نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۹، ص. ۶۴۷-۶۴۰

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 4, Winter 2010, p. 640-647

تاثیر ماده آلی هیومیک اسید بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.)

بهنام صالحی[۱*]، علی باقر زاده [۲] و محسن قاسمی [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۷/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۲۱

چکیده

استفاده بی رویه از کودهای شیمیایی در دهه اخیر به منظور تولید بیشتر محصولات کشاورزی، آلودگی خاک و آب و محیط زیست را به همراه داشته است. از اینرو با توجه به تاثیر مثبت ماده آلی هیومیک اسید در کشاورزی اکولوژیک هدف تقلیل مصرف کودهای شیمیایی و تعیین مقدار مناسب مصرف ماده آلی هیومیک اسید آزمایشی جهت بررسی و تعیین مقدار مناسب مصرف ماده آلی هیومیک اسید بر روی سه رقم گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.) در خراسان رضوی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه واقع در اراضی بخش احمد آباد (حومه مشهد) به صورت کرتهای خرد شده در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی انجام گرفت که طی آن چهار سطح هیومیک اسید به میزان ۰، ۱، ۱/۵ و ۲ (کیلوگرم در هکتار) بر روی سه رقم گوجه فرنگی با نامهای (Super Chief، Estern و Super CH) جمعاً در ۱۲ تیمار و سه تکرار مورد آزمایش قرار گرفت. در بررسی مقادیر مختلف مصرف هیومیک اسید سه صفت بیوماس، شاخص بریکس و وزن کل میوه در بوته در سطح ۱٪ دارای اختلاف معنی دار شده و غلظت ۱/۵ کیلو گرم در هکتار بیشترین تاثیر را در افزایش میزان این صفات داشته است. در بررسی شاخص متوسط وزن تک میوه در بوته بیشترین مقدار به میزان ۹۳/۸۵ گرم متعلق به رقم Stern در مقابل مصرف ۱/۵ کیلو گرم در هکتار هیومیک اسید به دست آمد. بیشترین تعداد میوه در بوته در واکنش به سطح مصرف ۲ کیلو گرم در هکتار هیومیک اسید متعلق به رقم Super Chief می باشد. در بررسی تعداد برگ در بوته با دارا بودن ۱٪ اختلاف معنی دار در بین ارقام، بیشترین تعداد برگ در رقم Stern مشاهده شد. در تعیین میزان عملکرد کل میوه در بوته، برهمکنش رقم Super Chief به سطح مصرف ۱/۵ کیلو گرم در هکتار هیومیک اسید دارای بیشترین عملکرد بود که میزان آن ۱/۹۷ کیلوگرم در بوته می باشد.

واژه های کلیدی: شاخص بریکس، کارایی عناصر، کود آلی، وزن میوه

مقدمه

با توجه به ملاحظات زیست محیطی اخیراً استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات شبه هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارد (Samavat & Malecooti, 2005). استفاده از هیومیک اسید باعث رشد اندام هوایی می شود که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر ازت، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز آهن، روی و مس است (Harper et al., 2000). قابلیت های اسید هیومیک توانایی ایجاد کمپلکس های پایدار با یون‌های فلزی هستند (David et al., 1994). هیومیک اسید ترکیبی پلیمری طبیعی آلی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به وجود می‌آید که می‌تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود (Aiken et al., 1985). در خصوص نحوه اثر اسید هیومیک گزارش های متعددی وجود دارد، اما می‌توان اثر آن را به دو دسته تقسیم کرد: اثر مستقیم به عنوان یک ترکیب شبه هورمونی (Cacoo et al., 1984) و اثر غیر مستقیم به صورت افزایش جذب عناصر غذایی از راه ویژگی کلات کنندگی و احیا کنندگی و حفظ نفوذپذیری غشاء (Chen & Aviad, 1990) و افزایش متابولیسم ریز جانداران بهبود وضعیت فیزیکی خاک و افزایش رشد ریشه و ساقه را به همراه دارد (Cooper et al.,1998).اسید هیومیک با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰۰-۳۰۰۰۰ دالتن سبب تشکیل کمپلکس‌های محلول با عناصر میکرو می‌گردند (Michael, 2001). باروری خاک به شدت به محتوی مواد آلی وابسته است (Liu & Cooper, 2000). اسید هیومیک با کلات کردن عناصر ضروری سبب

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، استادیار و مربی، عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: be_salehi@yahoo.com)

افزایش جذب عناصر شده و باروری خاک شده و تولید در گیاهان را افزایش می دهند .در بررسی اثر اسید هیومیک روی گیاه بنت گراس (*Creeping bentgrass* L.) دریافتنکه هیومیک اسید به طور معنی داری سرعت فتوسنتز، توسعه بیوماس ریشه ومحتوی مواد غذایی گیاه را افزایش می دهد که این افزایش به ویژه در غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک دیده شد (Liu et al., 1996). در تحقیقی پیرامون میزان جذب فسفر ۳۲ در سلول های ریشه گندم زمستانه (*Triticum aestivum* L.) در حضور اسید هیومیک Malcolm, (Vaughan & 1979) دریافتند که غلظت های ۵ تا ۵۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید سبب افزایش معنی دار جذب فسفر می گردد. در یک آزمایش مزرعه ای توسط (Wang et al., 1995) میزان جذب فسفر ۲۵٪ نسبت به عدم حضور اسید هیومیک افزایش یافت، آنها نشان دادند که مواد هیومیک (آلی) در افزایش فعالیت چندین آنزیم به ویژه آنزیم فسفاتاز نقش موثری را ایفا می کنند. همچنین در بررسی اثر مصرف هیومیک اسید بر روی عملکرد و اجزای عملکرد گندم و ذرت (*Zea mays* L.) کود آلی باعث افزایش معنی داری در میزان دانه و ماده خشک گندم گردید (Aidin et al., 1998). در مطالعه‌ای بر روی، گندم اسید هیومیک به میزان ۵۴ میلی گرم در لیتر، ۲۲ درصد افزایش ماده خشک را به همراه داشت، همچنین جذب نیتروژن نیز در حضور هیومیک اسید افزایش معنی داری نشان داد (Kauser & Azam, 1985). در آزمایشی روی گیاه بنت گراس مصرف اسید هیومیک فعالیت آنزیم ها را از ۲۳ درصد به ۱۰۰درصد افزایش یافت که خود عامل افزایش رشد گیاه گردید (Liu & Cooper, 2000). مواد هیومیکی باعث افزایش جذب عناصر غذایی در گیاهان می‌شوند. مطالعات متعددی افزایش رشد در گیاهان را به همراه افزایش در جذب عناصر غذایی توسط گیاهان نشان داده اند. این مطالعات نشان میدهند که مواد هیومیک از طریق اثرات بیوشیمیایی و شبه هورمونی که دارند عامل افزایش جذب ریز مغذی‌ها توسط گیاهان می‌شوند (Dursun et al., 2002). طی آزمایشی هیومیک اسید و فولویک اسید رشد ساقه را در گیاهان مختلف تحریک کرد، علاوه بر آن زمانی که یکی از این دو با غلظتهای ۵۰ تا ۳۰۰ میلی گرم در لیتر و یا به صورت اضافه کردن در محلول غذایی در غلظتهای ۲۰ تا ۳۰۰ میلی گرم در لیتر مصرف شد اثر تحریک کنندگی صرف نظر از طریقه کاربرد اغلب به ریشه ها نیز القاء گردید (Chen & Aviad, 1990). مصرف غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش معنی‌دار رشد ریشه گیاه گلتاب (*Gerbera jamesonii* L.) که در محلول غذایی رشد یافته است گردید، همچنین محتوی فسفر، منیزیم، آهن و پتاسیم در برگها و تعداد گل در گیاه توسط اسید هیومیک افزایش معنی داری نشان داد (Nikbakht et al., 2008). در بررسی اثر هیومیک اسید و فولویک اسید بر روی رشد گیاهچه های فلفل (*Capsicum annuum* L.)، هیومیک اسید به میزان ۵۰ میلی گرم در لیتر سبب افزایش در طول ریشه از ۱۳/۱ به ۲۰/۲ سانتیمتر و طول ساقه از ۲۰/۹ به ۵۱/۵ سانتیمتر شد، همچنین هیومیک اسید سبب افزایش معنی داری در وزن خشک ساقه و ریشه به ترتیب ۰/۵ به ۱/۰۷ و ۰/۰۵ به ۰/۲۳ شده است (Stephan & Charles, 1994). هدف این تحقیق بررسی تاثیر کود آلی هیومیک اسید و تعیین سطح مصرف بهینه آن بر رشد و عملکرد سه رقم گوجه فرنگی می باشد.

مواد و روش ها

آزمایش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در اراضی بخش احمد آباد کیلومتر ۳۵ مشهد-نیشابور در مزرعه شخصی اجرا شد. میانگین بارندگی در منطقه ۱۹۰-۲۰۰ میلیمتر و ارتفاع از سطح دریا ۹۸۵ متر و بافت خاک، لومی رسی می باشد. آزمایش به صورت طرح اسپیلت پلات در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. ابعاد کرت به صورت ۴ در ۶ متر با ۵/. متر فاصله بین کرت‌ها می‌باشد (مساحت هر کرت به صورت مفید ۲۴متر مربع می باشد). فواصل کشت بر روی ردیف ۲۵ سانتیمتر و بین ردیف ۱۲۰ سانتیمتر می باشد . فاکتورهای طرح: ۱- عامل یا پلاتهای اصلی (A): شامل سه رقم گوجه فرنگی با نامهای: a_1=Super Ch , a_2 =Estern , a_3= Super Chief ارقام تعیین شده ارقام با بافت گوشتی متراکم می باشند که مصرف مستقیم بازار دارند و با شرایط اکولوژیک و محدودیت آب منطقه سازگار می باشند. ۲- عامل یا کرتهای فرعی (B) :شامل چهار سطح مقادیر مختلف هیومیک اسید که شامل: b_0= ۰ ، b_1= ۱ ، b_2= ۱/۵ و b_3= ۲ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. زمان و نحوه اجرای تیمارهای مختلف اسید هیومیک در سه مرحله به شرح ذیل اجرا شد: ۱- اردیبهشت ماه همراه آبیاری اول بعد از کشت نشاء در مزرعه به صورتی که غلظتهای مختلف هیومیک اسید بر روی سطح خاک مجاور ریشه ها اسپری شد، به نحوی که هر رقم گوجه فرنگی با غلظت‌های مختلف هیومیک اسید تیمار شدند (جز سطح b_0 یا شاهد). (هیومیک اسید مورد استفاده از پودر هیومکس حاوی ۸۰ درصد اسید هیومیک و ۲۰ درصد اسید فلوئیک می‌باشد). ۲- اواسط رشد رویشی در نیمه خرداد ماه و قبل از گلدهی، ۳- مرحله آخر ، در زمان ۵۰٪ گلدهی در تیر ماه: روش اجرا همانند روش های قبلی اعمال شد. ضمنا روش اجرا کار به این نحو بود که پس از اسپری غلظتهای مختلف کودی بر روی ارقام گوجه فرنگی، آب از طریق سیفون‌های انتقال آب وارد هر کرت و از طریق یک تایمر آب به طور یکنواخت و به یک میزان برای همه کرت‌ها در نظر گرفته شده است. صفات مورد بررسی: در زمان رسیدگی میوه در مرداد ماه تعداد شش نمونه را به صورت تصادفی از هر کرت برداشت شد و جهت بررسی صفات به آزمایشگاه مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی خراسان رضوی منتقل و در آنجا صفات مورد نظر که شامل صفت

ارتفاع بوته، وزن میوه در بوته، بیوماس، تعداد برگ در بوته، متوسط وزن هر میوه در بوته، شاخص بریکس و تعداد میوه در بوته مورد آزمایش و بررسی قرار گرفتند. جهت اندازه گیری شاخص بریکس از دستگاه رفراکتومتر و جهت خشک کردن اندام های گیاهی از آون در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد استفاده گردید. قابل ذکر می باشد که برداشت جهت آزمایش در سه نوبت با فاصله زمانی ۱۲- ۱۵ روز صورت گرفت سپس داده‌های به دست آمده را معدل گیری و داده‌های حاصل از طریق نرم افزار Mstat-c آنالیز و تجزیه واریانس صورت گرفت و جهت آزمون‌های مقایسه میانگین روش دانکن مورد استفاده قرار گرفته و در تهیه گراف‌ها و نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شده است.

نتایج و بحث

وزن خشک اندام‌های هوایی

وزن خشک اندامهای هوایی در بوته تاثیر بسیاری در مقابل مصرف ماده آلی هیومیک اسید از خود نشان داد . در بررسی برهمکنش مصرف هیومیک و ارقام گوجه فرنگی مورد مطالعه رقم Super chief بیشترین مقدار به میزان ۲۳۱/۷ گرم بود (جدول ۴). اختلاف بین ارقام مورد مطالعه در شاخص بیوماس دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ مشاهده شد و بیشترین تاثیر غلظت ماده آلی هیومیک اسید در افزایش میزان وزن خشک سطح ۱/۵کیلو گرم می باشد (جدول ۳). کودهای آلی با کلات کردن کودهای ماکرو در خاک قلیایی منطقه و با ایجاد یک شرایط اسیدی باعث جذب و در اختیار گذاری عناصر میکرو برای گیاه می شوند. کود آلی هیومیک اسید باعث بهبود وضعیت فتوسنتز در گیاه می شود و قابل ذکر است عوامل ذکر شده باعث افزایش وزن خشک گیاه و افزایش مواد فتوسنتزی در گیاه می شود. ماده آلی هیومیک اسید باعث افزایش ماده خشک گیاه می شود (Hemantaranjan & Gray, 1988). مطالعات نشان داد که مصرف کود آلی باعث افزایش ماده خشک گیاه تاج خروس (*Amaranthus* sp.) شده است. تاثیر استفاده از هیومیک اسید باعث ایجاد اختلاف معنی دار در بین تیمارها و افزایش بیوماس گوجه فرنگی شده است (Radpour et al., 2007). نتایج حاصل از یک تحقیق به عمل آمده در دو آزمایش گلخانه‌ای و مزرعه‌ای در مورد اثر ترکیبات آلی در محیط ریشه لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis* L.) نشان داد که وزن خشک برگ و ساقه و وزن خشک کل گیاه افزایش یافت (Astaraei & Ivani, 2008).

تعداد برگ

در بررسی تغییرات تعداد برگ حاصل از مصرف کود آلی هیومیک مشاهده شد بیشتر از اینکه کود آلی موثر واقع شود اختلاف بین ارقام در تعداد برگ بیشتر مشهود بود و لذا در بین ارقام، اختلاف معنی داری در سطح ۱٪ مشاهده شد (جدول ۲) و چه بسا در بررسی تاثیر غلظتهای مختلف مصرف هیومیک اسید اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد مشاهده شد. قابل ذکر می‌باشد، بیشترین تعداد برگ در رقم stern و در واکنش به غلظت۱/۵ کیلو گرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۴)و در پی بررسی به عمل آمده در شاخص تعداد برگ در بوته گوجه فرنگی نقش رقم و عامل ژنتیکی بیشتر از عامل محیطی (استفاده از کود آلی) نقش خود را ایفا کرده است. از آنجا که کود آلی هیومیک اسید با تأمین عناصر میکرو و افزایش جذب کل عناصر با افزایش حجم ریشه می تواند در افزایش رشد و نمو بویژه افزایش سطح و تعداد برگ گیاه موثر باشد. آزمایشی نشان داد که استفاده از غلظت‌های متفاوت هیومیک اسید برروی گیاه لوبیا چشم بلبلی برگهای تیمار شده انبوه تر و شادابتر و رنگ سبز تیره تری به خود گرفتند که این به فعالیت فتوسنتز هم کمک می‌کند (Astaraei & Ivani, 2008) .در جریان آزمایشی مصرف غلظتهای مختلف هیومیک اسید برروی گیاه بامیه (*Hibiscus esculentus L.*)، افزایش تعداد برگ در بوته صورت گرفته است (Mustafa et al., 2010). در طی بررسی کاربرد مواد هیومیک در قالب مصرف کود کمپوست تغییرات در تعداد برگ مشاهده شده است (Asgharipour, 2008).

ارتفاع بوته

در تعیین تاثیر کود آلی بر ارتفاع بوته گوجه فرنگی مشاهده شد بین خود ارقام اختلاف معنی‌دار ۵ درصد وجود داشت (جدول ۲). در صورتی که تاثیر گذاری غلظت‌های مختلف هیومیک اسید دارای اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد ایجاد کرد، لازم به ذکر است در تشخیص موثرترین حالت ممکنه برای اثر متقابل هیومیک اسید با ارقام مختلف، رقم Stern بیشترین واکنش را در برابر غلظت ۲ کیلو گرم در هکتار هیومیک اسید در افزایش ارتفاع بوته گوجه فرنگی به میزان ۱۱۹/۷ سانتیمتر از خود نشان داد (جدول ۳). کود آلی هیومیک اسید با بهبود ساختمان و بافت خاک و بالا بودن ظرفیت تبادل کاتیونی آن باعث جذب و در اختیار گذاشتن عناصر بویژه کود نیتروژنه و همچنین خاصیت شبه هورمونی که دارد باعث افزایش حجم و ارتفاع بوته گیاه می شود. کود آلی در افزایش ارتفاع بوته گیاه ریحان اثر معنی داری به جا می گذارد (Azizi et al., 2007). استفاده از کود آلی هیومیک اسید باعث ایجاد اختلاف معنی داردر سطح ۱ درصد بین ارقام گوجه فرنگی شد و باعث افزایش ارتفاع بوته نسبت به شاهد شده است (Radpour et al., 2007) استفاده از هیومیک اسید باعث افزایش رشد اندامهای هوایی می‌شود و دلیل آن افزایش جذب ریز مغذی‌ها در شرایط خاک قلیایی می باشد (Daivid et al., 1994). اثر

هیومیک اسید استخراج شده از پیت و لئوناردیت توسط (Adani et al., 1998) بر روی گوجه فرنگی بررسی شد و هر دو نوع هیومیک اسید محرک رشد و ارتفاع گیاه بودند. ترکیبات هیومیک اثر چشمگیری در افزایش ارتفاع درختچه سرو (*Chamecyparis Lawsoniana*) دارد (Sahar et al., 2009).

بریکس

در بررسی شاخص کیفی بریکس بین ارقام دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ مشاهده شد و در تعیین اختلاف سطوح مختلف کود آلی، اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد (جدول۲) و تیمارها هم اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد از خود نشان دادند و لازم به ذکر می‌باشد که سطحی که بیشترین تاثیر را در افزایش شاخص بریکس از خود نشان داد سطح ۱/۵کیلوگرم در هکتار می باشد. در نهایت رقم Super CH بیشترین واکنش ممکن را در جهت افزایش مقدار آن در سطح غلظت ۱/۵کیلوگرم در هکتار به میزان ۷/۳۴ از خود نشان داد(جدول ۴). کود آلی هیومیک اسید تاثیر در بهبود وضعیت فتوسنتز می گذارد و پیرو آن تنفس هم یک رابطه مستقیم با فتوسنتز دارد واز آن سو این عوامل فیزولوژیکی باعث ذخیره و حفظ مواد جامد محلول مانند قندها در برگ و انتقال آن به میوه می شود و قابل ذکر است که خاصیت بافری هیومیک اسید خود مزید بر علت است و با خنثی کردن pH خاک باعث جذب عناصر غذایی ماکرو و میکرو برای گیاه می شود و این خود با جذب عناصرپتاسیم و فسفر در فعل و انفعالات اندام زایشی مثل ذخیره مواد محلول در میوه نقش دارد. قابل ذکر است که یکی از عناصر میکرو که از طریق کود هیومیک اسید در اختیار قرار می‌گیرد و در انتقال مواد قندی در گیاه نقش دارد ،عنصر بور می‌باشد که در تجمع قند در میوه نقش خود را ایفا می کند. محققان در استفاده از هیومیک اسید دریافتند این کود آلی با افزایش مواد فتوسنتزی و بالا رفتن درصد قند و مواد جامد محلول باعث افزایش کیفیت محصول برنج (*Oryza sativa* L.) می‌شود (Neri et al., 2002). مصرف مواد هیومیک در قالب استفاده از کود کمپوست باعث تغیرات در مقدار مواد جامد محلول (بریکس) شده است (Noori et al., 2007).

جدول۱- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1 - Physical and chemical soil properties in the studied field

بافت خاک Soil Texture	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	درصد آهک T.N.V (%)	ازت N (%)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	کربن آلی OC (%)	درصد ماده آلی OM (%)
Clay Loam	39.00	27.50	33.50	7.90	1.99	9.75	0.10	45.00	490.00	0.38	0.65

جدول ۲ -تجزیه واریانس و میانگین مربعات صفات مورد مطالعه

Table 2- Analysis of variance and mean square traits

منابع تغییر Source of variations	درجه آزادی Degrees of freedom	بیوماس Biomass ($g.m^{-2}$)	بریکس Brix (%)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد برگ در بوته Leaf total	وزن میوه در بوته Fruit weight in bush (kg)	تعداد میوه در بوته Fruit total	وزن تک میوه در بوته The average weight of a fruit in bush (g)
تکرار Replication	2	1519^{*}	0.608^{*}	159.250^{*}	8.111^{ns}	0.212^{*}	11.307^{ns}	344.324^{*}
رقم (A) Variety (A)	2	10015^{*}	1.721^{*}	1032.333^{*}	521.861^{**}	0.015^{ns}	317.521^{*}	1872.995^{*}
خطای (A) $Error_a$	4	715	10.319	154.458	0.568	0.181	38.114	322.546
هیومیک اسید (B) Humic acid (B)	3	10770^{**}	4.599^{**}	3691.778^{**}	59.287^{*}	0.739^{**}	125.073^{**}	775.507^{*}
اثر متقابل(A×B) Interaction (A×B)	6	1318^{*}	0.330^{ns}	123.444^{ns}	10.898^{ns}	0.118^{*}	121.160^{**}	465.220^{*}
خطای B $Error_b$	18							

* و ** : به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد ns: عدم معنی دار بودن

*, **: Significant in Probability levels ($p< 0.05$ & 0.01) ns: Without meaning

عملکرد کل میوه در بوته

در این آزمایش مشخص شد که کود آلی هیومیک اسید، عملکرد میوه در بوته را به طور قابل ملاحظه ای نسبت به تیمار شاهد افزایش داد قابل ذکر است که در تعیین تفاوت غلظت مصرف کود اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد وجود داشت در بررسی برهمکنش دو فاکتور کود و ارقام، مقدار مصرف ۱/۵کیلو گرم در هکتار بیشرین اثر را بر روی رقم Super Chief گذاشت که میزان آن برابر بود با ۱/۹۷ کیلوگرم در بوته (جدول ۴). میوه به عنوان یک اندام زایشی ، عناصری مانند پتاسیم، کلسیم و فسفر در رشد و نمو آن دخالت دارد و از آنجایی که هیومیک اسید خاصیت شبه هورمونی دارد و باعث افزایش حجم ریشه و و متقابلا جذب عناصر غذایی مذکور می شود و از طرفی بالا بودن ظرفیت تبادلی کاتیونی هیومیک باعث در اختیار گذاری عناصر مفید و دفع عناصر سمی و فلزات سنگین در معرض ریشه گیاه می شود ،و ازسویی یکی دیگر از خواص مواد هیومیک ،ذخیره رطوبت در خاک و این مهم از ایجاد تنشهای خشکی و کاهش عملکرد میوه از طریق تأمین رطوبت برای گیاه جلوگیری می کند. نتیجه بدست آمده حاصل از یک آزمایش مصرف هیومیک اسید به دلیل قابل دسترس قرار دادن عنصر فسفر و سایر عناصر دیگر برای گیاه در گندم باعث افزایش عملکرد در واحد زایشی و دانه بندی شده است (Jones et al., 2004). در یک تحقیق بر روی گوجه فرنگی اثر هیومیک اسید باعث افزایش چشمگیری در عملکرد میوه در بوته شده است (Radpour et al., 2007). طبق بررسی اثر مصرف هیومیک اسید بر روی گیاه هندوانه (*Citrullus vulgaris* L.) باعث افزایش عملکرد میوه در هر بوته شده است (Salman et al., 2005). در اثر مصرف هیومیک اسید همراه با مصرف عنصر روی باعث افزایش عملکرد گیاه شد (Garcia et al., 2004).

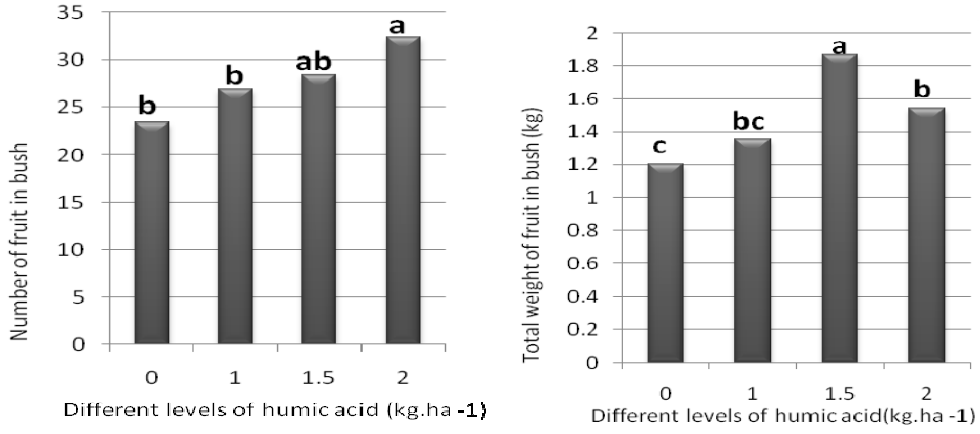
جدول ۳- مقایسه میانگین مصرف مقادیر مختلف هیومیک اسید بر روی صفات مورد مطالعه

Table 3 - Comparison of mean values use humic acid on studied traits

وزن تک میوه در بوته The average weight of a fruit per plant (g)	تعداد میوه در بوته Fruit number	وزن میوه در بوته Fruit weight per plant (kg)	تعداد برگ در بوته Leaf number	ارتفاع بوته Plant height (cm)	بریکس Brix (%)	بیوماس Biomass ($g.m^{-2}$)	میزان هیومیک اسید Humic Acid Amount ($kg.ha^{-1}$)
52.55^{b}	23.44^{b}	1.200^{c}	24.33^{b}	59.00^{c}	5.154^{b}	100^{c*}	0
54.77^{b}	26.89^{b}	1.357^{bc}	25.89^{ab}	69.56^{bc}	5.366^{b}	140^{b}	1
71.21^{a}	28.37^{ab}	1.867^{a}	30.33^{a}	79.89^{b}	6.727^{a}	184^{a}	1.5
51.27^{b}	32.44^{a}	1.540^{b}	27.56^{ab}	106.2^{a}	6.069^{a}	150^{b}	2

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

* In each column, means at least one common letter in the 5% level no significant difference.



شکل۱- تاثیر سطوح مختلف هیومیک اسید بر روی صفات مورد بررسی

Fig. 1 - The effect of different levels humic acid studied traits

تعداد میوه در بوته

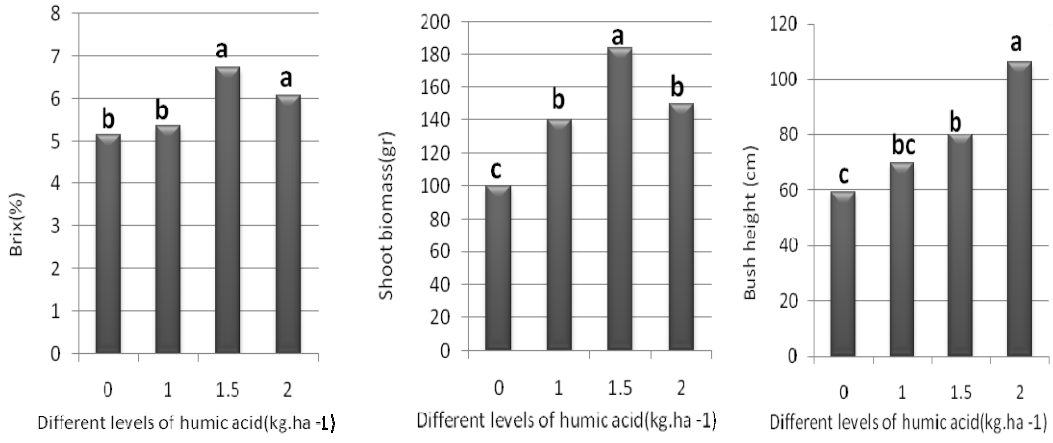
شاخص تعداد میوه در بوته هم یکی از صفاتی بود که در برابر مصرف کود آلی هیومیک اسید واکنش قابل توجهی از خود نشان داد به این صورت که در بین ارقام اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و در تاثیر کلی غلظتهای هیومیک اسید بر روی گیاه و اثرات متقابل بین عوامل در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد، قابل ذکر می‌باشد که بیشترین غلظت موثر در افزایش تعداد میوه در بوته سطح ۲ کیلو گرم در هکتار می باشد.که در اثر متقابل آن با ارقام، رقم Super Chief بیشترین تاثیر را از این سطح کودی به خود اختصاص داد و میزان به دست آمده حاصل از آن ۴۳/۳۳ عدد میوه در بوته می‌باشد (جدول ۴). هیومیک اسید با در اختیار گذاری عناصر غذایی مفید مانند فسفر و پتاسیم در جهت نمو گیاه دخالت دارند و از آنجا که به خاطر اسیدی بودن این ماده آلی در جذب عناصر میکرو از خاک و در اختیار گذاری این عناصر برای گیاه دخالت دارد و همچنین پیرو آن عناصر میکرو باعث بهبود وضعیت متابولیسم گیاه شده و تولید میوه در بوته را تحریک می کند.در آزمایش به عمل آمده بر روی گیاه آواکادو (*Persea Americana* L.) نتیجه به دست آمده توسط (Phanuphong & Gregory, 2003) افزایش تولید میوه در گیاه را شاهد بودند. در پی آزمایشی اثر یک ترکیب هیومیکی برروی گیاه توت فرنگی(*Fragaria vesca* L.) تاثیرات قابل توجهی در جهت افزایش تعداد میوه در بوته مشاهده شده است (Norman et al., 2006). پیرو آزمایش ذکر شده افزایش تعداد میوه در گیاه فلفل دلمه‌ای(*Capsicum annuum* L.) هم مشاهده شده است (Norman et al., 2006).

در نهایت در بررسی شاخص متوسط وزن یک میوه در بوته ، بین ارقام و سطوح کود آلی و تیمارها اختلاف معنی دار در سطح ۵ ٪ مشاهده شد و در پی آن در بین ارقام، در رقم Stern بیشترین مقدار مشاهده شد و در واکنش به سطوح مختلف کود آلی هم رقم Stern بیشترین مقدار یعنی ۹۳/۸۵ گرم را به خود اختصاص داد (جدول۴). طبق آزمایش های به عمل آمده هیومیک اسید باعث افزایش میوه فلفل و میوه توت فرنگی شده است (Chen & Aviad, 1990). در جهت بررسی تاثیر ترکیب ماده هیومیکی بر روی محصول گوجه فرنگی توسط (Norman et al., 2006) افزایش وزن و عملکرد میوه مشاهده شده است.

نتیجه گیری

در نهایت طی بررسی های به عمل آمده نتایج آزمایش نشان داد که مصرف کود آلی هیومیک اسید تاثیر بسیار چشمگیری درمیزان شاخص‌های رشد و عملکرد از خود نشان داد. این در حالی بود که کل شاخص‌های مورد مطالعه دارای اختلاف معنی داری در واکنش به مصرف هیومیک اسید داشتند (جدول ۲). هیومیک اسید به دلیل داشتن مزایایی چون تاثیر در افزایش کارایی عناصر غذایی در محیط ریشه و افزایش حجم ریشه و حفظ رطوبت موجود در اطراف ریشه و خاصیت شبه هورمونی که دارد باعث افزایش وزن ماده خشک کل و افزایش عملکرد میوه شد، لیکن، در پی بررسی‌های انجام شده بیشترین سطح موثر مصرف هیومیک اسید، سطح ۱/۵کیلوگرم در هکتار به دست آمد و بیشترین عملکرد میوه در پاسخ به اثرات هیومیک اسید در رقم Super Chief مشاهده شد (جدول ۴).

متوسط وزن یک میوه در بوته



شکل۲- تاثیر سطوح مختلف هیومیک اسید بر روی صفات مورد بررسی
Fig.2 - Effect of humic acid levels on studied traits

جدول٤- مقایسه میانگین برهمکنش مقادیر مختلف هیومیک اسید در ارقام گوجه فرنگی بر روی صفات مختلف

Table 4 – Mean comparisons of interaction between different humic acid levels and tomato cultivars on studied traits

وزن تک میوه در بوته The average weight of a fruit in bush (g)	تعداد میوه در بوته Fruit total	وزن میوه در بوته Fruit weight in bush (kg)	تعداد برگ در بوته Leaf total	ارتفاع بوته Plant height (cm)	بریکس Brix (%)	بیوماس Biomass $g.m^{-2}$	هیومیک اسید Humic acid ($kg.ha^{-1}$)	رقم Variety
40.90^{bc}	26.33^{bcde}	1.05^{c}	17.67^{f}	56.67^{d}	5.50^{cd}	87^{f*}	0	Super CH
61.97^{bc}	25.00^{cde}	1.49^{abc}	20.00^{ef}	57.67^{d}	5.58^{cd}	103^{def}	1	
51.98^{bc}	35.33^{ab}	1.84^{ab}	24.00^{cdef}	67.33^{d}	7.34^{a}	141^{bcde}	1.5	
47.35^{bc}	31.00^{bc}	1.46^{bc}	21.00^{def}	101.00^{ab}	6.50^{abc}	112^{def}	2	
58.51^{bc}	24.33^{cde}	1.42^{bc}	32.33^{abc}	60.33^{d}	4.75^{d}	117^{cdef}	0	Stern
69.58^{ab}	21.33^{de}	1.48^{abc}	29.67^{bcd}	80.33^{bcd}	5.40^{cd}	168^{bc}	1	
93.85^{a}	19.43^{e}	1.79^{ab}	38.33^{a}	95.00^{bc}	6.92^{ab}	182^{b}	1.5	
65.55^{ab}	23.00^{cde}	1.43^{bc}	35.00^{ab}	119.7^{a}	5.99^{bcd}	154^{bcd}	2	
58.25^{bc}	19.67^{e}	1.13^{c}	23.00^{def}	60.00^{d}	5.20^{cd}	97^{ef}	0	Super chief
32.78^{c}	34.33^{b}	1.10^{c}	28.00^{bcde}	70.67^{cd}	5.11^{d}	149^{bcde}	1	
67.78^{ab}	30.33^{bcd}	1.97^{a}	28.67^{bcde}	77.33^{bcd}	5.91^{bcd}	231^{a}	1.5	
40.92^{bc}	43.33^{a}	1.73^{ab}	26.66^{bcde}	98.00^{ab}	5.70^{bcd}	183^{b}	2	

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

*In each column, means with at least one common letter indicate no significant difference

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات و همکاری مسئولین و کارکنان محترم آزمایشگاه اصلاح و تهیه نهال و بذر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی که با تأمین امکانات آزمایشگاه به اینجانب مساعدت داشته اند، تشکر و قدر دانی می گردد.

منابع

1- Adani, F., genevini, P., Zaccheo, P., and Zocchi, G. 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. Jornal of Plant Nutririon 21(3): 561-575.
2- Aiken, G.R., McKnight, D.M., Wershaw, R.L., and MacCarthy, P. 1985. Humic substances in soil, sediment and water. Wiley-Interscience, New York, USA.
3- Asghari pour, M.R. 2008. Compost effect on the emergence and growth of tomato seedlings. First National Congress of Tomato Processing Technology - January 1387 - Holy Mashhad. (In Persian)
4- Astaraei, A.R., and Ivani, R. 2008. Efect of organic souces as foliar spray and root madia on nutrition if cowpea plant. American – Eurasian Journal of Agriculture Environmental Science 3(3): 352-356.
5- Aydin, A., Turan, M., and Sezen, Y. 1999. Efeect of fulvic+humic application on yield nutrient uptake in sunflower (*Heliantus annus*) and corn (*Zea mays*). Soil Science 6: 249-252.
6- Azizi, M., Baghbani, M., Lakzyan, A., and Arooee, H. 2007. Effect of different doses of vermicompost and dilatory wash sprayed on morphological characteristics and the amount of active substance basil. Agricultural Science and Technology (2): 52 -41. (In Persian with English Summary)
7- Cacco, G., and Dell'Agnolla, G. 1984. Plant growth regulator activity of soluble humicsubstances. Canadian Journal of Soil Science 64: 25-28.
8- Chen, Y., and Aviad, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In: P. MacCarthy et al. (eds.) Humic Substances in Soil and Crop Science: Selected readings. SSSA and ASA, Madison, WI, U.S.A 161-186.
9- Cooper, R.J., Liu, C.H., and Fisher, D.S. 1998. Influence of humic substances on rooting and nutrient content of creeping bentgrass. Crop Science 38: 1639-1644.
10- David, P.P., Nelson, P.V., and Sanders, D.C. 1994 A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. Journal of Plant Nutrition 17: 173-184
11- Dursun, A., Guvenc, I., and Turan, M. 2002.Effect of different levels of humic acid on seedling growth and macro- and micronutrient contents of tomato and eggplant. ACTA Agrobotanical 56: 81-88.
12- Garcia-Mina, J. M., Antolin, M.C., and Sanchez-Diaz, M. 2004. Complexes and plant micronutrient uptake: A study based on different plant species cultivated in diverse soil types. Plant and Soil 258(1): 57-68.
13- Harper, S.M., Kerven, G.L., Edwards, D.G., and Ostatek-Boczynski, Z. 2000. Characterisation of fulvic and humic

acids from leaves of Eucalyptus camaldulensis and from decomposed hay. Soil Biochemical 32: 1331-1336.
14- Hemantaranjan, A., and Gray, O.K. 1988. Iron and Zinc nutrition of corn in an calcareous soil. Journal of Plant Nutrition 18(10): 2271-22261.
15- Jones, C.A., Jacobsen, J.S., and Mugaas, A. 2004. Effect of humic acid on phosphorus availability and spring wheat yield. Facts Fertilizer 32.
16- Kauser, A., and Azam, F. 1985. Effect of humic acid on wheat seeding growth. Environmental and Experimental Botany 25: 245 – 252.
17- Liu, C., and Cooper, R.J. 2000. Humic substances influence creeping bentgrass growth. Golf Course Management 49-53.
18- Liu, C., Cooper, R.J., and Bowman, D.C. 1996. Humic acid application affects photosynthesis, root development, andnutrient content of creeping bentgrass. Crop Science 33: 1023–1025.
19- Michael, K. 2001. Oxidized lignites and extracts from oxidizwd lignites in agriculture. Soil Science 1-23.
20- Mustafa, P., Türkmeno, and Dursun, A. 2010. Effects of potassium and humic acid on emergence,growth and nutrient contents of okra (*Abelmoschus esculentus L.*) seedling under saline soil conditions. African Journal of Biotechnology 9(33): 5343-5346.
21- Neri, D., Lodolini, E.M., Luciano, M., Sabbatini, P., and Savini, G. 2002. The persistance of humic acid droplets on leaf surface. International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants, ISHS Acta Horticulturae 594: 303-314.
22- Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y.P., Luo, A., and Etemadi, N.A. 2008. Effect of humic acid on p growth,nutrient uptake, and postharvest life of Gerbera. Journal of Plant Nutrition 31: 2155-2167.
23- Noori Hosseini, S., Khoogar, M., and Ahmed Pur, Z.A. 2007. Study of organic fertilizers in agriculture tomato. The first National Congress of Tomato Processing Technology - January 2008 - Holy Mashhad. (In Persian)
24- Norman, Q., Clive, A., Edwards, A., Stephen, L., and Byrne, R. 2006. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. European Journal of Soil Biology 42: S65–S69.
25- Phanuphong, R., and Gregory, J. P. 2003. The effect of humic acid and phosphoric acid on grafted hass avocado Mexican seedling rootstocks. Proceedings World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate). Pp. 395-400.
26- Radpour, S., Sohani, A.R., and Rousta Nezhad, M.R. 2007. Effects of organic and inorganic elements on quantitative characteristics of tomato cultivars Mobil. The first National Congress of Tomato Processing Technology - January 2008 - Holy Mashhad. (In Persian)
27- Sahar, M., Zaghloul, E., Fatma, M., El-Quesni, B., and Mazhar, A. 2009. Influence of potassium humate on growth and chemical constituents of *Thuja orientalis L* seedlings. Ozean Journal of Applied Sciences 2(1): 1943-2429.
28- Salman, S.R., Abou-hussein, S.D., Abdel-Mawgoud, A.M.R., and El-Nemr, M.A. 2005 Fruit yield and quality of watermelon as affected by hybridsand humic acid application. Journal of Applied Sciences Research 1(1): 51-58.
29- Samavat, S., Malakuti, M., Samavat, S., and Malakooti, M. 2006. Important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality agriculture productions. Water and Soil Researchers Technical Issue 463: 1-13.
30- Stephan, W.K., and Charles, W.J. 1994. Experimentation with Arkansas lignite to identify organic soil supplements suitable to regional agricultural needs. Proposal. Arkansas Technology University. Russellville, AR72801 (501): 968-0202.
31- Vaughan, D., and Malcolm, R.E. 1979. Effect of soil organic matter on peroxidase activity of wheat roots. Soil Biology and Biochemistry 11: 57-63.
32- Wang, X.J., Wang, Z.Q., and Li, S.G. 1995. The effect of humic acids on the availability of phosphorus fertilizers in alkaline soils. Soil Use Manage 11: 99-102.