Studying the effect of optimal nutrition management on yield and nutrient absorption and increasing cold resistance of Mihan wheat cultivar in cold climate (Case study: Lorestan Province, Azna County)

Abstract

In cold regions, one of the most important factors reducing wheat yield is low temperature and can cause damage to wheat. Given that appropriate plant nutrition is useful in reducing the effects of biotic and abiotic stresses, this study was conducted to investigate the effect of nutritional treatments on increasing the yield of this plant in cold regions of Lorestan province. For this purpose, a field experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications. The studied treatments were three treatments including: 1) farmer's practice, 2) application of chemical fertilizers based on soil tests, and 3) optimal application of chemical fertilizers based on soil tests plus cold stress-fighting fertilizers. The measured traits included yield and yield components and the absorption rate of macro and micro nutrients in flag leaves, grains, and straw. The results showed that fertilizer treatments had a significant effect on all measured traits compared to farmer's practice except for 1000-grain weight and number of grains per spike. The third treatment increased yield by 20% compared to the farmer's usual practice, while the second treatment showed only a 6% increase in yield compared to the farmer's usual practice. The results of economic analysis using the partial budgeting method showed that the benefits of both fertilizer treatments (2 and 3) are greater than the costs of the treatment, and therefore both treatments are more profitable compared to the farmer's usual treatment. The results of economic analysis of the treatments showed that the costs of fertilizer treatments can be compensated by increasing yield, so it is recommended that the studied treatments be used in cold regions of Lorestan province.

Key words: *Amino acids, humic acid, fulvic acid, potassium silicate*

ویرایشگر نشده

Extended Abstract

Background

Wheat is a strategic crop that is considered the most important crop in terms of area under cultivation and production, and increasing the quantity and quality of this crop is a priority in the country's research programs. In cold regions, one of the most important factors in reducing wheat yield is frost, which can cause damage to wheat.

Objectives

Given that appropriate plant nutrition is beneficial in reducing the effects of biotic and abiotic stresses, this study was conducted to investigate the effect of nutritional treatments on increasing the yield of this plant in cold regions of Lorestan province.

Method

For this purpose, a field experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications. The treatments studied included: 1) farmer's usual practices, 2) application of chemical fertilizers based on soil test, and 3) optimal nutrition of chemical fertilizers based on soil

test plus cold stress-fighting fertilizers. The measured traits included yield and yield components, and the absorption rate of macro and micro nutrients in flag leaves, grain, and straw.

Findings
The results showed that fertilizer treatments had a significant effect on all measured traits except 1000-grain weight and number of grains per spike compared to the farmer's practice. The third treatment increased yield by 20% compared to the farmer's practice, while the second treatment showed only a 6% increase in yield compared to the farmer's practice. The rate of nutrient absorption in the flag leaf showed a significant difference in fertilizer treatments compared to the farmer's practice and was higher in fertilizer treatments. The results of economic analysis using the partial budgeting method showed that the benefits of both fertilizer treatments (2 and 3) are greater than the costs of the treatment and therefore both treatments are more profitable compared to the farmer's practice.

Conclusion
The results of this study showed that the use of nutritional treatments in cold conditions can increase yield and play an effective role in increasing the efficiency of nutrient absorption by plants. Considering that the results of the economic analysis of the treatments showed that the costs of fertilizer treatments can be compensated by increasing yield, it is recommended that the studied treatments be used in cold regions of Lorestan province.
Key words: *Amino acids, humic acid, fulvic acid, potassium silicate*

Author Contributions
Conceptualization, S.A& S.M .M; methodology, S.A& S.M .M; software, S.A& S.M .M; formal analysis, S.A& S.M .M; investigation, S.A& S.M .M; resources, S.A; data curation, S.A& S.M .M; writing-original draft preparation, S.A& S.M .M; writing-review and editing, Y S.A& S.M .M; visualization, S.A& S.M .M; supervision, S.A.; project administration, S.A.; funding acquisition, S.A. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Data Availability Statement
Data is available on reasonable request from the authors.

Acknowledgements
The authors would like to thank the reviewers and editor for their critical comments that helped to improve the paper.

Ethical considerations
The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

Conflict of interest
The authors declare no conflict of interest.

ویراستاری شده

بررسی اثر مدیریت بهینه تغذیه بر عملکرد و جذب عناصر غذایی و افزایش مقاومت سرمایی گیاه گندم رقم میهن در اقلیم سرد (مطالعه موردی: استان لرستان، شهرستان ازنا)

چکیده

در مناطق سردسیر یکی از مهمترین عوامل کاهش عملکرد گندم سرما است و می‌تواند باعث ایجاد خسارت در گندم شود. با توجه به اینکه تغذیهٔ متناسب گیاهان در کاهش اثرهای تنش‌های زیستی و غیرزیستی مفید است، این پژوهش به منظور بررسی اثر تیمارهای تغذیه‌ای در بالا بردن عملکرد این گیاه در مناطق سردسیر استان لرستان انجام شد. برای این منظور یک آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل سه تیمار ۱) عرف زارع، ۲)مصرف کودهای شیمیایی براساس آزمون خاک و ۳) تغذیه بهینه کودهای شیمیایی براساس آزمون خاک به علاوه مواد کودی مقابله با تنش سرما بودند. صفات مورد اندازه‌گیری شامل عملکرد و اجزاء عملکرد و میزان جذب عناصر غذایی ماکرو و میکرو در برگ پرچم، دانه و کاه بود. نتایج نشان داد تیمارهای کودی نسبت به عرف زارع بر همه صفات اندازه‌گیری شده به جز وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله اثر معنی‌دار دارد. تیمار سوم نسبت به عرف زارع ۲۰ درصد باعث افزایش عملکرد شد در حالیکه تیمار دوم تنها ۶ درصد افزایش عملکرد نسبت به عرف زارع نشان داد. نتایج تحلیل اقتصادی به روش بودجه‌بندی جزئی نشان داد منافع هر دو تیمار کودی (۲ و ۳) بیشتر از هزینه‌های انجام تیمار است و بنابراین هر دو تیمار در مقایسه با تیمار عرف زارع سودآورتر هستند. نتایج تحلیل اقتصادی تیمارها نشان داد هزینه‌های تیمارهای کودی با افزایش عملکرد قابل جبران است لذا توصیه می‌شود تیمارهای مورد مطالعه در مناطق سرد استان لرستان مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: *اسیدآمینه، اسید هیومیک، اسید فولویک، سیلیکات پتاسیم*

مقدمه

گیاه زراعی گندم از نظر تولید و سطح زیرکشت در بین غلات در رتبه اول قرار دارد (FAO, 2016). این گیاه می‌تواند در شرایط مختلف آب و هوایی کشت شود و عواملی مانند شرایط محیطی، ساختار ژنتیکی و برهم کنش بین آنها روی عملکرد این گیاه اثرگذار است (Shah *et al.*, 2017).

در مناطق سردسیر یکی از مهمترین عوامل کاهش عملکرد گندم سرما است که به فرم‌های مختلف سرمازدگی[1]، انجماد[2] و افت ناگهانی دما[3] می‌تواند باعث ایجاد خسارت در گندم شود (سعیدی و همکاران، ۱۳۹۸). سرمای شدید در مناطق کشاورزی در سراسر جهان با تناوب، شدت و مدت زمان متفاوت مشاهده شده است (Kodra *et al.*, 2011; Augspurger, 2013). این وضعیت با ایجاد آسیب مکانیکی و اختلال در عملکرد متابولیک از طریق تبلور یخ، رشد گیاه را متوقف می‌کند (Yadav, 2010).

بیشتر مناطق گندم‌کاری در جهان مانند چین (Xiao *et al.*, 2018) ، ایالات متحده (Holman *et al.*, 2011) ، اروپا (Trnka *et al.*, 2014) و استرالیا (Zheng *et al.*, 2015; Crimp *et al.*, 2016) و همچنین در ایران (جوانمردی، ۱۳۸۸؛ بیات و همکاران، ۱۳۹۰) اغلب تحت تنش دمای پایین قرار می‌گیرند. احمدی و همکاران (۱۳۹۸) با پهنه‌بندی اقلیم کشاورزی محصول گندم دیم در استان لرستان دریافتند در شمال استان و مناطق سردسیر ازنا و الیگودرز محدودیت متوسط دمایی برای رشد گندم وجود دارد. طبق گزارش سازمان جهاد کشاورزی استان لرستان سرمازدگی در مناطق سردسیر استان یکی عوامل کاهش تولید محصول گندم است و لازم است به منظور کاهش این خسارت اقدامات مناسب صورت گیرد. لذا این تحقیق به منظور بررسی اثر تیمارهای تغذیه‌ای در جهت افزایش مقاومت گندم به بروز تنش سرما انجام گرفت.

پیشینه پژوهش

[1] Frost
[2] Freezing
[3] Chilling

تغذیـه بهینـه گیـاه، شـرط اصلی بهبود کمی و کیفی محصول است. مصرف مطلوب نهاده‌های مناسب با شرایط رشد گیاه، دسـتیابی بـه عملکـرد زیاد را ممکن می‌سازد. اگر گیـاه در مراحـل اولیـه رشـد از نظـر جـذب عناصر غذایی دچار محدودیت شده باشد، به دلیل انتقـال کم عناصر به دانه، عملکرد و کیفیت محصول هر دو تحت تأثیر قرار خواهد گرفت (اسدی و خادمی ، ۱۳۹۲).

چرخه زندگی گیاه در هر دو فاز رویشی و زایشی تحت تأثیر تنش دمای پایین قرار می‌گیرند در طول رشد زایشی، تنش دمای پایین باعث ریزش گل، عقیمی گرده، اعوجاج لوله گرده، سقط تخمک و کاهش تشکیل میوه می‌شود که در نهایت باعث کاهش عملکرد می‌شود. استرس سرما در مرحله زایشی پیامدهای اقتصادی و اجتماعی مهمی دارد زیرا محصولات فاز زایشی اجزای کلیدی عملکرد اقتصادی هستند و منبع اصلی غذا برای کل بشریت هستند(Thakura *et al*., 2010).

تغذیهٔ متناسب گیاهان در کاهش اثرهای تـنش‌هـای زیـستی و غیرزیستی مفید اسـت (Van den Berg and Zeng. 2006). پیروی از اصـول مدیریت بهینه تغذیه گندم و اسـتفاده از کودهـای حـاوی عناصر غذایی، مواد آلی و محرکهای رشـد گیاه در قالب یک برنامه مدیریتی و برنامه ریزی شـده که عمدتا از اول فصل رشـد آغاز می‌شود، علاوه بر حصول عملکرد و کیفیت محصول، گیاه را در برابر بسیاری از تنشهای زنده و غیرزنده ازجمله سرمازدگی مقاوم می‌سازد. اینگونـه نهاده‌هـا اصولا باید در مراحل مختلف فنولوژیکی گندم مصرف و توسـط سـلولهای گیاهـی بـه متابولیـت‌های مفید برای رشـد و مقابله با تنش تبدیل شـوند. بنابراین اسـتفاده ازاین گونـه نهاده‌هـا در زمان کوتاهی قبل از مواجهه با تنش‌هایی مانند سـرمازدگی کارایی لازم را ندارد و گاهی برای کاهش عوارض ناشـی از سـرمازدگی در دوره پس از وقوع سـرما می‌توانند مؤثرتر باشند. اسـتفاده از مواد آلی و هیومیک اسـید نیز با سازوکارهایی می‌تواند تا حدودی مانع سرمازدگی شود. مکانیسم نخست، به افزایش فعالیت میکروارگانیسمهای خاک مربوط می‌شود که خود به خود سـبب گرم شـدن خاک اطراف ریشه می‌شـود. اگرچه چرخش شـیره گیاهی در درون آوندها در فصل زمستان کند و بطئی است، اما همین چرخش کند هم می‌تواند تا حدودی گرمای ریشه را به قسـمت‌های هوایی منتقل کند. دومین سـازوکار به حفظ بیشتر رطوبت خاک مربوط می‌شود کـه بـه دلیـل بالا بودن گرمـای ویژه آب مقدار کالری بیشـتری در درون خاک ذخیره می‌شـود(طهرانی و همکاران، ۱۳۹۵).

اثر تنش سرما بر روی رشد و عملکرد گیاه گندم توسط محققن مختلف صورت گرفته است. سعیدی و همکاران (۱۳۹۸) تحمل به سرما در برخی از ژنوتیپ‌های گندم نان در مرحله گیاهچه‌ای تحت شرایط آزمایشگاهی را بررسی کردند. نتایج تحقیق این محققان نشان داد با کاهش بقاء گیاهچه در اثر افت دما، میزان وزن خشک، ارتفاع و تعداد برگ در گیاهچه‌ها نیز کاهش می‌یابد . طریق الاسلامی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه روی اثر تنش سرما بر روی گیاه ذرت دریافتند قرار گرفتن گیاه در معرض تنش سرما سبب تغییر بیوشیمیایی در فعالیت سیستم آنتی اکسیدانی و پایداری غشاء گیاه می‌شود. وو و همکاران (۲۰۲۲) بیان می کنند در گندم بهاره مرحله طویل شدن ساقه بسیار حساس به سرماست و اقدامات مدیریتی در جهت کاهش خسارت سرما باید قبل از این مرحله صورت گیرد.

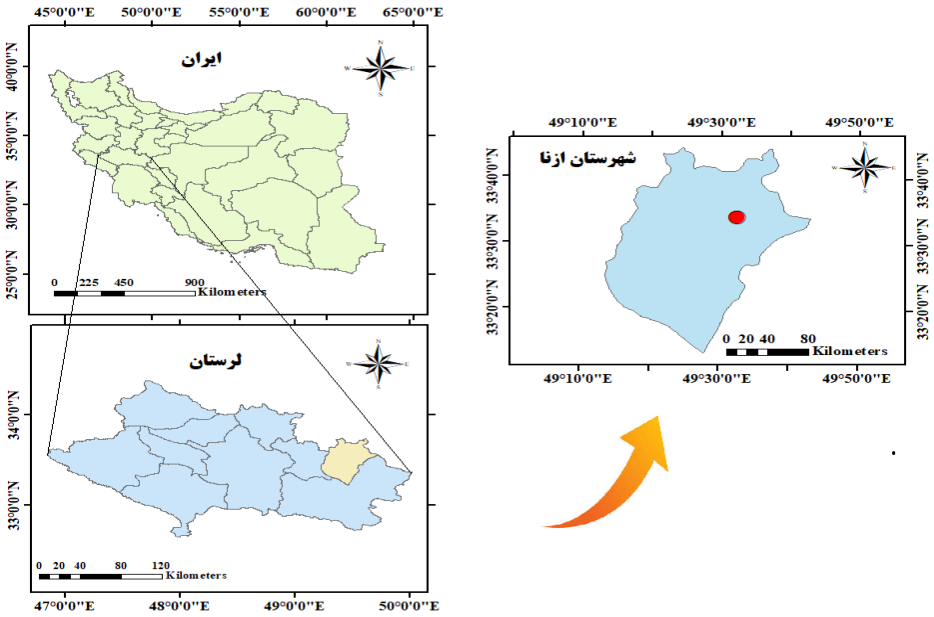
کاربرد بهینه عناصر غذایی پرمصرف، کم مصرف و مکمل‌های رشد مانند اسید سالیسیلیک می‌تواند باعث کاهش اثرات تنش دمایی در گیاهان زراعی شود (Waraich *et al*., 2012). بصیرت و موسوی (۲۰۲۲) در محلول پاشی سیلیکون و اسید سالیسیلیک را بر گیاه خیار گلخانه ای تحت تنش دمایی بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که این تیمارها وضعیت تغذیه، عملکرد کل و کیفیت میوه و محتوای نیترات را به طور قابل توجهی بهبود می‌بخشند. موسوی و غفاری نژاد (۱۴۰۳) اثر مدیریت تغذیه بهینه گندم در شرایط تنش سرمایی را مورد مطالعه قرار دادند. در این تحقیق تیمارهای مقابله با سرما در تلفیق با مصرف کودهای شیمیایی مطابق آزمون خاک اثر معنی داری در افزایش عملکرد (۲۰ درصد) نسبت به تیمار شاهد داشت. بصیرت و همکاران (۱۴۰۰) در ارزیابی برهمکنش سالیسیلات پتاسیم و سیلیکات پتاسیم بر عملکرد، وضعیت تغذیه‌ای و کیفیت خیار گلخانه‌ای در شرایط تنش سرمایی دریافتند در نتیجه محلولپاشی سالیسیلات و سیلیکات پتاسیم، عناصری مانند نیتروژن، بور، و منگنز در برگ در مقایسه با تیمار شاهد بطور معنی‌داری افزایش نشان می‌دهند.

ویرایش نشده

روش‌شناسی پژوهش

محل اجرای آزمایش

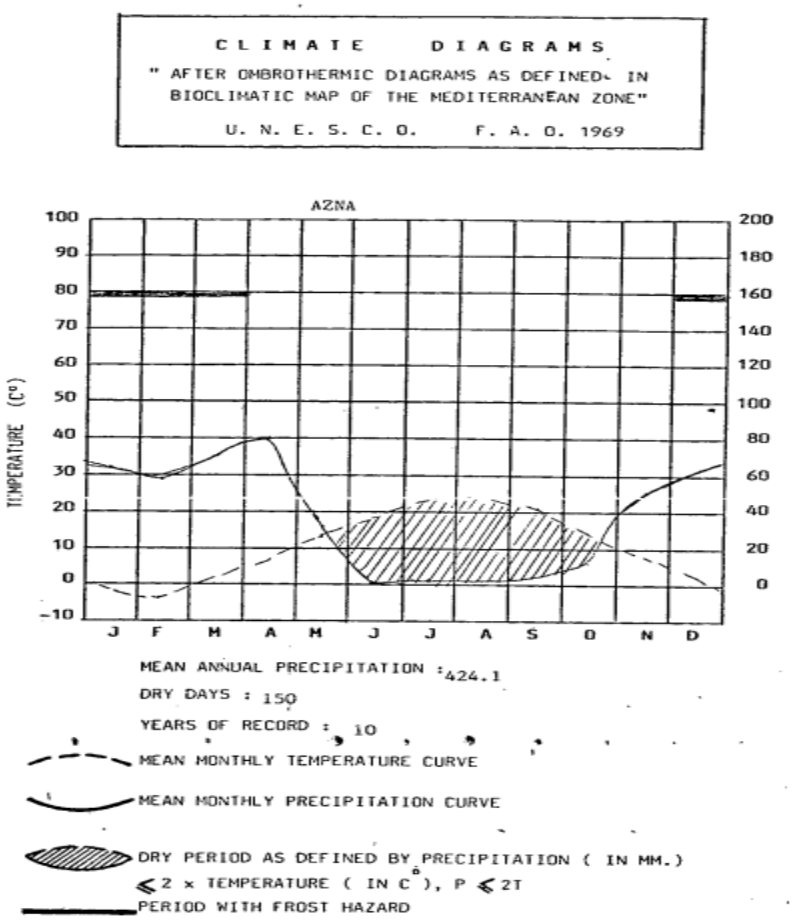
این تحقیق در استان لرستان شهرستان ازنا در محل مدیریت جهاد کشاورزی مومن آباد با موقعیت جغرافیائی ۳۳ درجه ، ۳۴ دقیقه و ۳ ثانیه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۲ دقیقه و ۲۵ ثانیه طول شرقی انجام گردید (شکل ۱). ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۹۲۳ متر، میانگین بارندگی سالیانه ۴۰۰ میلی متر و میانگین دمای سالانه ۱۲ درجه سانتی گراد می‌باشد. رژیم حرارتی خاک منطقه مزیک و رژیم رطوبتی خاک منطقه زریک می‌باشد.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

وضعیت دمایی منطقه

در شکل ۲ منحنی آمبروترمیک منطقه نشان داده شده است (کشمیری و چگنی، ۱۳۷۵). مطابق این نمودار در فصل بهار وقوع تنش سرمایی دور از انتظار نیست و لازم است تحمل گیاهان زراعی نسبت به سرما بالا رود که علاوه بر انتخاب ارقام مناسب مدیریت تغذیه نقش بسیار موثری در بالابردن تحمل نسبت به سرما دارد. نتایج داده های هواشناسی نشان می دهد میانگین حداقل دما در منطقه ۵ و میانگین حداکثر دما ۲۰ درجه سانتی گراد است.



شکل ۲: منحنی آمبروترمیک منطقه

آزمایش خاک محل انجام آزمایش

قبل از اجرا آزمایش از خاک محل نمونه‌برداری صورت گرفت و مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد و توصیه کودی مطابق دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم (مشیری و همکاران، ۱۳۹۳) انجام گردید. لازم به ذکر است کشت قبلی زمین مورد استفاده لوبیا بود.

نتایج آزمایش خاک

در جدول ۱ نتایج آزمون خاک محل انجام آزمایش آمده است.

جدول ۱: نتایج آزمون خاک خاک محل اجرای آزمایش

T.N.V %	هدایت الکتریکی (dS/m)	واکنش گل اشباع pH	آهن (میلی گرم بر کیلوگرم)	روی (میلی گرم بر کیلوگرم)	مس (میلی گرم بر کیلوگرم)	منگنز (میلی گرم بر کیلوگرم)	درصد شن	درصد لای	درصد رس	درصد کربن آلی	فسفر قابل جذب(میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب(میلی گرم بر کیلوگرم)
۱۱/۲	۱/۲۲	۷/۶۸	۳/۴۵	۰/۵۷	۱/۱۱	۴/۱۷	۱۹	۴۰	۴۱	۰/۳۹	۱۲/۷	۵۰۵

با توجه به نتایج آزمون خاک (جدول ۱) مشاهده می‌شود درصد آهک خاک در محدوده خاکهای آهکی (بیش از ده درصد آهک) است. خاک محل تحقیق غیرشور می‌باشد و مساله شوری در منطقه وجود ندارد. واکنش خاک (pH) برای خاک‌های آهکی در همین محدوده است و در منطقه رایج می‌باشد. میزان آهن قابل جذب خاک کمتر از حد بحرانی (۵ میلی گرم بر کیلوگرم) می‌باشد و کود کلات آهن (سکوسترین) به همراه آب آبیاری در آب دوم استفاده شد. میزان عنصر روی خاک نیز کمتر از حد بحرانی (۱ میلی گرم بر کیلوگرم) است و میزان ۳۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار در زمان کاشت استفاده شد. میزان مس خاک بالاتر از حد بحرانی (۰/۵ میلی گرم بر کیلوگرم) است و نیاز به مصرف کود حاوی مس نبود. با توجه به اینکه میزان عنصر منگنز نزدیک حد بحرانی (۶ میلی گرم بر کیلوگرم) است مقدار ۲۰ کیلوگرم بر هکتار سولفات منگنز در زمان کاشت استفاده شد. با توجه به درصد کربن آلی خاک و مطابق دستورالعمل تعداد ۸ کیسه کود اوره در هکتار در سه قسط (۴۰ درصد در آبیاری اول، ۳۰ درصد در زمان تکمیل پنجه زنی و ۳۰ درصد در زمان طویل شدن ساقه) استفاده شد. با توجه به حد بحرانی فسفر (۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم) و با توجه به دستورالعمل سه کیسه کود سوپرفسفات تریپل در هکتار استفاده شد. با توجه به اینکه میزان پتاسیم قابل جذب خاک بسیار بالاتر از حد بحرانی (۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم) است نیاز به استفاده از کود پتاسیمی نبود. لازم به ذکر است به دلیل کیفیت بالای خاک و آب و اقلیم در منطقه مورد مطالعه عملکرد بالای ۷ تن در هکتار رایج است و توصیه کودی هم برای دستیابی به این عملکرد انجام شده است.

تیمارهای آزمایشی

به منظور بررسی اثر تیمارهای تغذیه‌ای بر کاهش خسارت سرما یک آزمایش مزرعه ای در قالب طرح بلوک کامل تصادفی شامل تیمارهای جدول ۲ در سه تکرار در سال ۱۴۰۲ انجام شد. مساحت هر کرت آزمایشی ۲۰ متر مربع (۴*۵) بود. فاصله کرت اصلی از یکدیگر دو متر و بین تکرارها نیز یک متر در نظر گرفته شد. دور تا دور هر کرت پشته ای به ارتفاع ۳۰ سانتی متر احداث گردید. فاصله بین ردیف ها در هر کرت ۲۵ سانتی متر بود. گندم آبی رقم میهن که مناسب مناطق سردسیر می باشد با تراکم بذر ۴۰۰ بذر در متر مربع در تاریخ ۱۴۰۲/۸/۱۸کشت گردید.

ویرایشی نشده

جدول ۲: تیمارهای مورد بررسی در مطالعه

تیمارها	شرح
عرف زارع	مصرف خاکی کودهای نیتروژنه و فسفاته بر اساس عرف زارع (بدون آزمایش خاک و مصرف اوره ۴ کیسه در هکتار و سوپرفسفات تریپل دو کیسه در هکتار)
تغذیه بهینه کودهای شیمیایی	مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک
تغذیه بهینه کودهای شیمیایی+ مواد کودی مقابله با تنش	مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک+ مصرف خاکی (اسید هیومیک) و محلول-پاشی (اسید آمینه،اسید فولویک) و سیلیسیم و کودهای پتاسیمی محلول در آب با توجه به مرحله فنولوژیکی و احتمال وقوع تنش سرمایی

- کود آبیاری هیومیک اسید به میزان ۵ کیلوگرم در هکتار در مراحل اولیه رشد در دو مرحله همراه با آبیاری
- محلول‌پاشی اسیدآمینه با غلظت ۵ در هزار در دو مرحله پنجه‌زنی (مقیاس زادوکس ۲۳ و ۲۴) و ظهور کامل خوشه (مقیاس زادوکس ۵۹)
- محلول‌پاشی فولویک اسید در مرحله ۱۶ مقیاس زادوکس با غلظت ۵ در هزار
- مصرف خاکی سیلیسیم در سطح ۲۰ کیلوگرم سیلیکات پتاسیم بر هکتار در مرحله ۳۱ مقیاس زادوکس+ محلول‌پاشی سیلیسیم در سطح ۵ کیلوگرم سیلیکات پتاسیم بر هکتار در مرحله ۵۰ مقیاس زادوکس
- پتاسیم محلول بر اساس توصیه موجود و به صورت تقسیطی در سه نوبت به‌صورت ۲۰ درصد آب دوم، ۳۰ درصد در تکمیل پنجه و ۵۰ درصد در زمان شکم خوش

اندازه‌گیری عملکرد و جذب عناصر غذایی

به منظور مقایسه میزان جذب عناصر غذایی در تیمارهای مورد مطالعه نمونه‌های برگ پرچم، کاه و دانه مورد آنالیز قرار گرفت برای این منظور از دستگاه کلدال برای اندازه‌گیری نیتروژن، دستگاه اسپکتروفوتومتر برای اندازه‌گیری فسفر، دستگاه فلیم فوتومتر برای اندازه‌گیری پتاسیم و دستگاه جذب اتمی برای اندازه‌گیری عناصر آهن، روی، مس و منگنز استفاده شد. به منظور تهیه عصاره گیاه نمونه‌ها پس از شستشو و خشک شدن در هوای آزاد، در دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس نمونه‌های مذکور آسیاب و یک گرم از آن‌ها توزین و به روش خاکستر خشک و حل در اسید کلریدریک عصاره‌گیری شد (امامی، ۱۳۷۵). همچنین عملکرد دانه به وسیله کادر ۱*۱ اندازه‌گیری شد.

ارزیابی اقتصادی تیمارها و انتخاب اقتصادی‌ترین تیمار:

به منظور ارزیابی اقتصادی تیمارهای مورد مطالعه، از روش بودجه بندی جزئی استفاده شد(موسوی و غفاری نژاد، ۱۴۰۳). این روش اقتصادی‌ترین تیمار را مشخص می‌کند. برای اجرا این روش اطلاعات زیر مورد نیاز است.

درآمد ناخالص حاصل از اجرای هر کدام از تیمارها: از حاصل ضرب عملکرد تولید محصول در قیمت محصول به دست می‌آید.

هزینه اجرای هر کدام از تیمارها: معمولا کل هزینه‌های مربوط به تولید محصول در نظر گرفته می‌شود اما می‌توان هزینه‌های تولید مشترک در اجرای تیمارها را حذف و فقط هزینه‌های غیر مشترک را در محاسبات لحاظ کرد. بنابراین می‌توان فقط کلیه هزینه‌های مربوط به فرآیند کوددهی (هزینه خرید کود، نیروی کار، هزینه تجهیزات مربوط به کوددهی و ...) را محاسبه و لحاظ کرد.

*در روش بودجه بندی جزئی، منافع و هزینه‌های هر کدام از تیمارها به صورت زیر محاسبه می‌شود:

منافع حاصل از اجرای تیمارها:

درآمد حاصل از اجرای تیمار جدید (Rn)

هزینه مربوط به تیمار شاهد که با اجرای تیمار جدید، آن هزینه ذخیره شده و در واقع به عنوان هزینه انجام نشده محسوب می‌شود که بر این اساس نوعی درآمد به حساب می‌آید (C0).

هزینه اجرای تیمارها:

هزینه‌های ناشی از اجرای تیمارهای جدید(Cn)

ویراستاری نشده

درآمد از دست رفته مربوط به تیمار شاهد که در نتیجه اجرای تیمارهای جدید، از دست می‌رود (R0)

انتخاب اقتصادی ترین تیمار:

در صورتی که منافع حاصل از اجرای تیمار (Rn+ C0) بیشتر از هزینه‌های آن (Cn+ R0) باشد، تیمار مورد نظر از نظر اقتصادی سودآورتر از تیمار شاهد خواهد بود. در جدول ۳ جزئیات روش بودجه بندی جزئی و محاسبات آن آورده شده است. در صورتی که نسبت منفعت به هزینه در جدول بالاتر از ۱ باشد نشان دهنده این است که تیمار کودی از لحاظ اقتصادی سود آور است. قیمت گندم در سال ۱۴۰۲ ۱۷۵۰۰ تومان بوده است.

جدول ۳: تحلیل اقتصادی تیمارهای کودی به روش بودجه‌بندی جزئی

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	هزینه کود مصرفی (هزار ریال در هر هکتار)	درآمد ناخالص کشاورز (هزار ریال در هر هکتار)
عرف زارع	Y1	(C_0)	(R_0)=Y1*(قیمت هر کیلو گندم)
تیمار ۲	Y2	(C_2)	(R_2)=Y2*(قیمت هر کیلو گندم)
تیمار ۳	Y3	(C_3)	(R_3)=Y3*(قیمت هر کیلو گندم)
تیمار ۲	**هزینه ها و درآمدها**	**منفعت خالص**	**نسبت منفعت به هزینه**
منافع	R_2+C_0	(R_2+C_0) - (C_2+R_0)	$\frac{(R2 + C0)}{(C2 + R0)}$
هزینه ها	C_2+R_0		
تیمار ۳	**هزینه ها و درآمدها**	**منفعت خالص**	**نسبت منفعت به هزینه**
منافع	R_3+C_0	(R_3+C_0) - (C_3+R_0)	$\frac{(R3 + C0)}{(C3 + R0)}$
هزینه ها	C_3+R_0		

آنالیز آماری

به منظور انجام تحلیل آماری از نرم افزار SPSS 32 استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات اندازه‌گیری شده

در جدول ۴ نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات اندازه‌گیری شده آورده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود تیمارهای کودی بر همه صفات اندازه‌گیری شده به جز وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله اثر معنی‌دار دارد. در تیمار عرف زارع معمولا بدون استفاده از آزمون خاک نیتروژن زیادی مصرف می‌شود که این موضوع باعث انباشتگی ترکیبات نیتروژن‌دار در گیاه می‌شود. در تیمار دو که تنها مبتنی بر آزمون خاک است میزان نیتروژن کمتری مصرف شده است و قطعا میزان جذب آن کاهش می‌یابد. اعمال تیمارهای تغذیه‌ای مقابله با سرما در گندم منجر به بروز واکنش‌های فیزیولوژیک از جمله افزایش قندهای محلول، اسیدهای آمینه و پروتئین‌های محلول در ارقام مقاوم به سرما می‌گردد. این مواد محلول در ایجاد مقاومت به سرما در گیاه نقش کلیدی ایفا می‌کنند (Vitamvas *et al*., 2007; Kerepesi *et al*., 2004; Griffith and Yaish., 2004) . کوددهی با نیتروژن به‌طور قابل توجهی می‌تواند اثرات منفی استرس‌های غیرزیستی مانند سرما را کاهش دهد. مصرف متعادل نیتروژن در مرحله پنجه‌زنی می‌تواند بوته‌ها را قوی کند؛ اما افراط در مصرف باعث لطیف شدن بافت گیاه شده و حساسیت به سرما را بالا می‌برد. ترکیبات نیتروژن دار سیگنال‌دهی استرس را تسهیل کرده و گیاه را برای سازگاری با استرس آماده می‌کنند(Allagulova *et al*., 2023). وجود نیتروژن کافی، به ویژه به شکل

ویرایشگاری شاه

نیترات، می‌تواند توانایی گیاهان را برای مقابله با استرس‌های دمایی از طریق حمایت از این مکانیسم‌های دفاعی و بهبود تحمل کلی گیاه به استرس افزایش دهد(Waraich *et al*., 2011).

در تیمار ۳ با توجه به اینکه از ترکیبات آلی مثل اسید هیومیک استفاده شده است این ترکیبات می‌توانند باعث بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و جذب عناصر غذایی را افزایش دهند. اسید هیومیک به سبب خاصیت شبه هورمونی می‌تواند بیومس ریشه را افزایش دهد و به دنبال آن جذب عناصر بهبود یابد (سماوات و ملکوتی، ۱۳۸۴). بیواستیمولانت‌های گیاهی، مانند مواد هیومیکی، محصولات طبیعی هستند که برای تحریک جذب مواد مغذی و کارآیی آن‌ها توسط گیاهان، افزایش تحمل در برابر استرس‌های زیستی و غیرزیستی و بهبود کیفیت بدون تأثیرات منفی بر محیط زیست استفاده می‌شوند، در صورتی که از منابع تجدیدپذیر به‌دست آیند(Canellas *et al*., 2024). خاک غنی از مواد آلی و استفاده از کودهای ارگانیک یا هیومیک اسیدها می‌تواند به گرم‌تر ماندن لایه‌های خاک و افزایش سلامت ریشه‌ها کمک کنند (Waraich *et al*., 2012).

گرچه سیلیسیم جزء عناصر ضروری گیاهان به حساب نمی‌آید، ولی تأثیرات مثبت زیادی بر رشد و مقاومت گیاهان در برابر استرس‌های محیطی مختلف دارد. به‌ویژه در گیاهانی که تحت تأثیر استرس‌های غیرزیستی مانند خشکی، شوری، دماهای بالا و پایین، یا آسیب‌های ناشی از فلزات سنگین قرار دارند، سیلیسیم به‌عنوان یک عامل مفید شناخته شده است. گیاهان سیلیسیم را از خاک به شکل اسیدسالیسیلیک یا مونوسالیسیلیک اسید جذب می‌کنند. این عنصر با تقویت دیواره‌های سلولی گیاه باعث افزایش مقاومت گیاهان به شرایط نامساعد می‌شود. همچنین سیلیسیم با کمک به کاهش تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) که موجب آسیب به سلول‌های گیاهی می‌شوند، نقش مهمی در کاهش استرس اکسیداتیو ایفا می‌کند. به‌طور کلی، سیلیسیم به‌عنوان یک عنصر کمکی، به گیاهان کمک می‌کند تا بهتر با شرایط محیطی چالش‌برانگیز سازگار شوند و تولید محصول بیشتری داشته باشند. از این رو، استفاده از سیلیسیم در کشاورزی می‌تواند یک استراتژی مؤثر برای بهبود بهره‌وری و مقاومت گیاهان در برابر استرس‌های مختلف باشد(Mengel, 2001). اسیدهای آمینه در سنتز پروتیین‌های مرتبط با استرس نقش دارند که برای پاسخ گیاه به استرس ضروری هستند(Hu et al., 2022). افزایش مقاومت گیاه به سرما با افزودن پتاسیم مرتبط با افزایش فسفولیپیدها، نفوذپذیری غشا و بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی سلول‌ها است(Hakerlerler, 1997). گیاهانی که به اندازه کافی پتاسیم دریافت نکرده‌اند، اغلب به سرمازدگی حساس‌تر هستند که این امر بـه کمبـود آب در سلول مربوط می‌شود. بنابراین کافی نبودن میزان پتاسیم، عاملی است که به افزایش خطر سرمازدگی منجـر مـی‌گردد. بیشتر آسیب سرما در گیاهان فاقد پتاسیم به کمبود آب از مهار جذب آب ناشی از سرما و دهیدراسیون سلولی ناشی از یخ زدگی مربوط می‌شود(Zhu *et al*., 2001). به طور خلاصه، غلظت‌های بالاتر پتاسیم در بافت‌ها آسیب سرما را کاهش داده و مقاومت به سرما را افزایش می‌دهند و در نهایت تولید محصول را افزایش می‌دهند(Kant and Kafkafi, 2002).

جدول ۴: تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات اندازه گیری شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی

میانگین مربعات

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در متر مربع	نیتروژن دانه	نیتروژن پرچم	نیتروژن کاه	فسفر دانه	فسفر پرچم	فسفر کاه
تیمارکودی	۲	۳۷۶۳۹۸۱**	۴/۶۲۲	۱۴/۱۱	۱۱۴۱**	۰/۰۴**	۰/۲۶۸**	۰/۰۱۱**	۰/۰۰۷**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۰**
بلوک	۲	۵۴۴۰۵**	۲/۰۰۱	۰/۱۱۱	۵۶	۰/۰۰۱	۰/ ۰۴۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۰۱۶**	۰/۰۰۰۰۰۱۴**	۰/۰۰۰۰۱۳
خطا	۴	۳۴۴۰۴	۰/۳۲۱	۰/۷۷۸	۷/۶	۰/۰۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰۰۱۳	۰/۰۰۰۰۰۳۳	۰/۰۰۰۰۰۲۵
ضریب تغییرات			۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۲۸	۰/۴۸	۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۲۲

اعداد بدون ستاره از لحاظ آماری معنی دار نشده اند

ادامه جدول ۴: تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات اندازه گیری شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی

میانگین مربعات

منابع تغییرات	آهن دانه	آهن پرچم	آهن کاه	روی دانه	روی پرچم	روی کاه	مس دانه	مس پرچم	مس کاه	منگنز دانه	منگنز پرچم	منگنز کاه	پتاسیم دانه	پتاسیم پرچم	پتاسیم کاه
تیمارکودی	۵۸۶**	۱۶۰۴۵**	۲۶۷۳۹۶**	۵/۴۶*	۹۹۶۱**	۲۳۷/۸**	۳۰/۷۶**	۴۲۴**	۸۴۱/۵**	۲۷/۹۴**	۴۱۳۴**	۲۳۸**	۰/۰۰۰**	۰/۱۱**	۰/۴۰۵**
بلوک	۲۶	۷/۴	۱۲/۵	۱/۷۴	۲۹/۸	۵/۵	۱/۵	۳/۳	۹/۷	۳/۰۷	۴/۳	۷/۸**	۰/۰۰۰۰۱۴**	۰/۰۰۰۰۱۳**	۰/۰۰۰
خطا	۸	۴/۰۳	۲/۸	۰/۴۷	۵/۶	۴/۶	۰/۴۵	۰/۸۰۴	۲/۳	۰/۳۸	۳/۲	۰/۲۳۳	۰/۰۰۰۰۰۰۳۳	۰/۰۰۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰۴۶
ضریب تغییرات	۰/۱	۰/۲۳	۰/۴۳	۰/۴۹	۰/۴۳	۰/۵۰	۰/۰۴	۰/۳۱	۰/۸۱	۰/۰۴	۰/۳۱	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۳	۰/۱۵

اعداد بدون ستاره از لحاظ آماری معنی دار نشده اند

مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات اندازه‌گیری شده

در جدول ۵ مقایسه میانگین تیمارهای مورد مطالعه برای صفات اندازه‌گیری شده آورده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود صفات عملکرد، وزن هزار دانه ، تعداد دانه در سنبله و تعداد خوشه در مترمربع در تیمار آزمون خاک به همراه تیمارهای مقابله با سرما نسبت به تیمار شاهد و تیمار آزمون خاک به شکلی اختلاف معنی‌دار دارد. نیتروژن دانه در تیمار شاهد با تیمار سوم اختلاف معنی‌دار ندارد و نیتروژن کاه در تیمار شاهد بیشتر از دو تیمار دیگر است اما نتایج نیتروژن برگ پرچم برتری دو تیمار آزمون خاک و تیمارهای مقابله با سرما را به وضوح نشان می‌دهد. با توجه به اینکه تفاوت‌ها در برگ پرچم در دیگر صفات نیز به خوبی قابل مشاهده است این موضوع نشان می‌دهد نمونه‌برداری از برگ پرچم به منظور بررسی میزان جذب عناصر غذایی از قابلیت اطمینان بیشتری برخوردار است. نتایج مربوط به عنصر فسفر در برگ پرچم نیز نشان می‌دهد جذب این عنصر در تیمار سوم بیشتر است و نسبت به دو تیمار دیگر اختلاف معنی‌دار دارد. این موضوع برای عناصر پتاسیم، آهن، روی و منگنز نیز صدق می‌کند. نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد جذب عنصر مس در برگ پرچم در تیمار شاهد بیشتر از دو تیمار دیگر است . با توجه به اینکه در تیمارهای دیگر از ترکیبات آلی استفاده شده، این ترکیبات می‌توانند از جذب مس تا حدودی جلوگیری کنند به دلیل اینکه عنصر مس میل ترکیبی زیادی با ترکیبات آلی دارد و این ترکیبات می‌توانند از جذب مس جلوگیری کنند. جدول ۲ نشان می‌دهد نیتروژن کاه و کلش به دانه منتقل شده و در تیمار سه میزان این انتقال بیشتر بوده است. استفاده از ترکیبات یا تنظیم کننده‌های رشد در بسیاری از موارد نقش موثری در کاهش تنش‌های محیطی دارد به عنوان مثال سالیسیلیک اسید و ترکیبات وابسته به آن نقش موثری در کاهش تنش‌های محیطی و مقاومت به آفات و بیماری‌ها دارد (Hayat and Ahmad., 2007). این ترکیبات نقش مهمی در افزایش شاخص‌های رشد نیز دارند. مطالعه مومنی و همکاران (۱۳۹۲) روی گیاه گندم نشان داد پیش تیمار سالیسیلیک اسید باعث افزایش کلروفیل، کاروتنوئید، عملکرد کوانتومی فتوسیستم II و وزن تر اندام هوایی و وزن تر و خشک ریشه می‌شود.

بررسی جدول ۳ نشان می‌دهد میزان پتاسیم کاه بشتر از برگ پرچم و دانه است. رادمهر و همکاران (۱۳۷۵) بیان می‌کنند بالاترین میـزان پتاسیم در ساقه و برگ اندوخته می‌شود و فقـط ۲۱/۵ درصد در زمان رسیدن در سنبله ذخیـره می‌گردد. توجه به کوددهی اصولی نقش بسیار موثری در کاهش تنش دمایی در گیاهان مختلف دارد به عنوان مثال کودهای فسفری یکی از بهترین گزینه‌ها برای استفاده در فصل زمستان هستند. این کودها به رشد ریشه گیاهان کمک کرده و باعث تقویت آن ها در برابر شرایط سخت می‌شوند. فسفر موجود در این کودها به گیاهان کمک می‌کند تا ذخایر انرژی خود را حفظ کنند و رشد ریشه ها را بهبود بخشند. میکروارگانیسم‌هایی که قادر به حل‌کردن فسفات در دماهای پایین هستند، فرصت‌هایی برای ارتقاء رشد گیاهان به روشی سازگار با محیط زیست فراهم می‌کنند(Janská et al., 2010). اگر عناصر ریزمغذی مانند روی، منگنز، آهن و بُر در حد مطلوب باشند، رشد پایدارتر

ویرایش نشده

خواهد شد. اخیراً گزارش شده است که منگنز نقش مهمی در کاهش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و افزایش ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فعالیت‌های آنزیمی تحت استرس دمایی دارد (Turhan et al., 2006).

جدول ۵: مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات اندازه گیری شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی

تیمار	عملکرد	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	تعداد خوشه در متر مربع	نیتروژن دانه	نیتروژن پرچم	نیتروژن کاه	فسفر دانه	فسفر پرچم	فسفر کاه	پتاسیم دانه	پتاسیم پرچم	پتاسیم کاه
عرف زارع	۸۷۳۳c	۳۸b	۴۴c	۵۳۷c	۲/۰a	۱/۰۴b	۰/۷a	۰/۳۲b	۰/۰۸c	۰/۰۶a	۰/۲۸a	۰/۱۶c	۰/۷۲c
آزمون خاک	۹۲۸۴b	۳۸b	۴۶b	۵۴۰b	۱/۸b	۱/۶a	۰/۶b	۰/۳۵a	۰/۱۰b	۰/۰۵b	۰/۲۶c	۰/۲۸b	۱/۵a
آزمون خاک و تیمار تنش سرما	۱۰۸۸۹a	۴۰a	۴۸a	۵۷۲a	۲/۰a	۱/۵a	۰/۶b	۰/۲۶c	۰/۱۴a	۰/۰۵b	۰/۲۷b	۰/۵۴a	۱/۲b

ادامه جدول ۵: مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات اندازه گیری شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی

تیمار	آهن دانه	آهن پرچم	آهن کاه	روی دانه	روی پرچم	روی کاه	مس دانه	مس پرچم	مس کاه	منگنز دانه	منگنز پرچم	منگنز کاه
عرف زارع	۱۲۲/۰a	۱۶۷/۸c	۳۳۵/۹b	۱۹/۸b	۱۸/۳b	۷/۶b	۱۵/۲b	۴۰/۲a	۳/۲c	۳۴/۱b	۷۱/۰b	۳۵/۹b
آزمون خاک	۱۰۷/۰b	۱۹۲/۷b	۲۴۳/۴c	۱۸/۷b	۶/۸c	۹/۶b	۱۸/۲a	۱۶/۷c	۳۶/۳a	۳۶/۸a	۵۷/۱c	۲۸/۶c
آزمون خاک و تیمار تنش سرما	۹۴/۰c	۳۰۵/۱a	۸۰۰/۵a	۲۱/۴a	۲۲/۴a	۲۳/۹a	۱۱/۸c	۲۵/۱b	۲۳/۹b	۳۰/۷c	۱۲۷/۲a	۴۶/۴ a

تحلیل اقتصادی به روش بودجه‌بندی جزئی

ارزیابی اقتصادی تیمارهای کودی در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶: تحلیل اقتصادی تیمارهای کودی به روش بودجه‌بندی جزئی

	تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	هزینه کود مصرفی (هزار ریال در هر هکتار)	درآمد ناخالص کشاورز (هزار ریال در هر هکتار)
	عرف زارع	۷۳۴۴	۱۵۰۰۰ (C_0)	۱۲۸۵۲۰۰ (R_0)
	تیمار ۲	۷۸۳۰	۲۵۰۰۰ (C_2)	۱۳۷۰۲۵۰ (R_2)
	تیمار ۳	۸۵۸۳	۶۵۰۰۰ (C_3)	۱۵۰۲۰۲۵ (R_3)
تیمار ۲		**هزینه ها و درآمدها**	**منفعت خالص**	**نسبت منفعت به هزینه**
منافع	R_2+C_0	۱۳۸۵۲۵۰	۷۵۰۵۰	۱/۰۵
هزینه ها	C_2+R_0	۱۳۱۰۲۰۰		
تیمار ۳		**هزینه ها و درآمدها**	**منفعت خالص**	**نسبت منفعت به هزینه**
منافع	R_3+C_0	۱۵۱۷۰۲۵	۱۶۶۸۲۵	۱/۱۲
هزینه ها	C_3+R_0	۱۳۵۰۲۰۰		

همان طور که مشاهده می‌شود نسبت منفعت به هزینه در تیمار ۲ و تیمار ۳ بزرگتر از ۱ است که نشان دهنده اقتصادی بودن تیمارهاست.

ویرایشی نشان

با توجه به نتایج جدول بالا، منافع هر دو تیمار بیشتر از هزینه‌های انجام تیمار است و بنابراین هر دو تیمار در مقایسه با تیمار شاهد سودآورتر است. لیکن، تیمار ۳ با منفعت خالص ۱۶۶۸۲۵ هزار ریال در هکتار سودآورترین تیمار است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

کاربرد محرک‌های غیرزیستی مانند اسیدهای آمینه و اسیدهای آلی به صورت تلفیق با کود های شیمیایی یکی از راهبردهای تغذیه تلفیقی گیاه برای مدیریت پایدار بوم نظامهای کشاورزی و افزایش تولید آنها در سامانه کشاورزی پایدار در شرایط تنش محیطی می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد کاربرد تیمارهای تغذیه‌ای در شرایط سرما می‌تواند باعث افزایش عملکرد شود و نقش موثری در افزایش کارایی جذب عناصر غذایی توسط گیاه دارد. با توجه به اینکه نتایج تحلیل اقتصادی تیمارها نشان داد هزینه‌های تیمارهای کودی با افزایش عملکرد قابل جبران است لذا توصیه می‌شود تیمارهای مورد مطالعه در مناطق سرد استان لرستان مورد استفاده قرار گیرد.

تعارض منافع

" هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد ".

منابع

۱. احمدوند، محمد؛ خالدی، شهریار وکردوانی پرویز. (۱۴۰۲). پهنه بندی اقلیم–کشاورزی کشت گندم دیم با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، نمونه موردی (استان همدان). *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی* ، ۲۳ (۶۹) :۱۹۲–۱۷۹.

۲. اسدی، فاطمه و خادمی، زهرا. (۱۳۹۲). تغییرات غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اندامهای مختلف گیاه ذرت طی مراحل مختلف رشد. *مجله پژوهش های خاک (علوم خاک و آب)* ، ۲۷(۴): ۴۸۵–۴۹۸.

۳. امامی،پرویز؛ دردی پور، اسماعیل و دریاشناس، عبدالمحمد. (۱۳۹۲). ارزیابی تعادل تغذیه ای با روش دریس در باغ های هلوی استان گلستان. *مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک*،۲۰(۲):۱–۱۸.

۴. بصیرت, مجید؛ موسوی، سیدمجید؛ و عباسپور، مجید. (۱۴۰۰). ارزیابی برهمکنش سالیسیلات پتاسیم و سیلیکات پتاسیم بر عملکرد، وضعیت تغذیه‌ای و کیفیت خیار گلخانه‌ای در شرایط تنش سرمایی. *پژوهش‌های خاک*، ۳۵(۳): ۲۸۷–۳۰۱.

۵. بیات، حسن؛ مردانی، حسین؛ آرویی، حسین و سلاحورزی، یحیی (۱۳۹۰). تأثیر اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی نهال‌های خیار (*Dominus Super .cv Cucumis sativus*) در شرایط تنش خشکی. *پژوهش‌های تولید گیاهی (علوم کشاورزی و منابع طبیعی)*، ۱۸(۳): ۶۳–۷۶.

۶. جوانمردی، جمال. ۱۳۸۸). مبانی علمی و عملی تولید نشاء سبزیجات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۵۶ صفحه.

۷. رادمهر، محمد؛ لطفعلی آینه، غلامعباس و کجباف، عبدالرسول. (۱۳۷۵). تهیه و بررسی منحنی رشد گندم رقم فلات در جنوب خوزستان .گزارش نهایی، مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان. اهواز. ایران

۸. سعیدی, محسن؛ عبدلی, مجید و الیاسی, پروین. (۱۳۹۸). بررسی تحمل به سرما در برخی از ژنوتیپ های گندم نان در مرحله گیاهچه ای تحت شرایط آزمایشگاهی .*تولید و ژنتیک گیاهی*. ۲(۱): ۳۵–۵۲.

۹. سماوات، سعیدو ملکوتی، محمدجعفر . (۱۳۸۴). ضرورت استفاده از اسیدهای آلی(هیومیک و فولیک) برای افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی. نشریه فنی تحقیقات خاک و آب.۱۳ :۴۶۳ –۱ .

ویراستاری نشده

۱۰. طریق الاسلامی, محسن؛ کافی, محمد؛ نظامی, احمد و ضرغامی, رضا. (۱۳۹۵). اثر تنش سرما زدگی بر خصوصیات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی سه هیبرید ذرت (*Zea mays L*) در مرحله گیاهچه ای .*مجله پژوهشهای گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)(علمی)*. ۲۹(۳): ۵۴۰-۵۵۲.

۱۱. طهرانی، محمدمهدی؛ بصیرت، مجید. (۱۳۹۵). دستورالعملهای مدیریت تغذیه گیاه گندم و کلزا در شرایط تنش سرما. موسسه تحقیقات خاک و آب – دفتر شبکه ملی تلویزیونی کشاورزی و مدیریت دانش. نشر آموزش کشاورزی

۱۲. کشمیری، فخرالدین و چگنی، کورش. (۱۳۷۵). مطالعات اجمالی خاکشناسی و طبقه بندی اراضی منطقه ازنا استان لرستان. نشریه شماره ۹۹۳. موسسه تحقیقات خاک و آب.

۱۳. مشیری، فرهاد؛ خادمی، زهرا؛ سعادت، سعید؛ رشیدی، ناصر؛ سدری، محمدحسین؛ غیبی، محمدنبی؛ سماوت، سعید؛ اسدی رحمانی، هادی؛ طهرانی، محمدمهدی؛ فیضی اصل، ولی؛ خوگر، زهرا؛ کشاورز، پیمان و شهابی، علی اصغر. (۱۳۹۳). دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گندم. دستور العمل فنی ترویجی. موسسه تحقیقات خاک و آب.

۱۴. موسوی، سیدمجید و غفاری نژاد، سیدعلی. (۱۴۰۳). بررسی اثر مدیریت بهینه تغذیه گندم در شرایط تنش سرمایی در کرج. *مجله پژوهش های به زراعی*. ۱۶(۳): ۸۰۵-۸۱۵.

۱۵. مؤمنی, نغمه؛ خواجویی نژاد, آروین؛ کرامت, بتول و دانشمند, فاطمه. (۱۳۹۲). اثر کلرید سدیم و سالیسیلیک اسید بر برخی شاخص‌های فتوسنتزی و تغذیه معدنی گیاه ذرت (*Zea mays L.*). *علوم زیستی گیاهی*.۵(۱۵): ۱۵-۳۰.

References

1. Ahmadvand, m., khaledi, s., & kardavani, p. (2023). Zoning of climate-agricultural dryland wheat using gis case study: hamedan province. Journal of Applied Researches in Geographical Sciences. 23(69): 10-22. (In Persian)
2. Allagulova, C.R., Lubyanova, A.R., & Avalbaev, A.M. (2023). Multiple ways of nitric oxide production in plants and its functional activity under abiotic stress conditions. *International Journal of Molecular Sciences*. 24, 11637.
3. Asadi, F., & Khademi, Z. (2013). Changes in the concentration of nitrogen, phosphorus and potassium nutrients in different organs of corn plant during different growth stages. *Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences)*. 27(4): 485-498 . (In Persian)
4. Augspurger, C. K. (2013). Reconstructing patterns of temperature, phenology, and frost damage over 124 years: Spring damage risk is increasing. *Ecology*, 94, 41–50.
5. Basirat, M., & Mousavi, S.M. (2022). Effect of Foliar Application of Silicon and Salicylic Acid on Regulation of Yield and Nutritional Responses of Greenhouse Cucumber Under High Temperature. *Journal of Plant Growth Regulation*, 41, 1978–1988.
6. Basirat, M., Mousavi, S.M., & Abbaspour, M. (1400). Evaluation of the interaction of potassium salicylate and potassium silicate on the yield, nutritional status and quality of greenhouse cucumber under cold stress conditions. *Soil Research*. 35(3): 287-301. (In Persian)
7. Bayat, H., Mardani, H., Aroi, H., & Salahvarzi, Y. (2011). The effect of salicylic acid on the morphological and physiological characteristics of cucumber seedlings (Dominus Super .cv Cucumis sativus) under drought stress conditions. *Plant Production Research (Agricultural Sciences and Natural Resources)*. 18(3): -63 .76. (In Persian)
8. Canellas, L., Martins da Silva, P., Jader Galba, B., & Fábio Lopes, O. (2024). Humic substances and plant abiotic stress adaptation. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 2024, 11(1):66-75.

ویراستاری نشده

9. Crimp, S. J., Zheng, B., Khimashia, N., Gobbett, D. L., Chapman, S., & Howden, M. (2016). Recent changes in southern Australian frost occurrence: implications for wheat production risk. *Crop Pasture Science*. 67, 801–811.
10. Emami, P., Dardipour, A., & Daryashenas, A.M. (2013). Assessment of nutritional balance by the Driss method in peach orchards of Golestan province. *Journal of Soil and Water Conservation Research*, 20(2): 1-18. (In Persian)
11. FAO. (2016). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistical database. Available online: www.fao.org
12. Griffith, M., & Yaish, M.W.F. (2004). Antifreeze proteins in overwintering plants:a tale of two activities. *Trends in Plant Science*. 9: 399-405.
13. Hakerlerler, H., Oktay, M., Eryuce, N., & Yagmur, B. (1997). Effect of Potassium Sources on the Chilling Tolerance of Some Vegetable Seedlings Grown in Hotbeds. In Food Security in the WANA Region, the Essential Need for Balanced Fertilization; Johnston, A.E., Ed.; International Potash Institute: Basel, Switzerland, pp. 353–359.
14. Hayat, S., Masood, A., Yusef, M., Fariduddin, Q. & Ahmad, A. (2009). Growth of Indian musard (Brassica juncea L.) in response to salicylic acid under high-temperature stress. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 21(3): 187-195.
15. Holman, J. D., Schlegel, A. J., Thompson, C. R., & Lingenfelser, J. E. (2011). Influence of precipitation, temperature, and 56 years on winter wheat yields in Western Kansas. *Crop Management*. 4, 1–15.
16. Hu, X., Ma, J., Qian, W., Cao, Y., Zhang, Y., Liu, B., Tang, L., Cao, W., Zhu, Y., Liu, L. (2022). Effects of low temperature on the amino acid composition of wheat grains. *Agronomy*. 12, 1171.
17. Janská, A., Maršík, P., Zelenková, S. & Ovesná, J. (2010). Cold stress and acclimation–what is important for metabolic adjustment. *Plant Biology*, 12, 395-405.
18. Javanmardi, J. (2009). Scientific and practical foundations of vegetable seedling production. Mashhad Academic Jihad Publications, 256 pages. (In Persian)
19. Kant, S., & Kafkafi, U. (2002). Potassium and Abiotic Stresses in Plants. In Potassium for Sustainable Crop Production; Pasricha, N.S., Bansal, S.K., Eds.; Potash Institute of India: Gurgaon, India, pp. 233–251.
20. Kashmiri, F., Chegni, K. (1996). Overview of soil science and land classification studies in the Azna region of Lorestan province. Publication No. 993. Soil and Water Research Institute. (In Persian)
21. Kerepesi, I., Bányai-Stefanovits, E., & Galiba, G. (2004). Cold acclimation and abscisic acid induced alterations in carbohydrate content in calli of wheat genotypes differing in frost tolerance. *Plant Physiology*. 161: 131-133.
22. Kodra, E., Steinhaeuser, K., & Ganguly, A. R. (2011). Persisting cold extremes under 21st-century warming scenarios. *Geophysical Research Letters*. 38, 47–103.
23. Kolupaev, Y., Akinina, G., Mokrousov, A. (2005). Induction of heat tolerance in wheat coleoptiles by calcium ions and its relation to oxidative stress. *Russian Journal of Plant Physiology*. 52: 199–204.
24. Mengel, K. (2001). Principles of Plant Nutrition, 5th ed.; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, the Netherlands, pp. 481–509.

25. Momeni, N., Arvin, M.J., Khajoeinejad, G., Karamat, B. & Daneshmand, F. (2013). The effect of sodium chloride and salicylic acid on some photosynthetic indices and mineral nutrition of corn (Zea mays L.). *Plant Biology*.5(15): 15-30. (In Persian)
26. Moshiri, F., Khademi, Z., Saadat, S., Sheidi, N., Sedari, M.H., Ghaibi, M.N., Samavat, S., Asadi Rahmani., Tehrani, M.M., Feizi Asl, V., Khogar, Z., Keshavarz, P., & Shahabi, A.A. (2014). Guidelines for integrated management of soil fertility and wheat nutrition. Technical extension guidelines. Soil and Water Research Institute. (In Persian)
27. Mousavi, S.M., & Ghafarinejad, S.A. 1403. Studying the effect of optimal wheat nutrition management under cold stress conditions in Karaj. *Journal of Agricultural Research*. 3(16): 805-815. (In Persian)
28. Radmehr, M., Lotfali, G. A., Ayneh, A. & Kojbaf, R. (1996). Preparation and study of the growth curve of wheat cultivar Falat in southern Khuzestan. Final report, Khuzestan Agricultural Research Center. Ahvaz. Iran. (In Persian)
29. Saeedi, M., Abdoli, M., & Eliasi, P. (2005). Study of cold tolerance in some bread wheat genotypes at the seedling stage under laboratory conditions. *Plant Production and Genetics*. 2(1): 35-52. (In Persian)
30. Samavat, S. & Malakouti, M. (2005). The necessity of using organic acids (humic and folic) to increase the quantity and quality of agricultural products. *Technical Journal of Soil and Water Research*.13:463-1. (In Persian)
31. Shah, S., Hhookway, S., Wilkinson, S., Fletcher, J. (2017). The effect of biostimulants on crop vigour, disease incidence and grain yield of winter wheat and winter oilseed rape. Asp. *Applied Biology*. 134, 59–69.
32. Tariq El-Islami, M., Kafi, M., Nezami, A., & Zarghami, R. (2016). The effect of cold stress on biochemical and physiological characteristics of three hybrids of corn (Zea mays L) at the seedling stage. *Journal of Plant Research (Journal of Iranian Biology) (Scientific)*. 29(3): 540-552. (In Persian)
33. Tehrani, M.M., Basirati, M., Noorgholipour, F., Khodshenas, M.A., & Ghadbiklou, J. (2016). Guidelines for managing wheat and rapeseed plant nutrition under cold stress conditions. Soil and Water Research Institute - National Agricultural Television Network Office and Knowledge Management. Agricultural Education Publication. (In Persian)
34. Thakura, P., Kumara, S., Malika, J. A., Bergerb, J. D., Nayyara, H. (2010). Cold stress effects on reproductive development in grain crops: An overview. *Environmental and Experimental Botany*. 67: 429–443.
35. Trnka, M., Rötter, R. P., Ruiz-Ramos, M., Kersebaum, K. C., Olesen, J. E., & Žalud, Z. (2014). Adverse weather conditions for European wheat production will become more frequent with climate change. Nature Climate Change. 4: 637–643.
36. Turhan, E., Karni, L., Aktas,H., Deventurero, G., Chang, D.C., Bar -Tal, A., Aloni, B. (2006). Apoplastic antioxidants in pepper (Capsicum annuum L.) fruit and their relationship to blossom-end rot. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81: 661-667.
37. Van den Berg, L., & Zeng, Y.J. (2006). Response of South African indigenous grass species to drought stress induced by polyethylene glycol (PEG) 6000. *South African Journal of Botany*. 72: 284-286.
38. Vitamvas, P., IIja, G.S., Prasil, L.T., Capkovac, V., Opatrnac, J., & Ahme, J. (2007). WCS120 protein family and proteins soluble upon boiling in coldacclimated winter wheat. *Journal of Plant Physiology*. 164: 1197-1207.

39. Waraich, E. A., Ahmad, R., Ashraf, M. Y., & Ahmad, M. (2011). Improving agricultural water use efficiency by nutrient management in crop plants. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science.* 61(4), 291-304.
40. Waraich, E.A., Ahmad, R., Halim, A. & Aziz, T. (2012). Alleviation of temperature stress by nutrient management in crop plants: a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition.* 12 (2), 221-244.
41. Waraich, E.A., Ahmad, R., Halim, A., & Aziz, T. (2012). Alleviation of temperature stress by nutrient management in crop plants: a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition.* 12 (2), 221-244.
42. Xiao, L., Liu, L., Asseng, S., Xia, Y., Tang, L., & Liu, B. (2018). Estimating spring frost and its impact on yield across winter wheat in China. *Agricultural and Forest Meteorology*. 26(61): 154–164.
43. Yadav, S. K. (2010). Cold stress tolerance mechanisms in plants. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 30: 515–527.
44. Yongfeng, Wu., Binhui, L., Zhihong, G., Xin, H., Juncheng, Ma., Dechao, R., Hongjie, L., & Yongjing, N. (2022). Predicting yield loss in winter wheat due to frost damage during stem elongation in the central area of Huang-huai plain in China. *Field Crops Research*. 276: 12-14.
45. Zheng, B., Chapman, S. C., Christopher, J. T., Frederiks, T. M., & Chenu, K. (2015). Frost trends and their estimated impact on yield in the Australian wheatbelt. *Journal of Experimental Botany*. 66, 3611–3623.
46. Zhu, J.K. (2001). Cell signaling under salt, water and cold stresses. Current Opinion in Plant Biology. 4: 401–406.

ویراستاری نشده