Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Crop Production Journal

Print ISSN: 2008- 739x
Online ISSN: 2008- 7403

Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences

Effect of different agronomic managements on quantitative and qualitative yield of wheat cultivars

Sakineh Kamaei[1] | Esfandiar Fateh[2*] | Hadi Veisi[3]

[1] MSc Student in Agroecology, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
[2] Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, Email: e.fateh@scu.ac.ir
[3] Research Centre of Education for Environmentally Sustainable Development, Department of Agroecology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2021/04/24
Revised: 2021/09/28
Accepted: 2021/10/28

Keywords:
Consumption of input
Grain yield
Protein Percent
Vermicompost
Wheat

ABSTRACT

Introduction: Considering the importance of the wheat plant in ensuring the country's food security and also the approach of the international community to the protection of natural resources in order to reduce the use of chemical fertilizers. Application of organic fertilizers such as vermicompost can be considered as a useful and efficient tool to achieve sustainable agricultural goals. Therefore, a study was designed and conducted to evaluate the variety of agricultural management on the quantitative and qualitative yield of irrigated wheat cultivars.

Materials and Methods: This research was conducted in the 2018 crop year, in the educational research farm number one of the Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahvaz. This experiment was performed in the form of split plots in a randomized complete block design with three replications. The main factor included the different agronomic management (low input, medium input and high input) and the sub-factor included different wheat cultivars (Mehregan, Chamran-2 and Shabrang).

Results: The results of this study showed that the highest grain yield was obtained in the canvas of high input management system and Mehregan cultivar (6312.6 Kg ha^{-1}) which was not significantly different from the canvas of high input system and cultivar Chamran-2 and the lowest was related to low-input management system and Shabrang cultivar (42289.4 Kg ha^{-1}) which decreased by about 32% and there was no significant difference with low-input management system and Chamran-2 cultivar. The highest amount of grain protein was observed in low-input and medium-input management system (12.6%) and the lowest in high-input management system (10.5%), which decreased by about 16%. There was no significant difference between different cultivars in terms of grain protein.

Conclusion: The results of the medium input (integrated) management system showed that this agricultural system was able to produce an optimal level of yield and reduce the use of chemical inputs. Among the different cultivars studied, it was found that Chamran-2 and Mehregan cultivars were more resistant than Shabrang cultivar by changing the type of ecosystem from high-input to low-input and yield reduction in these two

cultivars was less than Shabrang cultivar.

Cite this article: Kamaei, S., Esfandiar F., Veisi, H. 2022. Effect of different agronomic managements on quantitative and qualitative yield of wheat cultivars. *Crop Production Journal*, 14 (4), 47-62.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/EJCP.2022.18935.2414
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تولید گیاهان زراعی
شاپا چاپی: ۲۰۰۸-۷۳۹x
شاپا الکترونیکی: ۲۰۰۸-۷۴۰۳
انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران

تأثیر مدیریت‌های مختلف زراعی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام گندم

سکینه کمائی[۱] | اسفندیار فاتح[۲] | هادی ویسی[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد در رشته اگرواکولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران، رایانامه: e.fateh@scu.ac.ir
۳. مسئول هسته پژوهشی آموزش برای توسعه پایدار محیط زیستی، گروه کشاورزی اکولوژیک دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی-پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۰۴
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۷/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۰۶

واژه‌های کلیدی:
درصد پروتئین
عملکرد دانه
گندم
مصرف نهاده
ورمی‌کمپوست

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به اهمیت گیاه گندم در تأمین امنیت غذایی کشور و همچنین، رویکرد جوامع بین‌المللی به حفاظت از منابع طبیعی در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی، استفاده از کودهای آلی از جمله ورمی‌کمپوست می‌تواند به‌عنوان ابزاری مفید و کارآمد در جهت رسیدن به اهداف کشاورزی پایدار به‌شمار آید. از این‌رو، پژوهشی با هدف ارزیابی مدیریت‌های مختلف زراعی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام آبی گندم طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها: این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۷، در مزرعه تحقیقاتی آموزشی شماره یک گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا شد. این آزمایش به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی شامل بوم نظام‌های مختلف (کم نهاده، متوسط نهاده و پر نهاده) و فاکتور فرعی شامل ارقام مختلف گندم (مهرگان، چمران ۲ و شبرنگ) بود.

یافته‌ها: نتایج این پژوهش نشان داد که بالاترین مقدار عملکرد دانه در بوم‌نظام پرنهاده و رقم مهرگان (۶۳۱۲/۶ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد که با بوم‌نظام پرنهاده و رقم چمران-۲ تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین آن مربوط به بوم نظام کم نهاده و رقم شبرنگ (۴۲۸۹/۴ کیلوگرم در هکتار) بود که حدود ۳۲ درصد کاهش داشت و اختلاف معنی‌داری با بوم نظام کم نهاده و رقم چمران-۲ نداشت. بیش‌ترین میزان پروتئین دانه در بوم‌نظام‌های کم‌نهاده و متوسط‌نهاده (۱۲/۶ درصد) و کم‌ترین آن در بوم‌نظام پرنهاده (۱۰/۵ درصد) مشاهده شد که حدود ۱۶ درصد کاهش یافت. بین ارقام مختلف از نظر پروتئین دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

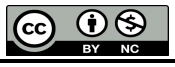
نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از بوم‌نظام متوسط‌نهاده (تلفیقی) نشان داد که این بوم‌نظام کشاورزی توانسته هم‌سطح بهینه‌ای از عملکرد را تولید کند و هم میزان استفاده از نهاده‌های شیمیایی را کاهش دهد. در بین ارقام مختلف مورد بررسی نیز مشخص شد که رقم چمران-۲ و مهرگان نسبت به رقم شبرنگ با تغییر نوع بوم‌نظام از پرنهاده به کم‌نهاده مقاوم‌تر و کاهش عملکرد در این دو رقم نسبت به رقم شبرنگ کم‌تر بوده است.

استناد: کمائی، س.، فاتح، الف.، ویسی، ه. (۱۴۰۰). تأثیر مدیریت‌های مختلف زراعی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام گندم. *تولید گیاهان زراعی*، ۱۴ (۴)، ۶۲-۴۷.

DOI: 10.22069/EJCP.2022.18935.2414

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.



.

مقدمه

گندم اولین غله و مهم ترین گیاه زراعی دنیاست و یکی از عمده ترین محصولات کشاورزی تامین‌کننده نیاز غذایی انسان‌ها در کشورهای مختلف می‌باشد (۱۹) که حدود ۳۵ درصد منبع غذایی مردم جهان را تشکیل می‌دهد (۸). تولید کل گندم در جهان در سال زراعی ۲۰۲۱-۲۰۲۰ چیزی در حدود ۷۷۲/۶۴ میلیون تن در هکتار بوده است که در مقایسه با سال گذشته میلادی حدود ۹ میلیون تن افزایش تولید داشته است (۷). در ایران در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ سطح زیر کشت و تولید گندم آبی نسبت به مدت مشابه سال قبل ۷/۴ درصد و گندم دیم ۳/۷ درصد افزایش نشان می دهد. همچنین، چهار میلیون هکتار از اراضی کشور به‌صورت دیم و ۲ میلیون و ۳۰ هزار هکتار به صورت آبی گندم کاشته شده است که در حدود ۶ میلیون تن تولید شده است (۲۲). لذا برای تأمین غذای مورد نیاز جمعیت روزافزون کشور لازم است عملکرد و سطح زیرکشت گندم به عنوان یک محصول استراتژیک افزایش یابد، ولی افزایش سطح زیرکشت گندم به دلیل محدودیت منابع آب و خاک امکان‌پذیر نیست. لذا امروزه افزایش عملکرد گندم و بهبود کیفیت آن به‌ویژه از نظر پروتئین بیش‌تر مورد توجه قرار گرفته است. از سوی دیگر، برای حفظ محیط زیست و منابع طبیعی، لازم است افزایش تولید گندم با مدیریت صحیح کوددهی انجام شود. از طرف دیگر خاک‌های زراعی در اغلب مناطق کشور به دلیل عدم اجرای تناوب مناسب گیاهان زراعی، استفاده از تکنیک‌های کشاورزی فشرده، بارندگی سالانه کم و درجه حرارت بالا، با کمبود مواد آلی مواجه هستند که این امر باعث ایجاد ساختمان ضعیف خاک و نهایتاً بستر نامطلوب برای رشد گیاه می گردد. در نتیجه استفاده از مواد اصلاحی که دارای عناصر غذایی مورد نیاز بوده و یا شرایط را برای جذب عناصر غذایی موجود در خاک فراهم می‌کنند ضروری می‌باشد (۹).

از کودها همیشه به عنوان نهاده‌های ورودی با ارزش در خاک، برای بهبود باروری خاک و افزایش تولید گیاه یاد می‌شود. استفاده از کودهای شیمیایی معدنی، سریع‌ترین راه برای تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌باشد، اما هزینه‌های زیاد مصرف کودهای شیمیایی، ایجاد آلودگی، تخریب محیط زیست و خاک نگران‌کننده است. به عبارت دیگر، سیستم‌های کشاورزی متداول نشان داده‌اند که اگر چه به کمک کود شیمیایی در کوتاه مدت می‌توان به عملکردهای بالایی دست یافت، ولی سلامت محیط زیست در این سیستم‌ها زیر سوال است. این سیستم‌ها اغلب با مشکلاتی از قبیل آب‌شویی و در نتیجه آلودگی آب‌های زیرزمینی، انتشار N_2O ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای نیتروژنی به اتمسفر و در نتیجه تخریب لایه اوزن همراه می‌باشند (۲۳).

این در حالی است که توسعه کاربرد منابع گیاهی و دامی قابل تجدید و منابع بیولوژیک به جای منابع شیمیایی، می‌تواند نقش مهمی در باروری و حفظ فعالیت‌های بیولوژیک، افزایش مواد آلی خاک، سلامت بوم نظام زراعی و افزایش کیفیت محصولات زراعی داشته باشد (۲۰). ورمی‌کمپوست، به‌عنوان اصلاح‌کننده آلی خاک جهت افزایش رشد بوته و عملکرد دانه شناخته شده است (۲۵). ورمی‌کمپوست موادی یکنواخت و شبیه پیت هستند که به‌وسیله فرآیندی غیر وابسته به گرما و در نتیجه تعامل بین کرم‌ها و ریزجانداران منجر به اکسیداسیون زیستی و تثبیت مواد آلی می‌شوند. ورمی‌کمپوست می‌تواند کیفیت مواد غذایی را بدون به خطر انداختن ایمنی آن‌ها بهبود بخشد (۱۰). در تحقیقی کاربرد کمپوست و کود شیمیایی در مزرعه گندم نشان داد که وزن خشک، عملکرد دانه و میزان نیتروژن، فسفر و

پتاسیم جذب شده توسط گیاه افزایش می‌یابد. همچنین، میزان جذب فسفر و پتاسیم در گیاهان تیمار شده با کمپوست بیش‌تر از گیاهان تیمار شده با کود شیمیایی بود (۴). مطالعات مانا و همکاران (۲۰۰۳) در خصوص ورمی‌کمپوست نشان داد که فعالیت‌های بیولوژیکی خاک شامل تنفس، زیست توده کربن میکروبی و فعالیت‌های دی هیدروژناز در تیمارهای ورمی‌کمپوست بسیار بیش‌تر از تیمارهای حاوی کودهای شیمیایی است (۱۷).

سینها و همکاران (۲۰۱۰) رشد قابل توجه ذرت و گندم در شرایط گلخانه‌ای را به علت مصرف ورمی‌کمپوست در مقایسه با کمپوست‌های متعارف و کودهای شیمیایی دانستند (۳۰). همچنین، کاربرد کودهای آلی می‌تواند گام موثری در جهت کاهش اثرات سوء استفاده از کودهای شیمیایی و بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک و تأمین برخی عناصر کم‌مصرف مانند روی، بر و مس باشد، درحالی که در نظام‌های زراعی فشرده، مواد آلی و عناصر غذایی خاک به سرعت تخلیه می‌شوند و استفاده متمرکز از کودهای شیمیایی عملکرد گیاهان زراعی را تقلیل می‌دهد و این کاهش عملکرد ناشی از کاهش فعالیت بیولوژیک و نامساعد شدن خصوصیات فیزیکی خاک و عاری بودن کودهای پرمصرف از عناصر کم مصرف می‌باشد (۱).

کودهای شیمیایی یا آلی به تنهایی پایداری تولید را تضمین نمی‌کنند، بلکه استفاده تلفیقی از آن‌ها راه حل مناسبی برای افزایش پایداری تولید در نظام‌های زراعی است (۱۱).

امروزه استفاده وسیع از نهاده‌های شیمیایی هم‌چون سموم شیمیایی و علف‌کش‌ها و استفاده از ماشین‌آلات متعدد جهت انجام خاک‌ورزی در کشاورزی پرنهاده (رایج)، باعث بروز پیامدهایی از جمله فرسایش خاک، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، آلودگی خاک و همچنین، آلودگی هوا شده است. از سوی دیگر، کشاورزی ارگانیک یا کم نهاده و همچنین کشاورزی متوسط نهاده (تلفیق کشاورزی فشرده و ارگانیک) می‌تواند راه‌کاری برای حل این مشکلات باشد. با توجه به اهمیت گیاه گندم در تأمین امنیت غذایی کشور و همچنین، رویکرد جوامع بین‌المللی به حفاظت از منابع طبیعی در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی، استفاده از کودهای آلی از جمله ورمی‌کمپوست می‌تواند به عنوان ابزاری مفید و کارآمد درجهت رسیدن به اهداف کشاورزی پایدار به‌شمار آید. از این‌رو، پژوهش با هدف ارزیابی مدیریت های مختلف زراعی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام گندم طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۷، در مزرعه تحقیقاتی آموزشی شماره یک گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی با ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریا اجرا شد. در این آزمایش از خاک مزرعه در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری نمونه گیری شد که نتایج در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل آزمایش و ورمی‌کمپوست مصرفی قبل از کاشت گندم.

Table 1- Results of soil decomposition of the test site and vermicompost used before planting wheat.

	عمق خاک (سانتی‌متر) Depth of soil (cm)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($ds.m^{-1}$)	شاخص واکنش pH	مواد آلی (درصد) Organic matter (%)	نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم) Phosphourus ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم) Potassium ($mg.kg^{-1}$)	بافت خاک Soil texture
خاک Soil	0-30	3.4	7.8	0.52	0.039	13	159	لومی-شنی Lumi-sandy
ورمی‌کمپوست Vermicompost	-	7.9	7.27	32	0.027	56.66	231.7	-

این آزمایش به صورت طرح کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی شامل بوم نظام‌های مختلف (کم‌نهاده، متوسط‌نهاده و پرنهاده) بود که عملیات انجام هر کدام در جدول ۲ ارائه شد (۲۱) و فاکتور فرعی شامل ارقام مختلف گندم (مهرگان، چمران-۲ و شبرنگ) بود. کاشت در تاریخ ۲۰ آبان سال ۹۷ و به‌صورت دستی انجام شد. هر کرت (واحد آزمایشی) شامل ۸ خط کاشت و به‌طول تقریبی سه متر و عرض دو متر بود. فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خطوط دو سانتی‌متر بود. مراقبت‌های زراعی نظیر آبیاری و مبارزه با علف‌های هرز (وجین دستی برای سیستم‌های کم‌نهاده و متوسط نهاده (تلفیقی) به‌طور منظم، مصرف ۰/۵ لیتردر هکتار سم تاپیک و یک لیتر در هکتار توفوردی برای متوسط‌نهاده (تلفیقی) و ۲ لیتر در هکتار توفوردی و یک لیتر تاپیک برای سیستم پر نهاده بر اساس برنامه تعیین شده انجام شد. در نهایت پس از سپری شدن مراحل رویشی و زایشی و رسیدگی گیاه، دو خط کشت از طرفین هر کرت رها و بوته‌های میانی هر کرت برداشت شد و از ابتدا و انتهای هر کرت نیز مساحت ۰/۵ متر مربع جهت حذف اثر حاشیه در نظر گرفته شد.

جدول ۲- نهاده‌های استفاده‌شده در بوم‌نظام‌های مختلف کشت.

Table 2- Inputs used in different farming systems.

سیستم کشت Cultivation system	اوره (کیلوگرم در هکتار) Urea ($kg.h^{-1}$)	سوپرفسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار) Triple superphosphate ($kg.h^{-1}$)	سولفات‌پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) Potassium sulfate ($kg.h^{-1}$)	ورمی‌کمپوست (تن در هکتار) Vermicompost ($Ton.h^{-1}$)	تعداد دیسک Number of disks	تعداد لولر Number of land leveler	تعداد گاوآهن Number of plows
کم‌نهاده Low input	-	-	-	5	1	1	-
متوسط‌نهاده Medium input	100	50	50	2.5	1	1	1
پرنهاده High input	200	100	100	0	2	1	2

پارامترهای اندازه‌گیری در برداشت نهایی شامل عملکرد کمی و کیفی گندم بود. برای تعیین طول سنبله، هر کدام از تیمارها به طور جداگانه و تصادفی ۱۰ سنبله جدا و طول آن ها با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد و سپس میانگین آن‌ها به عنوان طول سنبله در نظر گرفته شد (۱۴). برای مشخص نمودن تعداد سنبله، به طور تصادفی تعداد سنبله های موجود در واحد سطح برداشت و در هر کرت جداگانه شمارش و تعداد سنبله در مترمربع تعیین گردید. برای تعداد دانه در سنبله، به‌طور تصادفی ۱۰ سنبله از کل سنبله های برداشت شده جدا و دانه های آن ها شمارش گردید و میانگین آن‌ها به عنوان تعداد دانه در سنبله در نظر گرفته شد (۲۶). به منظور تعیین وزن هزاردانه، ۵۰۰ دانه تصادفی از عملکرد دانه هر کرت شمارش و به دقت توزین گردید و درصورتی که اختلاف آن ها کم‌تر از ۶ درصد باشد مجموع وزن آن‌ها به‌عنوان وزن هزاردانه در نظر گرفته شد (۱۳). به‌منظور مشخص کردن عملکرد دانه، پس از حذف حاشیه‌ها، از مساحتی معادل دو متر مربع برداشت صورت گرفت و پس از خرمنکوبی سنبله‌ها براساس رطوبت ۱۴ درصد، محصول دانه به‌دست آمده تعیین شد (۱۳). محاسبه درصد پروتئین دانه با استفاده از رابطه ۱ انجام گرفت.

رابطه ۱:

درصد پروتئین دانه = درصد نیتروژن دانه × ۵/۲۸

گندم (۱۲).

مقدار فسفر دانه به روش اولسن (۲۳) و پتاسیم دانه به روش شعله‌سنجی انجام شد (۱۵). تجزیه آماری داده‌ها به کمک نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ و مقایسه میانگین تیمارها به روش حداقل اختلاف معنی‌دار LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

طول سنبله: نتایج نشان داد که اثر بوم‌نظام و اثر نوع رقم بر صفت طول سنبله در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین (۸/۶ سانتی‌متر) و کم‌ترین (۶/۱ سانتی‌متر) طول سنبله به‌ترتیب در بوم‌نظام‌های کشاورزی پرنهاده و کم‌نهاده حاصل شد (جدول ۵). رقم چمران-۲ بیش‌ترین طول سنبله (۹ سانتی‌متر) را داشت. درحالی‌که رقم شبرنگ کم‌ترین (۶/۸ سانتی‌متر) مقدار این صفت را دارا بود (جدول ۵). صفت طول سنبله که می‌تواند مشخص کننده ی تعداد دانه در سنبله باشد، با کاهش کاربرد نهاده‌های شیمیایی از بوم نظام پرنهاده به کم‌نهاده، کاهش معنی‌داری داشت. در مقابل بوم نظام متوسط نهاده از لحاظ آماری با سیستم پرنهاده تفاوت معنی‌داری نداشت؛ بنابراین، حذف برخی از نهاده‌های شیمیایی و جایگزین کردن آن‌ها با نهاده‌های آلی و ارگانیک در بوم‌نظام متوسط نهاده نه‌تنها تأثیر منفی بر طول سنبله نداشت بلکه می‌تواند ازلحاظ اکولوژیکی و زیست‌محیطی مؤثر باشد. در این رابطه بیلس‌بارو و همکاران (۲۰۱۳) بیان داشتند که طول سنبله به طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع نظام‌های زراعی قرار گرفت؛ به گونه‌ای که طول سنبله در بوم‌نظام پرنهاده نسبت به سایر بوم‌نظام‌ها بیش‌تر بود (۵).

تعداد سنبله در واحد سطح: نتایج نشان داد که اثر بوم‌نظام و نوع رقم گندم و برهم‌کنش این تیمارها در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین تعداد سنبله (۳۹۵/۳ سنبله در متر مربع) مربوط به تیمار کشاورزی پرنهاده و رقم مهرگان بود که با تیمار سیستم کشاورزی پرنهاده و رقم چمران-۲ (۳۸۹/۳ سنبله در متر مربع) تفاوت معنی‌داری نداشت

و کم‌ترین آن متعلق به بوم نظام کم‌نهاده و رقم چمران-۲ و رقم شبرنگ (۳۶۸/۶۶ سنبله در متر مربع) بود (جدول ۶). با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص شد که تعداد سنبله در واحد سطح در دو بوم‌نظام متوسط‌نهاده و پرنهاده بالاتر بود (به‌علت پنجه زنی بیش تر) اما تعداد سنبله در بوم‌نظام کم‌نهاده کم تر بود. این موضوع تأکید می‌کند که بوم‌نظام کم‌نهاده به‌علت آزادسازی تدریجی عناصر و همچنین، پایین بودن سطح سبز کانوپی گیاهی ایجاد شده در پر کردن تمامی دانه‌های تولید شده مؤثر واقع نشده است.

یک دلیل احتمالی برای افزایش تعداد سنبله در ارقام مختلف می‌تواند دیررس یا زودرس بودن ارقام باشد، رقم چمران-۲ و مهرگان نسبت به رقم شبرنگ دیررس‌تر هستند (۲). برخی محققین اظهار داشتند که بوم‌نظام کم‌نهاده نسبت به سایر تیمارهای کودی از تعداد سنبله کم‌تری برخوردار بوده است (۱۶).

تعداد دانه در سنبله: نتایج نشان داد که اثر بوم‌نظام و اثر متقابل تیمارهای بوم‌نظام و رقم بر تعداد دانه در سنبله در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین تعداد دانه در سنبله مربوط به بوم نظام های پرنهاده و رقم مهرگان (۴۰ دانه در سنبله) و کم‌ترین مربوط به بوم نظام های متوسط نهاده و رقم مهرگان (۲۹ دانه در سنبله) بود (جدول ۶). در بوم‌نظام پرنهاده، گیاه در ابتدای فصل رشد هیچ‌گونه محدودیت غذایی (کودی) از جمله عناصر مورد نیاز، جهت تشکیل سنبلچه‌های اولیه نداشت؛ در نتیجه شرایط رشدی مطلوب برای تشکیل دانه در این بوم‌نظام فراهم بود. در ادامه گستردگی منابع فتوسنتزکننده سبب تداوم تولید کربوهیدرات‌های کافی جهت پر شدن دانه‌ها در این بوم‌نظام شد. در مقابل، بوم‌نظام‌های متوسط نهاده و کم‌نهاده که در آن‌ها آزادسازی مواد مغذی در ابتدای رشد به صورت تدریجی و آهسته انجام می‌گیرد، گیاه برای تشکیل سنبلچه‌های بیش تر با محدودیت عناصر غذایی روبه‌رو می‌شود. اسچارما و همکاران (۲۰۱۸) نیز با مقایسه نظام‌های کشت ارگانیک و رایج گزارش کردند که با افزایش کاربرد کودهای شیمیایی به‌ویژه نیتروژن، تعداد دانه در سنبله در گیاه جو افزایش پیداکرد (۲۹). بیان شده که تولید دانه در واحد سطح و میانگین وزن آن‌ها، که از عوامل تعیین‌کننده در عملکرد غلات دانه ریز محسوب می‌شوند، همبستگی بالایی با مدیریت نهاده‌های مصرفی دارند (۲۷).

وزن هزار دانه: نتایج نشان داد که اثر نوع بوم‌نظام، نوع رقم و برهمکنش این تیمارها بر صفت وزن هزاردانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین و کم‌ترین وزن هزاردانه به‌ترتیب مربوط به تیمار بوم‌نظام پرنهاده و رقم چمران-۲ (۴۶ گرم) و بوم‌نظام کم‌نهاده و رقم چمران-۲ (۴۰ گرم) بود (جدول ۶). با توجه به نتایج حاصل می‌توان چنین استنباط نمود که به‌کارگیری نهاده‌های شیمیایی سهل‌الوصول در بوم‌نظام پرنهاده و همچنین تولید اندام‌های رویشی بیش تر در رقم چمران-۲، سبب افزایش توان فتوسنتزی و تولید مواد پرورده بالاتر این رقم در بومنظام پرنهاده نسبت به سایر ارقام شد. در ادامه این مساله باعث شد تا نیاز فتوسنتزی تمام مخازن فیزیولوژیکی (دانه‌ها)، فراهم گردد و در نتیجه وزن هزاردانه بیش تری را تولید کند. با تغییر نوع بوم‌نظام از فشرده به ارگانیک به علت کاهش دسترسی سریع به عناصر غذایی در مراحل اولیه رشد گیاه، میزان وزن هزاردانه کاهش معنی‌داری پیدا خواهد کرد (۱۸).

عملکرد دانه: نتایج نشان داد که اثر تیمارهای نوع بوم‌نظام و نوع ارقام گندم و همچنین، برهم‌کنش این تیمارها بر روی صفت عملکرد دانه در سطح یک

درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین مقدار عملکرد دانه در بوم‌نظام پرنهاده و رقم مهرگان (۶۳۱۲/۶ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد که با بوم‌نظام پرنهاده و رقم چمران-۲ (۶۲۴۰/۳ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین آن مربوط به بوم نظام کم نهاده و رقم شبرنگ (۴۲۸۹/۴ کیلوگرم در هکتار) بود که اختلاف معنی‌داری با بوم نظام کم نهاده و رقم چمران-۲ (۴۳۷۵/۴ کیلوگرم در هکتار) نداشت (جدول ۶). در بوم‌نظام‌های پرنهاده و متوسط‌نهاده به‌علت بالاتر بودن وزن هزاردانه و همچنین، تعداد و وزن خوشه‌های بارور بیش تر در متر مربع میزان عملکرد بالاتری نسبت به بوم‌نظام کم‌نهاده دارا بودند. همچنین، ارقام چمران-۲ و مهرگان با اینکه از لحاظ تعداد دانه در سنبله با رقم شبرنگ تفاوت معنی‌داری نداشتند، اما از نظر وزن هزاردانه اختلاف معنی‌دار مثبتی با رقم شبرنگ داشتند که این امر از جمله عوامل تأثیرگذار در بهبود عملکرد در این ارقام بوده است.

در این رابطه محققان عامل افزایش عملکرد در بعضی از ارقام گندم را افزایش تعداد سنبله در واحد سطح بیان کردند. در حالی که در ارقام دیگر بیش از نیمی از افزایش عملکرد دانه به خاطر افزایش تعداد دانه در سنبله یا افزایش وزن هزاردانه و یا هر دوی این صفات گزارش شد. به‌علاوه، بیان شده که وزن سنبله و وزن هزاردانه بیش‌ترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه داشتند (۵).

پروتئین دانه : نتایج نشان داد که اثر تیمار نوع بوم‌نظام‌های کشاورزی بر صفت میزان پروتئین دانه در سطح یک‌درصد معنی‌دار و اثر تیمار نوع رقم و برهم‌کنش این تیمارها بر این صفت غیرمعنی‌دار بود (جدول ۴). بیش‌ترین میزان پروتئین دانه (۱۲/۶ درصد) در بوم نظام‌های کم‌نهاده و متوسط‌نهاده به‌دست آمد و کم‌ترین آن (۱۰/۵ درصد) در بوم‌نظام پرنهاده مشاهده شد (جدول ۵). بین ارقام مختلف ازنظر پروتئین دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). با توجه به اینکه در بین ارقام مختلف گندم از لحاظ میزان پروتئین دانه اختلاف معنی‌داری پیدا نشد اما بوم‌نظام‌های مختلف کشاورزی میزان پروتئین‌های متفاوتی از بوم‌نظام کم‌نهاده تا پرنهاده نشان دادند، این موضوع بیان‌گر این است که شیوه‌ی مدیریت نهاده‌های مصرفی می‌تواند بر کیفیت محصول تولیدی تأثیر چشم‌گیری داشته باشد. محققان در این رابطه بیان داشتند که میزان پروتئین دانه با تغییر نوع نهاده‌ها از شیمیایی به آلی، افزایش یافت (۶).

تخصیص منابع پروتئین بیش‌تر به تعداد دانه کم‌تر در بوم‌نظام‌های کم‌نهاده و متوسط‌نهاده می‌تواند از جمله دلایل این برتری به شمار آید. همچنین، از دلایل دیگر می‌توان به درصد بیش‌تر حضور یون‌های آمونیوم و نیترات موجود در کودهای آلی مصرفی و آزادسازی آن‌ها در مرحله رشد فعال گیاه (پر شدن دانه‌ها) در این بوم‌نظام‌ها اشاره داشت (۱۸).

فسفر دانه: نتایج نشان داد اثر نوع بوم‌نظام، نوع رقم گندم و برهم‌کنش این تیمارها بر میزان فسفر دانه در سطح یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیش‌ترین (۵ درصد) و کم ترین (۰/۴ درصد) میزان فسفر دانه به‌ترتیب در تیمارهای متوسط‌نهاده و رقم چمران-۲ و تیمار پرنهاده و رقم شبرنگ به‌دست آمد (جدول ۵). در بوم‌نظام‌های کم‌نهاده و متوسط نهاده احتمالاً به‌علت تولید تعداد دانه کم تر سهم هر دانه در کسب مواد و عناصر غذایی افزایش یافته است. در این میان رقم چمران-۲ و مهرگان در بوم‌نظام کم‌نهاده، در ذخیره فسفر در دانه خود موفق‌تر عمل کرده‌اند. به نظر می‌رسد ارقامی که طول دوره‌ی رویشی بیش‌تری داشته‌اند، توانسته‌اند در زمان مناسب، از عناصر غذایی

که به مرور از نهاده‌های آلی رهاسازی شده‌اند، استفاده مطلوب را داشته باشند.

پتاسیم دانه: نتایج نشان داد که اثر نوع بوم‌نظام کشاورزی، نوع رقم گندم و برهم‌کنش این تیمارها بر میزان پتاسیم دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). تیمار بوم‌نظام کم‌نهاده و رقم چمران-۲ بیش ترین (۵/۱ درصد) میزان پتاسیم دانه را دارا بود که با تیمار کم‌نهاده و مهرگان تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین آن مربوط به بوم‌نظام متوسط نهاده و رقم چمران-۲ (۰/۳ درصد) بود (جدول ۵). با توجه به میزان پتاسیم دانه در بوم‌نظام‌های مختلف کشاورزی و ارقام مختلف گندم چنین به‌نظر می‌رسد که تغییرات پتاسیم دانه با توجه به نوع مدیریت بوم‌نظام‌های کشاورزی می‌تواند به شدت متفاوت باشد. به‌علاوه میزان تفاوت در پتاسیم دانه در ارقام مختلف می‌تواند از یک‌سو به نوع ژنوتیپ و توانایی هر رقم در ذخیره‌سازی پتاسیم و از سوی دیگر تفاوت در جذب عناصر با توجه به نوع بوم‌نظام و کاربرد نهاده‌ها باشد. همچنین، ازآنجایی که بوم‌نظام کم‌نهاده از لحاظ کانوپی گیاهی و در نتیجه تولید کربوهیدرات‌ها نسبت به بوم‌نظام‌های دیگر در سطح پایین‌تری قرار داشت این احتمال وجود دارد که سایر عناصر توانسته‌اند سهم بیش تری از ظرفیت دانه را به خود اختصاص دهند.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات کمی در سطوح مختلف بوم‌نظام و ارقام گندم.

Table 3- Analysis of variance of quantitative traits in different levels of ecosystem and wheat cultivars

		میانگین مربعات (MS)				
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	طول سنبله Spike length	تعداد سنبله در واحد سطح Number of spikes	تعداد دانه در سنبله Number of grains spike	وزن هزار دانه weight of thousand seed	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Repeat	2	0.722 ns	18.1 ns	1.037 ns	0.25 ns	178.2 ns
بوم‌نظام ecosystem	2	15.84 **	273 **	143.59 **	15.194 **	54910.2 **
خطای اصلی Error(a)	4	0.455	7.27	2.14	1.27	301.4
رقم cultivar	2	23.69 **	748.1 **	1.92 ns	14.08 **	3024 **
بوم‌نظام × رقم Ecosystem cultivar ×	4	0.76 ns	532.4 **	21.53 **	8.7 **	3530.8 **
خطای فرعی Error(b)	12	0.504	10.7	0.66	1.018	174.2
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	9.37	0.88	2.46	2.35	2.47

ns، * و ** به‌ترتیب بیان‌گر تفاوت غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد آماری می‌باشد.

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

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات کیفی در سطوح مختلف بوم‌نظام و ارقام گندم.

Table 4- Analysis of variance of qualitative traits in different levels of ecosystem and wheat cultivars.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS) پروتئین دانه Grain protein	فسفر دانه Seed phosphorus	پتاسیم دانه Seed potassium
تکرار Repeat	2	0.178 ^{ns}	0.021 ^{ns}	0.097 ^{ns}
بوم‌نظام ecosystem	2	13.22 **	6.57 **	45.001 **
خطای اصلی Error(a)	4	0.311	0.005	0.48
رقم cultivar	2	0.001 ^{ns}	1.1 **	0.446 **
بوم‌نظام × رقم Ecosystem cultivar ×	4	0.016 ^{ns}	12.7 **	0.64 **
خطای فرعی Error(b)	12	0.082	0.029	0.037
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	2.4	9.83	9.37

^{ns}، * و ** به‌ترتیب بیان‌گر تفاوت غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد آماری می‌باشد.

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

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سطوح مختلف بوم نظام و ارقام گندم.

Table 5- Comparison of the mean of studied traits in different levels of ecosystem and wheat cultivars.

تیمارها Treatments	میانگین صفات Average traits	
بوم‌نظام ecosystem	طول سنبله (سانتی‌متر) Spike length (cm)	پروتئین دانه (درصد) Grain protein (%)
کم‌نهاده Low input	6.1	12.6
متوسط‌نهاده Medium input	8.1	12.6
پرنهاده High input	8.6	10.5
$LSD_{0.05}$	0.88	0.72
رقم cultivar		
مهرگان Mehrgan	7.87	11.93
چمران-۲ Chamran-2	9.02	11.94
شبرنگ Shabrang	6.82	11.92
$LSD_{0.05}$	0.72	0.29

تفاوت میانگین‌هایی که با شاهد کم‌تر از LSD است در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست.

Difference in mean with control less than LSD in 5% level is not significant.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل صفات مورد بررسی در سطوح مختلف بوم‌نظام و ارقام گندم.

Table 6 - Comparison of interaction of studied traits in different levels of ecosystem and wheat cultivars.

تیمارها Treatments		میانگین صفات Average traits					
بوم‌نظام ecosystem	رقم	تعداد سنبله در واحد سطح Number of spikes	تعداد دانه در سنبله Number of grains spike	وزن هزار دانه (گرم) weight of thousand seed (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kg.h^{-1}$)	فسفر دانه (درصد) Seed phosphorus (%)	پتاسیم دانه (درصد) Seed potassium (%)
کم‌نهاده Low input	مهرگان Mehrgan	376	30.66	44	5072.4	1.84	5.03
	چمران-۲ Chamran-2	368.66	29.66	40	4375.4	0.58	5.05
	شبرنگ Shabrang	368.66	29.33	41.66	4289.4	4.13	3.86
متوسط‌نهاده Medium input	مهرگان Mehrgan	374.33	29	46	4992.8	1.43	0.93
	چمران-۲ Chamran-2	377.66	33.66	44	5592.2	4.96	0.3
	شبرنگ Shabrang	377.66	32.66	42.33	5203.2	0.51	0.8
پرنهاده High input	مهرگان Mehrgan	395.33	40	44	6312.6	1.05	0.92
	چمران-۲ Chamran-2	389.33	34.33	46	6240.3	0.85	0.85
	شبرنگ Shabrang	389.33	38.33	42.5	5859.2	0.4	0.88
$LSD_{0.05}$		5.81	1.44	1.79	23.48	0.3	0.34

تفاوت میانگین‌هایی که با شاهد کم‌تر از LSD است در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست.

Difference in mean with control less than LSD in 5% level is not significant.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی، نتایج نشان داد که بوم‌نظام کشاورزی پرنهاده برای کلیه ارقام استفاده شده در آزمایش با استفاده از سطح بیش‌تری از نهاده‌های شیمیایی سنتزی، عملکرد بیش تری را تولید کرده است. در مقابل کشاورزی کم‌نهاده (ارگانیک) با عدم کاربرد نهاده‌های شیمیایی محصول باکیفیت‌تری (میزان پروتئین دانه و فسفر دانه) داشت؛ با این‌وجود، کشاورزی کم‌نهاده با سطح پایین عملکرد کمی، نمی‌تواند پاسخ‌گوی نیاز غذایی جمعیت رو به رشد باشد. از سوی دیگر، نکته ارزشمند از نتایج این پژوهش، تولید سطح بهینه‌ای از عملکرد کمی و کیفی گندم در بوم‌نظام متوسط‌نهاده (تلفیقی) با کاهش ۵۰ درصد از نهاده‌های شمیایی بود. در بین ارقام مختلف موردبررسی نیز مشخص شد که رقم چمران-۲ و مهرگان نسبت به رقم شبرنگ با تغییر نوع بوم‌نظام از پرنهاده به کم‌نهاده مقاوم‌تر و کاهش عملکرد در این دو رقم نسبت به رقم شبرنگ کم‌تر بوده است. نتایج این پژوهش نشان داد که از دیدگاه کشاورزی اکولوژیک، بوم نظام متوسط نهاده (تلفیقی) با کاهش ۵۰ درصد از نهاده‌های شیمیایی و همچنین، کاهش سطح خاک‌ورزی، توانسته با کاهش هزینه‌های

زیست‌محیطی سطح قابل قبولی از عملکرد گندم را تولید کند. همچنین، مشخص شد که ارقام چمران-۲ و مهرگان، ارقام مناسب‌تری تحت مدیریت کم‌نهاده‌های شیمیایی می‌باشند.

منابع

1. Adediran, J.A., Taiwo, L.B., Akande, M.O., Sobulo, R.A. and Idowu O.J. 2004. Application of organic fertilizer for sustainable maize and cowpea yield in Nigeria. J. Plant Nutr. 27: 7. 1163-1181.

2. Ardakani, M. R., Majd, F., Mazaheri, D. and nourmohamadi, Gh. 2001. Evaluation of azospirillum, mycorrhiza and Streptomyces efficiency with manure utilization in wheat by using ^{32}P. Iran J Crop Sci. 3: 1. 56-69. (In Persian)

3. Atiyeh, R.M., Edwards, C.A., Subler, S. and Metzger, J.D. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: Effects on physicochemical properties and plant growth. Bioresour Technol. 78: 1. 11-20.

4. Bar-Tal, A., Yermiyahu, U., Beraud, J., Keinan, M., Rosenberg, R., Zohar, D., Rosen, V. and Fine, P. 2004. Nitrogen, phosphorus, and potassium uptake by wheat and their distribution in soil following successive, annual compost applications. J. Environ Qual. 33: 5. 1855-1865.

5. Bilsborrow, P., Cooper, J., Tétard-Jones, C., Średnicka-Tober, D., Barański, M., Eyre, M. and Ozturk, L. 2013. The effect of organic and conventional management on the yield and quality of wheat grown in a long-term field trial. Eur J. Agron. 51: 71-80.

6. Bosshard, C., Sørensen, P., Frossard, E., Dubois, D., Mäder, P., Nanzer, S. and Oberson, A. 2009. Nitrogen use efficiency of 15 N-labelled sheep manure and mineral fertiliser applied to microplots in long-term organic and conventional cropping systems. Nutr cycl Agroecosyst. 83: 3. 271-287.

7. FAO. 2021. The State of Food and Agriculture. Innovation in family farming. Rome.

8. FAOSTATE. 2002. Agricultural Data. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome. Online at. http://faostat.fao.org/.

9. Gerami, F., Ayeneh band, A. and Fateh, A, 2013. Effect of green fertilizers and nitrogen chemical fertilizer on initial growth, yield and yield components of wheat. J. Agric Knowl Sustain Prod. 23: 1. 17-1. (In Persian)

10. Hanč, A., Tlustoš, P., Száková, J. and Balík, J. 2008. The influence of organic fertilizers application on phosphorus and potassium bioavailability. Plant Soil Environ. 54: 6. 247-254.

11. Javanmard, A., Nazari, B., Jalilian, A. and Dashti, SH. 2015. Wheat response to vermicompost residue and chemical fertilizers in the soil. J. Agric Knowl Sustain Prod. 25: 4. 88-103. (In Persian)

12. Jones, J. Wolf, B. and Mills, H.A. 1991. Plant Analysis Handbook, Micro-macro. Publishing, Inc, Athens, GA.

13. Karimi, M. and Marashi, S,K. 2017. Effect of combined application of chemical and biological phosphorus and nitrogen fertilizers on yield and yield components of wheat. Agric Res J. 8: 5. 41-51. (In Persian)

14. Khayat, Sh., Mojadam, M. and Alavi Fazel, M. 2014. Effect of nitrogen rates on grain yield and nitrogen use efficiency of durum wheat genotypes in Khouzestan. Crop Physiol J. 6: 21. 113-103. (In Persian)

15. Kundsen, D. and Peterson, G.A. 1990. Sodium and Potassium. P. 225-246. In: A.L. Page et al (eds) Methods of soil Analysis pat 2.2nded. Agron. Monogr. 9-ASA. Madison, WL.

16. Lotfi Jala Abadi, A., Siadat, S.A., Bakhsandeh, A., Fathi, G. and Alemi Saied, K. 2013. Effect of chemical, organic and biological fertilizers systems on yield and yield components of wheat genotypes (*T. aestivum* and *T. durum*) in Ahvaz conditions. Plant Prod (Sci J. Agric). 36: 1. 103-114. (In Persian)

17. Manna, M.C., Jha, S., Ghosh, P.K. and Acharya, C.L. 2003. Comparative efficacy of three epigic earthwor ms under different deciduous forest litters decomposition. Bioresour Technol. 88: 3. 197-206.

18. Mayer, J., Gunst, L., Mäder, P., Samson, M.F., Carcea, M., Narducci, V. and Dubois, D. 2015. Productivity, quality and

sustainability of winter wheat under long-term conventional and organic management in Switzerland. Eur J. Agron. 65: 27-39.
19.Metwali, M.R., Ehab-Manal, H., Tarek, E. and Bayoumi, Y., 2010. Agronomical traits and biochemical genetic markers associated with salt tolerance in wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Aust J. Basic Appl Sci. 5: 5. 174-183.
20.Mohamadi, K., Pasari, B., Rokhzadi, A., Ghalavand, A., Aghaalikani, M. and Eskandari, M. 2011. Response of grain yield and canola quality to different resources of farmyard manure, compost and biofertilizers in Kurdistan region. Electron J. Crop Prod. 4: 2. 81- 101. (In Persian)
21.Naseri Rad, H., Rezvani Moghadam, P., Koochaki, A,R. and Ali Jafari, A. 2019. Effect of different farming systems and wheat residues management on growth indices, yield and yield components of autumn-sown canola in Roumeshgan and Sarableh regions in southwest of Iran. Journal of Applied Field Crops Research, 32: 3. 89-116.
22.No name, 2021. Ministry of Jihad Agriculture, Deputy of Planning and Economics, Bureau of Statistics and Information Technology. (In Persian)
23.Olsen, S.R. and Sommers, L.E. 1990. Phosphorus. P. 403-431. In: A.S.L. page et al (eds). Methods of soil Anslxsis. Part 2.2and ed., Agron. Monogr. 9. ASA, Madison, WL.
24.Poudel, D.D., Horwath, W.R., Kamini, W.T., Temple, S.R. and Bruggen, A. H.C. 2002. Comparison of soil N availability and leaching potential, crop yield and weed in organic, low input and conventional farming system in northern California. Agric Ecosyst Environ. 90: 2. 125-137.
25.Raja Sekar, K. and Karmegam, N. 2010. Earthworm casts as an alternate carrier material for biofertilizers: Assessment of endurance and viability of Azotobacter chroococcum, Bacillus megaterium and Rhizobium leguminosarum. Sci Hortic. 124: 2. 286-289.
26.Ranjbar, M. and Alavi Fazel, M. 2018. Effect of heat stress on quantitative and qualitative yield of wheat cultivars. Sixth International Conference on Applied Research in Agricultural Sciences. 18 p.
27.Rizwan, A., Arshad, M., Khalid, A. and Zahir, A. 2008. Effectiveness of organic bio-fertilizer supplemented with chemical fertilizer for improving soil water retention aggregate stability, growth and nutrient uptake of maize. J Sustain Agric 34: 57-77.
28.Roy, D.K. and Singh, B.P. 2006. Effect of level and time of nitrogen application with and without vermicompost on yield, yield attributes and quality of malt barley (*Hordeum vulgare*). Ind J. Agron. 51: 1. 40-42.
29.Schrama, M., De Haan, J.J., Kroonen, M., Verstegen, H. and Van der Putten, W.H. 2018. Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems. Agric. Ecosyst Environ. 256: 123-130.
30.Sinha, R.K., Dalsukh, V., Krunal, C. and Sunita, A. 2010. Embarking on a second green revolution for sustainable agriculture by vermiculture biotechnology using earthworms: Reviving the dreams of Sir Charles Darwin. J. Agric Biotechnol Sustain. 2: 7. 113-128.