

Investigating the effect of Biological and Chemical Fertilizers on some Agronomic Traits and Physiological Indicators of *Chenopodium quinoa* Willd in the Climatic Conditions of Jajarm city

Mojtaba Ramezani motlagh^{1*} , Alireza Dadkhah², Mahdi Babaeian²

Received: July 21, 2023

Accepted: July 4, 2024

1- Master's degree in Agroecology, Dept. of Plant Production Engineering and Genetics, Shirvan Faculty of Agriculture, University of Bojnord, Bojnord, Iran.

2- Prof. and Assist. Prof., Dept. of Plant Production Engineering and Genetics, Shirvan Faculty of Agriculture, University of Bojnord, Bojnord, Iran.

*Corresponding Author: E-mail: mojitabramezani@yahoo.com

ABSTRACT

Background & Objectives: In addition to polluting water and soil resources and affecting the quality of agricultural products, the use of chemical fertilizers also has environmental consequences; for this reason, by replacing biological fertilizers in the production of agricultural products with the aim of soil fertility, they try to pay attention to the goals of sustainable agriculture. This experiment investigates the effect of using chemical and biological fertilizers on some traits of quinoa plant, with the aim of reducing and eliminating chemical fertilizers in the climatic conditions of Jajarm region.

Materials & Methods: This experiment was conducted as a completely randomized block design with three replications on the quinoa plant of Titi Kaka variety in field conditions in 2018. The investigated treatments include the levels of biological fertilizers: A: control (without biological agent), A₁: seed inoculation, A₂: seed inoculation with and consumption at the time of four leaves and A₃: seed inoculation with soil and consumption at the time of four leaves and eight leaves; And there were four levels of chemical fertilizer consumption: B: 100% of the chemical fertilizer recommended by the region, B₁: 60% chemical fertilizer recommended by the region, B₂: 30% chemical fertilizer recommended by the region, and B₃: no chemical fertilizer.

Results: The results showed that the treatments with 60% of the recommended chemical fertilizer along with biofertilizers caused a significant increase in the plant height (14.91%), the number of lusters in the main cluster (14.05%) and the harvest index (13.69%) compared to the control. Meanwhile, the highest yield was achieved in the treatment of biological fertilizer with seed + irrigation fertilizer at the four-leaf stage + 60% of the recommended chemical fertilizer (A₂B₁) with an average of 349.80 g.m⁻², which increased the yield by 57.49% compared to the control. Also, the use of chemical and biological fertilizers caused an acceptable increase in growth indicators such as crop growth rate and net absorption rate, which can be caused by the increase in dry matter production and the crop growth period under the influence of the use of these fertilizers.

Conclusion: In general, the results of this research showed that the use of biological fertilizers, in addition to reducing the use of chemical fertilizers by 40% in the climatic conditions of Jajarm city, can increase the yield of quinoa plant up to 57.49%. It should be considered as a suitable method for realizing environmental goals and moving towards sustainable agriculture.

Keywords: Biological Fertilizer, Economic Performance, Leaf Area Index, Microorganism

اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر برخی از صفات زراعی و شاخص‌های فیزیولوژیکی کینوا (*Chenopodium quinoa Willd*) در شرایط اقلیمی شهرستان جاجرم

مجتبی رمضانی مطلق^{۱*}، علیرضا دادخواه^۲، مهدی بابائیان^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۳۰	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۴
--------------------------	-------------------------

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد اکرواکولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران.

۲- استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران.

۳- استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران.

*نویسنده مسئول: E-mail: mojtabramezani@yahoo.com

چکیده

مقدمه و اهداف: استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی علاوه بر آلودگی منابع آب و خاک و تاثیرگذاری بر کیفیت محصولات کشاورزی، پیامدهای منفی زیست محیطی نیز در پی دارد، به همین دلیل سعی می‌شود تا با استفاده از کودهای زیستی به جای کودهای شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی ضمن حفظ حاصلخیزی خاک، اهداف کشاورزی پایدار را نیز مورد توجه قرار داد. هدف این آزمایش بررسی تاثیر مصرف کودهای شیمیایی و زیستی بر برخی صفات گیاه زراعی کینوا، به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی در منطقه جاجرم بود.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بر گیاه کینوا رقم تی تی کاکا در شرایط مزرعه‌ای با خاک دارای ۵/۱ دسی‌زیمنس شوری و بافت لوم رسی در سال ۱۳۹۸ انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل نحوه و زمان مصرف (شامل کود زیستی نیتروزیست حاوی باکتری/نتروباکتر و کود زیستی فسفوزیست حاوی باکتری‌های فسفو باکتریوم با توصیه مصرف ۵ لیتر در هکتار) و مقادیر مختلف کودهای شیمیایی (۱۶۰ کیلوگرم کود نیتروژن از منبع اوره، ۱۵۰ کیلوگرم کود فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل) شامل: بدون مصرف کود زیستی + ۱۰۰٪ کود شیمیایی توصیه شده (AB)، کود زیستی بذر مال + ۶۰٪ کود شیمیایی توصیه شده (A₁B₁)، کود زیستی بذر مال + ۳۰٪ کود شیمیایی توصیه شده (A₁B₂)، کود زیستی بذر مال + بدون مصرف کود شیمیایی (A₁B₃)، کود زیستی بذر مال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی + ۶۰٪ کود شیمیایی توصیه شده (A₂B₁)، کود زیستی بذر مال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی + بدون کود شیمیایی (A₂B₂)، کود زیستی بذر مال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی و هشت برگی + ۶۰٪ کود شیمیایی توصیه شده (A₂B₃)، کود زیستی بذر مال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی و هشت برگی + ۳۰٪ کود شیمیایی توصیه شده (A₃B₁)، کود زیستی بذر مال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی و هشت برگی + بدون مصرف کود شیمیایی (A₃B₂)، کود زیستی بذر مال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی و هشت برگی + بدون مصرف کود شیمیایی (A₃B₃) بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تیمارهای با مصرف ۶۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده به همراه کودهای زیستی باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته (۱۴/۹۱ درصد)، تعداد خوشه جانبی (۱۴/۰۵ درصد) و شاخص برداشت (۱۳/۶۹ درصد) نسبت به شاهد گردید. در این بین بیشترین عملکرد در تیمار کود بیولوژیک بذر مال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی

+ ۶۰٪ کود شیمیایی توصیه شده (A_2B_1) با میانگین ۳۴۹/۸۰ گرم در مترمربع بدست آمد که نسبت به شاهد باعث افزایش ۵۷/۴۹ درصدی عملکرد شد. همچنین مصرف کودهای شیمیایی و زیستی افزایش قابل قبولی در شاخص‌های رشدی نظیر سرعت رشد محصول و سرعت جذب خالص را موجب شد که می‌تواند ناشی از افزایش تولید ماده خشک و دوره رشد محصول تحت تاثیر مصرف این کودها باشد.

نتیجه گیری: به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف کودهای زیستی علاوه بر کاهش ۴۰ درصدی مصرف کودهای شیمیایی در شرایط اقلیمی شهرستان جاجریم، می‌تواند عملکرد گیاه کینوا را تا ۵۷/۴۹ درصد افزایش دهد و به‌عنوان یک راهکار مناسب برای تحقق اهداف زیست محیطی و حرکت به سمت کشاورزی پایدار مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: کینوا، کود زیستی، کود شیمیایی، صفات زراعی، شاخص‌های فیزیولوژیکی

مقدمه

در سال‌های اخیر استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی در فرایند تولید محصولات کشاورزی باعث ایجاد خسارات جبران‌ناپذیر زیست محیطی، اقتصادی و بهداشتی شده است. کاربرد کودهای شیمیایی حاوی نیتروژن به علت ماندگاری آنها در طبیعت، باعث آلودگی آب و خاک شده و به همین سبب عامل ایجاد بیماری‌های مختلفی از قبیل سرطان در انسان شده است (علی مدد و حسینی ۲۰۱۵). اثرات زیست محیطی کودهای شیمیایی و هزینه‌های بالای تولید آنها باعث شده که مصرف کودهای زیستی مورد توجه بیشتری قرار گیرد (رفعتی و همکاران ۲۰۱۹).

کودهای زیستی متشکل از یک یا تعدادی از ریزجاندارن مفید همراه با مواد نگهدارنده و یا محصولات متابولیکی ساخته شده‌اند که با منظور تأمین قسمتی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان مورد مصرف قرار می‌گیرند (وس سی ۲۰۰۳). گیاه کینوا با نام علمی *Chenopodium quinoa Willd* از تیره تاج خروس (*Amaranthaceae*) می‌باشد و به‌عنوان یک شبه غلات شناخته می‌شود. دانه‌های کینوا به طور متوسط ۱۵ درصد پروتئین دارند که مقدار آن بالاتر از پروتئین دانه سایر غلات می‌باشد. دانه این گیاه غذایی بسیار مغذی، با پروتئینی ویژه و حاوی درصد بالایی از ویتامین‌ها و مواد معدنی ضروری است (بوردنی و عبدل آتی ۲۰۱۸).

با توجه به افزایش جمعیت و تقاضای زیاد غذا، توجه به کمیت در تولید ممکن است کیفیت و ارزش

غذایی محصولات کشاورزی را تحت تاثیر قرار دهد، لذا ضرورت دارد تا با پتانسیل‌های تولید گیاه کینوا در اراضی حاشیه‌ای و دارای منابع آبی محدود و قرار دادن این ماده با ارزش غذایی در سبد غذایی افراد، قدم موثری در راستای توسعه و افزایش سطح زیر کشت این محصول برداشته شود.

یوسف و همکاران (۲۰۲۱)، با مطالعه استفاده همزمان از کودهای آلی و کودهای زیستی برای بهبود باروری خاک و تولید کینوا نشان داد که به طور کلی استفاده از کودهای زیستی باعث افزایش کربن آلی خاک و کاهش نسبی pH خاک می‌شود. بیشترین بهبود در عملکرد دانه کینوا هنگامی که از کودهای زیستی و کودهای زیستی استفاده شد، به دست آمد. امیر یوسفی و همکاران (۲۰۲۲) با مطالعه اثر کودهای زیستی نیتروژن و فسفر بر برخی صفات جوانه‌زنی بذر دو رقم کینوا در شرایط تنش شوری، گزارش داد مصرف کودهای زیستی باعث افزایش تحمل به شوری در هر دو رقم می‌شود، به استثناء سرعت جوانه‌زنی در رقم سجاما، مابقی صفات در هر دو رقم در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس‌متر تحت اثر مصرف کودهای زیستی نسبت به تیمار شاهد به مقدار قابل قبولی افزایش یافتند. ایگیهون و بابالولا (۲۰۱۷) بیان نمود که این ریزجاندارن در فرآیند محلول‌سازی فسفر خاک از کمپلکس‌های فسفات کلسیم نقش داشته و تنها بخش ناچیزی از فسفر را از ترکیبات فسفات آهن و فسفات آلومینیوم آزاد می‌نمایند. امیر یوسفی و همکاران (۲۰۲۱) گزارش نمودند که بیشترین مقدار

شاخص سطح برگ کینوا با میانگین ۵/۱۸ با مصرف کودهای شیمیایی در تلفیق با کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره در خاک شور بدست آمد. با توجه به لزوم پیدا کردن راهکارهایی جهت کاهش وابستگی به کودهای شیمیایی در گیاهان جدید، این تحقیق با هدف بررسی اثر مصرف تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی بر گیاه کینوا در شرایط محدودیت خاک شور شهرستان جاجرم اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تاثیر مصرف کودهای زیستی و شیمیایی بر گیاه زراعی کینوا آزمایشی در استان خراسان شمالی، شهرستان جاجرم با طول جغرافیایی ۵۶ درجه و ۳۹ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۶۰ دقیقه و ارتفاع ۹۲۰ متری از سطح دریا زیر نظر دانشگاه بجنورد در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. میزان بارندگی سالانه در شهرستان جاجرم ۱۶۵ میلی‌متر در سال مذکور به ثبت رسید.

رقم مورد استفاده در این آزمایش تی‌تی‌کاکا و کودهای زیستی نیتروزیست از منبع انتروباکتر (۵ کیلوگرم در هکتار)، کود زیستی فسفوزیست از منبع فسفوباکتریوم (۵ کیلوگرم در هکتار) (محصول شرکت کشت و کار گستر نوژان)، کود شیمیایی نیتروژن از منبع اوره (۱۶۰ کیلوگرم در هکتار)، کود شیمیایی فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) استفاده شد.

تیمارهای آزمایشی شامل: بدون مصرف کود زیستی + ۱۰۰٪ کود شیمیایی توصیه شده (AB)، کود زیستی بذر مال + ۶۰٪ کود شیمیایی توصیه شده (A₁B₁)، کود زیستی بذر مال + ۳۰٪ کود شیمیایی توصیه شده (A₁B₂)، کود زیستی بذر مال + بدون مصرف کود شیمیایی (A₁B₃)، کود زیستی بذر مال + کودآبیاری در مرحله چهار برگی + ۶۰٪ کود شیمیایی توصیه شده (A₂B₁)، کود زیستی بذر مال + کودآبیاری در مرحله چهار برگی + ۳۰٪ کود شیمیایی توصیه شده (A₂B₂)، کود زیستی بذر مال + کودآبیاری در مرحله چهار برگی + بدون کود شیمیایی (A₂B₃)، کود زیستی بذر مال + کودآبیاری در مرحله چهار برگی و هشت برگی + ۶۰٪ کود شیمیایی توصیه شده (A₃B₁)،

کود زیستی بذر مال + کودآبیاری در مرحله چهار برگی و هشت برگی + ۳۰٪ کود شیمیایی توصیه شده (A₃B₂)، کود زیستی بذر مال + کودآبیاری در مرحله چهار برگی و هشت برگی + بدون مصرف کود شیمیایی (A₃B₃) بود. هر کرت شامل ۴ خط کاشت، به طول ۳ متر و فاصله بین بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌های کشت شده ۴۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌ها نیز ۱ متر و فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر تنظیم گردید. میزان بذر جهت کاشت در هر مترمربع ۰/۷ گرم مورد استفاده قرار گرفت. کرت‌هایی با اندازه ۳×۳ متر بصورت دستی و در جهت شیب زمین ایجاد گردید. بر اساس آزمایش تجزیه خاک جدول ۱ میزان توصیه شده (۱۰۰ درصد) کود نیتروژن (اوره) در دو نوبت به میزان ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار (اولی زمان کاشت (۷۲ گرم) و دومی بصورت سرک بعد از گلدهی و زمان تشکیل دانه (۷۲ گرم) و به همین ترتیب تیمارهای کودی ۶۰ و ۳۰ درصد میزان توصیه شده کود نیتروژن برابر ۴۲ گرم و ۲۱/۵ گرم در هر کرت اعمال شد. همچنین کود فسفر (سوپر فسفات تریپل) در یک نوبت به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار دو هفته قبل از کاشت و در زمان ایجاد کرت‌ها با خاک هر کرت (۱۳۵ گرم بصورت ۱۰۰٪ توصیه، ۸۱ گرم بصورت ۶۰٪ توصیه و ۴۰/۵ گرم بصورت ۳۰٪ توصیه در هر کرت) در نظر گرفته شد. همچنین کودهای زیستی ساخت شرکت دانش بنیان کشت کار گستر نوژان اسفراین با استفاده از باکتری-های بومی، شامل کود زیستی نیتروزیست حاوی باکتری‌های انتروباکتر تثبیت کننده ازت خاک (*Enterobacter cloacae*) و کود زیستی فسفوزیست حاوی باکتری‌های فسفو باکتریوم حل کننده فسفات های نامحلول خاک (*Serratia marcescens*) بصورت بذر مال و همچنین بصورت کودآبیاری در مرحله چهار برگی و هشت برگی گیاه در تیمارهای مربوطه با محاسبه مقدار ۵ لیتر در هکتار (توصیه شده شرکت سازنده) مورد استفاده قرار گرفت. در طول دوره رشد، مزرعه هفت مرتبه آبیاری گردید. اندازه‌گیری‌های صفات مربوطه با حذف حاشیه‌های هر کرت به میزان ۵۰ سانتی‌متر در طول فصل رشد انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل انجام آزمایش

مشخصه مزرعه آزمایشی	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	اسیدیته گل اشباع pH	کربن آلی %	ازت کل %	فسفر قابل جذب ppm	پتاسیم قابل جذب ppm	بافت خاک
نمونه ۳۰-۰ سانتی‌متری	۵/۱	۷/۷	۰/۳۵	۰/۰۴	۵/۷	۲۱۲	Clay-Lome
نمونه ۶۰-۳۰ سانتی‌متر	۲/۷	۷/۸	۰/۱۹	۰/۰۲	۲/۴	۱۳۴	Lome

جدول ۲- ترکیب‌های کودی استفاده شده در آزمایش

مشخصه	تیمارهای کودی
AB	بذر مال کود زیستی + مصرف ۱۰۰٪ کود شیمیایی
A ₁ B ₁	بذر مال کود زیستی + مصرف ۶۰٪ کود شیمیایی
A ₁ B ₂	بذر مال کود زیستی + مصرف ۳۰٪ کود شیمیایی
A ₁ B ₃	بذر مال کود زیستی + بدون مصرف کود شیمیایی
A ₂ B ₁	بذر مال کود زیستی + کود آبیاری در مرحله چهار برگی + ۶۰٪ کود شیمیایی
A ₂ B ₂	بذر مال کود زیستی + کود آبیاری در مرحله چهار برگی + ۳۰٪ کود شیمیایی
A ₂ B ₃	بذر مال کود زیستی + کود آبیاری در مرحله چهار برگی + بدون کود شیمیایی
A ₃ B ₁	بذر مال کود زیستی + کود آبیاری در مرحله چهار برگی و هشت برگی + ۶۰٪ کود شیمیایی
A ₃ B ₂	بذر مال کود زیستی + کود آبیاری در مرحله چهار برگی و هشت برگی + ۳۰٪ کود شیمیایی
A ₃ B ₃	بذر مال کود زیستی + کود آبیاری در مرحله چهار برگی و هشت برگی + بدون کود شیمیایی

صفات اندازه‌گیری شده

شاخص سطح برگ (LAI):

برای محاسبه صفت مذکور نمونه‌برداری در ابتدای مرحله گلدهی و با فاصله دو هفته از سه بوته در هر کرت اندازه‌گیری شد. در نهایت شاخص سطح برگ به وسیله رابطه زیر محاسبه گردید (گاردنر و همکاران ۱۹۸۵):

$$LAI = (LA[2] + LA[1]) / 2 \times (1/GA)$$

(LA= سطح برگ و GA= سطح زمین)

در ابتدای مرحله گلدهی و با فاصله دو هفته از سه بوته در هر کرت انجام شد (گاردنر و همکاران ۱۹۸۵).

$$CGR = W[2] - W[1] / GA (t[2] - t[1])$$

(T= زمان و W= وزن، GA= سطح زمین)

سرعت رشد نسبی (RGR):

جهت محاسبه سرعت رشد نسبی از رابطه زیر استفاده گردید (گاردنر و همکاران ۱۹۸۸):

$$RGR = (\ln W[2] - \ln W[1]) / (T[2] - T[1])$$

سرعت رشد محصول (CGR):

جهت محاسبه آن از رابطه زیر استفاده شد. نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری سرعت رشد محصول

سرعت جذب خالص (NAR):

جهت محاسبه سرعت فتوسنتز خالص از رابطه زیر استفاده شد (سرمدیان و کوچکی ۱۹۸۹):

$$NAR = ((W[2] - W[1]) / (t[2] - t[1])) \times ((\ln LA[2] - \ln LA[1]) / (LA[2] - LA[1]))$$

(LA= سطح برگ)

نسبت سطح برگ (LAR):

در این تحقیق نسبت سطح برگ از فرمول زیر محاسبه شده است (اصغری لالام و همکاران ۲۰۲۰):

$$LAR = LAI / TDW$$

LAI= شاخص سطح برگ

TDW= وزن خشک کل بافت‌های گیاه

شاخص برداشت (HI):

در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، به منظور تعیین شاخص برداشت با حذف حاشیه کرت، تعداد ۶ نمونه از هر کرت برداشت شد و پس از انتقال به آزمایشگاه و قرار دادن در اون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به دمای ثابت و با احتساب رطوبت گیاه به میزان ۱۴ درصد، عملکرد زیستی و عملکرد دانه با ترازو وزن و میانگین حاصله در مقدار تعداد بوته در مترمربع ضرب گردید و شاخص برداشت بر حسب درصد و با فرمول زیر مورد محاسبه قرار گرفت (نتانوس و کوتروباس ۲۰۰۲):

$$HI = (Y_{\text{economic}} / Y_{\text{biologic}}) \times [100]$$

تجزیه آماری و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش با برنامه SAS9.4 محاسبه و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار کودهای شیمیایی و زیستی بر ارتفاع بوته کینوا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار A_3B_1 (کود زیستی بذرمال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی و هشت برگی + ۶۰٪ کود

شیمیایی) با میانگین ۷۹/۳۳ سانتی‌متر و تیمار A_1B_1 (کود زیستی بذرمال + ۶۰٪ کود شیمیایی) با میانگین ۷۷/۱۷ سانتی‌متر بود و همچنین کمترین مقدار این صفت مربوط به تیمار A_2B_3 (کود زیستی بذرمال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی + بدون کود شیمیایی)، با ارتفاع ۶۲/۳۳ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۴). این نتایج نشان داد که نقش اصلی در افزایش ارتفاع بوته کینوا مربوط به تیمار کودهای شیمیایی بود و هر گاه کود شیمیایی در سطح پایینی قرار داشتند، ارتفاع گیاه کم و اختلاف معنی‌داری با تیمار A_2B_3 نداشتند. همچنین نتایج بدست آمده نشان داد که کاربرد کودهای زیستی به این افزایش ارتفاع کمک کرد و در بالاترین میزان این صفت نقش داشت. می‌توان بیان کرد که باکتری‌های محرک رشد می‌توانند ارتفاع بوته و قابلیت تولید را از طریق سنتز فیتوکروم‌ها، افزایش فراهمی مواد غذایی در یک محل، آسان کردن جذب مواد غذایی، کاهش اثرات شوری خاک، جلوگیری از عوامل بیماری‌زا و القاء مقاومت سیستماتیک با عوامل بیماری‌زا افزایش دهند (بورد و همکاران ۲۰۰۰). گرین (۲۰۱۵) طی مطالعه اثر کود شیمیایی حاوی نیتروژن بر محصول کینوا بیان داشت تیمار شاهد که تحت تاثیر کمبود مواد غذایی بود نسبت به تیمارهای که حاوی مواد غذای کافی بودند، رشد کمتری داشت و همچنین مصرف کود حاوی نیتروژن بصورت سرک سبب افزایش ۳۴٪ ارتفاع بوته نسبت به تیمار شاهد شد.

تعداد خوشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد اثر تیمارهای حاوی کودهای شیمیایی و زیستی بر تعداد خوشه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بررسی مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین تعداد خوشه مربوط به ترکیب کودی A_2B_1 (کود زیستی بذرمال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی + کود شیمیایی ۶۰٪ توصیه شده)، با میانگین ۱۹ عدد و کمترین تعداد خوشه تحت تاثیر تیمار A_1B_3 (کود زیستی بذرمال + بدون کود شیمیایی) با میانگین ۱۵/۳۳ عدد بود (جدول ۴). نتایج بدست آمده نشان داد استفاده

بهمین و همکاران (۲۰۱۹) گزارش دادند افزایش شاخص سطح برگ در گیاه کینوا می‌تواند تحت تاثیر کودهای زیستی قرار گیرد. به نظر می‌رسد کودهای زیستی با تأثیر مثبت در خاک، شرایط ریزوسفر را برای رشد بهتر بوته‌ها بهبود بخشیده و با افزایش تحریک رشد گیاه، افزایش سطح برگ را در پی دارد. از طرفی، جذب بیشتر فسفر به واسطه فعالیت ریزجانداران موجود در کودهای زیستی نیز میزان فتوسنتز را افزایش می‌دهد که نتیجه آن افزایش تعداد و شاخص سطح برگ است. نتایج حاصله با نتایج سایر محققین نظیر امیریوسفی و همکاران (۲۰۲۰)، گوما (۲۰۱۳) و شیرخانی و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت دارد.

نسبت سطح برگ

نتایج بدست آمده نشان داد تیمارهای حاوی کودهای شیمیایی و زیستی به‌طور معنی‌داری بر صفت نسبت سطح برگ تاثیر گذاشت (جدول ۳). بررسی مقایسه میانگین ترکیبات مختلف کودی بر نسبت سطح برگ (جدول ۴) نشان داد، بیشترین مقدار نسبت سطح برگ مربوط به تیمار A_1B_2 (کود زیستی بذر مال + کود شیمیایی ۳۰٪ توصیه شده)، به میزان 0.1753 گرم بر مترمربع و کمترین مقدار مربوط به تیمار AB (بدون کود زیستی + کود شیمیایی ۱۰۰٪ توصیه شده)، به میزان 0.1126 گرم بر مترمربع بود. این بررسی نشان داد که نسبت سطح برگ بیشتر تحت تاثیر کود زیستی قرار گرفته و در نبود این کود کمترین میزان این صفت ملاحظه شد.

کاندان (۲۰۰۰) افزایش سطح برگ در بوته‌های گوجه فرنگی پس از تلقیح با باکتری‌های محرک رشد را نتیجه افزایش غلظت کلروفیل و توانایی فتوسنتز گیاه گزارش کردند. به نظر می‌رسد اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتری به اندام‌های غیر برگي و افزایش ماده خشک کل گیاه را دلیل کاهش نسبت سطح برگ طی دوره رشد گیاه باشد (جوادی و همکاران ۲۰۰۶).

از کودهای زیستی به همراه مصرف ۶۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده، علاوه بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی، اثر معنی‌داری در افزایش تعداد خوشه نسبت به تیمار شاهد داشت. با توجه به تاثیر کودهای زیستی در جذب بهتر عناصر خاک توسط گیاه می‌توان بیان داشت که علت افزایش تعداد خوشه در واحد سطح در گیاه کینوا در اثر مصرف کود شیمیایی را به نقش نیتروژن در انتقال فتوآسمیلات‌های تولید شده از اندام‌های رویشی به اندام‌های زایشی مرتبط دانستند (باسرا و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین نتایج حاصل نشان داد تیمارهایی که مصرف مشابه در کودهای زیستی داشتند واکنش متفاوتی نسبت به کاهش مصرف این کودها نشان دادند. به طوری که در تیمارهای بذر مال و مصرف کود زیستی در مرحله چهاربرگی تفاوت معنی‌داری بین تیمار مصرف ۶۰ درصدی کود شیمیایی با تیمار ۳۰ درصدی کود شیمیایی مشاهده شد (جدول ۴). گوما (۲۰۱۳) با مطالعه بر روی اثر کودهای شیمیایی و زیستی نیتروژن و فسفر نشان داد که مصرف توام کود شیمیایی به همراه کودهای زیستی سبب تامین مواد مغذی گیاه در دوره رشد شده و علاوه بر بهبود فرآیندهای فتوسنتزی، در افزایش تعداد خوشه در گیاه کینوا نیز نقش مهمی ایفا می‌کند.

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول (۳) نشان داد اثر تیمارهای حاوی کودهای شیمیایی و زیستی بر شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بر اساس مقایسه میانگین ترکیبات مختلف کودی (جدول ۴)، بیشترین مقادیر بدست آمده شاخص سطح برگ تحت تاثیر تیمار A_2B_1 (کود زیستی بذر مال + کودآبیاری در مرحله چهار برگي + کود شیمیایی ۶۰٪ توصیه شده) به میزان $2/02$ متر مربع و سطح و تیمار A_3B_1 به میزان $2/89$ متر مربع بدست آمد. از طرفی کمترین شاخص سطح برگ مربوط به تیمار AB (شاهد-بدون کود زیستی+۱۰۰٪ کود شیمیایی)، به میزان $1/52$ مترمربع ملاحظه شد (جدول ۴).

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمارهای حاوی کودهای شیمیایی و زیستی بر وزن هزار دانه در کینوا در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین ترکیبات مختلف کودی بر وزن هزار دانه نشان داد، بیشترین مقدار مربوط به تیمار A_3B_1 (کود زیستی بذر مال + کود آبیاری در مرحله چهار برگگی و هشت برگگی + کود شیمیایی ۶۰٪ توصیه شده)، با ۲/۹۷ گرم و کمترین مقدار مربوط به تیمار A_1B_2 (کود زیستی بذر مال + کود شیمیایی ۳۰٪ توصیه شده) با ۲/۶۷ گرم بود (جدول ۴). بر اساس نتایج این پژوهش وزن هزار دانه در تیمارهای حاوی ۶۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده به همراه کود زیستی افزایش معنی‌داری را در مقایسه با تیمارهای شاهد و بدون کود شیمیایی داشت. در خصوص اثر مصرف کودهای زیستی نتایج بدست آمده نشان داد که نحوه مصرف کودهای زیستی اثر معنی‌داری در تیمارهایی که از لحاظ مصرف مقدار کود شیمیایی مشابه بوده را ندارد؛ که این نتایج با گزارش سلیمانی و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت داشت. می‌توان بیان داشت که کود شیمیایی فسفر ممکن است با تکثیر و فعالیت باکتری‌های موجود در کود زیستی شرایط مناسبی را از لحاظ تغذیه‌ای ایجاد نموده، چون این باکتری‌ها جهت رشد و تثبیت نیتروژن نیاز به وجود عناصر غذایی در محیط دارند (گوما، ۲۰۱۳). سجادی نیک و همکاران (۲۰۱۱)، نشان داد بذر مال نمودن بذور با کود زیستی نیتروکسین باعث افزایش معنی‌دار ۷ درصدی در وزن هزاردانه‌ی کینود شد آنها بیان نمودند نیتروکسین قادر است با افزایش فعالیت‌های فتوسنتزی و عناصر غذایی درون گیاه، اثرات مثبتی در وزن هزاردانه ایجاد کند. پوریوسف و همکاران (۲۰۱۰) اثر کود زیستی فسفات بارور ۲، را بر افزایش وزن هزاردانه در گیاه دارویی اسفرزه از ۱/۴۲۲ گرم در تیمارهای بدون کود زیستی به ۱/۴۸۰ گرم در تیمارهای مایه‌زنی شده با کود زیستی گزارش دادند. چنین به نظر می‌رسد می‌توان این افزایش را به باکتری‌ها موجود در کود زیستی نسبت داد که با تاثیر بر تثبیت نیتروژن و بهبود سیستم

ریشه‌ای و در نهایت با بهبود جذب عناصر غذایی به ویژه نیتروژن همراه خواهند بود.

سرعت رشد محصول

نتایج مندرج در جدول ۳ نشان داد اثر تیمارهای حاوی کودهای شیمیایی و زیستی بر سرعت رشد محصول در گیاه کینوا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر تیمارها بر سرعت رشد محصول در گیاه کینوا نشان داد که بیشترین مقدار میانگین سرعت رشد محصول مربوط به تیمار A_2B_1 (کود زیستی بذر مال + کود آبیاری در مرحله چهار برگگی + کود شیمیایی ۶۰٪ توصیه شده) با ۱۵/۶۳ گرم در مترمربع در روز و کمترین مقدار مربوط به تیمار AB (بدون کود زیستی + کود شیمیایی ۱۰۰٪ توصیه شده)، به میزان ۶/۵۶ گرم در مترمربع در روز بود (جدول ۴). همچنین میانگین سرعت رشد اندازه‌گیری شده در تیمارهای که ۶۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده را به همراه کود زیستی داشتند، افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد و همچنین تیمارهایی که با کاهش و قطع مصرف کود شیمیایی همراه بودند، داشت. کم بودن مقدار تجمع ماده خشک در واحد زمان در تیمار شاهد می‌تواند ارتباط مستقیمی با تعداد بوته در متر مربع داشته باشد که منجر به تولید ماده خشک کمتری در واحد سطح در یک دوره زمانی مشخص شده است. بانجری و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که حداکثر CGR در گیاه خردل به تیمارهایی اختصاص داشت که علاوه بر کاهش مقدار کود شیمیایی از کودهای زیستی نیز استفاده شده بود.

سرعت جذب خالص

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمارهای حاوی کودهای شیمیایی و زیستی بر سرعت جذب خالص در گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). همچنین با بررسی مقایسه میانگین داده‌ها مشاهده شد که بیشترین مقدار سرعت جذب خالص مربوط به تیمار A_2B_3 (کود زیستی بذر مال + کود آبیاری در مرحله چهار برگگی × بدون کود

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشدی

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد خوشه جانبی	شاخص سطح برگ	نسبت سطح برگ	وزن هزار دانه	سرعت رشد محصول	سرعت رشد نسبی	سرعت جذب خالص	عملکرد دانه	شاخص برداشت
بلوک	۲	۵۱۴/۲۳**	۱۳/۳۰**	۰/۷۵۱**	۰/۰۰۱۱۲*	۰/۱۸۴**	۲۹/۴۱۴**	۰/۰۰۰۱۷**	۱۸/۶۴۵*	۱۰۳۹۷/۷**	۰/۸۲۲ns
منابع کودی	۹	۸۳/۶۹**	۴/۲۵**	۰/۸۳۵**	۰/۰۰۱۰۰*	۰/۰۳۹*	۲۰/۰۳۸**	۰/۰۰۰۰۲ns	۱۰/۹۶۰**	۱۱۵۴۳/۲**	۲۹/۲۳*
خطا	۱۸	۱۱/۰۶	۰/۵۲۲	۰/۰۴۶	۰/۰۰۰۲۸	۰/۰۱۲۱	۱/۶۹۲	۰/۰۰۰۰۱	۱/۷۸۶	۶۸۳/۱	۵/۶۰
ضریب تغییرات (%)	—	۴/۷۶	۴/۳۲	۹/۵۵	۱۲/۴۹	۳/۹۰	۱۰/۸۹	۳/۹۲	۱۱/۶۱	۹/۹۷	۴/۴۵

* و ** به ترتیب معنی داری در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشدی

تیمار	ارتفاع بوته	تعداد خوشه جانبی	شاخص سطح برگ	نسبت سطح برگ	وزن هزار دانه	سرعت رشد محصول	سرعت جذب خالص
	cm	—	cm.m ⁻²	cm ² g ⁻¹	g	g.m ⁻² .day ⁻¹	mg cm ⁻² .day ⁻¹
AB	cd۶۷/۵۰	cde۱۶/۳۳	g۱/۵۲	d۰/۱۱۲	c۲/۶۷	e۶/۵۶	d۸/۵۴
A ₁ B ₁	۷۷/۱۷ab	۱۷/۶۷b	۲/۶۴bc	۰/۱۳۲bcd	۲/۹۳ab	۱۳/۶۳ab	۱۱/۱۲bc
A ₁ B ₂	۷۱/۵۰bc	۱۵/۶۰de	۲/۶۳bc	۰/۱۷۵a	۲/۶۷c	۱۱/۰۸cd	۸/۴۴d
A ₁ B ₃	۶۳/۸۳d	۱۵/۳۳e	۱/۷۰fg	۰/۱۲۵bcd	۲/۸۳abc	۱۰/۰۲d	۱۱/۹۰bc
A ₂ B ₁	۷۱/۵۰bc	۱۹/۰۰a	۳/۰۲a	۰/۱۴۰bcd	۲/۹۰ab	۱۵/۶۳a	۱۲/۶۳ab
A ₂ B ₂	۷۰/۱۷c	۱۶/۶۷bcd	۲/۱۱de	۰/۱۳۹bcd	۲/۹۳ab	۱۲/۵۷bc	۱۲/۱۹ab
A ₂ B ₃	۶۳/۳۳d	۱۵/۶۷de	۱/۷۹efg	۰/۱۱۶cd	۲/۷۷bc	۱۱/۳۴cd	۱۴/۲۲a
A ₃ B ₁	۷۹/۳۳a	۱۷/۶۰b	۲/۸۹ab	۰/۱۴۴bc	۲/۹۷a	۱۴/۹۶a	۱۲/۲۶ab
A ₃ B ₂	۶۷/۸۳cd	۱۷/۳۳bc	۲/۴۴cd	۰/۱۴۸b	۲/۸۰abc	۱۲/۲۳bcd	۱۰/۳۲cd
A ₃ B ₃	۶۶/۱۷cd	۱۵/۶۷de	۱/۹۲ef	۰/۱۲۱bcd	۲/۷۰c	۱۱/۳۸cd	۱۳/۳۴ab
LSD	۵/۷۰	۱/۲۳	۰/۳۷	۰/۰۲	۰/۱۹	۲/۲۳	۲/۲۹

حروف مشابه در هر ستون نشان‌گر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد. (AB) بدون کود زیستی + ۱۰۰٪ کود شیمیایی، (A₁B₁) کود زیستی بذرمال + ۶۰٪ کود شیمیایی، (A₁B₂) کود زیستی بذرمال + ۳۰٪ کود شیمیایی، (A₁B₃) کود زیستی بذرمال + بدون کود شیمیایی، (A₂B₁) کود زیستی بذرمال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی + ۶۰٪ کود شیمیایی، (A₂B₂) کود زیستی بذرمال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی + ۳۰٪ کود شیمیایی، (A₂B₃) کود زیستی بذرمال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی + بدون کود شیمیایی، (A₃B₁) کود زیستی بذرمال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی و هشت برگی + ۶۰٪ کود شیمیایی، (A₃B₂) کود زیستی بذرمال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی و هشت برگی + ۳۰٪ کود شیمیایی، (A₃B₃) کود زیستی بذرمال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی و هشت برگی + بدون کود شیمیایی بود.

سرعت جذب خالص به تیمارهایی تعلق داشت که مصرف کود شیمیایی ۳۰ درصد توصیه شده و بدون کود شیمیایی به همراه کود زیستی علاوه بر بذرمال با آب آبیاری نیز مورد استفاده گیاه قرار گرفته بود.

شیمیایی) به میزان ۱۴/۲۲۳ گرم بر مترمربع در روز و کمترین مقدار مربوط به تیمار A₁B₂ (کود زیستی بذرمال + کود شیمیایی ۳۰٪ توصیه شده) با ۸/۴۴۵۴ گرم بر مترمربع در روز بود (جدول ۴). بیشترین مقدار

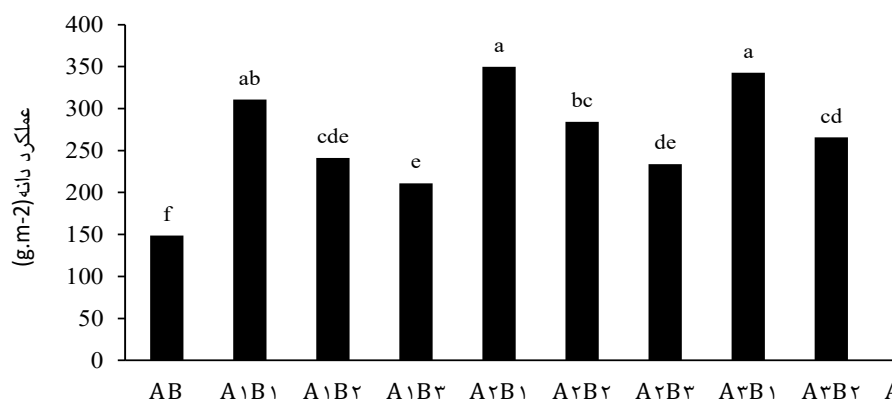
بذر مال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی + کود شیمیایی ۶۰٪ (توصیه شده)، به میزان ۳۴۹/۸۰ گرم در مترمربع و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار AB (بدون کود زیستی + کود شیمیایی ۱۰۰٪ توصیه شده)، به میزان ۱۴۸/۶۹ گرم در مترمربع بود (شکل ۱). می‌توان بیان داشت که کودهای زیستی علاوه بر قابلیت جذب بهتر نیتروژن، با تولید مواد محرک رشد، باعث بهبود رشد ریشه و افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی نیز می‌شود که این امر در افزایش عملکرد نیز تاثیرگذار است. نتایج تحقیق صفری عربی و همکاران (۲۰۱۸) در خصوص مصرف کود شیمیایی فسفره با باکتری‌های حل‌کننده فسفر بر عملکرد دانه نشان داد تیمارهای بدون مصرف کود شیمیایی و جایگزین کردن آن با کود زیستی می‌تواند همچنان در بهبود عملکرد دانه کینوا موثر باشد. همچنین یدوی و یوسف‌پور (۲۰۱۵) طی تحقیقی نشان دادند که عملکرد گیاه آفتابگردان در تیمارهای تلفیقی با کودهای زیستی و کود شیمیایی به‌طور معنی‌داری افزایش داشت که این امر به دلیل دسترسی گیاه به مواد غذایی بیشتر در مراحل حساس رشدی می‌باشد.

تیمارهایی که مقدار بیشتری کود زیستی مصرف داشتند نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند؛ ولی نسبت به هم هر چند در مقادیر مصرف کود شیمیایی متفاوت بودند، اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند.

سرعت جذب خالص ممکن است تحت تاثیر عوامل متعدد قرار گرفته و به آسانی قابل تشخیص نباشد و اندازه‌گیری مقدار آن با پیچیدگی همراه باشد. این امر را می‌توان علت تفاوت نتایج بدست آمده توسط محققین مختلف بیان کرد. تیمارهای که با افزایش شاخص سطح برگ همراه بودند سرعت جذب خالص کمتری را نشان دادند که این نتایج با نتایج استورز و کریستی (۲۰۰۳) که گزارش دادند با افزایش شاخص سطح برگ مقدار سرعت جذب خالص کاهش داشته است مطابقت دارد.

عملکرد دانه

بر اساس نتایج بدست آمده در جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر تیمارهای کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد دانه در مترمربع در گیاه کینوا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تیمارهای کودی بر عملکرد کینوا نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد مربوط به تیمار A_2B_1 (کود زیستی



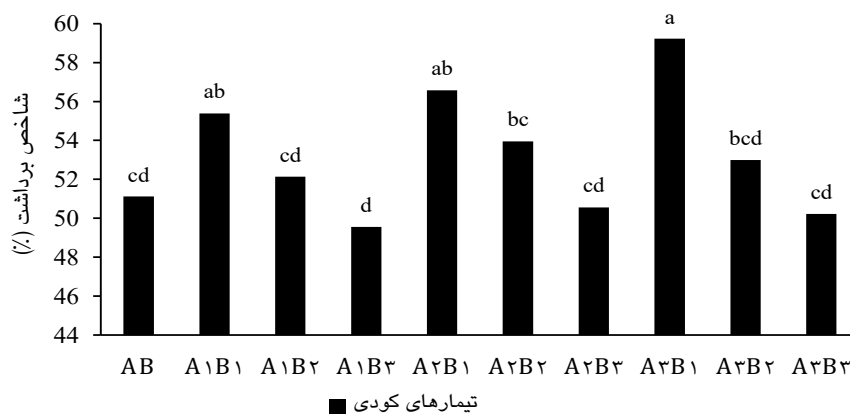
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی زیستی و شیمیایی بر عملکرد دانه کینوا

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۳ نشان داد که اثر تیمارهای حاوی کودهای شیمیایی و زیستی بر شاخص برداشت در گیاه کینوا در سطح تیمار احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. در مقایسه میانگین ترکیبات مختلف کودی بر شاخص برداشت در گیاه کینوا، بیشترین مقدار مربوط به تیمار A_3B_1 (کود زیستی بذر مال + کود آبیاری در مرحله چهار برگی و هشت برگی + کود شیمیایی ۶۰٪ توصیه شده)، با ۲۳/۵۹ درصد و کمترین مقدار صفت مذکور مربوط به تیمار A_1B_3 (کود زیستی بذر مال + بدون کود شیمیایی)، به میزان ۵۶/۴۹ درصد بود. شاخص برداشت در تیمارهای حاوی ۶۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده به همراه استفاده از کود زیستی افزایش معنی‌داری را نسبت به تیمار شاهد و سایر تیمارها داشت و تیمارهای حاوی ۳۰ درصد کود شیمیایی و بدون مصرف کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان ندادند (شکل ۲). همچنین در تیمارهای که مقدار مشابه کود شیمیایی

مصرف کرده‌اند و از لحاظ نحوه مصرف کود زیستی متفاوت بودند اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری مشاهده نگردید.

دلیل افزایش شاخص برداشت ناشی از استفاده توأم کودهای شیمیایی و زیستی را می‌توان جذب بهتر عناصر غذای دانست. به دلیل بهبود جذب عناصر و افزایش شاخص سطح برگ و استفاده بهتر از نور خورشید، ساخت و ارسال مواد فتوسنتزی به دانه افزایش یافته و این امر می‌تواند سبب افزایش نسبت دانه به ماده خشک می‌شود (کنعانی الوار و همکاران ۲۰۱۳). در این رابطه آوادالا و مرسی (۲۰۱۷) نیز بیان داشتند که افزایش مصرف کود نیتروژن در کینوا باعث کاهش شاخص برداشت شده است. نجاری و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان دادند که مایه‌زنی بذور گندم با کود زیستی نیتراژین در مقایسه مصرف میزان مشابه کود شیمیایی حاوی نیتروژن باعث افزایش ۲/۳ درصدی شاخص برداشت شده است.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی زیستی و شیمیایی بر شاخص برداشت کینوا

نتیجه گیری کلی

هر چند مصرف کودهای حاوی نیتروژن و فسفر در تغذیه گیاهان زراعی حائز اهمیت است اما مصرف بی‌رویه و تاثیرات مخرب آن بر خاک‌های زراعی بخصوص در نواحی خشک، اصلاح مصرف کودهای شیمیایی را امری ضروری می‌نماید. بدین دلیل استفاده

از کودهای زیستی می‌تواند بعنوان راهکاری مفید در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی مورد توجه قرار گیرد. نتایج این پژوهش نشان داد که تیمارهای با مصرف ۶۰ درصد کود شیمیایی توصیه شده و مصرف کودهای زیستی باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد انشعاب در خوشه اصلی و شاخص برداشت نسبت به تیمار

شاهد به ترتیب به میزان ۱۴/۹۱، ۱۴/۰۵ و ۱۳/۶۹ درصد شد، هر چند حذف کود شیمیایی با کاهش میانگین صفات همراه بود، اما تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف کودی در صفات زراعی مشاهده شد. بطوری‌که بیشترین مقدار عملکرد دانه در تیمار تلقیح بذور با کود زیستی و مصرف کود زیستی در مرحله چهار برگی به میزان ۳۴۹/۸۰ گرم در مترمربع بدست آمد و نسبت به عملکرد دانه در تیمار شاهد (۱۴۸/۶۹ گرم در متر مربع) باعث افزایش ۵۷/۴۹ درصدی تولید شد. همچنین مصرف کودهای شیمیایی و زیستی افزایش قابل قبولی را در روند تغییرات شاخص‌های رشدی نظیر سرعت رشد مطلق محصول موجب شدند. شاخص برداشت نیز در تیمارهایی که داری بیشترین مقدار کود شیمیایی به همراه کود زیستی بودند، افزایش معنی‌داری داشت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مصرف کود زیستی به تنهایی در مقایسه با تیمار شاهد (که نشان دهنده کشاورزی مرسوم منطقه است) افزایش معنی-

داری در عملکرد دانه و اجزای آن ایجاد نکرد و در برخی صفات نیز موجب کاهش آنها شد، همچنین در تیمارهایی که مصرف مقدار معین کود شیمیایی داشتند و صرفاً از لحاظ نحوه و مقدار مصرف کود زیستی متفاوت بودند، اختلاف معنی‌داری در عملکرد و اجزای آن مشاهده نشد. لذا می‌توان نتیجه‌گیری کرد برای دستیابی به عملکرد بیشتر، مصرف تنه‌ای کودهای زیستی نمی‌تواند کافی باشد و با مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی می‌توان بیشترین مقدار تولید را بدست آورد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات و تلاش بی دریغ تمام همکاران و دوستانی که هر کدام به نحوی در تهیه این مجموعه با این جانب همکاری داشته‌اند تشکر نموده و موفقیت همه آنها را از خداوند متعال خواهانم.

منابع مورد استفاده

- Ali Madad A and Hosseini SM. 2015. Environmental effects of biological fertilizers in the development of sustainable agriculture. The third international conference on new findings in agricultural sciences. Natural Resources and Environment, Tehran.
- Ali S, Chattha MU, Hassan MU, Khan I, Chattha MB, Iqbal B and Amin MZ. 2020. Growth, biomass production, and yield potential of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) as affected by planting techniques under irrigated conditions. International Journal of Plant Production, 14 : 427 -441 . DOI:10.1007/s42106-020-00094-5
- Amiryousefi M, Tadayon M and Ebrahimi R. 2020. Effect of biological and chemical fertilizers on some biochemical and yield traits of two quinoa cultivars. Plant Process and Function, 2020. 9 (36) :299-314. 20.1001.1.23222727.1399.9.36.24.7
- Amiryousefi M, Tadayon MR and Hoseinifard MS. 2022. Effect of Nitrogen and Phosphorus Bio Fertilizers on Some Seed Germination Traits of Two Cultivars of Quinoa under Salinity Stress. Desert Ecosystem Engineering, 8(24): 79-94. DOI:10.22052/deej.2018.7.24.49
- Asghari Lalami H, Valadabadi SAR, Yazdani MR, Zakerin HR and Allah Gholipor M. 2020. Effect of Rotational Irrigation on Physiological Growth Indexes and Water Use of Four Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars in Gilan Province. Journal Of Agroecology, 12(4): 595-612. DOI: 10.22067/agry.2020.37569
- Awadalla A and Morsy ASM. 2017. Influence of planting dates and Nitrogen fertilization on the performance of quinoa genotypes under Toshka conditions. Egyptian Journal of Agronomy, 39(1): 27-40. DOI: 10.21608/agro.2017.440.1047
- Bahamin S, Koochek A, Nassiri Mahallati M and Beheshti A. 2019. Effect of biological and chemical fertilizers of nitrogen and phosphorus on quantitative and qualitative productivity of maize under drought stress conditions. Environmental Stresses in Crop Sciences, 12(1): 123-139. (In Persian with English Abstract). DOI: 10.22077/escs.2018.1152.1235

- Banerjee A ,Datta JK and Mondal NK. 2012. Biochemical changes in leaves of mustard under the influence of different fertilizers and cycocel. *Journal of Agricultuer and Technology*, 8(4): 1397-1411.
- Basra SMA ,Iqbal S and Afzal I. 2014. Evaluating the response of nitrogen application on growth, development and yield of quinoa genotypes. *International Journal of Agriculture and Biology*, 16: 886–892.
- Bordeny N and Abdel Ati A. 2018. Quinoa in Egypt plant density effects on seed yield and nutritional quality in marginal regions. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 8(2): 515–522.
- Burd GI ,Dixon DG and Glick BR. 2000. Plant growth promoting rhizobacteria that decrease heavy metal toxicity in plants. *Canadian Journal of Microbiology*, 33: 237-245. DOI:10.1139/w99-143
- Gardner FP ,Pearce RB and Mitchell R L. 1988. *Physiology of Crop Plants*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. U. K.
- Gardner FP, Pearce RB and Mitchell R L. 1985. *Physiology of crop plants*. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- Geren H. 2015. Effect of different nitrogen levels on the grain yield and some yield components of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under Mediterranean climatic conditions. *Turkish J. Field Crops*, 20: 1. 59-64. DOI:10.17557/39586
- Gomaa EF. 2013. Effect of nitrogen, phosphorus and biofertilizers on quinoa plant. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(8): 5210- 5222.
- Igiehon NO and Babalola OO. 2017. Biofertilizers and sustainable agriculture: exploring arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied microbiology and biotechnology*, 101(12):4871-4881. doi: 10.1007/s00253-017-8344-z. Epub 2017 May 25.
- Javadi H ,Rashed Mohassel MH ,Zamani A ,Azari Nasrabad A and Moosavi Gh. 2006. Effect of plant density on growth indices of four grain sorghum cultivars. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 4:1-16. (In Persian with English Abstract).
- Kanaani Alvar A ,Raei Y ,Zehtab Salmasi S and Nasrollahzadeh S. 2013. Study the Effects of Biological and Nitrogen Fertilizers on Yield and Some Morphological Traits of two Spring Barley (*Hodeum vulgare* L.) Varieties Under Rainfed Conditions. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 23(1):19-29.
- Kandan A. 2000. Induction of systemic resistance against tomato spotted wilt virus(TSWV)in tomato by fluorescent *Pseudomonas* strains. M.Sc.(Ag.)Thesis.Tamil Nadu.Agri. Uni.Combatore,Ind
- Safar Arabi M , Lak SH ,Madhaj A ,Ramzanpour M R and Mobasr H R. 2018. Investigation of the effect of phosphate solubilizing bacteria on yield and content of phosphorus of leaf and seed of canola, 10 (38) :133-144. [20.1001.1.2008403.1397.10.38.8.0](https://doi.org/10.1001.1.2008403.1397.10.38.8.0)
- Najari Sadeghi M ,Mirshakari B ,Baser S and Allahyari S H. 2009. The effect of biological and chemical nitrogen fertilizers on nitrogen use efficiency and harvest index of two fall wheat cultivars. The 11th Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding of Iran. August 2-4. (Shahid Beheshti University Tehran), Pages 2437-2434.
- Ntanos DA and Koutroubas SD. 2002. Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. *Field Crops Research*, 74: 93-101. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(01\)00203-9](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(01)00203-9)
- Pouryousef M ,Mazaheri D ,Chaeichi MR ,Rahimi A and Tavakoli A. 2010. Effect of different soil fertilizing treatments on some of agro morphological traits and mucilage of isabgol (*plantago ovata* forsk). *Electronic journal of Crop Production*, 3(2):193-213. [20.1001.1.2008739.1389.3.2.13.0](https://doi.org/10.1001.1.2008739.1389.3.2.13.0)
- Rafati M ,Moslehi M and Ahmadi A. 2019. Effects of Azolla Combined with Organic and Inorganic Fertilizer on Growth Index of *Populus deltoides*. *Journal of Environmental Science and Technology*, 21/2 (81): 227-239.

- Sajadi Nik R ,Yadavi A ,Balouchi HR and Farajee H. 2011. Effect of chemical (urea), organic (vermicompost) and biological (nitroxin) fertilizers on quantity and quality yield of sesame (*Sesamum Indicum* l.). Journal of agricultural science and sustainable production. Journal of Agricultural Science, 21/2(2): 87-101.
- Shirkhani A ,Nasrolahzadeh S and Zehtab Salmasi S. 2019. Effect of biofertilizers and chemical fertilizers on yield and seed quality of corn under normal irrigation and drought stress conditions. Environmental Stresses in Crop Sciences, 12(3):781-791.DOI: 10.22077/escs.2018.542.1332
- Soleymani F ,Ahmadvand G and Safari Sinegani A. 2017. Effect of Chemical, Biological and Organic Fertilizers on Growth Indices, Yield and Yield Components of Sunflower Under Optimum and Deficit Irrigation. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 27(2):19-35.
- Sturz AV and Christe BR. 2003. Beneficial microbial allelopathies in the root zone: The management of Soil quality and plant disease with rhizobacteria. Soil and Tillage Research, 72: 107-123. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(03\)00082-5](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(03)00082-5)
- Vessey JK. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil, 255: 571–586. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1026037216893>
- Yadavi A I and Yuosepur Z. 2015. Effect of Nitrogen and Phosphorus Sources on Soil Chemical Properties and Elements Concentration in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). Water and Soil, 29(1):210-224. <https://doi.org/10.22067/jsw.v0i0.25854>
- Youssef MA and Farag MIH. 2021. Co-application of organic manure and bio-fertilizer to improve soil fertility and production of quinoa and proceeding Jew's mallow crops. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 21(3):2472-2488. DOI:10.1007/s42729-021-00538-5