نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دهم، شماره ۳(۳۹)، پاییز ۱۳۹۵، صفحه ۵۹۸-۵۸۵

اثر اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های زراعی در ارقام مختلف یونجه (*Medicago sativa* L.)

علی تدین[1*] و مجتبی ظفریان[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۱ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۴/۱۲/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۳

چکیده

تاثیر سطوح مختلف اسید هیومیک بر ویژگی‌های زراعی ارقام مختلف یونجه با اجرای آزمایشی مزرعه‌ای در دو چین بصورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بررسی شد. در این آزمایش پنج رقم یونجه (یزدی، همدانی، بغدادی، بمی و رنجر) و سه سطح اسید هیومیک (شاهد، پنج و ۱۰ لیتر در هکتار) به‌عنوان فاکتور اصلی و چین به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که به جز صفت ارتفاع بوته بقیه صفات شامل عملکرد علوفه خشک، وزن خشک تک بوته، وزن خشک ریشه و شاخساره تک بوته، تعداد برگ و قطر ساقه تحت تاثیر اثر متقابل سه‌جانبه چین × رقم × اسید قرار گرفتند. صفت ارتفاع بوته تحت تاثیر اثر متقابل دوجانبه رقم × اسید و چین × رقم واقع شد. در مجموع هر دو چین ارقام یونجه یزدی و بمی حایز بیشترین و رقم رنجر حایز کمترین مقدار صفات اندازه‌گیری شده شدند. همچنین در بین تیمارهای اسید هیومیک، تیمار ۱۰ لیتر در هکتار نسبت به تیمار شاهد و پنج لیتر در هکتار اسید بیشترین مقدار صفات را در ارقام یونجه داشت. در مجموع ارقام یونجه بمی، رنجر و یزدی با کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک به ترتیب بیشترین عملکرد علوفه خشک را در شرایط آزمایش داشتند.

واژگان کلیدی: اسید هیومیک، چین برداشت، عملکرد، وزن خشک شاخساره.

۱- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران (* نگارنده‌ی مسئول) Tadayyon.sku@gmail.com
۲- دانشجوی دکتری علف‌های هرز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

مقدمه

یونجه (*Medicago sativa*) یکی از گیاهان مهم علوفه‌ای چندساله در دنیا می‌باشد. یونجه به علت غنی بودن از پروتئین، کلسیم، ویتامین و نیز به دلیل خوش خوراک بودن و درصد کم سلولز در ردیف مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای قرار گرفته است (Sufi Syavoush and Janmohammadi, 2001). سطح زیر کشت یونجه در جهان بیش از ۳۲ میلیون هکتار است (FAO. 2013). کاناله و همکاران (Canale *et al.*, 2002) از مقایسه علوفه تیره‌ی گراس‌ها با یونجه گزارش دادند که علوفه یونجه دارای فیبر پایین، پروتئین بالا (۲۲-۱۵ درصد پروتئین خام) و منبع خوبی از ویتامین‌ها و مواد معدنی محسوب می‌گردد و این در حالی است که علوفه گراس‌ها دارای فیبر بالا و پروتئین پایینی هست. خانواده یونجه همچنین در تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در خاک نقش مهمی بر عهده دارد و میزان نیاز به کودهای نیتروژن‌دار را کاهش می‌دهد (Sufi and Janmohammadi, 2001).

اسید هیومیک، با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰۰ دالتون یک پلیمر طبیعی مربوط به عامل‌های اسیدی H^+ است که دارای موضع‌های کربوکسیل بنزوئیک و فنلی (مکان‌های تبادل کاتیونی) است. این اسید ماکرومولکول پیچیده آلی می‌باشد که ۵۰ ٪ از وزن مولکولی آن را کربن تشکیل می‌دهد و با پدیده‌های شیمیایی و باکتریایی در خاک تشکیل می‌شود و نتیجه نهایی عمل هومی‌فیکاسیون است (Sardashti and Alidoust, 2008).

اسید هیومیک می‌تواند به‌طور مستقیم اثرات مثبتی بر رشد گیاه بگذارد. رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط اسید هیومیک تحریک می‌شود ولی اثر آن بر روی ریشه برجسته‌تر است، این ماده حجم ریشه را افزایش داده و باعث اثر بخشی سیستم ریشه می‌گردد. محققین بسیاری گزارش کرده‌اند که تاثیر مواد هیومیک بر رشد ریشه‌ها بیشتر از قسمت‌های هوایی گیاه است (Albiach *et al.*, 2001). اثرهای تسریع‌کننده مواد هیومیک بر رشد گیاهان به میزان زیادی به دلیل افزایش جذب عناصر است (Cacco *et al.*, 2000). کاربرد اسید هیومیک کلروز گیاهان را بهبود می‌بخشد که احتمالاً نتیجه‌ای است از توانایی اسید هیومیک برای نگهداری آهن خاک به فرمی که قابل جذب و سوخت و ساز باشد. اسید هیومیک به عنوان جزو اصلی ماده آلی خاک باعث تولید هورمون‌ها، افزایش رشد ریشه، افزایش فعالیت‌های بیوشیمیایی و افزایش تحمل به تنش‌های خشکی و شوری می‌شود (Khaled and Fawy, 2011). مواد هیومیک به‌صورت غیرمستقیم از طریق فراهم آوردن عناصر معدنی و اغلب نیتروژن، فسفر و پتاسیم و همچنین عناصر کم مصرف برای ریشه، بهبود ساختار خاک و در نتیجه افزایش نفوذپذیری بستر به آب و هوا، افزایش جمعیت میکروبی خاک از جمله میکروارگانیسم‌های مفید، افزایش تبادل کاتیونی (CEC) و توانایی بافر کردن pH بستر یا محلول غذایی و غیره باعث افزایش حاصلخیزی خاک می‌شوند (Sharif *et al.*, 2002).

در تحقیق خزاعی و همکاران (Khazaee *et al.*, 2010) دریافتند که کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش معنی‌دار نسبت سطح ریشه به سطح برگ و عدد کلروفیل‌متر برگ در ارقام گندم شد. ورلیندن و همکاران (Verlinden *et al.*, 2010) در پژوهشی اثر اسید هیومیک بر روی چند گراس را مورد مطالعه قرار دادند. آنها دریافتند کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش شاخ و برگ گیاهان مرتعی می‌شود. هاکان و همکاران (Hakan *et al.*, 2011) در پژوهشی گلخانه‌ای اثر اسید هیومیک را بر رشد ذرت در خاک‌های آهکی مورد بررسی قرار دادند نتایج تحقیق آنها نشان داد که غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی

اسید هیومیک تاثیر متفاوت و معنی‌داری در مقدار وزن خشک گیاه دارند و محلول اسید هیومیک اثر مثبت و معنی‌داری در جذب عناصر مس، روی، منگنز، فسفر و سدیم در غلظت ۰/۰۱ درصد دارد. در تحقیق طاهر و همکاران (Tahir *et al*., 2011) اثر سطوح مختلف اسید هیومیک را روی گیاه گندم مورد آزمایش قرار دادند نتایج نشان داد که سطوح مختلف اسید هیومیک اختلاف معنی‌داری بین وزن ساقه و ارتفاع بوته و میزان جذب نیتروژن در رشد گندم دارد. بالنت و همکاران (Bulent *et al*., 2009) تاثیر اسید هیومیک را بر روی گندم دوروم (*Triticum durum* cv. Salihli) مورد آزمایش قرار دادند. نتایج نشان داد که هیومیک اسید موجب افزایش جذب فسفر، پتاسیم، منیزیم، سدیم، مس و روی می‌گردد.

با توجه به اهمیت اسید هیومیک بر رشد و نمو سبزینه‌ای گیاهان علوفه‌ای از جهت ارتقای کمّی و کیفی علوفه از یک سو و با نظر به اینکه تحقیقات محدودی در مورد تاثیر این ماده بر گیاهان علوفه‌ای انجام شده است، لذا تحقیق حاضر به بررسی تاثیر اسید هیومیک بر برخی خصوصیات زراعی در ارقام مختلف یونجه در شرایط شهرکرد پرداخته است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات زراعی ارقام مختلف یونجه آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد واقع در طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه‌ی شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه‌ی شمالی و با ارتفاع ۲۰۶۰ متر از سطح دریا با بافت خاک لوم شنی در سال زراعی ۱۳۹۳ اجرا شد. آزمایش بصورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. در این آزمایش پنج رقم یونجه (یزدی، همدانی، بغدادی، بمی و رنجر) و سه سطح اسید هیومیک (شاهد، پنج و ۱۰ لیتر در هکتار) به‌عنوان فاکتور اصلی و چین به عنوان فاکتور فرعی بودند. بذر ارقام یونجه از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد.

رقم یزدی نسبت به گرما و خشکی متحمل بوده و ارتفاع ساقه آن به حدود ۵۰ تا ۶۰ سانتی‌متر می‌رسد. رقم همدانی در برابر سرما متحمل بوده و ارتفاع آن بیش از سایر ارقام سردسیری و نیمه گرمسیری است. به‌طوری‌که، ارتفاع ساقه به ۸۰ تا ۹۰ سانتی‌متر می‌رسد. رقم بغدادی ارتفاع بوته ۱۰۰ سانتی‌متر و از عراق وارد ایران شده است. یونجه بغدادی در برابر شوری متحمل بوده و نیاز آبی بالایی دارد. رقم بمی در برابر گرما بسیار متحمل است. ارتفاع آن ۶۰ تا ۶۵ سانتی‌متر است. تحمل یونجه بمی در برابر گرما و خشکی بیشتر از یونجه یزدی است. رقم رنجر در اصل ترکیبی از یونجه‌های هند و ترکیه و آمریکا است. این رقم در مقابل سرما متحمل زیادی دارد.

اسید هیومیک با نام تجاری پروسی هیومیک ساخت شرکت پروسیسای اسپانیا استفاده گردید. جهت کشت خاک‌ورزی در مزرعه‌ای که یک سال قبل بصورت آیش بود انجام شد. برای این منظور یک ماه قبل از کشت مزرعه توسط گاوآهن شخم‌زده شد و ۱۰ روز قبل از کاشت نیز دو دیسک عمود برهم استفاده شد. کرت‌های آزمایشی به طول سه متر و عرض دو متر ایجاد گردید. برای جلوگیری از هر گونه خطا بین تکرارها و کرت‌های آزمایشی فاصله کافی منظور گردید. برای تامین عناصر ضروری مزرعه، قبل از کشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی نمونه‌برداری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انجام شد (جدول ۱).

کشت به‌صورت ردیف‌های ۱۵ سانتی‌متری روی زمین صاف و به فاصله ۵ سانتی‌متر روی ردیف در تاریخ ۱۸ اردیبهشت انجام گردید. بلافاصله پس از کشت مزرعه آبیاری و تا پایان آزمایش به‌طور مرتب

هر هفت روز یک مرتبه آبیاری گردید. اسید هیومیک بین غنچه‌دهی و گل‌دهی در غلظت‌های مشخص شده درتیمارهای آزمایشی در چین اول روی گیاه محلول‌پاشی شد و در مرحله یک دهم گل‌دهی نمونه‌برداری (چین اول ۱۱ مرداد و چین دوم ۲۵ شهریور) انجام شد. در این مرحله علوفه داخل کرت‌ها کف‌بر شد. عمل محلول‌پاشی اسید هیومیک در چین دوم مطابق شرایط چین اول مجدداً تکرار گردید. در هر چین به‌صورت مجزا صفات عملکرد علوفه خشک، وزن خشک تک بوته (شامل ریشه و اندام هوایی)، وزن خشک ریشه و اندام هوایی تک بوته، تعداد برگ در بوته، ارتفاع بوته از سطح خاک و قطر ساقه اندازه‌گیری شدند.

جهت تعیین وزن خشک ریشه می‌بایستی ریشه به صورت کامل از خاک خارج می‌شد که با توجه به سال اول کشت یونجه انجام اندازه‌گیری این صفت در مزرعه مقدور بود. برای این کار خاک مزرعه که از بافت لومی شنی برخوردار بود جهت تسهیل در خروج ریشه ابتدا آبیاری شد و سپس با حفر گودال به عمق ریشه اصلی همه بخش ریشه اصلی و فرعی خارج و پس از کمی شستشو در داخل پاکت کاغذی درون آون با درجه حرارت ۷۵ درجه سلسیوس برای ۴۸ ساعت قرار گرفت و سپس توزین آن انجام شد. این روش خشک‌کردن برای اندازه‌گیری وزن خشک سایر صفات هم بکارگرفته شد. صفت قطر ساقه در محل طوقه با دهانه قیچی و خط‌کش (میلی‌متر) اندازه‌گیری شد و آنالیز داده‌های دو چین به‌صورت بصورت فاکتوریل اسپلیت پلات انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SAS V 9.2، مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و رسم شکل‌ها با استفاده از نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

در این تحقیق اثرات اصلی چین، رقم و اسید هیومیک از نظر عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل دوجانبه رقم × اسید هیومیک و چین × رقم، و اثر متقابل تیمارهای مختلف سه جانبه چین × رقم × اسید هیومیک از نظر عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). بنابراین تغییرات صفت عملکرد علوفه خشک علاوه بر چین، به رقم و اسید هیومیک نیز بستگی دارد. مطابق جدول ۳ در بین تیمارهای مختلف بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار این صفت به ترتیب مربوط به چین اول یونجه رنجر با کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک (۲/۱۱ تن در هکتار) و چین دوم یونجه یزدی بدون کاربرد اسید هیومیک (۰/۸۲ تن در هکتار) بود. با توجه به اینکه صفت عملکرد علوفه خشک از اهمیت زیادی برخوردار است بنابراین ارقامی نظیر بمی پس از رقم رنجر که از بیشترین مقدار این صفت برخوردار می باشد اهمیت بیشتری دارد. یونجه بمی با کاربرد ۵ و ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک عملکرد نزدیک به ۲ تن در هکتار داشت. نکته مهم اینکه در مجموع دو چین ارقام یونجه بمی، رنجر و یزدی با کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک به ترتیب با ۳/۶۴، ۳/۵۵ و ۳/۲۶ تن در هکتار بیشترین عملکرد علوفه خشک را در شرایط آزمایش داشتند. بر اساس تحقیق آتیه و همکاران (Atiyeh *et al*., 2002) و آرانکون و همکاران (Arancon *et al*., 2003) کاربرد اسید هیومیک رشد گیاه را بهبود می‌دهد و باعث افزایش وزن تر و خشک گیاهان می‌گردد (Chen *et al*., 2004). از نظر کمترین عملکرد علوفه خشک بعد از تیمار چین دوم یونجه یزدی بدون کاربرد اسید هیومیک، تیمار چین دوم یونجه بغدادی بدون کاربرد اسید هیومیک قرار داشت.

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل تیمارهای مختلف سه‌جانبه چین × رقم × اسید هیومیک از نظر وزن خشک تک بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). مطابق جدول ۳، بیش‌ترین مقدار ماده خشک تک بوته به ترتیب مربوط به تیمارهای چین اول رقم یونجه بمی با کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک و چین دوم یونجه یزدی ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک (۵/۴۵ و ۵/۳۲ گرم) که البته با چین اول یونجه یزدی و چین اول یونجه بغدادی با کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک اختلاف معنی‌داری نداشتند و کمترین آن به ترتیب مربوط به تیمارهای چین دوم رقم رنجر و چین دوم یونجه بمی بدون کاربرد اسید هیومیک (۱/۵۵ و ۱/۵۳ گرم) بود. با بررسی دو عامل تاثیرگذار بر صفت وزن خشک تک بوته یعنی وزن خشک ریشه و وزن خشک اندام هوایی تک بوته مشخص شد که افزایش یا کاهش صفت وزن خشک اندام هوایی نسبت به وزن خشک ریشه از اهمیت بالاتری در افزایش و یا کاهش وزن خشک تک بوته برخوردار است. با بررسی نقش اسید هیومیک در افزایش این دو صفت موثر بر وزن خشک تک بوته مشخص شد که در رقم بمی در چین اول با افزایش سطح کاربرد اسید هیومیک از صفر به ۱۰ لیتر در هکتار صفت وزن خشک اندام هوایی ۶۷ درصد و صفت وزن خشک ریشه ۴۴ درصد ارتقاء یافت که همین اهمیت صفت وزن خشک اندام هوایی را در تاثیرپذیری از اسید هیومیک بیشتر نشان می‌دهد (جدول ۳). ویلیس و همکاران (Willis and Hester., 2008) کاربرد اسید هیومیک بر گیاه *Panicum amarum* را مورد بررسی قرار دادند و نتایج تحقیق آنها نشان داد که هیومیک اسید می‌تواند بر رشد توده گیاه تاثیرات مثبتی داشته باشد.

اثر متقابل تیمارهای مختلف سه‌جانبه چین × رقم × اسید هیومیک از نظر وزن خشک ریشه تک بوته در سطح آماری ۱٪ معنی‌داری بود (جدول ۲). در بین این تیمارها با توجه به جدول ۳، بیش‌ترین و کم‌ترین وزن خشک ریشه تک بوته به ترتیب مربوط به تیمارهای چین دوم رقم یونجه بغدادی با کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک و چین اول یونجه رنجر با ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک (۲/۳۰ و ۲/۲۷ گرم) و کمترین آن مربوط به تیمار چین دوم رقم رنجر بدون کاربرد اسید هیومیک (۰/۵۹گرم) بود. لیو و کوپر (Liu and Cooper, 2000) در آزمایشی روی گیاه بنت‌گراس نشان دادند که با کاربرد ترکیبات هیومیکی، رشد ریشه بیشتر از ساقه تحت تاثیر قرار گرفت و در غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک، وزن خشک ریشه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و همچنین فعالیت آنزیم‌ها هم از ۲۳ به ۱۰۰ درصد افزایش یافت که خود عامل افزایش تنفس ریشه و رشد بیشتر آن شد.

در این تحقیق اگر به نقش وزن خشک ریشه تحت تیمار اسید هیومیک تنها از دیدگاه کمی نگریسته شود همان‌طور که قبلاً ذکر شد نقش قابل ملاحظه‌ای نخواهد داشت ولی از آنجا که افزایش وزن خشک ریشه نشانه تامین آب و عناصر بیشتر برای بخش هوایی و طبیعتاً دریافت کربوهیدرات‌های بیشتر از بخش هوایی است لذا افزایش ناچیز وزن خشک ریشه اهمیتی به اندازه افزایش زیاد وزن خشک اندام هوایی دارد که کاربرد مقادیر بالاتر اسید هیومیک در بیشتر ارقام نمایانگر این موضوع است.

صفت وزن خشک اندام هوایی تک بوته به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ تحت تاثیر اثر متقابل تیمارهای مختلف سه‌جانبه چین × رقم × اسید هیومیک قرار گرفت (جدول ۲). در بین تیمارهای آزمایشی، بیشترین مقدار این صفت به ترتیب مربوط

به تیمارهای چین اول رقم یونجه بمی با کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک و چین اول یونجه بغدادی با کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک (۴/۲۷ و ۳/۶۸ گرم) و کمترین آن را تیمار چین دوم یونجه بمی بدون کاربرد اسید هیومیک (۰/۹۲ گرم) داشتند (شکل ۱). البته همان طور که در شکل ۱ نشان داده شده است اکثر ارقام یونجه در چین اول و بویژه در چین دوم بدون توجه به سطوح اسید هیومیک فاقد اختلاف معنی‌داری با تیمار چین دوم یونجه بمی با کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک بودند. بنابراین صفت وزن خشک اندام هوایی تک بوته در همه ارقام به طور یکنواختی توسط سطوح تیمار اسید هیومیک تحت تاثیر واقع شده است.

در تحقیق رهی و همکاران (Rehi *et al*., 2013) مصرف اسید هیومیک موجب افزایش وزن تر و خشک برگ *Dactylis glomerata* شد. گولسر و همکاران (Gulser *et al*., 2010) در تحقیقی اثر اسید هیومیک را بر روی فلفل بررسی نمودند نتایج تحقیق آنها نشان داد که اسید هیومیک باعث افزایش وزن تر و خشک برگ و ساقه شد.

صفت تعداد برگ در بوته به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ تحت تاثیر اثر متقابل تیمارهای مختلف سه‌جانبه چین × رقم × اسید هیومیک قرار گرفت. در این آزمایش تیمار چین اول رقم یونجه یزدی با کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک در بین تیمارهای مورد مطالعه بیشترین تعداد برگ در بوته (۱۰۴ عدد) و تیمار چین اول یونجه یزدی بدون کاربرد اسید هیومیک کمترین مقدار این صفت (۴۸ عدد) را نشان داد (جدول ۳). در تحقیق رهی و همکاران (Rehi *et al*., 2013) مصرف اسید هیومیک موجب افزایش سطح برگ و تعداد برگ شد. البته همان طور که در جدول شماره ۳ ملاحظه می‌شود بین کمترین مقدار این صفت در سایر تیمارها نیز تفاوت معنی‌دار در چین های اول و دوم وجود ندارد بخصوص که در اکثر آنها سطح بدون اسید هیومیک مشترک است و تنها چین اول یونجه همدانی و چین دوم یونجه یزدی متمایز از این خصوصیت بودند.

همچنین، بر اساس جدول ۴ یکی از صفاتی که نقش مهمی در افزایش وزن خشک اندام هوایی تک بوته داشته است همین صفت تعداد برگ است.

اثر متقابل تیمارهای مختلف سه‌جانبه چین × رقم × اسید هیومیک از نظر قطر ساقه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). مطابق جدول ۳، بیش‌ترین مقدار قطر ساقه به ترتیب مربوط به تیمارهای چین دوم رقم یونجه یزدی با کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک و چین اول یونجه بغدادی با کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک (۳/۵ میلی‌متر) و کمترین آن به ترتیب مربوط به تیمار چین اول رقم یونجه همدانی بدون کاربرد اسید هیومیک (۱/۷۵ میلی‌متر) بود. با بررسی جدول ۳ و ۴ مشخص شد که صفت قطر ساقه دارای تاثیر بسیار کمی در افزایش عملکرد علوفه خشک است و از آنجا که افزایش یا کاهش قطر ساقه تحت تاثیر تراکم و آرایش کاشت قرار می‌گیرد بنابراین صفتی مطلوب برای انتخاب رقم مناسب نمی باشد اگرچه افزایش سطوح کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش مقدار این صفت گردید. از سوی دیگر با افزایش قطر ساقه از بخش مطلوب علوفه قابل هضم کاسته شده و در نتیجه کیفیت علوفه کاهش می یابد. کاهش ارزش غذایی یونجه به علت کاهش غلظت کربوهیدرات‌های محلول و پروتئین خام و افزایش سهم کربوهیدرات‌های ساختمانی و همچنین لیگنین می‌باشد و نیز، کاهش نسبت برگ به ساقه باعث کاهش ارزش غذایی یونجه در مراحل مختلف رشد می‌شود (Bohrani, 2007).

صفت ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ تحت تاثیر اثر متقابل تیمار رقم × اسید هیومیک و چین × رقم قرار گرفت (جدول ۲). در بررسی اثر متقابل رقم × اسید هیومیک، بیشترین و کمترین مقدار این صفت به ترتیب مربوط به تیمار یونجه یزدی با کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک (۵۵ سانتیمتر) و یونجه رنجر بدون اسید هیومیک (۳۷ سانتیمتر) بود. البته بین تیمار یونجه یزدی با ۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک با تیمارهای یونجه یزدی با کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک و یونجه همدانی با کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲).

با توجه به اینکه صفت ارتفاع بوته در گیاهان علوفه‌ای یکی از سه صفت تاثیرگذار بر عملکرد بعد از تعداد بوته در مترمربع و تعداد ساقه در هر بوته است نتایج همبستگی صفات (جدول ۴) نیز مؤید این مطلب است. در تحقیق رهی و همکاران (Rehi *et al*., 2013) نیز بین صفت ارتفاع بوته و وزن خشک بخش هوایی در هکتار رابطه همسو و معنی‌داری مشاهده گردید. سباهاتین و نکدت (Sebahattin and Necdet, 2005) نشان دادند که غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک باعث افزایش طول ساقه شلغم علوفه‌ای (*Brassica rapa* L.) از ۲۰/۹ به ۵۱/۵ سانتی‌متر و افزایش وزن خشک اندام هوایی می‌شود. البته افزایش وزن خشک ریشه نسبت به ساقه بیشتر بود. همچنین در بررسی‌های رهی و همکاران (Rehi *et al*., 2013) مشخص گردید که هیومیک اسید می‌تواند ارتفاع گیاه تا اولین برگ و طول گیاه از یقه تا بزرگ‌ترین برگ را در *Dactylis glomerata* افزایش دهد به عبارت دیگر رشد طولی گیاه بیشتر می‌شود.

همبستگی صفات

ضرایب همبستگی صفات مشخص کرد که بین صفت عملکرد علوفه خشک با دو صفت وزن خشک تک بوته (۰/۳۲) و وزن خشک اندام هوایی تک بوته (۰/۲۷) رابطه همسوی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. همچنین نتایج هبستگی صفات در مورد دو صفت تاثیرگذار ذکر شده بر عملکرد علوفه خشک نشان داد که بین وزن خشک تک بوته با سایر صفات مربوط به تک بوته رابطه همسو و مثبتی وجود دارد که در غالب موارد معنی‌دار نیز می‌باشد و در این میان صفات وزن خشک اندام هوایی تک بوته (۰/۸۲) و وزن خشک ریشه تک بوته (۰/۶۸) به ترتیب نسبت به سایر صفات از اهمیت بالاتری برخوردار بودند (جدول ۴). اما در مورد صفت وزن خشک اندام هوایی تک بوته، این صفت بطور تقریباً مساوی با سه صفت ارتفاع، تعداد برگ و قطر ساقه بصورت مثبت و معنی‌دار تحت تاثیر واقع شد. همچنین صفت وزن خشک اندام هوایی تک بوته و وزن خشک ریشه تک بوته نیز با هم رابطه همسوی مثبت و معنی‌داری داشتند که نشان دهنده تاثیرگذاری و تاثیرپذیری این دو صفت از هم به لحاظ تامین آب و عناصر معدنی توسط ریشه برای بخش هوایی و در مقابل اختصاص بخش بیشتری از کربوهیدرات‌های تولیدی به بخش زیرزمینی می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که به جز صفت ارتفاع بوته بقیه صفات شامل عملکرد علوفه خشک، وزن خشک تک بوته، وزن خشک ریشه و اندام هوایی تک بوته، تعداد برگ و قطر ساقه تحت تاثیر اثر متقابل سه جانبه چین × رقم × اسید هیومیک قرار گرفتند. صفت ارتفاع نیز تحت تاثیر اثر متقابل دوجانبه رقم × اسید هیومیک و چین × رقم واقع شد. در این تحقیق در بین ارقام مورد آزمایش ارقام یونجه یزدی و بمی حایز بیشترین و رقم رنجر حایز کمترین مقدار صفات

اندازه‌گیری شده شدند. همچنین بیشترین مقدار صفتی که نقش عمده‌ای را در افزایش عملکرد علوفه خشک در هکتار داشت صفت وزن خشک تک بوته بود که خود به ترتیب از دو صفت وزن خشک اندام هوایی تک بوته و ارتفاع بسیار تاثیر گرفته بود. همچنین در بین تیمارهای اسید هیومیک تیمار ۱۰ لیتر در هکتار بیشترین مقدار صفات را نسبت به شاهد ایجاد کرد. در مجموع در بین تیمارهای آزمایش ارقام یونجه یزدی، بمی و بغدادی با کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک بیشترین مقدار صفات عملکردی را ایجاد کردند. با نگاهی دقیق‌تر در ارقام این تحقیق که از عملکرد علوفه خشک بالاتری برخوردار هستند و توجه به ارتفاع بالا از سطح دریا و طول دوره رشد کوتاه شرایط انجام تحقیق، به نظر می‌رسد تغییر اقلیم و سایر عوامل تاثیر خود را بر اقلیم این بخش از کشور داشته است. چرا که به غیر از رقم رنجر دو رقم مناسب مناطق گرمسیری نظیر بمی و یزدی جای دیگر ارقام مانند همدانی را که قبلاً با این اقلیم سازگارتر بوده‌اند را می‌گیرند. البته برای دست‌یابی به نتایج قطعی‌تر در این‌باره لزوم انجام آزمایش‌های مشابه این تحقیق و با پارامترهای بیشتر در آینده وجود دارد.

جدول ۱ - برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

Table 1 - Some physical and chemical properties of soil

pH	ECe (dsm^{-1})	O.C	total N	P (Olsen ′s)	K	Sand	Silt	Clay
					میلی‌گرم در کیلوگرم ($mgkg^{-1}$)			
8.02	2.1	8.1	0.7	10	346	230	390	380

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در چین‌های مختلف ارقام مورد مطالعه یونجه تحت تیمار اسید هیومیک

Table 2 - Analysis of variance evaluated traits in different cutting of alfalfa varieties by humic acid treatment

منابع تغییرات S. O. V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات						
		عملکرد علوفه خشک dry weight yield	وزن خشک تک بوته dry weight per plant	وزن خشک ریشه تک بوته root dry weight per plant	وزن خشک اندام هوایی تک بوته shoot dry weight per plant	ارتفاع بوته plant height	تعداد برگ number of leaves	قطر ساقه stem diameter
بلوک block	2	4.08^{ns}	0.64^{ns}	0.14*	0.01^{ns}	2.53^{ns}	241.23*	0.13*
رقم variety	4	8837.13**	2.81**	0.48**	0.42^{ns}	166.25**	368.50**	0.89**
اسید هیومیک humic acid	2	7461.94**	13.37**	1.64**	6.34**	169.38**	1948.41**	2.45**
رقم× اسید هیومیک humic acid×variety	8	1113.57**	1.96**	0.51**	0.71**	104.91**	438.34**	0.33**
خطا Error (a)	28	294.70	0.25	0.01	0.10	18.28	46.72	0.04
چین cutting	1	18743.70**	4.37**	0.77**	3.61**	0.40 ^{ns}	65.88^{ns}	1.17**
چین× رقم variety×cutting	4	916.77**	4.34**	1.05**	1.58**	53.98*	416.43**	1.50**
چین× اسید هیومیک humic acid×cutting	2	84.57^{ns}	3.28**	0.21**	4.21**	7.08^{ns}	660.95**	0.15^{ns}
چین× رقم× اسید هیومیک × variety×cutting humic acid	8	1026.84**	1.63**	0.45**	1.65**	23^{ns}	1244.37**	0.40**
خطا Error (b)	30	160.53	0.34	0.03	0.21	16.87	55.18	0.07
ضریب تغییرات (٪) CV.		9.08	19.85	15.23	25.97	8.93	10.88	9.95

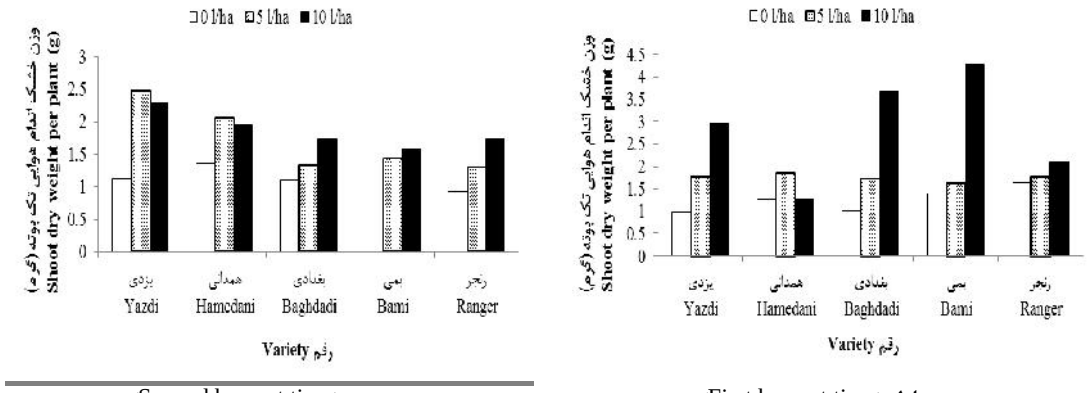
ns نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، * و ** نشان‌دهنده معنی‌داری به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد.

ns: non-significant, * and ** significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی در چین‌های مختلف ارقام مورد مطالعه یونجه تحت تیمار اسید هیومیک

Table 3- Mean comparison of evaluated traits in different cutting of alfalfa varieties by humic acid treatment

چین cutting	رقم یونجه variety	اسید هیومیک humic acid	عملکرد علوفه خشک dry weight yield ($t.ha^{-1}$)	وزن خشک تک بوته dry weight per plant (g)	وزن خشک ریشه تک بوته root dry weight per plant (g)	تعداد برگ number of leaves	قطر ساقه stem diameter (mm)
اول First harvest time	یزدی Yazdi	شاهد 0	1.3	1.82	0.70	48	2.25
		۵ لیتر در هکتار $5lha^{-1}$	1.29	3.42	1.82	62	2.5
		۱۰ لیتر در هکتار $10lha^{-1}$	1.69	4.87	1.71	104	2.75
	همدانی Hamedani	شاهد 0	1.43	2.27	1.0	77	1.75
		۵ لیتر در هکتار $5lha^{-1}$	1.6	2.41	0.88	67	2.83
		۱۰ لیتر در هکتار $10lha^{-1}$	1.52	2.13	0.87	71	2.67
	بغدادی Baghdadi	شاهد 0	1.03	2.10	1.08	48	2
		۵ لیتر در هکتار $5lha^{-1}$	1.29	3.10	1.03	81	2.75
		۱۰ لیتر در هکتار $10lha^{-1}$	1.15	4.57	1.55	91	3.5
	بمی Bami	شاهد 0	1.87	2.50	1.03	57	2.25
		۵ لیتر در هکتار $5lha^{-1}$	1.98	2.72	1.08	67	2.5
		۱۰ لیتر در هکتار $10lha^{-1}$	1.98	5.45	1.85	57	2.25
	رنجر Ranger	شاهد 0	1.19	3.03	1.40	56	2.25
		۵ لیتر در هکتار $5lha^{-1}$	1.66	2.93	1.27	66	2.5
		۱۰ لیتر در هکتار $10lha^{-1}$	2.11	4.27	2.27	90	2.25
دوم second harvest time	یزدی Yazdi	شاهد 0	0.82	2.30	1.17	65	3
		۵ لیتر در هکتار $5lha^{-1}$	1.31	4	1.73	87	3
		۱۰ لیتر در هکتار $10lha^{-1}$	1.57	5.32	1.61	68	3.5
	همدانی Hamedani	شاهد 0	1.09	2.63	1.20	56	2
		۵ لیتر در هکتار $5lha^{-1}$	1.26	3.10	1.03	87	3
		۱۰ لیتر در هکتار $10lha^{-1}$	1.27	3.13	1.15	88	3
	بغدادی Baghdadi	شاهد 0	0.95	2.13	0.73	49	2
		۵ لیتر در هکتار $5lha^{-1}$	1	2.55	0.93	67	2
		۱۰ لیتر در هکتار $10lha^{-1}$	1.10	2.93	2.30	58	2
	بمی Bami	شاهد 0	1.46	1.53	0.87	61	3
		۵ لیتر در هکتار $5lha^{-1}$	1.17	2.38	1.27	55	3
		۱۰ لیتر در هکتار $10lha^{-1}$	1.66	2.93	0.70	88	3
	رنجر Ranger	شاهد 0	1.2	1.55	0.59	89	2
		۵ لیتر در هکتار $5lha^{-1}$	1.46	2.12	0.74	49	2
		۱۰ لیتر در هکتار $10lha^{-1}$	1.44	2.35	0.76	52	3
		LSD	0.32	1.56	0.28	13.5	0.42

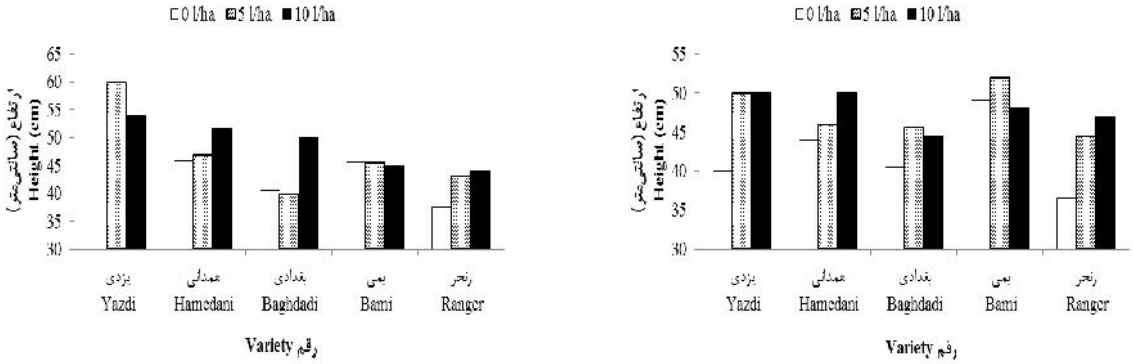


چین اول (First harvest time)
LSD=0.64

چین دوم (Second harvest time)
LSD=0.82

شکل ۱- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری رقم × اسید هیومیک از نظر وزن خشک اندام هوایی تک بوته

Figure 1- The interaction between cultivar and humic acid on shoot dry weight per plant



چین اول (First harvest time)
LSD=8

چین دوم (Second harvest time)
LSD=9

شکل ۲- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری رقم × اسید هیومیک از نظر ارتفاع بوته

Figure 2- The interaction between cultivar and humic acid on plant height

جدول ۴- همبستگی صفات با عملکرد علوفه خشک

Table 4- Correlation between traits with dry weight yield

صفات Traits	عملکرد علوفه خشک dry weight yield	وزن خشک تک بوته dry weight per plant	وزن خشک ریشه root dry weight per plant	وزن خشک اندام هوایی shoot dry weight per plant	ارتفاع plant height	تعداد برگ number of leaves	قطر ساقه stem diameter
عملکرد علوفه خشک dry weight yield	1						
وزن خشک تک بوته dry weight per plant	0.32**	1					
وزن خشک ریشه تک بوته root dry weight per plant	0.18ns	0.68**	1				
وزن خشک اندام هوایی تک بوته shoot dry weight per plant	0.27**	0.82**	0.44**	1			
ارتفاع plant height	0.20*	0.46**	0.40**	0.34**	1		
تعداد برگ number of leaves	0.19ns	0.35**	0.23*	0.33**	0.34**	1	
قطر ساقه stem diameter	0.00ns	0.34**	0.09ns	0.33**	0.34**	0.33**	1

ns نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، * و ** نشان دهنده معنی‌داری به‌ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns: non-significant, * and ** significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

References منابع مورد استفاده

- Albiach, R., R. Canet, F. Pomares, and F. Ingelmo. 2001. Organic matter components aggregate stability and biological activity in a horticultural soil fertilized with different rates of two sewage sludges during ten years Biores. *Technology Journal*. 77: 109-114.
- Arancon, N.Q., S. Lee, CA. Edwards, R.M. Atiyeh. 2003. Effects of humic acids and aqueous extracts derived from cattle, food and paper-waste vermicomposts on growth of greenhouse plants . *Pedobiologia* (Jena). 47: 744–781.
- Atiyeh, R.M., CA. Edwards, J.D. Metzger, S. Lee, N.Q. Arancon. 2002. The influence of humic acids derived from earth worm processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technolgy*. 84: 7–14.
- Bohrani, A. 2007. Comparison of five alfalfa varieties of alfalfa watery and dry forage yield and leaves and protein percentage in Ahvaz. *Scientific Journal of Agriculture*. 13 (13): 84-93. (In Persian).
- 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.
- Cacco, G., E. Attina, A. Gelsomino, and M. Sidari. 2000. Effect of nitrate and humic substances of nitrate uptake in wheat seedlings. *Journal of plant nutrition and soil science*. 163: 313-320.
- Canale, C.J., B.P. Glenn, and J.B. Reeves. 2002. Alkalitreated alfalfa and switchgrass: Composition and in situ disappearance of OM, NDF and ADF, monosacharides. *Dairy Science Journal*. 85: 3411- 3419.
- Chen, Y., and T. Ariad. 1990. Effects of humic substances in soil and crop Science: Mac Carthy *et al*., (ed.). 161-186 madison.
- Chen Y., CE. Clapp, H. Magen. 2004. Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances: The role of organic-iron complexes. *Soil Science and Plant Nutrition*. 50: 1089–1095.
- FAO Statistical Yearbook. 2013. http://faostat.fao.org
- 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 Asık, 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 Journal*. 42(1):.29 – 38.
- Khaled, H., and H.A. Fawy. 2011. Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity. *Journal of Soil and Water Resource*. 6(1): 21–29.

- Khazaee, H.R., S. Sabzevari, and M. Kafi. 2010. Effect of humic acid on root and shoot growth of wheat (*Triticum aestivum*. L.) Sabalan and Sayonez varieties. *Journal of Water and Soil.* 23(2): 87-94. (In Persian).
- Liu, C., and R.J. Cooper. 2000. Humic substances influence creeping bentgrass growth. *Golf Course Management*. 49-53.
- Rehi, A., M. Davoodifar, F. Azizi, and D. Habibi. 2013. Effects of different amounts of humic acid and response curves in the *Dactylis glomerata*. *Agronomy and Plant Breeding Journal*. 8 (3): 15-28 .(In Persian).
- Sardashti, A.S., and M. Alidoust. 2008. Determination and identification of humic acid compounds of soils in northern forest of Iran. Congress of Crystallography and Mineralogy of Iran, Ferdowsi University of Mashhad, p. 3. (In Persian).
- Sebahattin A., and C. Necdet. 2005. Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield components of forage Turnip (*Brassica rapa* L.). *Agronomy Journal*. 4:130-133.
- Sharif, M., R.A. Khattak, and M.S. Sarir. 2002. Effect of different levels of lignitic coal drived humic acid on growth of maize plants. *Communication in Soil Science and Plant Analysis Journal*. 33(19820): 3567-3580.
- Sufi Syavoush, R., and H. Janmohammadi. 2001. Animal feed (Translation). Amidi Press. 648 pp. (In Persian).
- Tahir, M.M., M. Khurshid, M.Z. Khan, M.K. Abbasi, and M.H. Kazmi. 2011. lignite-derived humic acid effect on growth of wheat plants in different soils. *Pedosphere Journal*. 21: 124-131.
- Verlinden, G., T. Coussens, A. De Vliegher, 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 Journal*. 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.

Effect of Humic Acid on some Agronomic Characters of some Varieties of Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Ali Tadayyon[1*], and Mojtaba Zafarian[2]

Received: April 2015, Revised: 22 February 2016, Accepted: 13 September 2016

Abstract

To evaluate the effect of humic acid on some cultural characters of some alfalfa varieties, a field experiment was conducted as factorial split plot based on RCBD design with three replications in 2014. In this experiment, 5 varieties of alfalfa (Yazdi, Hamedani, Baghdadi, Bami and Ranger) and three levels of humic acid (5 and 10 lha^{-1} and without humic acid, as control) were considered as the first factor and harvest time was as the second factor. Result indicated that except plant height, other characteristics such as dry weight yield, dry weight per plant, root and shoot dry weight per plant, number of leaves and stem diameter were affected by triple interaction effect of harvest time×variety×humic acid. Plant height was affected by double interaction effect of variety×humic acid and also harvest time×variety. Yazdi and Bami had the highest and Ranger had the least values of traits under study in two cuttings, respectively. Also in the between of humic acid treatments, 10 lha^{-1} treatment produced highest traits measured as compared to control and 5 lha^{-1} treatment. Bami, Ranger and Yazdi varieties with 10 $lha^{-1}$of humic acid in two cuttings produced the highest dry weight yield (3.64, 3.55 and 3.26 $t.ha^{-1}$ respectively) in this experiment.

Key words: Humic acid, Harvest time, Shoot dry weight, Yield.

1- Associate Professor, Faculty of Agriculture, Shahrkord University, Shahrkord, Iran.
2- Ph.D. Student of Weed Science, Faculty of Agriculture, Shahrkord University, Shahrkord, Iran.
** Corresponding Author: Tadayyon.sku@gmail.com*