نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره۳ ، مرداد - شهریور ۱۳۸۹، ص ۴۸۰-۴۷۳

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 3, July – Aug. 2010, p. 473-480

مطالعه اثر اسید هیومیک بر جوانه زنی چهار رقم گندم پاییزه (سایونز و سبلان) و بهاره (چمران و پیشتاز)

سمیرا سبزواری[۱*]- حمیدرضا خزاعی[۲]- محمد کافی[۳]

تاریخ دریافت: ۸۸/۱/۲۳
تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۱۹

چکیده

اسید هیومیک به عنوان یک اسید آلی بدون اثرات مخرب زیست محیطی عامل افزایش سرعت جوانه زنی و استقرار گندم می باشد . این مطالعه با هدف بررسی اثر اسید هیومیک بر شاخص های جوانه زنی ارقام مختلف گندم در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار در آزمایشگاه گیاهان زراعی ویژه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارها شامل سه غلظت اسید هیومیک (۳۶، ۵۴ و ۷۲) میلی‌گرم در لیتر به همراه شاهد (آب مقطر) و دو رقم گندم پاییزه (سبلان و سایونز) و دو رقم بهاره (پیشتاز و چمران) بودند. بذور پس از ضدعفونی، در پتری های با سطوح مشخص اسید هیومیک قرار داده شد و شمارش جوانه زنی تا ۸ روز ادامه یافت. نتایج نشان داد که بین غلظت های متفاوت اسید هیومیک در مورد صفات اندازه گیری شده به جز درصد جوانه زنی تفاوت های معنی داری وجود دارد ($p< ۰/۰۱$). نتایج همچنین نشان داد که غلظت ۵۴ میلی‌گرم اسید هیومیک در لیتر ، بیشترین سرعت جوانه زنی، شاخص بنیه گیاهچه، طول ریشه چه و وزن خشک ساقه چه و نسبت طول ریشه چه به ساقه چه را به خود اختصاص داد. ارقام مختلف در مورد تمام صفات به جز سرعت جوانه زنی با هم تفاوت معنی داری داشتند ($p< ۰/۰۱$). بهترین غلظت اسید هیومیک برای افزایش سرعت جوانه زنی، طول و وزن خشک ریشه چه و کاهش متوسط زمان لازم برای جوانه زنی و ، غلظت ۵۴ میلی‌گرم در لیتر می باشد و رقم پیشتاز و سایونز با داشتن بالاترین میانگین برای صفات مورد اندازه گیری به ترتیب ارقام بهاره و پاییزه با بیشترین پاسخ به اسید هیومیک معرفی می شوند.

واژه های کلیدی: اسید هیومیک، جوانه زنی، گندم

مقدمه

گندم به عنوان یکی از مهمترین گیاهان زراعی از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده و افزایش در سرعت و درصد جوانه زنی بذور گندم به عنوان یک عامل موثر در بهبود استقرار گیاه می باشد (۳). استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه ای در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارند. همچنین به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند (۲). اسید هیومیک و اسید فولویک از منابع مختلف نظیرخاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، زغال سنگ و غیره استخراج می شوند که در اندازه مولکولی و ساختار شیمیایی متفاوت اند (۲۳).

اسید هیومیک با وزن مولکولی۳۰ – ۳۰۰ کیلودالتن و اسید فولویک با وزن مولکولی کمتر از۳۰ کیلو دالتن به ترتیب سبب تشکیل کمپلکس پایدار نا محلول و محلول با عناصر کم مصرف می گردند (۲۰). باروری خاک به طور زیاد به محتوی مواد آلی وابسته است. اسید هیومیک اثرات سودمندی روی خاک و گیاه دارد وبا کلات کردن عناصر ضروری سبب افزایش جذب آنها شده و باروری خاک و عملکرد گیاهان را افزایش می دهد (۱۴). در ارتباط با اثرات مفید ترکیبات هیومیکی بر بهبود رشد گیاهان گزارش شده است که غلظت های کم (۵۰-۶۰ میلی‌گرم در لیتر) اسید هیومیک رشد گیاه را به صورت معنی داری افزایش می دهد (۱۷ و۳۰). طی بررسی انجام شده (۶) اسید هیومیک در غلظت ۵۴ میلی‌گرم در لیتر ، سبب افزایش معنی دار در رشد ریشه چه و ساقه چه های گندم از طریق افزایش جذب آب و مواد غذایی شد. در تیمار بذور کاهو و گوجه فرنگی در پتری دیش های حاوی اسید هیومیک وزن خشک و تر گیاهچه های کاهو به طور معنی داری افزایش یافت که این اثر می تواند به طویل شدن سلول و کارایی بیشتر در جذب آب مربوط باشد، در حالیکه

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول :Email:samira.sabzevari63@gmail.com)

گیاهچه های گوجه فرنگی در وزن خشک و تعداد بذور جوانه زده تفاوت معنی داری را در پاسخ به اسید هیومیک نشان ندادند (۲۱). کاربرد اسید هیومیک در سویا (۱۱) باعث افزایش جذب آب، سرعت جوانه زنی و تنفس شد. پیکولو و همکاران (۲۱) گزارش کردند که سرعت و درصد جوانه زنی بذور کاهو و گوجه فرنگی تیمار شده در پتری دیش های حاوی اسید هیومیک (استخراج شده از لیگنیت اکسید شده)، افزایش یافت. تیمار اسید هیومیک در گندم از طریق کلات کردن عناصرکلسیم و منیزیم در خاک باعث افزایش دسترسی ریشه به این عناصر می شود (۱۵ و۳۱). همچنین از طریق اثر بر فعالیت آنزیم های ریشه، باعث تقویت سیستم ریشه گیاهان می شود (۱۲). در مطالعات انجام شده با فسفر۳۲ نشان دار، در غلظت های ۵ تا ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک جذب فسفر توسط ریشه چه افزایش داشت اما در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر میزان جذب کاهش یافت. اسید هیومیک همچنین از فعالیت آنزیم هایی از قبیل کربوکسی پپتیداز فسفاتاز جلوگیری می کند (۱۶). واگان و لینه هان (۲۹) نشان دادند که اسید هیومیک نشاندار با کربن۱۴ بیشتر به وسیله ریشه گندم جذب می شود و و درصد کمی به ساقه انتقال می یابد. آزمایشات نشان داد که با کاربرد ترکیبات هیومیکی رشد ریشه بیشتر از ساقه تحت تأثیر قرار می گیرد (۱۷). افزایش وزن ریشه نقش مهمی در حفظ محتوی مواد آلی در خاکهای با حاصلخیزی کم ایفا می کند و بنابراین هر گونه افزایش در پروفیل ریشه و بهبود سرعت در جوانه زنی در دسترسی بهتر به عناصر خاک و بهبود استقرار گندم نتیجه خواهد داد (۱۴). هدف از اجرای این آزمایش مطالعه اثر غلظت های مختلف اسید هیومیک بر پارامترهای جوانه زنی و وزن تر و خشک ریشه چه و ساقه چه ۴ رقم گندم جهت تعیین بهترین پاسخ ارقام به غلظت اسید هیومیک بود.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۷ در آزمایشگاه گیاهان زراعی ویژه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. دراین آزمایش ۴ رقم گندم سایونز و سبلان (ارقام پاییزه)، چمران و پیشتاز (ارقام بهاره) مورد بررسی قرار گرفتند که از مرکز تحقیقات و منابع طبیعی خراسان رضوی تهیه شد. بذور با محلول هیپوکلریت سدیم ۳ درصد به مدت ۶۰ ثانیه ضدعفونی و پس از آن با آب مقطر آبکشی شدند. اثر اسید هیومیک در ۴ غلظت ۰، ۳۶ ، ۵۴ و ۷۴ میلی‌گرم در لیتر با استفاده از پودر هیومکس ۸۰٪ (حاوی ۸۰٪ اسید هیومیک و ۲۰٪ اسید فولویک) اعمال شد (۱۲). تعداد بذور در هر پتری دیش ۲۵ عدد در نظر گرفته شد و به منظور رفع اثرات منفی تبخیر به هر ظرف در طی دوره آزمایش (۸ روز) محلول اسید هیومیک با غلظت تعیین شده به صورت روزانه یا روز درمیان اضافه گردید، به طوری که بذور در تماس با محلول بوده ولی حالت غرقاب نداشتند. آزمایش در دمای ۲±۲۰ درجه سانتیگراد در انجام شد. بذرها به صورت روزانه بازبینی و تعداد بذور جوانه زده (دارای طول ریشه چه ۲-۱ میلی متر) ثبت شد. در روزآخر شمارش (روز هشتم) نیز طول ریشه چه و ساقه چه و وزن خشک آن ها اندازه گیری شد و تعداد گیاهچه های طبیعی (گیاهچه هایی با ریشه چه و ساقه چه سالم که بتوانند بعدا در شرایط مزرعه گیاه کاملی را به وجود آورند) شمارش شد. بعد از اتمام دوره رشد بعضی از شاخص های مرتبط با جوانه زنی بر اساس روابط ۱ تا ۳ بدست آمد.

$$SG = \sum \frac{Ni}{Di} \quad -۱$$

که در این رابطه SG سرعت جوانه زنی، Ni بذور جوانه زده در هر روز و Di روز شمارش می باشد (۱۹).

$$MGT = \frac{\sum(nd)}{\sum n} \quad -۲$$

که در این رابطه MGT متوسط زمان لازم برای جوانه زنی، n تعداد بذور جوانه زده در طی d روز، d تعداد روزها از ابتدا جوانه زنی و $\sum n$ کل تعداد بذور جوانه زده می باشد. متوسط زمان لازم برای جوانه زنی شاخصی از سرعت و شتاب جوانه زنی محسوب می گردد (۸).

۳- شاخص بنیه گیاهچه[۳] (SVI) که در انتهای دوره آزمایش طول گیاهچه و ریشه چه تعیین و بر اساس رابطه

(میانگین طول ساقه اولیه+ میانگین طول ریشه اولیه)× قوه نامیه = SVI شاخص بنیه گیاهچه محاسبه شد (۹ و۲۲). در این رابطه قوه نامیه، درصد جوانه زنی نهایی است.

تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار MINITAB (ver,13.1) و مقایسات میانگین با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. جهت رتبه بندی ارقام به این صورت عمل شد که به گروهی که در آزمون دانکن حرف a گرفتند رتبه ۱، به گروهab رتبه ۱/۵، به گروه abc رتبه۱/۶۶، به گروه abcd رتبه ۱/۷۵، به گروه abcde رتبه ۱/۸ و به گروه b رتبه ۲ و ... تعلق گرفت در صورت معنی دار نبودن میانگین ها رتبه ۱ به میانگین داده شد و با فرض یکسان بودن سهم صفات، رتبه ها با یکدیگر جمع و در نهایت رتبه نهایی هر رقم تعیین شد(۱). بر این اساس رتبه کمتر نشانگر پاسخ مثبت بیشتر به اسید هیومیک است.

نتایج و بحث

درصد جوانه زنی: اثر غلظت اسید هیومیک بر درصد جوانه زنی گندم معنی دار نبود (جدول ۱) ولی اختلاف ارقام از نظر درصد جوانه زنی معنی دار بود ($P< ۰/۰۱$). بیشترین درصد جوانه زنی مربوط به

ارقام سبلان و سایونز بود که از بین این دو رقم، رقم سبلان با داشتن حدود ۹۸٪ جوانه زنی رتبه اول را داشت. ، رقم پیشتاز نیز درصد جوانه زنی بیشتری را نسبت به چمران داشت. نتایج این آزمایش با نتایج سایر محققین مطابقت داشت بطوریکه در طی آزمایشی بذور کاهو و گوجه فرنگی با غلظت های ۴۰ تا ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک تیمار شدند. تعداد بذور جوانه زده و سایر خصوصیات جوانه زنی اندازه گیری شد و مشخص شد که اسید هیومیک افزایش معنی داری در درصد و سرعت جوانه زنی بذور گوجه فرنگی و کاهو ایجاد نکرد. ولی وزن تر گیاهچه افزایش معنی داری نشان داد (۲۱). نتایج آزمایشات نشان داد که درصد جوانه زنی دو رقم جو تحت شرایط استرس رطوبتی به خوبی سرعت جوانه زنی افزایش معنی داری داشت (۷).

سرعت جوانه زنی[1]: اثر مقادیر مختلف اسید هیومیک بر سرعت جوانه زنی معنی دار بود ($P<0/05$). به نحوی که غلظت ۵۴ میلی‌گرم در لیتر بیشترین سرعت جوانه زنی و تیمار شاهد (آب مقطر) کمترین سرعت جوانه زنی را دارا بودند (جدول۱). سرعت جوانه زنی در غلظت های ۳۶ و ۷۲ میلی‌گرم اسید هیومیک در لیتر نسبت به غلظت ۵۴ میلی‌گرم در لیتر کاهش نشان داد. پیکولو و همکاران (۲۱) نشان دادند که افزایش معنی داری در سرعت و درصد جوانه زنی بذور کاهو و گوجه فرنگی تیمار شده در پتری دیش های حاوی اسید هیومیک استخراج شده از لیگنیت اکسید شده دیده شد. تیمار لوبیا با اسید هیومیک سرعت جوانه زنی بذور را به صورت معنی داری افزایش می دهد (۱۳). ارقام تحت بررسی از نظر سرعت جوانه زنی در واکنش به غلظت اسید هیومیک با هم اختلاف معنی دار داشتند ($P< 0/01$). ارقام سبلان و پیشتاز بیشترین و رقم چمران کمترین سرعت جوانه زنی را داشتند. رقم سایونز نیز با میانگین ۱۴/۷ سرعت جوانه زنی متوسطی را بین ارقام دارا بود (جدول۱) . اثرات متقابل اسید هیومیک و رقم بر سرعت جوانه زنی معنی دار بود ($P< 0/05$). به طور کلی ارقام پیشتاز و سبلان واکنش مناسب تری به اسید هیومیک از نظر صفت مذکور نشان دادند که تفاوت بین تأثیر سطوح مختلف اسید هیومیک در این دو رقم چشمگیر نبود ولی بالاترین میانگین را رقم پیشتاز در غلظت ۵۴ میلی‌گرم در لیتر نشان دادند. رقم چمران کمترین پاسخ را به اسید هیومیک نشان داد به طوری که بین تیمار شاهد و سطوح مختلف اسید هیومیک در این رقم نسبت به صفت مذکور تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول۱). رقم پیشتاز قابلیت بیشتری در استفاده از اسید هیومیک را داشت و همین عامل باعث داشتن بیشترین سرعت در جوانه زنی این رقم بود.

متوسط زمان لازم برای جوانه زنی[2]: اثر اسید هیومیک بر متوسط زمان لازم برای جوانه زنی معنی دار شد ($P<0/01$). به طوریکه اسید هیومیک متوسط زمان لازم برای جوانه زنی را نسبت به آب مقطر کاهش داد که به عنوان یک عامل موثر در استقرار سریع گیاه محسوب می شود (جدول۱). کمترین زمان لازم برای جوانه زنی مربوط به غلظت ۵۴ میلی‌گرم در لیتر بود و بیشترین زمان به تیمار شاهد اختصاص یافت. غلظت های ۳۶ و ۷۲ میلی‌گرم در لیتر هم بدون اختلاف معنی دار باز هم سبب کاهش متوسط زمان لازم برای جوانه زنی شدند. نتایج آزمایشات نشان داد که کاربرد اسید هیومیک درسویا (۱۱) باعث افزایش جذب آب، سرعت جوانه زنی و تنفس شد که افزایش در سرعت جوانه زنی این بذور سبب کاهش متوسط زمان جوانه زنی می شود. آیسو و همکاران (۷) در بررسی اثر مقادیر مختلف اسید هیومیک بدست آمده از پسماندهای شهری و اسید هیومیک بدست آمده از منابع آلی(لئوناردیت و پیت) روی جوانه زنی بذور جو و تنباکو دریافتند که اسید هیومیک بدست آمده از پسماندهای شهری نقش تنظیم کنندگی بیشتری روی سرعت جوانه زنی و کاهش زمان جوانه زنی بذور داشت. ژنوتیپ ها هم در صفت مذکور با هم اختلاف معنی دار داشتند ($P< 0/01$). کمترین و بیشترین زمان لازم برای جوانه زنی به ترتیب مربوط به رقم پیشتاز و سبلان بود. ارقام چمران و سایونز هم از نظر صفت مذکور اختلاف معنی دار با هم نداشتند (جدول۱) و رقم پیشتاز با داشتن سرعت جوانه زنی بالا کمترین زمان لازم برای جوانه زنی را دارا می باشد.

شاخص بنیه گیاهچه[3]: این شاخص نشان دهنده بنیه و قدرت گیاهچه ها است که نشان دهنده ایجاد و قوی که در یک گیاه کامل می باشد. اثر اسید هیومیک بر شاخص بنیه گیاهچه معنی دار شد ($P< 0/01$). غلظت ۵۴ میلی‌گرم در لیتراسید هیومیک، بیشترین شاخص بنیه گیاهچه را به خود اختصاص داد و بین دو غلظت ۳۶ و ۷۲ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی داری وجود نداشت لذا اسید هیومیک سبب ایجاد شاخص بنیه گیاهچه بیشتری نسبت به شاهد شد (جدول۱). افزایش شاخص بنیه گیاهچه را می توان به عنوان یک عامل مطلوب و مهم در جوانه زنی و استقرار گیاه تلقی کرد که سبب ایجاد سطح سبز یکنواخت در مزرعه خواهد بود. جانستن و واکس (۱۰)، در مطالعات خود بر روی بذر سویا گزارش نموده اند که نتایج به دست آمده از آزمون های بذر در آزمایشگاه همبستگی مثبت و معنی داری را با درصد گیاهچه های سبز شده و عملکرد دانه در مزرعه دارد. این رابطه در شرایط مطلوب محیطی نسبت به شرایط نامطلوب بیشتر صادق بوده است. در آزمایشی اثر اسید هیومیک و کلسیم روی جوانه زنی بذور گوجه فرنگی بررسی شد و نتایج نشان داد که اسید هیومیک رشد و محتوی نیتروژن و کلسیم گیاهچه و میزان نیتروژن و پتاسیم ریشه چه را افزایش داد (۲۸). ارقام مختلف هم از نظر شاخص بنیه گیاهچه تفاوت معنی دار را با یکدیگر نشان دادند ($p< 0/01$). رقم پیشتاز بیشترین شاخص بنیه گیاهچه را دارا بود و کمترین شاخص مربوط به رقم چمران بود.

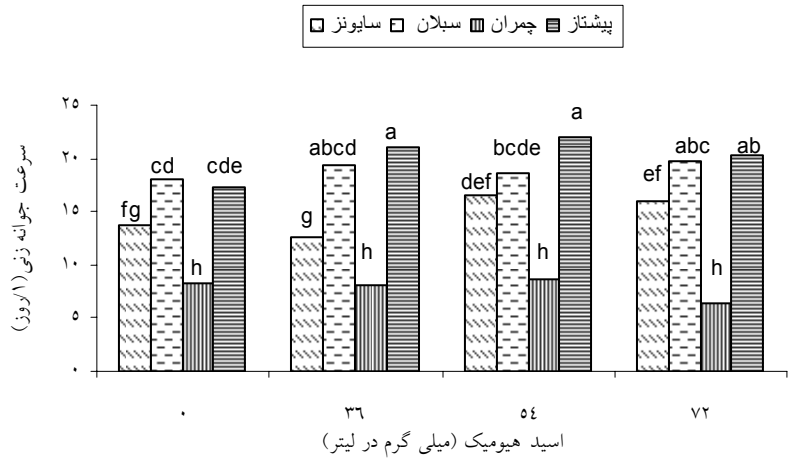
1- Germination Speed
2- Mean Germination Time
3- Seedling Vigor Index

جدول۱ - میانگین اثرات اصلی رقم و غلظت اسید هیومیک بر شاخص های جوانه زنی گندم در شرایط آزمایشگاهی

رقم	PG درصد	SG تعداد/روز	MGT روز	SVI –
سایونز	۸۹/۲۵^{b}	۱۴/۷۰^{b}	۲/۱۱ ^{b}	۱۰۴۸^{b}
سبلان	۹۷/۷۵^{a}	۱۸/۹۰^{a}	۱/۶۴^{c}	۱۱۹۰^{b}
چمران	۴۷/۷۵ ^{c}	۷/۸۳^{c}	۲/۱۴^{b}	۸۳۷/۹^{c}
پیشتاز	۹۴/۷۵ ^{ab}	۲۰/۱۵^{a}	۳/۲۲ ^{a}	۲۰۸۳^{a}
اسید هیومیک(میلی‌گرم در لیتر)				
۰	۸۳/۵^{ns}	۱۴/۲۶^{b}	۲/۶۷^{a}	۹۵۲^{c}
۳۶	۸۰/۷۵^{ns}	۱۵/۳۱^{ab}	۲/۳۰ ^{b}	۱۳۷۶ ^{b}
۵۴	۸۳/۲۵^{ns}	۱۶/۴۲ ^{a}	۲/۱۰^{b}	۱۵۹۱ ^{a}
۷۲	۸۲/۰۰ ^{ns}	۱۵/۶۰^{ab}	۲/۰۵^{b}	۱۲۴۰^{b}

در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار ندارند

شاخص بنیه گیاهچه = SVI , متوسط زمان لازم برای جوانه زنی = MGT , سرعت جوانه زنی = SG ,درصد جوانه زنی= PG



شکل ۱ - واکنش سرعت جوانه زنی ارقام گندم نسبت به سطوح اسید هیومیک (هرستون میانگین سه اندازه گیری است)

طول ریشه چه: غلظت های اسید هیومیک بر طول ریشه چه ارقام گندم تفاوت معنی داری ایجاد کردند (p<۰/۰۱). با مصرف اسید هیومیک طول ریشه چه افزایش یافت. بیشترین طول ریشه چه از تأثیر غلظت ۵۴ میلی‌گرم در لیتر و کمترین مقدار آن از شاهد به دست آمد. به صورتی که طول ریشه از ۵/۵۷ سانتیمتر در شاهد به ۹/۴۶ سانتیمتر در غلظت ۵۴ میلی‌گرم در لیتر رسید. غلظت های ۳۶ و ۷۲ میلی‌گرم در لیتر هم بر افزایش طول ریشه تأثیر معنی داری داشتند (جدول۲). نتایج دیگر محققین تایید کننده این یافته ها می‌باشد. استفان (۲۴) نشان داد که غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک باعث افزایش طول ریشه چه در گندم از ۱۳/۱ سانتی متر به ۲۰/۲ سانتی متر شد. نتایج دیگر در بررسی اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه نشان داد که بیشترین آغازش رشد ریشه در غلظت ۵۴ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک است که افزایش ظرفیت جذب ریشه در حضور اسید هیومیک، عامل افزایش رشد ریشه می باشد (۲۹). تحقیقات همچنین نشان داد که ترکیبات نیتروژنی اسید هیومیک عامل اصلی افزایش رشد ریشه چه در گیاهچه های کاهو می باشد (۳۱). ارقام نیز از نظر طول ریشه چه به طور معنی داری با هم تفاوت داشتند (p<۰/۰۱). رقم پیشتاز بیشترین و ارقام سایونز و سبلان کمترین طول ریشه چه را به خود اختصاص دادند و رقم چمران هم از نظر طول ریشه چه در رتبه دوم بعد از پیشتاز قرار گرفت (جدول۲). نتایج آزمایشات در بررسی اثر اکسین و شوری بر جوانه زنی ۳ رقم گندم نشان داد که رقم پیشتاز در مقایسه با دو رقم دیگر درصد جوانه زنی، طول ساقه چه و ریشه چه بیشتری را داشت (۵).

طول ساقه چه: غلظت های مختلف اسید هیومیک از نظر طول ساقه چه تفاوتهای معنی داری را در ارقام مورد مطالعه ایجاد کرد (p<۰/۰۱). بیشترین طول ساقه چه با میانگین ۸/۲۸ سانتیمتر مربوط

به غلظت ۷۲ میلی‌گرم در لیتر بود. غلظت های ۳۶ و ۵۴ میلی‌گرم در لیتر نسبت به شاهد تفاوت معنی داری نشان نداد (جدول۲). مطالعات آزام و مالیک (۶) نشان داد که اسید هیومیک رشد بیشتر ساقه و ریشه را در گندم سبب می شود و با این حال رشد ریشه بیشتر از رشد ساقه تحت تأثیر قرار می گیرد. استفان و چارلز (۲۴) نشان دادند که غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک باعث افزایش طول ساقه از ۲۰/۹ به ۵۱/۵ سانتی متر می شود. ارقام نیز از لحاظ طول ساقه چه با یکدیگر تفاوت معنی داری داشتند ($p<۰/۰۱$). رقم پیشتاز بیشترین طول ساقه چه را داشت و ارقام سبلان و چمران اختلاف معنی داری با هم نداشتند و کمترین طول ساقه چه مربوط به رقم سایونز بود (جدول۲). اثرات متقابل اسید هیومیک و رقم نیز بر طول ساقه چه معنی دار بود ($p<۰/۰۵$). ارقام پیشتاز و سبلان در حضوراسید هیومیک به ویژه در غلظت های ۵۴ و۷۲ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب با میانگین ۱۲/۲۴ و ۹/۹۹ سانتیمتر بیشترین طول ساقه چه را دارا بودند. کمترین طول ساقه چه مربوط به رقم سبلان با میانگین۹/۷۴ سانتیمتر در حضور آب مقطر بود. به طورکلی ارقام مختلف از نظر افزایش طول ساقه چه به تیمار اسید هیومیک پاسخ مثبت نشان دادند بطوریکه اختلاف بین ارقام در حضور غلظت های مختلف در مورد صفت مورد نظر معنی دار بود (شکل۲).

وزن خشک و تر ریشه چه: اثر غلظت اسید هیومیک بر وزن خشک و تر ریشه چه معنی دار نشد (جدول۲). ارقام از لحاظ وزن تر و خشک ریشه با هم تفاوت معنی دار داشتند($p<۰/۰۵$). رقم پیشتاز با وزن تر و خشک ریشه به ترتیب ۰/۱ و ۰/۰۱ گرم بیشترین وزن خشک ریشه را به خود اختصاص داد و سایر ارقام در مورد این صفت، اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند (جدول۲). شاید بیشتر بودن وزن هزرا دانه در رقم پیشتاز را نسبت به سایر ارقام بتوان دلیل بالا بودن میانگین صفات بالا دانست. همانطور که نتایج آزمایشات در بررسی اثر وزن هزار دانه رقم پیشتاز گندم بر صفاتی همچون طول و وزن خشک ساقه چه و ریشه چه نشان داد که در رقم پیشتاز وزن هزار دانه بیشتر منجر به افزایش معنی داری در صفات مذکور شد (۴).

آزمایشات نشان داد که به کاربردن اسید هیومیک در سویا، بادام زمینی و شبدر رشد یافته در شن، رشد ساقه، وزن خشک گره ها و به خصوص رشد ریشه را افزایش داد (۲۵). مالیکارجونا و همکاران (۱۸) نشان دادند که مقدار ۳۰ 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. شاید علت اینکه در این آزمایش اثر اسید هیومیک بر وزن تر و خشک ریشه گندم معنی دار نشد و با نتایج بدست آمده از محققین یکسان نبود این باشد که کوتاه بودن طول دوره آزمایش مانع از بروز اثرات مثبت اسید هیومیک بر ریشه شده است.

وزن تر و خشک ساقه چه: اثر اسید هیومیک بر وزن تر و خشک ساقه چه معنی دار بود ($p<۰/۰۱$). اسید هیومیک سبب افزایش معنی داری در وزن خشک ساقه چه نسبت به آب مقطر شد و بین غلظت های مختلف اسید هیومیک تفاوت معنی داری دیده نشد. بیشترین وزن تر ساقه چه از غلظت ۷۲ میلی‌گرم در لیتر با میانگین ۰/۰۷ گرم به دست آمد و کمترین وزن تر ساقه چه با ۰/۰۵ گرم مربوط به شاهد بود (جدول۲).

جدول ۲- اثرات رقم و غلظت اسید هیومیک بر خصوصیات رشد گیاهچه گندم در شرایط آزمایشگاهی

رقم	طول ریشه چه (سانتیمتر)	طول ساقه چه (سانتیمتر)	وزن خشک ریشه چه (گرم)	وزن خشک ساقه چه (گرم)	وزن تر ریشه چه (گرم)	وزن تر ساقه چه (گرم)	گیاهچه طبیعی (درصد)	نسبت طول ریشه چه به ساقه چه
سایونز	۵/۵۲ c	۶/۹۳ c	۰/۰۰ b	۰/۰۰ b	۰/۰۵ b	۰/۰۵ b	۱۵/۲۵ b	۷۸ b
سبلان	۴/۴۴ c	۷/۷۴ bc	۰/۰۰ b	۰/۰۱ a	۰/۰۵ b	۰/۰۶ ab	۱۶/۵۶ ab	۰/۵۹ c
چمران	۹/۰۶ b	۸/۳۳ b	۰/۰۰ b	۰/۰۱ a	۰/۰۵ b	۰/۰۶ ab	۸/۲۵ c	۱/۰۶ a
پیشتاز	۱۱/۱۲ a	۱۰/۸۲ a	۰/۰۱ a	۰/۰۱ a	۰/۱۰ a	۰/۰۷ a	۱۸/۳۷ a	۱/۰۳ a
			اسید هیومیک (میلی‌گرم در لیتر)					
۰	۵/۵۷ c	۶/۵۷ b	۰/۰۰ ns	۰/۰۰ b	۰/۰۵ ns	۰/۰۵ b	۱۳/۴۴ ns	۰/۸۴ b
۳۶	۸/۱۲ ab	۶/۳۴ b	۰/۰۰ ns	۰/۰۱ a	۰/۰۶ ns	۰/۰۶ ab	۱۵/۳۱ ns	۰/۸۲ b
۵۴	۹/۴۶ a	۶/۶۴ b	۰/۰۰ ns	۰/۰۱ a	۰/۰۶ ns	۰/۰۶ ab	۱۵/۸۸ ns	۰/۹۹ a
۷۲	۶/۹۹ bc	۸/۲۸ a	۰/۰۰ ns	۰/۰۱ a	۰/۰۶ ns	۰/۰۷ a	۱۳/۸۱ ns	۰/۸۰ b

در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار ندارند

پیکولو و همکاران (۲۱) بذور کاهو و گوجه فرنگی را در پتری دیش های حاوی غلظت های ۴۰ تا ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تیمار کردند و مشاهده نمودند که وزن تر همه گیاهچه های گوجه فرنگی و کاهو در حضور اسید هیومیک تا ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش داشت. اسید هیومیک سبب افزایش وزن خشک ساقه چه می شود. آزام و همکاران (۶) در طی آزمایشات خود دریافتند که بذور تیمار شده در محلول اسید هیومیک ۳۸٪ افزایش در وزن خشک ساقه را نشان داد. ارقام هم از نظر صفت مورد اندازه گیری اختلاف معنی داری با یکدیگر داشتند ($p<0/05$). بیشترین وزن خشک ساقه چه به ترتیب مربوط به ارقام سبلان، چمران و پیشتاز بدون اختلاف معنی دار با یکدیگر بود و بیشترین و کمترین وزن ترساقه چه با میانگین های ۰/۱ و۰/۰۵ گرم به ترتیب مربوط به ارقام پیشتاز و سایونز بود (جدول۲).

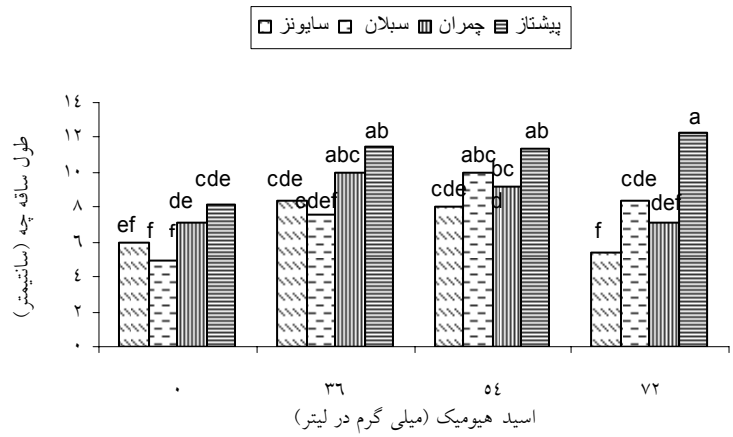
درصد گیاهچه طبیعی: درصد گیاهچه های طبیعی به عنوان یک شاخص مفید در شناسایی تعداد گیاهان کامل در سطح مزرعه و پس از کشت می باشد. نتایج نشان داد که اسید هیومیک بر درصد گیاهچه های طبیعی تأثیر معنی داری نداشت (جدول۲). تأثیر رقم بر درصد گیاهچه های طبیعی معنی دار شد و رقم پیشتاز با میانگین۱۸/۳۷ بیشترین درصد گیاهچه های طبیعی و رقم چمران با میانگین ۸/۲۵ کمترین درصد را دارا بودند (جدول۲). بالاتر بودن وزن هزار دانه در رقم پیشتاز را نسبت به سایر ارقام می توان به عنوان یک دلیل مناسب برای داشتن درصد بالاتر گیاهچه های طبیعی دانست (۴).

نسبت طول ریشه چه به طول ساقه چه: اسید هیومیک تأثیر معنی داری بر نسبت طول ریشه چه به طول ساقه داشت ($p<0/05$). بیشترین نسبت طول ریشه چه به ساقه چه از غلظت ۵۴ میلی‌گرم اسید هیومیک در لیتر به دست آمد. بین سایر غلظت ها و شاهد اختلاف معنی داری دیده نشد (جدول۲). تانی و همکاران (۲۶) در طی آزمایش روی یک زیرگونه زیتون با کاربرد ۲۰۰،۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم اسید هیومیک در گلدان به همراه ترکیبات کودی نشان دادند که اسید هیومیک نسبت ریشه به اندام هوایی را بیشتر از وزن ریشه افزایش می دهد. همچنین اسید هیومیک سبب افزایش ماده خشک اندام هوایی و ریشه در زیتون شد. ارقام نیز از نظر این صفت اندازه گیری شده با هم تفاوت معنی دار نشان دادند($p<0/01$). ارقام چمران و پیشتاز بدون اختلاف معنی دار به ترتیب با میانگین ۱/۰۶ و ۱/۰۳ بیشترین نسبت طول ریشه چه به ساقه چه را دارا بودند و رقم سایونز با میانگین ۰/۷۸ کمترین نسبت را دارا بود (جدول۲). در طی آزمایش در بررسی اثر اندازه بذر بر خصوصیات گیاهچه های ارقام مختلف گندم دیده شد که بین ارقام مختلف گندم از نظر صفات درصد و سرعت جوانه زنی، طول ساقه چه و ریشه چه، و نسبت طول ساقه چه به ریشه چه تفاوت معنی داری وجود داشت (۲۷).

رتبه بندی ژنوتیپ ها

ارقام مورد استفاده در آزمایش بر اساس پارامترهای مربوط به جوانه زنی از نظر پاسخ به اسید هیومیک رتبه بندی شدند و براساس یکسان بودن سهم صفات، رتبه نهایی از حاصل جمع رتبه ها به دست آمد. رتبه بندی ارقام نشان داد که در مجموع صفات مورد مطالعه، رقم پیشتاز بهترین امتیاز (کمترین میانگین)، (۱۵/۵۰) را به خود اختصاص داد و رقم سایونز (۳۴/۰۰) در پایین ترین رتبه (بیشترین میانگین)، قرار گرفت. در مجموع به نظر می رسد که رقم پیشتاز با در نظر گرفتن مجموع صفات واکنش مطلوبتری را در مقابل اسید هیومیک نشان می دهد (جدول۳). در مطالعه ای که روی جوانه زنی ۱۰ رقم گندم در مقاومت به خشکی انجام شد، بیان شد که مقاومت یک رقم به خشکی حاصل مجموعه ای از پارامترهای سرعت جوانه زنی، درصد جوانه زنی، طول ریشه چه و غیره می باشد و با محاسبه رتبه هر کدام از این صفات و در نهایت محاسبه رتبه کل نشان داده شد که رقم سرداری کمترین رتبه را دارا بوده و به عنوان رقم مقاوم به شرایط خشکی معرفی شد (۱).

اسید هیومیک از طریق افزایش سرعت و کاهش زمان جوانه زنی باعث بهبود جوانه زنی بذور گندم به ویژه در ارقام دیم می شود و همچنین با افزایش شاخص بنیه گیاهچه و نسبت طول ریشه چه به ساقه چه سبب افزایش استقرار گیاهچه و در نهایت بهبود سطح سبز مزرعه می شود.



شکل۲ - تاثیر سطوح اسید هیومیک بر طول ساقه چه ارقام گندم (هرستون میانگین سه اندازه گیری است

جدول۳: رتبه بندی ارقام گندم بر اساس صفات مختلف و رتبه نهایی حاصل از آنها

	رتبه PG	رتبه SG	رتبه MGT	رتبه MDG	رتبه DGS	رتبه CVG	رتبه به SVI	رتبه طول ریشه‌چه	رتبه طول ساقه‌چه	رتبه وزن خشک ریشه‌چه	رتبه وزن خشک ساقه‌چه	رتبه وزن تر ریشه‌چه	رتبه وزن تر ساقه‌چه	رتبه گیاهچه نرمال	رتبه نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه	رتبه نهایی
سایونز	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	۳/..	۱	۳/۰۰	۲/۰۰	۳/۰۰	۳/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	۳۴/۰۰
سبلان	۱/۰۰	۱/۰۰	۳/۰۰	۲/۰۰	۱	۲/۰۰	۲/۰۰	۳/۰۰	۲/۵	۲/۰۰	۱/۰۰	۲/۰۰	۱/۵	۱/۵	۳/۰۰	۲۸/۵۰
چمران	۳/۰۰	۳/۰۰	۲/۰۰	۴/۰۰	۱	۳/۰۰	۳/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	۱/۰۰	۲/۰۰	۱/۵	۳/۰۰	۱/۰۰	۳۳/۵۰
پیشتاز	۱/۵	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱۵/۵۰

متوسط جوانه زنی روزانه = MDG : متوسط زمان لازم برای جوانه زنی = MGT : سرعت جوانه زنی = SG : درصد جوانه زنی= PG
.شاخص بنیه گیاهچه = SVI : ضریب سرعت جوانه زنی = CVG : سرعت جوانه زنی روزانه = DGS

منابع

۱- سرمدنیا، غ.، ح. توکلی و ع. قربانی. ۱۳۶۷. بررسی مقاومت به خشکی توده های مختلف گندم دیم در مرحله جوانه زنی. مجموعه مقالات و نتایج اولین کنفرانس تحقیقات و بررسی مسائل دیم در ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.ص. ۵۷-۸۰ .

۲- سماوات، س. و م. ملکوتی. ۱۳۸۴. ضرورت استفاده از اسیدهای آلی(هیومیک و فولویک) برای افـزایش کمـی و کیفـی محصـولات کشـاورزی. نشریه فنی شماره۴۶۳. انتشارات سنا،تهران،ایران.

۳- کافی، م. و همکاران. ۱۳۸۳. گندم: اکوفیزیولوژی و برآورد عملکرد،(ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۴- مشتطی، ع.، ا. حجازی، م.ح.، کیان مهر، س.ا. سادات نوری، و م.ح. قرینه. ۱۳۸۸. اثر وزن بذر بر جوانه زنی و رشد گیاهچه رقـم پیشـتاز. مجلـه الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد اول. شماره ۲. ۱۳۷-۱۴۴.

5- Akbari, Gh.A., Modarres Sanavy, S.A.M., and Yousefzadeh, S. 2007. Effect of auxin and salt stress (NaCl) on seed germination ot wheat cultivars (*Triticum aestivum L.).* Pakistan Journal of Biological Sciences ,10(15): 2557-2561.

6- Azam, F. and K.A. Mauk. 1983. Effect of humic acid soaking on seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) under different conditions. *Pak. J. Bot.* 15, 31-38.

7- Ayuso, M., Hernandez, T. and C. Garcia. 1996 . Effect of humic fractions from urban wastes and other more evolved organic materials on seed germination. J-sci-food-agricv. 72 (4) : 461-468.

8- Ellis, R.H. and E.H. Roberts. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed.sci. Tech. 9: 377-409.

9- Hossain, M.A., M.K. Arefin, B.M. Khan, and M.A. Rahman.2005. Effects of seed treatments on germination and

seedling growth attributes of Horitaki *(Terminalia chebula Retz.)* in the nursery. Agriculture and Biological Sciences, 1(2): 135-141.
10- Johnston, R.R., and L.M. Wax. 1978. Relationship of soybean germination and vigour tests to field performame. Abronomy Journal 70: 273-278.
11- Iswaran, V. and P.K. Chonkar. 1971. Action of sodium humate and dry matter accumulation of soybean in saline alkali sail. In B. Novak ct al. Humus et Planta:613-615.
12- Kauser, A. and F. Azam. 1985. Effect of humic acid on wheat seeding growth . Envir and Exper. Bot 25 : 245 – 252.
13- Koo, E.S. 2006. Humic acid or fulvic acid: which organic acid accelerates the germination of the green mung beans? . California State Science Fair. 1617.
14- Liu, C. and R.J. Cooper. 2000. Humic substances influence creeping bentgrass growth. Golf Course Management. pp: 49-53.
15- Mackowiak, C.L., P.R. Grossl nd B.G. Bugbee. 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. Soil Sci.65: 1744-1750.
16- Malcolm, R.E. and D. Vaughan. 1979. Comparative effects of sail organic matter fractions on phosphatase activities in wheat roots. Plant Sail 51:117-126.
17- Malik. K.A., A. Bhattin. and F. Kauser. 1979. Effect of soil salinity on the decomposition and humification of organic matter by cellulolytic fungi. Mycologia 719: 811-820.
18- Mallikarjuna, M., R. Govindasamy. and S. Chandrasekaran. 1987. Effect of humic acid on sorghum vulgare var.CSH-9. Current Sci.56: 1273.
19-Mereddy, R., S. Hallgren, Y. Wu, and K.E. Conway. 2000. Solid matrix priming improves seedling vigor Okra seeds. Proc. Okla. Acad. Sci. 80: 33-37.
20- Michael, K. 2001. Oxidized lignites and extracts from oxidizwd lignites in agriculture. Soil. Sci. pp*:* 1-23.
21- Piccolo, A., G. Celanoand., and G. Pietramellara. 1993. Effects of fractions of coal-derived humic substances on seed germination and growth of seedlings (Lactuca sativa and Lycopersicon esculentum). Biolo and ferti of soi. 16: 11-15.
22- Saravanakumar, D., N. Charles Vijayakumar, N. kumar, R. Samiyappan.2007. PGPR-induced defense responses in the tea plant against blister blight disease. Crop Protection. 26: 556-565.
23- Sebahattin, A., and C. Necdet. 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.
24- Stephan, W.K. and W.J. Charles. 1994. Experimentation with Arkansas lignite to identify organic soil supplements suitable to regional agricultural needs.Proposal. Arkansas Tech University.
25- Tan, K.H., and D. Tantiwiramanond. 1983. Effect of humic acids an nodulation and dry matter production of soybean, peanut and clover. Soil Sci. 47:1121-1124.
26- Tattini, M., A. Chiarini, R. Tafani and M. Castagneto. 1990. Effect of humic acids on growth and nitrogen upyake of container – grown olive . (*OLEA EUROPAEA* L. 'MAURINO'). Acta Hort. (ISHS*)* 286:125-128.
27- Tavakoli Kakhki, H.R., M. Kazemi and H. Tavakoli. 2008. Analysis of seed size effect on seedling characteristics of different type of wheat *(Triticum aestivum L.)* cultivars. Asian Journal of Plant Sciences 7(7): 666-671.
28- Türkmen, Ö., Dursun, A., Turan, M. and Ç. Erdinç. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (Lycopersicon esculentum L .) seedlings under saline soil conditionspp. Acta Agriculture Scandinavica. 7:168-174.
29- Vaughan, D, and D. Linehan. 1976. The growth of wheat plants in humic acid solutions under axenic conditions. Plant Soil. 44:445-449.
30- Xuenyuan, G., W. Xiaorong., G. Zhimany, D. Lemei and C. Yijun. 2001. Effect of hemic acid speciation and bioavailability to wheat of rare earth elements in soil. Chem Speci and Bioavail. 13(3):83-88.
31- young, C.C., and L.F. Chen. 1997. Polyamines in humic acid and their effect on radical growth of lettuce seedling. Plant and Soil, 195: 143-149.