

بررسی اثرات تلفیق آزولا با کودهای آلی و غیرآلی بر شاخص‌های رویش

صنوبر دلتوئیدس

مهسا رفتی^۱

مریم مصلحی^{۳*}

m.moslehi@areeo.ac.ir

اکرم احمدی^۲

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۰۳

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۶/۱۶

چکیده

زمینه و هدف: آزولا گیاهی است با داشتن قابلیت تثبیت نیتروژن، پتاسیم و فسفر که به عنوان کود سبز مورد استفاده قرار می‌گیرد و عناصر غذایی موجود در کمپوست آن می‌تواند به عنوان منبع تغذیه‌ای برای گیاهان مورد توجه قرار گیرد. این تحقیق به منظور بررسی اثرات تلفیق آزولا با کودهای آلی و غیرآلی بر شاخص‌های رویش صنوبر دلتوئیدس انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: ابتدا آزولا از تالاب‌های شهرستان جویبار واقع در استان مازندران جمع‌آوری گردید. کمپوست آزولا در ترکیب با مواد آلی و غیر آلی در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار مورد استفاده قرار گرفت و میزان نیتروژن، پتاسیم و فسفر این ترکیبات و تاثیرات آن بر شاخص‌های رویش (ارتفاع، قطر ساقه و وزن تر برگ) بررسی شد. نتایج نشان داد کمپوست آزولا ۱۰۰٪ و کاه ۱۰۰٪ دارای بیشترین و کمترین میزان نیتروژن، پتاسیم و فسفر بود که منجر به افزایش معنی‌داری در شاخص‌های رویش صنوبر دلتوئیدس در مقایسه با تیمار شاهد شد.

یافته‌ها: شاخص‌های رویش در کمپوست آزولا ۱۰۰٪ نسبت به تیمارهای دیگر کودی (درصدهای مختلف آزولا، کاه) افزایش معنی‌داری را نشان داد. همچنین، کود تلفیقی کمپوست آزولا و مواد آلی (۵۰٪ آزولا + ۵۰٪ کاه) (با میزان ۰/۳۲ درصد نیتروژن، ۰/۰۲ درصد فسفر و ۰/۲۴ درصد پتاسیم) در ترکیب با کود غیر آلی اوره، پارامترهای رویشی گیاه را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج، ترکیب کودی ۵۰٪ آزولا + ۵۰٪ کاه به همراه اوره و کمپوست آزولا ۱۰۰٪، بیشترین تاثیر را در بهبود خصوصیات شیمیایی خاک و در نهایت رشد گیاه داشتند. لذا، بکارگیری کود سبز و همچنین ترکیب تلفیقی کود سبز با کودهای

۱- مری، بخش علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۲- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر عباس، ایران.* (مسئول مکاتبات)

۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

آلی و غیرآلی، با توجه به اثراتی که بر خصوصیات شیمیایی خاک دارد منجر به بهبود حاصلخیزی و افزایش محصول می‌گردد و با کاهش مصرف کود شیمیایی در کشاورزی از آلودگی‌های زیست محیطی و هزینه‌های سرسام آور آن جلوگیری نموده و منجر به توسعه پایدار در کشاورزی می‌شود.

واژه های کلیدی: آزولا، کود آلی، کود غیرآلی، نیتروژن، پتاسیم و فسفر خاک، مدیریت پایدار.

Archive of SID

Effects of Azolla Combined with Organic and Inorganic Fertilizer on Growth Index of *Populus deltoides*

Mahsa Rafati ¹
Maryam Mosleh ^{2*}
m.moslehi@areeo.ac.ir
Akram Ahmadi ³

Admission Date: December 24, 2014

Data Received: September 7, 2014

Abstract

Background and Objective: Azolla plants with the capability of fixing nitrogen, potassium and phosphorus, which are used as green manure and the nutrients in the compost, can be considered as a source of nutrition for plants. This study was designed to investigate the combined effects of Azolla with organic and inorganic fertilizers on soil NPK levels on study the growth index of *Populous Deltoids*.

Method: The Azolla were collected from ponds of Joibar city located in Mazandaran province. Azolla compost was used in combination with inorganic and organic materials and the amount of NPK in these compounds and its effects on growth parameters (height, stem diameter and leaf fresh weight) were investigated. The compost of Azolla 100% and straw 100% had the highest and the lowest NPK that resulted in significant increases in growth indices of *Populus deltoides* in comparison with control one.

Findings: Growth Indices in the compost of Azolla 100% showed the significant increase in comparison to other fertilizer treatments (different percentages of Azolla, straw and urea). Also, the mixed manure of Azolla and organic compost (Azolla 50%+ straw 50%) (With 0.32% nitrogen, 0.02% phosphorus and 0.24% K) with inorganic fertilizer of urea was significantly increased growth parameters of plant than control.

Discussion and Conclusion: According to the results, compound fertilizer 50% Azolla +50% straw + urea and Azolla 100% compost were had the greatest impact on improving the soil and finally, plants growth. Therefore, use of green manure and green manure combined with a combination of organic and inorganic fertilizers, according to the effects on soil chemical traits, resulted in fertility improvement and increase of crop and by reducing the use of chemical fertilizer in agriculture will prevent environmental pollution and its staggering costs and contribute to the sustainable development of agriculture.

Keywords: Azolla, Organic fertilizer, Inorganic fertilizer, Soil NPK, Sustainable management.

1- Preceptor, Faculty of Department of Agriculture, Payamenoor University, Tehran. Iran.

2- Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bandarabbas, Iran. * (Corresponding Author)

3- Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran.

مقدمه

آزولا سرخسی آبی است که در سال ۱۳۶۳ از هند وارد ایران شد (۱) و معمولا در تالابها، شالیزارها، نهرهای آب و استخرها مشاهده می‌گردد (۲). این گیاه به دلیل رشد سریع در فصل تابستان، سطح تالابها را پوشانده به نحوی که سبب کاهش میزان نفوذ نور و اکسیژن به عمق آب شده و حیات آبیان را به خطر می‌اندازد (۳ و ۴). آزولا دارای ارزش غذایی قابل توجهی است (۵). به طوری که از آن حتی در تغذیه دام و طیور نیز استفاده می‌گردد (۶، ۷ و ۸).

هر ماده معدنی یا آلی که عناصر مورد نیاز گیاه را از نظر کمی و کیفی تامین کند و وضعیت گیاه را از لحاظ رشد، عملکرد و مقاومت به بیماری‌ها بهبود بخشد، کود نامیده می‌شود که به دو دسته آلی و غیرآلی تقسیم می‌شوند. کودهای شیمیایی یا غیرآلی شامل کودهای ازته، فسفات، پتاسه، کامل ماکرو، گوگردی و ریز مغذی‌ها می‌شوند. کودهای آلی شامل کودهای حیوانی و صنعتی، کود سبز و کودهای بیولوژیکی می‌باشند.

تا اوایل سال ۲۰۰۰ مصرف اوره در جهان در حدود ۱۰ میلیون تن بوده است و این مقدار امروزه افزایش یافته است (۹). امروزه استفاده از کودهای شیمیایی علاوه بر هزینه‌ای که دارد، آلودگی‌های زیست محیطی را نیز موجب شده است. استفاده از کمپوست‌های آلی در تلفیق با کودهای شیمیایی به دلیل برطرف کردن بسیاری از نیازهای عناصر معدنی خاک از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مدیریت پایدار کشاورزی توصیه شده است (۹).

در شالیزارها، عموماً کود اوره مورد استفاده قرار می‌گیرد اما این کود دارای بازده پایینی بوده از طرفی بین ۲۰ تا ۴۰ درصد نیتروژن جذب گیاه می‌شود و بقیه از بین می‌رود. اوره یک کود شیمیایی است که دارای مضرات زیست محیطی است. استفاده از کودهای بیولوژیک و سبز می‌تواند در کاهش مصرف کودهای شیمیایی موثر باشد. امروزه از مهمترین اهداف در بخش کشاورزی کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌باشد تا با افزایش حاصلخیزی خاک، افزایش تولید، ترویج کشاورزی پایدار و کشاورزی ارگانیک را موجب شود (۱۰).

کمپوست مخلوطی از مواد آلی پوسیده است که در یک محیط گرم، مرطوب و تحت شرایط هوازی، توسط میکروارگانیسم‌ها مواد و عناصر غذایی موجود در خود را در اختیار گیاه قرار می‌دهد. کمپوست به عنوان یک منبع ذخیره برای عناصر غذایی و آب در خاک محسوب می‌شود که سبب افزایش راندمان خاک، تهیه بهتر و تنظیم اسیدیته آن می‌گردد.

استفاده از کمپوست آزولا در مخلوط با بقایای کاه برنج به عنوان کود بیولوژیک و همچنین کمپوست آزولا در مخلوط با بقایای کاه برنج و اوره به عنوان یک کود تلفیقی می‌توانند در جهت بهبود نیتروژن، پتاسیم و فسفر خاک موثر باشند (۱۱).

استفاده از کمپوست، ذخیره آب و عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف را افزایش می‌دهد و با بهبود ساختمان خاک، عناصر را به تدریج در اختیار گیاه قرار داده و موجب افزایش محصول می‌گردد. همچنین، استفاده از کمپوست، ظرفیت نگهداری عناصر غذایی را افزایش و وزن مخصوص ظاهری خاک را کاهش می‌دهد که بدین دلیل برای خاک‌های سنگین و رسی بسیار مناسب و مفید می‌باشد. مقدار کاه تولید شده توسط شالیزارها حدود ۱ تا ۱/۵ تن در هکتار برآورد می‌شود که این میزان با رها شدن در شالیزارها سبب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی منطقه می‌شود که برای انسان و محیط زیست خطرناک است. در شمال کشور، حجم زیادی از کاه برنج در شالیزارها تولید می‌شود. همچنین، میزان زیادی آزولا در آبگیرها وجود دارد که این ضایعات می‌توانند به صورت کمپوست مورد استفاده قرار گیرند (۱۲).

هر چند استفاده از کودهای معدنی ظاهراً سریع‌ترین و مطمئن‌ترین راه برای تامین حاصلخیزی خاک بشمار می‌رود ولی هزینه‌های زیاد مصرف کود، آلودگی و تخریب محیط زیست و خاک، نگران کننده است. بنابراین استفاده کامل از منابع گیاهی غذایی تجدیدپذیر موجود (آلی و بیولوژیکی) به همراه کاربرد بهینه‌ای از مواد معدنی، نقش مهمی در جهت حفظ باروری، ساختمان و فعالیت حیاتی خاک ایفا می‌کند.

به دلیل عدم مدیریت صحیح، گیاه آزولا به گونه‌ای مهاجم تبدیل شده است و نام شیطان سبز را به خود گرفته است. این

را در باغ‌ها به عنوان محیط کشت‌های بدون خاک و یا به منظور اصلاح و افزایش نگهداری آب در خاک پیشنهاد دادند (۱۷). وردونک و همکاران (۱۹۸۵) کمپوست ضایعات تنباکو (منبع ازت) و پوست درخت را برای کشت دو گیاه فیکوس برگ پهن و برگ انجیری مورد استفاده قرار دادند، کمپوست حاصل از ۱۰ درصد ضایعات تنباکو و ۹۰ درصد پوست درخت روی ارتفاع این گیاهان و تعداد برگ آنها اثر مطلوبی داشت. ایشان این ترکیب را به عنوان ترکیب مناسب در استفاده گیاهان زینتی عنوان کردند (۱۸).

نیتروژن، فسفر و پتاسیم سه ماده غذایی عمده هستند که چه به صورت مجزا و چه در ترکیب با یکدیگر بر رشد و عملکرد و کیفیت گیاهان تاثیر می‌گذارند (۱۹). آکامین و همکاران، در سال ۲۰۰۷، در مطالعات خود بیان کردند که نیتروژن ۲۶ تا ۴۱ درصد عامل عملکرد گیاه است. مطالعه اثرات مشترک پتاسیم و نیتروژن در کرین‌گیری نشان می‌دهد که فراهم نمودن مقدار مناسبی پتاسیم، کارایی جذب نیتروژن را افزایش می‌دهد (۲۰). رضوی پور و علی، در سال ۲۰۰۶، در بررسی اثرات کمپوست آزولا در کشت برنج بیان نمودند که آزولا را می‌توان در ترکیب با کودهای شیمیایی نیتروژن دار مورد استفاده قرار داد (۲۱). شیندو و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که افزودن ضایعات برنج به خاک در کنترل پویایی نیتروژن خاک و کاهش شست و شوی نیتروژن موثر است چون ضایعات برنج فعالیت میکروبی آلی شدن را به خاطر نسبت C/N بالای آن افزایش می‌دهد (۲۲). عادل (۲۰۰۸) در تحقیق خود دریافت استفاده تلفیقی از کود آلی با کود غیر آلی، مقدار جذب نیتروژن را در گیاه افزایش می‌دهد (۲۳). تولید علوفه تر آزولا، در طی یک دوره یک ماهه، با محتوای ماده خشک حدود ۱۲ درصد، حدود ۴۵ تا ۵۶ تن در هکتار می‌رسد (۳ و ۲۴). این طرح با این اهداف انجام گرفت: (۱) تعیین بهترین ترکیب آزولا با مواد آلی و غیر آلی، (۲) تعیین سطوح مختلف آزولا با مواد آلی و غیر آلی، (۳) تعیین نمودن میزان NPK کمپوست‌ها و تاثیر آن بر میزان رویش صنوبر دلتوئیدس.

گیاه دارای ارزش غذایی بالایی است و می‌تواند در تغذیه انسان، دام، طیور، آبزیان و حتی گیاهان مورد استفاده قرار گیرد. لذا با مدیریت صحیح می‌توان بهره‌وری مناسب از این گیاه نمود به طوری که منفعت اقتصادی، تجاری و تغذیه‌ای داشته باشد و همچنین مشکلات زیست محیطی را در کشور ما برطرف کند. خلیقی و پاداشت دهکایی در سال ۱۳۷۹ تحقیقی بر روی آثار محیط‌های کشت حاصل از پوست درخت، ضایعات چای، پوست برنج و آزولا به عنوان جایگزین پیت در رشد و نمو گل جعفری پاکوتاه (*Tagetes patula*) انجام دادند. نتایج ایشان نشان داد که بیشترین میزان رشد گیاه در آزولا ۱۰۰ درصد و محیط کشت ۲۵ درصد پوست درخت و ۷۵ درصد آزولا مشاهده گردید (۲). محبوب خمایی و پاداشت در سال ۱۳۸۸ اثر کمپوست در بسترهای مختلف کشت بر رشد و ترکیب عناصر غذایی در گیاه فیکوس بنجامین ابلق رقم استارلایت، مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که کاربرد ۱۰۰ گرم کمپوست آزولا در هر گلدان در مقایسه با کاربرد ۲۵۰ و ۴۰۰ گرم کمپوست آزولا در بسترهای مختلف اثر بیشتری بر برخی از خصوصیات رشد نظیر ارتفاع، قطر ساقه، وزن خشک برگ و رنگ برگ گیاه داشت (۱۳). بررسی حذف فسفر از محیط‌های آبی بوسیله گیاه سرخس آبی- آزولا توسط دیانتی تیلکی و علیمزادی در سال ۱۳۸۶ انجام گرفت (۱۴). آنها اعلام داشتند که گیاه آزولا قادر است فسفر را بخوبی از محیط جذب نماید و قابل توصیه برای تصفیه نهایی فاضلاب است. سانگ موانگ و همکاران (۱۹۸۵) در مطالعات خود در افزایش عملکرد برنج به این نتیجه رسیدند که به علت بهبود بهتر عناصر غذایی خاک، بهترین عملکرد برنج در ترکیب کمپوست کاه برنج با کودهای شیمیایی حاصل شد (۱۵). گوپتال و پاتولیا (۱۹۹۰) در بررسی عملکرد برنج با استفاده از کمپوست گزارش نمودند که کمپوست اثر مثبتی بر روی رشد گیاه داشته و با بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک سبب افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی می‌گردد (۱۶). بورگر در سال (۱۹۹۷) ضایعات سبز کمپوست شده حاصل از مواد گیاهی

مواد و روش‌ها

گیاه مورد آزمایش

در این تحقیق گیاه آزولا (*Azolla piñata*) مورد بررسی قرار گرفت.

نمونه‌گیری

به منظور بررسی اثرات تلفیق آزولا (شکل ۱) با کودهای آلی و غیرآلی بر روی NPK خاک، آزمایشی در سال ۱۳۹۲ بر روی

کمپوست آزولا جمع آوری شده از آب بندان‌های شهرستان جویبار واقع در شمال غربی و ۲۱ کیلومتری شهر ساری (استان مازندران) در ترکیب با دیگر مواد آلی و غیرآلی انجام گرفت (شکل ۲). این آزمایش به منظور بهبود عناصر غذایی خاک مزرعه‌ای واقع در بایع کلا نکا انجام گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار اجرا شد.



شکل ۲- جمع آوری آزولا از آب بندان‌های جویبار

Figure 2- Collection of Azolla from Jouybar water reservoir



شکل ۱- گیاه *Azolla piñata*

Figure 1- *Azolla piñata* plant

تهیه کمپوست

بدین منظور کمپوستی از آزولا، کاه برنج و آزولا در ترکیب با کاه تهیه شد. عملیات کمپوست سازی در طی ۶ ماه انجام شد و سپس، جهت تجزیه شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شدند و میزان NPK آنها اندازه‌گیری و ثبت شد. نسبت مواد مورد استفاده در کمپوست‌ها بدین شرح بود: (۱) آزولا ۱۰۰ درصد، (۲)

۷۵٪ آزولا + ۲۵٪ کاه، (۳) ۵۰٪ آزولا + ۵۰٪ کاه، (۴) ۲۵٪ آزولا + ۷۵٪ کاه، (۵) ۱۰۰٪ کاه
سپس، کمپوست‌ها با خاک زراعی مزرعه موردنظر ترکیب شده و با نسبت‌های مختلف مواد در هر تیمار به گلدان‌های ۱۰×۱۰×۱۰ سانتی‌متر با ۳ تکرار در هر تیمار انتقال یافت. نسبت‌های مختلف مواد در هر تیمار در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- نسبت ترکیبات در کمپوست کودهای آلی و غیرآلی به منظور بهبود خاک مزرعه

Table 1- The ratio of compounds in organic and inorganic compost fertilizer to improve of soil

نسبت مواد	ردیف	نسبت مواد	ردیف
اوره+ کاه ۱۰۰٪	۶	آزولا ۱۰۰٪	۱
کاه ۱۰۰٪	۷	اوره+ آزولا ۵۰٪+ کاه ۵۰٪	۲
اوره	۸	آزولا ۵۰٪+ کاه ۵۰٪	۳
شاهد	۹	آزولا ۷۵٪+ کاه ۲۵٪	۴
		آزولا ۲۵٪+ کاه ۷۵٪	۵

کشت قلمه صنوبر

در این آزمایش از قلمه صنوبر دلتوئیدس (Populus deltoides) استفاده گردید. در هر گلدان قلمه‌های ۱۰

اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

از خصوصیات فیزیکی خاک، بافت به روش هیدرومتری بایکاس (۲۵) و وزن مخصوص ظاهری به روش سیلندر بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب (۲۶) اندازه‌گیری گردید. خصوصیات شیمیایی خاک از قبیل ماده آلی به روش اکسیداسیون تر Walky-Black (۲۷)، pH، به روش پتانسیومتری با استفاده از دستگاه pH متر (۲۸) و هدایت الکتریکی از طریق عصاره اشباع مورد بررسی قرار گرفت.

اندازه‌گیری عناصر غذایی NPK کمپوست

اندازه‌گیری نیتروژن در کمپوست‌ها با استفاده از روش کج‌لدال با دستگاه کجل تک پس از هضم در بالن ژوژه با اسید سولفوریک و مخلوط سولفات‌ها انجام گرفت. پتاسیم از طریق عصاره‌گیری با استات آمونیوم و قرائت با فلیم فلومتری انجام گرفت. فسفر نیز با روش اولسن مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS 20 تجزیه واریانس شد. نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون اسمیرنوف-کولموگراف و همگنی واریانس‌ها نیز با آزمون لون بررسی شد.

سانتی‌متری با قطر ۱۰ میلی‌متر کاشته شد. سپس، بعد از یک دوره رشد، شاخص‌های رشد از قبیل رشد ارتفاعی، قطر یقه از محل رویش و وزن برگ مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

همچنین، مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج

بررسی میزان عناصر ماکرو کمپوست‌ها (NPK)

نتایج تجزیه خاک مزرعه، در جدول شماره ۲ آمده است (جدول ۲). نتایج بررسی خصوصیات شیمیایی ترکیبات کمپوست‌ها نشان داد که از بین کمپوست‌های مورد بررسی، آزولا ۱۰۰ درصد بالاترین درصد پتاسیم (۹۵ درصد) داشت که در مقایسه با شاهد تفاوت چشمگیری داشت. در کمپوست کاه، کمترین میزان پتاسیم در مقایسه با بقیه مشاهده شد. با افزودن آزولا به کاه، افزایش در درصد پتاسیم مشاهده شد اما افزایش در میزان آزولا از روند کاملاً افزایشی برخوردار نبود بطوریکه بیشترین میزان در ترکیب کمپوست آزولا ۵۰ درصد با کاه ۵۰ درصد مشاهده شد و کمپوست ۷۵ درصد آزولا به همراه ۲۵ درصد کاه، درصد پتاسیم کمتری را نشان داد. در بررسی درصد فسفر و نیتروژن نیز آزولا ۱۰۰ درصد بالاترین میزان را داشت. همچنین در ترکیب کمپوست آزولا با کاه برنج، بیشترین درصد فسفر و نیتروژن در ترکیب ۵۰ درصد آزولا به همراه ۵۰ درصد کاه مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه (مقادیر مواد آلی، پتاسیم، فسفر، رس، سیلت و شن بر اساس درصد است)

Table 2- Physical and chemical properties of soil (quantity of organic matter, potassium, phosphorus, clay, silt and sand are on the basis of percentage)

وزن مخصوص ظاهری (g/cm ³)	بافت	شن	سیلت	رس	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	مواد آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی (ds/m)
۱/۶	سیلتی-رسی لومی	۱۰	۶۳	۲۷	۰/۱	۰/۰۰۱	۰/۰۳	۰/۸۷	۷/۴۶	۰/۷

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی ترکیبات کمپوستها و خاک مزرعه

Table 3- Chemical properties of the mixed compost and soil

عناصر	آزولا+۱۰٪	۷۵٪ آزولا+۲۵٪ کاه	۵۰٪ آزولا+۵۰٪ کاه	۲۵٪ آزولا+۷۵٪ کاه	۱۰۰٪ کاه
پتاسیم	۰/۹۵	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۱۴	۰/۱
فسفر	۰/۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱
نیترژن	۲/۳۸	۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۲۶	۰/۱۲

یک دسته قرار گرفتند و بالاترین میزان رویش قطری را بعد از آزولا ۱۰۰ درصد نشان دادند. کودهای تلفیقی آلی و غیر آلی، کود آلی (کاه ۱۰۰٪) و کود شیمیایی اوره در دسته‌های بعدی قرار گرفتند. کمترین میزان رویش قطری در شاهد مشاهده شد (جدول ۵).

بررسی وزن تر برگ در تیمارهای مختلف کودی نشان داد که بیشترین وزن برگ در تیمار آزولا ۱۰۰ درصد مشاهده شد و بعد از آن هرچه میزان آزولا کمتر بود میزان رویش کمتری اتفاق افتاد. به‌طور کلی در تیمارهایی که آزولا وجود داشت میزان رشد قطری بیشتر از کودهای تلفیقی آلی و غیر آلی و همچنین کود شیمیایی اوره بود. تمامی تیمارها میزان افزایش معنی‌داری در مقایسه با شاهد داشتند به‌طوری‌که شاهد در دسته آخر قرار گرفت (جدول ۵).

در بررسی شاخص‌های رشد در قلمه‌های صنوبر، داده‌های حاصله از توزیع نرمالی برخوردار بودند. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه رشد صنوبر دلتوئیدس در ترکیبات کودی مختلف نشان داد که تمامی تیمارهای کودی روی شاخص‌های رشد در قلمه‌های صنوبر دلتوئیدس تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد داشتند (جدول ۴). در بررسی مقایسات چند دامنه‌ای دانکن، بیشترین رشد ارتفاعی در تیمار آزولا ۱۰۰ درصد مشاهده گردید. بعد از آن تیمار اوره+۵۰٪ آزولا+۵۰٪ کاه بیشترین میزان تاثیر را بر شاخص رویش مورد بررسی داشت. از بین ترکیبات کودی مورد استفاده، کمترین میزان رویش ارتفاعی در کود اوره مشاهده شد. در تیمار شاهد ÷ در بررسی پارامتر قطر، تمامی ترکیبات کودی حاوی اوره در

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در سطح ۹۵ درصد

Table 4- Analysis of variances of the studied characteristics at the level of 95%.

F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	عناصر	
۱۲۷/۲۱۱**	۹۵/۰۱	۸	۷۶۰/۱۲	بین گروه‌ها	ارتفاع (سانتی‌متر)
	۰/۷۴۷	۱۸	۱۳/۴۴	درون گروه‌ها	
		۲۶	۷۷۳/۵۶	کل	
۸/۴۳**	۰/۵۹	۸	۴/۷۲	بین گروه‌ها	قطر یقه (میلی‌متر)
	۰/۰۷۱	۱۸	۱/۲۷	درون گروه‌ها	
		۲۶	۶/۰۴	کل	
۳۳۶/۳۶**	۲۵/۱۰	۸	۲۰۰/۸۲	بین گروه‌ها	وزن تر برگ (گرم)
	۰/۰۷۵	۱۸	۱/۳۴	درون گروه‌ها	
		۲۶	۲۰۲/۱۶	کل	

جدول ۵- مقایسات چند دامنه‌ای دانکن صفات مورد مطالعه در صنوبر دلتوئیدس در تیمارهای مختلف کودی

Table 5- Duncan's test for the studied properties in the different treatment of *Populus deltoids*

شاهد	اوره	اوره ۱۰۰٪	اوره ۱۰۰٪+کاه	اوره ۲۵٪+آزولا	اوره ۲۵٪+آزولا	اوره ۵۰٪+آزولا	اوره ۵۰٪+آزولا	آزولا ۱۰۰٪	کمپوست	مشخصات گیاه
۷/۰+۰.۸/۹۹ ^h	۱۰/۱+۰.۱/۲۵ ^g	۱۲/۰+۲.۸/۷۹ ^f	۱۵/۰+۱.۸/۳ ^e	۱۶/۱+۲.۹/۲۲ ^{de}	۱۸/۰+۴/۱۸ ^{cd}	۱۹/۰+۳.۵/۵۷ ^c	۲۲/۰+۱.۶/۶۵ ^b	۲۴/۰+۳.۴/۷۳ ^a		ارتفاع
۱/۰+۰.۶/۱۳ ^d	۱/۰+۴/۱۶ ^{cd}	۱/۰+۶.۱/۱۸ ^{bcd}	۱/۰+۸/۲۶ ^{bc}	۱/۰+۸.۸/۱ ^{abc}	۲/۰+۲۳/۴ ^{ab}	۰+۲/۵ ^{abc}	۲/۰+۰.۶/۱ ^{abc}	۲/۵+۲/۳ ^a		قطر ساقه
۷/۰+۸.۵/۱۷ ^g	۱۱/۰+۷.۹/۱۲ ^f	۱۳/۰+۳.۵/۲۹ ^e	۱۲/۰+۹.۱/۱۳ ^e	۱۴/۰+۰.۴/۱۷ ^d	۱۵/۰+۰.۴/۲۸ ^c	۱۴/۰+۰.۹۵/۲۹ ^c	۱۶/۰+۰.۱/۵۵ ^b	۱۸/۰+۱/۱۳ ^a		وزن برگ

بحث و نتیجه‌گیری

دو ترکیب کود تلفیقی، افزودن کمپوست آزولا به ترکیب کودی اوره و کاه (اوره+ آزولا ۵۰٪+ کاه ۵۰٪) توانست تاثیر مثبتی بر عناصر غذایی قابل دسترس در کمپوست توسط گیاه بگذارد و در نهایت فاکتورهای رویش گیاه را افزایش دهد. با افزایش مواد آلی در خاک، پتاسیم افزایش می‌یابد که این مقدار در کمپوست‌هایی که حاوی آزولا است، قابل توجه است. لذا انتظار می‌رود که کمپوست‌های حاوی آزولا عناصر پتاسیم بیشتری وارد خاک نماید. از طرفی افزایش میزان پتاسیم در بستر گیاه می‌تواند موجب افزایش جذب در گیاه شود که با نتایج Selvakumari و همکاران (۲۰۰۰) مطابقت داشت (۳۲). لذا می‌توان، درصد بالای پتاسیم در کمپوست آزولا را عاملی موثر در جذب سایر عناصر توسط گیاه دانست که بدین ترتیب افزایش رویش گیاه را می‌تواند در پی داشته باشد. در بکارگیری کمپوست آزولا به همراه کود شیمیایی در بستر گیاه، افزایش در رویش گیاه مشاهده شد که در تحقیقاتی که در کاربرد کمپوست به همراه کودهای شیمیایی بر روی جذب عناصر در گیاه انجام گرفته است گزارش شده است که استفاده از کودهای تلفیقی میزان این مواد را در بستر گیاه افزایش داده است که با نتایج Adel (۲۰۰۸) و Sarvar و همکاران (۲۰۰۹)، Rizvan و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت داشت (۲۳، ۳۳، ۳۴). با توجه به نتایج، کود ترکیبی اوره+آزولا ۵۰٪+آزولا ۵۰٪ کاه بعد از کمپوست آزولا بیشترین تاثیر را بر شاخص‌های رشد گیاه داشته است زیرا بیشترین میزان عناصر از طریق این ترکیب کودی به بستر گیاه وارد می‌شود که با نتایج Songmuang و همکاران

از جمله راه کارهای مهم در کمک به پایداری محیط زیست و توسعه پایدار، کاهش مصرف کودهای شیمیایی از طریق بهینه سازی کاربرد آنها و تلفیق با کودهای آلی است. پارمر و شارما (۱۹۸۸) در مطالعات خود بیان نمودند که کودهای ارگانیک از جمله کود سبز و کمپوست در تلفیق با کودهای شیمیایی موجب افزایش حاصلخیزی خاک و تولید محصول می‌شوند زیرا اکثر نیازهایی غذایی گیاه را تامین می‌کنند و موجب افزایش کارایی جذب مواد غذایی توسط گیاه می‌شوند (۲۹). نتایج بررسی درصد عناصر NPK در کمپوست‌های مورد بررسی نشان داد که درصد عناصر پتاسیم، نیتروژن و فسفر در کمپوست آزولا خالص بیشترین میزان بود. آزولا ۱۰۰ درصد دارای میزان قابل ملاحظه‌ای از عناصر فسفر، پتاسیم و نیتروژن بود که با نتایج آوودون (۲۰۰۸) مطابقت داشت (۳۰). همچنین این کود سبز تاثیرات مثبتی بر روی شاخص‌های رشد (ارتفاع، قطر و وزن برگ تر) داشت. به‌طور کلی، به نظر می‌رسد آزولا منجر به افزایش حاصلخیزی و در نتیجه رویش اندام‌های هوایی گیاه می‌گردد. قابل ذکر است بخشی از آثار کمپوست آزولا بر خصوصیات شیمیایی بستر گیاه می‌تواند مربوط به وجود مواد هومیکی باشد (۱۳). در واقع بخشی از اثرات کمپوست بر رشد گیاه صنوبر دلتوئیدس ناشی از پتانسیل کمپوست آزولا است که مشابه هورمون‌های تنظیم کننده رشد در گیاه عمل می‌کند که افزایش رویش گیاه را در پی دارد (۳۱). شایان ذکر است که در ترکیب کودی که میزان بیشتری از کمپوست آزولا مورد استفاده قرار گرفته بود میزان عناصر ذکر شده بیشتر بود. از بین

کمبود بسیاری از عناصر پرمصرف و موردنیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم را در خاک برطرف نماید (۹). با توجه به برداشت‌های بی رویه از زمین‌های کشاورزی (کاهش روز افزون عناصر غذایی)، غیر حاصلخیز بودن زمین‌های مورد استفاده در جنگلکاری و هزینه‌های بالای کوددهی در نهالستان‌ها، بازگشت عناصر غذایی و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک بسیار کند می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده، کود سبز حاصل از کمپوست آزولا و همچنین کود تلفیقی کمپوست آزولا به همراه اوره و کاه برنج به عنوان منبع عناصر غذایی، کاهش عملکرد ناشی از کمبود بعضی از عناصر اصلی در بستر گیاه را برطرف می‌نماید و با تغییرات قابل توجهی که در خصوصیات شیمیایی و دیگر خصوصیات خاک ایجاد می‌کند، می‌تواند منجر به عملکرد بهینه تولید در مناطق آسیب دیده و غیرحاصلخیز گردد.

نتیجه‌گیری کلی

کمپوست می‌تواند ذخیره کننده خوب عناصر غذایی و آب برای گیاه باشد که با صرفه‌جویی در میزان آب آبیاری به مقدار قابل توجهی می‌تواند راندمان استفاده از آب را افزایش دهد. افزایش کمپوست به خاک، شرایط تهویه خاک بهبود یافته و مقدار هوموس، مواد آلی، ویتامین‌ها، هورمون‌ها و آنزیم‌های گیاهی (کودهای شیمیایی فاقد این مواد هستند) در خاک افزایش می‌یابد و بدین ترتیب باعث افزایش کیفیت و کمیت محصول می‌شود. به‌طور معمول، اغلب خاک‌های کشاورزی که جبران کمبود عناصر غذایی در آنها توسط کودهای شیمیایی انجام می‌گیرد، دچار کمبود مواد آلی شده‌اند که این امر منجر به ظهور کمبود بسیاری از عناصر کم‌مصرف و کاهش مطلوبیت برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی خاک نیز شده است. امروزه برای رسیدن به عملکردهای بهینه، بخصوص در کشاورزی پایدار، استفاده از کود سبز و مصرف تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی می‌تواند بسیار موثر باشد زیرا استفاده مطلق از کودهای غیرآلی، خاک را در جهت تخریب و پسرفت حاصلخیزی سوق می‌دهد (۳۸). لذا کاربرد کود سبز و کودهای تلفیقی آلی و غیرآلی از راهکارهای مناسب در راستای توسعه پایدار می‌باشد که آلودگی کمتر محیط زیست و اصلاح خواص

(۱۹۸۵) مطابقت داشت (۱۵). لاولند و وب (۲۰۰۳) بیان کردند که کاهش کربن آلی خاک، موجب کاهش آزاد سازی عناصر غذایی در خاک می‌شود و ذخیره نیتروژن را کاهش می‌دهد (۳۵). به نظر می‌رسد اضافه نمودن کود اوره از تثبیت شدید ازت بعلت بالا بودن کربن کاه جلوگیری نموده و منجر به دسترسی بهینه ازت توسط گیاه می‌شود. بکارگیری تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی موجب ایجاد ثبات و پایداری بیشتر در تولید محصول در مقایسه با کودهای شیمیایی می‌شود (۳۶).

تیمارهای مختلف کودهای آلی تاثیرات بسیار متفاوتی بر بهبود عناصر غذایی بستر گیاه دارند. در این بررسی کمپوست آزولا و همچنین کمپوست آزولا در ترکیب با اوره و کاه برنج، به میزان قابل توجهی در مقایسه با دیگر کودهای آلی، شاخص‌های رشد را افزایش دادند. به نظر می‌رسد کمپوست اثر مثبتی بر افزایش میزان عناصر غذایی خاک داشت. استفاده از کمپوست با تأثیری که بر بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و ظرفیت نگهداری آب در خاک دارد، دسترسی گیاه به عناصر غذایی را افزایش داده و با بهبود حاصلخیزی، عملکرد گیاه را افزایش می‌دهد (۱۶). در مطالعات بسیاری گزارش شده است که استفاده از کمپوست موجب افزایش قابلیت دسترسی عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر در بستر گیاه و در نتیجه افزایش جذب در آن شده است (۳۴، ۳۷، ۳۳). ماده آلی یک عنصر کلیدی در سنجش کیفیت خاک است چرا که ارتباط بسیار نزدیکی با خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آن دارد. در واقع ماده آلی منبع مواد معدنی و انرژی برای موجودات خاک، کلات کننده عناصر غذایی، سازنده خاکدانه، افزایش دهنده نفوذ پذیری آب در خاک، بهبود دهنده خصوصیات فیزیکی خاک و در نهایت توسعه دهنده ریشه دوانی است. لذا، می‌توان گفت استفاده از آزولا و کاه که جزء بقایای گیاهی هستند ماده آلی خاک را افزایش داده و با بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و همچنین فعالیت میکروارگانیسم‌ها منجر به دسترسی بهینه عناصر غذایی می‌گردد که می‌تواند یکی از دلایل افزایش رویش گیاه و پتانسیل تولید باشد.

استفاده از کمپوست همراه با کود شیمیایی به عنوان یک فاکتور ضروری در ایجاد کشاورزی پایدار می‌باشد چرا که قادر است

- Azolla filiculoides. J. Agric. Food Chem, Vol. 26, pp. 1230-1234.
6. Sotoudeh, M., 1995. Comparing of Azolla silage with alfalfa in the diet of Guilan native calves. Research Project Report. Agricultural and Natural Resources Research Center of Guilan, Iran. 19p.
 7. Kimiagar, M., 1994. Utilization of Azolla in the diet of meat type duck. Research Report. Agricultural and Natural Resources Research Center of Guilan, Iran. 18p.
 8. Mottaghi-Talab, M., 1991. Use of Azolla in the diet of lactating Holstine cow. M. Sc. Thesis in animal science. University of Tarbiat moddares, Tehran, Iran.
 9. Alam, S. M., 2004. "Azolla" a green compost for rice. The DAWN Group of Newspapers.
 10. Farah Dahr, F. Voldabadi, SA, Daneshian, J, Razavi Pour, T, Amiri, I. Investigating Irrigation interval and Azolla compost content on traits of rice cultivars (*Oryza Sativa*). Journal of Biological Sciences, Lahijan Unit. 2011, fifth year, No. four, Vol. 1, pages 99-111.
 11. Main, M.H., 1993. Prospect of Azolla and blue green algae as nitrogenous biofertilizer for rice production in Bangladesh. In: advances in crop Sciences. Proceeding of first Biennial Conference of the Crop Science Society of Bangladesh, pp. 34-35
 12. Khalighi, Ah, Padasht Dehkani, MN. Effects of media obtained from Tree bark, Tea Wastes, Rice and Azolla Cultivars instead of Pit on the Growth of the Tagetes Patula Golden Boy. Iranian Journal of Agricultural

فیزیکی، شیمیایی و زیست محیطی خاک از ویژگی‌های بارز آنها است. بنابراین، می‌توان گفت جهت بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش عملکرد محصول، کمپوست آزولا و همچنین، کمپوستی از آزولا و کاه برنج به همراه اوره، می‌تواند گزینه مناسب کودی قابل توصیه در کشاورزی، جنگلکاری و نهالستان‌ها باشد.

Reference

1. Asfia, M. Use of Azola in rice farms and its role in reducing the consumption of nitrogen fertilizers and increasing the yield of rice, the Scientific and Industrial Research Organization, Department of agriculture and natural resources. 1985.
2. Rehana, B., Main, M.H., Tahirruddin, M., Hasan. M.A., 2003. Effect of Azolla Urea application on yield and NPK Uptake by BRRI Dhan 29 in Boro Season. Pakistan Journal of Biological Sciences, Vol. 6, No.11, pp. 968-971.
3. Fazaeli, H, Mohammadian Tabrizi, H R., Ghorbani, A., Asadpour, Y, and Afzali, M. Effect of diets containing Azolla silage with sugar beet pulp on the fattening performance of Gilan native calves. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 2008. Vol. 15, Number 4, Pages 115-123
4. Caffrey, J.M., Barrett, P.R.F., Ferreira, M.T., Moreira, I.S., Murphy, M.P., Wade, P.M., 1999. Biomass characterization of Azolla filiculoides grown in natural ecosystems and waste water. Hydrobiol, Vol. 415, pp. 323-327.
5. Buckingham, K.W., Morris, J.C., Goldman, C.R., 1978. Nutritive value of the nitrogen-fixing aquatic fern

- Iraha, Y. and Aniya, Y., 2007. Effects of application of N, P and alone or in combination on growth, yield and curcumin content of Turmeric. *Plant Science* Vol. 10, No.1, pp. 151-154
21. Razavipour, T., Ali, A.J. 2006. Effect of fresh and composted azolla on rice grain yield and quality. 2nd International Rice Congress. New Delhi, India, 9-13 October 2006.
22. Shindo, H., Nishio, T., 2005. Immobilization and remineralization of nitrogen following addition of wheat straw in to soil: determination of gross nitrogen transformation rates by nitrogen – ammonium isotope dilution technique. *Soil Biol. Biochem*, Vol. 37, pp. 425-432
23. Adel, M. G., 2008. Nitrogen dynamics and fertilizer use efficiency in Rice using the Nitrogen- 15 Isotope Techniques. *World Applied Sciences Journal*, Vol. 3, No. 6, pp. 869- 874
24. DeBusk, T. A., Ryther, J. H., 1987. Biomass production and yields of aquatic plants. 579-598. In: Reddy, K.R., W.H Smith (eds), *Aquatic Plants for Water treatment and Research recovery*, Florida.
25. Klute, A., 1986. Methods of soil analysis, Part I, Physical and mineralogical methods. 2nd Ed. Soil Science Society of America. 1188 p.
26. Blake, G.R. and Hartge, K.H. 1986. Bulk density. In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part I. Physical and Mineralogical Methods*. Soil Sci. Soc. Am. Pub, No. 9. Pp. 363-376.
27. Page, A. L., Miller, R. H. and Keeney, M. 1992. Methods of soil analysis, Part II, Chemical and microbiological Science. 2000. Volume 31, Number 3, Pages 557-565.
13. Mahboob Khamami, A., Padasht Dehkani, MN. Effect of composted Azolla on different growth bed on growth and nutrient composition of Ficus Benjamin plant, the cultivar of Starlite. *Journal of Planting and Seed*. 2009, Vol. 2-25, No. 4, pp. 430-417
14. Dianati Tilki, RA, Ali Moradi, J. Investigation of phosphorus removal from aquatic environments by aquatic ferns -Azolla. The 10th National Conference on Environmental Health in Hamadan. 2007.
15. Songmuang, P., Luangsirotat, S., Seetanun, W., Kanareugsa, C., Imai. K., 1985. Long term application of rice straw compost and yeild of Thai rice, RD7. *Japan. Jour. Crop Sci*, Vol. 54, No. 3, pp. 248-252
16. Gupta, V.K., Potalia, B.S., 1990. Zinc-cadmium interaction in wheat. *J. India*.
17. Burger, D. W. 1997. Composted waste as a container medium amendment for the production of ornamental plants. *HortScience*, Vol. 32, No. 1, pp. 57-60.
18. Verdonck, M., De Boot, P., Penninck, R., 1985. The use of tree bark and tobacco waste in agriculture and horticulture. *Composting of Agricultural and other wastes*. pp. 203-215
19. Valadabadi, SA, Farah Dahr, F, Amiri, I, Razavi Pour, T. Effect of Azolla compost on the yield and absorption of nitrogen, phosphorus and potassium in rice. *Quarterly Journal of ecophysiology of crops*. 2011, Vol. 3, No. 4, Pages 378-387
20. Akamine, H., Hossain, M. A., Jshimine, Y., yogi, K., Hokama, K.,

- maize (*Zea mays* L.) to nitrogen and L-Tryptophan enriched compost. Pak. J. Bot., Vol. 39, No. 2, pp. 541-549.
34. Sarwar, G., Schmeisky, H., Hussain, N., Muhammad, S., Tahir, M.A., Saleem, U., 2009. Variation in nutrient concentration of wheat and paddy as affected by different levels of compstand chemical fertilizer in normal soil. Pak. Bot, Vol, 41, No. 5, pp. 2403-2410.
35. Loveland, P., Webb, J., 2003. Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review. Soil and Tillage Research, Vol. 70, pp. 1-18.
36. Ramshwar, C., Singh, M. 1998. Effect of FYM and feritizer on the growth and development of maize (*Zea mays* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) in sequence. Indian J. Agric Sci, Vol. 32, pp. 65 – 70.
37. Ahmad, R., Arshad, M., Zahir, Z. A., Naveed, Khalid, M., Asghar, H. N. 2008. Integrating nitrogen – enriched compost with biologically active. Substances for improving growth and yeild of cereals. Pak. J. Bot, Vol. 40, No. 1, pp. 282-293.
38. Ebrahimi, S., Bahrami, H.A., Homaii, M., Malakooti, M.J., 2005. The roles of Organic matter in area increasing of cultivate soils fertility. Technical Publication of Research and Agricultural Education Organization. No. 401.
- methods. 2nd Ed. Soil Science American Journal. 1159 Pp.
28. Smith, J.L., Doran, J.W., 1996. Measurement and use of pH and electrical conductivity for soil quality analysis. In: Doran, J. W. and Jones, A. J. (Eds.), Metods for Assessing soil quality. SSSA Species Publication. 49. Madison, WI, pp. 169-185.
29. Parmar, D.K., Sharma, T.R., 1998. Integrated nutrient supply system for DPPG8, vegetable pea (*Pisum sativum* var. aravense) in dry temperature zone of Himachal Pradesh. Indian J. Agric Sci, Vol, 68, pp. 247 – 253.
30. Awodun, M. A., 2008. Effect of Azolla (Azolla species) on physiological properties of the soil. World Journal of Agricultural Sciences, Vol. 4, No. 2, pp. 157-160.
31. Chen, Y., Inbar, Y., Hadar, Y., 1988. Composted agricultural wastes as potting Media for ornamental plants. Soil science, Vol. 145, No. 4, pp. 298-303.
32. Selvakumari, G., Baskar, M., Jayanthi, D., Mathan, K.K., 2000. Effect of integration of flyash with fertilizers and organic manures on nutrient availability, yield and nutrient uptake of rice in alfisol. J. Indian SOC. Soil Sci, Vol, 48, pp. 268-278.
33. Rizwan, A., Shahzad, S.M., Khalid, A., Arshad, M., Mahmood, M.H., 2007. Growth and yield response of wheat (*Triticum aestivum* L.) and