

اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام سایونز و سبلان گندم (*Triticum aestivum. L*)

سمیرا سبزواری^۱ - حمیدرضا خزاعی^{۲*} - محمد کافی^۳

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۲۸

تاریخ پذیرش: ۸۸/۳/۱۰

چکیده

توسعه ریشه گندم به ویژه در ابتدای فصل رشد از اهمیت ویژه ای برخوردار است. اسید هیومیک به عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی از طریق اثرات هورمونی و بهبود جذب عناصر غذایی، سبب افزایش بیومس ریشه و اندام هوایی می‌شود. به منظور بررسی تاثیر اسید هیومیک بر رشد ریشه و اندام هوایی گندم، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در بستر شن در سال ۱۳۸۷ اجرا شد. تیمارها شامل اسید هیومیک در چهار سطح (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در هر لیتر محلول هوگلند) و دو رقم گندم پاییزه سایونز (آبی) و سبلان (دیم) بودند. نتایج نشان داد که اسید هیومیک به طور معنی داری نسبت سطح ریشه به سطح برگ و عدد کلروفیل متر برگ را افزایش داد. رقم سبلان بیشترین سطح، قطر، مجموع طول و وزن ریشه را دارا بود. لذا رقم سبلان در استفاده از اسید هیومیک کاراتر از رقم سایونز بود و بیشترین میانگین صفات مورد اندازه گیری را در غلظت ۳۰۰ میلی گرم در لیتر نشان داد. همچنین بیشترین سطح و وزن برگ در رقم سبلان و غلظت ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک مشاهده شد در حالی که در رقم سایونز غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک در بیشتر صفات موثرتر شناخته شد و این رقم به سطوح پایین تر اسید هیومیک پاسخ مثبت تری را نشان داد.

واژه های کلیدی: اسید هیومیک، رقم سایونز، رقم سبلان، ریشه، گندم

مقدمه

نسبت به سایر اندام ها مطالعات کمتری در مورد آن انجام گرفته است (۲). از آنجا که مطالعه ریشه در مزرعه مشکل می‌باشد امروزه از روشهای دیگری که رایج ترین آن کشت در بستر شن می‌باشد را می‌توان نام برد که از انواع کشت هیدروپونیک می‌باشد. کشت در شن شرایطی را فراهم می‌کند که همچون خاک ذرات شن عناصر غذایی را احاطه کرده و انتشار آن ها محدود می‌شود (۵). خصوصیات مانند وزن، حجم، طول، قطر، عمق نفوذ و پراکنش در خاک، درجه انشعاب و تعداد ریشه های جانبی، جنبه های مختلف ساختار رشد و توسعه ریشه می‌باشد. همانطور که به گزینی و اصلاح برای خصوصیات مربوط به اندام هوایی باعث افزایش عملکرد شده، انجام مطالعه در مورد ریشه نیز می‌تواند سبب شناخت عوامل موثر بر افزایش عملکرد شده و در شرایط تنش موفقیت تولید را تضمین کند (۱). با توجه به ملاحظات زیست محیطی، اخیراً 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، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به دلیل

رشد ریشه از لحاظ تامین مواد پرورده وابسته به بخش هوایی گیاه است اما از آنجایی که ریشه در تامین مواد خام نقش دارد، رابطه متقابلی بین ریشه و بخش هوایی وجود دارد. رشد ریشه تحت تاثیر محیط و عواملی چون رطوبت، دما و عناصر غذایی خاک است (۶ و ۱۷). نمودار رشد ریشه گندم حاکی از دو نقطه اوج در قبل از زمستان و بعد از زمستان است که رشد ریشه در بعد از زمستان بیشتر از قبل است و بیشینه وزن خشک ریشه عموماً در مرحله سنبله دهی دیده می‌شود (۷). ریشه به عنوان بخشی از گیاه محسوب می‌شود که سبب استقرار گیاه شده و در جذب آب و مواد غذایی به ویژه در شرایط تنش (کشت دیم) نقش مهمی را ایفا می‌کند. از آنجا که معمولاً دسترسی به ریشه محدود می‌باشد، مطالعات ریشه مشکل و پرهزینه است و لذا

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

* نویسنده مسئول (Email: khazaie 41@yahoo.com)

۳- استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

(۱۳) نشان دادند که مواد هیومیکی در افزایش فعالیت چندین آنزیم به ویژه آنزیم فسفاتاز نقش موثری را ایفا می‌کنند.

آزمایشات نشان داد که غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک عامل طویل شدن سلول های ریشه در گیاه نخود شد و این در حالی است که غلظت های بالاتر اثر معنی داری نداشتند (۲۷). کوثر و همکاران (۸) طی آزمایشی روی گندم دریافتند که اسید هیومیک به میزان ۵۴ میلی گرم در لیتر، ۵۰٪ افزایش در طول ریشه و ۲۲٪ افزایش در ماده خشک را به همراه داشت و همچنین جذب نیتروژن هم در حضور اسید هیومیک افزایش معنی داری نشان داد. لیو و همکاران (۱۲) در آزمایشی روی گیاه بنت گراس نشان دادند که در غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک، وزن خشک ریشه به طور معنی داری افزایش یافت و همچنین فعالیت آنزیم ها هم از ۲۳٪ به ۱۰۰٪ افزایش یافت که خود عامل افزایش تنفس ریشه و رشد بیشتر آن شد. با کاربرد ترکیبات هیومیکی، رشد ریشه بیشتر از ساقه تحت تاثیر قرار گرفت (۱۵). تحقیقات نشان داده است که هر گونه افزایش در وزن ریشه در دسترس بهتر به عناصر خاک و بنابراین بالا بردن حاصلخیزی و باروری خاک نتیجه می‌دهد (۱۲). این آزمایش با هدف بررسی اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی دو رقم گندم، سایونز و سبلان به عنوان ارقامی که سطح زیر کشت قابل توجهی را در شمال شرقی کشور دارند، انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۷ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. دمای گلخانه در طی دوره آزمایش، (20 ± 2) درجه سانتیگراد در روز و (16 ± 2) درجه سانتیگراد در شب بود. در این آزمایش دو رقم سایونز (آبی) و سبلان (دیم) به علت کشت وسیع تر در منطقه انتخاب شدند. هر دو رقم زمستانه هستند که رقم سایونز مخصوص کشت در مناطق سرد می‌باشد و رقم سبلان نسبتاً زودرس و خاص کشت به صورت دیم می‌باشد. اثر اسید هیومیک در ۴ غلظت ۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر مورد مطالعه قرار گرفت که از پودر هیومکس (حاوی ۸۰٪ اسید هیومیک و ۲۰٪ اسید فولویک) استفاده گردید. بذرو گندم در لوله های پلاستیکی محتوی شن شسته شده کشت گردیدند و ۳ گیاه در هر تیوب کشت شد. به منظور سهولت مطالعات ریشه از نظر جمع آوری، شستشو و اندازه گیری پارامترهای مربوط به آن از شن شسته شده به عنوان بستر کاشت و از محلول غذایی هوگلدن برای تغذیه گیاه استفاده شد. آبیاری با محلول هوگلدن حاوی غلظت های مختلف اسید هیومیک از زمان دو برگی گیاه و تا پایان دوره آزمایش (شروع ساقه روی)، انجام گرفت و زمان آبیاری به وسیله تایمر، ۳ بار در روز در

وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند (۱). اسید هیومیک و اسید فولویک از منابع مختلف نظیر خاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، زغال سنگ و ... استخراج می‌شود که در اندازه مولکولی و ساختار شیمیایی متفاوت اند (۲۲). اسید هیومیک با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰ - ۳۰۰۰۰۰ دالتن و اسید فولویک هم با وزن مولکولی کمتر از ۳۰۰۰۰ دالتن به ترتیب سبب تشکیل کمپلکس های پایدار و نامحلول و کمپلکس های محلول با عناصر میکرو می‌گردند (۱۶). باروری خاک به شدت به محتوی مواد آلی وابسته است (۱۲). اسید هیومیک و اسید فولویک با کلات کردن عناصر ضروری سبب افزایش جذب عناصر شده و باروری خاک و تولید در گیاهان را افزایش می‌دهند. واگان و لینه هان (۲۸) دریافتند که اسید هیومیک نشاندار با کربن ۱۴ بیشتر توسط ریشه جذب می‌شود و به مقدار کم، در حدود ۵٪ به ساقه انتقال می‌یابد. واگان و مالکولم (۲۹) در بررسی اثر چندین نوع اسید هیومیک بر فعالیت آنزیم فسفاتاز ریشه، دریافتند که اسید هیومیک به عنوان یک بازدارنده فعالیت آنزیم فسفاتاز در ریشه گندم از طریق ترکیب و ایجاد کمپلکس با آنزیم عمل می‌کند لی و بارتلت (۱۰) بیان کردند اضافه کردن ۸ میلی گرم در لیتر هومات سدیم به خاکی با مواد آلی پایین که در آن ذرت کشت شده، به صورت معنی داری مقدار ریشه را افزایش می‌دهد. آزمایشات در بررسی اثر چندین نوع اسید هیومیک به دست آمده از منابع مختلف نشان داد که اسید هیومیک استخراج شده از لئوناردیت سبب افزایش طول ریشه در افرای قرمز شد (۹). نتایج مشابه در مورد چغندر قند (۲۱) و ذرت (۳) نیز گزارش شده است. لیو و همکاران، (۱۱) در بررسی اثر اسید هیومیک روی گیاه بنت گراس دریافتند که اسید هیومیک به طور معنی داری سرعت فتوسنتز، توسعه بیومس ریشه و محتوی مواد غذایی گیاه را افزایش می‌دهد که این افزایش به ویژه در غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک دیده شد. فسفر به عنوان یک عنصر موثر در رشد و توسعه سیستم ریشه به ویژه در مناطق دیم کاری از اهمیت ویژه ای برخوردار می‌باشد. واگان و همکاران (۲۹) میزان جذب فسفر ۳۲ در سلول های ریشه گندم زمستانه در حضور اسید هیومیک را بررسی کردند و دریافتند که غلظت های ۵ تا ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش معنی داری در جذب فسفر شد. وانگ و همکاران (۳۰) در آزمایش مزرعه ای، اسید هیومیک را به همراه کود فسفر به خاک اضافه کردند و مشاهده نمودند که میزان جذب فسفر ۲۵٪ نسبت به عدم حضور اسید هیومیک افزایش یافت. پینتون و کسکو (۱۹)، اثر مواد هیومیکی را در جذب نترات توسط ریشه ذرت مطالعه کردند. نتایج بررسی این محققان نشان داد که اسید هیومیک جذب نترات و فعالیت آنزیم ATP از را در غشاء پلاسمای سلول های ریشه به طور معنی داری افزایش داد که به نظر می‌رسد فعال شدن پمپ پروتون غشاء، پاسخ اولیه به اسید هیومیک در جذب عناصر غذایی باشد. مالکولم و واگان

منابع محدود محیطی توسط گیاه قلمداد کرد و به طور کلی می‌توان گفت که با افزایش غلظت اسید هیومیک زیست توده ریشه افزایش معنی داری می‌یابد. یافته‌های این تحقیق با نتایج بسیاری از محققین در خصوص اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه مطابق است. لیبو و همکاران (۱۱) در بررسی اثر اسید هیومیک روی گیاه بنت گراس دریافتند که اسید هیومیک به ویژه در غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر به طور معنی داری سرعت فتوسنتز و وزن ریشه را افزایش داد. کوثر و همکاران (۸) طی آزمایشی روی گندم دریافتند که اسید هیومیک به میزان ۵۴ میلی گرم در لیتر، ۵۰٪ افزایش در طول و ۲۲٪ افزایش در ماده خشک ریشه را به همراه داشت و همچنین جذب نیتروژن در حضور اسید هیومیک افزایش معنی داری نشان داد. تیلور و کوپر (۲۶) دریافتند که مصرف اسید هیومیک به صورت محلول و یا پودر در خاک، باعث افزایش طول و وزن ریشه هویج و به طور کلی افزایش رشد گیاه شد. تحقیقات نشان داد که با افزایش مصرف اسید هیومیک از غلظت ۲۰۰ به ۱۰۰۰ میلی گرم در هر گلدان در زیتون، نسبت ریشه به اندام هوایی به صورت معنی داری افزایش یافت (۲۵). لی و بارتلت (۱۰) بیان کردند اضافه کردن ۸ میلی گرم در لیتر هومات سدیم به خاکی با مواد آلی پایین تحت کشت ذرت، بصورت معنی داری رشد ریشه را افزایش می‌دهد. واگان و همکاران (۲۹) میزان جذب فسفر ۳۲ را به عنوان یک عنصر موثر در توسعه سیستم ریشه در سلول‌های ریشه گندم زمستانه در حضور اسید هیومیک بررسی کردند و دریافتند که غلظت‌های ۵ تا ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش معنی داری در جذب فسفر شد که البته میزان جذب فسفر در ۵۰۰ میلی گرم در لیتر کاهش یافت. وانگ و همکاران (۳۰)، در آزمایشی مزرعه‌ای، اسید هیومیک را به همراه کود فسفر به خاک اضافه کردند و مشاهده نمودند که میزان جذب فسفر، ۲۵٪ نسبت به عدم حضور اسید هیومیک افزایش یافت.

ارقام سایونز و سیلان به افزایش طول ریشه در تیمارهای مختلف اسید هیومیک پاسخ نشان دادند (شکل ۱). بیشترین افزایش طول ریشه و بیشترین پاسخ به اسید هیومیک در هر دو رقم مربوط به غلظت ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر بود. در انتهای اندازه‌گیری طول ریشه (اواسط پنجه زنی) اختلاف بین تیمارها به حداقل رسید. افزایش طول ریشه در ابتدای استقرار گیاه به ویژه در رقم سیلان به عنوان یک رقم دیم، عامل مهمی در افزایش دسترسی به آب و مواد غذایی از اعماق خاک می‌باشد. در هر دو رقم افزایش طول ریشه در طی دوره پنجه زنی، عامل استقرار و بقای بهتر گیاه می‌باشد.

نیکیخت و همکاران (۱۸) دریافتند که غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش معنی داری در رشد ریشه گیاه گلتاب^۱ رشد یافته در محلول غذایی شد. محتوی فسفر، منیزیم، آهن و پتاسیم در برگها و تعداد گل در گیاه توسط اسید هیومیک افزایش

زمان‌های صبح، ظهر و عصر در حد مرطوب شدن بیشتر تنظیم شد و محلول مصرفی هر هفته با محلول تازه جهت جلوگیری از تغییرات EC و PH تعویض شد. طول ریشه، به صورت روز در میان پس از اعمال تیمار و تا زمانی که امکان اندازه‌گیری بود (ارتفاع لوله پلاستیکی) و عدد کلروفیل متر برگ با دستگاه SPAD به صورت هفته‌ای اندازه‌گیری شد. در پایان آزمایش (شروع ساقه روی)، نمونه‌ها تخریب و پس از شستشوی ریشه‌ها متغیرهای مورد نظر اندازه‌گیری شدند. وزن تر ریشه و برگ به این صورت که نمونه‌ها بلافاصله پس از جمع‌آوری جهت جلوگیری از تعرق در داخل پلاستیک گذاشته شده و پس از انتقال به آزمایشگاه به روش توزین ارزیابی شدند. وزن خشک ریشه و برگ که نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد در آون به مدت ۴۸ ساعت خشک شده و سپس توزین شدند. اندازه‌گیری سطح ریشه، قطر ریشه و طول مجموع ریشه‌ها با دستگاه سطح ریشه (Root Analyzer) از شرکت ΔT Scan انگلستان که ابتدا ریشه‌ها به وسیله پرمنگنات رنگ آمیزی شده و پس از خشک کردن، صفات مورد اشاره اندازه‌گیری شد. حجم ریشه نیز از طریق اختلاف حجم از آب و سطح برگ با دستگاه سطح برگ مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و مقایسات میانگین با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اسید هیومیک اثر معنی داری بر گسترش سیستم ریشه گندم داشت. اثر غلظت ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک بر سطح، قطر، حجم، طول و وزن خشک ریشه معنی دار شد. بین غلظت‌های ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۱). همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود بین ارقام سایونز و سیلان هم در استفاده از غلظت‌های مختلف اسید هیومیک تفاوت معنی داری وجود داشت ($P < 0.01$). رقم سیلان با داشتن بیشترین میانگین سطح، قطر، طول بلندترین و طول مجموع ریشه‌ها و وزن تر ریشه در غلظت ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک به عنوان رقم با پاسخ مناسب‌تر به اسید هیومیک شناخته شد و لذا می‌توان گفت که این رقم با مشخصه اصلی کاشت به صورت دیم، پتانسیل بالاتری در استفاده از اسید هیومیک نسبت به رقم سایونز داراست. می‌توان اینگونه بیان کرد که رقم سایونز به سطوح پایین‌تر اسید هیومیک پاسخ بیشتری نشان داد به طوری که سطح، قطر، مجموع طول ریشه‌ها و وزن تر ریشه به غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک پاسخ معنی داری را نشان داد ($P < 0.05$). لذا افزایش سطح، حجم و در کل وزن ریشه توسط اسید هیومیک را می‌توان یک شاخص مطلوب در استفاده از

جدول ۱) - اثر اسید هیومیک بر شاخص های رشدی ریشه در گندم

غلظت (میلی گرم در لیتر)	سطح ریشه (سانتیمتر مربع در گیاه)	قطر ریشه (میلیمتر)	مجموع طول ریشه ها (سانتیمتر در گیاه)	حجم ریشه (سانتیمتر مکعب در گیاه)	بلندترین طول ریشه (سانتیمتر)	وزن خشک ریشه (گرم در گیاه)	وزن تر ریشه (گرم در گیاه)
۰	۲۸۴/۶۰ ^c	۱/۳۰۶ ^b	۳۰۶۷/۰۰۰ ^b	۱۶/۷۰۰ ^b	۹۴/۷۰۰ ^b	۰/۵۸۷ ^b	۶/۹۹۲ ^b
۱۰۰	۳۳۳/۰۰۰ ^{bc}	۱/۹۲۳ ^a	۴۰۳۴/۰۰۰ ^b	۲۱/۷۰۰ ^b	۹۵/۰۰۰ ^b	۰/۶۸۵ ^{ab}	۷/۷۲۷ ^b
۲۰۰	۳۷۲/۷۰۰ ^{ab}	۱/۹۴۶ ^a	۵۷۷۴/۰۰۰ ^a	۳۰/۰۰۰ ^a	۱۰۴/۰۰۰ ^a	۰/۱۸۴ ^a	۹/۵۳۵ ^b
۳۰۰	۳۹۶/۷۰۰ ^a	۱/۷۸۹ ^a	۵۸۷۱/۰۰۰ ^a	۳۰/۸۰۰ ^a	۱۱۰/۰۰۰ ^a	۰/۱۸۳ ^a	۹/۳۶۷ ^b

در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی دار ندارند.

جدول ۲) - اثر غلظت اسید هیومیک بر رشد ریشه دو رقم گندم

رقم	اسید هیومیک (میلی گرم در لیتر)	سطح ریشه (سانتیمتر مربع در گیاه)	قطر ریشه (میلیمتر)	مجموع طول ریشه ها (سانتیمتر در گیاه)	حجم ریشه (سانتیمتر مکعب در گیاه)	بلندترین طول ریشه (سانتیمتر)	وزن خشک ریشه (گرم در گیاه)	وزن تر ریشه (گرم در گیاه)
سایونز	۰	۲۷۹/۳۰۰ ^d	۱/۴۵۳ ^{cd}	۲۸۰۲/۰۰۰ ^d	۱۶/۷۰۰ ^{ns}	۹۳/۳۰۰ ^b	۰/۶۰ ^{ns}	۷/۰۷۷ ^{cd}
	۱۰۰	۳۳۱/۶۰۰ ^{bcd}	۱/۹۶۶ ^b	۳۷۴۹/۰۰۰ ^d	۲۰/۰۰۰ ^{ns}	۹۳/۳۰۰ ^b	۰/۸۰ ^{ns}	۷/۸۰۳ ^{bcd}
	۲۰۰	۳۶۷/۰۹۰ ^{bc}	۲/۴۲۹ ^a	۵۸۸۴/۰۰۰ ^b	۳۰/۰۰۰ ^{ns}	۱۰۶/۰۰۰ ^{ab}	۰/۹۰ ^{ns}	۹/۴۱۰ ^{abc}
	۳۰۰	۳۲۵/۳۰۰ ^{bcd}	۱/۶۱۷ ^{bed}	۴۳۰۴/۰۰۰ ^{cd}	۲۶/۷۰۰ ^{ns}	۱۰۷/۳۰۰ ^{ab}	۰/۸۰ ^{ns}	۷/۱۹۳ ^{cd}
سبلان	۰	۲۸۹/۹۰۰ ^{dc}	۱/۱۵۹ ^d	۳۳۳۱/۰۰۰ ^d	۱۶/۷۰۰ ^{ns}	۹۶/۰۰۰ ^b	۰/۶۰ ^{ns}	۶/۹۰۷ ^d
	۱۰۰	۳۳۴/۵۰۰ ^{bcd}	۱/۸۷۹ ^{bc}	۴۳۱۹/۰۰۰ ^{cd}	۲۳/۳۰۰ ^{ns}	۹۶/۰۰۰ ^b	۰/۶۰ ^{ns}	۷/۶۵۰ ^{bcd}
	۲۰۰	۳۷۷/۶۰۰ ^b	۱/۴۶۲ ^{cd}	۵۶۶۴/۰۰۰ ^{bc}	۳۰/۰۰۰ ^{ns}	۱۰۲/۰۰۰ ^{ab}	۰/۸۰ ^{ns}	۹/۶۶۰ ^{ab}
	۳۰۰	۴۶۸/۱۰۰ ^a	۱/۹۶۱ ^a	۷۴۳۷/۰۰۰ ^a	۳۵/۰۰۰ ^{ns}	۱۱۴/۰۰۰ ^a	۰/۹۰ ^{ns}	۱۱/۵۴۰ ^a

در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی دار ندارند.

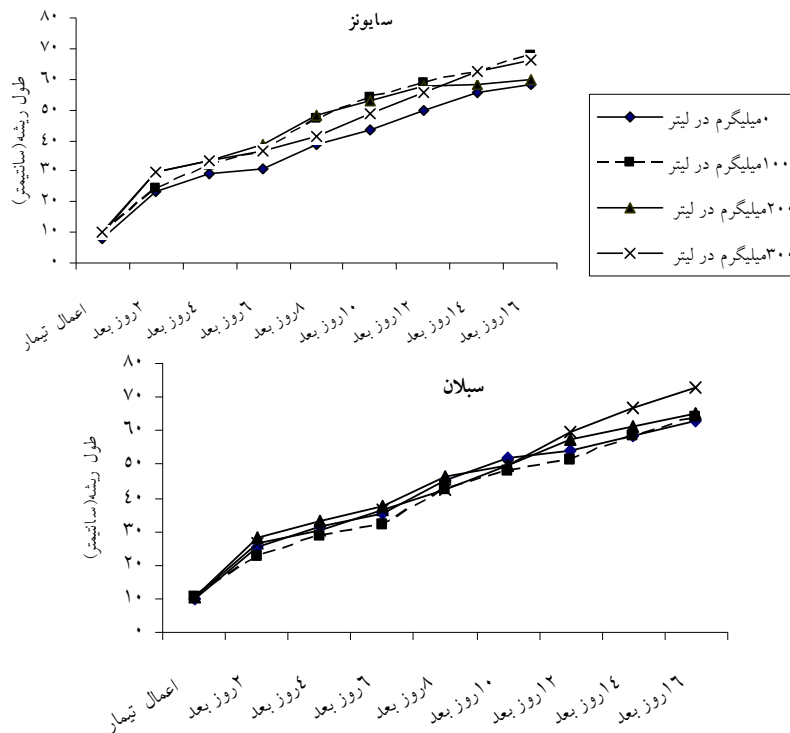
شد (جدول ۳). اثر متقابل رقم و اسید هیومیک هم در صفات مذکور در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد (جدول ۴).

لذا می توان گفت که رقم سبلان در استفاده از اسید هیومیک کارآمدتر از رقم سایونز بود. بیشترین سطح و وزن برگ مربوط به رقم سبلان در غلظت ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک بود و رقم سایونز به مقادیر کمتر، ۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک پاسخ معنی دار تری را نشان داد.

این یافته ها با نتایج بسیاری از محققین در خصوص تاثیر اسید هیومیک بر رشد گیاهان زراعی به ویژه گندم مطابقت دارد به طوری که تحقیقات نشان داد که در گیاه بنت گراس کشت شده در محلول هوکلند که با غلظت های ۰ تا ۴۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک تیمار شد، سرعت فتوسنتز و بیومس ریشه به طور معنی داری با افزایش غلظت اسید هیومیک افزایش یافت (۲۳). همچنین طی آزمایشی دیگر، دیده شد که وزن خشک ساقه و ریشه گیاه ذرت به طور معنی داری در ۱۵۰ میلی گرم اسید هیومیک در کیلوگرم خاک

معنی داری نشان داد. استفان و چارلز (۲۴) در بررسی اثر اسید هیومیک و اسید فولویک بر روی رشد گیاهچه های لفل در یافتند که اسید هیومیک به میزان ۵۰ میلی گرم در لیتر سبب افزایشی در طول ریشه از ۱۳/۱ به ۲۰/۲ سانتیمتر و طول ساقه از ۲۰/۹ به ۵۱/۵ سانتیمتر شد، همچنین اسید هیومیک سبب افزایش معنی داری در وزن خشک ساقه و ریشه به ترتیب از ۰/۵ به ۱/۰۷ و از ۰/۰۵ به ۰/۲۳ شد.

اثر اسید هیومیک بر صفاتی همچون سطح، وزن تر و خشک برگ در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد. در کاربرد ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک، صفات مذکور در بیشترین مقدار خود بودند و این در حالی بود که بین غلظت های ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۳). اسید هیومیک همچنین نسبت سطح ریشه به اندام هوایی را به طور معنی داری افزایش داد بطوری که بین سطوح مختلف اسید هیومیک و شاهد این اختلاف دیده شد. اسید هیومیک در غلظت ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر باعث افزایش غلظت کلروفیل برگ نسبت به شاهد و تیمار ۱۰۰ میلی گرم در لیتر



(شکل ۱) - اثر غلظت اسید هیومیک بر طول ریشه در دو رقم گندم تا قبل از مرحله ساقه روی

(جدول ۳) - اثر سه غلظت اسید هیومیک بر رشد اندام هوایی گندم

غلظت (میلی گرم در لیتر)	سطح برگ (سانتیمتر مربع در گیاه)	وزن خشک برگ (گرم در گیاه)	وزن تر برگ (گرم در گیاه)	نسبت سطح ریشه به سطح برگ	عدد کلروفیل تر
۰	۲۵۲/۱۰۰ ^b	۱/۴۴۷ ^b	۱۲/۱۰۰ ^b	۱/۱۳۶ ^b	۴۰/۸۳۰ ^b
۱۰۰	۲۶۱/۶۰۰ ^{ab}	۱/۶۴۲ ^{ab}	۱۱/۶۸۰ ^b	۱/۳۳۰ ^a	۴۵/۱۳۰ ^a
۲۰۰	۲۹۳/۱۰۰ ^a	۱/۶۹۰ ^a	۱۳/۹۴۰ ^a	۱/۲۷۹ ^{ab}	۴۱/۴۲ ^b
۳۰۰	۲۹۳/۰۰۰ ^a	۱/۶۹۲ ^a	۱۳/۶۰۰ ^a	۱/۳۴۶ ^a	۴۵/۷۳۰ ^a

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

(جدول ۴) - اثر غلظت اسید هیومیک بر رشد اندام هوایی دو رقم گندم

رقم	غلظت (میلی گرم در لیتر)	سطح برگ (سانتیمتر مربع در گیاه)	وزن خشک برگ (گرم در گیاه)	وزن تر برگ (گرم)
سایونز	۰	۲۵۸/۸۰۰ ^{bc}	۱/۴۲۴ ^c	۱۱/۳۶ ^{bc}
	۱۰۰	۲۷۰/۷۰۰ ^{bc}	۱/۴۳۳ ^c	۱۱/۱۱۰ ^c
	۲۰۰	۲۹۶/۶۰۰ ^{ab}	۱/۵۶۳ ^{bc}	۱۳/۰۰۰ ^b
	۳۰۰	۲۶۰/۵۰۰ ^{bc}	۱/۴۰۰ ^c	۱۰/۹۳۰ ^c
سبلان	۰	۲۴۵/۳۰۰ ^c	۱/۸۶۰ ^{ab}	۱۲/۸۴۰ ^b
	۱۰۰	۲۵۲/۴۰۰ ^{bc}	۱/۴۶۰ ^c	۱۲/۲۶۰ ^{bc}
	۲۰۰	۲۸۸/۵۰۰ ^{abc}	۱/۸۱۷ ^{ab}	۱۴/۸۷۰ ^a
	۳۰۰	۳۲۵/۶۰۰ ^a	۱/۹۸۳ ^a	۱۶/۲۶۰ ^a

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

آهن و منگنز را می‌توان دلیل مناسبی برای افزایش غلظت کلروفیل برگ دانست. زودان (۳۱) دریافت که اسپری برگ‌های گندم با اسید هیومیک و فولویک در مزرعه و گلخانه سبب افزایش میزان کلروفیل در برگها شد.

به طور کلی در این تحقیق، موثرترین غلظت اسید هیومیک بر رشد ریشه و اندام هوایی گندم، ۳۰۰ میلی گرم در لیتر و بهترین پاسخ به آن مربوط به رقم سیلان بود. لذا استفاده از این اسید آلی در توسعه سیستم ریشه و استقرار گندم که به عنوان یک مشکل در ابتدای فصل رشد مطرح است می‌تواند بسیار مفید باشد.

افزایش یافت (۲۳). مالیکارجونا و همکاران (۱۴) 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. بر طبق آزمایشات آرام و مالیک (۴) بذور تیمار شده در محلول اسید هیومیک ۳۸٪ افزایش در وزن خشک ساقه را نشان دادند. استیهان و چارلز (۲۲) نشان دادند که غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک باعث افزایش طول ساقه از ۲۰/۹ به ۵۱/۵ سانتیمتر می‌شود. راوسان (۲۰) در طی تحقیقات خود پی برد که اسید هیومیک سبب افزایش جذب آهن، روی، مس و منگنز توسط خیار رشد یافته در محلول هوگلدن شد که افزایش جذب

منابع

- ۱- سماوات س. و ملکوتی م. (۱۳۸۴). ضرورت استفاده از اسیدهای آلی (هیومیک و فولویک) برای افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی. نشریه فنی تحقیقات خاک و آب ۴۶۳: ۱-۱۳.
- ۲- گنجعلی ع. (۱۳۸۴). گزینش برای تحمل در ژنوتیپ های نخود. پایان نامه دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- 3- Alexandrova I.V.(1977). Soil organic matter and the nitrogen nutrition of plants. *Soil Science*,9:293-301.
- 4- Azam F., and Mauk K.A.(1983). Effect of humic acid soaking on seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) under different conditions. *Pak. Journal. Botany*,15:31-38.
- 5- Bates T.R., and Lynch J.P.(2000). The efficiency of Arabidopsis Thaliana root hair in phosphorus acquisition. *Am. Journal Botany*,87:964-970.
- 6- Hunag B., and Taylor H.M.(1993). Morphological development and anatomical feature of wheat seedling and influenced by temperature and seedling depth. *Crop Science*,33:1269-1273.
- 7- Jun Y.,Guoyan J., and Yutrigue Z. (1996). Wheat root systems and water utilization in a semi-arid region. In: “ Root Demographics and Their Efficiencies in Sustainable Agriculture, Grass and Forest Ecosystems”. (Ed Jaomes E. Box, Jr.):1830- 2705. Klower Academic Publisher (Boston. London).
- 8- Kauser A., and Azam F.(1985). Effect of humic acid on wheat seeding growth . *Environmental and Experimental Botany*,25:245 – 252.
- 9- Kelting M.,Harris J.R.,Fanelli J., and Appleton B.(1998). Biostimulants and soil amendments affect two-year posttransplant growth of red maple and Washington hawthorn, *HortScience*,33:819-822.
- 10-Lee Y.S., and Bartlett R.J.(1976). Stimulation of plant growth by humic substances. *Soil Science. Sec. Am. J*,40:876-879.
- 11-Liu C.,Cooper R.J., and Bowman D.C.(1996). Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. *Crop Science*.
- 12-Liu C., and Cooper R.J.(2000). Humic substances influence creeping bentgrass growth. *Golf Course Management*, 49-53.
- 13-Malcolm R.E., and vaghan D.V.(1979). Humic substances and phosphatase activities in plant tissues. *Soil Biology,Biochem*,11:253-259.
- 14-Mallikarjuna M.,Govindasamy R., and Chandrasekaran S.(1987). Effect of humic acid on sorghum vulgare var. CSH-9.*Current Science*,56:1273.
- 15-Malik K.A.,Bhattin A., and Kauser F.(1979). Effect of soil salinity on the decomposition and humification of organic matter by cellulolytic fungi. *Mycologia*,719:811-820.
- 16-Michael K.(2001). Oxidized lignites and extracts from oxidized lignites in agriculture. *Soil Science*,1-23.
- 17-Miyasaka S.C., and Grunes D.L.(1998). Root temperature and calcium level effects on winter wheat forage: I. shoot and root growth. *Agronomy Journal*,82:236-242.
- 18-Nikbakht A.,Kafi M.,Babalar M.,Xia Y.P.,Luo A., and Etemadi N.A.(2008). Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of Gerbera. *Journal of Plant Nutrition*,31:2155-2167.
- 19-Pinton R.,Cesco S.,Iacoletti G.,Astolfi S., and Varanini Z.(1999). Modulation of NO₃- uptake by water-extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H⁺-ATPase. *Plant and soil*,215:155-161.

- 20-Rauthan B.S., and Schnitzer M.(1981). Effects of soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Plant Soil*,63:491-495.
- 21-Sanchez-Conde M.P.,Ortega C.B., and Perz Brull M.I.(1972). Effect Of humic acid on sugar beet in hydroponic culture. *Arales de edafologia Y i/grobialogia*, 31:310-331.
- 22-Sebahattin A., and 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. Journal*,4:130-133.
- 23-Sharif, M.(2002). Efect of lignitic coal derived humic cid on growth yield wheat and maize in alkaline soil. *Political Science*: 171.
- 24-Stephan W.K., and Charles W.J.(1994). Experimentation with Arkansas lignite to identify organic soil supplements suitable to regional agricultural needs.Proposal. Arkansas Tech University.
- 25-Tattini M.,Chiarini A.,Tafari R., and 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.
- 26-Taylor G., and Cooper L.(2004). Humic acid: The root to healthy plant growth. California State Science Fair,1610.
- 27-Vaughan D.(1974). A possible mechanism for humic acid action on cell elongation in root segmentes of Pisum Sativum aseptic condition. *Soil Biology. Biuchem*,6:241-247.
- 28-Vaughan D., and Linehan D.(1976). The growth of wheat plants in humic acid solutions under axenic conditions. *Plant Soil*,44:445-449.
- 29-Vaughan D., and Malcolm R.E.(1979). Effect of soil organic matter on peroxidase activity of wheat roots. *Soil Biology. Biochem*,11:57-63.
- 30-Wang X.J., Wang Z.Q., and Li S.G.(1995). The effect of humic acids on the availability of phosphorus fertilizers in alkaline soils. *Soil Use Manage*,11:99-102.
- 31-Xudan X.(1986). The effect of foliar application of fulvic acid on water use, nutrient uptake and wheat yield. *Aust. Jornal. Agric. Res*,37:343-350.



Effect of humic acid on root and shoot growth of two wheat cultivars (*Triticum aestivum. L*)

S. Sabzevari - H.R. Khazaie* - M. Kafi¹

Abstract

Wheat is one of the important crops planted worldwide and development of its root is important at the first growing stages. In order to evaluate effects of different levels of humic acid on root and shoot development of *Triticum aestivum*, an experiment was conducted in 2008 at Research Greenhouse of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. A randomized completely block design with three replications was used with factorial combination of humic acid concentration (0, 100, 200, and 300 mg/l) and wheat cultivar (Sayonz and Sabalan) in sand culture. Results showed that humic acid significantly increased root area to leaf area ratio and chlorophyll content. Sabalan showed better performance in many traits compared to Sayonz in 300 mg/l humic acid. The maximum leaf area and weight was recorded in Sabalan cultivar at 300 mg/l humic acid concentration while in Sayonz 200 mg/l humic acid concentration was more effective. Therefore humic acid performed as a root system strengthening organic fertilizer. That is important particularly in dry farming that is needed root development at the first growing stages.

Key words: Humic acid, Cultivar, Sayonz, Sabalan, Concentration

(*-Corresponding author Email: khazaie 41@yahoo.com)

1- Contribution from Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad