

بررسی تأثیر ترکیب کودهای اسید هیومیک با اوره بر برخی صفات زراعی ذرت (*Zea mays L.*)

بهاره امینی^{۱*}، محسن فرحبخش^۲، مهرا ن کیانی راد^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۱۹)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر ترکیب کود اوره با اسید هیومیک استخراج شده از ورمی کمپوست و کمپوست بستر قارچ، بر غلظت عناصر غذایی و برخی شاخص‌های رشد گیاه ذرت (*Zea mays L.*) رقم سینگل کراس ۷۰۴، آزمایش گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. به این منظور پنج تیمار شامل اوره (U)، اوره مخلوط شده با اسید هیومیک خالص ورمی کمپوست به فرم پودری (U+Vp)، اوره مخلوط شده با اسید هیومیک خالص کمپوست بستر قارچ به فرم پودری (U+Mp)، اوره مخلوط شده با اسید هیومیک ناخالص ورمی کمپوست به فرم پودری (U+Vi) و اوره مخلوط شده با اسید هیومیک ناخالص کمپوست بستر قارچ به فرم پودری (U+Mi) تهیه شد. نتایج نشان داد استفاده از ترکیب کودهای اسید هیومیک-اوره به عنوان منبع نیتروژن، ارتفاع گیاه و وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه را نسبت به مصرف کود اوره، به طور معنی‌داری افزایش داد. همچنین نتایج نشان داد که میزان فسفر، پتاسیم و نیتروژن در گیاه ذرت تحت اثر تیمارهای آزمایشی اسید هیومیک-اوره به طور معنی‌داری افزایش یافتند. بیشترین میزان فسفر، پتاسیم و نیتروژن در گیاه ذرت تیمار شده با اوره مخلوط شده با اسید هیومیک خالص ورمی کمپوست به فرم پودری (U+Vp)، اوره مخلوط شده با اسید هیومیک خالص کمپوست بستر قارچ به فرم پودری (U+Mp)، اوره مخلوط شده با اسید هیومیک ناخالص ورمی کمپوست به فرم پودری (U+Vi) و اوره مخلوط شده با اسید هیومیک ناخالص کمپوست بستر قارچ به فرم پودری (U+Mi) مشاهده گردید. استفاده از کودهای اسید هیومیک با اوره برخی صفات زراعی گیاه ذرت را به طور معنی‌داری افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، اوره، ذرت، کمپوست

۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه تهران (مکاتبه کننده)

۲- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه تهران

۳- استادیار پژوهش‌های علم و صنعت ایران، گروه زیست فناوری

* پست الکترونیک: bahareh.amini@ut.ac.ir

مقدمه

(2008). کود کندرها، کودی است که پس از افزودن به خاک، عنصر غذایی را در مدت طولانی تری آزاد کرده و یا به صورت قابل جذب برای گیاه حفظ می کند (Trenkel, 2010). کودهای کندرهای ساخته شده به منظور رهاسازی فعال عناصر غذایی به صورت همزمان با نیاز گیاهان طراحی شده اند. در نتیجه استفاده از آن ها باعث افزایش کارایی عناصر غذایی همراه با افزایش عملکرد خواهد شد (Shaviv et al., 2005). کود کندرهای پوشش داده شده با مواد طبیعی یا نیمه طبیعی، ماکرومولکول های سازگار با محیط طبیعی دارند که انتشار کود را به تأخیر می اندازد (Bloiu et al., 1967). این پژوهش با هدف بررسی اثر کود اوره و کودهای ترکیبی اسید هیومیک با اوره بر برخی صفات زراعی گیاه ذرت در شرایط گلخانه انجام شد.

مواد و روش ها

نمونه خاک با بافت سبک از یک کیلومتری دو راهی نجم آباد - اشتهارد در استان البرز از عمق ۲۰ - ۰ سانتی متر با مختصات ۳۵ درجه و ۵۱ دقیقه و ۲۹ ثانیه شمالی و ۵۰ درجه و ۳۰ دقیقه و ۱۸ ثانیه شرقی تهیه شد. نمونه خاک پس از هوا خشک شدن، کوبیده و از الک دو میلی متری عبور داده شد. سپس ویژگی های بافت خاک به روش هیدرومتری (Gee & Bauder, 1986)، pH در عصاره ۱:۱ آب به خاک (Richards, 1954)، کربن آلی به روش اکسایش تر (Nelson & Sommers, 1996) و کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسید و تیتراژ کردن با سود (Allison & Moodie, 1965) تعیین شد. جدول ۱ برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک را نشان می دهد.

با افزایش جمعیت جهانی، به منظور تولید مواد غذایی بیشتر، بخش کشاورزی مجبور به استفاده از مقادیر بالای کود می باشد. در حالی که قیمت مواد غذایی رو به افزایش است. جمعیت جهانی به ۷ میلیارد نفر رسیده است (Gerben et al., 2002) و انتظار می رود در سال ۲۰۵۰ به ۹/۵ میلیارد نفر نیز برسد (Brown et al., 2009). همچنین مساحت زمین های قابل کشت کاهش یافته و صنعتی شدن، شهرنشینی و فرسایش توسط سیلاب های سنگین افزایش یافته است (Jie et al., 2002). این عوامل امنیت غذایی جهان را تهدید می نماید لذا باید راه حلی برای آن پیدا نمود. در سراسر جهان کارهایی برای بهبود سیستم کشاورزی صورت گرفته است. همچنین برای افزایش مواد غذایی، بخش کشاورزی موظف به کاربرد مقادیر عظیمی از کود بوده که باعث اثرات نامطلوب در محیط زیست شده است. در توسعه سیستم کشاورزی، افزایش تولید و کاهش مشکلات زیست محیطی اهمیت بالایی دارد (Chien et al., 2009). پنا و همکاران (Pena et al., 2001) با استفاده از تکنیک ایزوتوپ (^{15}N) در مکزیک، مطالعه ای بر روی چرخه نیتروژن در کود اوره اضافه شده به خاک ورتی سول انجام دادند و نتایج نشان داد که تلفات نیتروژن بالای ۹۰٪ بوده و بیشترین تلفات اوره به دلیل آبشویی می باشد که با مدیریت آبیاری مرتبط است. تلفات کود منجر به کاهش محصول و عدم صرفه اقتصادی برای تولیدکنندگان و نیز آلودگی محیط زیست خواهد شد لذا بهتر است به جای استفاده از کود اوره، از کود کندرهای حاوی این عنصر غذایی استفاده شود. یکی از روش های کاهش تلفات عناصر غذایی کود، استفاده از کود کندرها می باشد (Wu et al.,

جدول ۱- برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

Table 1. Some physico-chemical properties of studied soil

کربنات کلسیم معادل CCE (%)	درصد کربن آلی Organic Carbon (%)	اسیدیته pH	درصد سیلت %Silt	درصد شن %Sand	درصد رس %Clay	بافت خاک Soil texture
13	0.5	8.25	12	74	14	لوم شنی Sandy Loam

دستگاه شیکر با ۱۲۰ دور در دقیقه قرار گرفت. پس از پایان این زمان، سوسپانسیون حاضر با کمک سانتریفیوژ با ۷۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه تکان داده شد و مواد هیومیک محلول در باز، از مواد جامد و نامحلول مواد

به منظور استخراج مواد هیومیکی از ورمی کمپوست و کمپوست بستر قارچ دکمه ای، به ۲۰۰ گرم از کمپوست مقدار ۲۰۰۰ میلی لیتر پتاسیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال اضافه شد. سپس نمونه مورد نظر به مدت ۲۴ ساعت در

دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد) اندازه‌گیری شد. درصد خاکستر در نمونه کمتر از ۰/۵ درصد بود (Kononova, 1966). بعد از خشک شدن اسید هیومیک هر دو نمونه، مقادیر مختلفی از اسید هیومیک در بالن‌های ۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته و توسط آب مقطر به حجم رسانده شدند. نمونه‌ها در مقادیر مختلف pH تنظیم شدند. به نمونه‌های تهیه شده، مقدار مشخصی اوره اضافه و بعد از ۲۴ ساعت با تنظیم pH نمونه‌ها در آزمایشات مورد بررسی قرار گرفتند. پس از تهیه چهار ترکیب کودی ساخته شده، اندازه‌گیری نیتروژن نمونه‌ها با روش کجلدال انجام شد. نتایج درصد نیتروژن ترکیب‌های مختلف اسید هیومیک - اوره و کود اوره در جدول ۲ نشان داده شده است.

هیومیک جدا گردید. برای جدا کردن اسید هیومیک از اسید فولویک، اسید کلریدریک شش نرمال اضافه گردید تا pH محلول به کمتر از ۲ برسد. سپس از این سوسپانسیون توسط سانتریفیوژ با ۹۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۲۵ دقیقه، اسید هیومیک از اسید فولویک جدا شد و به صورت رسوب در ته لوله سانتریفیوژ باقی ماند. سپس رسوب اسید هیومیک در pH=۷ تنظیم و سپس خشک گردید. برای کاهش درصد خاکستر اسید هیومیک، به رسوب اسید هیومیک موجود در لوله سانتریفیوژ حدود ۴۰ میلی‌لیتر از محلول ۰/۳ M HF + ۰/۱ M HCl اضافه و به مدت ۸ ساعت تکان داده شد. سوسپانسیون سانتریفیوژ و محلول رویی دور ریخته شد. اینکار ۴ بار دیگر تکرار گردید. درصد خاکستر در اسید هیومیک به روش سوزاندن در کوره (در

جدول ۲- درصد نیتروژن و شرح تیمارها

Table 2. Nitrogen percentage and description of treatments

تیمار Treatment	شرح تیمار Treatment description	درصد نیتروژن Nitrogen percentage
U+Mp	اوره + اسید هیومیک خالص کمپوست بستر قارچ دکمه‌ای Urea with pure humic acid mushroom compost	17.71
U+Vp	اوره + اسید هیومیک خالص ورمی کمپوست Urea with pure humic acid vermicompost	17.94
U+Mi	اوره + اسید هیومیک ناخالص کمپوست بستر قارچ دکمه‌ای Urea with impure humic acid mushroom compost	22.7
U+Mp	اوره + اسید هیومیک ناخالص ورمی کمپوست Urea with pure humic acid mushroom compost	21.12
U	اوره Urea	46

اسید هیومیک خالص کمپوست بستر قارچ دکمه‌ای ساخته شده و ۱ تیمار کود اوره)، بر اساس میزان نیتروژن لازم همراه با آب مورد نیاز برای رسیدن به حد ظرفیت زراعی به محیط کشت اضافه گردید. پس از اینکه خاک درون پلاستیک‌ها به خوبی مخلوط شد، پس از ۲۴ ساعت به گلدان‌ها ریخته شدند و همچنین ۱ تیمار شاهد بدون افزودن کود نیتروژنی تهیه گردید. سپس ۴ بذر در هر گلدان کاشته شد. پس از سبز شدن، در هر گلدان ۲ بوته ذرت باقیمانده و ۲ بوته دیگر تنک گردید. رطوبت در طول دوره آزمایش در حد ظرفیت زراعی (FC) نگه‌داشته شد. به تمام گیاهچه‌ها در روزهای دهم، بیستم و سیام مقدار ۲۵ میلی‌لیتر محلول غذایی افزوده شد. ترکیب محلول غذایی شامل: ۰/۲۵ میلی‌مولار KH_2PO_4 ، ۱ میلی‌مولار $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ، ۰/۸۸ میلی‌مولار K_2SO_4 ، ۰/۱ میلی‌مولار

به منظور بررسی تأثیر ترکیب کودهای اسید هیومیک با اوره بر غلظت عناصر غذایی و برخی شاخص‌های رشد گیاه ذرت (*Zea mays L.*) رقم سینگل کراس ۷۰۴، این آزمایش در قالب طرح ساده کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه گروه علوم خاک دانشگاه تهران انجام شد. ابتدا بذرهای ذرت (*Zea mays L.*) رقم سینگل کراس ۷۰۴ به مدت ۳۰ ثانیه در الکل ۹۶ درصد و سپس ۵ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۱/۵ درصد ضدعفونی و با آب مقطر شسته شدند (Echeverria et al., 2003). سپس میزان ۲/۵ کیلوگرم خاک که از الک ۴ میلی‌متری عبور داده شده بود، توزین و درون پلاستیک ریخته شد. ۵ تیمار کودی (۴ تیمار کود اوره - اسید هیومیک ناخالص ورمی کمپوست، اوره - اسید هیومیک خالص ورمی کمپوست، اوره - اسید هیومیک ناخالص کمپوست بستر قارچ دکمه‌ای، اوره -

نمودارها از نرم افزارهای آماری SAS و Sigma Plot استفاده گردید. جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ۵ تیمار کودی (۴ تیمار کود اوره - اسید هیومیک ناخالص ورمی کمپوست، اوره - اسید هیومیک خالص ورمی کمپوست، اوره - اسید هیومیک خالص کمپوست بستر قارچ دکمه‌ای، اوره - اسید هیومیک خالص کمپوست بستر قارچ دکمه‌ای ساخته شده و ۱ تیمار کود اوره) بر میزان ارتفاع، فاصله میان‌گره، وزن تر و وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، قطر ساقه و میزان کلروفیل در گیاه ذرت معنی‌دار بود (جدول ۳).

KCl، ۰/۵ میکرومولار $MnSO_4$ ، ۱ میکرومولار H_3BO_3 ، ۰/۲ میکرومولار $CuSO_4$ ، ۱ میکرومولار $ZnSO_4$ و ۱۰۰ میکرومولار Fe-EDTA (Tolay *et al.*, 2001) بود. ۴۵ روز پس از سبز شدن گیاهان، شاخص‌های وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و میزان کلروفیل برگ‌ها توسط دستگاه اسپد اندازه‌گیری شد. تعیین مقدار عناصر غذایی بخش هوایی گیاه ذرت به روش خاکستر کردن خشک (Emami, 1996) صورت گرفت. اندازه‌گیری نیتروژن به روش کج‌لدال انجام شد. برای پردازش داده‌های این پژوهش شامل تجزیه آماری، مقایسه میانگین‌ها و رسم

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های رویشی گیاه ذرت

Table 3. Variance analysis for the effects of different treatments on growth parameters of maize

میانگین مربعات (Mean Square)								
منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degree of freedom	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry weight (g pot ⁻¹)	وزن تر اندام هوایی Shoot Fresh weight (g pot ⁻¹)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g pot ⁻¹)	فاصله میان گره Internode (cm)	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	قطر ساقه shoot diameter (mm)	میزان کلروفیل Chlorophyll Index (SPAD)
تیمار Treatment	5	3.36**	111.35**	0.89**	10.49**	2.56**	3.13**	230.20**
خطا Error	12	0.29	7.38	0.14	0.17	0.35	0.14	1.29
CV	-	8.19	5.14	10.38	6.17	2.56	4.08	2.75

** معنی‌دار بودن در سطح ۱ درصد

Significant at 1% probability level

قطر ساقه مربوط به تیمار U+Mp و U+Vp و کمترین اندازه قطر ساقه مربوط به تیمار شاهد می‌باشد. اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای U با تیمارهای U+Mi و U+Vi وجود ندارد. همچنین کاربرد کود اسید هیومیک با اوره باعث افزایش وزن اندام هوایی گیاه ذرت شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد تیمارهای حاوی اسید هیومیک وزن خشک ریشه و ساقه آن‌ها نسبت به تیمار شاهد به طور معنی‌داری افزایش نشان داد. افزایش رشد ساقه و رشد ریشه منجر به جذب بیشتر آب و عناصر غذایی و در نتیجه افزایش عملکرد شد (Sarir, 2006). این افزایش پارامترها ممکن است ناشی از مقدار متابولیست سنتز شده توسط گیاهان باشد، که در نتیجه افزایش سطح نیتروژن است. سطح‌های کود نیتروژن بر روی فرآیندهای متابولیکی و فعالیت‌های فیزیولوژیکی بافت‌های مریستمی اثر مطلوب گذاشته که این بافت‌های مریستمی مسئول تقسیم سلولی و زیاد شدن طول می‌باشند. نتایج مشابه بوسیله ال - نجار

نتایج و بحث

در این پژوهش اضافه نمودن کودهای ترکیبی اسید هیومیک با اوره به بستر کشت باعث افزایش ویژگی‌های رویشی گیاه ذرت شد (شکل ۱، ۲، ۳ و ۴). مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان ارتفاع گیاه ذرت در تیمارهای U+Mp، U+Vp، U+Vi و U+Mi سپس تیمار حاوی کود اوره می‌باشد و کمترین میزان ارتفاع مربوط به تیمار شاهد بود. میزان کلروفیل با کاربرد اسید هیومیک افزایش یافت. زیرا اسید هیومیک باعث افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو می‌شود. وجود این آنزیم در واکنش‌های تاریکی فتوسنتز ضروری است (Delfine *et al.*, 2005). نتایج نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل مربوط به تیمار U+Mp می‌باشد و کمترین میزان کلروفیل مربوط به تیمار T₀ می‌باشد. اما بین تیمارهای U+Mi، U+Vp و U+Vi اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. همچنین نتایج نشان داد که با کاربرد اسید هیومیک قطر ساقه افزایش یافته است، که بیشترین اندازه

CEC خاک است. گروه‌های عاملی موجود در اسید هیومیک به عنوان سایت تبادل عمل کرده و CEC خاک را افزایش می‌دهد. اسید هیومیک نگهداری عناصر غذایی را افزایش داده و رهاسازی عناصر در محلول خاک آهسته‌تر صورت گرفته است.

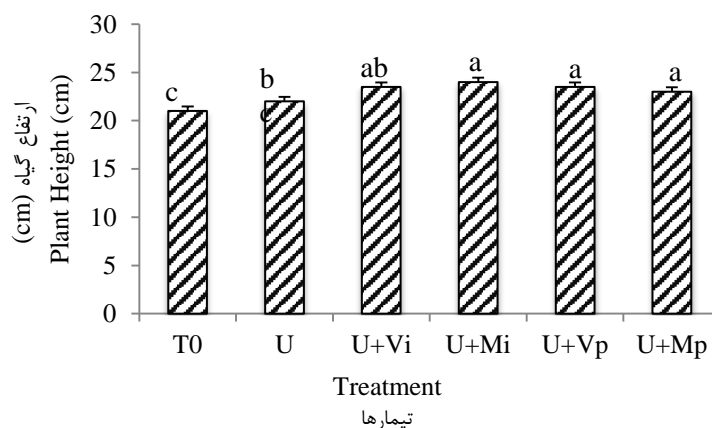
و آمر (El-Naggar & Amer, 1999) و ال-بانا و گوما (El Bana & Goomaa, 2000) گزارش شده است. در جدول ۴ نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه ذرت معنی‌دار شده است. افزایش معنی‌دار نیتروژن و فسفر در تیمارهای حاوی اسید هیومیک خالص به دلیل افزایش ماده آلی، کربن کل و

جدول ۴- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه ذرت
Table 4. Variance analysis for the effect of different treatments on nitrogen, phosphor and potassium content in maize

میانگین مربعات (Mean Square)				
پتاسیم (%) K	فسفر (%) P	نیتروژن (%) N	درجه آزادی Degree of freedom	منابع تغییرات Source of variation
0.20**	1.11**	2.24**	5	تیمار Treatment
0.01	0.13	0.06	12	خطا Error
3.43	4.12	8.51		CV

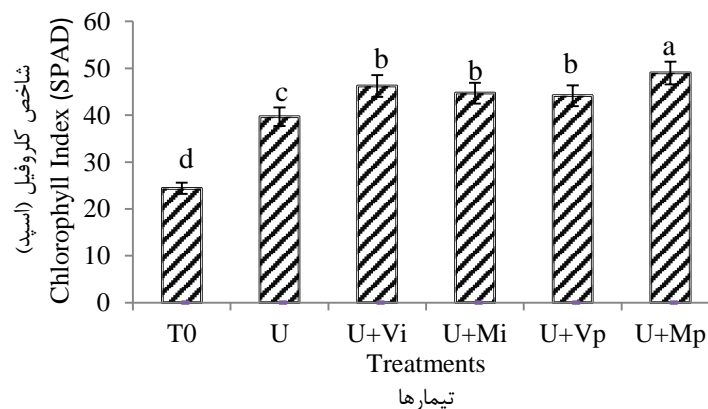
** معنی‌دار بودن در سطح ۱ درصد

Significant at 1% probability level



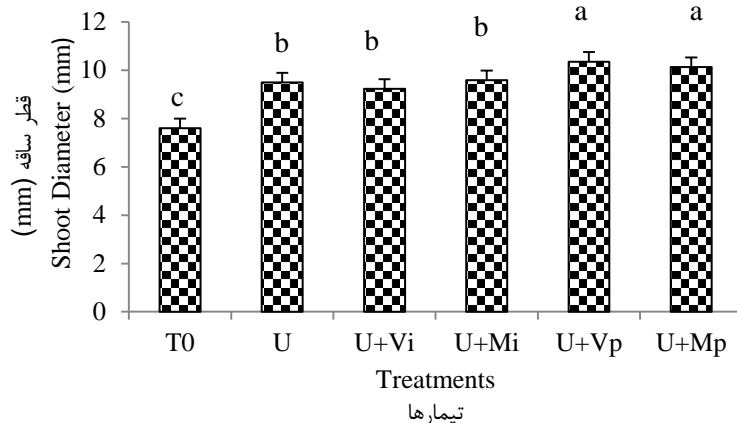
شکل ۱- اثر تیمارهای آزمایشی بر ارتفاع در گیاه ذرت

Figure 1. The effect of the experiment treatments on height in maize plant



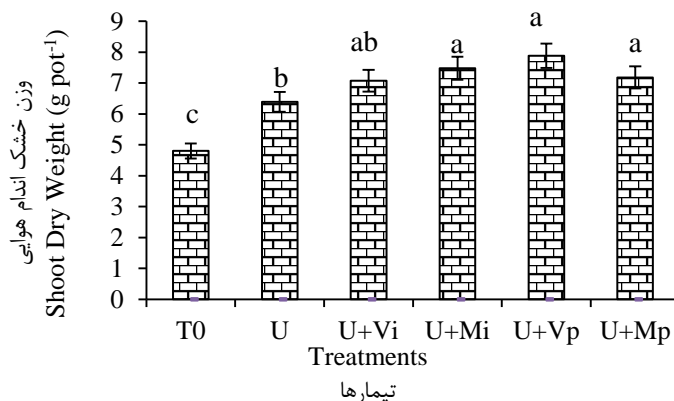
شکل ۲- اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان کلروفیل در گیاه ذرت

Figure 2. The effect of the experiment treatments on chlorophyll in maize



شکل ۳- اثر تیمارهای آزمایشی بر قطر ساقه در گیاه ذرت

Figure 3. The effect of the experiment treatments on shoot diameter in maize



شکل ۴- اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن خشک اندام هوایی در گیاه ذرت

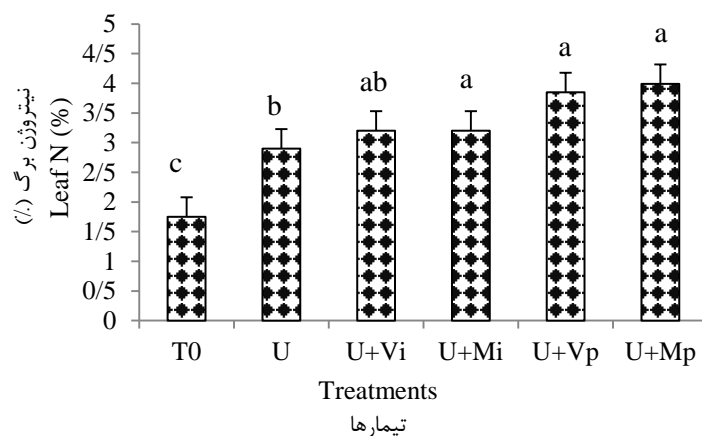
Figure 4. The effect of the experiment treatments on Shoot dry weight in maize

کودهای مختلف نسبت به شاهد معنی دار شد. حنفی و همکاران (Hanafi *et al.*, 2002) گزارش کردند که کاربرد کود اوره در مقایسه با کاربرد کود کندرهای نیتروژن به طور قابل توجهی مقدار تلفات عناصر غذایی بالاتر بوده است. کود کندرها اثر طولانی تری بر کاهش آبشویی، افزایش جذب نیتروژن و نیز اثر مثبت بر روی سطح عناصر غذایی خاک داشته است. بنابراین، اصلاح خاک فقیر با کود کندرهای نیتروژن می تواند در از بین بردن کمبود نیتروژن در اواسط فصل مؤثر باشد. اسید هیومیک به عنوان ترکیبات ماکرومولکول آلی، می تواند نیتروژن را به طور مستقیم از طریق واکنش های شیمیایی یا غیر مستقیم از طریق فعالیت میکروبی و پس از تجزیه زیست توده میکروبی در داخل ساختار ترکیب کند (Clinton *et al.*, 1995). کاربرد اسید هیومیک نفوذپذیری غشای زیستی برای الکترولیتها را افزایش داده که دلیلی برای

در شکل های ۵، ۶ و ۷ (مربوط به مقایسه میانگینها)، نتایج نشان داد که با کاربرد کود اسید هیومیک- اوره نسبت به تیمارهای حاوی کود اوره و تیمار شاهد، در صد نیتروژن افزایش یافته است. بیشترین درصد نیتروژن مربوط به تیمار U+Mp و U+Vp و کمترین مقدار مربوط به U و سپس T₀ می باشد. بیشترین درصد فسفر مربوط به تیمار U+Mp، U+Vp و U+Mi و کمترین مقدار مربوط به U و سپس T₀ می باشد. این مسئله می تواند به علت وجود اسید هیومیک باشد که ظرفیت تثبیت فسفر را کاهش داده است که به دلیل اثرات سینرژیسم بین نیتروژن و فسفر، احتمالاً جذب نیتروژن توسط گیاه نیز افزایش یافته است (Delfine *et al.*, 2005). همچنین بین در صد جذب پتا سیم در تیمارهای حاوی کود اسید هیومیک به اضافه اوره با تیمارهای حاوی کود اوره تفاوت معنی داری وجود نداشت. اما درصد جذب پتا سیم بین تیمارهای حاوی

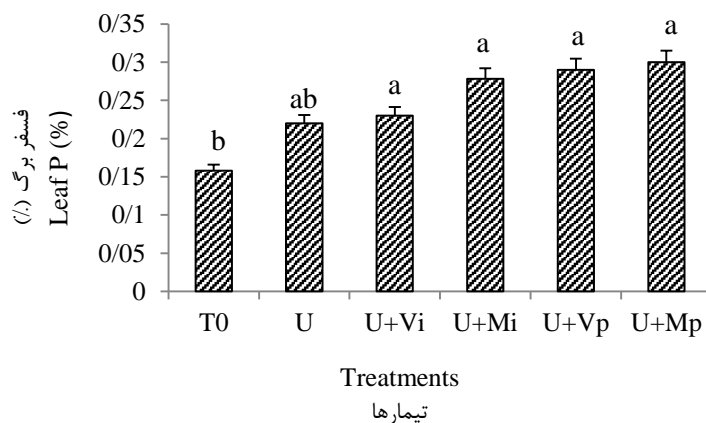
اسید هیومیک بر روی بهبود فعالیت میکروبی، جمعیت میکروبی، ظرفیت تبادل کاتیونی و قابلیت نگهداری آب باشد. اسید هیومیک پتانسیل بالایی برای بازگرداندن فعالیت‌های میکروبی و قابلیت دسترسی عناصر غذایی و جذب نیتروژن به وسیله گیاه دارد (Ahmad & Jilani, 2007). دانگ و همکاران (Dong *et al.*, 2009) در آزمایشی به بررسی فعالیت اوره‌آز و غلظت آمونیوم و نترات در دو خاک حاوی اوره و اسید هیومیک- اوره پرداختند و نشان دادند که فعالیت اوره‌آز و افزایش غلظت آمونیوم در خاک حاوی اسید هیومیک- اوره نسبت به خاک حاوی اوره کمتر بود. ضمن اینکه بیشترین غلظت نترات نیز در خاک حاوی اوره مشاهده شد و میزان آب‌شویی نترات و آمونیوم در خاک حاوی اوره، بیشتر بود.

افزایش جذب پتاسیم می‌باشد (Samson & visser, 1989). اسید هیومیک ظرفیت تثبیت فسفر را در خاک کاهش می‌دهد و در جایی که اسید هیومیک فراهمی زیستی فسفر را افزایش می‌دهد، جذب نیتروژن را نیز توسط گیاه افزایش می‌دهد (Heng, 1989). اسید هیومیک معمولاً ظرفیت تثبیت فسفر را کاهش داده، جذب و حلالیت فسفر غیرمحلول در خاک‌ها را افزایش داده است. نتایج بررسی‌ها نشان داد که در تمام تیمارهای حاوی اسید هیومیک، غلظت نیتروژن خاک به طور معنی‌داری افزایش یافت و باعث تجمع کل نیتروژن به وسیله ساقه ذرت شد. کاربرد اسید هیومیک جذب عناصر غذایی را افزایش داد که نمی‌تواند تنها ناشی از عرضه مستقیم عناصر غذایی توسط آن باشد. اما این ممکن است ناشی از اثرات مفید



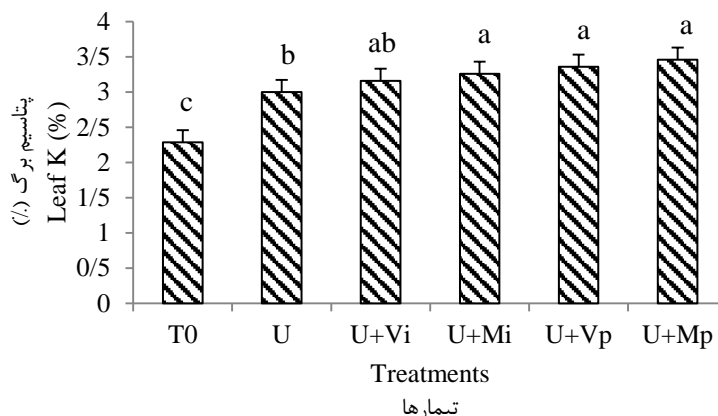
شکل ۵- اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد نیتروژن در گیاه ذرت

Figure 5. The effect of experiment treatments on nitrogen percentage in maize



شکل ۶- اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد فسفر در گیاه ذرت

Figure 6. The effect of the experiment treatments on phosphorous percentage in maize



شکل ۷- اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد فسفر در گیاه ذرت

Figure 7. The effect of the experiment treatments on potassium percentage in maize

ریشه، درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم افزایش یافت. گروه‌های عاملی موجود در اسید هیومیک به عنوان سایت تبادل عمل کرده و با کمک به نگهداری عناصر غذایی در سایت‌های تبدلی، موجب کاهش تصعید آمونیاک و آبشویی عناصر می‌شوند. کاربرد کود اسید هیومیک-اوره به عنوان کود کندرها می‌تواند کارآیی مصرف نیتروژن را افزایش داده و از دست رفتن نیتروژن را که به صورت تصعید و آبشویی رخ می‌دهد، کاهش دهد. این قابلیت می‌تواند به دلیل گروه‌های عاملی موجود در اسید هیومیک باشد که پیوند قوی با اوره ایجاد می‌کنند.

نتیجه‌گیری کلی

مقایسه ترکیب‌های کودی استفاده شده در کشت گلخانه‌ای ذرت نشان داد در تیمارهایی که کود اسید هیومیک خالص ورمی‌کمپوست-اوره (U+Vp) و اسید هیومیک خالص کمپوست بستر قارچ دکمه‌ای-اوره (U+Mp) به کار برده شد، جذب و انتقال عناصر غذایی بیشترین مقدار را داشتند. همچنین در تیمارهای حاوی اسید هیومیک، نسبت به تیمار حاوی اوره و شاهد، ارتفاع گیاه، میزان کلروفیل، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک

References

- Ahmad R., Jilani G., Arshad M., Zahir Z.A., and Khalid A. 2007. Bio-conversion of organic wastes for their recycling in agriculture: an overview of perspectives and prospects. *Annals of Microbiology*, 57(4): 471-479.
- Allison L.E., and Moodie C.D. 1965. Carbonates. In: Black C.A. (Ed.), *Method of Soil Analysis*. Part-3. Agronomy Monogr. No. 9. *American Society of Agronomy and Soil Science Society of America*, Madison, WI, pp. 1379-1396.
- Blouin G. M. and Rindt D. W. 1967. U.S. Patent. No 3,295,950. *Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office*.
- Brown M. E. Hintermann B., and Higgins N. 2009. Markets, climate change, and food security in West Africa. *Environmental Science and Technology*, 43(21): 8016-8020.
- Chien S. H. Prochnow L. I., and Cantarella H. 2009. Recent developments of fertilizer production and use to improve nutrient efficiency and minimize environmental impacts. *Advances in Agronomy*, 102: 267-322.
- Clinton P. W. Newman R. H., and Allen R. B. 1995. Immobilization of ¹⁵N in forest litter studied by ¹⁵N CPMAS NMR spectroscopy. *European Journal of Soil Science*, 46(4): 551-556.
- Delfine S., Tognetti R., Desiderio E., and Alvino A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy for Sustainable Development*, 25(2): 183-191.

- Dong L., Córdova-Kreylos A.L., Yang J., Yuan H., and Scow K.M. 2009. Humic acids buffer the effects of urea on soil ammonia oxidizers and potential nitrification. *Soil Biology and Biochemistry*, 41(8): 1612-1621.
- Echeverria S.R., Fernandez M.A.P, Vlaar S., and Finnan T. 2003. Analysis of the legume–rhizobia symbiosis in shrubs from central Western Spain. *Applied Journal of Microbiology*, 95: 1367–1374.
- El-Bana A.Y., and Gomaa M.A. 2000. Effect of N and K fertilization on maize grown in different populations under newly reclaimed sandy soil. *Zagazig Agricultural Research*, 27(5): 1179-1190.
- El-Naggar M.A., and Amer E.A. 1999. The effect of nitrogen fertilizer on some maize cultivars in relation to the yield and the infestation by *Ostrina nubilalis*. *Minufiya Agricultural Research*, 24(3): 937-943.
- Emami A. 1996. The Methods of Plant Analysis. Soil and Water Research Institute, Publication No. 982, 128p.
- Gee G.W., Bauder J. W., and Klute A. 1986. Particle size analysis. Methods of Soil Analysis. Part-1. *Physical and Mineralogical Methods*, pp. 383-411.
- Gerbens-Leenes P.W., Nonhebel S., and Ivens W.P. 2002. A method to determine land requirements relating to food consumption patterns. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 90(1): 47-58.
- Hanafi M.M., Eltaib S.M., Ahmad M.B., and Syed Omar S.R. 2002. Evaluation of controlled-release compound fertilizers in soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33(7-8): 1139-1156.
- Heng L.C. 1989. Influence of some humic substances on P-sorption in some Malaysian soils under rubber. *Natural Rubber Resources*, 4:186-194.
- Jie C., Jing-Zhang C., Man-Zhi T., and Zi-tong G. 2002. Soil degradation: a global problem endangering sustainable development. *Journal of Geographical Sciences*, 12(2): 243-252.
- Kononova M.M. 1966. *Materia Orgánica del Suelo*. Vilassar de Mar. Barcelona, España.
- Nelson D.W., and Sommers L.E. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Sparks D.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part-3. Chemical Methods*. Soil Science Society of America, Madison, WI, pp. 961-1010.
- Peña C.J., Grageda C.O., and Vera N.J. 2001. Nitrogen fertilizer management in Mexico: Use of isotopic techniques (15N). *Terra*, 20(1): 51-56.
- Richards L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *Soil Science*, 78(2): 154.
- Samson G., and Visser S.A. 1989. Surface-active effects of humic acids on potato cell membrane properties. *Soil Biology and Biochemistry*, 21(3): 343-347.
- Sarir M.S., and Durrani M.I. 2006. Utilization of natural resources for increase crop production. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 1(2): 16218.
- Shaviv A. 2005. Controlled release fertilizers. In: IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers. Frankfurt. *International Fertilizer Industry Association Paris*, France, pp. 28-30.
- Tolay I., Erenoglu B., Romheld V., Braon H.J., and Cakmak I. 2001. Phytosiderophore release in *Aegilops tauschii* and triticum species under zinc and iron deficiencies. *Journal of Experimental Botany*, 52: 1093-1099.
- Trenkel M.E. 2010. Slow-and controlled-release and stabilized fertilizers: An option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture. *International Fertilizer Industry Association*.
- Wu L., Liu M., and Liang R. 2008. Preparation and properties of a double-coated slow-release NPK compound fertilizer with superabsorbent and water-retention. *Bioresource Technology*, 99(3): 547-554.

Study on the Effects of Humic Acid-Urea Fertilizers Application on Some Agronomic Characteristics of Maize (*Zea Mays L*)

Bahareh Amini^{*1}, Mohsen Farahbakhsh², Mehran Kianirad³

(Received: May 2016

Accepted: October 2017)

Abstract

In order to investigate the effect of urea with humic acid vermicompost and urea with humic acid mushroom compost substrate application on some nutrients concentration and some growth characteristics of maize plant (*Zea mays* cv. single cross-704), a greenhouse experiment was conducted in randomized completely design with three replications. This study compared five different types of treatments which were urea without additives (U), urea with pure humic acid vermicompost powdered form (U+Vp), urea with pure humic acid mushroom compost substrate powdered form (U+Mp), urea with impure humic acid vermicompost powdered form (U+Vi), urea with impure humic acid mushroom compost substrate powdered form (U+Mi). The results indicated that plant high, shoot dry and fresh weight were markedly higher when humic acid-urea fertilizers were applied. In addition, the results indicated that the concentration of P, K and N in maize plant significantly increased by humic acid-urea experiment treatments. The greatest amount of phosphorus, potassium and nitrogen observed in treatment maize plants received urea with pure humic acid vermicompost powdered form (U+Vp), urea with pure humic acid mushroom powdered form (U+Mp), urea with impure humic acid vermicompost powdered form (U+Vi) and urea with impure humic acid mushroom compost substrate powdered form (U+Mi). Some agronomic characteristics of maize plants were markedly increased when humic acid- urea fertilizers were applied.

Keywords: Compost, Humic acid-urea, Maize

1-MSC Graduate, Department of Soil Science, University of Tehran

2-Assistant Professor, Department of Soil Science, University of Tehran

3- Assistant Professor, Department of Biotechnology, Iran Institution of Science and Technology

*Corresponding Author Email: bahareh.amini@ut.ac.ir