

## بررسی تاثیرات مقادیر مختلف هیومیک اسید و مطالعه روند منحنی‌های پاسخ در گونه *Dactylis glomerata*

### Effects of different amounts of humic acid and response curves in the *Dactylis glomerata*

علیرضا رهی<sup>۱\*</sup>، مهدی داودی فرد<sup>۲</sup>، فرشته عزیزی<sup>۱</sup>، داود حبیبی<sup>۳</sup>

#### چکیده

به منظور بررسی تاثیر هیومیک اسید بر روی رشد رویشی گونه مرتعی *Dactylis glomerata* آزمایشی در سال ۸۹ بصورت گلخانه‌ای در شهرستان دماوند اجرا شد. کود هیومیک اسید به صورت گرانولی به مقدار ۰، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلو گرم در هکتار مصرف گردید. صفات مورد بررسی عبارت بودند از ارتفاع از سطح زمین تا اولین برگ (سانتی متر)، طول گیاه از یقه تا بزرگترین برگ (سانتی متر)، وزن تر و خشک برگ، ریشه، ساقه و بخش هوایی (به گرم)، سطح برگ (سانتی متر مربع)، طول ریشه (سانتی متر)، تعداد برگ، نسبت بخش هوایی به ریشه، قطر یقه به میلی متر. کلروفیل a, b، کل، rwc، sal و wsد. تجزیه‌های همبستگی، رگرسیون و علیت نشان دادند که صفات‌های وزن خشک ساقه و برگ، ارتفاع و طول گیاه، وزن تر ساقه و ریشه از مهم ترین صفات تاثیر گذار بر وزن خشک بخش هوایی هستند. با توجه به مشخص شدن صفات تاثیر گذار بر وزن خشک بخش هوایی، میزان تاثیر مقادیر هیومیک اسید بر این صفات بر اساس تجزیه ssها یا منحنی‌های پاسخ که بیشترین مقدار این صفات را تولید می کنند ۱۵۰ کیلو گرم در هکتار است.

واژه‌های کلیدی: هیومیک اسید، دماوند، *Dactylis glomerata*

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، گروه زراعت و اصلاح نباتات، رودهن، ایران.  
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، گروه زراعت و اصلاح نباتات، عضو باشگاه پژوهشگران جوان، رودهن، ایران  
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت، کرج، البرز، ایران  
° نویسنده مسئول: Email: genomixar@gmail.com

## مقدمه

افزایش کیفیت علوفه و گیاهان مرتعی می‌تواند باعث بهبود کیفیت فرآورده‌های گوشتی و لبنی شود. همچنین گیاهان مرتعی از این جهت دارای اهمیت هستند که که بخش عمده اکوسیستم مرتع را شامل می‌شوند. لذا جهت بهره برداری درست از مرتع لازم است خصوصیات، اجزاء و نیز چگونگی تعامل بین اجزاء آنها را بشناسیم (قلیچ‌نیا، ۱۳۸۷). از طرفی گیاهان مرتعی می‌توانند در تولید علوفه برای دام همچنین جلوگیری از فرسایش آبی و بادی نقش زیادی داشته باشند.

گونه *Dactylis glomerata* (علف باغ) از تیره گندمیان، زیر تیره Pooideae و طایفه Festuceae می‌باشد. این گیاه پایا، پر محصول دارای بذره‌های ریز، ساقه‌های پر پشت و پابند است خشکی را نمی‌تواند تحمل کند و معمولاً در مکان‌های سایه می‌روید (مداح عارفی و همکاران، ۱۳۸۳).

یکی از کودهای با اهمیت در بخش مصرف در گیاهان هیومیک اسید می‌باشد. هیومیک اسید، یک پلیمر طبیعی است که دارای موضع های  $H+$  مربوط به عامل‌های اسیدی کربوکسیل بنزوئیک و فنلی (مکان‌های تبادل کاتیونی) است (سردشتی و همکاران، 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 دارای وزن مولکولی نسبتاً بالا ۱۰۴ تا ۱۰۶ دالتون می‌باشد. و ۵۰٪ از وزن مولکولی آن را کربن تشکیل می‌دهد (سردشتی و همکاران، ۱۳۸۶).

اسید هومیک می‌تواند بطور مستقیم اثرات مثبتی بر رشد گیاه بگذارد. رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط اسید هومیک تحریک می‌شود ولی اثر آن بر روی ریشه برجسته تر است، حجم ریشه را افزایش داده و باعث اثربخشی سیستم ریشه می‌گردد. اسید هومیک جذب نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر را توسط گیاه افزایش می‌دهد. کاربرد اسید هومیک کلروز گیاهان را بهبود می‌بخشد که احتمالاً نتیجه‌ای است از توانایی اسید هومیک برای نگهداری آهن خاک به فرمی

که قابل جذب و سوخت و ساز باشد. این پدیده می‌تواند در خاک‌های قلیایی و آهنکی مؤثر باشد که معمولاً کمبود آهن قابل جذب و مواد آلی را دارند. سبزواری و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی عنوان نمودند که 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 ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند.

از آنجایی که یکی از اهداف متخصصین اصلاح نباتات افزایش عملکرد و در گیاهان مرتعی افزایش رشد رویشی می‌باشد، همچنین مرور منابع نشان می‌دهد که مطالعات وسیعی در جهان در خصوص تاثیر هیومیک اسید بر گیاهان صورت گرفته است لذا لازم است، درباره تاثیر این ماده، بر گونه‌های مرتعی نیز، بررسی‌های لازم انجام شود. با توجه به اهمیت اسید هیومیک و اینکه تحقیق در مورد این ماده بر روی گیاهان مرتعی بصورت محدود انجام شده است، تاثیر هیومیک اسید بر گونه *Dactylis glomerata* بررسی شد.

Verlinden et al (۲۰۱۰) 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. Hakan et al (۲۰۱۱) در پژوهش گلخانه‌ای اثر هیومیک اسید را بر روی رشد ذرت در خاک‌های آهنکی مورد بررسی قرار دادند نتایج تحقیق آنها نشان داد که دوزهای مختلف محلول پاشی هیومیک اسید تاثیر متفاوت و معنی داری در مقدار وزن خشک گیاه دارند و محلول اسید هیومیک اثر مثبت و معنی داری در جذب عناصر مس، روی، منگنز، فسفر و سدیم در دز ۰/۰۱ درصد دارد. در تحقیق Taher et al (۲۰۱۱) اثر سطوح مختلف هیومیک اسید را بر روی گیاه گندم مورد آزمایش قرار دادند نتایج نشان داد که سطوح مختلف هیومیک اسید اختلاف معنی داری بین وزن ساقه و ارتفاع بوته و میزان

اندازه‌گیری طول ریشه در مزرعه با مشکلاتی همراه است همچنین برای کنترل بیشتر سایر عوامل محیطی، آزمایش در گلخانه اجرا شد. صفات مورد بررسی عبارت بودند از ارتفاع از سطح زمین تا اولین برگ (سانتی متر)، طول گیاه از یقه تا بزرگترین برگ (سانتی متر)، وزن تر و خشک برگ، ریشه، ساقه و بخش هوایی (به گرم)، سطح برگ (سانتی متر مربع)، طول ریشه (سانتی متر)، تعداد برگ، نسبت بخش هوایی به ریشه، قطر یقه به میلی متر. کلروفیل a, b، کل، sal، rwc و WSD. مقدار ۰/۰۵ گرم برگ تر را وزن نموده و با ۱۰ میلی لیتر استن ۸۰٪ سائیده سپس مخلوط به دست آمده را صاف نموده و با استن ۸۰٪ به حجم ۲۰ میلی لیتر می‌رسانیم. جذب محلول در طول موج ۶۴۶ و ۶۶۳ نانومتر با دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری شد و با استفاده از فرمول ارائه شده توسط آشتیانی و همکاران (۱۳۶۷) غلظت کلروفیل‌های a, b، کل و کارتنوئید بر حسب میلی گرم در گرم برگ تعیین شد. آنالیز داده‌ها توسط نرم افزار SAS و SPSS انجام گردید

جذب ازت در رشد گندم دارد. Bulent Asik et al (2011) تاثیر هیومیک اسید را بر روی گونه *Triticum durum* Salihli مورد آزمایش قرار دادند نتایج نشان داد که هیومیک اسید موجب افزایش جذب فسفر، پتاسیم، منیزیم، سدیم، مس و روی می‌گردد.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در پاییز ۸۹ در شهرستان دماوند با موقعیت جغرافیایی شمالی و شرقی اجرا شد گونه *Dactylis glomerata* از موسسه سازمان و جنگل‌ها و مراتع، و خاک مورد استفاده نیز از عرصه مرتعی تهیه شد. قبل از اجرای آزمایش خاک مورد آزمایش قرار گرفت که نتایج آن در جدول یک آمده است. Ph کود هیومیک اسید نیز توسط دستگاه Ph متر اندازه‌گیری شد و Ph کود برابر با ۵/۸۳ بود. تیمارها عبارت بودند مقدار مصرف هیومیک اسید با مقادیر ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ کیلو گرم در هکتار و شاهد. به دلیل استفاده از گلخانه یک طرفه از طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی آزمایش استفاده شد. چون

$$\text{Chl.a} = [(12/V(A663) - 2/69(A645)]V/W \times 1000 \text{ میلی گرم در گرم برگ تر}$$

$$\text{Chl.b} = [(22/9(A645) - 4/68(A663)]V/W \times 1000 \text{ میلی گرم در گرم برگ تر}$$

$$\text{(میلی گرم در گرم برگ تر) کلروفیل a + کلروفیل b = کلروفیل کل}$$

$$\text{A663} = \text{جذب در } 663 \text{ نانومتر، } \text{A645} = \text{جذب در } 645 \text{ نانومتر،}$$

$$V = \text{حجم محلول، } W = \text{وزن برگ به میلی گرم}$$

$$\text{SLA} = \text{وزن ماده خشک برگ / سطح برگ در گیاه} = \text{سطح ویژه برگی}$$

$$\text{RWC} = \frac{\text{WF} - \text{WD}}{\text{WT} - \text{WD}}$$

که در این رابطه: WF وزن تر برگ، WD وزن خشک برگ و WT وزن آماس برگ

$$\text{WSD} = 100 - \text{RWC}$$

میزان کمبود آب نسبت به حالت اشباع

نتایج همبستگی ساده صفات نشان داد که بین سطح برگ و صفات وزن تر برگ (۰/۸۵)، طول ریشه (۰/۵۵)، وزن تر بخش هوایی (۰/۸) و کلروفیل b (۰/۵۱) رابطه‌ای معنی دار برقرار است. همبستگی بین ارتفاع و سایر صفات شامل طول

## نتایج

بر اساس نتایج جدول شماره ۲ کلیه داده‌ها طبق آزمون گولموگروف - اسمیرنوف مورد آزمون تست نرمالیته قرار گرفت که همه داده‌های صفات نرمال بودند.

(۰/۵۸-) رابطه‌ای غیر هم سو، معنی دار بر قرار است. نسبت هوایی به ریشه با کلروفیل a (۰/۵۵) رابطه معنی دار و هم سو دارد. بین کلروفیل a با صفات کلروفیل b (۰/۷۵) و کلروفیل کل (۰/۸۹) رابطه‌ای بسیار قوی، هم جهت و معنی دار بر قرار است. همبستگی بین کلروفیل b با صفات کلروفیل کل (۰/۸۸) مثبت و معنی دار وجود دارد.

با توجه به اینکه وزن خشک بخش هوایی گیاه از اهمیت زیادی برخوردار است این صفت به عنوان صفت وابسته (Y) و سایر صفات به عنوان صفات متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. بر اساس نتایج جدول ۴ رگرسیون گام به گام در سه مرحله صفات موثر بر وزن خشک بخش هوایی را مشخص نمود. ضریب تعیین تصحیح شده مشخص کرد که صفات متغیر ۹۸۷٪ صفت وابسته را تحت کنترل دارند. همچنین بین صفات مستقل و وابسته به احتمال ۹۹٪ رابطه رگرسیونی معنی داری بر قرار است. صفاتی که موجب افزایش وزن خشک بخش هوایی می‌شوند عبارتند از وزن خشک ساقه ( $x_1$ )، وزن خشک برگ ( $x_2$ ) ولی کلروفیل ( $x_3$ ) b موجب کاهش وزن خشک برگ می‌گردد. معادله مربوطه به شرح زیر است:

$$y = -0.054 + 0.91 x_1 + 0.79 x_2 - 0.24 x_3$$

همچنین طبق شکل ۱، هیستوگرام دادها نشان می‌دهد که داده‌ها مطابقت مناسبی نسبت به منحنی نرمال دارند. شکل ۲ نیز مبین آن است که برازش داده‌ها به خط رگرسیون از مدل مناسبی پیروی می‌کند. شکل ۳ مشخص می‌کند که الگوی پراکنش باقیمانده‌ها از وضعیت مطلوبی برخوردار است به طوری که نقصان قابل توجهی در مدل دیده نمی‌شود و پراکنده‌گی‌ها کمتر از انحراف معیار می‌باشد (رضایی و همکاران، ۱۳۸۲). با توجه به اینکه در این پژوهش مقادیر هم فاصله کود هیومیک اسید بکار برده شد، جالب است که بررسی شود، پاسخ به دست آمده توسط مقادیر مختلف تیمار به کار رفته وابستگی خطی یا غیر خطی به صفات مورد بررسی نشان می‌دهد یا نه؟ لذا بر اساس نتایج بدست آمده در جدول ۶ پاسخ مقادیر

گیاه (۰/۹۹)، وزن تر ساقه (۰/۶۶)، وزن خشک برگ (۰/۵۲) و وزن خشک بخش هوایی (۰/۵۴) رابطه‌ای همسو و معنی دار می‌باشد. ضرایب همبستگی بین صفات مشخص کرد که بین صفت طول گیاه با صفات وزن تر ساقه (۰/۶۶)، وزن تر بخش هوایی (۰/۸۱) و وزن خشک قسمت هوایی (۰/۵) روابطی مثبت و معنی داری وجود دارد. رابطه تعداد برگ با وزن تر ریشه (۰/۵۱) رابطه‌ای معنی دار و هم روند است.

ضرایب همبستگی ساده صفات نشان داد که بین وزن تر برگ و صفات‌های وزن تر ساقه (۰/۵۷) و WSD (۰/۵۶) رابطه‌ای هم جهت، معنی دار بر قرار است. نتایج همبستگی بین وزن تر ساقه با سایر صفات نشان داد که بین صفات وزن خشک ساقه و برگ (۰/۶۲ و ۰/۶۸)، وزن خشک بخش هوایی (۰/۷۲) رابطه‌ای هم سو، معنی دار وجود دارد.

رابطه بین طول ریشه با صفات RWC (۰/۵۱)، وزن تر بخش هوایی (۰/۹۳) مثبت و معنی دار می‌باشد. همبستگی بین وزن تر ریشه با صفات‌های وزن خشک ساقه (۰/۶۳)، وزن خشک ریشه (۰/۶۲)، وزن تر و خشک بخش هوایی (۰/۸۳ و ۰/۵۶) رابطه‌ای مثبت و با نسبت هوایی به ریشه (۰/۸۸-) رابطه‌ای منفی است ولی هر دو همبستگی معنی داری دارند.

ارتباط بین وزن خشک ساقه با صفات‌های وزن خشک برگ (۰/۶۹)، وزن خشک بخش هوایی (۰/۹۳) ارتباطی هم روند و معنی دار است ولی با صفات WSD (۰/۵۷-) و کلروفیل A (۰/۵۳-) رابطه‌ای معکوس و معنی دار می‌باشد.

نتایج جدول ۳ نشان داد که بین وزن خشک ریشه و نسبت هوایی به ریشه (۰/۵-) رابطه‌ای غیر هم سو، معنی دار بر قرار است.

آنالیز همبستگی وزن خشک برگ با صفات وزن خشک بخش هوایی (۰/۹) نشان داد که رابطه بین این صفات مثبت، هم روند، بسیار قوی و معنی دار است ولی با SLA (۰/۵۹-) رابطه‌ای غیر هم روند ولی معنی دار وجود دارد.

رابطه RWC با صفات WSD (۰/۹-) و نسبت هوایی به ریشه

از رگرسیون گام به گام، صفاتی که در مدل رگرسیونی با قی ماندند و همچنین صفاتی که همبستگی معنی داری با وزن خشک بخش هوایی دارند را توسط تجزیه علیت بررسی می‌کنند، تا با تجزیه همبستگی به عوامل مستقیم و غیر مستقیم، رابطه بین این صفات با صفت وابسته بهتر مشخص گردد.

مطابق جدول ۷ وزن خشک ساقه (۰/۹۸)، وزن خشک برگ (۰/۱۲)، طول گیاه (۲/۵۶) و وزن تر ریشه (۰/۴۳) بیشترین اثرات مستقیم و مثبت را بر وزن خشک گیاه دارند.

در بخش اثرات غیر مستقیم، وزن خشک ساقه از طریق طول گیاه (۱/۱)، وزن خشک برگ از طریق وزن خشک ساقه (۰/۶۸) و طول گیاه (۱/۲) همچنین ارتفاع تا اولین برگ از طریق طول گیاه (۲/۵) همچنین طول گیاه از طریق وزن خشک ساقه (۰/۴۹) و وزن تر ساقه از طریق وزن خشک ساقه و طول گیاه به ترتیب ۰/۶۱ و ۱/۶ و وزن تر ریشه از طریق طول گیاه (۰/۵۶) بیشترین اثر غیر مستقیم مثبت را بر وزن خشک بخش هوایی دارند ولی ارتفاع تا اولین برگ اثر مستقیم منفی (۲/۷-) بر وزن خشک بخش هوایی دارد.

همچنین وزن خشک ساقه از طریق ارتفاع تا اولین برگ (۱/۳-)، وزن خشک برگ از طریق ارتفاع تا اولین برگ (۱/۴-)، و طول گیاه از طریق ارتفاع تا اولین برگ (۲/۶-) همچنین وزن تر ساقه از طریق ارتفاع تا اولین برگ (۱/۷-) و وزن تر ریشه از طریق ارتفاع تا اولین برگ (۰/۷۳-) بیشترین اثرات غیر مستقیم منفی را بر وزن خشک بخش هوایی دارند. سایر اثرات ناچیز می‌باشد.

### بحث

بر اساس تجزیه منحنی‌های پاسخ مشخص گردید که مصرف کود هیومیک اسید موجب افزایش سطح برگ و تعداد برگ می‌گردد. Verlinden et al (۲۰۱۰) در پژوهشی دریافتند کاربرد هیومیک اسید موجب افزایش شاخ و برگ گیاهان مرتعی می‌شود. همچنین در بررسی‌ها مشخص گردید که هیومیک اسید می‌تواند ارتفاع گیاه تا اولین برگ و طول

مختلف کود هیومیک اسید در خصوص صفات سطح برگ، ارتفاع تا اولین برگ، طول گیاه از یقه تا بلند ترین برگ، تعداد برگ، وزن تر برگ، ساقه، ریشه و بخش هوایی، طول ریشه، وزن خشک برگ، ساقه و بخش هوایی، RWC، WSD، کلروفیل a و b معنی دار، غیر خطی است و سهم غیر خطی آن مهمتر از سهم خطی می‌باشد. رابطه مقادیر کود هیومیک اسید با صفت کلروفیل کل به صورت خطی معنی دار است. ارتباط و تاثیر مقادیر مختلف کود هیومیک اسید بر صفات‌های وزن تر برگ، وزن خشک ریشه از رگرسیون درجه ۳ پیروی می‌نماید. تاثیر هیومیک اسید بر صفات وزن خشک بخش هوایی، وزن خشک ساقه و کلروفیل a از رگرسیون درجه ۲ و ۳ تبعیت می‌نماید.

نتایج منحنی‌های پاسخ نشان داد که صفات سطح برگ، طول ریشه، وزن تر برگ، وزن تر بخش هوایی، تعداد برگ و RWC بیشترین مقدار را در مصرف کود به میزان ۷۵ کیلو گرم در هکتار دارا می‌باشند (شکل‌های ۴، ۵، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱).

همچنین منحنی‌های پاسخ مشخص نمود که صفات کلروفیل a، b و کل، وزن خشک ساقه و WSD بیشترین مقدار را در مصرف هیومیک اسید به میزان ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار دارند (شکل‌های ۶، ۷ و ۱۱). ضمناً در صفات‌های کلروفیل a، وزن خشک ساقه و وزن خشک بخش هوایی رابطه رگرسیونی درجه ۲ و ۳ هر دو معنی دار شده‌اند ولی چون ضریب تبیین در منحنی درجه ۲ بسیار قوی تر از منحنی درجه سه می‌باشد در تفسیر این صفت‌ها با استفاده از منحنی درجه ۲ انجام شد.

بیشترین مقدار صفت‌های ارتفاع از یقه تا اولین برگ، طول گیاه از یقه تا بلند ترین برگ، وزن خشک برگ و ریشه، وزن تر ساقه و ریشه و وزن خشک بخش هوایی در مصرف هیومیک اسید به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (شکل‌های ۵، ۷، ۸ و ۹).

از آنجایی که همبستگی ساده صفات به تنهایی نمی‌تواند رابطه علت و معلولی را مشخص کند (فرشادفر، ۱۳۸۴) لذا برای بررسی بیشتر روابط موثر بر صفت وابسته علاوه بر استفاده

ریشه، میزان کلروفیل، وزن ریشه، ساقه، برگ و وزن کل صنوبر در فعالیت‌های مختلف افزایش یافته است. مقدار محتوی نسبی آب (RWC) در مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار بیشتر سایر مقادیر کودی بوده است و این به این معنی است که گیاه در مقدار کودی (۷۵ کیلوگرم در هکتار) محتوی آب سلول‌های خود را در حد بالاتری حفظ کرده است. از طرفی مقدار (کاهش اشباع آب) WSD در مقدار مصرف کود هیومیک اسید (۷۵ کیلوگرم در هکتار) کمترین میزان را داشته است به عبارت دیگر مقاومت در برابر کمبود اشباع آب در این دز در حد بالاتری نسبت به شاهد و سایر دزهای کودی بوده است. Farouk et al (۲۰۱۱) در تحقیقی بر روی تریچه دریافتند که هیومیک اسید می‌تواند محتوی نسبی آب برگ‌های این گیاه را افزایش دهد.

### نتیجه گیری کلی

بر اساس نتایج تجزیه علیت موثرترین صفات که اثرات مثبت و مستقیم بر وزن خشک بخش هوایی دارند شامل: وزن خشک ساقه، طول گیاه و وزن تر ریشه می‌باشند. سایر صفات از طریق وزن خشک ساقه و طول گیاه اثرات مثبت و غیر مستقیمی بر وزن خشک بخش هوایی دارند در مدل رگرسیونی وزن خشک ساقه و برگ اثر مثبت و کلروفیل b اثر منفی بر وزن خشک بخش هوایی دارند. همچنین تجزیه همبستگی صفات نشان داد که ارتفاع از یقه تا اولین برگ، طول گیاه از یقه تا بلندترین برگ، وزن تر ساقه و ریشه، وزن خشک ساقه و برگ با وزن خشک بخش هوایی رابطه‌ای مثبت و معنی دار دارند

لذا از آنالیزهای همبستگی، رگرسیون و علیت می‌توان نتیجه گرفت که صفت‌های وزن خشک ساقه و برگ، ارتفاع و طول گیاه، وزن تر ساقه و ریشه از مهم‌ترین صفات تاثیرگذار بر وزن خشک بخش هوایی هستند. با توجه به مشخص شدن صفات تاثیرگذار بر وزن خشک بخش هوایی، میزان تاثیر مقادیر هیومیک اسید بر این صفات بر اساس تجزیه SSها یا

گیاه از یقه تا بزرگترین برگ را افزایش دهد به عبارت دیگر رشد طولی گیاه بیشتر می‌شود Eyheraguibel et al (۲۰۰۸) و اثر هیومیک اسید را بر جوانه زنی بذر ذرت مورد بررسی قرار دادند آنها در یافتند که هیومیک اسید می‌تواند موجب رشد ساقه اصلی گیاه گردد.

کاربرد هیومیک اسید توانست طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه را افزایش دهد. طبق تحقیق cordeiro et al (۲۰۱۱) اسید هیومیک می‌تواند تاثیر بسیار مثبتی بر فیزیولوژی گیاه داشته باشد و باعث توسعه ریشه و ریشه‌های جانبی گردند. او و همکارانش تاثیر هیومیک اسید را بر روی رشد ریشه ذرت مورد بررسی قرار دادند و در یافتند هیومیک اسید با ۳ میلی مولار در حضور دزهای کم و زیاد  $NO_3$  می‌تواند باعث توسعه ریشه ذرت شود و نسبت وزن تازه و خشک ریشه را افزایش دهد.

مصرف هیومیک اسید موجب افزایش وزن تر و خشک برگ و ساقه شد. Gulser et al (۲۰۱۰) در تحقیقی اثر هیومیک اسید را بر روی فلفل بررسی نمودند نتایج تحقیق آنها نشان داد که وزن تر و خشک برگ و ساقه تحت تاثیر هیومیک اسید باعث افزایش آنها می‌شود.

استفاده هیومیک اسید تاثیرات زیادی در وزن تر و خشک بخش هوایی همچنین نسبت هوایی به ریشه داشت، بطوری که در مقایسه با شاهد صفات مذکور از وضعیت بهتری برخوردار بودند. Willis et al (۲۰۰۸) کاربرد هیومیک اسید بر گونه *Panicum amarum* مورد بررسی قرار دادند و نتایج تحقیق آنها نشان داد که هیومیک اسید می‌تواند بر رشد توده گیاه تاثیرات موفقی داشته باشد. در پژوهش گلخانه‌ای بر روی ذرت محلول پاشی هیومیک اسید در دزهای متفاوت بر روی وزن خشک گیاه مس روی منگنز و فسفر معنی دار بود.

تاثیر پذیری کلروفیل a، b و کل در این پژوهش از هیومیک اسید نیز مبین موثر بودن این کود است. Jing-min et al (۲۰۱۰) اثر هیومیک اسید بر صنوبر را مطالعه نمودند و نتایج نشان داد که با افزایش آب و استفاده از اسید humic فعالیت

بررسی تاثیرات مقادیر مختلف هیومیک اسید و مطالعه روند منحنی‌های پاسخ در گونه *Dactylis glomerata*

منحنی‌های پاسخ که بیشترین مقدار این صفات را تولید می‌کنند ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار است. لازم به ذکر است که این مقدار کودی توصیه شده در بعضی از صفات آثار منفی دارد ولی چون اکثر صفات حاصل از تجزیه همبستگی، رگرسیون، علیت و منحنی‌های پاسخ در این مقدار کودی توصیه شده بالاترین مقدار تولید را نشان می‌دهند می‌تواند اثرات سوء سایر صفات را پوشش دهند و در نهایت مفید واقع شوند.

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک مورد استفاده در تحقیق

Table 1- Results of soil tests

| درصد آهک کل<br>%Total Lime | درصد کربن آلی<br>%Organic carbon | درصد ماده آلی<br>%Organic matter | اسیدیته<br>Ph | هدایت الکتریکی<br>میکروزیمنس برمتر<br>EC(ds/m) | درصد رس<br>% Clay | درصد سیلت<br>%Silt | درصد شن<br>%Sand | بافت خاک<br>Soil texture |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------|--|-------------------|--------------------|------------------|--------------------------|
| 36.5                       | 0.64                             | 1.11                             | 7.47          | 201.5  | 32.5              | 42.5               | 25               | رسی لومی<br>Clay loam    |

جدول ۲- نتایج تست نرمالیته آزمون گولموگروف -اسمیرنوف

Table 2- Test results of test Normality Kolmogorov-smirnov

| کلروفیل کل<br>Total chlorophyll | کلروفیل b<br>Chlorophyll b | طول ریشه<br>Root length | وزن تر<br>Shoot fresh weight | وزن تر برگ<br>Leaf fresh weight | قطر یقه<br>Collar diameter | تعداد برگ<br>Leaf number | تعداد پنجه<br>Tiller number | طول گیاه<br>The collar has the largest leaves of the plant | ارتفاع تا اولین برگ<br>Height To the first leaf | سطح برگ<br>Leaf area |
|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|--|---|----------------------|
| 0.66                            | 0.9                        | 0.98                    | 0.68                         | 0.99                            | 0.78                       | 0.94                     | 0.7                         | 0.8  | 0.59  | 0.6                  |

| کلروفیل a<br>Chlorophyll a | نسبت هوایی به ریشه<br>The vegetative part of the root | وزن خشک قسمت هوایی<br>Dry weight of vegetative parts | وزن تر بخش هوایی<br>Fresh weight of vegetative parts | SLA  | WS D | RWC | وزن خشک برگ<br>Leaf dry weight | وزن خشک ریشه<br>root dry weight | وزن خشک ساقه<br>shoot dry weight |
|----------------------------|---|--|--|------|------|-----|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 0.35                       | 0.23  | 0.97   | 0.54   | 0.17 | 0.72 | 0.2 | 0.9                            | 0.62                            | 0.86                             |







بررسی تاثیرات مقادیر مختلف هیومیک اسید و مطالعه روند منحنی‌های پاسخ در گونه *Dactylis glomerata*

جدول ۴ - تجزیه واریانس مدل رگرسیون بر اساس روش گام به گام  
Table 4- Analysis of variance regression model based on the tree stepwise

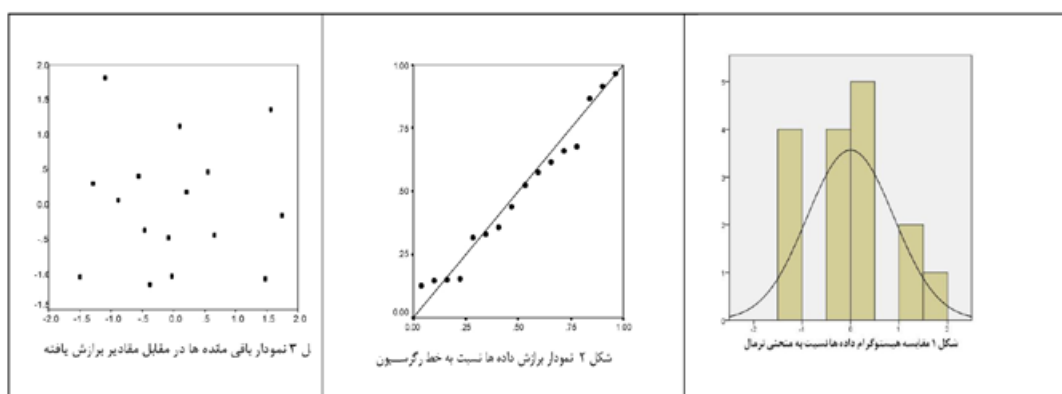
| R <sup>2</sup> | میانگین مربعات<br>Ms | درجه آزادی<br>df | منابع تغییرات<br>SOV |
|----------------|----------------------|------------------|----------------------|
| 0.987          | 0.004**              | 3                | رگرسیون              |
|                | 0.000009             | 12               | خطا                  |
|                |                      | 15               | کل                   |

\*\*\*, \*\*, ns, respectively, indicating no significant difference is significant at the 5 and 1 percent.

\*\*\*, \*\*, ns, respectively, indicating no significant difference is significant at the 5 and 1 percent.

جدول ۵- ضرایب و عناوین معادله رگرسیونی  
Table 5- Regression coefficients and equations titles

| مقدار<br>Amount | نماد<br>Symbol | عنوان های جملات معادله رگرسیونی<br>Sentences as the regression equation |
|-----------------|----------------|---|
| -0.054          | a              | شروع خط رگرسیون در محور y<br>Start the regression line in the y-axis    |
| 0.91            | X1             | وزن خشک ساقه shoot dry weight   |
| 0.79            | X2             | وزن خشک برگ Leaf dry weight   |
| -0.024          | X3             | کلروفیل b Chlorophyll b   |



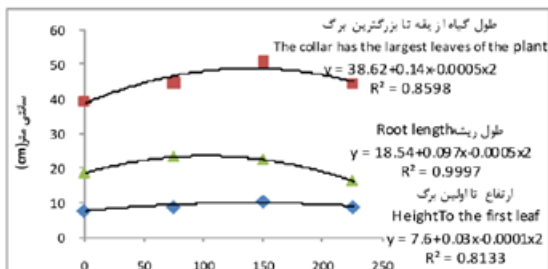
جدول ۶- تجزیه مجموع مربعات (SS) مقادیر هم فاصله کود هیومیک اسید بر روی صفات مورد بررسی  
Table 6 -Analysis of sum of squares (ss) values for each plant fertilizer humic acide effect

| رگرسیون درجه ۳<br>Third degree<br>regression | رگرسیون<br>درجه ۲<br>Quadratic regression | رگرسیون<br>درجه ۱<br>linear<br>regression | صفات مورد بررسی<br>Investigated the adjectives                                       |
|--|---|---|--|
| 1384.53 ns                                   | 1614.23*                                  | 1468.64*                                  | سطح برگ Leaf area  |
| 2.91 ns                                      | 7.31*                                     | 4.24ns                                    | ارتفاع تا اولین برگ<br>HeightTo the first leaf                                       |
| 34.19 ns                                     | 132.82*                                   | 88.41ns                                   | طول گیاه از یقه تا بزرگترین برگ<br>The collar has the largest leaves of the<br>plant |
| 33.8 ns                                      | 42.25*                                    | 8.45 ns                                   | تعداد برگ Leaf number  |
| 0.15 ns                                      | 0.93 ns                                   | 1.65 ns                                   | قطر یقه Collar diameter  |
| 0.19*  | 0.18 ns                                   | 0.05 ns                                   | وزن تر برگ Leaf fresh weight   |
| 0.023 ns                                     | 0.054*                                    | 0.01 ns                                   | وزن تر ساقه Shoot fresh weight   |
| 0.032 ns                                     | 116.64**                                  | 11.4 ns                                   | طول ریشه Root length   |
| 0.8 ns                                       | 1.05*                                     | 0.78 ns                                   | وزن تر ریشه Shoot fresh weight   |
| 0.012 ns                                     | 0.01**                                    | 0.0005 ns                                 | وزن خشک ساقه shoot dry weight  |
| 0.015*                                       | 0.005 ns                                  | 0.01 ns                                   | وزن خشک ریشه root dry weight   |
| 0.006 ns                                     | 0.012*                                    | 0.004 ns                                  | وزن خشک برگ Leaf dry weight  |
| 2.59 ns                                      | 36.67*                                    | 3.23 ns                                   | rwc  |
| 2.6 ns                                       | 36.7*                                     | 3.2 ns                                    | wsd  |
| 84091.3 ns                                   | 708280.4 ns                               | 1871333.7 ns                              | Sla  |
| 0.08 ns                                      | 0.43*                                     | 0.015 ns                                  | وزن تر بخش هوایی<br>Fresh weight of vegetative parts                                 |
| 0.03**                                       | 0.04**                                    | 0.007 ns                                  | وزن خشک قسمت هوایی<br>Dry weight of vegetative parts                                 |
| 1.36 ns                                      | 1.23 ns                                   | 0.0009 ns                                 | نسبت هوایی به ریشه<br>The vegetative part of the root                                |
| 0.81*  | 0.99*                                     | 0.72 ns                                   | کلروفیل a کلروفیل a  |
| 0.12 ns                                      | 0.51*                                     | 1.2**                                     | کلروفیل b کلروفیل b  |
| 1.18 ns                                      | 1.73 ns                                   | 1.99*                                     | کلروفیل کل Total chlorophyll   |

\*\*\*, \*\*, ns, respectively, indicating no significant difference is significant at the 5 and 1 percent.

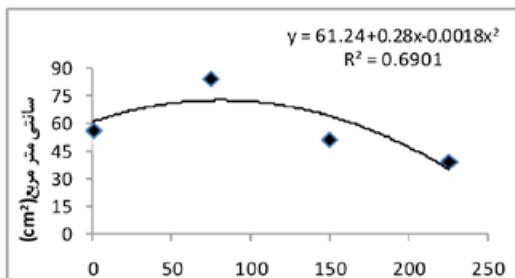
\*\*\*, \*\*, ns, respectively, indicating no significant difference is significant at the 5 and 1 percent.

بررسی تاثیرات مقادیر مختلف هیومیک اسید و مطالعه روند منحنی‌های پاسخ در گونه *Dactylis glomerata*



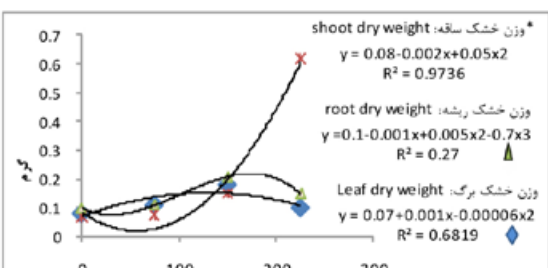
شکل ۵ منحنی پاسخ ارتفاع از پایه تا اولین برگ، طول گیاه از پایه تا بلند ترین برگ و طول ریشه به ازای مقادیر هم‌فاصله هیومیک اسید (کیلوگرم در هکتار)

Fig 5 - Response curves of root length and The collar has the largest leaves of the plant, The collar has the largest leaves of the plant height values for each leaf to humic acid (kg/ ha)



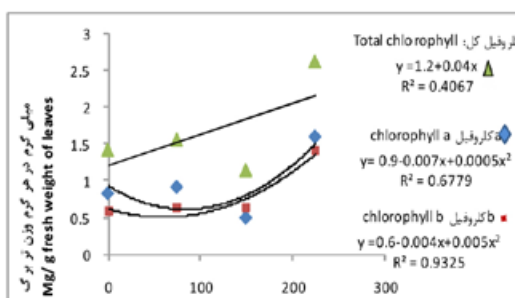
شکل ۴ منحنی پاسخ سطح برگ به ازای مقادیر هم‌فاصله هیومیک اسید (کیلوگرم در هکتار)

Fig 4 - Response curves of leaf area per time interval amounts of humic acid (kg/ ha)



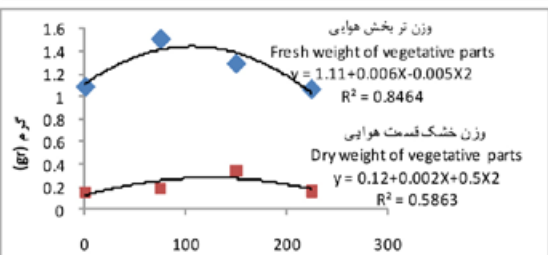
شکل ۷ منحنی پاسخ وزن خشک برگ، ساقه و ریشه به ازای مقادیر هم‌فاصله هیومیک اسید (کیلوگرم در هکتار)

Fig 7- Response curves on dry leaves, roots and stems for each Humic acid levels (kg/ ha)



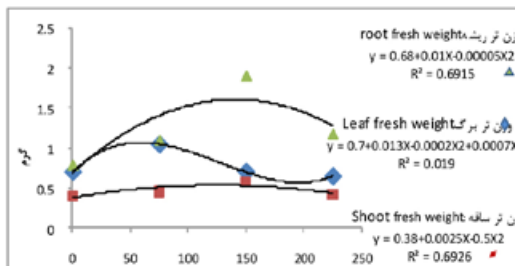
شکل ۶ منحنی پاسخ کلروفیل a, b و کل به ازای مقادیر هم‌فاصله هیومیک اسید (کیلوگرم در هکتار)

Fig6- Response curve of chlorophyll a, b and total values for each Humic acid (kg/ ha)



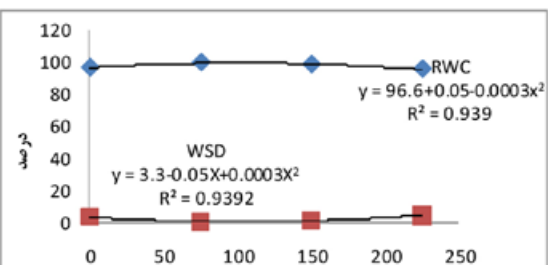
شکل ۹ منحنی پاسخ وزن تر و خشک بخش هوایی به ازای مقادیر هم‌فاصله هیومیک اسید (کیلوگرم در هکتار)

Fig 9- Response curve of Fresh weight and shoot dry weight values for each Humic acid (kg/ ha)



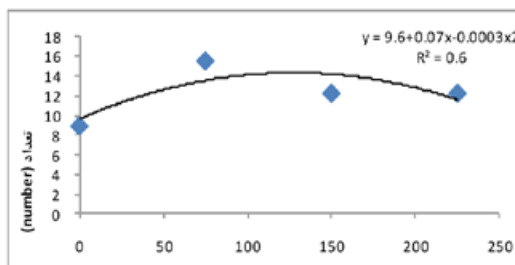
شکل ۸ منحنی پاسخ وزن تر برگ، ساقه و ریشه به ازای مقادیر هم‌فاصله هیومیک اسید (کیلوگرم در هکتار)

Fig 8- Response curve on fresh weight of leaves, stems and roots for each humic acid levels (kg ha)



شکل ۱۱ منحنی پاسخ WSD و RWC به ازای مقادیر هم‌فاصله هیومیک اسید (کیلوگرم در هکتار)

Figure 10 - response curve of WSD and RWC per time interval Humic acid levels (kg ha)



شکل ۱۰ منحنی پاسخ تعداد برگ به ازای مقادیر هم‌فاصله هیومیک اسید (کیلوگرم در هکتار)

Figure 10 - response curve of leaf number per time interval Humic acid levels (kg ha)

جدول ۷ - مدل تجزیه علیت اثرات برآورد شده بر وزن تر بخش هوایی

Table 7 -Path analysis model to estimate the effects on shoot fresh weight

| مقدار اثر<br>The amount of | طول گیاه از یقه تا بزرگترین برگ<br>The collar has the largest leaves of the plant | مقدار اثر<br>The amount of | shoot dry weight        | وزن خشک ساقه                                   |
|----------------------------|---|----------------------------|-------------------------|--|
| 2.6                        | Direct effect اثر مستقیم  | 0.98                       | Direct effect           | اثر مستقیم                                     |
|                            | Indirect effect through طریق اثر غیر مستقیم از طریق                               |                            | Indirect effect through | اثر غیر مستقیم از طریق                         |
| 0.42                       | shoot dry weight وزن خشک ساقه   | 0.08                       | Leaf dry weight         | وزن خشک برگ                                    |
| 0.06                       | Leaf dry weight وزن خشک برگ   | -0.03                      | Chlorophyll b           | کلروفیل b                                      |
| 0.002                      | Chlorophyll b کلروفیل b   | -1.35                      | HeightTo the first leaf | ارتفاع تا اولین برگ                            |
| -2.7                       | HeightTo the first leaf ارتفاع تا اولین برگ                                       | -1.1                       |                         | طول گیاه از یقه تا بزرگترین برگ                |
|                            |   |                            |                         | The collar has the largest leaves of the plant |
| 0.03                       | Shoot fresh weight وزن تر ساقه  | 0.03                       | Shoot fresh weight      | وزن تر ساقه                                    |
| 0.09                       | weight fresh Root وزن تر ریشه   | 0.1                        | weight fresh Root       | وزن تر ریشه                                    |
| 0.5                        | Total effects جمع آثار  | 0.93                       | Total effects           | جمع آثار                                       |
|                            | Shoot fresh weight وزن تر ساقه  |                            | Leaf dry weight         | وزن خشک برگ                                    |
| 0.05                       | Direct effect اثر مستقیم  | 0.12                       | Direct effect           | اثر مستقیم                                     |
|                            | Indirect effect through طریق اثر غیر مستقیم از طریق                               |                            | Indirect effect through | اثر غیر مستقیم از طریق                         |
| 0.6                        | shoot dry weight وزن خشک ساقه   | 0.68                       | shoot dry weight        | وزن خشک ساقه                                   |
| 0.08                       | Leaf dry weight وزن خشک برگ   | -0.002                     | Chlorophyll b           | کلروفیل b                                      |
| -0.04                      | Chlorophyll b کلروفیل b   | -1.4                       | HeightTo the first leaf | ارتفاع تا اولین برگ                            |
| -1.8                       | HeightTo the first leaf ارتفاع تا اولین برگ                                       | 1.28                       |                         | طول گیاه از یقه تا بزرگترین برگ                |
|                            |   |                            |                         | The collar has the largest leaves of the plant |
| -1.7                       | طول گیاه از یقه تا بزرگترین برگ   | 0.04                       | Shoot fresh weight      | وزن تر ساقه                                    |
|                            | The collar has the largest leaves of the plant                                    |                            |                         |  |
| 0.1                        | weight fresh Root وزن تر ریشه   | 0.18                       | weight fresh Root       | وزن تر ریشه                                    |
| 0.72                       | Total effects جمع آثار  | 0.89                       | Total effects           | جمع آثار                                       |
|                            | weight fresh Root وزن تر ریشه   |                            | Chlorophyll b           | کلروفیل b                                      |
| 0.43                       | Direct effect اثر مستقیم  | 0.11                       | Direct effect           | اثر مستقیم                                     |
|                            | Indirect effect through طریق اثر غیر مستقیم از طریق                               |                            | Indirect effect through | اثر غیر مستقیم از طریق                         |
| 0.24                       | shoot dry weight وزن خشک ساقه   | -0.25                      | shoot dry weight        | وزن خشک ساقه                                   |
| 0.05                       | Leaf dry weight وزن خشک برگ   | -0.002                     | Leaf dry weight         | وزن خشک برگ                                    |
| -0.01                      | Chlorophyll b کلروفیل b   | -0.05                      | HeightTo the first leaf | ارتفاع تا اولین برگ                            |
| -0.73                      | HeightTo the first leaf ارتفاع تا اولین برگ                                       | 0.05                       |                         | طول گیاه از یقه تا بزرگترین برگ                |
|                            |   |                            |                         | The collar has the largest leaves of the plant |
| 0.56                       | طول گیاه از یقه تا بزرگترین برگ   | -0.02                      | Shoot fresh weight      | وزن تر ساقه                                    |
|                            | The collar has the largest leaves of the plant                                    |                            |                         |  |
| 0.01                       | Shoot fresh weight وزن تر ساقه  | -0.05                      | weight fresh Root       | وزن تر ریشه                                    |
| 0.56                       | Total effects جمع آثار  | -0.22                      | Total effects           | جمع آثار                                       |
|                            |   |                            |                         | ارتفاع تا اولین برگ                            |
|                            |   | -2.7                       | Direct effect           | اثر مستقیم                                     |
|                            |   |                            | Indirect effect through | اثر غیر مستقیم از طریق                         |
|                            |   | 0.5                        | shoot dry weight        | وزن خشک ساقه                                   |
|                            |   | 0.06                       | Leaf dry weight         | وزن خشک برگ                                    |
|                            |   | 0.002                      | Chlorophyll b           | کلروفیل b                                      |
|                            |   | 2.5                        |                         | طول گیاه از یقه تا بزرگترین برگ                |
|                            |   |                            |                         | The collar has the largest leaves of the plant |
|                            |   | 0.038                      | Shoot fresh weight      | وزن تر ساقه                                    |
|                            |   | 0.11                       | weight fresh Root       | وزن تر ریشه                                    |
|                            |   | 0.54                       | Total effects           | جمع آثار                                       |

## References

## منابع

- احمدی، ا. و ا. شاهمرادی. ۱۳۸۴. آت اکولوژی گونه *Ag. Cristatum* (L.) Gaernt در استان آذربایجان غربی، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۸، شماره ۳، صفحه ۶۹۱-۷۰۰
- رضایی، ع. و ا. سلطانی. ۱۳۸۲. مقدمه‌ای بر تحلیل رگرسیون کاربردی، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان
- سبزواری، س. و ح. خزاعی و م. کافی. ۱۳۸۸. اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام سایونز و سبلان گندم (*Triticum aestivum*. L)، مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، شماره ۹۴، صفحه ۸۷-۲۳
- سردشتی، ع. و م. علیدوست. ۱۳۸۶. تعیین و شناسایی ترکیبات هیومیک اسید خاک‌های جنگلی شمال ایران، پانزدهمین همایش بلور شناسی و کانی شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه ۳۶۱.
- سردشتی، ع. و س. محمدیان مقدم. ۱۳۸۶. تعیین ظرفیت تبادل کاتیونی هیومیک اسید استخراج شده از خاک جنگلی نهار خوران گرگان، نسبت به یون‌های  $2+Ni$  و  $2+Pb, 2+Cd$  به روش ناپیوسته ظرفی در محیط آبی، نشر شیمی و مهندسی شیمی ایران، شماره ۳، صفحه ۹.
- سندل، ع. و م. مقدم و ج. جعفری. ۱۳۸۱. اثر چرای کوتاه مدت بر برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در چراگاه *Bromus tomentosus*. مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۵، شماره ۴، صفحه ۵۹۷-۵۸۱
- فرشادفر، ع. ۱۳۸۴. اصول و روش‌های پیشرفته آماری، انتشارات طاق بستان
- فرهی آشتیانی، ص. و ص. پرویزیان. ۱۳۶۷. آزمایش‌هایی در فیزیولوژی گیاهی، مرکز نشر دانشگاهی تهران.
- قلیچ نیا، ح. و ا. شاهمرادی و ص. زارع کیا. ۱۳۸۷. آت اکولوژی دو گونه مرتعی *Bromus tomentosus* \_ *Agropyron pectiniforme* در استان مازندران. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۵، شماره ۳، صفحه ۳۴۸-۳۵۹
- میر داودی، ا. و ع. سند گل. ۱۳۸۸. بررسی ارزش رجحانی مهمترین گونه‌های مرتعی در مراتع انجدان استان مرکزی. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. جلد ۱۶، شماره ۲، صفحه ۱۹۹-۱۹۰
- Bulent Asik, B., A. Turan, H. Celik, and A. Vahap Katkat. 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.C., C.S. Catarina, V. Silveira And S. R. De Souza. 2011.** Humic Acid Effect on Catalase Activity and the Generation of Reactive Oxygen Species in Corn (*Zea mays*). *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. Vol. 75 (2011) , No. 1 pp.70-74
- Eyheraguibel, B., J. Silvestre, and P. Morard. 2008.** Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. *Bioresource Technology*. Volume 99. Issue 10. Pages 4206-4212
- Farouk S.1\*, A.A. Mosa2, A. A. Taha2, Heba M. Ibrahim1, A.M.ELGahmery2. 2011.** Protective Effect of Humic acid and Chitosan on Radish (*Raphanus sativus*, L. var. sativus) Plants Subjected to Cadmium Stress. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, Vol. 7, pp. 99-116
- Gulser, F., F. Sonmez and S. Boysan. 2010.** Effects of calcium nitrate and humic acid on pepper seedling growth under saline condition. *Journal of Environmental Biology*. 31 (5) 873-876

**Hakan ,C., A. Vahap Katkat, B. Bulent Asik, and M.A Turan. 2011.**Effect of Foliar-Applied Humic Acid to Dry Weight and Mineral Nutrient Uptake of Maize under Calcareous Soil Conditions Communications. Soil Science and Plant Analysis Volume 42. Issue 1. Pages 29 - 38

**Jing-min, Z., X. Shang-jun, S. Mao-peng, M. Bing-yao, C. Xiu-mei, AND L. Chunsheng. 2010.**Effect of Humic Acid on Poplar Physiology and Biochemistry Properties and Growth under Different Water Level. Journal of Soil and Water Conservation. Journal of Soil and Water Conservation.

**Tahir, M.M., M. Khurshid, M.Z. Khan, M.K. Abbasi, and H.M. Kazmi. 2011.** lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils. Pedosphere. 21: 124-131.

**Verlinden, G., T. Coussens, A. De Vlieghe, and G. Baert. 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 M., Hester. 2008.** Evaluation of Enhanced Panicum amarum Establishment through Fragment Plantings and Humic Acid Amendment, Journal of Coastal Research , 2:263-268.