نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 2، زمستان 1388، ص. 63-53

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 2, Fall 2009, p. 53-63

اثر محلول پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزاء عملکرد گندم (*Triticum aestivum*. L.) رقم پیشتاز

سمیرا سبزواری[1] و حمیدرضا خزاعی[*2]

تاریخ دریافت: 88/10/12
تاریخ پذیرش: 88/10/30

چکیده

افزایش عملکرد محصولات زراعی، به ویژه گندم به علت داشتن بیشترین سطح زیر کشت و مصرف در کشور از اهمیت ویژه ای برخوردار است و اسید هیومیک به عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی، بدون اثرات مخرب زیست محیطی جهت بالا بردن عملکرد دانه در گندم، به خصوص در شرایط متغیر محیطی می‌تواند موثر واقع شود. به منظور بررسی اثر اسید هیومیک بر رشد و عملکرد گندم، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال 1387 اجرا شد. تیمارها شامل اسید هیومیک در چهار سطح (0، 100، 200 و 300 میلی گرم در لیتر) و 4 زمان محلول پاشی (پنجه زنی، ساقه رفتن، ظهور برگ پرچمی و گرده افشانی) بود. نتایج نشان داد اثر متقابل محلول پاشی اسید هیومیک در زمان‌های مختلف بر وزن تر وخشک اندام هوایی، سطح برگ، ارتفاع ساقه و عدد کلروفیل متر معنی داری بود. بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی و سطح برگ و ارتفاع ساقه از محلول پاشی با غلظت 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک در زمان ظهور برگ پرچمی به دست آمد و بیشترین عدد کلروفیل متر مربوط به محلول پاشی در زمان برگ پرچم و با غلظت 200 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک بود. اسید هیومیک در غلظت 200 و 300 میلی گرم در لیتر به ترتیب بیشترین وزن بیولوژیک و وزن دانه را به خود اختصاص داد. بهترین زمان محلول پاشی برای رسیدن به بیشترین وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه مرحله ظهور برگ پرچمی بود و بین غلظت‌های 200 و 300 میلی گرم در لیتر در غالب صفات تفاوت معنی داری دیده نشد. کمترین درصد سنبلچه نابارور نیز از محلول پاشی با غلظت 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک و در زمان ساقه روی به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، گندم، عملکرد

مقدمه

از آن جا که امروزه افزایش در عملکرد گندم از طریق افزایش سطح زیر کشت تقریبا غیر ممکن است بنابراین بهبود در اجزای عملکرد می‌تواند راهی مفید در جهت بالا بردن عملکرد گندم باشد. مرحله زایشی در گندم که نتیجه آن تولید دانه است، مهمترین بخش از زندگی گیاه را تشکیل می‌دهد زیرا عملکرد و کیفیت دانه عمدتا به این مرحله بستگی دارد. در این مرحله بعد از گرده افشانی و قرار گرفتن دانه گرده مناسب (زنده) در سطح مادگی، دانه گرده جوانه زده و با رشد لوله گرده و عبور از فضای بین سلول‌های داخلی خام، لقاح صورت می‌گیرد (perkasem et al., 1993). افزایش عملکرد محصولات زراعی یکی از اهداف مشترک متخصصین اصلاح نباتات می‌باشد و افزایش عملکرد گندم به دلیل مصرف زیاد این ماده غذایی از اهمیت ویژه‌ای بر خوردار است. بنابراین استفاده از انواع کودهای طبیعی و از جمله اسید هیومیک بدون اثرات مخرب زیست محیطی جهت بالا بردن عملکرد دانه در گندم به خصوص در شرایط متغیر محیطی می‌تواند مثمر ثمر واقع شود، لذا از اسید هیومیک به عنوان کود آلی دوستدار طبیعت نام برده می‌شود (Hasanzade Daluie, 1994; Samavat & Malakuti, 2005). مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند (Samavat & Malakuti, 2005) . ترکیبات هوموسی مواد آلی، دارای دو نوع اسید آلی مهم به نام‌های اسید هیومیک و اسید فولویک و جزء هومین هستند که از منابع مختلف نظیرخاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، زغال سنگ و ... استخراج می‌شوند و در اندازه مولکولی و

1 و 2- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و عضو هیأت علمی گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(* - نویسنده مسئول: Email: Khazaie41@Yahoo.Com)

ساختار شیمیایی متفاوت هستند (Sebahattin & Necdet, 2005) . اسید هیومیک با وزن مولکولی 30-300 کیلو دالتن سبب تشکیل کمپلکس پایدار و نامحلول با عناصر میکرو گردیده و دارای درصد کربن بیشتری نسبت به اسید فولویک می‌باشد ولی اسیدهای فولویک اکسیژن بیشتری دارند. میزان گروه‌های کربوکسیل اسید فولویک بیشتر از اسید هیومیک است (Samavat & Malakuti, 2005; Michael, 2001) . Kausar & Azam (1985) طی آزمایشی روی گندم دریافتند که محلول پاشی اسید هیومیک به میزان 54 میلی گرم در لیتر،50% افزایش در طول ریشه و 22% افزایش در ماده خشک را به همراه داشت و همچنین جذب نیتروژن هم در حضور اسید هیومیک افزایش معنی داری نشان داد. محققین در یک آزمایش گلخانه ای اثر اسید هیومیک را بر وزن تر و خشک و عملکرد یولاف بررسی کردند و دریافتند که با کاربرد 100 میلی گرم اسید هیومیک به ازای هر گلدان وزن تر و خشک گیاه به طور معنی داری افزایش یافت (Mishra & Srivastava, 1988). padem et al. (1999) در بررسی اثر محلول پاشی اسید هیومیک روی صفاتی مانند ارتفاع ساقه، تعداد برگ، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه و ریشه و تجمع NPK در برگ گیاهچه‌های بادمجان و فلفل دریافتند که قطر ساقه، تعداد برگ‌ها ، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه و ریشه به طورمعنی داری با کاربرد اسید هیومیک بر روی گیاهچه‌های فلفل و بادمجان افزایش یافت.محققین اثر مواد هیومیکی را بر گیاه بنت گراس بررسی کردند و دریافتند کاربرد برگی مواد هیومیکی به میزان معنی داری غلظت آنتی اکسیدان‌ها در برگ‌ها افزایش داد و همچنین سبب افزایش در فتوسنتز، تنفس، سنتز نوکلئیک اسیدها و جذب یون‌ها شد (Schmidt & Zhang, 1998). در بررسی گلخانه ای انجام شده توسط محققین در اثر مواد هیومیکی بر محتوی کلروفیل برگ‌ها در گندم، نشان داده شد که اسپری برگی اسید فولویک روی برگ‌های گندم سبب افزایش معنی داری در محتوی کلروفیل برگ‌ها شد (Zudan, 1986) با انجام یک آزمایش در شرایط کنترل شده مشخص شد که با کاربرد مواد هیومیکی وزن خشک عملکرد ذرت و گیاهچه‌های یولاف (Shariff, 2002) افزایش معنی داری یافت. در آزمایشی اثر محلول پاشی اسید هیومیک و نیتروژن بر گندم دوروم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اسید هیومیک سبب افزایش معنی داری در وزن خشک ساقه و ریشه گندم شد. همچنین نتایج نشان داد که عملکرد دانه، باروری سنبله و محتوی پروتئین دانه در هر دو تیمار افزایش یافت که این افزایش در محلول پاشی نیتروژن با اسید هیومیک به صورت همزمان بسیار بیشتر بود. همچنین اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه شد (Delfine et al. 2005). Karkut et al. (2008) اثر اسید هیومیک ر در 5 غلظت بر عملکرد و کیفیت میوهای فلفل به صورت تیمار برگی و خاکی بررسی کردند و دریافتند اسید هیومیک اثر معنی داری را بر طول و قطر میوه‌ها نداشت. کاهش میزان قند میوه‌ها با کاربرد اسید هیومیک به هر دو طریق افزایش یافت. همچنین اسید هیومیک به طور معنی داری در محتوی کلروفیل برگ‌ها موثر بوده و اثر خود را به طور اساسی بر محتوی کلروفیل b در برگ‌ها داشت. مقادیر 20 میلی لیتر در لیتر اسید هیومیک چه به صورت محلول پاشی و چه اعمال خاکی بیشترین محتوی کلروفیل برگ‌ها را سبب شد. همچنین اسید هیومیک به طور معنی داری وزن میوه و عملکرد کل را نسبت به شاهد افزایش داد. در مطالعه ای گلخانه ای Sangeetha et al. (2006) اثر اسید هیومیک را روی قابلیت جذب عناصر غذایی خاک و عملکرد پیاز بررسی کردند و دریافتند که کاربرد 20 کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به همراه NPK ، بیشترین عملکرد پیاز را به همراه 12 درصد افزایش در جذب NPK به همراه داشت. هدف از اجرای این آزمایش بررسی اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد گندم و شناخت بهترین مرحله رشدی در پاسخ به اسید هیومیک و موثرترین غلظت اسید هیومیک بر این صفات بود.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال 1387 درگلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با 3 تکرار اجرا شد. دمای گلخانه در طی دوره آزمایش، (2±22) درجه سانتیگراد در روز و (2± 18) درجه سانتیگراد در شب بود. گندم رقم پیشتاز در این آزمایش استفاده شد که تیپ رشدی بهاره، رنگ دانه زرد روشن و نسبتاً زودرس، متحمل به خشکی آخر فصل و ریزش، مقاوم به خوابیدگی، مناسب برای مناطق معتدل با متوسط ارتفاع بوته 92 سانتی متر و وزن هزار دانه 44/5 گرم بود. اسید هیومیک در 4 غلظت 0، 100 ،200 و300 میلی گرم در لیتر و در چهار مرحله رشد گندم شامل (پنجه زنی، ساقه رفتن، ظهور برگ پرچمی و گرده افشانی) اعمال شد. از پودر هیومکس (حاوی 80% اسید هیومیک و 20% اسید فولویک) جهت اعمال تیمار اسید هیومیک استفاده گردید. بذور گندم در گلدان‌های 2 کیلوگرمی کشت شد و 3 گیاه در هر گلدان نگهداری شد. آبیاری گلدان‌ها یک روز در میان با حفظ رطوبت در حد ظرفیت زراعی، به روش وزنی انجام شد. خاک مورد استفاده شامل ماسه: رس: خاکبرگ به نسبت 1:1: 0/5 با بافتی متوسط بود که پس از نمونه گیری و انتقال به آزمایشگاه نتایج آنالیز خاک به این شرح گزارش شد.

جدو ل1- نتیجه آنالیز نمونه خاک

Table 1- Result of soil analyze

پتاسیم Potassium %	فسفر Phosphor %	ازت Nitrogen %	هدایت الکتریکی Electrical conduction ds/m	pH
63	5.6	0.012	8.96	7.4

جدول2- اثرغلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی گندم (میانگین سه مرحله رشدی)

Table 2- Effect of humic acid on wheat growth features

سطح برگ (سانتیمتر مربع در گیاه) Leaf area (Cm^2/plant)	ارتفاع ساقه (سانتیمتر) Shoot height (Cm)	وزن تر اندام هوایی(میلی گرم در گیاه) Shoot wet weight (mgr/plant)	وزن خشک اندام هوایی(میلی گرم در گیاه) Shoot dry weight (mgr/plant)	اسید هیومیک(میلی گرم در لیتر) Humic acid (mg/l)
13.570c	17.260b	641.00d	174.00d	0
19.170b	18.390b	810.00c	224.00c	100
21.040ab	21.150a	1034.00b	286.00b	200
22.190a	21.940a	1439.00a	297.00a	300

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال5% تفاوت معنی دار ندارند.

The differences between mean values indicated by different letters are significant ($p<0.05$)

در هر دوره رشدی (پنجه زنی، ساقه رفتن، ظهور برگ پرچمی و گرده افشانی)، اسید هیومیک در غلظت‌های مشخص با کودپاش دستی محلول پاشی شد و در سری گلدان‌ها (نمونه‌های تخریبی)،10 روز پس از محلول پاشی عدد کلروفیل متر با دستگاه Spad اندازه گیری شد و سپس نمونه‌ها تخریب و جهت اندازه گیری صفات وزن خشک اندام هوایی و سطح برگ و ارتفاع ساقه به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌ها جهت جلوگیری از تبخیر در پلاستیک‌های در بسته به آزمایشگاه منتقل شد و پس از اندازه گیری وزن تر به روش توزین و سطح برگ با دستگاه سطح برگ، در آون در دمای 70 درجه سانتیگراد و به مدت 48 ساعت خشک شده و سپس وزن خشک به روش توزین اندازه گیری شد. سری باقی مانده از نمونه‌ها جهت بررسی عملکرد و اجزای عملکرد تا پایان دوره رشد گیاه باقی گذاشته شد. با توجه به نتیجه آنالیز خاک قبل از کشت میزان کمبود NPK در خاک بر اساس نیاز کودی گندم محاسبه و مقادیر مشخص از کود با خاک مخلوط شد و همچنین به منظور رفع کمبودهای مشاهده شده در گیاه که واضح ترین آن در طول دوره آزمایش کمبود ازت بود در زمان پنجه زنی گیاه کود NPK به نسبت 20:20:20 به همراه اولین محلول پاشی اسید هیومیک، محلول پاشی شد و دومین محلول پاشیNPK در زمان توسعه برگ پرچم گیاه و با نسبت 12:12:36 انجام شد. در پایان دوره آزمایش نمونه‌ها تخریب و جهت اندازه گیری صفات شامل وزن خشک اندام هوایی به روش توزین، تعداد دانه در سنبله از طریق شمارش و وزن سنبله و وزن هزار دانه (توزین) و درصد سنبلچه نابارور به آزمایشگاه منتقل شد.

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه گیری‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT- C و MINITAB و مقایسات میانگین با آزمون دانکن در سطح اطمینان 5 درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

اثرمحلول پاشی اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی بخش هوایی

نتایج آزمایش پس از سه مرحله تخریب نشان داد که محلول پاشی اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی و مورفولوژی گندم اثر معنی داری داشت ($p<0/05$) (جدول 2). اثر غلظت 300 میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک در تمامی صفات اندازه گیری شده از جمله وزن خشک و وزن تراندام هوایی، ارتفاع ساقه و سطح برگ معنی دار بود و بیشترین میانگین داده‌ها در صفات مذکور از غلظت 300 میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بدست آمد و با کاهش غلظت اسید هیومیک از 300 به 100 میلی گرم در لیتر اثر افزایشی بر صفات کاهش پیدا کرد.

نتایج آزمایشات محققین نشان داد که محیط کشت پیت حاوی سطوح مختلف اسید هیومیک بر رشد گیاهچه‌ها ی گوجه فرنگی و بادمجان موثر بوده است. رشد برگ، ساقه و ریشه با کاربرد مقادیر 50 و 100 میلی لیتر اسید هیومیک در لیتر آب در گیاهچه‌های گوجه فرنگی و با کاربرد 50، 100 و 150 میلی لیتر اسید هیومیک در هر لیتر آب در بادمجان نسبت به گیاهان شاهد افزایش معنی داری داشت (Dursun & Guvence, 2000) . محققین طی آزمایشی روی گندم دریافتند که اسید هیومیک به میزان 54 میلی گرم در لیتر،50% افزایش در طول ریشه و 22% افزایش در ماده خشک را به همراه داشت و همچنین جذب نیتروژن هم در حضور اسید هیومیک افزایش معنی داری نشان داد(Kausar & Azam, 1985).

mallikarjuna et al. (1987) نشان دادند که مقدار 30 کیلوگرم در

هکتار اسید هیومیک به طور معنی داری عملکرد ماده خشک ریشه و ساقه را افزایش داد که البته نسبت ریشه به ساقه به مقدار بیشتری افزایش نشان داد

نتایج آزمایش همچنین نشان داد که اثر متقابل غلظت‌های مختلف اسید هیومیک در سه زمان محلول پاشی بر صفاتی چون عدد کلروفیل متر، ارتفاع ساقه، وزن تر و خشک اندام هوایی و سطح برگ معنی داری شد (جدول 3). اسید هیومیک بر عدد کلروفیل متر برگ به طور معنی داری تأثیر داشت ($p<0/05$). نتایج نشان داد که بیشترین عدد کلروفیل متر برگ (39/35) از غلظت 200 میلی گرم در لیتر اسید هیو میک و محلول پاشی در زمان ظهور برگ پرچمی به دست آمد (جدول3). بین غلظت‌های 200 و 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک در مراحل ساقه رفتن و ظهور برگ پرچمی بر این صفت اختلاف معنی دار وجود نداشت. بین سطوح مختلف اسید هیومیک و محلول پاشی در سایر زمان‌ها در صفت مذکور اختلاف معنی داری دیده نشد (جدول3). این نتیجه با نتایج محققین مطابقت داشت. به طوریکه Sladky & Tichy (1959) دربررسی بر اثر مواد هیومیکی روی محتوی کلروفیل برگ‌ها گیاه گوجه فرنگی کشت یافته در محلول غذایی دریافتند که اسید هیومیک به میزان 63 درصد و اسید فولویک به میزان 69 درصد غلظت کلروفیل برگ‌ها را افزایش داد. در بررسی گلخانه ای انجام شده توسط محققین در اثر مواد هیومیکی بر محتوی کلروفیل برگ‌ها در گندم، نشان داده شد که اسپری برگی اسید فولویک روی برگ‌های گندم سبب افزایش معنی داری در محتوی کلروفیل برگ‌ها شد (Zudan, 1986).

نتایج همچنین نشان داد محلول پاشی اسید هیومیک در طی دوره رشد اثر معنی داری بر ارتفاع ساقه در گندم داشت ($p<0/01$). بهترین زمان محلول پاشی، ظهور برگ پرچمی بود که در این دوره رشدی بیشترین ارتفاع ساقه (27/78 و 27/74 سانتی متر) به ترتیب از غلظت 200 و 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک به دست آمد (جدول3). بین زمان محلول پاشی در مرحله ساقه رفتن و ظهور برگ پرچمی اختلاف معنی داری دیده نشد. غلظت 100 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک هم در محلول پاشی طی زمان ظهور برگ پرچمی موثرتر از سایر زمان‌ها بود. در مرحله ساقه روی نیز بیشترین ارتفاع ساقه به ترتیب (24/61 و 25/44 سانتی متر) از غلظت‌های 200 و 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک بدون اختلاف معنی دار به دست آمد. کمترین اثر اسید هیومیک بر ارتفاع ساقه در مرحله پنجه زنی دیده شد که در این مرحله نیز بین سطوح مختلف اسید هیومیک تفاوت معنی داری وجود نداشت ولی بین کاربرد اسید هیومیک و شاهد تفاوت معنی دار بود به طوریکه اسید هیومیک در این مرحله نیز سبب افزایش ارتفاع ساقه به طور معنی داری نسبت به شاهد شد (جدول3). در تایید نتایج به دست آمده، Fernandez-Escobar et al. (1996) در بررسی اثر کاربرد برگی مواد هیومیک استخراج شده از لئوناردیت بر رشد گیاهچه‌های زیتون در گلخانه دریافتند که کاربرد برگی اسید هیومیک در گیاهان آبیاری شده با آب فاقد هرگونه عناصر معدنی آبیاری، رشد ساقه را به طور معنی داری تحریک کرد اما در گیاهانی که با محلول غذایی تغذیه شده بودند افزایش در رشد ناشی از اثر مواد هیومیکی دیده نشد. به دنبال آن در آزمایش مزرعه ای نیز دیده شد که کاربرد برگی مواد هیومیکی استخراج شده از لئوناردیت رشد ساقه و انباشتگی پتاسیم، منیزیم، کلسیم و آهن را در برگ‌های گیاهچه‌های زیتون افزایش داد، در حالی که بر محتوی نیتروژن برگ‌ها بی تأثیر بود.

جدول3- اثر4 غلظت و 3 زمان محلول پاشی اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی گندم

Tabale 3- Effect of humic acid and foliar application times on wheat growth features

اسید هیومیک(میلی گرم در لیتر) Humic acid (mg/l)	زمان محلول پاشی Foliar application time	عدد کلروفیل متر Cllorophyl content (spad)	ارتفاع ساقه (سانتیمتر) Shoot height (cm)	وزن تر اندام هوایی (میلی گرم درگیاه) Shoot wet weight (mg/plant)	وزن خشک اندام هوایی(میلی گرم درگیاه) Shoot dry weight (mg/plant)	سطح برگ (سانتی متر مربع در گیاه) Leaf area (Cm^2/plant)
0	Tillering	32.70c	8.38e	568.00k	131.00f	12.09f
	Shooting	25.50e	15.61d	571.00j	168.00f	12.51f
	Flag leaf	29.60d	19.64c	784.00g	223.00d	16.11cdef
100	Tillering	32.52c	12.28d	632.00i	153.00e	14.09ef
	Shooting	33.58bc	23.25b	831.00f	277.00e	18.28cd
	Flag leaf	32.20bc	24.45ab	939.00d	242.00c	25.15b
200	Tillering	32.80c	14.40d	920.00e	230.00de	20.45bc
	Shooting	34.60bc	24.61ab	998.00c	296.00c	18.94cd
	Flag leaf	39.35a	27.78a	183.00l	332.00b	23.73ab
300	Tillering	35.32bc	12.65d	782.00h	221.00d	15.60def
	Shooting	34.87bc	25.44ab	1586.00b	311.00b	23.85ab
	Flag leaf	36.17b	27.74a	1949.00a	359.00a	27.14a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال5% تفاوت معنی دار ندارند.

The differences between mean values indicated by different letters are significant ($p<0.05$)

نتایج نشان داد که اثر محلول پاشی اسید هیومیک در سه مرحله رشدی گندم بر وزن تر و خشک اندام هوایی معنی دار شد ($p<0/05$). بیشترین تأثیر اسید هیومیک در مرحله ظهور برگ پرچم و در غلظت 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک دیده شد و پس از آن محلول پاشی 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک در مرحله ساقه روی بیشترین موثر بود (جدول3). با کاهش غلظت اسید هیومیک اثرات سودمند آن نیز کاهش یافت همچنین محلول پاشی در سایر زمان‌ها نیز تأثیر چندانی بر افزایش میانگین داده‌ها در صفات مذکور نداشت. در مرحله پنجه زنی نیز تفاوت بین سطوح مختلف اسید هیومیک و شاهد معنی دار بوده به طوری که محلول پاشی در این دوره با اسید هیومیک نسبت به شاهد سبب افزایش در وزن تر و خشک اندام هوایی شد. کمترین وزن تر و خشک اندام هوایی در هر 3 مرحله رشدی و در هر 3 غلظت اسید هیومیک مربوط به شاهد بود (جدول 3). Sladky & tichy(1959) در محلول پاشی گیاه گوجه فرنگی با محلول 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک دریافتند که وزن تر و خشک ساقه افزایش یافت همچنین آنها دریافتند که کاربرد غلظت‌های بیشتر سبب محدود شدن رشد و بدشکل شدن برگ‌ها می‌شود. با انجام یک آزمایش در شرایط کنترل شده مشخص شد که با کاربرد مواد هیومیکی وزن خشک عملکرد ذرت و گیاهچه‌های یولاف افزایش معنی داری یافت (Shariff, 2002). در آزمایشی اثر محلول پاشی اسید هیومیک و نیتروژن بر گندم دوروم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اسید هیومیک سبب افزایش معنی داری در وزن خشک ساقه و ریشه گندم شد .(Delfine et al. 2005)

نتایج آزمایش همچنین در بررسی تأثیر محلول پاشی اسید هیومیک در طی دوره رشد بر سطح برگ گندم نشان داد که اسید هیومیک بر صفت مورد نظر در سطح احتمال 1 درصد تأثیر معنی داری داشت. بیشترین سطح برگ با محلول پاشی در مرحله ظهور برگ پرچمی به دست آمد که بین غلظت‌های 100، 200 و 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک اختلاف معنی داری وجود نداشت ولی غلظت 300 میلی گرم در لیتر با 27/14 سانتی متر مربع، بیشترین میانگین سطح برگ را به خود اختصاص داد. در مرحله ساقه رفتن محلول پاشی با 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک موثرتر از غلظت‌های 100 و 200 میلی گرم در لیتر بود که اختلاف با شاهد نیز معنی دار بود. در مرحله پنجه زنی غلظت 200 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک از دو غلظت دیگر موثرتر بود (جدول 3) . به طور کلی می‌توان گفت که موثرترین زمان و غلظت اسید هیومیک در این صفت به ترتیب ظهور برگ پرچمی و غلظت‌های 200 و 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک بودند. نتایج محققین نشان داد که اسپری برگی گیاه لوبیا چشم بلبلی در مرحله 2 برگچه ای با ترکیبات آلی اثر معنی داری را بر رشد رویشی داشت. برگهای تیمار شده انبوه تر و شادابتر و رنگ سبز تیره تری را داشتند که به فعالیت فتوسنتزی بالاتری منتهی شد. همچنین گیاهان تیمار شده رشد میانگره‌ای بالایی داشتند که در نتیجه وزن خشک برگ، ساقه و وزن خشک گیاه درنهایت افزایش داشت. اسپری برگی با ترکیبات آلی ماندگاری قطره‌ها را روی سطح برگ افزایش داده و در نتیجه جذب عناصر غذایی توسط گیاه افزایش یافت (Astaraei et al., 2008).

padem et al (1999)در بررسی اثر محلول پاشی اسید هیومیک روی صفاتی مانند ارتفاع ساقه، تعداد برگ، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه و ریشه و تجمع NPK در برگ گیاهچه‌های بادمجان و فلفل دریافتند که قطر ساقه، تعداد برگ ها، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه و ریشه به طور معنی داری با کاربرد اسید هیومیک بر روی گیاهچه‌های فلفل و بادمجان افزایش یافت.

اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج آزمایش نشان داد که اسید هیومیک تأثیر معنی داری بر عملکرد و اجزاء عملکرد در گندم داشت (جدول4). اسید هیومیک سبب افزایش وزن بیولوژیک و عملکرد وزن دانه در بوته شد. بین کاربرد اسید هیومیک با شاهد در مورد صفات مورد اندازه گیری اختلاف معنی داری دیده شد. بیشترین وزن بیولوژیک، تعداد دانه و وزن سنبله بدون اختلاف معنی دار از غلظت‌های 200 و 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک به دست آمد و کمترین میانگین داده‌ها در صفات مورد نظر از شاهد به دست آمد بین شاهد و غلظت 100 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک هم تفاوت معنی داری دیده نشد. وزن دانه در گیاه و وزن هزرا دانه روندی مشابه داشته و موثرترین غلظت اسید هیومیک در این دو صفت 300 میلی گرم در لیتر بود. اسید هیومیک همچنین بر درصد سنبلچه‌های نابارور نیز اثر مثبت داشت، به طوری که کمترین درصد سنبلچه نابارور 19/49 و 17/30 درصد به ترتیب از غلظت 200 و 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک بدون اختلاف معنی دار به دست آمد و بیشترن درصد (55%) مربوط به شاهد بود (جدول4).

نتایج آزمایشات محققین در تایید نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان داد که در بررسی اثر اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم و ذرت Sharif (2002) دریافت که اضافه کردن 0/5 تا 1 کیلوگرم درهکتار اسید هیومیک به ترتیب عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک گندم و ذرت را افزایش معنی داری داد. اضافه کردن 0/5 کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک عملکرد دانه را 25 درصد نسبت به شاهد بالا برد. پس از برداشت نیزمشخص شد که محتوی نیتروژن و فسفر موجود در اندام‌های این دو گیاه تیمار شده با اسید هیومیک افزایش معنی داری داشت. این اثرات سودمند اسید هیومیک از طریق قدرت کلات کنندگی عناصر غذایی و اثر بر خصوصیات بیولوژیکی و فیزیولوژیکی خاک ظاهرشد. اسید هیومیک در غلظت‌های کم و در کنار سایر کودها از جمله NPK اثر مطلوبتری بر عملکرد داشت.

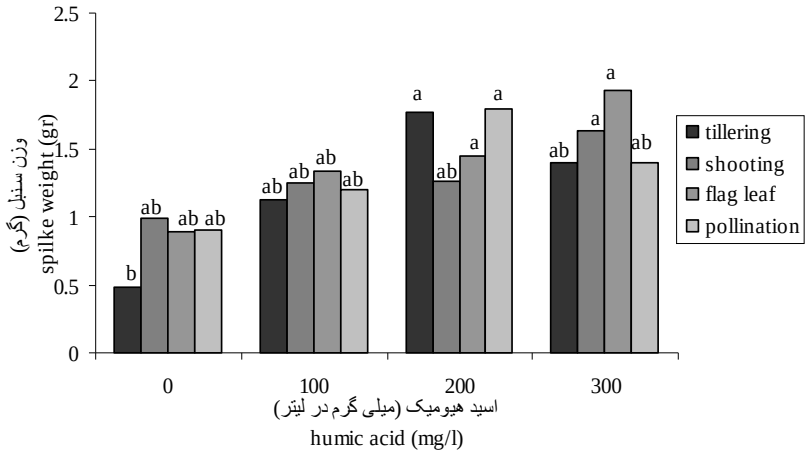
جدول 4- اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

Table 4- effect of humic acid on yield and yield component of wheat

درصد سنبلچه نابارور No prolific spiklet present	وزن هزار دانه (گرم) Seed thousand weight (g)	وزن دانه (گرم در گیاه) Seed whieght (g/plant)	وزن سنبله (گرم در گیاه) Spike weight (g/ plant)	تعداد دانه در سنبله Seed number in spike	وزن بیولوژیکی (گرم در گیاه) Biological weight (g/plant)	اسید هیومیک (میلی گرم در لیتر) Humic acid (mg/l)
55.020c	31.040b	0.651c	0.817b	21.580b	1.523c	0
30.960b	39.650b	0.931b	1. 227ab	23.830b	2.017bc	100
17.300a	35.670b	0.949b	1.567a	29.190a	2.709a	200
19.490a	40.670a	1.117a	1.591a	27.820a	2.574ab	300

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال5% تفاوت معنی دار ندارند.

The differences between mean values indicated by different letters are significant ($p<0.05$)



شکل 1- اثر اسید هیومیک و زمان محلول پاشی بر وزن سنبله گندم

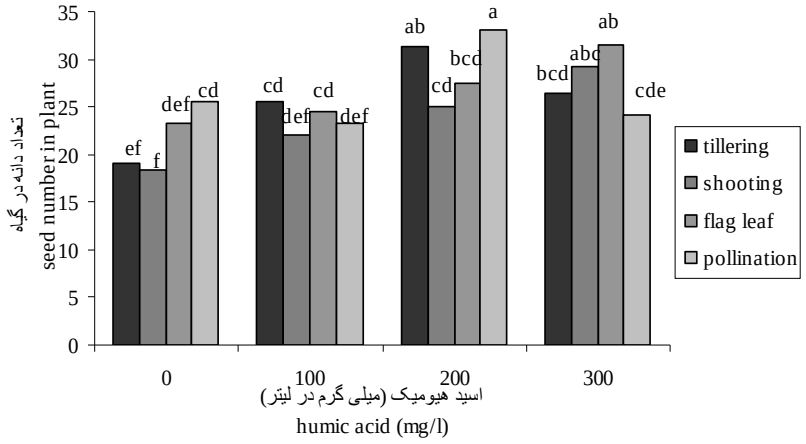
Fig. 1- Effect of humic acid and foliar application on spike weight in wheat

نتایج آزمایش نشان داد که اثر متقابل اسید هیومیک و زمان محلول پاشی بر وزن سنبله معنی دار شد ($p< 0/01$). بهترین غلظت اسید هیومیک 200 و 300 میلی گرم در لیتر بدون اختلافی معنی دار بودند. بیشترین وزن سنبله از محلول پاشی در زمان ظهور برگ پرچمی با غلظت 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک و محلول پاشی در زمان گرده افشانی با غلظت 200 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک به دست آمد (شکل 1). محلول پاشی در دو زمان پنجه زنی و ظهور برگ پرچمی با غلظت 200 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک نیز بدون اختلاف معنی دار از نظر آماری همان نتایج را بدنبال داشت. کمترین میانگین داده‌ها مربوط به شاهد بود که بین شاهد و غلظت 100 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک تفاوت معنی داری وجود نداشت (شکل 1). بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده برای رسیدن به سنبله هایی با وزن نهایی بیشتر محلول پاشی با غلظت 200 میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک در زمان پنجه زنی بهتر می‌باشد چون هم با مصرف اسید هیومیک کمتر توجیه اقتصادی داشته و هم با توجه به زمان محلول پاشی ورود به مزرعه و عمل محلول پاشی به آسانی صورت خواهد گرفت. و اگر بنا به دلایلی محلول پاشی در این زمان امکان پذیر نشد بهتر است در زمان توسعه کامل برگ پرچم با غلظت 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک برای حصول بهترین نتیجه اسید هیومیک محلول پاشی شود.

تعداد دانه در گیاه یکی دیگر از اجزا عملکرد در گندم است که افزایش آن سبب افزایش نهایی در عملکرد خواهد شد. نتایج آزمایش نشان داد که اسید هیومیک اثر معنی داری بر تعداد دانه در سنبله داشت ($p<0/01$). بیشترین تعداد دانه (33 عدد) از محلول پاشی غلظت 200 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک در زمان گرده افشانی به دست آمد (شکل 2). پس از آن غلظت 200 میلی گرم در لیتر در زمان

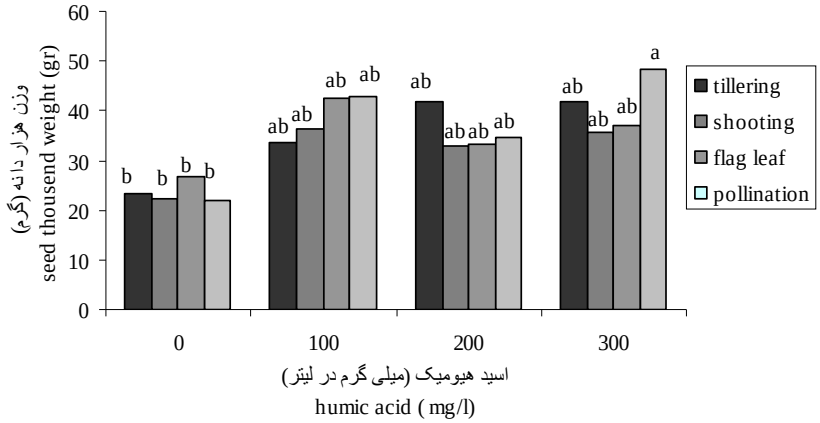
پنجه زنی و غلظت 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک در زمان ظهور برگ پرچمی بیشترین میانگین داده‌ها را در صفت مذکور به خود اختصاص داد. کمترین میانگین داده‌ها (18/99 دانه در گیاه) مربوط به شاهد و زمان پنجه زنی بود. محلول پاشی در زمان‌های پنجه زنی و گرده افشانی با غلظت 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک و زمان ظهور برگ پرچمی با غلظت 200 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک تفاوت معنی داری از نظر آماری نداشتند ولی اختلاف آن‌ها با غلظت 100 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک و شاهد معنی‌دار بود و نسبت به آن‌ها میانگین داده بالاتری را در صفت مورد نظر به خود اختصاص داد (شکل 2). بنابراین بهترین غلظت اسید هیومیک برای رسیدن به تعداد دانه بیشتر را می‌توان 200 میلی گرم در لیتر و بهترین زمان محلول پاشی را مرحله 50 درصد پنجه زنی دانست.

آخرین و مهمترین جزء عملکرد در گندم وزن هزار دانه می‌باشد نتایج آزمایش نشان داد که اثر محلول پاشی اسید هیومیک در طی دوره رشد بر وزن هزار دانه گندم اثر معنی داری داشت ($p< 0/05$). بین سطوح مختلف اسید هیومیک و شاهد اختلاف معنی داری دیده شد. بیشترین تأثیر اسید هیومیک بر وزن هزار دانه گندم از محلول پاشی در مرحله گرده افشانی و با غلظت 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک به دست آمد. بین سایر سطوح اسید هیومیک و محلول پاشی در سایر مراحل رشدی اختلاف معنی داری از نظر آماری دیده نشد ولی به هر حال محلول پاشی اسید هیومیک سبب رسیدن به وزن هزار دانه بالاتری در گندم شد (شکل3).



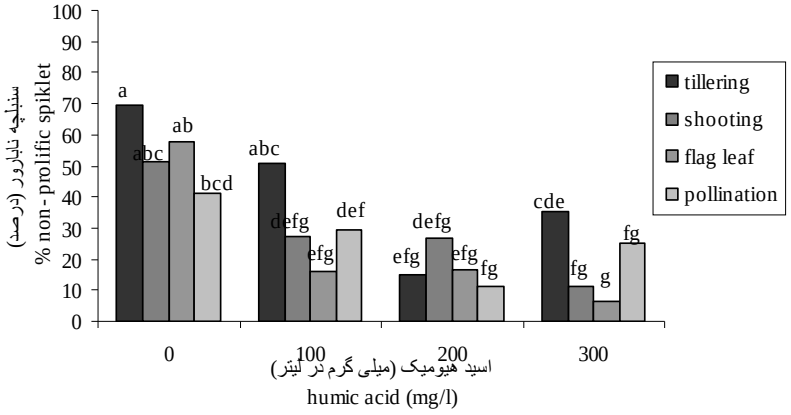
شکل2- اثر اسید هیومیک و زمان محلول پاشی بر تعداد دانه در گندم

Fig. 2- Effect of humic acid and foliar application time on seed number in wheat



شکل3- اثر اسید هیومیک و زمان محلول پاشی بر وزن هزار دانه گندم

Fig. 3- Effect of humic acid and foliar application time on seed thousand weight in wheat



شکل4- اثر اسید هیومیک و زمان محلول پاشی بر درصد سنبلچه نابارور گندم

Fig. 4- Effect of humic acid and foliar application time on non- prolific spiklet in wheat

نتایج نشان داد که اسید هیومیک و محلول پاشی آن در طی دوره رشد اثر معنی داری بر درصد سنبلچه نابارور گندم داشت ($p<0/05$). از آنجا که کمترین درصد سنبلچه نابارور در سنبله صفت مطلوبی برای افزایش عملکرد در گندم محسوب می‌شود نتایج نشان داد که کمترین درصد از از محلول پاشی غلظت 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک در مرحله 50 درصد ظهور برگ پرچمی به دست آمد (شکل4). پس از آن محلول پاشی با غلظت 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک در مراحل ساقه رفتن و گرده افشانی و با غلظت 200 میلی‌گرم در لیتر در مرحله گرده افشانی منجر به حصول کمترین سنبلچه نابارور در گیاه شد. بیشترین تعداد سنبلچه نابارور مربوط به تیمار شاهد بود. محلول پاشی اسید هیومیک با غلظت 100 میلی‌گرم در لیتر نیز سبب کاهش درصد سنبلچه نابارور در گیاه نسبت به شاهد شد که بیشترین تأثیر خود را از محلول پاشی در مرحله 50 درصد پنجه زنی داشت. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده موثرترین زمان محلول پاشی برای رسیدن به کمترین درصد سنبلچه نابارور در گیاه مرحله گرده افشانی و با غلظت 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک می‌باشد (شکل4).

نتایج این تحقیق با یافته‌های بسیاری از دانشمندان مطابقت دارد. Brownell et al. (1987) در یک آزمایش مزرعه ای اثر ترکیب هیومیکی استخراج شده از لیگنیت اکسید شده را بر عملکرد گوجه فرنگی، پنبه و انگور بررسی کردند و دریافتند که اسید هیومیک متوسط عملکرد گوجه فرنگی و پنبه را به ترتیب به میزان 10 و 11 درصد نسبت به شاهد (عدم تیماردهی) افزایش داد و همچنین در ارقام مختلف انگور افزایش عملکرد از 3 تا 70 درصد نسبت به شاهد گزارش شد. تیمار غده‌های سیب زمینی با محلول 10 درصد نیز سبب افزایش عملکرد به میزان 30 تا 40 درصد نسبت به شاهد شد و هر دو تیمار سیب زمینی با اسید هیومیک سبب افزایش معنی داری در تعداد و کیفیت غده‌های سیب زمینی شد (Crowford et al.,1968) در آزمایشی اثر محلول پاشی اسید هیومیک و نیتروژن بر گندم دوروم را مورد بررسی قرار داد و دریافت که عملکرد دانه، باروری سنبله و محتوی پروتئین دانه در هر دو تیمار افزایش یافت که این افزایش در محلول پاشی نیتروژن با اسید هیومیک به صورت همزمان بسیار بیشتر بود. همچنین اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد شد (Delfine et al., 2005).نتایج آزمایشات در بررسی اثر اسید هیومیک بر روی گندم نشان که تعداد دانه، ارتفاع گیاه و تعداد سنبله از صفاتی بودند که بیشترین پاسخ را به اسید هیومیک نشان دادند. همچنین در تاریخ‌های کشت دیر هنگام (شرایط تنش)، هیبرید مورد آزمایش میانگین عملکرد پایین تری را نسبت به شرایط مطلوب داشت (ulukan, 2008). Jones et al. (2004) در آزمایشی در بررسی اثر اسید هیومیک بر عملکرد گندم بهاره دریافتندکه اسید هیومیک دسترسی به فسفر و سایر عناصر غذایی را افزایش داد و همچنین سبب افزایش معنی داری در عملکرد شد. البته نتایج نشان داد که افزایش غلظت اسید هیومیکی مصرفی سبب کاهش دسترسی به فسفر و مقادیر خیلی بالا اثر معنی داری بر عملکرد نداشتند و اسید هیومیک بهترین اثر را در مقادیر پایین نشان داد. نتایج آزمایشات نشان داد که اسید هیومیک اثرات مستقیم و مثبتی را بر رشد و عملکرد گندم (Vaughan & Linehan, 2004)، نخود (Vaughan, 1974) و کاسنی (valdrighi et al, 1996) داشت. Aydin et al. (1999) اثر هومات پتاسیم را بر میزان ماده خشک، ترکیب عناصر و جذی عناصر غذایی در ذرت و آفتابگردان بررسی کردند. نتایج نشان داد که اثر هومات پتاسیم بر محتوی ماده خشک، عملکرد و ساخت عناصر ضروری در هر دو گیاه معنی دار بود. به طور کلی در این تحقیق بهتر غلظت اسید هیومیک در رسیدن به بالاترین خصوصیات

رشدی گیاه از جمله وزن تر و خشک انـدام هـوایی، ارتفـاع سـاقه و سطح برگ غلظت های200 و300 میلی گرم در لیتر بود و مـی‌تـوان گفت که اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر صفات اندازه گیری شده بیشتر از اثر زمان محلول پاشی بـود زیـرا در عملکـرد و اجـزای عملکرد نیز در بیشتر صفات غلظت‌های 200 و 300 میلی گرم در لیتر اسید هیومیک بدون اختلاف معنی دار موثر بوده و پراکندگی نتایج در زمان محلول پاشی بیشتر بود. با این حال با نگاهی به غالب صـفات می‌توان نتیجه گرفت که زمان‌های ظهور برگ پرچمی و بعـد از آن ساقه روی از اهمیت بیشـتری در کـاربرد اسـید هیومیـک برخـوردار هستند.

منابع

1- Astaraei, A.R., Ivani, R., 2008. Effect of organic sources as foliar spray and root media on nutrition of cowpea plant. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 3, 352-356.
2- Aydin. A., Turan, M., Sezen., Y., 1999. Effect of fulvic+humic application on yield nutrient uptake in sunflower (*Heliantus annuus*) and corn (*Zea mays*). Soil Sci. 6, 249-252.
3- Brownell, J.R., Nordstrom, O., Marihart, I., Jorgensen, G., 1987. Crop responses from two new Leonardite extracts. Sci.Total Environ. 62, 492-499.
4- Chen, Y., Aviad, T., 1990. Effects of humic Substances on Plant Growth, in: MacCarthy, P et al. (Eds), Humic Substances in Soil and Crop Sciences, Selected Readings. Amer. Soc. Of Agron., Madison WI, 161-186.
5- Crowford, J.H., Senn, T.L., Stembridge, G. E., 1968. The Influence of Humic Acid Fractions on Sprout Production and Yield of the Carogold Sweet Potato. S. Carolina Ag. Exp. Sta. Tech. Bull. 1028.
6- Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., Alvino, A., 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agron. Sustain. 25, 183-191.
7- Dursun, A., Guvenc, I., 2000. Effects of different levels of humic avid on seedling growth of tomato and eggplant. ISHS Acta Hort. 491.
8- Fernandez-Escobar, R., M. Benlloch, D. Barrancd, A. Duenas, AND J.A. Guterrez Ganan. 1996. Response of olive trees to foliar application of humic substances extracted from leonardite. Scientia Horticulture 66, 191-200.
9- Jones, C.A., Jacobsen, J.S., Mugaas, A., 2004. Effect of humic acid phosphorus availability and spring wheat yield. Fact. Fertilizer. 32.
10- Hasanzade daluie, M. 1994. Effect of foliar application time with humic acid on yield, component yield protein and nitrogen remobilization and dry matter of two wheat cultivars. Ph. D. Thesis. Fac. Agri. Fedowsi Univ Mashhad., Iran. (In Persian with English summary).
11- Karakurt. Y., Unlu, Ha., Padem, H., 2008. The influence of foliar and soil fertilization humic acid on yield and quality of pepper. Plant Soil Sci.
12- Kauser, A., Azam, F., 1985. Effect of humic acid on wheat seeding growth . Environmental and Experi. Bot. 25, 245-252.
13- Mallikarjuna, M., Govindasamy, R., Chandrasekaran, S., 1987. Effect of humic acid on sorghum vulgare var. CSH-9.Current. Sci. 56, 1273.
14- Michael, K., 2001. Oxidized lignites and extracts from oxidizwd lignites in agriculture. Soil. Sci. 1-23.
15- Mishra, B., Srivastava, L.L. 1988. Physiological properties of has isolated form major soil associations of bihar. Soil. Sci. 36, 1-89.
16- Padem. H., Ocal,A., Alan, R., 1999. Effect of humic acid added foliar fertilizer on quality and nutrient content of eggplant and pepper seedlings. ISHS Acta Hort. 491.
17- Perkasem, B., Netsangtip, R., Lordkaew, S., Cheng, C., 1993. Grainset failure in boron deficient wheat. Plant and Soil 155/156, 309-312.
18- Samavat, S., Malakuti, M. 2005. Samavat, S., and Malakooti, M. 2006. important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality agriculture productions. Water and soil researchers technical issue 463: 1-13.
19- Sangeetha, M., Singaram, P., Uma Devi, R., 2006. Effect of lignite humic acid and fertilizer on yield of onion and nutrient availability. International Union of Soil Sci. 21, 163.
20- Sebahattin, A., Necdet, C. 2005., Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield components of forage Turnip (*Brassica rapa* L.) .Agronomy. J. 4, 130-133.
21- 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 Univ Peshawar, Pakistan.
22- Sladky, Z., Tichy, V., 1959. Applications of humus substances to overground organs of plants. Biol. Plant. 1, 9-15.
23- Tattini, M., . Chiarini, A., Tafani, R., Castagneto, M., 1990. Effect of humic acids on growth and nitrogen upyake of container – grown olive. (*OLEA EUROPAEA L. 'MAURINO'*). Acta Hort. (ISHS) 286, 125-128.
24- Ulukan, H., 2008. Effect of soil applied humic acid at different sowing times on some yield colponents in wheat hybrids. International Journaly of Bot. 4, 164-175.

25- Valdrighi, M.M., Pear, A., Agnolucci, M., Frassinetti, S., Lunardi, D., vallini, G., 1996. Effects of compost-derived humic acids on vegetabale biomass production and microbial growth within a plant *(Cichorium intybus)* soil system: A comparative study. Agric. Ecosyst. Environ. 58, 133-144.
26- Vaughan, D., Linehan. D.J., 2004. The growth of wheat plants in humic acid solutions under axenic conditions. Plant and Soil. 44, 445-449.
27- Vaughan. D., 1974. A possible mechanism for humic acid action on cell elongation in root segmentes of Pisum Sativum aseptic condition. Soil Bio. Biu. 6, 24-247.
28- Xudan, X. 1986. The effect of foliar application of fulvic acid on water use, nutrient uptake and wheat yield. Aust. J. Agric. Res. 37, 343-350.

Journal of Agroecology
Vol. 1, No. 2, Fall 2009, p. 53-63

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 1، شماره 2، زمستان 1388، ص. 63-53

The Effect of foliar application with humic acid on growth, yield and yield components of wheat *(Triticum aestivum L.)*

S. Sabzevari and H.R. Khazaei[*1]

Abstract

Wheat crop, considering its high planting area and consumption at national scale, demand a regular yield increase. Humic acid, as an organic acid obtained from humus and organic sources without any environmental destructive effects, improves wheat yield particularly in variable environment conditions. In order to evaluate the effects of different levels of humic acid on shoot and wheat yield, an experiment was conducted in 2008 at research greenhouse, Faculty of Agriculture, Ferdowsi university of Mashhad. A completely randomized block design with three replications was used with factorial combination of humic acid concentrations (0, 100, 200, 300 mg/l) and four foliar application times (tillering, stem elongation, flag leaf appearance and anthesis). The results showed that the effect of foliar application of humic acid at different times was significant for shoot dry and fresh weights, leaf area, shoot length and chlorophyll content. The highest shoot dry and fresh weights, leaf area and shoot height obtained from foliar application of 300 mg/l humic acid concentration at flag leaf appearance time; and maximum chlorophyll content was obtained at 200 mg/l humic acid at flag leaf. The highest biological and seed weight was obtained at 200 and 300 mg/l humic acid. The most effective time for foliar application to reach maximum spike length and weight, spiklet number, seed number and seed thousand weight was flag leaf emersion time. The lowest percentage of non-prolific spiklet obtained at 300 mg/l humic acid concentration at stem elongation time.

Keywords: Humic acid, Wheat, Yield

1- A Contribution from Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(* - Corresponding Auhtor Email: Khazaie41@Yahoo.Com)