



اثر روش‌های مختلف حاصلخیزی خاک (شیمیایی، آلی و تلفیقی) بر عملکرد و اجزاء عملکرد شلغم علوفه‌ای (*Brassica rapa*)

محیا انصاری جوینی^۱، محمدرضا چایی‌چی^۲ و *رضا کشاورز افشار^۳

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ^۲ دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ^۳ دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

چکیده

به منظور بررسی اثرات کودهای آلی، شیمیایی و تلفیق آنها بر عملکرد و اجزاء عملکرد شلغم علوفه‌ای، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج به اجرا در آمد. آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار از کودهای آلی، شیمیایی و تلفیقی در سه تکرار انجام شد. نتایج این پژوهش نشان داد که تیمار زئوپونیکس + ورمی کمپوست + ۲۵ درصد کود کامل شیمیایی بالاترین عملکرد غده (۸۳۶/۲ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد. در بین تیمارهای به کار رفته بیشترین عملکرد شاخساره در اثر کاربرد دو تیمار زئوپونیکس + ۵۰ درصد کود کامل شیمیایی و ورمی کمپوست + ۲۵ درصد بذر + ۲۵ درصد کود کامل شیمیایی تولید شد. بالاترین عملکرد علوفه کل نیز در اثر کاربرد دو تیمار زئوپونیکس + ۵۰ درصد کود کامل شیمیایی (۱۷۶۱۳/۳ کیلوگرم در هکتار) و ورمی کمپوست + ۲۵ درصد بذر + ۲۵ درصد کود کامل شیمیایی (۱۶۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱۰۶ و ۸۷ درصد افزایش عملکرد نشان دادند. نتایج این تحقیق بیان‌گر اثر افزایشی کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی بود. استفاده از روش تغذیه‌ای تلفیقی بیش از کاربرد جداگانه این منابع عملکرد را تحت تاثیر قرار دادند. نتایج نشان داد تاثیر کودهای آلی بر افزایش عملکرد شلغم علوفه‌ای به مراتب بیشتر از کودهای شیمیایی است.

واژه‌های کلیدی: شلغم علوفه‌ای، زئوپونیکس، ورمی کمپوست، باکتری‌های محرک رشد، کود شیمیایی

یکی از معضلات کشاورزی کشور، کمبود تولید علوفه است که موجب افزایش شدت چرا و فشار بیش از حد چرای دام بر مراتع شده و در نتیجه تخریب پوشش گیاهی و فرسایش خاک و بیابان‌زایی را موجب شده است. بنابراین توجه به توسعه کشت گیاهان علوفه‌ای در کشور ضروری به نظر می‌رسد. شلغم علوفه‌ای به دلیل دارا بودن خصوصیات نظیر تولید علوفه انبوه در زمانی که بسیاری از گیاهان علوفه‌ای دیگر محصولی تولید نمی‌کنند، عملکرد بالا همراه با انرژی و پروتئین زیاد در مقایسه با غلات و علف‌های چمنی چند ساله، قابلیت چرای مستقیم و در نتیجه هزینه برداشت پایین، تولید ماده خشک بالا در واحد سطح و قدرت سازگاری بالا با بسیاری از شرایط اقلیمی و خاکی می‌تواند در این زمینه راهگشا باشد (رائو و هورن، ۱۹۸۶).

امروزه در کشاورزی پایدار برای تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان و افزایش حاصلخیزی خاک از طریق به کارگیری موادی با منشاء طبیعی تاکید می‌شود. از میان ترکیبات با ارزشی که می‌توانند در افزایش حاصلخیزی خاک‌های زراعی مورد استفاده قرار گیرند می‌توان به ورمی‌کمپوست و کودهای زیستی اشاره نمود. ورمی‌کمپوست نوعی کمپوست تولید شده به وسیله کرم خاکی می‌باشد که در نتیجه تغییر و تبدیل و هضم نسبی بازمانده‌های آلی در ضمن عبور از دستگاه گوارشی این جانوران به وجود می‌آید (کیل و همکاران، ۱۹۹۲). ورمی‌کمپوست حاوی آنزیم‌هایی از قبیل پروتئاز، لیپاز، آمیلاز، سلولاز، لیگناز و کیتیناز بوده که در تجزیه بیولوژیک مواد آلی خاک نقش موثر است. این کود آلی از نظر ویتامین‌ها، آنتی بیوتیک‌ها و هورمون‌های رشد نیز ماده‌ای غنی محسوب می‌شود (زالر، ۲۰۰۷).

ژئولیت کانی‌های کریستالی متخلخلی می‌باشند که به دلیل دارا بودن منافذ و کانال‌های باز خاصیت جذب انتخابی داشته و برخی یون‌ها را جذب و برخی دیگر را از خود عبور می‌دهند (مامیتون، ۱۹۹۹). این ترکیبات طبیعی که به وفور در ایران یافت می‌شوند (کازمیان، ۲۰۰۰)، به دلیل خصوصیات همچون ظرفیت تبادل کاتیونی زیاد، قدرت جذب آمونیوم و جذب رطوبت و همچنین کمک به کاهش هدرروی و آبشویی عناصر غذایی به ویژه نیتروژن از لایه‌های سطحی خاک و همچنین اثرات مثبتی که بر خواص فیزیکی خاک برجای می‌گذارند، می‌توانند به عنوان اصلاح کننده‌های خاک در کشاورزی مورد استفاده قرار گیرند (پولات و همکاران، ۲۰۰۴)، ژئولیت ماده‌ای معدنی است که قدرت بسیار بالایی در جذب آب، آمونیوم، اوره و ترکیبات یونی دارد و به همین دلیل در مرغداری‌ها به عنوان ماده بستر مورد استفاده قرار می‌گیرد. پس از جذب فضولات پرندگان توسط این ماده، ژئولیت تبدیل به

ترکیبی بسیار مغذی شده که اصطلاحاً "ژئوپونیکس" نامیده می‌شود و علاوه بر دارا بودن خواص ژئولیت، غنی از کود مرغی شده و می‌تواند برای حاصل خیزی خاک مورد استفاده قرار گیرد (دریایی و همکاران، ۲۰۱۰).

کود زیستی عبارت است از مواد نگهدارنده با جمعیت مترامک از یک یا چند نوع موجود مفید خاکزی و یا فرآورده متابولیک آنها که به منظور تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، کنترل بیماری‌های خاکزاد و حفظ پایداری ساختمان خاک، مورد بهره برداری قرار می‌گیرند (وسی، ۲۰۰۳). اگر چه کاربرد کودهای زیستی به علل مختلف در چند دهه گذشته کاهش یافته است، ولی امروزه با توجه به مشکلاتی که مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی به وجود آورده است، استفاده از آنها به عنوان یک رکن اساسی در توسعه پایدار کشاورزی مجدداً مطرح شده است (الکساندراتوس، ۲۰۰۳). آزمایشات متعددی نشان داده‌اند که استفاده تلفیقی از کودهای آلی و شیمیایی می‌تواند به مراتب بهتر از کاربرد هر یک از آنها به تنهایی عمل کند و استفاده تلفیقی از این منابع می‌تواند ضمن کاهش اثرات مخرب ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، پایداری در تولید محصولات زراعی را نیز تضمین نماید (کشاورز افشار، ۲۰۱۰). هدف از انجام این پژوهش بررسی تاثیر منابع مختلف کودی بر رشد و عملکرد شلغم علوفه‌ای و امکان جایگزین نمودن تمام یا بخشی از کودهای شیمیایی مورد نیاز در تولید این گیاه زراعی با منابع آلی و در نتیجه کاهش اثرات سوء زیست محیطی کودهای شیمیایی بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات کودهای آلی، شیمیایی و تلفیق این منابع کودی بر عملکرد و اجزاء عملکرد شلغم علوفه‌ای، آزمایشی در سال ۱۳۸۸ در مزرعه آموزشی-پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج به اجرا در آمد. آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار و در سه تکرار انجام شد. تیمارهای مورد بررسی در جدول ۱ آمده است.

عملیات کاشت و برداشت به ترتیب در آبان سال ۱۳۸۸ و بهار سال ۱۳۸۹ صورت گرفت. پیش از آغاز اجرای طرح، از خاک محل انجام آزمایش نمونه‌ای به صورت مرکب تهیه و برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل گردید. بر اساس نتایج بدست آمده از آزمون خاک مقادیر مورد نیاز کود به ترتیب ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار N، ۷۵ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 و ۷۰ کیلوگرم در هکتار K_2O تعیین و پیش از کاشت در کرت های مزبور استفاده شدند (جدول ۲).

جدول ۱- تیمارهای مورد استفاده در آزمایش.

علامت اختصاری	تیمار	علامت اختصاری	تیمار
Zeo +50%CF	زئوپونیکس + ۵۰ درصد کود کامل شیمیایی	CO	شاهد بدون کود
Ver +50%CF	ورمی کمپوست + ۵۰ درصد کود کامل شیمیایی	CF	کود کامل شیمیایی (NPK)
PGPR + 50%CF	تلقیح بذر + ۵۰ درصد کود کامل شیمیایی	Ver	ورمی کمپوست (۵ تن در هکتار)
Ver + Zeo + 25%CF	ورمی کمپوست + زئوپونیکس + ۲۵ درصد کود کامل شیمیایی	Zeo	زئوپونیکس (۵ تن در هکتار)
Ver + PGPR + 25%CF	ورمی کمپوست + تلقیح بذر + ۲۵ درصد کود کامل شیمیایی	PGPR	تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد
Zeo + PGPR + 25%CF	زئوپونیکس + تلقیح بذر + ۲۵ درصد کود کامل شیمیایی	Ver + Zeo	ورمی کمپوست + زئوپونیکس
Zeo + Ver + PGPR	زئوپونیکس + ورمی کمپوست + تلقیح بذر	Ver + PGPR	ورمی کمپوست + تلقیح بذر
		Zeo + PGPR	زئوپونیکس + تلقیح بذر

جدول ۲- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

بافت خاک	اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	رطوبت اشباع (درصد)	کربنات کلسیم معادل (درصد)	کربن آلی (درصد)	نیترژن (درصد)
لومی رسی	۸/۲	۱/۶۱	۴۳/۶	۱۰/۱	۰/۷۴	۰/۰۸۱

ادامه جدول ۲-

فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز	مس
۱۹/۸	۲۰۰	۷/۲	۰/۷	۱۸/۶	۱/۶
قابل جذب (میلی گرم در هر کیلو گرم خاک)					

ورمی کمپوست مورد استفاده در این تحقیق از کارگاه تهیه کمپوست مزرعه آموزشی پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران وابسته به قطب علمی خاک‌شناسی تهیه شد (جدول ۳). زئوپونیکس نیز از یکی از مرغداری‌های واقع در منطقه ورامین تهران تهیه گردید که خصوصیات شیمیایی آن در جدول ۳ ارائه شده است. مقدار مصرف هر یک از کودهای ورمی کمپوست و زئوپونیکس با توجه به درصد نیترژن موجود در این کودها و نتایج به دست آمده از آزمون خاک، ۵

تن در هکتار در نظر گرفته شد. کود زیستی مورد استفاده در این تحقیق، ترکیبی از باکتری‌های حل کننده فسفات (*Pseudomonas putida* strain 168) و باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (*Azotobacter chroococcum*) بود که از بخش بیولوژی موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شدند.

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ورمی کمپوست و زئوپونیکس مورد استفاده

اهدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدینه خاک	کربن آلی	فسفر	نیتروژن	پتاسیم	بر	مس	منگنز	روی	آهن
										(میلی‌گرم بر کیلوگرم)
۷/۲	۸/۳	۲۶/۹۰	۷۵	۲/۳۵	۱۱۸	-	۵۵	۲۸۳	۱۱۲	۳۲۵۸
-	-	-	۱/۳۴	۲/۶۶	۲/۰۴	۳۳/۴۵	۶۷/۵۵	۵۲۱/۲	۲۱۶/۸	۱۲۴۹/۲۵

پس از اعمال تیمارهای کودی در کرت‌های آزمایشی، در صبح روز کاشت تلقیح بذور و براساس استانداردهای موجود (سوماسه‌گاران و هوین، ۱۹۹۴) صورت پذیرفت و بلافاصله پس از تلقیح عملیات کشت در ۲۰ آبان ۱۳۸۹ انجام شد. در تیمارهای حاوی کود شیمیایی، تنها یک سوم کود N به صورت پایه مصرف شد و مابقی آن به صورت سرک و در دو مرحله (آغاز رشد بوته‌ها در بهار و به فاصله ۲ هفته بعد از آن) استفاده شدند. در اردیبهشت و با ظهور اولین گل آذین‌ها در مزرعه عملیات برداشت انجام شد. پس از حذف اثر حاشیه از کوادرات یک متر مربعی برای برداشت استفاده شد. صفات اندازه‌گیری شده عبارت بودند از عملکرد غده، عملکرد شاخساره، عملکرد علوفه کل، نسبت شاخساره به ریشه، سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، نسبت برگ به ساقه و مقدار کلروفیل برگ. در زمان برداشت، بوته‌ها به صورت کامل از خاک خارج و بعد از جدا کردن غده و شاخساره به آن منتقل و برای ۵ روز در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند، سپس وزن و عملکرد علوفه در واحد سطح محاسبه شد. برای اندازه‌گیری مقدار کلروفیل برگ از دستگاه کلروفیل متر دستی (SPAD) استفاده شد. در هر کرت به طور تصادفی ۱۵ برگ از ۱۵ بوته انتخاب و مقدار کلروفیل برگ آنها اندازه‌گیری شد. در انتخاب برگ‌ها تلاش شد تا نمونه‌های انتخابی دارای شرایط یکسان (به لحاظ اندازه و سن) باشند و از برگ‌های بسیار جوان یا پیر برای نمونه‌گیری اجتناب گردید. برای اندازه‌گیری سطح برگ، وزن خشک ساقه و برگ و همچنین تعیین نسبت برگ به ساقه نیز به طور تصادفی از هر کرت ۵ بوته انتخاب و به آزمایشگاه فیزیولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه

تهران منتقل شدند. برای اندازه گیری سطح برگ از دستگاه سطح برگ سنج استفاده شد. پس از اندازه گیری سطح برگ، نمونه های برگ و ساقه هر کرت جداگانه به مدت ۵ روز در آون (دمای ۷۰ درجه سانتی گراد) قرار داده شد تا وزن خشک آنها محاسبه شود. پیش از هرگونه اقدام جهت انجام محاسبات آماری نرمال بودن داده ها مورد ارزیابی قرار گرفت. برای انجام محاسبات آماری و محاسبه انحراف معیار میانگین تیمارها از نرم افزار SAS استفاده شد. مقایسه میانگین تیمارها نیز با روش حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

اثر تیمارهای کودی بر تمام صفات اندازه گیری شده شلغم علوفه ای به جز محتوای کلروفیل و نسبت برگ به ساقه معنی دار ($P < 0/05$) بود (جدول ۴ و ۵).

سطح برگ: در بین تیمارهای کودی، بالاترین سطح برگ در تیمارهای Zeo, Ver + SI + 25%CF, CF و Zeo+50%CF تولید شد که تقریباً به یک اندازه (در حدود ۷۶-۵۵ درصد) سطح برگ را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند (جدول ۶). زئوپونیکس غنی از نیتروژن بوده که این امر می تواند افزایش سطح برگ در اثر مصرف این کود را توجیه نماید. افزایش سطح برگ که به مفهوم افزایش سطح فتوسنتزی می باشد، می تواند به تولید زیست توده گیاهی بیشتر کمک نماید. مصرف ورمی کمپوست و همچنین تلقیح بذر با باکتری های محرک رشد به تنهایی اثرگذاری ناچیزی بر افزایش سطح برگ گیاه نسبت به تیمار شاهد داشتند ولی زمانی که به صورت تلفیقی همراه با مقادیری کود شیمیایی مصرف شدند، منجر به افزایش سطح برگ گیاه شدند. در بررسی تاثیر باکتری های محرک رشد در گیاهان مختلف مشاهده شده است که کاربرد باکتری های محرک رشد از طریق تولید ایندول استیک اسید منجر به افزایش سطح برگ می شوند (اسپین و همکاران، ۲۰۰۹؛ لی و همکاران، ۲۰۰۵؛ استون و همکاران، ۲۰۰۱؛ موردوخوا و همکاران، ۲۰۰۰). در تحقیقات متعددی نشان داده شده است که استفاده تلفیقی از کودهای شیمیایی و کودهای آلی همچون کودهای دامی، ورمی کمپوست و کودهای زیستی، که اصطلاحاً مدیریت تلفیقی مواد غذایی نامیده می شود، نه تنها منجر به حفظ حاصل خیزی خاک و فعالیت زیستی آن می شود بلکه منجر به بهبود خواص فیزیکی خاک شده (صالح راستین، ۲۰۰۵) و در نتیجه می تواند اثرگذاری بیشتری نسبت به استفاده هر کدام از آنها به تنهایی داشته باشد (برسز و همکاران، ۲۰۰۵؛ مونتورو، ۲۰۰۹). استفاده تلفیقی از کود دامی و کود شیمیایی

در کنار بهبود خصوصیات فیزیکی خاک منجر به افزایش تولید از طریق استفاده موثر و کارآمد از آب و مواد غذایی می‌شود (باتاچاریا، ۲۰۰۸).

وزن خشک برگ: در بین تیمارهای کودی تیمارهای CF، Ver، Ver+Zeo، Ver+SI، Ver+50%CF، Ver+SI+25%CF، Ver+SI+25%CF بالاترین وزن خشک برگ را تولید کردند که نشان‌دهنده تاثیر مثبت این تیمارها بر وزن خشک برگ شلغم بود (جدول ۶). نکته قابل توجه وجود ورمی‌کمپوست در اکثر این تیمارهای کودی بود. در واقع حضور کود تلفیقی با بنیان ماده آلی مانند ورمی‌کمپوست به همراه مقداری کود شیمیایی منجر به افزایش وزن برگ نسبت به سایر تیمارها شد. همچنین این نتایج نشان می‌دهد که ورمی‌کمپوست می‌تواند به تنهایی بر افزایش وزن خشک برگ شلغم علفه‌ای تاثیرگذار باشد در حالی که مصرف زئوپونیکس و کود زیستی به تنهایی بر این صفت تاثیری نداشت. اما مصرف آنها به صورت تلفیقی با ورمی‌کمپوست منجر به افزایش وزن خشک برگ شلغم علفه‌ای گردید. تحقیقات نشان می‌دهند که ورمی‌کمپوست از طریق افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه به‌ویژه نیتروژن می‌تواند منجر به افزایش رشد و عملکرد گیاهان زراعی شود (آرانکون و همکاران، ۲۰۰۳؛ لیو و همکاران، ۱۹۹۱). ورمی‌کمپوست علاوه بر تامین عناصر پرمصرف گیاه عناصر کم مصرف را نیز تامین می‌نماید و چون آزادسازی عناصر غذایی از این منابع کودی به صورت تدریجی انجام می‌شود، هدر روی عناصر کاهش و قابلیت گیاه برای جذب این عناصر و در نتیجه رشد افزایش می‌یابد (دانیل و اندرسون، ۱۹۹۲).

وزن خشک ساقه: در بین تیمارهای کودی، تیمارهای Ver+SI+25%CF و Zeo+50%CF بالاترین وزن خشک ساقه را تولید کردند (جدول ۶). وجود زئوپونیکس و ورمی‌کمپوست در تیمارهای کودی به همراه مقداری کود شیمیایی شرایط را برای جذب حداکثر عناصر در گیاه مهیا می‌سازد. بنابراین به نظر می‌رسد که ورمی‌کمپوست و زئوپونیکس این قابلیت را دارند که عناصر موجود در خاک و همچنین عناصر غذایی رها شده از کود شیمیایی را بر روی کلونیدهای خاک حفظ نموده و به تدریج در اختیار گیاه قرار دهند. همچنین گزارش شده است که استفاده از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفر نیز همراه با ورمی‌کمپوست می‌تواند سبب افزایش مقدار نیتروژن و فسفر موجود در ورمی‌کمپوست شود (کومار و سینگ، ۲۰۰۱) و از این طریق موجبات افزایش رشد گیاه را فراهم سازد. به علاوه گزارش شده است که ورمی‌کمپوست حاوی مواد زیستی فعال است که همانند تنظیم‌کننده‌های رشد عمل نموده و از این طریق نیز در افزایش رشد گیاهان موثر واقع می‌شود (توماتی و همکاران، ۱۹۸۳ و ۱۹۸۷). از طرف دیگر توانایی تولید مواد تنظیم‌کننده رشد از جمله اکسین، سایتوکنین و جیبرلین توسط باکتری‌های محرک رشد در تحقیقات بسیاری به اثبات رسیده است (زهیر

و همکاران، ۲۰۰۴؛ زی و همکاران، ۱۹۹۶). بر این اساس احتمالاً ترکیب ورمی کمپوست و باکتری‌های محرک رشد از طریق سازوکارهایی که عنوان شد توانسته اثر مثبت بر افزایش رشد شلغم علوفه‌ای داشته باشد. برتری کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی در تحقیقات زیادی به اثبات رسیده است. از جمله محمدی و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی تاثیر سیستم‌های مختلف حاصلخیزی خاک نشان دادند که کاربرد توام کودهای شیمیایی، کود دامی و کمپوست منجر به افزایش رشد و عملکرد نخود می‌گردد. بولوک و همکاران (۲۰۰۲) نیز نتایج مشابهی را در این مورد گزارش نمودند. آنها در تحقیق خود عنوان کردند که مصرف توام کمپوست و کود دامی سبب افزایش وزن خشک ساقه گیاهان می‌شود.

عملکرد غده: در بین تیمارهای کودی تیمار $Zeo+Ver+25\%CF$ بالاترین عملکرد غده (۸۳۶/۲ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد که نسبت به تیمار شاهد ۷۰ درصد افزایش نشان داد (جدول ۷). تحقیقات نشان داده‌اند که منابع آلی مانند کود دامی در تلفیق با کود شیمیایی می‌تواند به حاصلخیزی خاک و افزایش تولید محصول منجر شود (اقبال، ۱۹۹۵؛ باوئر و بلک، ۱۹۹۴). هاتی و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که کاربرد توام کود کامل شیمیایی و کود دامی منجر به افزایش طول و حجم ریشه سویا نسبت به تیمار کود کامل شیمیایی و تیمار شاهد شد که این امر را به مقاومت مکانیکی پایین‌تر، تهویه بهتر و وزن مخصوص ظاهری پایین‌تر خاک سطحی در اثر مصرف کود دامی نسبت داده‌اند که امکان گسترش و رشد بیشتر ریشه سویا را در خاک فراهم نمود. باتاچاریا و همکاران (۲۰۰۸) نیز در تحقیق خود نشان دادند که کاربرد کود کامل شیمیایی و کود دامی منجر به افزایش عملکرد گندم و سویا که در تناوب با یکدیگر کشت شده بودند گردید. در واقع قرار دادن کودهای آلی مانند زئوپونیکس در کنار کود کامل شیمیایی منجر به فراهمی بیشتر نیتروژن، فسفر و پتاسیم، بهبود فعالیت میکروبی و افزایش جذب عناصر ماکرو و میکرو مانند گوگرد، روی، مس و بر که از طریق کود شیمیایی قابل تامین نبودند، می‌شود (یاداو و همکاران، ۲۰۰۰؛ آبرول و همکاران، ۱۹۹۷).

عملکرد شاخساره و علوفه کل: در بین تیمارهای کودی تیمار $Zeo+50\%CF$ و $+25\%CF$ $SI+Ver$ بالاترین عملکرد شاخساره و همچنین بالاترین عملکرد علوفه کل را تولید کردند (جدول ۷). در این تحقیق همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین عملکرد شاخساره و عملکرد علوفه کل شلغم علوفه‌ای وجود داشت (جدول ۸). تحقیقات سوپاپرون و پتایاکون (۲۰۰۲) و پولات و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که ترکیب زئولیت‌های طبیعی با کودهای شیمیایی می‌تواند به وسیله افزایش قابلیت نگهداری عناصر در طولانی مدت کیفیت خاک را بهبود بخشند و افزون بر فراهمی عناصری مانند نیتروژن و پتاسیم، در نگهداری و در اختیار گذاشتن کاتیون‌هایی مانند کلسیم، منیزیم و عناصر کم

مصرف موثر واقع شود. افزایش عملکرد گیاهان مختلف مانند گندم، جو، سیب زمینی و غیره در اثر کاربرد زئولیت های طبیعی گزارش شده است (رهاکوا و همکاران، ۲۰۰۴؛ مامپتون، ۱۹۹۹). به علاوه گزارش شده است که زئولیت ها با جلوگیری از شستشوی نیتروژن (مامپتون، ۱۹۹۹) و فراهمی بیشتر این عنصر برای گیاه سبب افزایش رشد برگ و افزایش شاخص سطح برگ می شوند. افزایش شاخص سطح برگ با فتوسنتز خالص مرتبط است و افزایش آن باعث افزایش وزن خشک گیاه می شود. وجود همبستگی مثبت و معنی دار بین سطح برگ و عملکرد شاخساره و علوفه کل علوفه شلغم در این تحقیق دال بر این مدعاست. از سوی دیگر بین تأمین نیتروژن و افزایش تولید ماده خشک گیاهی نیز رابطه نزدیکی وجود دارد به طوری که نتایج تحقیقات اسار و اسکاریسبریک (۱۹۹۵) نیز موید این نکته است که با افزایش فراهمی نیتروژن، عملکرد ماده خشک کلزا افزایش می یابد. علاوه بر تاثیر تیمار تلفیقی زئوپونیکس و کود شیمیایی، تیمار تلفیقی $Ver + SI + 25\%CF$ نیز منجر به تولید بالاترین عملکرد شاخساره و علوفه کل شلغم گردید. اثرات مطلوب ورمی کمپوست به دلیل تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و زیستی محیط کشت (آبیه و همکاران، ۲۰۰۰) و همچنین تنظیم اسیدیته خاک و افزایش معنی دار ظرفیت نگهداری آب در محیط کشت است (مک گینیس و همکاران، ۲۰۰۳). به نظر می رسد که حضور باکتری های محرک رشد در بستر کشت حاوی ورمی کمپوست می تواند سبب بهبود فعالیت این باکتری ها شده و شرایط لازم را برای فراهمی بیشتر عناصری همچون نیتروژن و فسفر را فراهم آورد. همچنین تحقیقات نشان داده اند که تلقیح بذر سویا با باکتری های محرک رشد در ترکیب با کود شیمیایی منجر به افزایش ماده خشک و عملکرد سویا می شود (لانجی و همکاران، ۲۰۰۵؛ وو و همکاران، ۲۰۰۵). شیالاجا و سواراج یالاکشمی (۲۰۰۴) نیز نشان دادند که تلفیق کود دامی و کود مرغی همراه با کود شیمیایی نیتروژن منجر به افزایش عملکرد آفتابگردان گردید. در اوایل رشد که نیاز غذایی گیاه کم است میزان نیتروژن معدنی کود دامی کمتر از کود شیمیایی است، ولی در مراحل رشد زایشی به علت تداوم فرآیند معدنی شدن، جذب تا مدت زمان طولانی تری ادامه پیدا می کند. همچنین کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و ساختمان گرانوله ای خاک، افزایش فعالیت های میکروبی و آنزیمی و آزادسازی عناصر غذایی موجود در کلوئیدهای خاک از دلایل افزایش عملکرد در روش های تغذیه تلفیقی از کودهای آلی و شیمیایی می باشد (باسو و همکاران، ۲۰۰۸؛ گریندلر و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین با تلفیقی از کودهای آلی و شیمیایی نه تنها می توان تولید را در حد بهینه نگه داشت بلکه می توان میزان مصرف کود

شیمیایی را کاهش داد و بدین ترتیب موجبات بهبود کمی و کیفی محصول در بوم نظام‌های زراعی را فراهم کرد.

نسبت شاخساره به غده: در بین تیمارهای به کار رفته در این تحقیق، بالاترین نسبت شاخساره به ریشه را تیمارهای Zeo+SI و Zeo+50% CF تولید کردند (جدول ۷). این امر نشان‌دهنده تاثیرگذاری بیشتر ژئوپونیکس بر افزایش نسبت شاخساره به غده می‌باشد. با توجه به اینکه شاخساره به لحاظ درصد پروتئین خام و کربوهیدرات‌های محلول در آب نسبت به غده از برتری بالایی برخوردار است (کشاورز افشار، ۲۰۱۰)، بنابراین می‌توان چنین تصور نمود که کیفیت علوفه تولیدی در این دو تیمار می‌تواند نسبت به تیمارهای دیگر از برتری بالایی برخوردار باشد.

جدول ۴- تجزیه واریانس اثرات روش‌های مختلف حاصلخیزی خاک بر صفات اندازه‌گیری شده شلغم علوفه‌ای

میانگین مربعات صفات					درجه آزادی	منابع تغییر
برگ/ساقه	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	سطح برگ	محتوای کلروفیل		
۰/۰۴۶	۳۵/۲۸۶	۱۵/۵۰۵	۱۴۵۴۲۱/۶۲	۴۸/۰۶۷	۲	تکرار
۰/۰۷۸ ^{NS}	۱۵۵/۵۹۲**	۵۷/۷۲۷**	۲۷۶۰۴۴۲/۹۸**	۹/۱۴۳ ^{NS}	۱۴	تیمار
۰/۰۳۹	۰/۰۷۸	۷/۷۸	۶۷۴۰۷۳/۸۶	۴/۵۱۶	۲۸	خطا
٪۲۴	٪۲۱/۱	٪۱۰/۵	٪۱۵/۳	٪۵/۴		ضریب تغییرات

** معنی‌دار در سطح آماری یک درصد، * معنی‌دار در سطح آماری پنج درصد و ^{NS} از لحاظ آماری غیر معنی‌دار

جدول ۵- تجزیه واریانس اثرات روش‌های مختلف حاصل‌خیزی خاک بر صفات اندازه‌گیری شده شلغم علوفه‌ای

میانگین مربعات صفات				درجه آزادی	منابع تغییر
شاخساره به غده	عملکرد علوفه کل	عملکرد شاخساره	عملکرد غده		
۱۱/۲۹۷	۱۸۸۱۰۰۶۲/۲	۱۷۶۸۶۴۱۶/۴	۲۳۱۰۶/۴	۲	تکرار
۵۱/۰۹۴**	۱۶۶۰۶۸۱/۲**	۱۵۹۱۶۶۸۸/۱**	۳۱۷۶۶۳**	۱۴	تیمار
۳/۶۲۳	۱۹۹۰۹۷۴/۱	۱۹۰۵۲۶۹/۶	۲۳۰۴/۱	۲۸	خطا
٪۸/۷	٪۱۱	٪۱۰/۷	٪۸/۲		ضریب تغییرات

** معنی‌دار در سطح آماری یک درصد، * معنی‌دار در سطح آماری پنج درصد و ^{NS} از لحاظ آماری غیر معنی‌دار

جدول ۶- میانگین صفات اندازه‌گیری شده شلغم علوفه‌ای تحت تاثیر تیمارهای مختلف کود

تیمار	محتوای کلروفیل (عدد اسپاد)	سطح برگ (سانتی متر مربع)	وزن خشک برگ (گرم در بوته)	وزن خشک ساقه (گرم در بوته)	برگ/ ساقه
CO	40/1 (±2/6) ^a	3982 (±50/3) ^g	19/3 (±1/1) ^h	20 (±7/6) ^f	0/97 (±0/2) ^a
100% CF	37/9 (±4/2) ^a	6493/7 (±273/5) ^{abc}	31/7 (±2/9) ^a	32/9 (±5/3) ^{bcde}	0/96 (±0/1) ^a
Zeo	41/1 (±3/3) ^a	6659/3 (±244/8) ^{ab}	22/8 (±4/1) ^{efgh}	29/3 (±7/3) ^{bcdef}	1/24 (±0/4) ^a
Ver	40/7 (±1/6) ^a	4014 (±1670/4) ^{fg}	32/3 (±3/3) ^a	31/8 (±5/3) ^{bcde}	1/01 (±0/1) ^a
SI	35/9 (±2/7) ^a	5367/7 (±226/1) ^{bcdef}	19/3 (±4/1) ^h	23 (±4/6) ^{ef}	0/84 (±0/2) ^a
Ver+Zeo	40/6 (±0/7) ^a	4041/3 (±467/3) ^{fg}	27/7 (±4/1) ^{abcde}	25/8 (±3/4) ^{cdef}	1/07 (±0/1) ^a
Ver+SI	40/1 (±2/9) ^a	4501/3 (±709/8) ^{efg}	30 (±3/4) ^{abcd}	31/5 (±1/7) ^{bcde}	0/95 (±0/1) ^a
Zeo+SI	38/1 (±2/3) ^a	5215/3 (±319) ^{cdefg}	23/6 (±1/2) ^{efgh}	22/9 (±7/6) ^{ef}	1/03 (±0/3) ^a
Zeo+50% CF	37/6 (±3/4) ^a	6189/7 (±262/1) ^{abcd}	26 (±1/6) ^{cdef}	39/9 (±6/8) ^{ab}	0/65 (±0/1) ^a
Ver+50% CF	38 (±3/6) ^a	5595/3 (±123/1) ^{bcde}	28/4 (±1/1) ^{abcd}	23/6 (±7/2) ^{def}	0/82 (±0/2) ^a
SI+50% CF	40/3 (±2/2) ^a	5282/7 (±363/9) ^{cdefg}	21/2 (±2/4) ^{gh}	28 (±8/2) ^{cdef}	0/75 (±0/1) ^a
Zeo+Ver+25% CF	38/5 (±2/9) ^a	5556/7 (±53/5) ^{bcde}	26/7 (±1/2) ^{bcdef}	33/8 (±9/4) ^{bcd}	0/79 (±0/2) ^a
Ver+SI+25% CF	37/5 (±2/5) ^a	7036 (±60/8) ^a	30/3 (±3/2) ^{abc}	47/7 (±2/2) ^a	0/64 (±0/1) ^a
Zeo+SI+25% CF	39/6 (±2/1) ^a	5420 (±321/0/5) ^{bcde}	31/1 (±0/4) ^{ab}	34/7 (±8/2) ^{bc}	0/90 (±0/2) ^a
Zeo+Ver+SI	41/8 (±1/6) ^a	5044/3 (±167/5) ^{defg}	25/5 (±4/3) ^{defg}	28/5 (±4/7) ^{cdef}	0/89 (±0/0/2) ^a
LSD	-	457/8	4/66	10/7	-

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارها بر اساس LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

تیمارها عبارتند از: (CO) تیمار شاهد، (100%CF) ۱۰۰٪ کود شیمیایی، (Zeo) زئوپونیکس، (Ver) ورمی کمپوست، (SI) تلقیح‌بذر با باکتری‌های محرک رشد، (Ver+Zeo) ورمی کمپوست + زئوپونیکس، (Ver+SI) ورمی کمپوست + تلقیح‌بذر با باکتری‌های محرک رشد، (Zeo+SI) زئوپونیکس + تلقیح‌بذر با باکتری‌های محرک رشد، (Zeo+50%CF) زئوپونیکس+۵۰٪ کود شیمیایی، (Ver+50%CF) ورمی کمپوست + ۵۰٪ کود شیمیایی، (SI+50%CF) تلقیح‌بذر با باکتری‌های محرک رشد + ۵۰٪ کود شیمیایی، (Zeo+Ver+25%CF) زئوپونیکس + ورمی کمپوست + ۲۵٪ کود شیمیایی، (Ver+SI+25%CF) ورمی کمپوست+تلقیح‌بذر با باکتری‌های محرک رشد + ۲۵٪ کود شیمیایی، (Zeo+SI+25%CF) زئوپونیکس + تلقیح‌بذر با باکتری‌های محرک رشد + ۲۵٪ کود شیمیایی، (Zeo+Ver+SI) زئوپونیکس + ورمی کمپوست + تلقیح‌بذر با باکتری‌های محرک رشد.

جدول ۷- میانگین صفات اندازه‌گیری شده شلغم علوفه ای تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی

تیمار	عملکرد غده (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد شاخساره (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد علوفه کل (کیلوگرم در هکتار)	شاخساره به غده (کیلوگرم در هکتار)
CO	۴۹۰/۲ (±۲۹/۹) ^{ghi}	۸۰۳۳/۱ (±۳۷۵/۶) ^h	۸۵۲۳/۳ (±۴۰۵/۵) ^f	۱۶/۴ (±۰/۲) ^g
100% CF	۵۴۹/۸ (±۳۵/۴) ^{efgh}	۱۱۷۲۰/۲ (±۲۱۶۷/۶) ^{defg}	۱۲۲۷۰ (±۲۲۰۲/۵) ^{de}	۲۱/۳ (±۲/۶) ^{de}
Zeo	۶۶۰ (±۳۵/۴) ^{bcd}	۱۴۰۵۳/۳ (±۴۴۴/۷) ^{bc}	۱۴۷۱۳/۳ (±۴۸۰/۱) ^{bc}	۲۱/۳ (±۰/۴) ^{de}
Ver	۶۵۵/۲ (±۶۱/۹) ^{bcd}	۱۰۶۴۱/۵ (±۱۵۲۷) ^{fg}	۱۱۲۹۶/۷ (±۱۵۰۱/۳) ^e	۱۶/۲ (±۳/۵) ^g
SI	۶۱۱/۱ (±۴۴/۱) ^{cde}	۱۱۶۸۲/۲ (±۱۱۱۶/۹) ^{efg}	۱۲۲۹۳/۳ (±۱۱۲۰/۸) ^{de}	۱۹/۱ (±۲/۳) ^{efg}
Ver+Zeo	۵۶۳/۲ (±۴۳/۷) ^{efg}	۹۷۸۶/۸ (±۹۵۳/۹) ^{gh}	۱۰۳۵۰ (±۹۷۲/۴) ^{ef}	۱۷/۳ (±۱/۶) ^{fg}
Ver+SI	۵۱۲/۱ (±۳۹/۱) ^{fghi}	۱۰۱۷۷/۹ (±۷۱۲/۸) ^{fgh}	۱۰۶۹۰ (±۷۳۹/۸) ^{ef}	۱۹/۸ (±۱/۱) ^{ef}
Zeo+SI	۴۹۹/۲ (±۴۷/۴) ^{ghi}	۱۳۴۵۰/۸ (±۲۲۰۳/۳) ^{bcd}	۱۳۹۵۰ (±۲۲۴۹/۸) ^{bcd}	۲۶/۹ (±۱/۹) ^{ab}
Zeo+50% CF	۶۷۱/۹ (±۲۵/۵) ^{bc}	۱۶۹۴۱/۴ (±۱۱۶۹/۷) ^a	۱۷۶۱۳/۳ (±۱۱۹۴/۸) ^a	۲۵/۲ (±۰/۸) ^{bc}
Ver+50% CF	۴۷۹ (±۱۹/۸) ^{hi}	۱۲۱۳۱ (±۶۵۰/۷) ^{cdef}	۱۲۶۱۰ (±۶۶۵/۷) ^{cde}	۲۵/۳ (±۰/۹) ^b
SI+50% CF	۴۵۲/۳ (±۹۹/۶) ⁱ	۱۳۲۷۱/۱ (±۱۹۹۴/۴) ^{bcd}	۱۳۷۲۳/۳ (±۲۰۸۵/۱) ^{bcd}	۲۹/۳ (±۲/۸) ^a
Zeo+Ver+25% CF	۸۳۶/۲ (±۵۴/۳) ^a	۱۴۰۳۰/۵ (±۱۶۵۹/۳) ^{bc}	۱۴۸۶۶/۷ (±۱۷۰۵/۸) ^{bc}	۱۶/۷ (±۱/۲) ^{fg}
Ver+SI+25% CF	۶۹۲/۸ (±۱۴۸/۳) ^b	۱۵۳۰۷/۲ (±۳۲۹۰/۵) ^{ab}	۱۶۰۰۰ (±۳۴۳۱) ^{ab}	۲۲/۱ (±۱/۸) ^{cde}
Zeo+SI+25% CF	۵۳۴/۸ (±۴۳/۴) ^{efgh}	۱۳۳۲۱/۹ (±۲۶۰۳/۸) ^{bcd}	۱۳۸۵۶/۷ (±۲۶۳۷/۳) ^{bcd}	۲۴/۹ (±۳/۶) ^{bc}
Zeo+Ver+SI	۵۸۹/۵ (±۵۱/۸) ^{def}	۱۳۹۹۷/۲ (±۱۸۲۷/۸) ^{bcd}	۱۴۵۸۶/۷ (±۱۸۷۵/۲) ^{bcd}	۲۳/۷ (±۱/۴) ^{bcd}
LSD	۸۰/۲۸	۲۳۰۹	۲۳۶۰	۳/۱۸

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارها بر اساس LSD در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

تیمارها عبارتند از: تیمار شاهد، (CO) تیمار شاهد، (100% CF) ۱۰۰٪ کودشیمیایی، (Zeo) زئوپونیکس، (Ver) ورمی کمپوست، (SI) تلقیح‌بذر با باکتری‌های محرک رشد، (Ver+Zeo) ورمی کمپوست + زئوپونیکس، (Ver+SI) ورمی کمپوست + تلقیح‌بذر با باکتری‌های محرک رشد، (Zeo+SI) زئوپونیکس + تلقیح‌بذر با باکتری‌های محرک رشد، (Zeo+50% CF) زئوپونیکس + ۵۰٪ کودشیمیایی، (Ver+50% CF) ورمی کمپوست + ۵۰٪ کودشیمیایی، (SI+50% CF) تلقیح‌بذر با باکتری‌های محرک رشد + ۵۰٪ کودشیمیایی، (Zeo+Ver+25% CF) زئوپونیکس + ورمی کمپوست + ۲۵٪ کودشیمیایی، (Ver+SI+25% CF) ورمی کمپوست + تلقیح‌بذر با باکتری‌های محرک رشد + ۲۵٪ کود شیمیایی، (Zeo+SI+25% CF) زئوپونیکس + تلقیح‌بذر با باکتری‌های محرک رشد + ۲۵٪ کودشیمیایی، (Zeo+Ver+SI) زئوپونیکس + ورمی کمپوست + تلقیح‌بذر با باکتری‌های محرک رشد.

جدول ۸- ضرایب همبستگی صفات اندازه‌گیری شده شلغم علوفه‌ای

وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	سطح برگ	نسبت شاخساره به غده	عملکرد علوفه کل	عملکرد شاخساره	عملکرد غده	
							عملکرد غده
						۱	عملکرد شاخساره
					۱	۰/۴۶۲	عملکرد علوفه کل
				۱	۰/۹۹۹**	۰/۴۹۶	نسبت شاخساره به غده
			۱	۰/۵۴۱*	۰/۵۷۳*	-۰/۴۴۴	سطح برگ
		۱	۰/۴۰۹	۰/۷۵۴**	۰/۷۵۴**	۰/۳۴۷	وزن خشک برگ
	۱	۰/۱۱۰	-۰/۰۹۵	۰/۰۷۵	۰/۰۶۹	۰/۱۷۲	وزن خشک ساقه
۱	۰/۵۸۲*	۰/۵۸۹*	۰/۰۸۷	۰/۶۴۲**	۰/۶۳۱*	۰/۵۵۱*	

**معنی‌دار در سطح آماری یک درصد، *معنی‌دار در سطح آماری پنج درصد و ^{ns} از لحاظ آماری غیر معنی‌دار

نتیجه‌گیری

براساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق تیمارهای Ver + SI + 25%CF و Zeo+50%CF بیشترین تأثیر را بر افزایش عملکرد علوفه شلغم علوفه‌ای داشتند به‌طوری‌که نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۱۰۶ و ۸۷ درصد افزایش عملکرد نشان دادند. این موضوع نشان می‌دهد که استفاده تلفیقی از کود شیمیایی و کودهای آلی می‌تواند ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی و در نتیجه کاهش مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف آنها، عملکرد علوفه شلغم را افزایش دهد. نکته قابل توجه در این تحقیق تأثیر قابل توجه زئوپونیکس بر عملکرد این گیاه بود. با توجه به منابع فراوان زئولیت در ایران و امکان تهیه کود با ارزش زئوپونیکس با استفاده از زئولیت در مرغداری‌ها، استفاده از این ماده با ارزش علاوه بر اثرگذاری بر عملکرد محصولات زراعی، تأثیر قابل توجهی بر اصلاح خصوصیات فیزیکی - شیمیایی و فعالیت زیستی خاک داشته باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده این موضوع مورد بررسی بیشتری قرار گیرد.

- Abrol, I.P., Bronson, K.F., Duxbury, J.M. and Gupta, R.K. 1997. Long-term soil fertility experiments in rice-wheat cropping systems. Rice - Wheat Consortium Paper Series No. 1. Rice-Wheat Consortium for the Indo-Gangetic Plains, New Delhi, India. Pp: 14-15.
- Alexandratos, N. 2003. World agriculture: towards 2015-30. Congress on Global Food Security and Role of Sustainable Fertilization, 26-28 March 2003. Rome. Italy.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D., Lee, S. and Welch, C. 2003. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries: The 7th international symposium on earthworm ecology. Cardiff. Wales. Pedobiologia. 731-735.
- Asar, E. and Scarisbrick, D.H. 1995. Rate of nitrogen and sulfur fertilizers on yield, yield components and seed quality of oilseed rape (*Brassica napuse* L.). Field Crops Res. 44:41-46.
- Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S. and Metzger, J.D. 2000. Earthworm-processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. Compost Sci. Util. 8: 215-223.
- Basu, M., Bhadoria, P.B.S. and Mahapatra S.C. 2008. Growth, nitrogen fixation, yield and kernel quality of peanut in response to lime, organic and inorganic fertilizer levels. Bioresource Technol. 99: 4675-4683.
- Bauer, A. and Black. A.L. 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. Soil. Sci. Soc. Am. J. 58:185-193.
- Berez, K., Kismanyoky, T. and Debreczeni, K. 2005. Effect of organic matter recycling in long-term fertilization trials and model pot experiments. Commun Soil Ecol. 6: 596-605.
- Bhattacharyya, R., Kundu, S., Prakash, V. and Gupta, H. S. 2008. Sustainability under combined application of mineral and organic fertilizers in a rain fed soybean-wheat system of the Indian Himalayas. Eur. J. Agron. 28: 33-46.
- Bulluck, L., Brosius, M., Evanylo, G. and Kristaino, J.B. 2002. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. Appl. Soil Ecol. 19: 147-160.
- Daniel, O. and Anderson, J.M. 1992. Microbial biomass and activity in contrasting soil materials after passage through the gut of the earthworm *Lumbricus rubellus* Hoffmeister. Soil Biol Biochem. 24: 465-470.
- Daryaei, F., Ghalavand, A., Chaichi, M.R., Sorooshzadeh, A. and Talebi, F.S. 2010. Soil biochemical response to different fertilizing systems by using green manure and zeononix. Agro 2010, the X1 ESA Congress, Montpellier, France.
- Eghbal, B.G.D., Binford, J.F., Baltenspreger, D.D. and Anderson, F.D. 1995. Maize temporal yield variability under long term manure and fertilizer application: Fractal analysis. Soil Sci Soc Am J. 59: 1360-1364.

- Gryndler, M., Sudova, R. and Rydlova, J. 2008. Cultivation of high-biomass crops on mine spoil banks: Can microbial inoculation compensate for high doses of organic matter? *Bioresource Technol.* 99: 6391-6399.
- Hati, K.M., Mandal, K.G., Misra, A.K., Ghosh P.K. and Bandyopadhyay, K.K. 2006. Effect of inorganic fertilizer and farmyard manure on soil physical properties, root distribution, and water-use efficiency of soybean in Vertisols of central India. *Bioresource Technol.* 97: 2182-2188.
- Kale, R.D., Mallesh, B.C. and Bano, K. 1992. Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial population in an paddy field. *J. Soil Biol and Biochem.* 24: 1317-1320.
- Kazemian, H. 2000. Recent research on the Iranian natural zeolite resource (A review). Access in *Nanoporous Materials-II. Banff. Alberta. Canada.* Pp: 25-28.
- Keshavarz Afshar, R. 2010. Effect of phosphate solubilizing rhizobacteria on quantitative and qualitative characteristics of turnip (*Brassica rapa*) under limited irrigation systems. MSc. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Tehran.
- Kumar, V. and Singh, K.P. 2001. Enriching vermicompost by nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Bioresource Technol.* 76(2): 173-175.
- Lanje, P.W., Buldeo, A.N., Zade, S.R. and Gulhane, V.G. 2005. The effect of Rhizobium and phosphorous solubilizers on nodulation, dry matter, seed protein, oil and yield of soybean, *J. Oilseeds Res.* 15: 132-135.
- Lee, K.D., Bai, Y., Smith, D. and Han, H.S. 2005. Isolation of Plant-Growth-Promoting Endophytic Bacteria from Bean Nodules. *Res Agri Biol Sci.* 1(3): 232-236.
- Lui, S.X., Xiong, D.Z. and Wu, D.B. 1991. Studies on the effect of earthworms on the fertility of red-arid soil. *Advances in management and conservation of soil fauna.* In: *Proceedings of 10th International Soil Biology.* August 7–13, Colloquium, Banglador, India.
- McGinnis, M., Cooke, A., Bilderback, T. and Lorscheider, M. 2003. Organic fertilizers for basil transplant production. *Acta Hort.* 491: 213-218.
- Mohamadi, K.H., Ghalavand, A., Aghaalikhani, M., Sohrabi, Y. and Heidari, Gh.R. 2010. Impressibility of chickpea seed quality from different systems of increasing soil fertility. *Elect J.Crop Prod.* 3: 103-119. (In Persian).
- Montemurro, F. 2009. Different nitrogen fertilization sources, soil tillage and crop rotations in winter wheat: effect on yield, quality and nitrogen utilization. *J. Plant Nutr.* 32: 1-18.
- Mooleki, S.P., Schoenau, J.J., Charles, J.L. and Gwen, G. 2004. Effect of rat, frequency and incorporation of feedlot cattle manure on soil nitrogen availability crop performance and nitrogen use efficiency Nin east-central Saskachwan. *Can. J. Soil Sci.* 84: 199-210.
- Mordukhova, E.A., Sokolov, S.L., Kochetkov, V.V., Kosheleva, I.A., Zelenkova, N.F. and Boronin, A.M. 2000. Involvement of naphthalene deoxygenase in

- indole-3-acetic acid biosynthesis by *Pseudomonas putida*. FEMS Microbiol. Lett, 190 : 279-285.
- Mumpton, F. 1999. Uses of natural zeolite in agriculture and industry. Proceeding of the National Academy USA. 96: 3467-3470.
- Polat, E., Karaca, M., Demir, H. and Naci Onus, A. 2004. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. Journal of Fruit Ornamental. Plant Res. 12:183-189.
- Rao, S.C., and Horn, F.P. 1986. Planting season and harvest date effects on dry matter production and nutritional value of *Brassica* Spp. in the southern great plains. Agron. J. 78:327-333.
- Rehakova, M., Cuvanova, S., Dzivak, M., Rimar, J. and Gavalova, Z. 2004. Agricultural and agrochemical uses of natural zeolite of the clinoptilolite type. Current Opinion in Solid State and Materials Sci. 8: 397-404.
- Saleh Rastin, N. 2005. Sustainable management in the vision of soil biology. of necessity for the production of biofertilizers in Iran (a compilation of papers). Soil and Water Inst. Pp: 5-31. (In Persian)
- Shyalaja, J. and Swarajyalakshmi, G. 2004. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to conjunctive use of organic and chemical fertilizers on yield and quality parameters. Indian J. Dryland Agric. Res. Dev. 19(1): 88-90.
- Somasegaran, P. and Hoben, H.J. 1994. Hand book for rhizobia: Methods in Legume-*Rhizobium* Technology. New York: Springer-Verlag, U.S.A.
- Spaepen, S., Vanderleyden, J. and Okon, Y. 2009. Chapter 7 Plant Growth-Promoting Actions of Rhizobacteria. Adv. Botanical Res. 51: 283-320.
- Stone, P.J., Wilson, D.R., Jamieson, P.D. and Gillespie, R.N. 2001. Water deficit effects on sweet corn. II. Canopy development. Aust. J. Agric. Res. 52: 115-126.
- Supapron, J. and Ptayakon, L. 2002. Effect of zeolite and chemical fertilizer on the change of physical and chemical properties on lat ya soil series for sugar cane. Soil and water conservation division, Land development department, Chatuchac, Bangkok.
- Tomati, U., Grappelli, A. and Galli, E. 1987. The hormone-like effect of earthworm castson plant growth. Biol. Fert. Soil. 5: 288-294.
- Tomati, U., Grappelli, A. and Galli, E. 1983. Fertility factors in earthworm humus. In Proceedings of the International Symposium on Agricultural Environment. Prospects in Earthworm Farming. Publication Ministero della Ricerca Scientifica e Tecnologia, Rome. Pp: 49-56.
- Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant Soil. 255: 271-586.
- Wu, S.C., Cao, Z.H., Li, Z.G., Cheung, K.C. and Wong, M.H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial, Geoderma. 125: 155-166.

- Xie, H., Pasternak, J.J. and Glick, B.R. 1996. Isolation and characterization of mutants of the plant growth-promoting rhizobacterium *Pseudomonas putida* GR12-2 that overproduce indoleacetic acid. *Curr. Microbiol.* 32: 67-71.
- Yadav, R.L., Dwivedi, B.S. and Pandey, P.S. 2000. Rice-wheat cropping system: assessment of sustainability under green manuring and chemical fertilizer inputs. *Field Crops Res.* 65: 15-30.
- Zahir, A.Z., Arshad, M. and Frankenberger, W.F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. *Adv. Agron.* 81: 97-168.
- Zaller, J.G. 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *Sci. Hort.* 112: 191-199.

Archive of SID

Effect of different soil fertilization methods (organic, chemical and integrated fertilizers) on yield and yield components of turnip (*Brassica rapa*)

M. Ansari-Jovaini¹, M.R. Chaichi² and R. Keshavarzafshar³

¹M.S. Student in Agronomy, ²Associate Prof., ³Ph.D Student in Crop Ecology
College of Agriculture, University of Tehran

Abstract

To evaluate the effects of organic, chemical and integrated fertilizers on yield and yield components of turnip (*Brassica rapa*) an experiment was conducted in research farm of college of agriculture, University of Tehran, Iran, during 2009 - 2010 growing season. The treatments were arranged as randomized complete blocks design with three replications and fifteen different fertilization systems. The results showed that the highest root (tuber) dry matter production (836.2 kg.ha⁻¹) was achieved by application of Zeoponix+Vermicompost+25% chemical fertilizer while the highest shoot dry matter was produced by Zeoponix + 50% chemical fertilizer and Vermicompost+biological fertilizer+ 25% chemical fertilizer treatments. The highest total forage production (shoot+ tuber) was observed in both Zeoponix+ 50% chemical fertilizer (17613.3 kg.ha⁻¹) and Vermicompost + biological fertilizer + 25% chemical fertilizer treatments (16000 kg.ha⁻¹) which out produced the control treatments by 106 and 87%, respectively. Integrated application of organic and chemical fertilizers had a synergetic effect on turnip forage production. Application of integrated fertilization system had more positive effect on forage yield compared to individual application of different fertilizers. The results of this experiment also revealed that organic fertilizers were more effective on yield increment of forage turnip than chemical fertilizers.

Keywords: *Brassica rapa*; Zeoponix; Vermicompost; Plant Growth Promoting Bacteria; Chemical fertilizer

*Corresponding Author; Email: rekeshavarz@ut.ac.ir