اثر برخی حاصلخیزکننده‌های آلی خاک بر عملکرد و اجزای عملکرد جو

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۵، شماره ۳، صفحات ۳۴ – ۲۳
(پاییز ۱۳۹۸)

حسین زاهدی✉، **یونس شرقی**
مرکز تحقیقات کشت‌های تلفیقی، گروه کشاورزی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران
✉ hzahedi2006@gmail.com **(مسؤول مکاتبات)**

چکیده حاصلخیزی کافی خاک یکی از ضروریات اصلی برای افزایش تولید گیاه جو است. به‌منظور بررسی اثر کودهای مختلف آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد جو رقم ریحان، پژوهشی به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ ترکیب کودی در سه تکرار انجام و صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد اندازه‌گیری شد. تیمارهای آزمایشی شامل سرکه چوب ۵ ، ۱۰ و ۱۵ در هزار به صورت مصرف خاکی، آزوکمپوست، زئولیت، سرکه چوب ۵، ۱۰ و ۱۵ در هزار به‌صورت محلول‌پاشی، سرکه چوب ۵ و ۱۰ در هزار + آزوکمپوست، سرکه چوب ۵ و ۱۰ در هزار + زئولیت، اسید هیومیک، سرکه چوب ۵ و ۱۰ در هزار + اسید هیومیک بودند. کاربرد سرکه چوب ۵ در هزار + زئولیت سبب افزایش معنی‌دار سطح برگ و وزن خشک گیاه گردید. همچنین، استفاده از سرکه چوب ۱۰ در هزار+ زئولیت سبب افزایش معنی‌دار طول خوشه و عملکرد دانه گیاه گردید. توصیه می‌شود محلول‌پاشی با سرکه چوب ۱۰ در هزار به همراه زئولیت در زراعت جو مورد استفاده قرار گیرد.

شناسه مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ پژوهش: ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۲۹

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۷/۰۸

واژه‌های کلیدی

- آزوکمپوست
- زئولیت
- سرکه چوب
- هیومیک اسید

این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY - NC - ND انتشار یافته است.

10.22034/aej.2019.1873806.1106

مقدمه جو[1] از تیره گندمیان[2] امروزه به صورت دانه جهت تغذیه انسان و دام، صنایع تخمیری و علوفه استفاده می‌شود. جو به دلیل برخورداری از تنوع ژنتیکی بالا توانایی رویش در مناطق متفاوت آب و هوایی را داراست. این گیاه نسبت به سایر غلات دارای دوره رشد و نمو کوتاه بوده و احتیاج به آب کمتری دارد.[۱۰]

یکی از عوامل مهم در افزایش تولیدات کشاورزی هم‌سو با عملیات به‌نژادی و به زراعی، مدیریت بهینه مصرف کودهای شیمیایی به ویژه کودهای نیتروژن‌دار به‌منظور ارتقای کمی و کیفی محصولات زراعی است.[۱] حاصلخیزی کافی خاک یکی از ضروریات اصلی برای افزایش تولید جو است و نیتروژن محدودکننده‌ترین عامل مواد غذایی در عملکرد جو به شمار می‌رود.[۱۱] تا دوسوم نیتروژن معدنی مصرف‌شده در سیستم‌های کشاورزی از طریق آبشویی، تصعید، رواناب و فرسایش تلف می‌شود.[۵] کاربرد منابع و نهاده‌های تجدید پذیر، یکی از اصول کشاورزی پایدار است که موجب حداکثر بهره‌وری زراعی و کمترین خطرات زیست‌محیطی می‌شود.[۹]

کودهای زیستی امروزه قادرند به‌عنوان جایگزین یا مکمل کودهای شیمیایی، پایداری تولید را در نظام‌های کشاورزی تضمین کنند.[۱۴] کاربرد کود آلی سبب بهبود خواص فیزیکی، عناصر غذایی و ریزموجودات خاک می‌گردد.[۲۶] استفاده از کودهای آلی سبب افزایش هوموس و موادآلی خاک، ویتامین، هورمون و آنزیم‌های گیاهی در خاک و در نتیجه بهبود کمی و کیفی محصول می‌شود.[۲]

سرکه چوب یک ترکیب ارگانیک بوده و دارای بیش از ۲۰۰ ماده از جمله اسیدهای ارگانیک، فنل[3] کربونیل[4] و الکل است و به دلیل ارگانیک بودن برای موجودات زنده سالم بوده و مصرف کود شیمیایی را کاهش داده و سبب افزایش مواد مغذی خاک، سرعت رشد ریشه، ساقه، برگ، گل و میوه می‌شود.[۱۵،۱۷] *سوزا و همکاران (۲۰۱۲)* گزارش نمودند که سرکه چوب دارای خواص آفت کشی بوده و به عنوان کود آلی کاربرد مؤثری دارد.

کود کمپوست از پسماندهای کشاورزی، خانگی و خوراکی تولید می‌شود و یکی از عالی‌ترین کودها برای مصارف کشاورزی به شمار می‌رود.[۲۷] منیزیم و فسفات موجود در کمپوست سبب آبرفتی شدن خاک‌های کشاورزی و جذب سریع‌تر مواد مغذی درون خاک می‌شود. کمپوست مخلوطی از مواد آلی مختلف خصوصاً آزو لا[5] بوده که توسط ریزموجودات در یک محیط گرم، مرطوب و با تهویه مناسب تهیه‌شده و مواد و عناصر غذایی خود را در خاک به شکل قابل‌جذب در اختیار گیاه قرار می‌دهد.[۹]

هیومیک اسید[6] به عنوان یک ترکیب آلی شناخته شده است که حاوی ۹۰-۵۰٪ مواد آلی است. مهمترین تأثیر این ماده، تحریک جوانه‌زنی و رشد و افزایش تجمع ازت و سایر عناصر غذایی معدنی است.[۸] هیومیک اسید در مواردی حجم ریشه را تا چند برابر افزایش داده و با اصلاح ساختار فیزیکی خاک فضای مناسب‌تری را برای نفوذ ریشه ایجاد و نیز به جذب بهتر مواد غذایی و توسعه بیشتر گیاه کمک می‌نماید.[۴] زئولیت‌ها مواد متخلخلی هستند که با ساختمان کریستالی خود مانند غربال مولکولی عمل کرده و اجازه عبور برخی از یون ها را داده و عبور بعضی از یون های دیگر را مسدود می کنند. این ماده از طریق افزایش فراهمی

[1] *Hordeum vulgare* L.
[2] *Poaceae*
[3] phenol
[4] carbonyl
[5] azola
[6] humic acid

طولانی مدت رطوبت و عناصر غذایی به بهبود رشد گیاه کمک می‌کند.[۱۸] پژوهش‌ها نشان داده که آزادسازی تدریجی کودها توسط زئولیت‌ها می‌تواند در خاک‌های طبیعی و مصنوعی به‌واسطه واکنش‌های تبادل یونی و یا ترکیب واکنش‌های تبادل یونی و تجزیه مواد کانی صورت گیرد. زئولیت‌ها می‌توانند ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و رطوبت را افزایش و میزان جذب عناصر سنگین و مضر مانند مس، کادمیم، سرب و روی توسط گیاه در خاک‌های آلوده را کاهش دهد.[۱۸] تحت شرایط مناسب، زئولیت‌ها راندمان مصرف کودها را افزایش می‌دهند.[۲۰]

یارمحمدی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند که استفاده از کود دامی و زئولیت شرایط مناسبی برای حفظ رطوبت اطراف محیط ریشه فراهم می کند.[۲۵] *غلامحسینی و همکاران (۲۰۰۸)* اعلام نمودند که مصرف زئولیت تأثیر معنی داری بر افزایش کلروفیل دارد.[۷] *زونیان و همکاران (۲۰۰۱)* گزارش کردند که غلظت‌های کم اسید هیومیک رشد گندم را افزایش می‌دهد.[۲۴] همچنین *شریف (۲۰۰۲)* در پژوهشی نشان داد که کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم اسید هیومیک بر کیلوگرم خاک در ذرت سبب افزایش ۲۰ و ۲۳٪ وزن خشک ساقه، ۳۹ و ۳۲٪ وزن خشک ریشه و افزایش غلظت نیتروژن خاک و نیتروژن ذخیره شده گیاه می‌شود.[۱۹]

هدف از این پژوهش استفاده از حاصلخیزکننده‌های آلی که منجر به افزایش ماده آلی خاک، بهبود خصوصیات شیمیایی خاک، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، فعالیت میکروارگانیسم ها و دسترسی به مواد غذایی و در نهایت تولید محصول سالم در جهت کاهش کاربرد کودهای شیمیایی است که سبب آلودگی های زیست محیطی و صدمات اکولوژیکی می گردد.

مواد و روش‌ها این پژوهش حاضر در سال زراعی ۹۶ -۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران با موقعیت طول جغرافیایی ۵۱ درجه ۴۳ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۸ دقیقه شرقی انجام گرفت. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۲۱۵ متر، رژیم آب‌وهوایی نیمه‌خشک و میانگین بارندگی سالانه ۲۷۳ میلی‌متر بود. بیشینه دمای منطقه ۳۲ درجه سلسیوس، کمینه دما ۲ درجه سلسیوس، مقدار بارندگی ۱/۶۴ میلی‌متر و رطوبت نسبی ۴۵٪ بود.

این طرح در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای مورد بررسی شامل تیمار شاهد (بدون مصرف کودهای آلی)، سرکه چوب ۵، ۱۰ و ۱۵ در هزار به صورت مصرف خاکی، آزوکمپوست، زئولیت، سرکه چوب ۵، ۱۰ و ۱۵ در هزار به‌صورت محلول‌پاشی، سرکه چوب ۵ و ۱۰ در هزار + آزوکمپوست، سرکه چوب ۵ و ۱۰ در هزار + زئولیت، اسید هیومیک، سرکه چوب ۵ و ۱۰ در هزار + اسید هیومیک بودند. سرکه چوب تولید شرکت شیمی پژوهان به میزان ۴۰۰ لیتر در هکتار به دو صورت مصرف در خاک و محلول‌پاشی در زمان کاشت، سه برگی شدن، خوشه‌دهی و گلدهی استفاده شد. آزوکمپوست به میزان ۵۰٪ نیاز نیتروژن هر کرت و به میزان ۵ کیلوگرم در هر کرت، زئولیت به میزان ۵ تن در هکتار و اسید هیومیک محتوی ۳۵٪ اسید هومیک، اسید فولویک و عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم به نسبت ۱۵، ۱۰، ۱۰ به میزان ۲۰ لیتر در هکتار در زمان کاشت استفاده شد. میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم بعد از نتایج آزمون خاک، به میزان کافی در همه تیمارها تأمین شد.

بذر جو رقم ریحان که از مؤسسه تحقیقاتی اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد. کود نیتروژنه به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به شکل اوره در سه قسط هنگام کاشت، ساقه‌رفتن و خوشه‌دهی قبل از آبیاری استفاده

شد. کشت به روش جوی و پشته‌ای در تاریخ ۱۵ مهر ماه به صورت دستی انجام شد. ابعاد هر کرت ۳ × ۱/۶ متر و فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. میزان پتانسیل رطوبتی خاک با توجه به درصد رطوبت حجمی و اعداد به‌دست‌آمده از رطوبت‌سنج[1]در زمان تنش محاسبه شد (شکل ۱). این رطوبت‌سنج‌ها در یک نقطه برای هر کرت، به فواصل عرضی ۳/۶ متر با توجه به فاصله کرت‌ها از یکدیگر در نظر گرفته شدند. در هر نقطه یک رطوبت‌سنج، در عمق ۲۴ تا ۳۰ سانتی‌متر، نصب شد. برای نصب رطوبت‌سنج‌ها ابتدا به‌وسیله مته، حفره‌هایی با ابعاد متناسب با اندازه رطوبت‌سنج در زمین حفر و بعد از قرار دادن رطوبت‌سنج‌ها در عمق‌های مشخص، نسبت به پر کردن و متراکم کردن خاک حفره‌ها تا حصول تراکم زمین در حالت اولیه اقدام شد. در این مرحله، برای ارزیابی دقت حسگرها، اقدام به نمونه برداری از خاک و تعیین رطوبت آن شد. هم‌زمان با داده‌برداری از رطوبت خاک با استفاده از رطوبت‌سنج اقدام به ثبت داده‌ها هر ۲۴ ساعت یک‌بار به مدت ۱۵ روز گردید. نمونه خاک از عمق معادل طول میله ۲۴ تا ۳۰ سانتی‌متر هر یک از حسگرها با استفاده از مته خاک صورت گرفت و مقدار رطوبت با روش توزین اندازه‌گیری شد. این کار با ۱۵ نوبت داده‌برداری ادامه یافت.

چگالی ظاهری هر یک از نمونه‌های خاک، بعد از پایان این مرحله هر یک با سه تکرار از روش sand bottle و در همان عمق اندازه‌گیری شد تا برای تبدیل رطوبت وزنی به رطوبت حجمی مورداستفاده قرار گیرد. در آزمایشگاه میزان رطوبت وزنی، درصد رطوبت حجمی (حاصل‌ضرب درصد رطوبت وزنی در وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۴۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب) اندازه‌گیری و درصد آب قابل‌استفاده بر اساس رابطه ۱ *مارتین و همکاران (۱۹۹۰)* تعیین و سپس با استفاده از رابطه ۲ درصد تخلیه آب قابل‌استفاده محاسبه شد.

(رابطه ۱)

$$D\ (\%) = \frac{1}{n} \sum_{1}^{n} \frac{FCi-\theta i}{FCi-Wp} \times 100$$

(رابطه ۲)

تخلیه آب قابل‌استفاده (٪) =۱۰۰– D

در این روابط D درصد آب قابل‌استفاده و n تعداد نمونه خاک گرفته‌شده از عمق مؤثر توسعه ریشه، FCi رطوبت خاک در ظرفیت مزرعه (پتانسیل رطوبتی معادل ۱۶٪ وزنی و ۲۲/۵۶٪ حجمی قرائت‌شده توسط دستگاه رطوبت‌سنج در نمونه iام، θi رطوبت خاک در نمونه iام و Wp رطوبت خاک در نقطه پژمردگی دایم پتانسیل رطوبتی معادل ۶/۷۸٪ وزنی و ۹/۵۶٪ حجمی قرائت‌شده توسط دستگاه بود.

مهار علف‌های هرز به روش وجین دستی در سه مرحله صورت پذیرفت. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی در زمان نیاز گیاه به آب انجام شد. در مرحله رسیدگی صفات ارتفاع گیاه، طول سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح، وزن خشک گیاه و عملکرد دانه و در مرحله خوشه‌دهی کامل صفات سطح برگ دستگاه سطح برگ سنج[2]، وزن تر و خشک برگ، اندازه‌گیری و ثبت گردید. جهت تعیین عملکرد دانه، در مرحله رسیدگی میزان ۰/۵ مترمربع با رعایت اثر حاشیه برداشت و میزان عملکرد دانه در هکتار اندازه گیزری و ثبت شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ver. 9.1 و مقایسه میانگین به روش حداقل اختلاف میانگین در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.

[1] Time Domain Reflectometry

[2] DELTA-T DEVICES, UK

جدول ۱) برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری

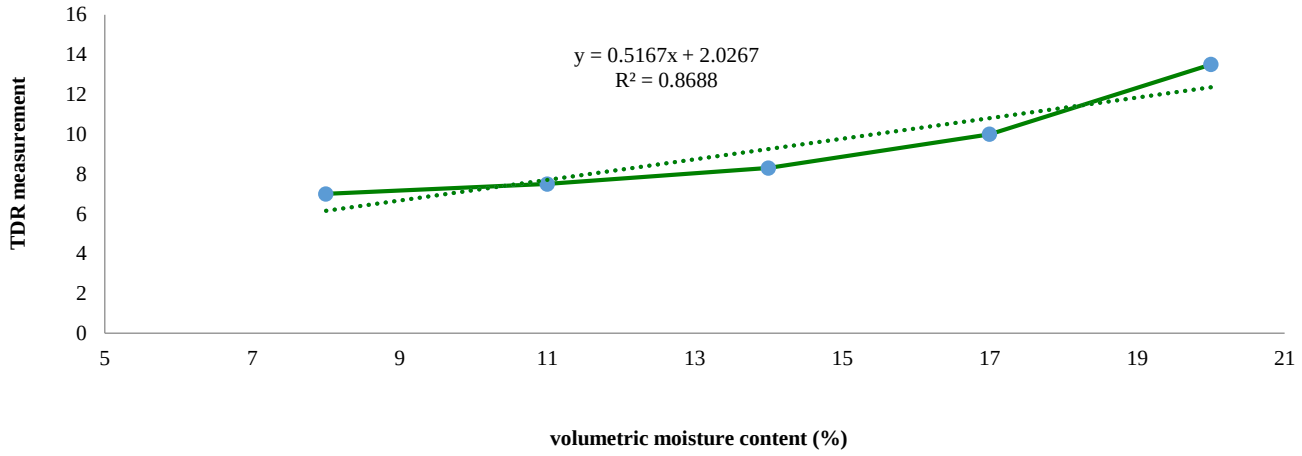
Table 1) Some physical and chemical characteristics of the experimental site soil site from the depth of 0-30 cm

Total N_2 %	clay (%)	silt (%)	sand (%)	texture	Fe^{2+} (ppm)	Mn^{2+} (ppm)	Zn^{2+} (ppm)	Mg^{2+} (ppm)	soluble K (ppm)	soluble P (ppm)	bulk density ($g.cm^{-3}$)	pH	EC ($dS.m^{-1}$)	organic matter	organic carbon (%)	total neutralizing value(%)
0.068	7	25	64	Loamy-sand	6.46	6.4	3.42	684	314	32	1.48	7.7	0.68	1.17	0.68	6

جدول ۲) خصوصیات شیمیایی کود آزوکمپوست مورد استفاده در آزمایش

Table 2) Chemical characteristics of azocompost fertilizer used in the experiment

Total N (%)	P (%)	K (%)	pH	EC (dS.m-1)	organic carbon (%)	C:N
3	1.4	1.34	6.2	2.9	28.91	10.32



شکل ۱) منحنی رطوبت خاک به‌دست‌آمده از اعداد قرائت‌شده به‌وسیله دستگاه رطوبت‌سنج و درصد رطوبت حجمی نمونه‌برداری

Figure 1) Soil moisture curve obtained from TDR data and volumetric sampling percentage

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

رژیم‌های کودی روی ارتفاع گیاه جو در سطح ۱٪ مؤثر بود (جدول ۳). کاربرد خاکپاش سرکه ۱۰ در هزار + اسید هیومیک سبب افزایش ۲۹٪ ارتفاع گیاه نسبت به شاهد گردید و با رژیم‌های کودی خاکپاش سرکه پنج در هزار + اسید هیومیک، خاک‌پاش سرکه ۵ و ۱۰ در هزار + زئولیت، خاک‌پاش سرکه ۱۰ در هزار + آزوکمپوست، محلول‌پاشی سرکه ۱۰ در هزار و خاک‌پاش سرکه ۵، ۱۰ و ۱۵ در هزار تفاوت آماری معنی‌داری در سطح ۵٪ نداشت (جدول ۴). این افزایش ارتفاع را می توان به کاربرد سرکه و اسید هیومیک در افزایش رشد رویشی و ساقه بر اثر افزایش فاصله میان گره ها ارتباط داد. ارتفاع ساقه از صفاتی است که بیش ترین پاسخ را به اسید هیومیک نشان می‌دهد.[۲۳] اسید هیومیک خاصیت شبه هورمونی دارد و سبب افزایش حجم ریشه و در نتیجه جذب بیش تر عناصر غذایی می شود.[۸] ارتفاع بوته در تیمار محلولپاشی سرکه ۵ در هزار که با سایر رژیم‌های کودی از جمله شاهد، آزوکمپوست، زئولیت، محلولپاشی سرکه ۱۵ در هزار، خاکپاش سرکه ۵ در هزار+ آزوکمپوست، اسید هیومیک، از نظر آماری حداقل در سطح ۵٪ یکسان بود (جدول ۴). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع گیاه جو رقم ریحان و وزن خشک گیاه مشاهده شد (جدول ۵). به طورکلی کاربرد کودهای آلی توانست ارتفاع گیاه جو رقم ریحان را افزایش دهد اگر چه افزایش ارتفاع گیاه در بعضی از رژیم‌های کودی به حدی نبود که متمایز از شاهد باشد. نتایج یک آزمایش نشان داد که کودآلی باعث افزایش ارتفاع گیاه جو بهاره شد.[۱۶] در پژوهشی دیگر کاربرد سرکه چوب سبب افزایش اجزای عملکرد گیاه سویا گردید.[۱۷]

سطح برگ

اختلاف سطح برگ توسط رژیم‌های کودی در گیاه جو در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). سطح برگ با کاربرد رژیم کودی خاکپاش سرکه ۵ در هزار + زئولیت حاصل گردید که افزایش ۴۷٪ نسبت به شاهد نشان داد و از نظر آماری با سایر رژیم‌های کودی تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ داشت. مقدار سطح برگ در محلولپاشی سرکه ۱۰ در هزار حاصل گردید که کاهش ۱۸٪ نسبت به شاهد نشان داد و در سطح آماری ۵٪ با رژیم‌های کودی شاهد و زئولیت تفاوتی معنی‌داری نداشت (جدول ۴). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین سطح برگ و وزن خشک گیاه به دست آمد (جدول ۵). در شرایط عادی تقسیم سلولی در بافت مریستمی برگ باعث افزایش سطح برگ می شود. کاربرد سرکه به همراه زئولیت با افزایش سطح جیبرلین سبب افزایش تقسیم سلولی شده و به دنبال آن سطح برگ افزایش یافته است.[۱۸] در پژوهشی روی آفتابگردان مشاهده گردید که اثر رژیم های آبیاری و تیمار کودی بر صفات کمی علوفه شامل عملکرد ماده‌ی خشک، وزن خشک برگ و ساقه و شاخص سطح برگ معنی‌دار بود.[۶]

وزن خشک برگ

وزن خشک برگ توسط رژیم‌های مختلف کودی در سطح آماری ۱٪ تحت تأثیر قرار گرفت (جدول ۳). وزن خشک برگ در تیمار کودی آزوکمپوست مشاهده شد که با تیمار کودی خاکپاش سرکه ۵ در هزار در سطح ۵٪ تفاوت آماری معنی‌داری نداشت (جدول ۵). وزن خشک برگ متعلق به محلول پاشی سرکه ۵ در هزار به دست آمد که با تیمارهای شاهد، خاکپاش سرکه ۱۰ در هزار + اسید هیومیک و محلولپاشی سرکه ۵ و ۱۰ در هزار+ آزوکمپوست از نظر

آماری در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری نداشت. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن خشک برگ و سایر صفات مشاهده نشد (جدول ۵). کاربرد کود های آلی سبب افزایش جذب نیتروژن و کلروفیل در برگ گیاه شده و به واسطه افزایش فتوسنتز، رشد و نمو گیاه بیشتر شده و وزن خشک برگ افزایش می‌یابد.[۲۷]

طول سنبله

اختلاف طول سنبله در تیمارهای کودی در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). طول سنبله در تیمار خاکپاش سرکه ۵ در هزار + زئولیت حاصل گردید که با تیمارهای خاکپاش سرکه ۱۵ در هزار از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ نشان نداد. طول سنبله در تیمار زئولیت مشاهده شد که با رژیم‌های کودی محلولپاشی سرکه ۵ در هزار، خاکپاش سرکه ۵ در هزار + آزوکمپوست و خاکپاش سرکه ۵ در هزار + اسید هیومیک در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). به طور کلی، طول سنبله توسط بیشتر رژیم‌های مختلف کودی به کار رفته نسبت به شاهد در این آزمایش افزایش یافت، اگر چه این افزایش در بعضی تیمارها در مقایسه با شاهد معنی‌دار نبود. در پژوهش حاضر تیمارهای خاکپاش سرکه ۵ و ۱۰ در هزار + زئولیت از نظر اثرات افزایشی بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد شامل طول سنبله و وزن خشک گیاه بر تیمارهای کودی دیگر برتری داشت. کاربرد کود آلی سبب افزایش اجزای عملکرد گیاه به دلیل قابلیت جذب بالای عناصر غذایی در کود آلی نسبت به خاک گردید.[۲۵]

تعداد سنبله

اختلاف تعداد سنبله در متر مربع در رژیم‌های مختلف کودی از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). تعداد سنبله در مترمربع در تیمار محلول‌پاشی سرکه ۱۰ در هزار حاصل شد. تعداد سنبله در مترمربع در تیمار شاهد مشاهده شد. افزایش تعداد سنبله در مترمربع در سه تیمار کودی محلول‌پاشی سرکه ۱۰ در هزار و خاک-پاش سرکه ۱۰ در هزار و محلولپاشی سرکه ۱۵ در هزار افزایش داشت اما در سایر تیمارهای کودی تفاوتی با شاهد مشاهده نشد (جدول ۵).

وزن خشک گیاه

اختلاف وزن خشک گیاه در رژیم‌های مختلف کودی از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. این تفاوت بین تیمارهای شاهد و خاکپاش سرکه ۵ در هزار+زئولیت به حداکثر رسید ولی بین تیمار خاکپاش سرکه ۵ در هزار + زئولیت و تیمارهای خاکپاش سرکه ۱۰ در هزار + آزوکمپوست و خاکپاش سرکه ۱۰ در هزار + اسید هیومیک تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. وزن خشک گیاه در تیمار زئولیت به دست آمد که با تیمارهای شاهد، خاکپاش سرکه ۱۵ در هزار، آزوکمپوست، محلول‌پاشی سرکه ۵ و ۱۰ در هزار و خاکپاش سرکه ۵ در هزار+اسید هیومیک تفاوت آماری معنی‌داری نداشت. رژیم کودی زئولیت افزایش تقریبی به میزان ۹٪ در وزن خشک گیاه نسبت به شاهد به وجود آورد. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن خشک گیاه و ارتفاع گیاه و سطح برگ مشاهده شد (جدول ۵). به طور کلی، کودهای آلی مورد استفاده در این پژوهش توانست وزن خشک گیاه را به طور نسبی نسبت به شاهد افزایش دهد که این افزایش در مورد بسیاری از تیمارهای کودی مشهود بوده و از نظر آماری در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد داشت (جدول ۴). کاربرد کود های آلی سبب افزایش جذب نیتروژن و کلروفیل در برگ گیاه شده و به واسطه افزایش فتوسنتز، رشد و نمو

جدول ۳) تجزیه واریانس صفات مختلف جو تحت تأثیر کاربرد کودهای آلی

Table 3) Analysis of variance of different barley traits in different level of organic fertilizers

Source of variations	df	mean of squares						
		plant height	leaf area	spike no.	spike length	leaf dry weight	plant dry weight	grain yield
Blocks	2	2.43	118.27	4434.27	0.07	111	6952.27	4202.96
Organic fertilizers	15	139.84**	2498.31**	19977.91**	0.61**	1338.21**	89187.99**	33968.08**
Error	30	56.26	217.69	5872.59	0.10	201.67	19812.20	5617.36
CV (%)		11.25	10.54	11.52	7.31	14.65	12.56	11.85

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ** significant at 1% probability level

جدول ۴) مقایسه صفات مختلف جو تحت تأثیر کودهای آلی مختلف

Table 4) Comparison of different barley characteristics affected by different organic fertilizers

Treatments	height (cm)	leaf area (cm^{-2})	leaf dry weight ($g.m^{-2}$)	plant dry weight ($g.m^{-2}$)	spike no.	spike length (cm)	grain yield ($g.m^{-2}$)
Control	55.33 e	114.67 hi	81.33 efg	948 h	554.67 d	4.2 def	427.47 g
Wood vinegar, 5 per thousand soil application	69.00 a-d	134.67 d-g	130.70 ab	1193.3 b-f	597.33 bcd	4.5 b-e	693.07 abc
Wood vinegar, 10 per thousand soil application	74.33 abc	154.11 bcd	114.67 bc	1241.3 bcd	722.67 b	4.3 c-f	617.33 b-e
Wood vinegar, 15 per thousand soil application	70.11 a-d	121.67 fgh	104.00 cde	1012 d-h	674.67 bcd	5.0 ab	650.67 bcd
Azocompost	64.33 b-e	150.67 bc	144.00 a	1001.3 e-h	664 bcd	4.8 bc	541.33 d-g
Zeolite	61.33 de	105.67 hi	88.00 def	861.3 h	613.33 bcd	3.5 g	722.4 abc
Wood vinegar, 5 per thousand spraying	54.67 e	132.00 d-g	77.33 fg	961.3 fgh	682.67 bc	4.0 efg	615.2 b-f
Wood vinegar, 10 per thousand spraying	69.67 a-d	94.02 i	89.30 def	986.7 fgh	920 a	4.4 cde	777.4 a
Wood vinegar, 15 per thousand spraying	60.33 de	118.67 fgh	88.00 def	1129.7 c-g	712 bc	4.1 ef	525.27 efg
Wood vinegar, 5 per thousand + azocompost	64.10 bcd	140.13 c-f	80.00 fg	1021.3 d-g	616 bcd	4.0 efg	597.8 c-f
Wood vinegar, 10 per thousand + azocompost	67.41 a-d	67.148 b-e	84.00 defg	1380 ab	621.33 bcd	4.3 c-f	617.33 b-e
Wood vinegar, 5 per thousand + zeolite	76.06 ab	216.05 a	100.00 cdef	1478.3 a	594.67 cd	4.3 c-f	735.2 ab
Wood vinegar, 10 per thousand + zeolite	71.33 a-d	149.33 b-e	105.33 cd	1218.7 b-e	677.67 bcd	5.3 a	809.33 a
Humic acid	63.00 ed	168.67 b	114.67 bc	1126.3 c-g	658.67 bcd	4.7 bcd	713.33 abc
Wood vinegar, 5 per thousand + humic acid	68.33 a-d	152.33 b-e	86.67 def	1045.3 d-h	672 bcd	3.8 fg	598.13 c-f
Wood vinegar, 10 per thousand + humic acid	33.78 a	128.33 e-h	62.70 g	1318.7 abc	666.33bcd	4.3 c-f	479.47 fg

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد.

Similar letter(s) in each column show(s) non- significant difference at 5% level.

جدول ۵) همبستگی بین صفات مختلف جو در تیمارهای مختلف کودهای آلی

Table 5) Correlation coefficients between different barley traits in different treatments of organic fertilizers

Traits	plant height	leaf area	leaf dry weight	spike length	spike number	plant dry weight
Leaf area	0.37					
Leaf dry weight	0.12	0.36				
Spike length	0.23	0.28	0.57			
Spike number	0.20	-0.37	-0.03	0.12		
Plant dry weight	0.69**	0.65**	0.03	0.21	-0.16	
Grain yield	0.29	0.18	0.29	0.19	0.32	0.12

* و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱% * and ** non-significant, significant at 5 and 1% probability level respectively

گیاه بیشتر شده و وزن خشک گیاه افزایش می‌یابد.[۲۷] کاربرد کود آلی سبب افزایش اجزای عملکرد، وزن خشک گیاه و محتوای کلروفیل برگ جو بهاره گردید.[۱۲،۱۶]

عملکرد دانه

اثر رژیم‌های کودی روی عملکرد دانه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). عملکرد دانه در شاهد بود که با تیمارهای آزوکمپوست، محلول‌پاشی سرکه ۱۵ در هزار و خاکپاش سرکه ۱۰ در هزار + اسید هیومیک از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). عملکرد دانه در تیمار خاکپاش سرکه ۱۰ در هزار + زئولیت بود. در کل رژیم‌های کودی توانستند باعث افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد شوند که در بسیاری از موارد این افزایش در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. در پژوهش حاضر تیمارهای خاکپاش سرکه ۵ و ۱۰ در هزار + زئولیت از نظر اثرات افزایشی بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد شامل طول سنبله و وزن خشک گیاه بر تیمارهای کودی دیگر برتری داشت. از جمله راهکارهای جدیدی که برای افزایش تأثیرگذاری و جلوگیری از هدر روی رطوبت و کودهای شیمیایی مورد استفاده قرار گرفته به کارگیری ترکیبات طبیعی چون کانی‌های زئولیت در مزارع کشاورزی می‌باشد. نتایج این پژوهش با پژوهشی مبنی بر تأثیر مثبت زئولیت بر افزایش کارآیی مصرف کودها و بهبود عملکرد و اجزای عملکرد گیاه منطبق است.[۱۵] کاربرد زئولیت عملکرد محصول گندم را نزدیک به ۲۰٪ در مقایسه با شاهد بدون کود و نزدیک به ۴۰٪ در مقایسه با شاهد همراه کود افزایش داد تنش خشکی تأثیر معنی داری در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دارد.[۳] گزارش شده که مصرف زئولیت ۵٪، تحت آبیاری با آب شور با غلظت‌های مختلف باعث افزایش ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ، وزن تر و وزن خشک گیاه جو شده است.[۱۲] پژوهشگران در نتیجه یک بررسی چند ساله گزارش کردند که کاربرد کود آلی به ویژه در مقادیر زیاد باعث بهبود اجزای عملکرد مانند ارتفاع گیاه، سطح برگ، وزن خشک گیاه و در نهایت عملکرد بیشتر دانه جو گردید.[۱۳]

نتیجه‌گیری کلی استفاده از سرکه چوب مصرف کود شیمیایی را کاهش داده و سبب افزایش مواد مغذی خاک و افزایش سرعت رشد گیاه گردید و همچنین کاربرد زئولیت می‌تواند ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و رطوبت را افزایش داده و تحت شرایط مناسب، راندمان مصرف کودها را نیز افزایش داد. محلول‌پاشی با سرکه چوب به همراه زئولیت سبب افزایش عملکرد و برخی اجزای عملکرد گیاه گردید.

References

1. Adediran JA, Taiwo LB, Akande MO, Sobulo RA, Idowu OJ (2004) Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. Journal of Plant Nutrition 27(7): 1163-1181.
2. Alam QK (2004) Soil fertility and its management on organic rice cultivation in Bangladesh. Proceedings of the sixth IFOAM- Asia Scientific Conference. Benign Environment and Safe Food, Yangpyung, Korea.
3. Behdad M, Paknejad F, Vazan S, Ardakani MR, Nasri M (2009) Effect of drought stress on yield and yield components at different stages of wheat cultivars. Journal of Environtal Tensions in Plant Sciences 1(2): 143-157. [in Persian with English abstract]
4. Bezuglova OS, Polienko EA, Gorovtsov AV, Lyhman VA, Pavlov PD (2017) The effect of humic substances on winter wheat yield and fertility of ordinary chernozem. Annals of Agrarian Science 15(2): 239-242.
5. Bhattacharjee RB, Singh A., Mukhopadhyay SN (2008) Use of nitrogen-fixing bacteria as biofertilizer for non-legumes: Prospects and challenges. Applied Microbiology and Biotechnology 80(2): 199-209.

6. Gholamhosseini M, Ghalavand A, Jamshidi E (2008) The effect of irrigation regimes and fertilizer treatments on grain yield and elements concentration in leaf and grain of sunflower (*helianthus annuus* L.) Agronomy and Horticulture 21(2): 91-100. [in Persian with English abstract].
7. Gholamhoseini M, Aghaalikhani M, Malakouti MJ (2008) Effects of natural zeolite and nitrogen rates on canola forage quality and quantity. Journal of Water and Soil Science. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 12 (45): 537-548. [in Persian with English abstract]
8. Jones CA, Jacobsen JS, Mugaas A (2007) Effect of low-rate commercial humic acid on phosphorus availability, micronutrient uptake, and spring wheat yield. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 38(7-8): 921-933.
9. Kizilkaya R (2008) Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecological Engineering 33(2): 150-156.
10. Kocheki A, Rashedmohasel MH, Nasirimahalati M, Sadrabad R (1997) Physiological Bases of Crop Development. Razavi Cultural Foundation Publications [in Persian].
11. Kramer AW, Doane TA, Horwath WR, Kessel CV (2002) Combining fertilizer and organic inputs to synchronize N supply in alternative cropping systems in California. Agriculture, Ecosystems & Environment 91(1-3): 233-243.
12. Liang Y, Si J, Nikolic M, Peng Y, Chen W, Jiang Y (2005) Organic manure stimulates biological activity and barley growth in soil subject to secondary salinization. Soil Biology and Biochemistry 37(6): 1185-1195.Mirlohi AF, Mohamadi R, Razavi SJ, Noorbakhsh F (2008) Effect of different fertilizer treatments applied at planting rice, oats, barley and corn as a second crop in a repeat performance three years. Agricultural Science and Sustainable Production. 18 (3): 161-171 [in Persian with English abstract]
13. Mooleki SP, Schoenau JJ, Charles JL, Wen G (2004) Effect of rate, frequency and incorporation of feedlot cattle manure on soil nitrogen availability, crop performance and nitrogen use efficiency in east-central Saskatchewan. Canadian Journal of Soil Science 84(2): 199- 210.
14. Mun SP, Ku CS (2010) Pyrolysis GC–MS analysis of tars formed during the aging of wood and bamboo crude vinegars. Journal of Wood Science 56(1): 47-52.
15. Ofosu-Anim J, Leitch M (2009) Relative efficacy of organic manures in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) production. Australian Journal of Crop Science 3(1): 13-19.
16. Pangnakorn U, Watanasorn S, Kuntha C, Chuenchooklin S (2009) Application of wood vinegar to fermented liquid bio-fertilizer for organic agriculture on soybean. Asian Journal of Food and Agro-Industry 2: 189-196.
17. Polat E, Karaca M, Demir H, Naci-Onus A (2004) Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 12:183-189.
18. Shariff M (2002) Effect of lignitic coal derived humic acid on growth and yield of wheat and maize in alkaline soil. PhD Dissertation, NWFP Agriculture University: Peshawar, Pakistan.
19. Shaw JW, Andrews RD (2001) Cation exchange capacity affects greens' turf growth. Golf Course Management 73-77.
20. Souza JBG, Re-Poppi N, Raposo JL (2012) Characterization of pyroligneous acid used in agriculture by gas chromatography-mass spectrometry. Journal of the Brazilian Chemical Society 23(4): 610–617.
21. Tahmasebi-Sarvestani Z, Mostafavi-Rad M (2011) Effect of organic and inorganic nitrogen sources on quantitative and qualitative characteristics in three winter rapeseed cultivars in Arak. Electronic Journal of Crop Production 4 (3): 177-197. [in Persian with English abstract]
22. Ulukan H (2008) Effect of soil applied humic acid at different sowing times on some yield components in wheat (*Triticum* spp.*)* hybrids. International Journal of Botany 4(2): 164-175.
23. Xueyuan G, Xiaorong W, Zhimang G, Lemei D, Yijun C (2001) Effects of humic acid on speciation and bioavailability to wheat of rare earth elements in soil. Chemical Speciation and Bioavailability 13(3): 83-88.

24. Yarmohammadi V, Sajedi NA, Mirzakhani M, Sibi M (2011) Effect of water stress and application of zeolite and animal manure on potatoes. Proceedings of the First National Conference on Strategies for Achieving Sustainable Agriculture. Payam Noor University, Khozestan Branch, Iran. [in Persian with English abstract]
25. Yasari E, Patwardhan AM (2007) Effect of Azotobacter and Azospirillium inoculants and chemical fertilizers on growth and productivity of canola (*Brassica napus* L.). Asian Journal of Plant Sciences 6 (1): 77-82.
26. Yousefzadeh S, Modarres-Sanavy SAM, Sefidkon F, Asgarzadeh A, Ghalavand A, Sadat-Asilan K (2013) Effects of Azocompost and urea on the herbage yield and contents and compositions of essential oils from two genotypes of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) in two regions of Iran. Food Chemistry 138 (2–3): 1407-1413.

Effect of some organic fertilizers on yield and yield components of barley

Agroecology Journal

Vol. 15, No. 3 (23 - 34)
(autumn 2019)

Hossein Zahedi, Younes Sharghi

Integrated Cropping Research Center, Agriculture Department, Islamic Azad University, Islamshahr Branch, Islamshahr, Iran ✉ hzahedi2006@gmail.com **(corresponding author)**

Received: 19 January 2019 **Accepted:** 30 September 2019

Abstract Sufficient soil fertilization is one of the main requirements for production of barley improvment. To study the effect of different organic fertilizers on yield and yield components of barley cv. Reyhan, an experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications with 16 fertilizer compounds. Barley morphological traits, yield and yield components were measured. Treatments were included wood vinegar, 5, 10, and $15^0/_{00}$ as soil application, azocompost, zeolite, wood vinegar, 5, 10, and $15^0/_{00}$ as foliar spraying, wood vinegar, 5 and $10^0/_{00}$ + azocompost, wood vinegar, 5 and $10^0/_{00}$ + zeolite, humic acid, wood vinegar, 5 and $10^0/_{00}$ + humic acid. Application of wood vinegar at $5^0/_{00}$ rate + zeolite significantly increased leaf area and plant dry weight. Also, using vinegar at $10^0/_{00}$ rate + zeolite significantly increased spike length and grain yield. Application of vinegar at the rate of $10^0/_{00}$ with zeolite is recommended in barley cultivation.

Keywords

- azocompost
- humic acid
- wood vinegar
- zeolite

This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

doi 10.22034/aej.2019.1873806.1106