به میزان ۱ g/kg سبب افزایش در وزن بیولوژیکی به میزان ۱۴ درصد نسبت به تیمار شاهد شد. بیشترین وزن هزار دانه نیز با میانگین ۹۳/۳۸ گرم و افزایش ۱۷ درصدی نسبت به شاهد در سطح دوم اسید هیومیک حاصل شد. در آزمایشی قربانی و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که اسید هیومیک سبب افزایش عملکرد دانه در گیاه ذرت شد. در مطالعه ی دیگری اسید هیومیک سبب افزایش عملکرد دانه در جو شد (Ayuso et al., 1996).

در تیمار اسید فلوویک نیز بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب در تیمارهای ۱ g/kg اسید فلوویک و شاهد با میانگین های ۴۳/۵ و ۶۱/۴ گرم در گیاه به دست آمد (جدول ۴). بر طبق نتایج در بین تیمارهای اسید فلوویک بیشترین وزن بیولوژیکی و وزن هزار دانه در تیمار ۱ g/kg اسید فلوویک به دست آمد که به ترتیب ۱۹ و ۱۱ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان دادند. سایر محققین (Aviad and Chen, 1990) نیز نتایج به دست آمده را تأیید می کنند. اثر متقابل سطوح مختلف اسید هیومیک و اسید فلوویک بر وزن دانه (عملکرد دانه) معنی دار نبود اما بر وزن بیولوژیکی ($p \leq 0/01$) و وزن هزار دانه ($p \leq 0/05$) معنی دار بود. مقایسات میانگین اثرات متقابل اسید هیومیک و اسید فلوویک بر روی وزن هزار دانه (شکل ۱) نشان داد که در تیمار ۰/۵ g/kg کاربرد توأم اسید هیومیک و اسید فلوویک بهتر از زمانی بود که هر یک از آنها به تنهایی به کار برده شد. شکل ۲ مقایسات میانگین وزن بیولوژیکی جو در اثر متقابل اسید هیومیک و اسید فلوویک را نشان می دهد. همانگونه که مشاهده می شود اثر متقابل اسید هیومیک و اسید فلوویک در سطح دوم (۱ g/kg) تأثیر معنی داری را نشان می دهد.

بر طبق نتایج اسید هیومیک و اسید فلوویک اعمال شده بر ارتفاع گیاه تأثیر معنی داری ($p \leq 0/01$) داشت. بیشترین و کمترین ارتفاع گیاه در کاربرد اسید هیومیک به ترتیب در

وزن خشک اندام هوایی و ارتفاع به آزمایشگاه انتقال داده شد و در آون در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۴۸ ساعت خشک شده و سپس وزن خشک به روش توزین اندازه گیری شد. صفات مورد بررسی شامل وزن خشک سنبله، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، ارتفاع، وزن هزار دانه، وزن بیولوژیکی و وزن دانه بودند. تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت. و برای رسم منحنی و نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده های حاصل از آزمایش نشان می دهد که اسید هیومیک و اسید فلوویک بر وزن خشک ساقه، برگ و سنبله تأثیر معنی داری داشت (جدول ۲). در بین سطوح اسید هیومیک بیشترین وزن خشک ساقه، برگ و سنبله به ترتیب با میانگین های ۴۳/۱، ۸۸/۰ و ۷۱/۱ گرم مربوط به تیمار ۱ g/kg خاک گلدان اسید هیومیک بود (جدول ۳). نتایج آزمایشات Azam and Kausar (۱۹۸۵) روی گندم نیز افزایش ۲۲ درصدی ماده خشک را با کاربرد اسید هیومیک نشان می دهد. بین تیمار ۱ و ۲ g/kg اسید فلوویک تفاوت معنی داری از نظر وزن خشک ساقه مشاهده نشد. در یک بررسی گلخانه ای توسط محققین در اثر اسید فلوویک بر رشد گیاه گندم، نشان داده شد که اسید فلوویک سبب افزایش رشد گندم شد (Xudan, 1986). در آزمایشی دیگر کاربرد اسید هیومیک و اسید فلوویک در کشت سویا، بادام زمینی و شبدر، رشد ساقه را افزایش داد (Senn and Martin, 1967). اثر متقابل سطوح مختلف اسید هیومیک و اسید فلوویک بر وزن خشک اندام های هوایی تفاوت معنی داری نشان نداد.

نتایج نشان داد که اسید هیومیک و اسید فلوویک اعمال شده تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه ($p \leq 0/01$)، وزن بیولوژیکی ($p \leq 0/01$) و وزن هزار دانه ($p \leq 0/05$) داشت (جدول ۲). در تیمار اسید هیومیک بیشترین وزن دانه (عملکرد دانه) در تیمار ۱ g/kg با میانگین ۳۷/۵ گرم در گیاه حاصل شد، البته بین این

بررسی اثر کاربرد خاکی اسید هیومیک و اسید فلوویک بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه جو

دارا بود، کمترین شاخص برداشت را داشت. به عبارت دیگر، با وجود افزایش وزن خشک ساقه، برگ و سنبله در نتیجه کاربرد اسید هیومیک و اسید فلوویک میزان رشد ساقه و برگ بیش از افزایش وزن سنبله و نیز دانه بود. به نظر می‌رسد که با افزایش میزان اسید هیومیک و اسید فلوویک، درصد تخصیص مواد غذایی به اندام‌های رویشی در مقایسه با اندام‌های زایشی رو به افزایش می‌گذارد. Ulukan (۲۰۰۸) نیز گزارش کرد که ارتفاع ساقه از صفاتی است که بیشترین پاسخ را به اسید هیومیک نشان داد.

تیمارهای ۱ g/kg و شاهد با میانگین‌های ۳۱/۳۸ و ۹۶/۳۳ سانتی متر حاصل شد. تأثیر اسید فلوویک بر ارتفاع گیاه بیشتر از اسید هیومیک بود. نتایج آزمایشات Ulukan (۲۰۰۸) در بررسی اثر اسید هیومیک بر روی گندم نشان داد که ارتفاع گیاه از صفاتی بود که بیشترین پاسخ را به اسید هیومیک نشان داد. اثر متقابل اسید هیومیک و اسید فلوویک بر ارتفاع گیاه معنی‌دار نشد. نتایج آزمایش حاکی از آن است که تیمارهای اعمال شده تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشت (جدول ۲). با این وجود، تیمار ۱ g/kg که بیشترین وزن دانه و وزن بیولوژیکی را

جدول ۱- خصوصیات خاک مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Properties of Soil used in experiment

نیتروژن (%)	فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی گرم بر کیلوگرم)	اسیدیته (pH)
0/12	19	154	7/93

جدول ۲- تجزیه واریانس وزن خشک اندام‌های هوایی، عملکرد و اجزای عملکرد جو در تیمارهای اسید هیومیک و اسید فلوویک

Table 2. Analysis of variance of dry matter of barley shoots, yield and yield component in humic acid and fluvic acid treatments

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	acid treatments				وزن دانه Grain weight	وزن بیولوژیکی Biological weight	وزن هزار دانه 1000 - Grain weight	ارتفاع height	شاخص برداشت HI
		وزن خشک ساقه dry matter of stem	وزن خشک برگ dry matter of leaf	وزن خشک سنبله dry matter of spike	وزن خشک ساقه dry matter of stem					
اسید هیومیک Humic acid(A)	3	1/165**	0/594**	0/783**	1/03*	8/67**	130/6**	55/8**	3/33 ^{ns}	
اسید فلوویک fluvic acid(B)	3	0/441**	0/293**	0/436*	1/87**	13/83**	39/4*	76/5**	5/45 ^{ns}	
A×B	9	0/142 ^{ns}	0/073 ^{ns}	0/182 ^{ns}	0/58 ^{ns}	3/73**	28/2*	11/4 ^{ns}	22/4 ^{ns}	
اشتباه Error	48	0/101	0/050	0/141	0/35	1/18	11/7	35/8	24/2	
کل total	63									

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد، ns برابر با عدم تفاوت معنی دار.

ns *, and ** Nonsignificant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

جدول ۳- مقایسات میانگین وزن خشک اندام‌های هوایی، عملکرد و اجزای عملکرد جو در سطوح مختلف اسید هیومیک

Table4. Comparison of means of dry matter of barley shoots, yield and yield component in different levels of humic acid

اسید هیومیک Humic acid (g/kg)	وزن خشک ساقه dry matter of stem (g)	وزن خشک برگ dry matter of leaf (g)	وزن خشک سنبله dry matter of spike (g)	وزن دانه Grain weight (g)	وزن بیولوژیکی Biological weight (g)	وزن هزار دانه 1000 - Grain weight (g)	ارتفاع Height (cm)	شاخص برداشت HI (%)
0 (control)	0.83 ^c	0.44 ^c	1.29 ^b	4.78 ^b	11.95 ^b	32.50 ^c	33.96 ^b	40.55 ^a
0/5	0.89 ^{bc}	0.52 ^{bc}	1.21 ^b	4.91 ^b	12.18 ^b	33.37 ^{bc}	34.93 ^b	40.27 ^a
1	1.43 ^a	0.88 ^a	1.71 ^a	5.37 ^a	13.57 ^a	38.93 ^a	38.31 ^a	39.90 ^a
2	1.08 ^b	0.67 ^b	1.43 ^b	4.99 ^{ab}	12.25 ^b	35.31 ^b	36.06 ^{ab}	40.98 ^a

میانگین‌های که با حروف مشابه در هر ستون نشان داده شده‌اند از نظر آماری در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letter in each column are not significantly different.

جدول ۴- مقایسات میانگین وزن خشک اندام‌های هوایی، عملکرد و اجزای عملکرد جو در سطوح مختلف اسید فلوویک

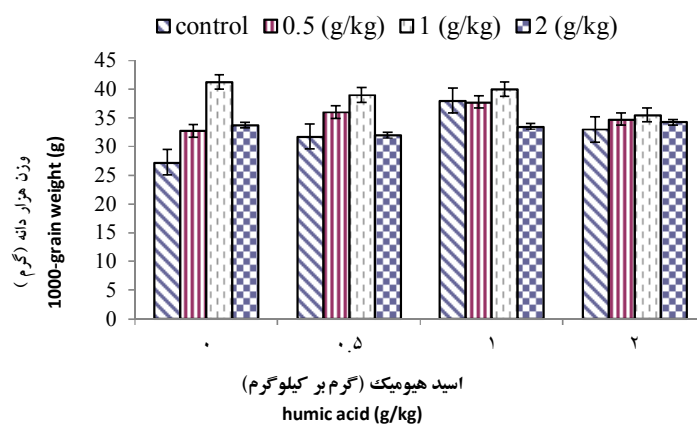
Table5. Comparison of means of dry matter of barley shoots, yield and yield component in different levels of fluvic acid

اسید فلوویک fluvic acid (g/kg)	وزن خشک ساقه dry matter of stem (g)	وزن خشک برگ dry matter of leaf (g)	وزن خشک سنبله dry matter of spike (g)	وزن دانه Grain weight (g)	وزن بیولوژیکی Biological weight (g)	وزن هزار دانه 1000 - Grain weight (g)	ارتفاع Height (cm)	شاخص برداشت HI (%)
0 (control)	0.87 ^c	0.49 ^b	1.32 ^b	4.61 ^c	11.59 ^c	33.75 ^b	33.15 ^c	40.42 ^a
0/5	0.96 ^{bc}	0.58 ^b	1.31 ^b	4.93 ^{bc}	12.05 ^{bc}	34.37 ^b	35.62 ^{bc}	41.11 ^a
1	1.21 ^a	0.81 ^a	1.66 ^a	5.43 ^a	13.75 ^a	37.31 ^a	38.50 ^a	39.68 ^a
2	1.18 ^{ab}	0.62 ^b	1.37 ^b	5.09 ^{ab}	12.56 ^b	34.68 ^b	36.00 ^{ab}	40.50 ^a

میانگین‌های که با حروف مشابه در هر ستون نشان داده شده‌اند از نظر آماری در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند

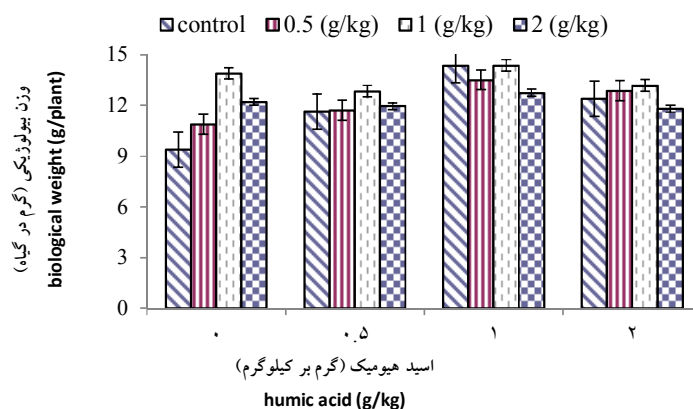
Means with the same letter in each column are not significantly different.

بررسی اثر کاربرد خاکی اسید هیومیک و اسید فلوویک بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه جو



شکل ۱. میانگین‌های اثر متقابل بین اسید هیومیک و اسید فلوویک بر وزن هزار دانه جو

Figure1. Means of interactions between humic acid and fluvic acid on 1000-grain weight of barley



شکل ۲. اثر متقابل سطوح مختلف اسید هیومیک و اسید فلوویک بر وزن بیولوژیکی جو

Figure2. Means of interactions between humic acid and fluvic acid on biological weight of barley

References

منابع

- سماوات، س و ملکوتی، م. ۱۳۸۴. ضرورت تولید و استفاده از اسیدهای آلی برای افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی. نشریه فنی شماره ۴۶۳. انتشارت سنا، تهران، ایران.
- 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 (*L. mays Zea*). نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۲: (۱)، ۱۱۱-۱۱۸.
- Ayuso ,M ,Hernández ,T ,Garcia ,C and Pascual ,J.A .1996 .Stimulation of barley growth and nutrient absorption by humic substances originating from various organic materials .Bioresource Technology.251-257 :57 ,
- Brownell ,J.R ,Nordstrom ,O ,Marihart ,I .and Jorgensen .G .1987 .Crop responses from twonew Leonardite extracts .Sci .Total Environ .62:492-499 .In ” Oxidized Lignites and Extracts from Oxidized Lignites in Agriculture”(Michael Karr .(prof .Soil .Sci.2001.
- Chen ,Y ,.and Aviad ,T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In humic substances in soil and crop sciences : selected readings. Ed. P MacCarthy, CE Clapp, Malcolm R L and Bloom PR. Soil Science Society of America Inc, Madison, Wisconsin, USA, 161-186.
- Fuhr, F. and Sauerbeck, D. 1967. The uptake of straw decomposition products by plant roots. p. 317-327. In Report FAO/IAEA Meeting, Vienna, Pergamon Press, Oxford. In “ Oxidized Lignites and Extracts from Oxidized Lignites in Agriculture”(Michael Karr). prof.Soil. Sci.2001.
- Kauser ,A ,.Azam ,F .1985 .Effect of humic acid on wheat seeding growth .Environmental and Experi .Bot,25 . 245-252
- Lobartini ,J.C ,.Tan ,K.H ,.and Pape ,C. 1998. Dissolution of aluminum and iron phosphate byhumic acids.. v. 29 (5/6) Commun. soil sci. plant anal. p. 535-544.
- Mackowiak ,c.l ,.Grossl ,P.R .and Bugbee ,B.G .2001 .Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat .Soil Sci .AM.J.1750 – 1744 : 65.
- Malcolm ,A.E .and Vaughan ,D. 1978. Humic substance and phosphatase activies in plant tissues. Soil Biol. Biochem 11: 253 - 259.
- Martin ,J.A .and Senn ,T.L .1967 .The Influence of Various Rates of Nitrogen and Humic Acid Derivatives on the Growth and Yield of Greenhouse Tomatoes .S.Carolina Ag .Exp .Sta.Research .Series No .95 .In ” Oxidized Lignites and Extracts from Oxidized Lignites in Agriculture”(Michael Karr .(prof .Soil .Sci.2001 .
- Mato ,M.C ,.Fabregas ,R .and Mendez ,J. 1971. inhibitory effect of soil humic acids on indoleacetic acid oxidase. Soil Biol. Biochem. 3:285-288.
- Mato ,M.C ,.Olmedo ,M.G .and Mendez ,I. 1972. Inhibition of indoleacetic acid oxidase by soilhumic acids fractionated in Sephadex. Soil Biol. Biochem. 4:469-473.
- Mayhew ,L .2004 .Humic acid substances in biological agriculture .Eco-Agriculture .Vol,34.nos.182.
- Nardi ,S ,.Pizzeghello ,D ,.Muscolo .and Vianello ,A .2002 .Physiological effects of humic substances on higher plants .Soil Biol .Biochem.1536 – 1527 :34 .
- Neeson ,R .2004 .Organic Processing Tomato Production .Agfact H8.3.6 ,first edition.
- Piccolo ,A ,.Celano ,G .and Pietramellara ,G .1993 .Effects of fractions of coal-derived humic substances on

seed germination and growth of seedlings) *Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*. (Biology and fertility of soils 11-15 : (1) 16 .

Santi, S., Locci, G., Pinton, R., Cesco, S. and Varanini, Z. 1995. Plasma membrane H⁺-ATPase in maize roots induced for NO₃⁻ uptake. *Plant Physiol.* 1277-1283 : 109.

Sharif, M., Khattak, R.A and Sarir, M.S. 2002. Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. *Plant Analysis.* 3567-3580 : 33 .

Sharma, A.K. 2002. A handbook of organic farming. Agrobios, India 627 .pp.

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

Vaughan, D, and Linehan, D. 1976. The growth of wheat plants in humic acid solutions under axenic conditions. *Plant Soil* 44: 445-449.

Xudan, X. 1986. The effect of foliar application of fulvic acid on water use, nutrient uptake and wheat yield. *Aust. J. Agric. Res.* 343-350 : 37. In "Oxidized Lignites and Extracts from Oxidized Lignites in Agriculture" Michael Karr. (prof. Soil. Sci. 2001.

Xuenyuan, G., Xiaorong, W., Zhimany, G., Lemei, D. and Yijun, C. 2001. Effect of humic acid speciation and bioavailability to wheat of rare earth elements in soil. *Chemical Speciation and Bioavailability.* (3) 13 ,

Archive of SID