

بررسی تأثیر کاربرد سطوح مختلف کود آلی و اوره بر تجمع نیترات و برخی صفات فیزیولوژیک اسفناج

لمیا وجودی مهربانی^{۱*}، رعنا ولیزاده کامران^۲، زهرا سلطانی قرالر^۳، زهرا ایمانی زراعتکار^۴ و زهرا معصوم پور^۵

۱- *نویسنده مسئول: استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران (vojodilamia@gmail.com)

۲- استادیار، گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی، گروه گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

۴- دانشجوی کارشناسی، گروه گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

۵- دانشجوی کارشناسی، گروه گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۰۱

چکیده

استفاده از روش‌هایی که موجب کاهش تجمع نیترات در سبزی‌های برگ‌ی شود و همچنین ارزش غذایی آن‌ها را حفظ نماید حائز اهمیت می‌باشد. به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی) کودهای آلی (دامی، ورمی کمپوست و مرغی) و کود اوره (۱۰۲، ۲۰۴ و ۳۰۶ کیلوگرم در هکتار) بر تجمع نیترات و برخی خصوصیات رشدی و فیزیولوژیک اسفناج آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه شهید مدنی آذربایجان در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. نتایج نشان داد بالاترین مقادیر نیترات در زمان‌های صبح و عصر در تیمار ۳۰۶ کیلوگرم در هکتار کود اوره مشاهده شد. طول برگ تحت تأثیر تیمارهای ۲۰ و ۳۰ درصد کود مرغی قرار گرفت. بیشترین میزان قند محلول و وزن تر و خشک ریشه در تیمارهای ۱۰ و ۲۰ درصد کود دامی مشاهده شد. تیمارهای ۲۰ و ۳۰ درصد کود ورمی کمپوست و کود دامی و تیمار ۳۰ درصد کود مرغی موجب افزایش وزن تر و خشک برگ شد. تمامی سطوح کودهای ورمی کمپوست، دامی و مرغی موجب افزایش محتوای پتاسیم شد. بیشترین میزان آهن، روی و محتوای فنل کل نمونه‌ها در تمامی سطوح کود دامی و ورمی کمپوست ملاحظه گردید. با توجه به پاسخ مثبت گیاه اسفناج به کاربرد کودهای آلی به نظر می‌آید که کاربرد این کودها ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی و کاهش اثرات سوء زیست‌محیطی آن‌ها، روش مناسبی برای تولید سالم و پایدار سبزی‌ها باشد.

کلید واژه‌ها: اسفناج، عناصر، فنل کل، وزن تر

مقدمه

اسفناج با نام علمی *Spinacia Oleracea* گیاهی از خانواده اسفناجیان و از سبزی‌های مهم برگ‌ی به شمار می‌رود که به صورت گسترده در تمامی دنیا مصرف می‌شود (Erfani et al., 2007). نیتروژن فراوان‌ترین عنصر غذایی در گیاه بوده و به دلیل شرکت در ساختمان پروتئین، اسیدهای هسته‌ای، کلروفیل و

هورمون‌های گیاهی دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد (Abu-Dayeh, 2006؛ Pourreza, 2016). در سبزی‌های برگ‌ی به دلیل کوتاه بودن طول دوره رشد، کشاورزان اغلب کودهای نیتروژن را به صورت مستقیم مصرف می‌کنند که موجب تجمع ازت در این گیاهان می‌شود (Mansour Bahmai et al., 2014). عملکرد اسفناج به شدت تحت تأثیر کود نیتروژن قرار



ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک می‌شود. از آنجایی که تأمین تمامی نیازهای غذایی خاک تنها از طریق کودهای آلی در شرایط فعلی ایران امکان‌پذیر نیست. لذا با استفاده توأم از کودهای آلی و معدنی نه تنها مقدار کاربرد کود شیمیایی کاهش می‌یابد بلکه به کاهش آلودگی زیست‌محیطی و بهبود شرایط فیزیکی خاک نیز کمک می‌کند (Sharma and Agarwal, 2014). لذا هدف بررسی حاضر ارزیابی تأثیر مقادیر مختلف کودهای آلی و اوره بر تجمع نیترات و برخی صفات فیزیولوژیک اسفناج به‌عنوان یکی از پرمصرف‌ترین سبزه‌های کشت شده در آذربایجان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر سطوح کودهای آلی (مرغی، دامی و ورمی کمپوست) و کود شیمیایی اوره بر تجمع نیترات و برخی صفات فیزیولوژیک اسفناج آزمایشی در قالب طرح کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان در طی سال ۱۳۹۵ انجام گرفت. بدین منظور بذور اسفناج (خریداری شده از شرکت پاکان بذر) در گلدان جعبه‌ای با قطر ۵۰ سانتی‌متری (به مشخصات خاک (شنی لومی) و کود مورداستفاده در جدول (۱) اشاره شده است) حاوی خاک به همراه ترکیبات تیماری موردنظر که شامل: تیمار شاهد، ۱۰، ۲۰، ۳۰ درصد حجمی از کودهای آلی موردنظر بود کشت گردید. به منظور مقایسه تجمع نیترات در گیاهان از کود اوره نیز در سه سطح ۱۰۲، ۲۰۴ و ۳۰۶ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. مراقبت از گیاهان در طی فصل رشد انجام شد. آبیاری گیاهان برحسب نیاز انجام گرفت. گیاهان در تمام مدت رشد در گلخانه در تناوب دمای ۱۶:۲۴ درجه شب و روز، تناوب روشنایی و تاریکی ۱۶:۸ ساعت نگهداری شد. ۶۰ روز پس از کاشت، گیاهان به منظور اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه برداشت شد. گیاهان پس از برداشت در سایه به منظور اندازه‌گیری وزن خشک نگهداری شدند.

می‌گیرد اما از طرفی مصرف بیش از حد کودهای نیتروژن موجب تجمع نیترات شده و نیترات بعد از ورود به بدن انسان به نیتريت احیا شده و با ورود به جریان خون موجب میت‌هموگلوبینمی شده که برای کودکان بسیار خطرناک می‌باشد (Stagnari *et al.*, 2007) همچنین نیتريت در بدن موجودات زنده تبدیل به نیتروز آمین شده و موجب بروز سرطان‌های گوارشی می‌شود (Abu-Dayeh, 2006). کودهای نیتروژنی در اثر فعالیت باکتری‌های خاک تبدیل به نیترات شده و پس از جذب در سلول‌های گیاهی به کمک آنزیم نیترات رداکتاز احیا و به ترکیبات آمونیاکی تبدیل می‌شود. شست و شوی نیترات اضافی از خاک موجب ورود آن‌ها به آب‌های زیرزمینی و آلودگی آن می‌شود (Tucker *et al.*, 2004). بررسی‌های انجام شده نشان داد که عواملی مانند شدت نورپایین، دمای بالا و تنش رطوبتی موجب افزایش تجمع نیترات در گیاه از طریق تأثیر بر فعالیت آنزیم احیاکننده نیترات می‌شود. عوامل مذکور با کاهش فعالیت آنزیم احیاکننده نیترات موجب افزایش تجمع نیترات در بافت‌ها می‌شود. تجمع نیترات در تمامی بخش‌های گیاه به صورت یکسان صورت نگرفته و تجمع در برگ‌ها مخصوصاً (برگ مسن به دلیل کاهش فعالیت آنزیم احیاکننده نیترات) و دم برگ بیشتر از سایر قسمت‌های گیاه می‌باشد (Ferrante *et al.*, 2003)؛ (Goulding, 2000). حد مجاز نیترات در اسفناج حدود ۳۸۹۰-۳۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن تر می‌باشد (Stagnari *et al.*, 2006).

کودهای آلی دارای عناصر غذایی موردنیاز گیاه به فرم قابل جذب بوده و تأثیر مثبت بر متابولیسم گیاه دارند (Theunissen *et al.*, 2010). امروزه با افزایش جمعیت نیاز به تولید محصولات غذایی افزایش یافته است؛ اما با توجه به افزایش آگاهی در خصوص مضرات ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی، تمایل به افزایش مصرف محصولات ارگانیک می‌باشد. استفاده از کودهای آلی منجر به بهبود و حفظ حاصلخیزی خاک، افزایش فعالیت بیولوژیکی، ظرفیت تبادل کاتیونی و

جدول ۱- عناصر و برخی از ویژگی‌های کودهای آلی و خاک مورد استفاده در پژوهش حاضر

Table 1. Elements and some of the characteristics of organic manure and soli used in this experiment

ورمی کمپوست Vermicompost	کود مرغی Poultry manure	کود دامی Cow manure	خاک Soil	ویژگی‌های خاک Soil characteristic
0.65	1.04	0.28	0.07	نیترژن (درصد) N (%)
0.45	1.1	0.8	0.19	فسفر (درصد) P (%)
1.2	1.55	0.9	0.48	پتاسیم (درصد) K (%)
182	162	128	1.8	روی (میلی گرم در کیلوگرم) Zn (mg/kg)
273	208	140	2.9	منگنز (میلی گرم در کیلوگرم) Mn (mg/kg)
1600	1582	2690	0.6	آهن (میلی گرم در کیلوگرم) Fe (mg/kg)
-	-	-	1.9	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS/m)
7.1	7.7	7.3	7.9	اسیدیته pH

تجزیه داده‌ها

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS، MSTAT مورد تجزیه قرار گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها در سطح احتمال یک و پنج درصد به کمک آزمون دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی انجام شده نشان داد که تمامی صفات مورد مطالعه به غیر از محتوای فلاونوئید و عرض برگ تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (جدول‌های ۲ و ۳).

مواد جامد محلول (TSS)

بر اساس جدول (۴) بالاترین مقادیر مواد جامد محلول در تیمارهای ۱۰^۰ Brix و ۲۰^۰ Brix (۳/۳) درصد کود دامی و کمترین میزان آن در تیمار شاهد (۱/۳^۰ Brix) مشاهده شد از نظر مواد جامد محلول تفاوت قابل توجهی میان سایر تیمارها مشاهده نشد. نتایج مشابهی در خصوص افزایش غلظت مواد جامد محلول در اثر کاربرد کود دامی در گیاه خرفه گزارش شده است (Omrani and Fallah, 2014). تحقیقات انجام شده نشان داد که زمان، روش

اندازه‌گیری متغیرها

در زمان برداشت، متغیرهای ارتفاع برگ و دم برگ، وزن تر و خشک بوته و ریشه، غلظت عناصر آهن، روی، و پتاسیم محتوای فنل، میزان نیترات (در زمان‌های صبح (۸/۳۰) و عصر (۱۷)) و محتوای قند محلول مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

اندازه‌گیری میزان قندهای محلول

میزان قندهای محلول با استفاده از رفرکتومتر دستی (Erma, Tokyo, Japan) و بر اساس درجه بریکس بیان شد.

اندازه‌گیری نیترات

میزان نیترات به روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۴۱۰ نانومتر بر اساس روش (2006) Abu-Dayeh تعیین شد.

تعیین محتوای عناصر

مقادیر عناصر، پتاسیم با استفاده از فلیم فتومتری، روی و آهن با استفاده از جذب اتمی تعیین گردید (Shi et al. 2010).

تعیین محتوای فنل کل

از روش (2006) Kim et al. برای اندازه‌گیری محتوای فنل کل استفاده شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر کاربرد سطوح مختلف کودهای آلی و اوره بر تجمع نیترات، محتوای عناصر و TSS در اسفناج

Table 2. ANOVA for the effects of different levels of organic manures and urea on elemental content, nitrate and TSS content in spinach

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	مواد جامد محلول TSS	پتاسیم K ⁺	آهن Fe ²⁺	روی Zn ²⁺	نیترات عصر No ₃ in the evening	نیترات صبح No ₃ in the morning
تکرار Replication	2	0.52 ^{ns}	854.4 ^{ns}	1910.8 ^{ns}	11636 ^{**}	196161 ^{**}	316078.9 ^{**}
تیمار Treatment	12	0.75 ^{**}	1012.8 ^{**}	13311.24 ^{**}	422.4 [*]	350607 ^{**}	552184 ^{**}
اشتباه آزمایشی Error	24	0.22	327.8	3020.20	171.1	29987	45194.0
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)		19.8	31.03	21.02	28.2	14.33	15.3

ns, * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

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

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر کاربرد سطوح مختلف کودهای آلی و اوره بر برخی صفات فیزیولوژیک اسفناج

Table 3. ANOVA for the effects of different levels of organic manures and urea on some physiological traits of spinach

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	طول دمبرگ Petiole length	عرض برگ Leaf width	طول برگ Leaf length	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن تر برگ Leaf fresh weight	فنل کل Total phenolic content	فلاونوئید کل Total flavonoid content
تکرار Replication	2	0.5 ^{**}	1.3 ^{ns}	18.6 ^{**}	0.02 ^{ns}	0.13 ^{ns}	1.49 ^{ns}	49.3 ^{**}	473 ^{**}	4.8 ^{ns}
تیمار Treatment	12	0.25 ^{**}	0.17 ^{ns}	4.9 ^{**}	0.04 [*]	0.54 ^{**}	0.37 [*]	64.5 ^{**}	251 ^{**}	3.2 ^{ns}
اشتباه آزمایشی Error	24	0.047	0.4	1.3	0.01	0.12	0.16	13.5	26	6.0
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)		9.2	20.9	22.6	22.3	13.6	27.2	22.6	7.4	22

ns, * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

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

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر کاربرد سطوح مختلف کودهای آلی و کود اوره بر برخی صفات فیزیولوژیک اسفناج

Table 4. Mean comparison for the effect of different levels of organic manures and urea on some physiological traits of spinach

وزن خشک ریشه (گرم) Root dry weight (g)	وزن تر ریشه (گرم) Root Fresh weight (g)	وزن خشک برگ (گرم) Leaf dry weight (g)	وزن تر برگ (گرم) Leaf fresh weight (g)	طول دمبرگ (سانتی متر) Petiole length (Cm)	طول برگ (سانتی متر) Leaf length (Cm)	نیترات عصر (میلی گرم نیترات بر کیلوگرم وزن تر) No ₃ content in the morning (mg NO ₃ Kg ⁻¹ FWt)	نیترات صبح (میلی گرم نیترات بر کیلوگرم وزن تر) No ₃ content in the evening (mg NO ₃ Kg ⁻¹ FWt)	مواد جامد محلول TSS (0 Brix)	تیمار Treatments
0.41 ^c	1.9 ^c	0.8 ^d	7.60 ^d	1.8 ^b	3.8 ^b	779 ^g	879 ^e	1.3 ^d	شاهد Control
0.46 ^c	2.1 ^{bc}	1.1 ^{cd}	13.6 ^{bcd}	1.9 ^b	4.6 ^b	878 ^{fg}	1027 ^{de}	1.9 ^{bcd}	۱۰ درصد کود ورمی کمپوست 10% Vermicompost
0.61 ^{bc}	2.1 ^{bc}	1.5 ^{abcd}	19.3 ^{abc}	2.3 ^a	4.7 ^b	942 ^{efg}	1072 ^{de}	2.3 ^{bcd}	۲۰ درصد کود ورمی کمپوست 20% Vermicompost
0.63 ^{bc}	2.1 ^{bc}	2.0 ^a	22.6 ^{ab}	2.3 ^a	4.1 ^b	1067 ^{cdefg}	1139 ^{cde}	2.0 ^{bcd}	۳۰ درصد کود ورمی کمپوست 30% Vermicompost
0.72 ^{ab}	3 ^{ab}	1.2 ^{bcd}	14.6 ^{bcd}	2.2 ^a	4.4 ^b	1012 ^{cdefg}	1102 ^{de}	3.0 ^{ab}	۱۰ درصد کود دامی 10% Cow manure
0.87 ^a	3.5 ^a	1.3 ^{abcd}	17.0 ^{abc}	2.1 ^a	5.0 ^b	998.3 ^{defg}	1087 ^{de}	3.3 ^a	۲۰ درصد کود دامی 20% Cow manure
0.62 ^{bc}	2.5 ^{bc}	2.0 ^{ab}	24.6 ^a	2.1 ^a	4.6 ^b	1306 ^{cd}	1519 ^{bcd}	2.0 ^{bcd}	۳۰ درصد کود دامی 30% Cow manure
0.6 ^{bc}	2.5 ^{bc}	1.2 ^{bcd}	14.0 ^{bcd}	2.1 ^a	5.2 ^b	1141 ^{cdef}	1246 ^{cde}	2.2 ^{bcd}	۱۰ درصد کود مرغی 10% Poultry manure
0.63 ^b	2.0 ^c	1.2 ^{bcd}	15.3 ^{bcd}	2.5 ^a	6.3 ^{ab}	1302 ^{cd}	1489 ^{bcd}	2.1 ^{bcd}	۲۰ درصد کود مرغی 20% Poultry manure
0.52 ^{bc}	2.3 ^{bc}	1.9 ^{abc}	21.3 ^{abc}	2.6 ^a	8.8 ^a	1635 ^b	1894 ^b	2.2 ^{bcd}	۳۰ درصد کود مرغی 30% Poultry manure
0.57 ^{bc}	1.7 ^d	1.1 ^{bcd}	12.6 ^{cd}	2.5 ^a	4.6 ^b	1253 ^{cde}	1401 ^{bcd}	1.7 ^{cd}	۱۰۲ کیلوگرم در هکتار اوره 102 Kg/ha Urea
0.55 ^{bc}	1.6 ^d	1.2 ^{bcd}	14.0 ^{bcd}	2.6 ^a	5.3 ^b	1342 ^c	1674 ^{bc}	1.9 ^{bcd}	۲۰۴ کیلوگرم در هکتار اوره 204 Kg/ha Urea
0.47 ^c	1.3 ^d	1.0 ^{cd}	14.3 ^{bcd}	2.8 ^a	4.8 ^b	2052 ^a	2435 ^a	1.8 ^{bcd}	۳۰۶ کیلوگرم در هکتار ورم 306 Kg/ha Urea

Similar letters in the columns are non-significant based on Duncan's test.

حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن می باشد.

کوددهی، نوع کود مورد استفاده و رقم گیاه در میزان اسیدیته و مواد جامد محلول گیاه تأثیر دارد. در کل می توان چنین عنوان نمود که به احتمال زیاد تیمار کودهای آلی با افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن معدنی شده در طی مرحله رویشی، موجب افزایش مواد جامد محلول در سلول شده و موجب تبدیل گلوکز به نشاسته در سلول شده و از این طریق موجب افزایش کیفیت بخش رویشی می شود (Benard and Genard, 2009)؛ اما در تیمار شاهد با توجه به دسترسی محدود گیاه به نیتروژن سلول به منظور تأمین پتانسیل اسمزی مورد نیاز به منظور جلوگیری از هم پاشیدگی سلول نشاسته را تجزیه کرده و آن را به قند محلول تبدیل می کند. تا به این طریق بتواند انسجام سلولی را حفظ کند (Omrani and Fallah, 2014).

محتوای فنل کل

نتایج (جدول ۵) نشان دهنده تأثیر مثبت تمامی سطوح کود ورمی کمپوست و کود دامی بر محتوای فنل کل در اسفناج بود کمترین میزان فنل کل در تیمار شاهد (۵۲/۶ میلی گرم بر گرم وزن خشک) ملاحظه گردید (جدول ۵). کاربرد کودهای آلی به دلیل افزایش دسترسی گیاه به مواد غذایی مخصوصاً کربن و نیتروژن موجب افزایش تولید ترکیبات فنلی می گردد (Ghorbanli et al., 2011). تأمین منابع تغذیه ای مناسب مورد نیاز برای متابولیسم اولیه گیاهان ارتباط تنگاتنگی با بیوسنتز متابولیت های ثانویه در مسیرهای بیوشیمیایی داشته و افزایش رشد و نمو گیاهان همراه با بهبود کارایی فتوسنتز عرضه متابولیت ها و سوبستراهای لازم برای مسیرهای متابولیسمی ثانویه را افزایش داده و منجر به تولید بهینه ترکیبات مذکور می گردد.

محتوای نیترات

نتایج حاصل از پژوهش انجام شده نشان داد که با افزایش میزان کاربرد اوره بر محتوای نیترات نمونه ها افزوده شد و بالاترین مقادیر اوره در زمان های صبح (۲۴۳۵ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) و عصر (۲۰۵۲ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) در تیمار ۳۰۶ کیلوگرم در هکتار کود

اوره مشاهده شد. بر اساس نتایج به دست آمده کمترین میزان نیترات در تیمار شاهد در زمان های نمونه گیری صبح (۸۷۹ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) و عصر (۷۷۹ میلی گرم بر کیلوگرم وزن تر) و هم چنین در تمامی تیمارهای کود ورمی کمپوست و تیمار ۱۰ و ۲۰ درصد کود دامی در هر دو زمان نمونه گیری مشاهده شد (جدول ۴). بر اساس نتایج به دست آمده از جدول (۶) مشخص شد که همبستگی مثبت و معنی داری بین طول دمبرگ و تجمع نیترات در اسفناج وجود دارد. بررسی Sadeghipour Marri (2016) عنوان نمودند که کاربرد کود ورمی کمپوست و کود شیمیایی (نیتروژن) بر تجمع نیتروژن در اسفناج نشان داد که تجمع نیترات در اسفناج تابع کاربرد نیتروژن بوده و کاربرد کود حیوانی بر مقدار نیترات تأثیری ندارد. به منظور جلوگیری از ورود نیترات به زنجیره غذایی انسان باید میزان ۳۰ تن کود دامی در هکتار همراه با ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مصرف شود تا از اثرات زیست محیطی ناشی از مصرف نامتعادل نیتروژن در گیاه بکاهد. شاید یکی از دلایل عدم تجمع نیترات در بخش هوایی گیاه در تیمار کودهای آلی به دلیل کاهش تنش رطوبتی وارده به گیاه در اثر کاربرد کودهای دامی باشد. Ferrante et al. (2003) عنوان نمودند که بروز تنش محیطی مثل تنش خشکی و کاهش تهویه در محیط ریشه موجب کاهش فعالیت آنزیم احیاکننده نیترات شده و موجب افزایش تجمع نیترات در گیاه می شود. کودهای آلی با بهبود شرایط رطوبتی و تهویه خاک از تنش وارد شده به گیاه جلوگیری کرده و موجب بهبود عملکرد و کاهش تجمع نیترات در گیاه می شوند. زمان برداشت سبزی ها نیز در تجمع نیترات تأثیر دارد. در بررسی انجام شده در سبزی ها مشخص شد که تجمع نیترات در صبح بیشتر از عصر اتفاق می افتد؛ زیرا تجزیه نیترات در گیاه بستگی به شدت نور رسیده به گیاه دارد و زمانی که گیاه در شرایط مضیق نور باشد و مخصوصاً در شب به دلیل کاهش فتوسنتز و فعالیت آنزیم نیترات ردو کتاز تجمع در بافت های گیاهی اتفاق می افتد (Abu-Dayeh, 2006).

جدول ۵- مقایسه میانگین تأثیر کاربرد سطوح مختلف کودهای آلی و کود اوره بر محتوای عناصر و فنل کل در اسفناج

Table 5. Mean comparison for the effect of different levels of organic manure and urea fertilizer on element content and total phenolic compound in spinach

فنل کل (میلی گرم بر گرم وزن خشک) Total phenolics content (mg GA g ⁻¹ DWt)	روی (میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک) Zn ²⁺ (mgKg ⁻¹ DWt)	آهن (میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک) Fe ²⁺ (mg Kg ⁻¹ DWt)	پتاسیم (گرم بر کیلوگرم وزن خشک) K ⁺ (gKg ⁻¹ DWt)	تیمار Treatments
52.6 ^f	36.6 ^b	169 ^b	42.6 ^b	شاهد Control
75 ^{abc}	52.0 ^{ab}	280 ^{ab}	74.0 ^{ab}	۱۰ درصد کود ورمی کمپوست 10% Vermicompost
79 ^{ab}	55.3 ^{ab}	297 ^{ab}	71 ^{ab}	۲۰ درصد کود ورمی کمپوست 20% Vermicompost
84 ^a	62.3 ^a	309 ^{ab}	95.6 ^a	۳۰ درصد کود ورمی کمپوست 30% Vermicompost
71 ^{abcd}	46.0 ^{ab}	333 ^a	58.6 ^{ab}	۱۰ درصد کود دامی 10% Cow manure
73 ^{abc}	55.0 ^{ab}	338 ^a	61.6 ^{ab}	۲۰ درصد کود دامی 20% Cow manure
76 ^{abc}	65.1 ^a	334 ^a	70.6 ^{ab}	۳۰ درصد کود دامی 30% Cow manure
63 ^{cdef}	34.6 ^b	156 ^b	54.3 ^{ab}	۱۰ درصد کود مرغی 10% Poultry manure
69 ^{bcde}	33.2 ^b	189 ^b	64.3 ^{ab}	۲۰ درصد کود مرغی 20% Poultry manure
70 ^{bcd}	33.6 ^b	200 ^b	62.0 ^{ab}	۳۰ درصد کود مرغی 30% Poultry manure
57 ^{ef}	34.6 ^b	178 ^b	31.0 ^b	۱۰۲ کیلوگرم در هکتار اوره 102 Kg/ha Urea
59 ^{def}	33.6 ^b	171 ^b	38.0 ^b	۲۰۴ کیلوگرم در هکتار اوره 204 Kg/ha Urea
65 ^{cdef}	33.0 ^b	168 ^b	33.6 ^b	۳۰۶ کیلوگرم در هکتار اوره 306 Kg/ha Urea

Similar letters in the columns are non-significant based on Duncan's test.

حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون دانکن می باشد.

جدول ۶- جدول ضرایب همبستگی بین صفات ارزیابی شده در اسفناج تحت تیمار کود آلی و نیتروژن

Table 6. Correlation coefficient for the traits influenced by the effects of organic fertilizers and urea on spinach

شماره Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1														
2	0.88**	1													
3	0.48	0.27	1												
4	0.37	0.31	0.76**	1											
5	0.30	0.36	0.26	0.57*	1										
6	0.28	0.26	-0.12	-0.17	0.17	1									
7	0.16	0.50	-0.03	-0.20	0.44	0.07	1								
8	0.17	0.43	0.08	-0.05	0.46	0.81**	0.50	1							
9	0.20	0.47	-0.04	0.01	0.47	0.82**	0.50	0.99**	1						
10	0.61*	0.30	0.34	-0.23	-0.4	-0.04	-0.45	-0.52	-0.52	1					
11	0.65*	0.37	0.71**	0.64*	0.10	0.01	-0.38	0.33	-0.38	0.70**	1				
12	0.68*	0.44	0.42	0.34	0.04	-0.01	-0.41	-0.39	-0.30	0.77**	0.80**	1			
13	0.77**	0.64*	0.40	0.44	0.42	0.53	0.23	0.28	0.03	0.29	0.64*	0.56*	1		
14	0.47	0.7**	0.33	0.35	0.38	-0.07	0.47	0.51	0.72	-0.08	0.18	0.24	0.40	1	
15	0.79	0.57	0.55	0.35	0.04	0.02	-0.07	-0.18	-0.07	0.15-	0.83**	0.78**	0.59*	0.43	1

(1) وزن تر برگ (Leaf fresh weight)	(6) عرض برگ (Leaf width)	(11) آهن (Fe ²⁺)
(2) وزن خشک برگ (Leaf dry weight)	(7) طول دمبرگ (Petiole length)	(12) پتاسیم (K ⁺)
(3) وزن تر ریشه (Root fresh weight)	(8) نیترات صبح (No ₃ content in the morning)	(13) مواد جامد محلول کل (TSS)
(4) وزن خشک ریشه (Root dry weight)	(9) نیترات عصر (No ₃ content in the morevening)	(14) محتوای فلاونوئید (Flavonoid content)
(5) طول برگ (Leaf length)	(10) روی (Zn ²⁺)	(15) محتوای فنل کل (Total phenolic content)

طول برگ

طول برگ تحت تأثیر تیمارهای ۲۰ (۶/۳ سانتی متر) و ۳۰ (۸/۸ سانتی متر) درصد کود مرغی قرار گرفت. از نظر طول برگ تفاوتی بین سایر تیمارهای مورد مطالعه مشاهده نشد (جدول ۴). Mansour Bahmani *et al.* (2014) عنوان نمودند که با افزایش سطح کود نیتروژن تا ۴۵۰ کیلوگرم در هکتار بر مقدار طول برگ در گیاه پیاز افزوده شد. طول برگ نمایان گر رشد رویشی گیاه به دلیل افزایش بیوسنتز پروتئین بوده و به عنوان یکی از عوامل مؤثر در ذخیره مواد حاصل از فتوسنتز می باشد. نیتروژن از عناصر غذایی پر مصرف مورد نیاز گیاه می باشد لذا کود مرغی به دلیل فراهم نمودن این عنصر در زمان اوج نیاز گیاه، با افزایش فتوسنتز موجب افزایش طول برگ و بهبود کیفیت ظاهری گیاه می شود.

طول دم برگ

در پژوهش حاضر تمامی تیمارهای مورداستفاده به غیر از تیمار شاهد و ۱۰ درصد ورمی کمپوست تأثیر مثبت بر طول دم برگ داشت (جدول ۴).

وزن تر و خشک برگ

کمترین میزان وزن تر و خشک برگ در تیمار شاهد مشاهده شد. نتایج حاصل از جدول ۴ نشان داد که تیمارهای ۲۰ و ۳۰ درصد کود ورمی کمپوست و کود دامی و تیمار ۳۰ درصد کود مرغی موجب افزایش وزن تر و خشک برگ شد (جدول ۴). همبستگی مثبت و معنی داری بین وزن تر و خشک برگ در بررسی حاضر مشاهده شد (جدول ۶). نتایج مشابهی در خصوص افزایش عملکرد رازیانه در صورت کاربرد تلفیقی کود دامی و نیتروژن گزارش شده است (Delfieh *et al.*, 2017). بررسی انجام شده در اسفناج نشان داد که کاربرد ورمی کمپوست (۱۰ درصد وزنی) اثر معنی داری بر عملکرد اندام هوایی گیاه داشت (Shekhi and Rownaghi, 2014). در تحقیق انجام شده در گیاه اسفناج مشخص شد که عملکرد اسفناج تحت تأثیر کود دامی و نیتروژن مورداستفاده قرار گرفت و بهترین عملکرد اسفناج ۲۴ تن در هکتار از تیمار ۲۰ تن کود حیوانی در هکتار و ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در

هکتار حاصل شد (Sadeghipour Marri, 2016). افزایش عملکرد ناشی از افزایش کود نیتروژن می تواند به دلیل تأثیر نیتروژن بر رشد رویشی گیاه و انجام فرآیند فتوسنتز و ذخیره سازی بیشتر باشد. کاهش رشد مشاهده شده در غلظت های بالای کود از ته احتمالاً به دلیل جایگزینی اسیدهای آلی و قندها به وسیله نیترات می باشد (Stagnari *et al.*, 2007).

وزن تر و خشک ریشه

بر اساس نتایج به دست آمده وزن تر و خشک ریشه تحت تأثیر تیمارهای ۱۰ و ۲۰ درصد کود دامی قرار گرفت سطوح مختلف کود شیمیایی مورد استفاده تأثیر منفی بر رشد ریشه داشت (جدول ۴). اگر مقدار زیادی نیترات توسط گیاه جذب شود احیای آن با مصرف انرژی همراه است که موجب کاهش رشد گیاه می شود. کاهش رشد ریشه موجب کاهش ظرفیت احیای نیترات در ریشه می شود و در صورت مصرف بی رویه کود، نیترات احیا نشده به برگ ها فرستاده می شود. لازم به ذکر می باشد که برگ دارای ظرفیت محدود در احیای نیترات می باشد که نهایتاً موجب تجمع نیترات در برگ ها می شود (Ferrante *et al.*, 2003).

محتوای عناصر

همان گونه که نتایج تجزیه خاک نشان می دهد آهکی بودن خاک (pH=۷/۹۶) و در نتیجه بی کربنات موجود در آن موجب کاهش جذب عناصر آهن، روی و پتاسیم در تمامی سطوح کود شیمیایی و تیمار شاهد شد (جدول ۴). ولی در صورت افزودن کودهای آلی (مرغی، دامی و ورمی کمپوست) به خاک با بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک در محیط ریزوسفر موجب کاهش pH شده و شرایط مناسب برای جذب عناصر مانند آهن، فسفر و کلسیم ایجاد شد (Toor, 2009) که این اثرات در بهبود جذب عناصر نهایتاً موجب افزایش فعالیت های متابولیکی و افزایش رنگ دانه های فتوسنتزی و سبزیگی در اندام هوایی گیاه می شود.

پتاسیم

کاربرد سطوح مختلف کود ورمی کمپوست، دامی و

پروتئینی) می‌باشد (Tatari, 2004). نتایج پژوهش حاضر نشان‌دهنده تأثیر مثبت ورمی کمپوست بر افزایش محتوای آهن در گیاه بود.

محتوای روی

از میان تیمارهای مورد مطالعه تیمارهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد کود ورمی کمپوست و دامی موجب افزایش محتوای روی نمونه‌ها گردید (جدول ۵). تأثیر مثبت ریزمغذی‌ها بر عملکرد ماده خشک ممکن است به دلیل افزایش بیوستتر اکسین در حضور عنصر روی، افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فعالیت فسفوانیول پیرووات کربوکسیلاز و ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز در بافت‌های گیاهی و افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی باشد (Sharafi et al., 2002; Ravi et al., 2008).

نتیجه‌گیری

امروزه با توجه به افزایش جمعیت و نیاز به تولید بیشتر سبزی‌ها استفاده از کودهای شیمیایی مخصوصاً نیتراژ در پرورش سبزی‌ها رایج شده است که اغلب مازاد نیتراژ در برگ‌ها تجمع می‌یابد. مازاد نیتراژ در بدن موجودات زنده تبدیل به نیتريت شود که در این صورت با ترکیبات آمینی و آمیدها واکنش نشان داده و موجب ایجاد ان-نیتروز می‌شود که برای بدن خطرناک می‌باشد (Stagnari et al., 2007). مطابق بررسی انجام شده استفاده از غلظت‌های بالای کود شیمیایی موجب تجمع نیتراژ در اسفناج (مخصوصاً در دم‌برگ) و کاهش جذب عناصر غذایی مانند پتاسیم، آهن و روی شد. چنین به نظر می‌رسد که کاربرد کودهای آلی نه تنها به بهبود جذب عناصر فوق کمک نمود بلکه موجب کاهش تجمع نیتراژ در گیاه گردید.

مرغی موجب افزایش محتوای یون پتاسیم در نمونه گردید که با افزایش درصد کود میزان عنصر از ۷۴ گرم در کیلوگرم در تیمار ۱۰ درصد ورمی کمپوست به ۹۵/۶ گرم در کیلوگرم وزن خشک در تیمار ۳۰ درصد کود ورمی کمپوست رسید (جدول ۵). در بررسی انجام شده در گیاه اطلسی مشخص شد که با مصرف ورمی کمپوست غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندام هوایی افزایش یافت (Chamani et al., 2004). براساس جدول (۵) کمترین میزان پتاسیم در تیمار سطوح مختلف کود اوره و شاهد مشاهده شد. به نظر می‌رسد جذب ترکیبات نیتروژنی از خاک تأثیر منفی بر جذب پتاسیم داشته باشد. به عبارتی با افزایش نیتروژن به فرم NH_4^+ در خاک بر سر جذب این عنصر و پتاسیم رقابت صورت گرفته و اکثر جایگاه‌های فعال جذب پتاسیم با این عنصر اشباع می‌شود.

محتوای آهن

بیشترین میزان آهن نمونه‌ها در تمامی سطوح کود دامی و ورمی کمپوست مشاهده شد و کمترین میزان آن در تیمار شاهد و کود اوره ملاحظه گردید (جدول ۵). در بررسی انجام شده در اسفناج مشخص شد که کاربرد ورمی کمپوست غلظت عنصرهای منیزیم، آهن، ازت و فسفر اندام هوایی اسفناج را افزایش داد ولی غلظت منگنز، روی، مس، کلسیم و سدیم اندام هوایی را کاهش داد (Shekhi and Rownaghi, 2014). اکثر خاک‌های زراعی ایران به دلایلی از قبیل آهکی بودن، بیکربناته بودن آب آبیاری، پایین بودن محتوای مواد آلی و مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته دچار کمبود شدید ریزمغذی‌ها به‌ویژه آهن و روی می‌باشد. آهن از عناصر ضروری در متابولیسم نیتروژن و افزایش رشد در گیاه از طریق افزایش فتوسنتز (بیوستتر هیدرات‌های کربن و مواد

References

- Abu-Dayeh, A. G. (2006). Determination of nitrate and nitrite content in several vegetables in Tulkarm District. M.Sc. Thesis, An-Najah National University, Nablus, Palestine.
- Benard, C. and Genard, M. (2009). Effects of low nitrogen supply on tomato fruits yield

- and quality with special emphasis on sugars, acids, ascorbate, carotenoids and phenolic compounds. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 57(10), 4112-4123.
- Chamani, E., Joyce, B. C. and Reihanytabar, A. (2008). Vermicompost effects on the growth and flowering of petunia by brida, Dream Neon Rose. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 3(3), 5-6-512.
- Delfieh, M., Modarres-Sanary, S. M. A. and Farhoudi, R. (2017). Investigating the effects of plant density, seed inoculation with bacteria and different nitrogen fertilizing methods on yield, yield components and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *The Plant Production (Scientific Journal of Agriculture)*, 40(1), 111-122.
- Erfani, F., Hassandokht, M., Barzagr M. and Jabbari, A. (2007). Determination of nutrients content of seven *spinacia oleracea* cultivars from Iran. *Journal of food Science periodical*, 2(3), 27-33. [In Farsi]
- Ferrante, A., Lncrocci, L., Maggini, R., Tognoni, F. and Serra, G. (2003). Pre harvest and Post-harvest strategies for reducing nitrate content in rocket (*Erca sativa*). *Acta Horticulture*, 628(1), 153-159.
- Ghorbanli, M, Saadatmand, L. and Niakan, M. (2011). Study the effects of natural habitats on flavonoids poly phenols, anthocyanin and their related antioxidant activity in *Elaeagnus agustifolia*. 1st Congress on Advanced Agricultural Finding, Islamic Azad University Saveh, Iran. [In Farsi]
- Goulding, K. (2000). Nitrate leaching from arable and horticultural land. *Soil Use and Management*, 16(1), 145-151.
- Kim, K. H., Tsao, R., Yang, R. and Cui, S.W. (2006). Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis conditions. *Food Chemistry*, 95, 466-473.
- Mansour Bahmani, S., Saffari, V. R. and Mansouri Mood, A. (2014). The effects of urea split application on nitrate accumulation on onion bulb yield under ex- season production in Jiroft. *Journal of Horticultural Science*, 27(4), 400-410. [In Farsi]
- Omrani, B. and Fallah, S. (2014). The response of purslane (*Portulaca oleracea*) production and quality to different organic and chemical fertilizers. *Journal of Plant Production*, 23(3), 105-128. [In Farsi]
- Pourreza, J. (2016). Evaluating the wheat (*Triticum aestivum*) yield loss caused by wild oat (*Avena fatua*) interference at Nitrogen Different Levels. *The Plant Production (Scientific Journal of Agriculture)*, 40(3), 41-52.
- Ravi, S., Channal, H.T., Hebsur, N. S., Patil, B. N. and Dharmatti, P. R. (2008). Effect of sulfur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L). *Karnataka Journal of Agricultural Science*, 21(3), 382-385.
- Sadeghipour Marri, M. (2016). The effects of diverse effects of animal manure and nitrogen on yield and quality of spinach. *Agronomy Journal*, 108(3), 53-64. [In Farsi]

- Sharafi, R., Tajbakh, M., Majidi, M. and Pourmirza, A. (2002). Effect of iron and zinc fertilizer on yield and yield components of two forage corn cultivars in Urmia. *Soil and Water*, 12, 85-94.
- Sharma, J. and Agarwal, S. (2014). Impact of organic fertilizers on growth, yield and quality of spinach. *Indian Journal of Plant Sciences*, 3(3), 37-43.
- Shekhi, J. and Rownaghi, A. (2014). The effects of salinity and vermicompost usage on mineral nutrients content and yield of spinach (Vivoufli cultivar) in a calcareous soil. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 4(13), 81-92. [In Farsi]
- Shi, R. L., Zhang, Y. Q., Chen, X. P., Sun, Q. P., Zhang, F. S. and Romheld, V. (2010). Influence of long-term nitrogen fertilization on micronutrient density in grain of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Cereal Science*, 51(1), 165-170.
- Stagnari, F., Bitetto, V. D. and Pisante, H. (2007). Effects of N fertilizers and rates on yield, safety and nutrients in processing spinach genotypes. *Scientia Horticulturae*, 14(4), 225-233.
- Tatari, M. (2004). The effects of various levels of salinity and irrigation times on growth and yield of cumin in Mashhad conditions. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. [In Farsi]
- Theunissen, J., Ndakidemi, A. and Laubscher, C. P. (2010). Potential of vermicompost produced from plant waste on growth and nutrient status in vegetable production. *International Journal of Physical Sciences*, 5(13), 964-973.
- Toor, G. S. (2009). Enhancing phosphorus availability in low phosphorus soils by using poultry manure and commercial fertilizers. *Soil Science*, 174(6), 364-385.
- Tucker, D. E., Allen, D. J. and Ort, D. R. (2004). Control of nitrate reductase by circadian and diurnal rhythms in tomato. *Planta*, 21(9), 277-285.

The Effects of Urea and Organic Fertilizers on Nitrate Accumulation and Some Physiological Traits of Spinach (*Spinacia oleraceae*)

L. Vojodi Mehrabani^{1*}, R. Valizadeh Kamran², Z. Soltanighralar³, Z. Emanizeraatcar⁴ and Z. Masumpour⁵

- 1- ***Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran (vojodilamia@gmail.com)
- 2- Assistant Professor, Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
- 3- Undergraduate Student, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
- 4- Undergraduate Student, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
- 5- Undergraduate Student, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

Received: 16 March, 2017

Accepted: 22 November, 2017

Abstract

Background and Objectives

Management of organic fertilizers utilization is of the main components of organic crops production which can greatly affect the yield and quality of plants. Due to the short time course of leafy vegetables production, farmers commonly use nitrogenous chemical fertilizers for the nourishment of plants. The results are huge nitrate accumulation on the edible parts of the vegetables and hence the deteriorating health side effects. So, owing to the necessity of vegetables in the daily diet, resorting to the production methods to reduce the nitrate accumulation and even preserve and add up the nutritious quality of vegetables is of great interest.

Materials and Methods

This experiment was conducted to evaluate the effects of deferent levels of cow, vermicompost and poultry organic fertilizers (0, 10, 20 and 30% in volume) and urea (102, 204 and 306 g Kg/ha) on nitrate accumulation (morning and evening sampling time) and Fe²⁺, Zn²⁺ and potassium concentration and total phenolic content as well as on some growth characteristics of spinach as RBCD design with three replications in Azarbaijan Shahid Madani University during 2016.

Results

The results revealed that the highest morning nitrate accumulation (2435 mg Kg⁻¹ Fwt) and that of evening (2052 mg Kg⁻¹ Fwt) belonged to 306 kg/ha urea treatment. Leaf length was effected by 20% (3.6 cm) and 30% (8.8 cm) of poultry manure. The highest data for TSS and root fresh and dry weight were attained by 10 and 20% of cow manure. The treatments, 20 and 30% of vermicompost, cow manure and 30% poultry manure increased the leaves fresh and dry weight. All levels of poultry and vermicompost manure had positive effects on potassium content. The highest amounts of Fe²⁺, Zn²⁺ and total phenolic content were recorded in 10, 20 and 30% cow manure and vermicompost manure

Discussion

Nitrate accumulation in vegetables is dependent upon several intrinsic and extrinsic factors of which, mineral nutrition is of crucial importance. Considering the positive response of spinach to the application of organic fertilizers, it seems that using these organic fertilizers would greatly decline the chemical fertilizers input as well as reduces the environmental side effects of chemicals and virtually goes to the production of safe organic products under sustainable production systems.

Keywords: Elements, Fresh weight, *Spinacia Oleraceae*, Total phenolics compound