

بررسی تاثیر کاربرد میکروارگانیسم‌های موثر (EM) بر کارایی کودهای شیمیایی و آلی در کشت ذرت علوفه‌ای (*Zea miz S.C704*)

Study of the Effective Organism (EM) Application Effect on Efficacy of Chemical and Organic Fertilizers in Corn Cultivation (*Zea miz S.C704*)

لیلا جهانبان^۱ و امید لطفی‌فر^{۲*}

چکیده

جهت تعیین کاربرد میکروارگانیسم‌های موثر (EM) بر کارایی کودهای شیمیایی و آلی در کشت ذرت علوفه‌ای و تاثیر آن بر عملکرد این گیاه، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی اراک، به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، با چهار تکرار اجرا شد. دو تیمار غلظت EM در سه سطح شامل صفر، غلظت ۱:۲۰ و غلظت ۱:۵۰ و نوع کود شامل سه سطح عدم مصرف کود، کود شیمیایی شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم (NPK) به ترتیب به میزان ۳۰۰، ۱۳۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و کود دامی (۲۰ تن در هکتار) در کشت ذرت سینگل کراس ۷۰۴ استفاده شد. بر اساس نتایج، تاثیر نوع کود بر کلیه صفات و تاثیر غلظت EM بر کلیه صفات به غیر از طول دوره رسیدگی معنی‌دار گردید. تاثیر متقابل نوع کود و غلظت EM بر صفات ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، غلظت نیتروژن و فسفر و پتاسیم اندام هوایی و درصد پروتئین دانه و عملکرد علوفه خشک و علوفه تر معنی‌دار گردید. بر اساس نتایج، استفاده از EM تنها در صورت استفاده هم‌زمان با کود دامی قادر به افزایش جذب عناصر مورد نیاز گیاه شده و به دنبال آن با بهبود شرایط رشدی گیاه، عملکرد علوفه تر و خشک را افزایش داد. اختلاف بین کود دامی و کود شیمیایی NPK از لحاظ جذب مواد غذایی و عملکرد علوفه، که در شرایط عدم استفاده از EM بسیار بالا و معنی‌دار بود، در شرایط استفاده از EM با غلظت ۱:۲۰ بسیار کم و در مورد غلظت فسفر و پتاسیم، هم‌چنین عملکرد غیر معنی‌دار بود. بر اساس نتایج، استفاده از میکروارگانیسم‌های موثر منجر به افزایش کارایی کود دامی شده که علاوه بر افزایش عملکرد، از آلودگی شیمیایی حاصل از استفاده از کود شیمیایی جلوگیری کرد.

واژه‌های کلیدی: ذرت، عملکرد، کود دامی، کود شیمیایی، میکروارگانیسم‌های موثر

۱. دستیار آموزشی دانشگاه پیام نور واحد شازند.

۲. دانشجوی دکتری پردیس ابوریحان دانشگاه تهران.

Email: omidlotfifar@yahoo.com

* نویسنده مسئول

که سلامتی محصول و میزان عملکرد را با افزایش فتوسنتز، تولید ترکیبات فعال زیستی مانند هورمون‌ها و آنزیم‌ها، تسريع در تجزیه مواد فتوسنتزی و کنترل بیماری‌های خاک‌زی، توسعه می‌دهند (هیگا^{۱۳}، 2000).

استفاده از EM همراه با کودهای آلی روش مناسبی برای تامین و آزادسازی مواد غذایی از منابع کودی مورد استفاده می‌باشد. بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد که تلقیح EM با خاک مزرعه علاوه بر افزایش کیفی و کمی محصول، کیفیت خاک را افزایش می‌دهد (هیگا و پار^{۱۴}، 1994). دیلی و استوارت^{۱۵} (1999) گزارش کردند که استفاده از EM در کشت پیاز، نخود فرنگی و ذرت شیرین به ترتیب ۲۹، ۳۱ و ۲۳ درصد افزایش عملکرد را نشان می‌دهد. جاوید و باجو^{۱۶} (2011) نیز ضمن بررسی اثر EM بر کارایی کود آلی و حیوانی در کشت ماش گزارش کردند که استفاده از EM در تیمار استفاده از کود دامی، باعث افزایش میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم (NPK^{۱۷}) و وزن ماده خشک اندام هوایی شده و پیرو آن عملکرد دانه را نیز افزایش می‌دهد، ولی در این آزمایش استفاده از EM نه تنها بر کارایی کودهای شیمیایی تاثیر مثبت نداشت، بلکه در مورد برخی صفات تاثیر آن منفی بود که با نتایج جاوید و شاه^{۱۸} (2010) در مورد گندم مطابقت دارد. خلیق و همکاران (2006) گزارش کردند که استفاده از EM در شرایط استفاده از کود آلی در کشت پنبه عملکردی برابر با استفاده از کود شیمیایی NPK داشت. هدف از این آزمایش بررسی تاثیر استفاده از میکروارگانیسم‌های موثر بر افزایش کارایی کودهای آلی و شیمیایی در افزایش غلظت سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و خصوصیات رشدی و عملکرد ذرت علوفه‌ای در منطقه اراک بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، واقع در اراک و به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار انجام گرفت. فاکتورهای آزمایشی عبارت بودند از عامل اول (غلظت EM) در سه سطح صفر، ۱:۵۰ و ۱:۲۰ و عامل دوم (نوع کود) در سه سطح شامل عدم مصرف کود، کود NPK و کود دامی پوسیده بود.

کودهای شیمیایی تاثیر معنی داری روی تولید غذا در جهان داشته و یکی از اجزاء مهم در کشاورزی امروز هستند. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که بیش از ۵۰ درصد از افزایش تولید در کشاورزی به کاربرد کودهای شیمیایی مربوط می‌شود (فیکسون و وست^۱، 2002). روش‌های کشاورزی متداول در جهان امروز موفقیت قابل قبولی را در استفاده از مدیریت منابع نداشته و با اتکا بیش از حد به نهاده‌های مصنوعی و تزریق انرژی کمی مانند کودها و سموم شیمیایی باعث ایجاد سیستم زراعی ناپایدار شده است (روبرتز^۲، 2008).

کودهای آلی، از جمله کودهای حیوانی، قادر به افزایش قدرت نگهداری آب توسط خاک، کاهش تنش‌ها از جمله تنش خشکی (مکیلون^۳، 2004) افزایش تنوع میکروبی خاک (اوهل^۴ و همکاران، 2004)، بهبود ساختمان فیزیکی خاک (پولمن^۵ و همکاران، 2003) و جلوگیری از فرسایش خاک می‌باشد (پینامونتی^۶، 1998)، که به همراه تامین بخشی از مواد غذایی مورد نیاز گیاه (تورگات^۷ و همکاران، 2005)، رشد و عملکرد گیاه را بهبود داده (کرامر^۸ و همکاران، 2002) و کیفیت و سلامت محصول را افزایش می‌دهد (گیلس^۹، 2004). هم‌چنین با توجه به نتایج بسیاری از پژوهش‌ها، توسعه حاصل‌خیزی و کیفیت خاک، به خصوص در شرایط استفاده از سیستم‌هایی که در آن حجم ورودی مواد و انرژی پایین است، نیازمند ورود مواد آلی به خاک می‌باشد (پالم^{۱۰} و همکاران، 2001).

مشکل عمده کودهای حیوانی بالا بودن نسبت کربن به نیتروژن است که سبب کاهش رشد اولیه گیاه در مزرعه می‌گردد و جهت رفع این مشکل باید سرعت تجزیه این مواد را بالا برد. (خلیق^{۱۱} و همکاران، 2006). میکروارگانیسم‌هایی مانند باکتری‌های فتوسنتز کننده (*Rhodospseudomonas plastris* و *Rhodobacter sphaerode*) لاکتوباسیل (*Lactobacillus*)، مخمرها (*Streptococcus lactis plantrum*, L. *Saccharomyces* spp.) و اکتینومیست‌ها (*Streptomyces* spp.) در ترکیب میکروارگانیسم‌های موثر (EM^{۱۲}) وجود دارد.

1. Fixon and West
2. Roberts
3. Macilwain
4. Oehl et al.
5. Pulleman et al.
6. Pinamonti et al
7. Turgut et al.
8. Kramer et al.
9. Giles
10. Palm et al.
11. Khaliq et al.
12. Effective Microorganisms

13. Higa
14. Higa and Parr.
15. Daly and Stewart
16. Javid and Bajwa
17. Nitrogen-Phosphor-Potassium
18. Javid and Shah

جدول ۱: خصوصیات خاک مزرعه مورد استفاده

Table1: Some characteristics of experimental soil

Texture بافت خاک	Exchange K (mg.kg ⁻¹) پتاسیم در دسترس	Available P (mg.kg ⁻¹) فسفات قابل جذب	Total N (mg.kg ⁻¹) ازت کل	Organic mater (%) L.gn Hgd ماده آلی	EC ds/m هدایت الکتریکی	pH	sampling depth (cm) عمق نمونه برداری
Lomy-Clay	67.6	5.9	32	0.57	1.45	7.2	0-30

در پایان مرحله ظهور گل تاجی، برخی ویژگی‌های ظاهری بوته مانند ارتفاع بوته و تعداد برگ‌های بوته از میانگین این صفات در ده بوته محاسبه گردید. هم‌چنین در مرحله خمیری شدن دانه و پس از حذف نیم متر از دو طرف دو پشته میانی هر کرت، بوته‌ها کفبر گردیدند تا عملکرد علوفه تر و عملکرد علوفه خشک اندازه گیری شود. هم‌چنین تعداد ده عدد بوته از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب شد و بلال‌ها و وزن دانه آن‌ها پس از خشک شدن در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت، توزین گردید (نیومن^۱، ۱۹۹۶).

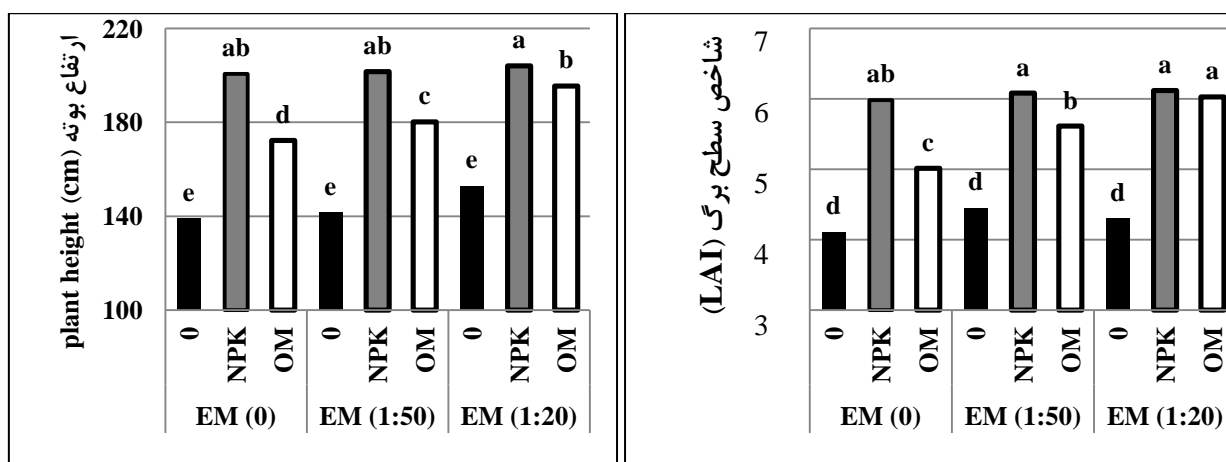
هم‌چنین جهت اندازه گیری نیتروژن، پتاسیم و فسفر به ترتیب از روش کجلدال، دستگاه فلیم فتومتر و اسپکتروفوتومتر (ICRAF, 1995) استفاده شد. در نهایت برای انجام تجزیه‌های آماری و رسم نمودار به ترتیب از نرم‌افزارهای SAS و Excel و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج

ارتفاع بوته

اثر غلظت EM، نوع کود و اثر متقابل این دو صفت در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار گردید (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بالاترین ارتفاع بوته در سه تیمار استفاده از کود NPK دیده شد. افزایش استفاده از EM منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته در تیمار کود حیوانی گردید، به طوری که در تیمار استفاده از EM با غلظت ۱:۲۰ نسبت به تیمار استفاده از EM با غلظت ۱:۵۰ و نسبت به عدم استفاده از EM به ترتیب ۷/۸۳ و ۱۱/۸۷ درصد افزایش ارتفاع بوته را به همراه دارد، ولی این افزایش غلظت EM در مورد دو تیمار کود NPK و عدم مصرف کود معنی‌دار نگردید. در هر سه سطح EM، بالاترین ارتفاع بوته در تیمار استفاده از کود NPK و پایین‌ترین ارتفاع در تیمار عدم مصرف کود دیده شد (شکل ۱).

در تیمار کود دامی از کود گوسفندی پوسیده به میزان ۲۰ تن در هکتار (۲ کیلوگرم در متر مربع) استفاده گردید. کود شیمیایی به میزان ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره، ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم به کار برده شد، که کودهای پتاسیم و فسفر و یک سوم از کود نیتروژن در مرحله آماده سازی به زمین اضافه گردید و دوسوم کود نیتروژن در دو مرحله شامل یک ماه پس از کاشت و مرحله ظهور بلال به صورت ردیفی و کنار ردیف کاشت، به زمین اضافه شد. برای تهیه EM در دو غلظت ۱:۵۰ و ۱:۲۰ از یک قسمت ملاس و یک قسمت EM استفاده گردید که به ترتیب در ۴۸ و ۱۸ قسمت آب مخلوط شد. ۳۶ ساعت قبل از مصرف، مواد مذکور مخلوط و جهت فعال‌سازی در دمای آزمایشگاه قرار داده شد. مخلوط تهیه شده ۴ مرتبه، هر ۱۵ روز یکبار و دو روز قبل از آبیاری به میزان ۱۰ میلی‌گرم در هکتار روی پشته‌ها و گیاه پاشیده شد. روش کاشت به صورت جوی و پشته با فاصله بین ردیف‌ها ۷۵ و فاصله گیاه روی ردیف ۱۸ سانتی‌متر و عمق ۵ سانتی‌متر بود که در هر نقطه سه بذر ذرت علوفه‌ای (*zea mays* L.) ژنوتیپ S.C-704 با دست کشت شد. هر کرت آزمایشی شامل ۴ خط به طول ۱۰ متر بود که دو ردیف کنار و نیم متر از ابتدا و انتهای هر پشته به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. زمین در سال پیش از کاشت آیش بود که در پاییز و بعد از اضافه کردن کود دامی در کرت‌های اختصاص یافته به تیمار حاوی کود دامی، شخم اولیه خورده و شخم مجدد، دیسک، تسطیح و کرت‌بندی در اردیبهشت انجام گرفت. پس از کاشت آبیاری به صورت منظم و در فواصل ۵-۷ روز انجام شد. تنک و واکاری نیز بر حسب نیاز و پس از رفع خطر احتمالی آفات طوقه‌بر و پرندگان در مرحله ۷-۴ برگی و با حفظ یک بوته سالم در هر نقطه اجرا گردید. کولتیواتور زنی بعد از تنک انجام، که علاوه بر سله شکنی و خاک‌دهی پای بوته‌ها، علف‌های هرز اولیه را کنترل کرد. در مراحل بعدی نیز کنترل علف‌های هرز با استفاده از وجین دستی انجام گرفت.



شکل ۱: مقایسه میانگین اثر متقابل نوع کود و غلظت EM بر ارتفاع بوته (چپ) و شاخص سطح برگ (راست) ذرت رقم S.C.704. EM: میکروارگانيسم‌های موثر و N.P.K به ترتیب نیتروژن، فسفر و پتاسیم.

Fig 1: Mean analysis of plant height and LAI in corn (S.C.704) affected by kind of manure and EM concentration. EM: is Effective Microorganism and N, P and K are Nitrogen, Phosphor and Potassium respectively.

در این صفت در تیمارهای استفاده از NPK، اختلاف بین این دو کود کاهش یافت، به طوری که اختلاف بین این دو تیمار از لحاظ شاخص سطح برگ که در شرایط عدم استفاده از EM حدود ۱۹ درصد بود، در تیمارهای EM با غلظت ۱:۵۰ و ۱:۲۰ به ترتیب به ۸ و ۱/۵ درصد رسید، به طوری که در تیمار EM با غلظت ۱:۲۰ اختلاف بین تیمار NPK و کود آلی معنی دار نگردید. هر چند در تیمارهای استفاده از NPK و عدم استفاده از کود، استفاده از EM نتوانست تاثیر معنی داری در صفت شاخص سطح برگ بگذارد، ولی در مورد تیمار استفاده از کود آلی، افزایش غلظت EM از صفر به ۱:۵۰ و ۱:۲۰ به ترتیب منجر به افزایش ۱۲ و ۲۰ درصدی شاخص سطح برگ گردید و اختلاف بین سه سطح EM در تیمار کود آلی معنی دار بود (شکل ۱).

وزن بلال و وزن دانه در بلال

در مورد هر دو صفت وزن بلال و وزن دانه در بلال، اثر غلظت EM و نوع کود در سطح ۰/۰۱ معنی داری بود ولی اثر متقابل دو تیمار مورد آزمون بر صفات مذکور معنی دار نگردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین در مورد اثر نوع کود مصرفی بر وزن بلال و وزن دانه در بلال نشان داد که بالاترین میزان از نظر این دو صفت، در تیمار NPK و پایین‌ترین آن در تیمار عدم مصرف کود دیده شد (جدول ۳). مصرف NPK به ترتیب منجر به افزایش ۹۰ و ۱۹ درصدی وزن بلال و وزن دانه در بلال شد و مصرف کود آلی نیز به

تعداد برگ و شاخص سطح برگ در مرحله ظهور گل تاجی

اثر ساده غلظت EM و اثر ساده نوع کود بر تعداد برگ در بوته در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی دار گردید، ولی اثر متقابل این دو تیمار بر صفت مذکور معنی دار نبود (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، در بین تیمارهای کود، تیمار NPK به صورت معنی داری بالاترین تعداد برگ را به خود اختصاص داده، پس از آن استفاده از کود آلی قرار گرفته و عدم استفاده از کود به صورت معنی داری پایین‌ترین تعداد برگ را تولید کرد. در مورد این صفت مصرف NPK و کود آلی نسبت به عدم استفاده از کود، به ترتیب ۵۵ و ۲۹ درصد افزایش تعداد برگ داشتند (جدول ۳). تیمارهای EM از نظر تعداد برگ در سه گروه قرار گرفتند که در این بین تیمارهای ۱:۲۰ و عدم مصرف EM به ترتیب دارای بالاترین و پایین‌ترین رتبه را در تعداد برگ داشتند. غلظت‌های ۱:۲۰ و ۱:۵۰ مصرف EM نسبت به عدم استفاده از EM به ترتیب ۳۲ و ۲۹ درصد افزایش تعداد برگ را به همراه داشتند (جدول ۳).

در مورد شاخص سطح برگ اثرات اصلی NPK و کود آلی، همچنین اثر متقابل این دو صفت در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که در هر سه سطح غلظت EM، استفاده از کود NPK بالاترین و عدم استفاده از کود، پایین‌ترین شاخص سطح برگ را به خود اختصاص دادند و تیمار استفاده از کود دامی حد واسط این دو تیمار بود، ولی با افزایش غلظت EM به دلیل افزایش سطح برگ در تیمار کود دامی و عدم تغییر

بلال را به همراه داشت (جدول ۳). در رابطه با وزن دانه در بلال نیز هرچند افزایش غلظت EM باعث افزایش این صفت گردید، ولی اختلاف بین غلظت‌های ۱:۲۰ و ۱:۵۰ معنی‌دار نبود. افزایش غلظت EM از صفر به ۱:۲۰ و ۱:۵۰ به ترتیب افزایش ۱۴ و ۱۱ درصدی در وزن دانه هر بلال را باعث گردید (جدول ۳).

ترتیب باعث افزایش ۴۷ و ۱۳ درصدی وزن بلال و وزن دانه در بلال گردید (جدول ۳). در مورد اثر غلظت EM بر وزن بلال، نتایج نشان داد که سه سطح غلظت EM در سه گروه آماری قرار گرفتند و با افزایش غلظت EM بر وزن بلال افزوده شد. استفاده از EM با غلظت‌های ۱:۲۰ و ۱:۵۰ نسبت به عدم مصرف EM به ترتیب افزایش ۴۲ و ۲۶ درصدی وزن

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر نوع کود و غلظت EM بر برخی خصوصیات ذرت علوفه‌ای رقم S.C.704
Table2: Analysis of variance measured criteria in corn (S.C704) affected by kind of manure and EM concentration.

Time duration to dough stage دوره رسیدن	Mean of square		میانگین مربعات			d.f درجه آزادی	S.O.V منبع تغییرات
	Seed weight of 10 ear وزن دانه ۱۰ بلال	10 ear weight وزن ۱۰ بلال	LAI شاخص سطح برگ	Num of leave تعداد برگ	Plant height ارتفاع		
57.5 ^{n.s}	1614.1 ^{n.s}	1208.1 ^{n.s}	899.8 ^{**}	3.07 ^{n.s}	124.1	3	تکرار Rep
238.9 [*]	4518.2 ^{**}	5406.5 ^{**}	2551.4 ^{**}	7.49 ^{**}	291.4 ^{**}	2	Kind of manure (A) نوع کود
74.9 ^{n.s}	2817.5 ^{**}	4206.6 ^{**}	28156.1 ^{**}	10.11 ^{**}	201.8 ^{**}	2	EM (B) غلظت
52.5 ^{n.s}	1463.2 ^{n.s}	1006.2 ^{n.s}	2118.3 ^{**}	9.26 ^{n.s}	272.9 ^{**}	4	A×B
51.38	711.5	500.6	277.8 ^{**}	1.19	31.99	24	Error خطا
6.4	8.10	0.98	2.84	9.24	3.20		C.V

*and** show being significant ($\alpha=0.01$ and 0.05 , respectively). n.s means no significant.
EM: Effective Microorganism.

جدول ۳: تجزیه واریانس اثر نوع کود و غلظت EM بر برخی خصوصیات ذرت علوفه‌ای رقم S.C.704
Table 3: Analysis of variance measured criteria in corn (S.C704) affected by kind of manure and EM concentration.

Plant fresh yield وزن تر	Plant dry yield وزن خشک	Seed protein % پروتئین دانه	Mean of square			d.f درجه آزادی	S.O.V منبع تغییرات
			میانگین مربعات				
			Concentration in shoot غلظت در شاخه				
			N	K	P		
2042190 [*]	1242063 ^{n.s}	1.84 ^{n.s}	356.4 ^{n.s}	1621.4 ^{**}	485.6 ^{n.s}	3	تکرار Rep
5512156 ^{**}	4383805 ^{**}	3.09 ^{**}	1159.0 ^{**}	2488.2 ^{**}	2275.9 ^{**}	2	Kind of manure (A) نوع کود
4622721 ^{**}	6735237 ^{**}	5.61 ^{**}	1023.4 ^{**}	1761.9 ^{**}	1551.1 ^{**}	2	EM (B) غلظت
4453026 ^{**}	3344359 ^{**}	5.92 ^{**}	753.4 ^{**}	1988.8 ^{**}	1449.6 ^{**}	4	A×B
585155	739323	0.655	123.3	311.8	241.6	24	Error خطا
4.13	5.83	12.9	3.03	2.77	2.67		C.V

*and** show being significant ($\alpha=0.01$ and 0.05 , respectively). n.s means no significant.
EM is Effective Microorganism and N, P and K are Nitrogen, Phosphor and Potassium respectively.

جدول ۴: مقایسه میانگین اثر ساده نوع کود و غلظت EM بر برخی خصوصیات ذرت علوفه‌ای رقم S.C.704

Table 4: Mean analysis of some criteria in corn (S.C.704) affected by kind of manure and EM concentration.

Mean				Kind of manure نوع کود
Time duration to dough stage دوره رسیدن	Seed weight in 10 ear (g) وزن دانه در ۱۰ بلال (g)	10 Ear weight (g) وزن ۱۰ بلال (g)	Leaves per plant تعداد برگ	
103 ^b	296.3 ^c	1565.1 ^c	9.2 ^c	Non, شاهد
117 ^a	354.9 ^a	2986.5 ^a	14.3 ^a	NPK
111 ^{ab}	336.8 ^b	2311.0 ^b	11.9 ^b	OM
				EM Concentration
107 ^a	304.4 ^b	1856.7 ^c	^c 10.2	Non, شاهد
112 ^a	338.0 ^a	2345.4 ^b	^b 11.8	1:50
115 ^a	345.6 ^a	2660.4 ^a	^a 13.4	1:20

In Each column, numbers with joint letter have significant difference, statistically ($p=0.05$, Duncan method)
EM is Effective Microorganism and N, P and K are Nitrogen, Phosphor and Potassium respectively.

ترتیب باعث افزایش ۲۵ و ۱۸ درصدی پتاسیم و ۱۷ و ۵ درصدی فسفر و در شرایط عدم کاربرد کود به ترتیب باعث افزایش ۱۱ و ۵ درصدی غلظت پتاسیم و ۵ و ۱۷ درصدی غلظت فسفر می‌گردد. با افزایش غلظت EM اختلاف بین دو نوع کود آلی و شیمیایی از نظر غلظت پتاسیم و فسفر کاهش یافت، به طوری که در تیمار EM با غلظت ۱:۲۰ اختلاف بین کود آلی و شیمیایی از نظر این دو صفت معنی‌دار نبود (شکل ۲).

غلظت نیتروژن

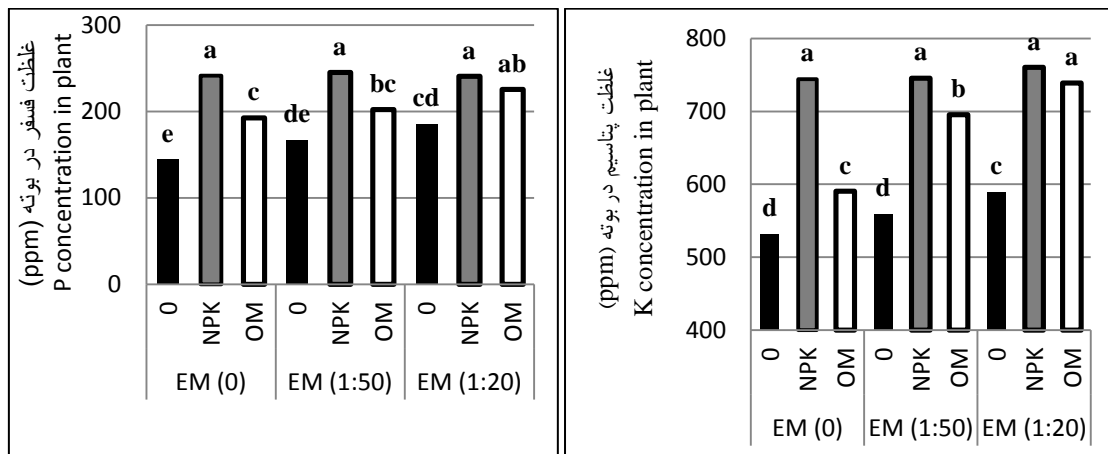
غلظت نیتروژن تحت تاثیر تیمارهای نوع کود و غلظت EM و اثر متقابل این دو تیمار در سطح ۰/۰۱ قرار گرفت (جدول ۴). بر اساس نتایج مقایسه میانگین استفاده از کود شیمیایی NPK در تمامی سطوح غلظت EM، به صورت معنی‌دار، بالاترین و عدم استفاده از کود نیز در تمامی سطوح EM، به صورت معنی‌دار پایین‌ترین میزان نیتروژن را به خود اختصاص دادند (شکل ۳). افزایش غلظت EM در هر سه نوع کود، باعث افزایش غلظت نیتروژن گردید، که این افزایش در مورد دو تیمار کود شیمیایی و عدم مصرف کود ناچیز بود، ولی در مورد تیمار کود حیوانی تاثیر این افزایش در غلظت EM، معنی‌دار بود به طوری که در شرایط استفاده از کود دامی، سه تیمار غلظت EM با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند و استفاده از EM با غلظت‌های ۱:۲۰ و ۱:۵۰ نسبت به تیمار عدم استفاده از EM به ترتیب منجر به افزایش ۲۸ و ۲۰ درصدی غلظت نیتروژن در گیاه ذرت گردید (شکل ۳).

طول دوره رسیدن به مرحله خمیری

اثر نوع کود بر طول دوره رسیدن به مرحله خمیری در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار گردید، ولی اثر غلظت EM و اثر متقابل نوع کود و غلظت EM بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین حاکی است که تیمارهای مرتبط با نوع کود در دو گروه معنی آماری قرار گرفتند و استفاده از کود NPK و EM و عدم مصرف کود به ترتیب در جایگاه‌های اول تا سوم قرار گرفت. مصرف NPK و کود آلی نسبت به عدم مصرف کود به ترتیب باعث افزایش طول دوره رسیدن به مرحله خمیری به میزان ۱۱ و ۷ درصد گردید. سطوح تیمار غلظت EM نیز از نظر تاثیر بر طول دوره رسیدن به مرحله خمیری اختلاف معنی‌داری نداشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳).

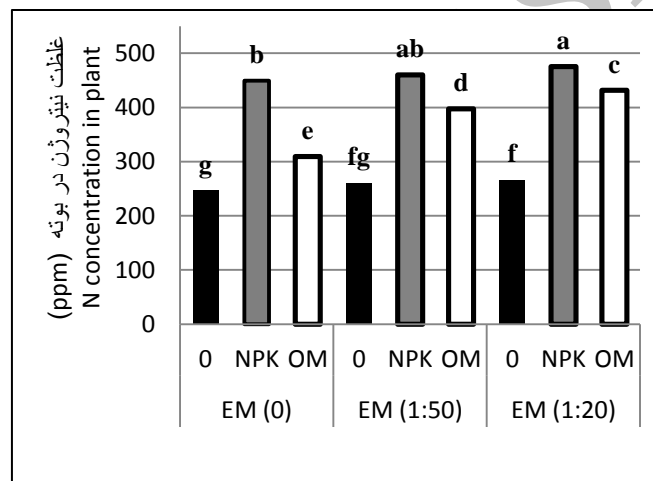
درصد فسفر و پتاسیم

درصد فسفر و پتاسیم اندام هوایی (برگ، ساقه، بلال و تاسل) در سطح ۰/۰۱ تحت تاثیر نوع کود و غلظت EM و اثر متقابل این دو تیمار قرار گرفتند (جدول ۴). بر اساس نمودارهای مقایسه میانگین، بالاترین غلظت فسفر و پتاسیم در تمامی غلظت‌های EM به استفاده از NPK مربوط است و استفاده از کود دامی و عدم مصرف کود نیز در تمامی سطوح EM رتبه‌های بعدی را از نظر این صفت داشتند. افزایش غلظت EM در شرایط استفاده از کود NPK تاثیری معنی داری بر غلظت فسفر و پتاسیم اندام هوایی گیاه نداشت ولی در سطوح تیمارهای کود دامی و عدم استفاده از کود، افزایش EM منجر به افزایش غلظت فسفر و پتاسیم گردید. افزایش EM از صفر به ۱:۲۰ و ۱:۵۰ در شرایط کاربرد کود دامی به-



شکل ۲: مقایسه میانگین اثر متقابل نوع کود و غلظت EM بر غلظت فسفر (چپ) و پتاسیم (راست) در اندام هوایی ذرت رقم S.C.704. EM: میکروارگانیسم‌های موثر و N.P.K به ترتیب نیتروژن، فسفر و پتاسیم.

Fig 2: Mean analysis of P and K concentration in corn (S.C.704) affected by kind of manure and EM concentration. EM is Effective Microorganism and N, P and K are Nitrogen, Phosphor and Potassium respectively.



شکل ۳: مقایسه میانگین اثر متقابل نوع کود و غلظت EM بر غلظت نیتروژن در اندام هوایی ذرت رقم S.C.704. EM: میکروارگانیسم‌های موثر و N.P.K به ترتیب نیتروژن، فسفر و پتاسیم.

Fig 3: Mean analysis of N concentration in corn (S.C.704) affected by kind of manure and EM concentration. EM is Effective Microorganism and N, P and K are Nitrogen, Phosphor and Potassium respectively.

دامی این افزایش در غلظت EM، افزایش معنی‌دار در این تیمار ایجاد کرد. با افزایش EM از صفر به ۱:۵۰ و ۱:۲۰ در تیمار کود دامی عملکرد ماده خشک به ترتیب ۹ و ۲۱ درصد افزایش یافت. افزایش عملکرد علوفه تر و خشک در اثر افزایش غلظت EM در تیمار کود دامی باعث گردید تا اختلاف بین کود دامی و کود NPK، که در شرایط عدم استفاده از EM معنی‌دار و به ترتیب برابر با ۲۱ و ۱۲ درصد برای عملکرد ماده خشک و عملکرد علوفه تر بود، در شرایط استفاده از EM با غلظت ۱:۲۰ به ۲ و ۴ درصد کاهش یافت و معنی‌دار نبود (نمودار ۴).

عملکرد علوفه تر و ماده خشک

بر اساس نتایج عملکرد تر و خشک ذرت به صورت معنی‌دار و در سطح ۰/۰۱ تحت تاثیر اثرات ساده دو تیمار نوع کود و غلظت EM و اثر متقابل این دو تیمار قرار گرفت (جدول ۴). نمودارهای مقایسه میانگین نشان می‌دهد که در تمامی غلظت‌های EM، استفاده از کود NPK، کود دامی و عدم مصرف کود به ترتیب بالاترین تا پایین‌ترین عملکرد علوفه تر و ماده خشک را داشتند. با افزایش غلظت EM در تیمار استفاده از کود دامی و عدم مصرف کود، عملکرد علوفه تر و ماده خشک تغییر معنی‌داری نکرد، ولی در تیمار کود

اجزاء عملکرد می‌باشد (یادووانشی^۵، 2003). این نتایج با یافته های جاوید و شاه (2010)، در مورد ماش، خلیق و همکاران (2006) و جاوید و باجاول (2011) در مورد پنبه مطابقت دارد. در داخل ترکیب EM باکتری‌های فتوسنتزی مستقل مانند *Rhodobacter* و *Rhodopseudomonas palustris* و *sphaeroides* وجود دارد، که قادرند ترشحات ریشه و مواد آلی موجود در خاک را با استفاده از نور و گرمای موجود در خاک به‌عنوان منبع انرژی، با گازهای مضر مانند سولفید هیدروژن ترکیب کنند (کیم^۶ و همکاران، 2004). ترکیبات آلی تولید شده توسط این باکتری‌ها شامل آمینواسیدها، پلی- ساکاریدها، اسیدهای نوکلئیک، ترکیبات محرک رشد و قندها هستند که همگی آن‌ها رشد و توسعه گیاه را تحریک می‌کند. این ترکیبات به صورت مستقیم توسط ریشه گیاه جذب می-گردد (رانجیت^۷ و همکاران، 2007 و هیگا، 2000).

به‌طور کل بهتر است به‌جای استفاده از کودهای شیمیایی از کودهای آلی به‌همراه EM استفاده شود. کودهای شیمیایی علی‌رغم این‌که عملکرد را بهبود می‌بخشد، منجر به افزایش شوری و آلودگی خاک و آب می‌گردد. هم‌چنین به سبب استفاده از مواد شیمیایی خارج مزرعه، از پایداری سیستم زراعی می‌کاهد. استفاده از کود آلی همراه با میکروارگانیسم‌ها به‌خصوص در صورت تکرار در سال‌های متوالی، به‌دلیل تاثیر مثبت بر افزایش ماده آلی خاک و به دنبال آن بهبود ساختمان خاک، هم‌چنین به دلیل جلوگیری از آلودگی آب و خاک، منجر به افزایش پایداری سیستم می-شود. تنها مشکل موجود در مورد استفاده از کودهای آلی، سرعت پایین تجزیه این مواد می‌باشد، که با استفاده از میکروارگانیسم‌های موثر و افزایش جمعیت میکروبی تجزیه کننده خاک، مشکل این مواد را حل کرد. همان‌گونه که در این آزمایش دیده شد در صورت استفاده از کود دامی همراه با EM عملکرد به میزانی افزایش یافت که مقدار آن با عملکرد تیمار کود شیمیایی تفاوت معنی‌داری داشت. علاوه بر این تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از کود دامی به جای کود شیمیایی موجب صرفه جویی تا حدود ۲۵ درصد در هزینه های جاری شده که خود بر پایداری سیستم کشت می‌افزاید (خلیق و همکاران، 2006).

بر اساس نتایج این آزمایش به‌نظر می‌رسد، استفاده از میکروارگانیسم‌های موثر در شرایطی می‌تواند فعالیت تاثیر-گذاری داشته باشد که شرایط در خاک برای فعالیت این میکروارگانیسم‌ها مهیا باشد. این میکروارگانیسم‌ها جهت ادامه زندگی به مواد آلی نیازمند هستند، که در این شرایط تیمار کود دامی قابلیت تامین این مواد را برای میکروارگانیسم‌های مذکور دارد (جاوید و باجاول، 2010). در شرایط حضور کود آلی، میکروارگانیسم‌ها با تغذیه از این مواد، سریعاً تکثیر و با افزایش جمعیت روند تجزیه مواد آلی موجود را تسریع می‌بخشند (یان و ژو^۱، 2002). تسریع در تجزیه مواد آلی، منجر به افزایش سرعت آزاد سازی مواد معدنی مورد نیاز گیاه به سیستم خاک-گیاه شده و در نهایت گیاه با جذب این مواد، رشد و نمو خود را بهبود بخشیده و عملکرد بهتری حاصل می‌گردد (دالی و استوارت، 1999). پژوهش‌ها هم‌چنین از تاثیر EM بر افزایش راندمان جذب مواد توسط ریشه گیاه حکایت دارد (سانگاکارا^۲ و همکاران، 1998). در این پژوهش نیز استفاده از EM در شرایط کاربرد کود دامی، باعث افزایش غلظت NPK در بوته ذرت شد که با گزارش سایر محققین در مورد ماش، برنج، گندم و پنبه مطابقت دارد (جاوید و باجاول، 2011؛ حسین و همکاران^۳، 1999؛ جاوید و شاه، 2011 و خلیق و همکاران، 2006). در تیمارهای استفاده از کود NPK، استفاده از EM نتوانست تاثیر معنی‌دار بر غلظت عناصر بگذارد، که دلیل آن از یک طرف به تامین عناصر مورد نیاز گیاه از منبع شیمیایی و از طرف دیگر به نبود مواد آلی که منبع تغذیه‌ای میکروارگانیسم‌ها می‌باشد و عدم توانایی این موجودات در افزایش جمعیت این موجودات بر می‌گردد. کمبود مواد آلی در خاک در تیمار عدم استفاده از کود، هم-چنین دلیل ناچیز بودن اثر میکروارگانیسم‌ها بر غلظت NPK می‌باشد (یاوایشی^۴، 2000).

اجزاء رشدی گیاه و عملکرد نیز در این آزمایش در شرایطی از EM تاثیر زیادی گرفتند که در داخل خاک مواد آلی به اندازه کافی موجود باشد، که در این آزمون، تیمار استفاده از کود دامی توانست این شرایط را برای EM فراهم کند. تاثیر EM بر افزایش مواد قابل دسترس گیاه، در شرایط حضور مواد آلی را عمده دلیل تاثیر مثبت آن بر عملکرد و

5. Yaduvanshi
6. Kim et al
7. Ranjith

1. Yan and Xu
2. Sangakkara et al
3. Hussein et al
4. Iwaishi

- Daly, M. J and Stewart, D. P. C. 1999. Influence of effective microorganisms (EM) on vegetative production and carbon mineralization- a preliminary investigation. *Journal of Sustainable Agriculture*. 14: 15-25.
- Fixon, P. E. and West, F. B. 2002. Nitrogen fertilizers: meeting contemporary challenges. *AMBIO*: 31, 169–176.
- Giles J. 2004. Is organic food better for us? *Nat. (Lond.)*. 428: 796-797.
- Higa, T. and Parr, J. F. 1994. Beneficial and effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment. International Nature Farming Research Centre, Atami, Japan, 160 pp.
- Higa, T. 2000. What is EM technology? *EM World Journal*. 1: 1-6
- Hussain, T., Javaid, T., Parr, J. F., Jilani, G. and Haq, M. A. 1999. Rice and wheat production in Pakistan with effective microorganisms. *American Journal of Alternative Agriculture* 14:30–36.
- ICRAF, 1995. International Council for Research in Agroforestry, Laboratory Methods of Soil and Plant Analysis, Version 1.1. ICRAF, Nairobi.
- Iwaishi, S, 2000. Effect of organic fertilizer and effective microorganisms on growth, yield and quality of paddy-rice varieties *Journal of Crop Production*. 3: 269-273.
- Javaid, A. and Shah, M. B. M. 2010. Growth and yield response of wheat to EM (effective microorganisms) and parthenium green manure. *African Journal of Biotechnology*. 9: 3373-3381.
- Javid, A. and Bajwa, R. 2011. Effect of effective microorganism application on crop growth, yield and nutrition in *Vigna radiate* L. wilczek in different Soil amendment systems. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42:17, 2112-2121.
- Khaliq, A., Abbasi, M. K. and Hussain, T. 2006. Effect of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. *Bioresource Technology*. 97: 967-972.
- Kim, M. K. Choi, K. M. and Yin, C. R. 2004. Odorous swine wastewater treatment by purple non-sulfur bacteria, *Rhodospseudomonas palustris*, isolated from eutrophicated ponds. *Biotechnology Letter*, 26: 819-822.
- Kramer, A. W., Doane, T. A., Horwath, W. R. and Van Kessel, C. 2002. Combining fertilizer and organic inputs to synchronize N supply in alternative cropping system in California. *Agriculture Ecosystem and Environmental*: 91: 233-243.
- Macilwain, C. 2004. Is organic farming better for the environment? *Nat*, 428: 797-798.
- Newman, E. I. 1996. A method of estimating the total length of root in a sample. *Journal of Apply Ecology*. 3: 139-145.
- Oehl, F., Sieverding, E., Mäder, P., Dubois, D., Ineichen, K., Boller, T. and Wiemken, A. 2004. Impact of long-term conventional and organic farming on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi. *Oecologia*, 138: 574-583.
- Palm, A. C., Gachengo, C. N., Delve, R. J., Cadisch, G. and Giller, K. E. 2001. Organic inputs for soil fertility management in tropical agro-ecosystems: application of an organic resource database. *Agricultural Ecosystem Environment* 8: 27–42.
- Pinamonti, F. 1998. Compost mulch effects on soil fertility, nutritional status and performance of grapevine. *Nutrition Cycling Agro-ecosystem*. 51:239-248.
- Pulleman, M. A., Jongmans, J. and Bouma, J. 2003. Effects of organic versus conventional arable farming on soil structure and organic matter dynamics in a marine loam in the Netherlands. *Soil Use Manage*. 19:157-165.
- Ranjith, N. K., Sasikala, C. and Ramana, C. V. 2007. Catabolism of l-phenylalanine and l-tyrosine by *Rhodobacter sphaeroides* OU5 occurs through 3,4-dihydroxyphenylalanine. *Research Microbiology*. 158:506-511.
- Roberts, T. L. 2008. Improving nutrient use efficiency. *Turkish Journal of Agriculture*. 32: 177-182.
- Sangakkara, U. R., Marambe, B., Attanayake, A. M. U. and Piyadasa, E. R. 1998. Nutrient use efficiency of selected crops grown with effective microorganisms in organic systems. In: Proc. 4th Int. Conf. Kysei Nature Farming held in Paris, France, June 19-21 (Eds. JF Parr, SB Hornick), 1995. pp: 111-117.
- Turgut, I., Bilgili, U., Duman, A. and Acikgoz, E. 2005. Effect of green manuring on the yield of sweet corn. *Agronomy Sustainable Development*. 25:1-5.
- Yaduvanshi, N. P. S. 2003. Substitution of inorganic fertilizers by organic manures and the effect on soil fertility in rice-wheat rotation on reclaimed sodic soil in India. *Journal of Agriculture Science*. 140, 161–168.
- Yan, P. S. and Xu, H. L. 2002. Influence of EM Bokashi on nodulation, physiological characters and yield of peanut in nature farming fields. *Journal of Sustainable Agriculture Science*. 19(4): 105-112.

Study of the Effective Organism (EM) Application Effect on Efficacy of Chemical and Organic Fertilizers in Corn Cultivation (*Zea miz S.C704*)

Jahanban¹, L. and Lotfifar^{2*}, O.

Abstract

This experiment was conducted to study the effect of effective organism (EM) application on efficacy of chemical and organic fertilizers in corn cultivation and their effects on yield as a factorial experiment on the base of complete randomized block design with four replications in research field of agricultural research center of Arak, Iran. Experimental factors were EM concentration included of three levels (0, 1:20 and 1:50) and type of fertilizer included of no application, fertilizer contain nitrogen, phosphorous and potassium (NPK: 300-135-100 kg/ha) and domestic manure (20 ton/ha). According to the results, the effect of type of fertilizer on all criteria and EM concentration on all of them except to length of maturity duration were significant. Interaction of fertilizer type and EM concentration was significant on plant height, leaf area index, nitrogen, phosphorous and potassium percentage of shoot, seed protein percentage and yield of dry and wet provender. On the base of results, simultaneous application of EM and domestic manure caused to increase necessary elements uptake of plant. So, yield of dry and wet provender was increased due to improvement of plant growth conditions. Difference between domestic manure and NPK on the point of nutrient uptake and yield of provender was high and significant in no EM application, low in 1:20 concentration of EM and non-significant in phosphor and potassium concentration and yield. According to the results, domestic manure efficacy was increased due to using effective microorganisms. So, in addition to yield increase, it caused to prevent chemical pollution due to using chemical fertilizer.

Keywords: Chemical Fertilizer, Corn, Domestic Manure, Effective Microorganisms, Yield

Archive of SID

1. Faculty member of Payam Noor university of Shazand.
2. PhD Student of University of Tehran, Abureyhan campus
*: Corresponding author Email: omidlotfifar@yahoo.com