

اثر هیومیک اسید بر روی رشد رویشی گونه *Festuca arundinacea*

علیرضا رهی*^۱، حسین میرزایی ندوشن^۲، محمود دانایی^۳ و فرشته عزیزی^۴

*۱- نویسنده مسئول، مربی دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن

پست الکترونیک: genomixar@gmail.com

۲- استاد پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

۳- مربی دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن

۴- کارشناس آمار و ریاضی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۰۳

چکیده

به منظور بررسی اثرات هیومیک اسید بر ویژگیهای رویشی گونه مرتعی *Festuca arundinacea* آزمایشی گلخانه‌ای در سال ۱۳۸۹ در شهرستان دماوند اجرا شد. کود هیومیک اسید به صورت گرانولی به مقدار ۰، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار به عنوان سطوح تیمار مورد بررسی مصرف گردید. تعدادی از ویژگیهای رویشی بوته‌ها مورد مطالعه و یادداشت برداری قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار در صفت‌های سطح برگ، تعداد برگ، وزن تر برگ، ساقه، ریشه و بخش‌هوایی، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه، طول ریشه، نسبت بخش‌هوایی به ریشه، کلروفیل a و کلروفیل کل در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. همچنین اثر تیمار در صفت‌های وزن خشک بخش‌هوایی و وزن تر ریشه در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. اما اثر تیمار در صفت‌های تعداد پنجه، قطر یقه و کلروفیل b معنی‌دار نشد. بیشترین مقدار صفت‌های وزن تر و خشک ریشه در مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. در حالی که در بیشتر صفت‌ها مقدار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین اثر را بر افزایش صفت گذاشت.

واژه‌های کلیدی: هیومیک اسید، رشد رویشی، *Festuca arundinacea*

مقدمه

دارای وزن مولکولی نسبتاً بالای ۱۰۴ تا ۱۰۶ دالتون می‌باشد و ۵۰٪ از وزن مولکولی آنرا کربن تشکیل می‌دهد (سردشتی و علی دوست، ۱۳۸۶).

اسید هیومیک می‌تواند به‌طور مستقیم اثرهای مثبتی بر رشد گیاه بگذارد. رشد قسمت‌هوایی و ریشه گیاه توسط اسید هیومیک تحریک می‌شود، ولی اثر آن بر روی ریشه برجسته‌تر است، حجم ریشه را افزایش داده و باعث

اسید هیومیک، یک پلیمر طبیعی است که دارای مواضع H^+ مربوط به عامل‌های اسیدی کربوکسیل بنزوئیک و فنلی (مکان‌های تبادل کاتیونی) است (سردشتی و محمدیان مقدم، ۱۳۸۶). این اسید ماکرومولکول پیچیده آلی می‌باشد که با پدیده‌های شیمیایی و باکتریایی در خاک تشکیل می‌شود و نتیجه نهایی عمل هومیفیکاسیون است. این اسید

اثر بخشی بهتر سیستم ریشه می‌گردد. اسید هیومیک جذب نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر را توسط گیاه افزایش می‌دهد (سبزواری و همکاران، ۱۳۸۸).

در پی تحقیقی سبزواری و همکاران (۱۳۸۸) عنوان نمودند که با توجه به رعایت مسائل زیست‌محیطی استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرهای قابل ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرهای مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند. اسید هیومیک و اسید فولیک از منابع مختلف نظیر خاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، و زغال سنگ استخراج می‌شود. باروری خاک به شدت به محتوی مواد آلی وابسته است. اسید هیومیک و اسید فولیک با کلات کردن عناصر ضروری سبب افزایش جذب عناصر شده و باروری خاک و تولید در گیاهان را افزایش می‌دهند.

از بزرگترین جنس‌ها در خانواده گراس‌ها جنس فستوکا می‌باشد که در مناطق معتدل و کوهستانی به‌طور گسترده پراکنش دارد. بیشتر گونه‌های فستوکا چندساله با سطوح پلوئیدی متفاوت از دیپلوئید ($2n=2x=14$) تا دکاپلوئید ($2n=10x=70$) می‌باشد. همچنین *Festuca arundinacea* یکی از گونه‌هایی است که از نظر اقتصادی مهم می‌باشد و به‌عنوان علوفه کشت می‌شود (Gaute et al., 2000). محققان با بررسی اثر سطوح مختلف هیومیک اسید بر روی گندم به این نتیجه رسیدند که سطوح مختلف هیومیک اسید اختلاف معنی‌داری بین وزن ساقه و ارتفاع بوته و میزان جذب ازت در رشد گندم دارد (Tahir et al., 2011). براساس بررسی‌های Sandeep et al., (2009) استفاده از

هیومیک اسید می‌تواند در جذب ازت و پتاسیم توسط گندم مؤثر باشد. در ضمن (Cordeiro et al., 2011) به‌منظور تحقیق بر روی تأثیر هیومیک اسید آزمایشی را انجام دادند. نتایج بررسی آنها نشان داد که اسید هیومیک می‌تواند تأثیر بسیار مثبتی بر فیزیولوژی گیاه داشته باشد و باعث توسعه ریشه و ریشه‌های جانبی گردد. نامبردگان تأثیر هیومیک اسید را بر روی رشد ریشه ذرت مورد بررسی قرار دادند و دریافتند هیومیک اسید با ۳ میلی‌مولار در حضور مقادیر کم و زیاد NO_3 می‌تواند باعث توسعه ریشه ذرت شود و نسبت وزن تازه و خشک ریشه را افزایش دهد.

همچنین (Verlinden et al., 2010) در پژوهشی اثر هیومیک اسید بر روی چند گراس را مورد مطالعه قرار دادند. آنها دریافتند کاربرد هیومیک اسید موجب افزایش شاخ و برگ گیاهان مرتعی می‌شود. ضمن اینکه Bulent Asik et al., (2009) اثر هیومیک اسید را بر روی گونه *Triticum durum Salihli* مورد آزمایش قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که هیومیک اسید موجب افزایش جذب فسفر، پتاسیم، منیزیم، سدیم، مس و روی می‌گردد. در این خصوص (Luciano et al., 2009) نیز طی آزمایش‌هایی تأثیر هیومیک اسید را بر توسعه ریشه ذرت تأیید نمودند. (Angin et al., 2007) با استفاده از هیومیک اسید بر روی گیاه وتیور (*Vetiveria zizanioides*) از خانواده گرامینه توانستند جذب سرب از خاک را توسط این گیاه افزایش دهند و از میزان آلاینده‌ی خاک بکاهند.

افکار و همکاران، (۱۳۸۸) در تحقیق‌های خود اظهار داشتند که در بررسی‌ها مشخص شده است در ایران ۹ گونه فستوکا وجود دارد. گونه *F. arundinacea* با نام عمومی فسکیو یکی از این گونه‌هاست. این گراس هگزاپلوئید

مراتع کشور تهیه شد. قبل از اجرای آزمایش، خاک مورد استفاده نیز آزمایش شد که نتایج آن در جدول ۱ آمده است. اسیدیته کود هیومیک اسید نیز اندازه‌گیری شد، و برابر با ۵/۸۳ بود. مصرف کود به‌کار رفته طبق توصیه شرکت سازنده به‌صورت کیلوگرم درهکتار می‌باشد، بنابراین مساحت گلدانها حساب شد و توسط ترازی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ مقدار کود مورد نیاز هر گلدان در تحقیق محاسبه و تیمارها اعمال شدند. تیمارها عبارت بودند از ۰، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم مصرف هیومیک اسید درهکتار که مقدار صفر به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. با توجه به شیب دریافت نور بهتر از نواحی جانبی گلخانه، طرح آزمایشی بر مبنای بلوکهای کامل تصادفی اجرا گردید. چون اندازه‌گیری طول ریشه در مزرعه با مشکلاتی همراه است. همچنین برای کنترل بهتر سایر عوامل محیطی، آزمایش در گلخانه اجرا شد. یادداشت‌برداریها بر روی ۵ تک بوته در هر تکرار انجام گردید. صفتهای مورد بررسی عبارت بودند از وزن تر و خشک صفتهای برگ، ریشه و ساقه، وزن تر و خشک بخش هوایی (به گرم)، سطح برگ (سانتی متر مربع)، طول ریشه (سانتی متر)، تعداد برگ و پنجه، نسبت بخش هوایی به ریشه، قطر یقه به میلی‌متر و مقدار کلروفیل a، b و کل. به‌منظور تخمین میزان کلروفیل a، b و کل، مقدار ۰/۰۵ گرم برگ تر را وزن نموده و با ۱۰ میلی‌لیتر استن ۸۰٪ ساییده سپس مخلوط به‌دست آمده را صاف نموده و با استن ۸۰٪ به حجم ۲۰ میلی‌لیتر رسانده شد. جذب محلول در طول موج ۶۶۳ و ۶۴۶ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد و با استفاده از فرمول ارائه شده توسط فرهی آشتیانی و همکاران (۱۳۶۷) غلظت کلروفیل‌های a، b و کل بر حسب میلی‌گرم در گرم برگ تعیین شد.

$$\text{Chl.a} = [(12/V(A_{663}) - 2/69(A_{645}))V/W] \times 1000$$

F. elatior است که گاهی نیز نامیده شده است. این گیاه در تولید علوفه استفاده می‌شود. از ویژگی‌های مهم این گونه این است که چون دارای ریشه‌های ضخیم، فیبری، محکم، عمیق و گسترده است در مقابله با فرسایش خاک نقش زیادی را می‌تواند داشته باشد. از آنجایی که یکی از اهداف مدیران مراتع افزایش عملکرد و تولید در گیاهان مرتعی می‌باشد، و مطالعات وسیعی در جهان در خصوص تأثیر هیومیک اسید بر گیاهان صورت گرفته است، بنابراین لازم است درباره تأثیر این ماده، بر گونه‌های مرتعی نیز، بررسیهای لازم انجام شود. هیومیک اسید در مورد توسعه ریشه نقش مهمی دارد، از این رو می‌توان از این ویژگی علاوه بر افزایش تولید، در گسترش ریشه گیاهان مرتعی و نگهداری خاک به‌منظور جلوگیری از فرسایش نیز استفاده کرد. همچنین محصولات کشاورزی سالم یکی از اهداف جامعه جهانی می‌باشد. از این رو لازم است، بررسی شود، نتایجی که از کاربرد هیومیک اسید در مورد گیاهان زراعی بدست آمده آیا در مورد گیاهان مرتعی نیز صدق می‌کند و می‌توان از این قابلیت در افزایش تولید در گیاهان مرتعی و مدیریت پایدار آنها استفاده نمود؟

بنابراین با توجه به اهمیت اسید هیومیک و اینکه تحقیق در مورد این ماده بر روی گیاهان مرتعی به‌صورت محدود انجام شده است، تأثیر هیومیک اسید بر یکی از گونه‌های جنس فستوکا بررسی شد.

مواد و روشها

این آزمایش در پاییز ۸۹ در شهرستان دماوند با موقعیت جغرافیایی $35^{\circ} 43' 7''$ شمالی و $52^{\circ} 3' 41''$ شرقی اجرا شد. بذر مورد نیاز از گونه *F. arundinacea* از بانک ژن منابع طبیعی کشور وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگلها و

ریشه، نسبت بخش‌های هوایی به ریشه، کلروفیل a و کلروفیل کل در سطح ۵٪ معنی‌دار شد. همچنین اثر تیمار در صفت‌های وزن خشک بخش‌های هوایی و وزن تر ریشه در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. اثر تیمار در صفت‌های تعداد پنجه، قطر یقه و کلروفیل b معنی‌دار نشد.

نتیجه مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون دانکن در مورد سطح برگ (شکل ۱) نشان داد که بیشترین سطح برگ (۵۹/۰۱ سانتی‌متر مربع) تولید شده در مقدار مصرف کود هیومیک اسید ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار بود و کمترین مقدار سطح برگ (۲۷/۰۷ سانتی‌متر مربع) تولید شده در مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار بود. در ضمن بین شاهد، مصرف کود ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

$$\text{Chl.b} = [(22/9(A_{645}) - 4/68(A_{663}))V/W] \times 1000$$

در معادلات فوق A_{663} = جذب در ۶۶۳ نانومتر، A_{645} = جذب در ۶۴۵ نانومتر، V = حجم محلول، W = وزن برگ به میلی‌گرم و واحد کلروفیل، میلی‌گرم در گرم برگ تر است. تجزیه داده‌ها توسط نرم‌افزارهای SAS و SPSS انجام گردید.

نتایج

براساس جدول ۲، نتایج تجزیه واریانس مشخص کرد که اثر تکرار در مورد صفت تعداد برگ در سطح ۵٪ معنی‌دار بود و در مورد سایر صفت‌های معنی‌دار نبود. اثر تیمار در صفت‌های سطح برگ، تعداد برگ، وزن تر برگ، ساقه و بخش‌های هوایی، وزن خشک برگ، ساقه، ریشه، طول

جدول ۱- ویژگی‌های خاک مورد استفاده

| بافت | درصد شن | درصد سیلت | درصد رس | هدایت الکتریکی میکروزیمنس بر متر | اسیدیته | درصد ماده آلی | درصد کربن آلی | درصد آهک کل |
|----------|---------|-----------|---------|----------------------------------|---------|---------------|---------------|-------------|
| رسی لومی | ۲۵ | ۴۲/۵ | ۳۲/۵ | ۲۰۱/۵ | ۷/۴۷ | ۱/۱۱ | ۰/۶۴ | ۳۶/۵ |

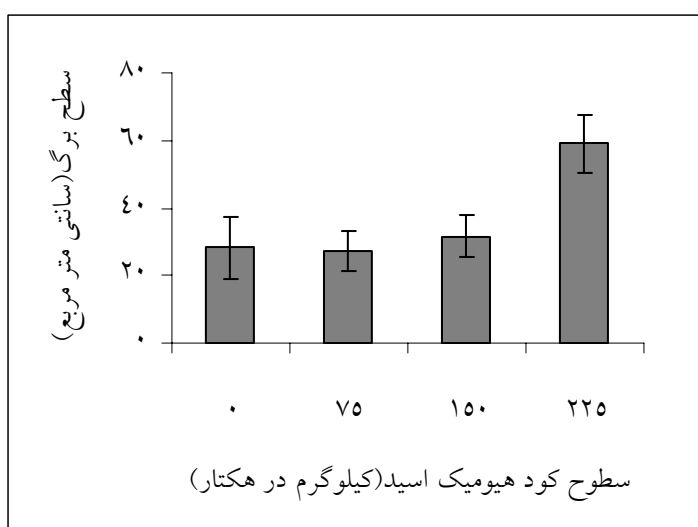
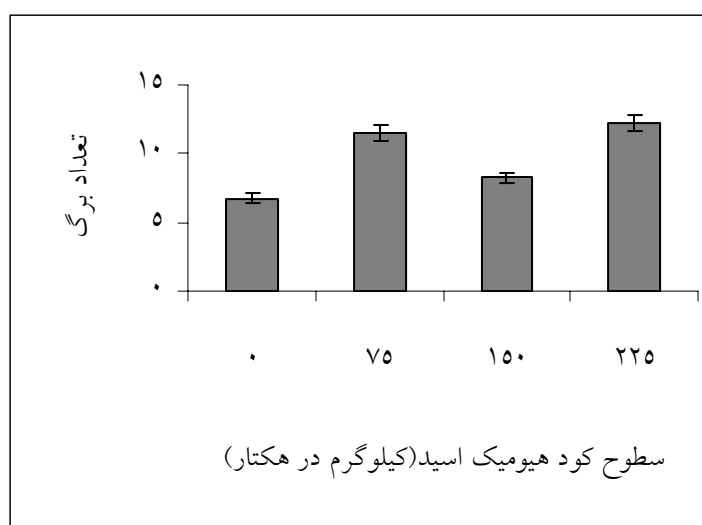
جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفت‌های مورد بررسی

| منابع تغییر | درجه آزادی | سطح برگ | تعداد پنجه | تعداد برگ | قطریقه | وزن تر برگ | وزن تر ساقه | وزن تر ریشه | وزن خشک برگ | وزن خشک ساقه |
|--------------|------------|----------------------|--------------------|-----------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| بلوک | ۳ | ۲۸۴/۰۵ ^{ns} | ۱/۷۵ ^{ns} | ۳۰/۰۶* | ۲/۵۸ ^{ns} | ۰/۰۳ ^{ns} | ۰/۰۲۷ ^{ns} | ۰/۰۳۷ ^{ns} | ۰/۰۱ ^{ns} | ۰/۰۰۴ ^{ns} |
| تیمار | ۳ | ۹۱۷/۷۸* | ۱/۴۱ ^{ns} | ۲۷/۳۹* | ۰/۸۸ ^{ns} | ۰/۱۱* | ۰/۰۷۴* | ۰/۳۱** | ۰/۰۱۷* | ۰/۰۱۳* |
| خطا | ۹ | ۲۱۵/۹۱ | ۰/۶۹ | ۷ | ۱/۶۳ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۳۲ | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۱ |
| ضریب تغییرات | | ٪۴۰/۲۹ | ٪۲۸/۹۸ | ٪۲۷/۳۲ | ٪۲۹/۳۸ | ٪۱۶/۶۸ | ٪۲۴/۹۷ | ٪۱۸/۱۷ | ٪۱۵/۵۷ | ٪۱۵ |

ns، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱، ۵ درصد و عدم معنی‌دار

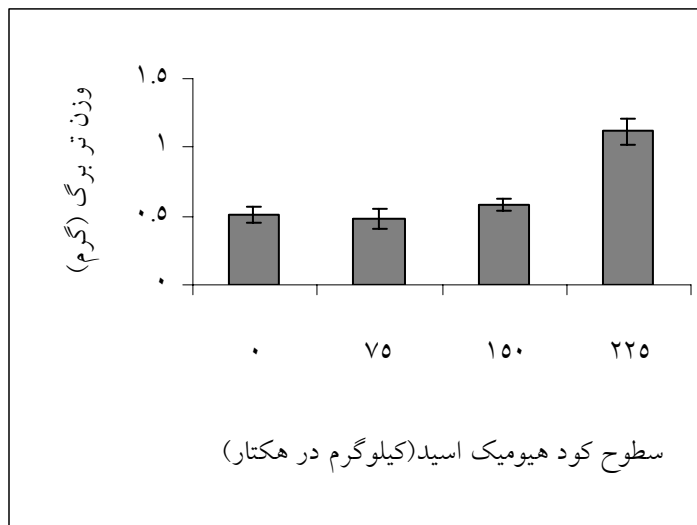
ادامه جدول ۲ - میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفت‌های مورد بررسی

| منابع تغییر | درجه آزادی | وزن خشک ریشه | وزن تر بخش هوایی | وزن خشک قسمت هوایی | نسبت هوایی به ریشه | کلروفیل a | کلروفیل b | کلروفیل کل |
|--------------|------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| بلوک | ۳ | ۰/۰۲ ^{ns} | ۰/۱ ^{ns} | ۰/۰۲۵ ^{ns} | ۰/۰۳۹ ^{ns} | ۰/۰۳۲ ^{ns} | ۰/۰۸۳ ^{ns} | ۰/۱۹ ^{ns} |
| تیمار | ۳ | ۰/۰۴* | ۰/۳* | ۰/۶** | ۰/۲۵* | ۰/۱۴۳* | ۰/۰۴۱ ^{ns} | ۰/۳۱* |
| خطا | ۹ | ۰/۰۱ | ۰/۰۵ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۵۴ | ۰/۰۳۶ | ۰/۰۳۳ | ۰/۰۷ |
| ضریب تغییرات | | ٪۲۲/۹۷ | ٪۱۷/۵۲ | ٪۱۴/۴ | ۱۶/۷۳ | ٪۱۹/۳۱ | ٪۳۱/۴۹ | ٪۱۷/۸۲ |

شکل ۱- اثر سطوح مختلف کود هیومیک اسید بر سطح برگ گونه *F. arundinacea*شکل ۲- اثر سطوح مختلف کود هیومیک اسید بر تعداد برگ گونه *F. arundinacea*

شکل ۲ نشان می‌دهد که بیشترین تعداد برگ (۱۲/۲۵) در زمانی است که ۲۲۵ کیلوگرم هیومیک اسید مصرف شده است و کمترین تعداد برگ (۶/۷۵) در شاهد می‌باشد. البته سطوح هیومیک اسید (۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) با هم در یک سطح آماری می‌باشند. مقایسه میانگین سطوح کود هیومیک اسید در خصوص وزن تر برگ (شکل ۳) نشان داد که مقدار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین وزن تر برگ (۱/۱۱ گرم) را ایجاد نمود. دو سطح دیگر هیومیک اسید با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند. در ضمن کمترین وزن تر برگ مربوط به مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار با ۰/۴۷ گرم بود.

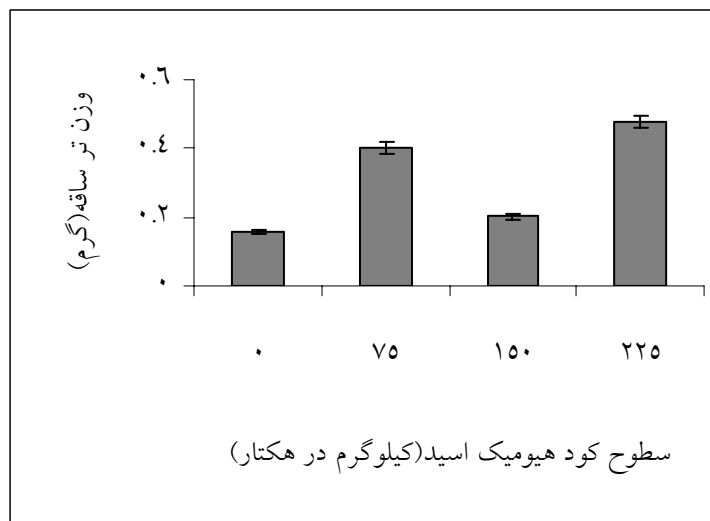
شکل ۳ اثر سطوح مختلف کود هیومیک اسید بر وزن تر برگ گونه *F. arundinacea* را نشان می‌دهد. بر اساس شکل ۴ وزن تر ساقه در سطح ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین وزن (۰/۴۷ گرم) و کمترین در تیمار شاهد (۰/۱۵ گرم) بود. بین دو سطح ۷۵ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.



شکل ۳- اثر سطوح مختلف کود هیومیک اسید بر وزن تر برگ گونه *F. arundinacea*

شکل ۴ اثر سطوح مختلف کود هیومیک اسید بر وزن تر ساقه گونه *F. arundinacea* را نشان می‌دهد. بر اساس شکل ۴ وزن تر ساقه در سطح ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین وزن (۰/۴۷ گرم) و کمترین در تیمار شاهد (۰/۱۵ گرم) بود. بین دو سطح ۷۵ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

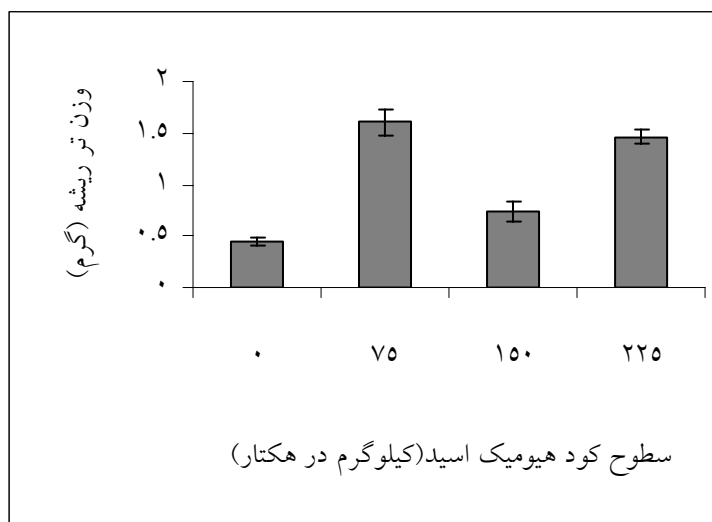
شکل ۴ اثر سطوح مختلف کود هیومیک اسید بر وزن تر ساقه گونه *F. arundinacea* را نشان می‌دهد. بر اساس شکل ۴ وزن تر ساقه در سطح ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین وزن (۰/۴۷ گرم) و کمترین در تیمار شاهد (۰/۱۵ گرم) بود. بین دو سطح ۷۵ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.



شکل ۴- اثر سطوح مختلف کود هیومیک اسید بر وزن تر ساقه گونه *F. arundinacea*

شاهد (۰/۴ گرم) بود که با سطح ۱۵۰ کیلوگرم تفاوت معنی داری نداشت (شکل ۵).

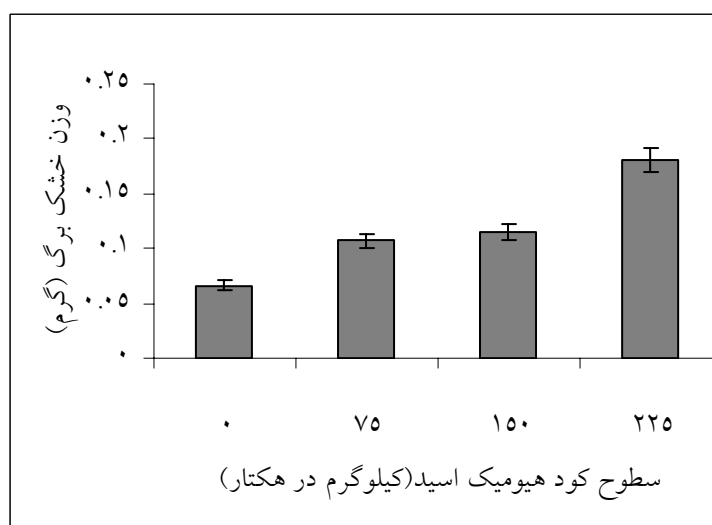
بیشترین وزن تر ریشه در مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار با ۱/۶ گرم بود که با سطح ۲۲۵ کیلوگرم تفاوت معنی داری نداشت. البته کمترین وزن تر ریشه در تیمار



شکل ۵- اثر سطوح مختلف کود هیومیک اسید بر وزن تر ریشه گونه *F. arundinacea*

آن مربوط به شاهد بود. در ضمن شاهد با دو سطح دیگر هیومیک اسید تفاوت معنی داری نداشت.

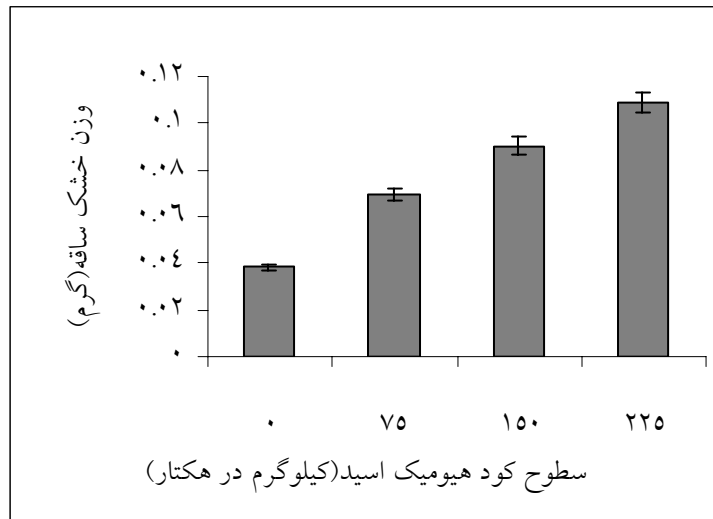
شکل ۶ نشان داد که مقدار هیومیک اسیدی که بیشترین وزن خشک را تولید نموده است در سطح ۲۲۵ کیلوگرم بر هکتار با مقدار ۰/۱۸ گرم بود و کمترین مقدار



شکل ۶- اثر سطوح مختلف کود هیومیک اسید بر وزن خشک برگ گونه *F. arundinacea*

نداشت. البته کمترین مقدار وزن خشک ساقه (۰/۰۳۸ گرم) را شاهد تولید نمود (شکل ۷).

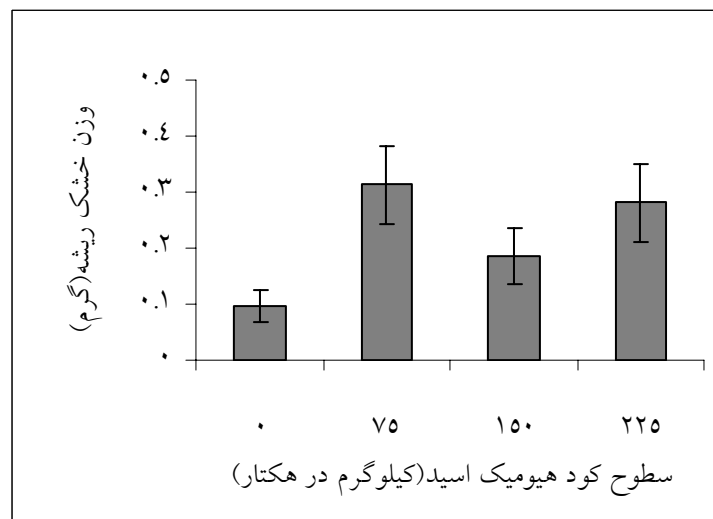
مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین وزن خشک ساقه (۰/۱۰۹ گرم) مربوط به ۲۲۵ کیلوگرم هیومیک است که با سطح ۱۵۰ کیلوگرم تفاوت معنی داری



شکل ۷- اثر سطوح مختلف کود هیومیک اسید بر وزن خشک ساقه گونه *F. arundinacea*

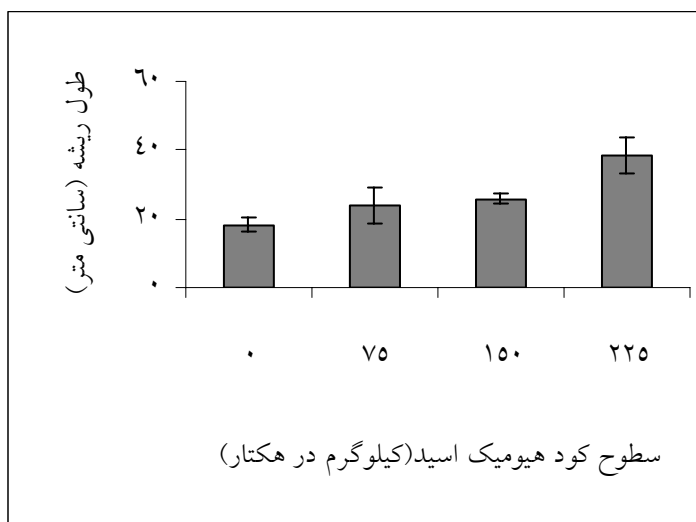
کیلوگرم هیومیک اسید در هکتار اختلاف آماری نداشت. کمترین مقدار تولید ریشه در شاهد ۰/۰۹۶ گرم بود.

بیشترین وزن خشک ریشه در هیومیک اسید با سطح ۷۵ کیلوگرم در هکتار (۰/۳۱ گرم) بود که با سطح ۲۲۵



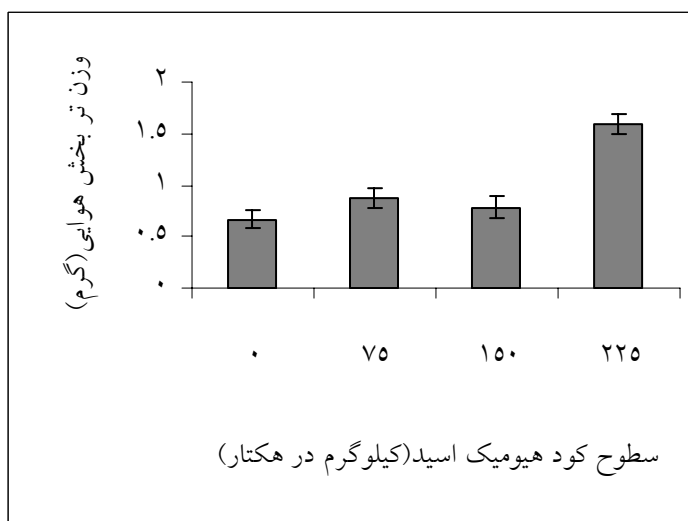
شکل ۸- اثر سطوح مختلف کود هیومیک اسید بر وزن خشک ریشه گونه *F. arundinacea*

بر اساس شکل ۹ بیشترین طول ریشه (۳۸/۴۲) هیومیک اسید بود و کمترین طول ریشه (۱۸/۲۵ سانتی متر) در مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار گیاه از مربوط به شاهد بود.



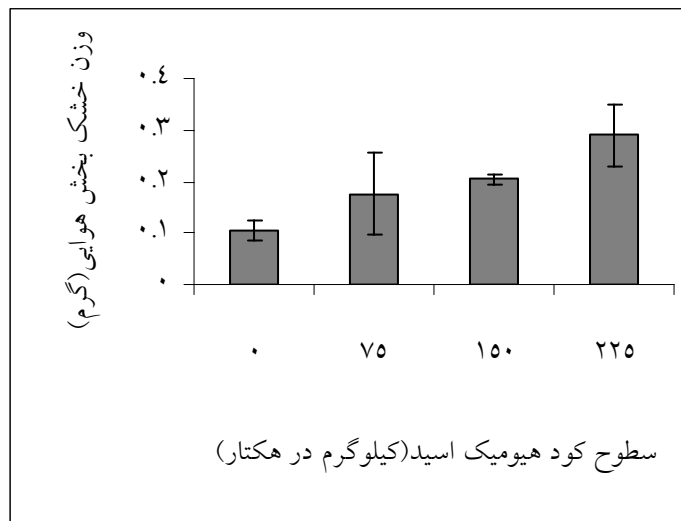
شکل ۹- اثر سطوح مختلف کود هیومیک اسید بر طول گونه *F. arundinacea*

بیشترین وزن تر بخش هوایی (۱/۵۹ گرم) در سطح ۲۲۵ کیلوگرم هیومیک اسید در هکتار رخ داد (شکل ۱۰). کمترین مقدار این صفت (۰/۶۶ گرم) در شاهد اتفاق افتاد. همچنین تیمار شاهد با دو سطح ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی داری نداشت.



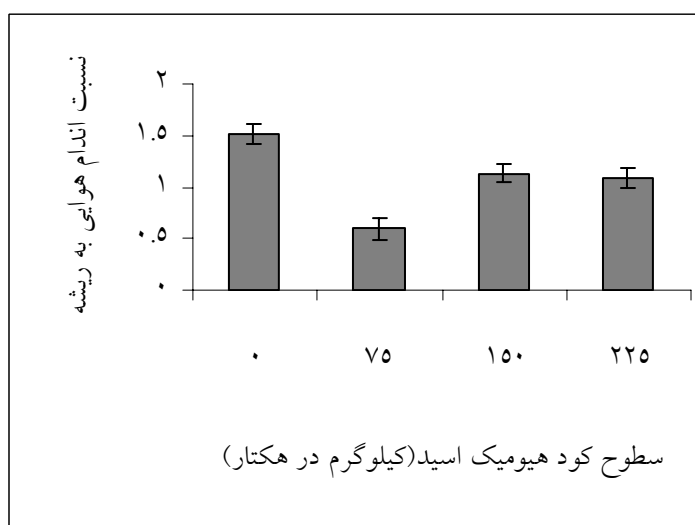
شکل ۱۰- اثر سطوح مختلف کود هیومیک اسید بر وزن بخش هوایی گونه *F. arundinacea*

بالاترین وزن خشک بخش هوایی (۰/۲۹ گرم) مربوط به سطح ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید بود (شکل ۱۱) و کمترین (۰/۱ گرم) نیز به شاهد اختصاص داشت. سطوح ۲۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید با یکدیگر اختلاف آماری نداشت.



شکل ۱۱- اثر سطوح مختلف کود هیومیک اسید بر وزن خشک بخش هوایی گونه *F. arundinacea*

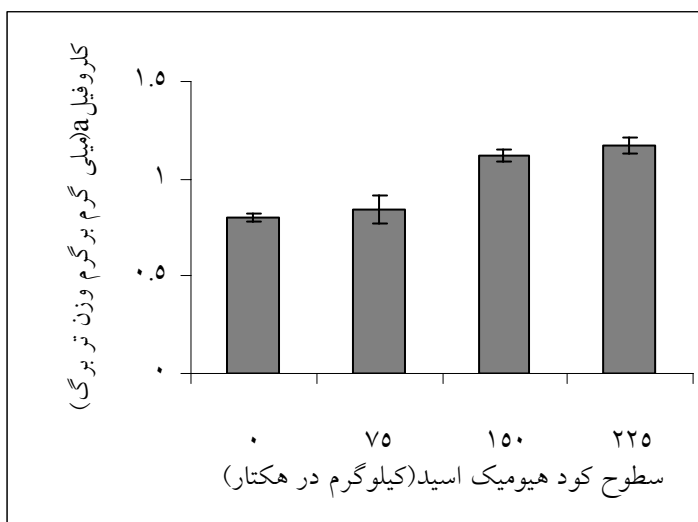
بیشترین نسبت بخش هوایی به ریشه مربوط به تیمار شاهد (۱/۵) بود که با دو سطح ۲۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید در یک سطح آماری بود (شکل ۱۲). و کمترین مقدار آن مربوط به سطح ۷۵ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید با مقدار ۰/۵۹ بود.



شکل ۱۲- اثر سطوح مختلف کود هیومیک اسید بر نسبت اندام هوایی به ریشه گونه *F. arundinacea*

گرم وزن تر برگ بود و این دو سطح در یک سطح آماری بود و کمترین آن مربوط به شاهد بود (شکل ۱۳).

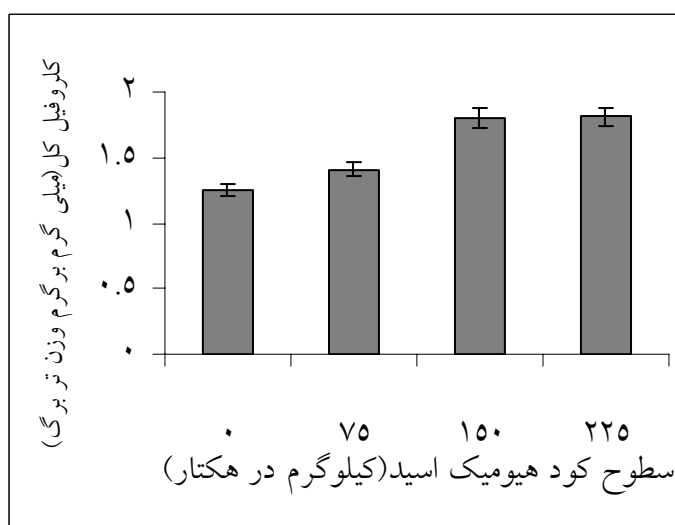
نتایج مقایسه میانگینها نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a تولید شده در دو سطح ۲۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید به ترتیب ۱/۱۷ و ۱/۱۲ میلی گرم در



شکل ۱۳- اثر سطوح مختلف کود هیومیک اسید بر کلروفیل a گونه *F. arundinacea*

به ترتیب ۱/۸ و ۱/۸ میلی گرم در گرم وزن تر برگ را شامل شد و کمترین میزان به شاهد اختصاص داشت.

نتایج مقایسه میانگینها در مورد کلروفیل کل (شکل ۱۴) نشان داد که بیشترین کلروفیل مربوط به دو سطح ۲۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید بود که



شکل ۱۴- اثر سطوح مختلف کود هیومیک اسید بر کلروفیل کل گونه *F. arundinacea*

بحث

اثر هیومیک اسید بر اجزاء رویشی این گونه مرتعی در بیشتر صفت‌های مورد مطالعه قابل توجه است ولی سطح اثر این عامل بر خصوصیت‌های مورد بررسی، متفاوت است. به تفکیک صفت‌های رویشی مورد بررسی که از جمله اجزاء مهم عملکرد علوفه در گیاهان مرتعی می‌باشند می‌توان نکاتی را مورد تأکید قرار داد.

در خصوص صفت‌های مرتبط با برگ نتایج نشان داد که بین سطوح کود بیشترین صفت‌های سطح برگ، تعداد برگ، وزن تر برگ و وزن خشک برگ در مصرف مقدار ۲۲۵ کیلوگرم کود در هکتار بدست آمده است. کمترین مقدار صفت‌های مذکور در عدم مصرف هیومیک اسید بود. در پژوهشی *Verlinden et al.*, (2010) اثر هیومیک اسید بر روی چند گراس را مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند کاربرد هیومیک اسید موجب افزایش شاخ و برگ گیاهان مرتعی می‌شود. سبزواری و خزاعی (۱۳۸۸) غلظت‌های مختلف هیومیک اسید را بر گندم بررسی نمودند، نتایج تحقیق آنها نشان داد که سطح برگ در هنگام عدم مصرف ۱۳/۵۷ سانتی‌متر مربع بود و در بالاترین مقدار مصرف سطح برگ به ۲۲/۱۹ سانتی‌متر رسید. در بررسی اثر محلول‌پاشی هیومیک اسید بر گیاهان فلفل و بادمجان *Padem et al.*, (1999) به این نتیجه رسیدند که هیومیک اسید باعث افزایش تعداد برگ می‌شود. با توجه به نتایج بدست آمده توسط سایر محققان به نظر می‌رسد مصرف هیومیک اسید موجب افزایش صفت‌های سطح، تعداد، وزن تر و وزن خشک برگ شده است. یکی از دلایل می‌تواند نظر *Jones et al.*, (2004) باشد، که هیومیک اسید دسترسی بیشتر به عناصر غذایی را

برای گیاه فراهم می‌کند و در نتیجه موجب افزایش اندام‌های هوایی می‌شود.

ساقه: نتایج مقایسه میانگینها نشان داد که با مصرف هیومیک اسید وزن تر و خشک ساقه نیز در مقدار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید بیشتر از دیگر سطح‌های مصرف بود. شاهد در مورد هر دو صفت کمترین مقدار را داشت. در این خصوص *Tahir et al.*, (2011) نیز اثر سطح‌های مختلف هیومیک اسید را بر روی گیاه گندم مورد آزمایش قرار دادند. نتیجه کار آنها نشان داد که سطوح مختلف هیومیک اسید اختلاف معنی‌داری بین وزن ساقه و ارتفاع بوته و میزان جذب ازت در رشد گندم ایجاد می‌کند. بررسیهای *Delfine et al.*, (2005) نشان داد که هیومیک اسید موجب افزایش وزن ساقه‌ها در گیاه گندم شده است.

ریشه: اثر هیومیک اسید بر طول، وزن تر و خشک ریشه نیز در سطح‌های مختلف هیومیک اسید معنی‌دار بود و مقدارهای مختلف نیز نسبت به شاهد اثرهای زیادی داشتند. بررسیها نشان دادند که اسید هیومیک می‌تواند تأثیر بسیار مثبتی بر فیزیولوژی گیاه داشته باشد و باعث توسعه ریشه و ریشه‌های جانبی شود *(Cordeiro et al., 2011)* در تحقیقی *Cordeiro et al.*, (2011) تأثیر هیومیک اسید را بر روی رشد ریشه ذرت مورد بررسی قرار دادند و دریافتند ۳ میلی‌مولار هیومیک اسید در حضور دزهای کم و زیاد NO_3 می‌تواند باعث توسعه ریشه ذرت شود. تحقیق‌های *Delfine et al.*, (2005) نشان داد که هیومیک اسید موجب افزایش وزن خشک در گیاه گندم شده است. همچنین *Azam & Kausar* (1985) تأثیر هیومیک اسید را بر افزایش طول ریشه نسبت به عدم مصرف به اثبات رساندند. در بررسی اثر محلول‌پاشی هیومیک اسید بر گیاهان فلفل و بادمجان *Padem et al.*,

ساقه، برگ و وزن کل صنوبر در فعالیت‌های مختلف افزایش یافته است.

تأثیر هیومیک اسید بر کلروفیل a و کل به‌ویژه در سطوح ۲۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بسیار مشهود بود. در این خصوص در مطالعات (Jing-min et al., 2010) اثر هیومیک اسید بر صنوبر مطالعه شد و نتایج نشان داد که با افزایش آب و استفاده از اسید هیومیک میزان کلروفیل افزایش یافت.

به‌طور کلی در این تحقیق بررسی نتایج مقایسه میانگینها در صفت‌های معنی دار شده نشان داد که کاربرد هیومیک اسید در سطح برگ، تعداد برگ، وزن تر برگ، ساقه و بخش‌هوایی، وزن خشک برگ و ساقه، طول ریشه، کلروفیل a و کلروفیل کل نسبت به عدم مصرف مؤثر بوده است و بیشترین تأثیر در مصرف کود هیومیک اسید به مقدار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار است و وزن تر و خشک ریشه در مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد.

منابع مورد استفاده

- افکار، س.، کریم‌زاده، ق. و جعفری، ع.، ۱۳۸۸. بررسی تنوع مورفولوژیکی عملکرد بذر و اجزای آن در تعدادی از ژنوتیپ‌های فستوکا (*Festuca arundinacea*). مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۱۶۰:۳-۱۵۱.
- سبزواری، س.، خزاعی، ح. و کافی، م.، ۱۳۸۸. اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه و بخش‌هوایی ارقام سایونز و سیلان گندم (*Triticum aestivum*. L) مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳: ۹۴-۸۷.
- سبزواری، س. و خزاعی، ح.، ۱۳۸۸. اثر محلول پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیت‌های رشدی، عملکرد و اجزاء عملکرد گندم رقم پیش‌تاز (*Triticum aestivum*. L). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، جلد ۱، شماره ۲، صفحه ۵۳ تا ۶۳.

(1999) به این نتیجه رسیدند که هیومیک اسید باعث افزایش وزن خشک ریشه می‌شود. همچنین Sangeetha et al., (2006) مطرح نمودند که هیومیک اسید می‌تواند جذب NPK و رشد اندام‌های گیاه را افزایش دهد. در مرور منابع و این تحقیق مشخص شد که هیومیک اسید موجب افزایش ویژگی‌های مورفولوژیکی ریشه می‌شود.

در وزن تر و خشک بخش‌هوایی نیز اثر هیومیک اسید مشهود بود و مقدار ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید بیشتر از سایر مقدارهای هیومیک اسید بود. کاربرد هیومیک اسید بر گونه *Panicum amarum* توسط Willis Hester & (2008) مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه تحقیق آنها نیز نشان داد که هیومیک اسید می‌تواند بر رشد توده گیاه اثر زیادی داشته باشد. سبزواری و خزاعی (۱۳۸۸) تأثیر هیومیک اسید بر اندام‌هوایی گیاه را در یک تحقیق گلخانه‌ای بررسی نمودند. وزن تر و خشک اندام‌هوایی به ترتیب در عدم مصرف هیومیک اسید ۶۴۱ و ۱۷۴ و بالاترین مقدار مصرف هیومیک اسید به ترتیب به ۱۴۳۹ و ۲۹۷ میلی‌گرم در گیاه رسیده بود. تقریباً این خصوصیت‌ها به دو برابر افزایش یافته بود.

نسبت بخش‌هوایی به ریشه نشان داد که عدم مصرف کود باعث می‌شود این نسبت به سایر سطوح کودی بیشتر باشد؛ به عبارت دیگر در غیاب اسید هیومیک ریشه‌ها نسبت به بخش‌هوایی از رشد کمتری برخوردار بودند، بنابراین در سایر سطوح کودی ریشه‌ها رشد بیشتری داشتند. طبق تحقیق (Cordeiro et al., 2011)، اسید هیومیک می‌تواند نسبت وزن تازه و خشک ریشه در ذرت را افزایش دهد. همچنین (Jing-min et al., 2010) اثر هیومیک اسید بر صنوبر را مطالعه نمودند و مطالعه آنها نشان داد با افزایش آب و استفاده از اسید هیومیک فعالیت ریشه، وزن ریشه،

- Jones, C.A., Jacobsen, J.S. and Mugaas, A., 2004. Effect of humic acid phosphorus availability and spring wheat yield. Fertilizer Facts, No.32, Extension service, Montana State University, USA.
- Kausar, A. and Azam, F., 1985. Effect of humic acid on wheat seeding growth. Environmental and Experi. Bot., 25: 245-252.
- Luciano, C., Riccardo, S., Alessandro P., Leonardo B.D., Anna L.O., Gabriel de Araújo, S., Fábio L.O. and Arnoldo R.F., 2009. Relationships between chemical characteristics and root growth promotion of humic acids isolated from brazilian oxisoils. Soil Science, 174: 611-620.
- Padem, H., Ocal, A. and Alan, R., 1999. Effect of humic acid added foliar fertilizer on quality and nutrient content of eggplant and pepper seedlings. ISHS Acta Hort, 491: 241-246.
- Sandeep, S., Manjaiah, K.M., Sachdev, P. and Sachdev, M.S., 2009. Effect of nitrogen, potassium and humic acid on Cs transfer factors to wheat from tropical soils in Neubauer growth units. Environmental Monitoring and Assessment, 149: 43-59.
- Sangeetha, M., Singaram, P. and Uma Devi, R., 2006. Effect of lignite humic acid and fertilizer on yield of onion and nutrient availability, Proceeding of 18th World Congress of Soil science 9-15. Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- Tahir, M.M., Khurshid, M., Khan, M.Z., Abbasi, M.K. and Kazmi M.H., 2011. lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils, Pedosphere. 21: 124-131.
- Verlinden, G., Coussens, T., De Vlieghe, A. and Baert, G., 2010. Effect of humic substances on nutrient uptake by herbage and on production and nutritive value of herbage from sown grass pastures. Grass and Forage Science, 65: 133-144.
- Willis, J. and Hester, M., 2008. Evaluation of enhanced *Panicum amarum* establishment through fragment plantings and humic acid amendment. Journal of Coastal Research, 2:263-268.
- سردشتی، ع. و علیدوست، م.، ۱۳۸۶. تعیین و شناسایی ترکیبات هیومیک اسید خاکهای جنگلی شمال ایران. پانزدهمین همایش بلورشناسی و کانی شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه ۳۶۱.
- سردشتی، ع. و محمدیان مقدم، س.، ۱۳۸۶. تعیین ظرفیت تبادل کاتیونی هیومیک اسید استخراج شده از خاک جنگلی نهارخوران گرگان، نسبت به یونهای Pb^{+2} ، Cd^{+2} و Ni^{+2} به روش ناپیوسته ظرفی در محیط آبی. نشر شیمی و مهندسی شیمی ایران، ۳: ۹.
- فرهی آشتیانی، ص. و پرویزیان، ص.، ۱۳۶۷. آزمایشهایی در فیزیولوژی گیاهی. مرکز نشر دانشگاهی تهران، ۳۶۴ صفحه.
- Angin, I., Turan, M., Ketterings, Q.N. and Cakici, A., 2007. Humic acid addition enhances B and Pb phytoextraction by vetiver grass (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash). Water, Air, & Soil Pollution, 188: 335-343
- Bulent Asik, B., Turan, A., Celik, H. and Vahap Katkat, A., 2009. Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum* cv. Salihli) under conditions of salinity. Asian Journal of Crop Science, 1:87-95.
- Cordeiro, F., Catarina, C., Silveira, V. and Souza, S., 2011. Humic acid effect on catalase activity and the generation of reactive oxygen species in corn (*Zea mays*). Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 75:70-74.
- Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E. and Alvino, A., 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat, Agron. Sustain, 25: 183-191.
- Gaute, B.S., Tredway, L.P., Kubic, C., Gaut, R.L. and Meyer, W., 2000. Phylogenetic relationships and genetic diversity among members of *Festuca-Lolium* complex (Poaceae) based on its sequenced data plant, Systematics and Evolution. 224: 33-53.
- Jing-min, Z., Shang-jun, X., Mao-Peng, S., Bing-yao, M., Xiu-Mei, C. and Chunsheng, L., 2010. Effect of humic acid on poplar physiology and biochemistry properties and growth under different water level. Journal of Soil and Water Conservation, 6: 200-203.

Effects of humic acid on vegetative characteristics of *Festuca arundinacea*

Rahi, A.^{1*}, Mirzaie-Nodoushan, H.², Danaee, M.³ and Azizi, F.⁴

1*- Corresponding Author, Research Instructor, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Roodhen Branch, Roodhen, Iran, Email:genomixar@gmail.com

2- Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

3- Research Instructor, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Roodhen Branch, Roodhen, Iran.

4- Statistics and Mathematics Expert, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Roodhen Branch, Roodhen, Iran.

Received: 17.05.2011

Accepted: 24.12.2011

Abstract

To investigate the effects of humic acid on vegetative characteristics of a rangeland species, *Festuca arundinacea*, a greenhouse experiment was conducted at Damavand city, Iran, based on a randomized complete block design. Levels of 0, 75, 150, and 225 kg per hectare of humic acid were used in a form of granules as different treatment levels. Several vegetative characteristics were studied and recorded on the single plants. Analysis of variance showed that treatment effects on leaf area, leaf number, leaf, stems and whole canopy fresh weight, leaves, stems and roots dry weight, root length, canopy to root ratio, total chlorophyll and chlorophyll a were significant at 5% level. Also, the treatment effects on canopy dry weight and root fresh weight were significant at 1% level. Treatment effect was not statistically significant on tiller number, collar diameter and chlorophyll b. Maximum dry and fresh root weight were obtained by 75 kg per hectare humic acid. Most of the attributes were highly affected by applying 225 kg per hectare humic acid.

Key words: Humic acid, Vegetative characteristics, *Festuca arundinacea*