



Impact of Amino Acid Foliar Application on Reduction of Urea Chemical Fertilizer Consumption in Bread Wheat lands (*Triticum aestivum* L.) in Mahshahr Region

Narges Salehi¹ | Seyed Keyvan Marashi²

1. Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. E-mail: salehi@iauahvaz.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. E-mail: marashi@iauahvaz.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 13 September 2023

Received in revised form

9 May 2024

Accepted 22 June 2024

Published online 30 September 2024

Keywords:

Growth stimulants

Human health

Physiological indexes

Sustainable agriculture

Yield

ABSTRACT

Objective: Excessive use of chemical fertilizers has led to issues regarding health of humans and other organisms. In this framework, this experiment was designed.

Methods: The experiment was conducted based on a factorial experiment in the form of a randomized complete block design with three replications. The investigated factors included no foliar application of amino acid, 1, 2 and 3 kg/ha and urea fertilizer consumption in 3 levels as 100, 66 and 33% of the locally-recommended rates.

Results: The results showed that the maximum plant height, leaf area index, total dry matter, crop growth rate, net photosynthesis rate, chlorophyll index and grain yield was achieved under 100% urea fertilization and 3 kg/ha of amino acid application, while the minimum belonged to applying 33% of urea without amino acid foliar application of and the differences between them was significant. The maximum total dry matter and grain yield were observed under simultaneous application of 100% urea and 3 kg/ha amino acid, and the minimum was obtained under no foliar application of amino acid and 33% urea, which did not have a significant difference with 66% urea and the application of 3 kg/ha amino acid. Increasing grain yield, under 100% urea and 3 kg/ha amino acid compared to no foliar application of amino acid and 100% urea fertilizer (control) was equal to 76.8%.

Conclusion: In general, it is possible to achieve a desirable yield in wheat, in addition to saving chemical fertilizers consumption, by applying 66% of urea fertilizer along with 3 kg/ha of amino acids.

Cite this article: Salehi, N., & Marashi, S. K. (2024). Impact of Amino Acid Foliar Application on Reduction of Urea Chemical Fertilizer Consumption in Bread Wheat lands (*Triticum aestivum* L.) in Mahshahr Region. *Journal of Crops Improvement*, 26 (3), 591-604. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2024.365327.2848>





اثر محلول پاشی اسید آمینه بر کاهش مصرف کود شیمیایی اوره در اراضی گندم نان (*Triticum aestivum* L.) منطقه ماهشهر

نرگس صالحی^۱ | سید کیوان مرعشی^۲ ✉

۱. گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. رایانامه: salehi@iauahvaz.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. رایانامه: marashi@iauahvaz.ac.ir

| اطلاعات مقاله | چکیده |
|---|--|
| نوع مقاله: مقاله پژوهشی | هدف: استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی منجر به مشکلاتی در خصوص سلامتی انسان و سایر موجودات شده است. بر این اساس آزمایش طراحی شد. |
| تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۲ | روش پژوهش: آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل عدم محلول پاشی اسید آمینه، ۱، ۲ و ۳ کیلوگرم در هکتار و مقادیر کود اوره به صورت ۱۰۰، ۶۶ و ۳۳ درصد در مقایسه با عرف منطقه بود. |
| تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۲۰ | یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ، ماده خشک کل، سرعت رشد محصول، سرعت فتوسنتز خالص، شاخص کلروفیل و عملکرد دانه به شرایط کاربرد ۱۰۰ درصد کود اوره و ۳ کیلوگرم اسید آمینه در هکتار و کم‌ترین مقدار در شرایط ۳۳ درصد اوره و عدم کاربرد اسید آمینه تعلق داشت و از لحاظ آماری تفاوت بین آن‌ها معنی‌دار بود. بیش‌ترین ماده خشک کل و عملکرد دانه در شرایط کاربرد هم‌زمان ۱۰۰ درصد اوره و مصرف ۳ کیلوگرم اسید آمینه و کم‌ترین مقدار در شرایط عدم مصرف اسید آمینه و ۳۳ درصد اوره حاصل شد که تفاوت معنی‌دار با تیمار ۶۶ درصد اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسید آمینه نداشت. در ضمن افزایش عملکرد دانه در تیمار ۱۰۰ درصد اوره و مصرف ۳ کیلوگرم اسید آمینه نسبت به عدم مصرف اسید آمینه و کاربرد ۱۰۰ درصد کود اوره (شاهد) معادل ۷۶/۸ درصد بود. |
| تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۷/۰۹ | نتیجه‌گیری: به‌طور کلی با کاربرد ۶۶ درصد اوره به‌همراه با ۳ کیلوگرم در هکتار اسید آمینه علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف کود شیمیایی می‌توان به عملکرد مناسبی در گندم دست یافت. |
| کلیدواژه‌ها: سلامتی انسان شاخص‌های فیزیولوژیکی عملکرد کشاورزی پایدار محرک‌های رشد | |

استناد: صالحی، نرگس و مرعشی، سید کیوان (۱۴۰۳). اثر محلول پاشی اسید آمینه بر کاهش مصرف کود شیمیایی اوره در اراضی گندم نان (*Triticum aestivum* L.) منطقه ماهشهر. به‌زراعی کشاورزی، ۲۶ (۳)، ۵۹۱-۶۰۴. DOI: <https://doi.org/10.22059/jci.2024.365327.2848>



۱. مقدمه

گندم در سطح جهانی محصولی با اهمیت محسوب می‌شود. سطح زیر کشت گندم در جهان حدود ۳۱ درصد از کل محصولات زراعی را شامل می‌شود. هرچند که گندم را به‌عنوان یک منبع غذایی نشاسته‌ای در نظر می‌گیرند، اما دارای سایر مواد غذایی با ارزش، نظیر پروتئین، مواد معدنی و ویتامین‌ها نیز می‌باشد (خواجه‌پور، ۱۳۹۱).

نیترژن یکی از عناصر پرمصرف می‌باشد که نقش مهمی در افزایش رشد رویش گیاهان دارد. حدود ۷۸ درصد از حجم اتمسفر به نیترژن اختصاص دارد، اما خاک منبع اصلی تأمین‌کننده نیترژن اکثر گیاهان زراعی می‌باشد. گیاهان به‌طور عمده نیترژن را به شکل نیترات و آمونیوم جذب می‌کنند (مشیری و همکاران، ۱۳۹۳). وجود نیترژن کافی برای حداکثر رشد گیاه ضروری است و افزایش یا کاهش آن می‌تواند در تولید محصول محدودیت ایجاد کند (قاسمی، ۱۴۰۰). استفاده طولانی‌مدت از کودهای شیمیایی نیترژن‌دار باعث افزایش مشکلات مربوط به اسیدی‌شدن خاک، آبشویی، تخریب و تراکم خاک شده است و در دراز مدت بر محتوای کربن آلی خاک، رشد محصول و فرایندهای توسعه گیاهی اثر منفی می‌گذارد (داون^۱ و همکاران، ۲۰۱۶). از این‌رو، نیاز به پژوهش شیوه‌هایی برای جایگزینی با شیوه‌های مرسوم مصرف کودهای شیمیایی مدنظر می‌باشد. در کشاورزی پایدار، در این خصوص استفاده از اسیدهای آمینه به‌عنوان محرک آلی، جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی نیترژن‌دار محسوب می‌شوند (رافائل^۲ و کولا^۳، ۲۰۱۸).

از آنجایی که استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی منجر به تخریب ساختمان فیزیکی خاک، آلودگی‌های زیست‌محیطی و در نهایت منجر به مشکلاتی در خصوص سلامتی انسان و سایر موجودات می‌گردد. این پژوهش با هدف بررسی امکان کاهش مصرف کود شیمیایی اوره از طریق جایگزینی با محلول پاشی اسید آمینه در مزارع گندم طراحی و اجرا شد.

۲. پیشینه پژوهش

اسیدهای آمینه ترکیبات نیترژن، کربن، هیدروژن و اکسیژن‌دار با فرمول H_2NCH_2COOH می‌باشند که نقش مهمی در بیوشیمی گیاهان دارند. بررسی‌ها نشان داده است که اسید آمینه‌ها پیش‌ساز فیتوهورمون‌ها و مواد رشدی گیاه بوده و کارایی متابولیسمی گیاه را افزایش می‌دهند. از دیگر قابلیت‌های اسیدهای آمینه می‌توان به توانایی آن‌ها در افزایش تحمل گیاه در شرایط تنش غیرزنده، تسهیل تولید مواد فتوسنتزی، تقویت فرایندهای مرتبط با تنفس، سنتز پروتئین و در نهایت تقویت رشد و افزایش عملکرد گیاه را نام برد (رادکوسکی^۴ و رادکوسکا^۵، ۲۰۱۸). آمینواسیدها به‌عنوان پیش‌سازهای هورمونی فاکتورهای سیگنال‌دهنده پیشرفته فیزیولوژیک مختلف مانند گیرنده‌های گلوتامات و تنظیم‌کننده‌های جذب نیترژن عمل می‌کنند (میلر^۶ و همکاران، ۲۰۰۷). بیان شده است که اسیدهای آمینه فرم ارگانیک نیترژن می‌باشند و گیاهان قادر هستند از اسیدهای آمینه به‌عنوان منبع نیترژن استفاده کنند (النجر^۷ و همکاران، ۲۰۰۹). افزودن اسیدهای آمینه می‌تواند تثبیت نیترژن را تقویت نموده و باعث افزایش سطح ریشه برای جذب مواد

1. Duan
2. Rouphael
3. Colla
4. Radkowski
5. Radkowska
6. Miller
7. El-Naggar

مغذی شوند (ویلند^۱ و همکاران، ۲۰۱۶). بیان شده است که آمینو اسیدهایی که توسط گیاهان تولید می‌شود با آمینو اسیدهایی که کشاورزان به‌صورت مایع با آبیاری مورد استفاده قرار می‌دهند تلفیق شده و در ساختار گیاه نفوذ می‌کنند (حسینی‌فرد^۲ و همکاران، ۲۰۲۲). در بررسی اثر آمینواسید بر رشد و عملکرد گندم در مناطق با خاک‌های فقیر بیان شده است که کاربرد آمینواسید در افزایش کلروفیل، سطح برگ و همچنین بهبود ارتفاع گیاه اثر مثبت داشت (ابدجبر^۳ و خاییم^۴، ۲۰۱۹). در پژوهش دیگری گزارش شده است که محلول‌پاشی اسید آمینه در شرایط تنش خشکی باعث افزایش عملکرد دانه و بهبود صفات کیفی گندم می‌شود (سالوا^۵ و اوساما^۶، ۲۰۱۴). این پژوهش‌گران بیان کردند که اسیدهای آمینه می‌توانند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر فعالیت‌های فیزیولوژیک و در نهایت رشد و عملکرد گیاه تأثیر گذارند. حسنی و امیری (۱۳۹۵) گزارش نمودند که مصرف اسید آمینه، عملکرد جو را به‌دلیل همبستگی مثبت جذب نیتروژن با اسید آمینه افزایش و باعث افزایش کارایی آن گردید. همچنین ابراهیمی و همکاران (۱۴۰۱) گزارش نمودند که کاربرد محرک‌های رشد نظیر اسیدهای آمینه، نه تنها سبب بهبود عملکرد گیاه شد بلکه منجر به کاهش مصرف کودهای شیمیایی به میزان ۲۵ درصد شد، بدون آن که عملکرد گیاه کاهش یابد. در پژوهش دیگری بیان شده است که کاربرد اسیدهای آمینه باعث افزایش کارایی نیتروژن مصرفی و کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژن می‌گردد. اما این ترکیبات نمی‌توانند به‌صورت کامل و صد درصد جایگزین مصرف نیتروژن گردند (هالپرن^۷ و همکاران، ۲۰۱۵).

۳. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش در سال زراعی ۱۴۰۱-۰۲، در اراضی کشاورزی شهرستان ماهشهر اجرا شد. مزرعه مورد پژوهش در طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی و ارتفاع ۳ متری از سطح دریا بود. با توجه به اهمیت وضعیت خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری نمونه‌گیری شد که نتایج آن در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

| بافت خاک | پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | کربن آلی (درصد) | نیتروژن (درصد) | pH | هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) |
|----------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------|-----|--------------------------------------|
| لومی رسی | ۱۹۸ | ۱۰/۴ | ۰/۸۵ | ۰/۰۵ | ۷/۹ | ۴/۵۱ |

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل اول مقادیر اسید آمینه در چهار سطح شامل عدم مصرف اسید آمینه، ۱، ۲ و ۳ کیلوگرم در هکتار و عامل دوم مقادیر مختلف نیتروژن از منبع اوره در سه سطح به‌صورت ۱۰۰، ۶۶ و ۳۳ درصد در مقایسه با عرف منطقه بود. میزان کود نیتروژن عرف منطقه معادل ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره (۴۶ درصد) بود که ۵۰ درصد به‌صورت پایه و ۵۰ درصد در انتهای پنجه‌دهی مصرف گردید. همچنین کود فسفره از منبع سوپر فسفات تریپل (۴۸ درصد) به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در

1. Weiland
2. Hosseinfard
3. Abed Jeber
4. Khaeim
5. Salwa
6. Osama
7. Halpern

هکتار فسفر خالص به عنوان کود پایه استفاده گردید (لطفعلی آینه و همکاران، ۱۳۸۶). در این پژوهش از اسید آمینه آمیناکس- شرکت زیست فناوری سبز استفاده گردید. این اسید آمینه متشکل از ۱۸ نوع اسید آمینه بود و به صورت محلول پاشی در دو مرحله پایان پنجه دهی و آبستنی استفاده شد. در این پژوهش از گندم رقم چمران ۲ استفاده شد. در ۲۵ آبان ماه بذور گندم به صورت کرتی با فاصله ردیف‌های ۲۰ سانتی‌متر و در تراکم ۴۰۰ بذر در مترمربع کشت شدند. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کشت انجام گردید. آبیاری‌های بعدی بر اساس نیاز آبی گیاه و عرف منطقه انجام شد. آفت و یا بیماری قابل ملاحظه‌ای در طول دوره رشد مشاهده نشد و کنترل علف‌های هرز به روش دستی انجام شد. ارتفاع گیاه در هر کرت در ۱۰ ساقه به طور تصادفی تا انتهای سنبله اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری شاخص‌های رشد از قبیل شاخص سطح برگ^۱، تجمع ماده خشک^۲ در مرحله ابتدای گرده‌افشانی در پنج بوته در هر کرت انجام گرفت. اندازه‌گیری شاخص سطح برگ به روش ترسیمی و به کمک رابطه (۱) انجام شد:

$$LAI = \frac{LA}{SA} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن، SA: سطح زمین (مترمربع) و LA: سطح برگ (مترمربع) است. برای اندازه‌گیری ماده خشک کل، در مرحله ابتدای گرده‌افشانی در پنج بوته در هر کرت کف بر و در داخل آن به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد خشک و وزن خشک آن‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ تعیین شد. سرعت رشد محصول^۳ و سرعت فتوسنتز خالص^۴ به ترتیب بر حسب گرم بر مترمربع در روز و گرم بر مترمربع سطح برگ در روز با استفاده از روابط (۲) و (۳) بین دو مرحله آبستنی و گرده‌افشانی محاسبه گردید (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۸۷).

$$CGR = \frac{W_2 - W_1}{GA(T_2 - T_1)} \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$NAR = \frac{CGR}{LAI} \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در این روابط، $W_2 - W_1$: وزن ماده خشک تولیدی در دو برداشت متوالی، $T_2 - T_1$: فاصله زمانی بین دو برداشت متوالی، GA: سطح زمین اشغال شده توسط گیاه در زمان نمونه‌گیری و LAI: شاخص سطح برگ می‌باشد. شاخص کلروفیل با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج (minolta, spad 502 ژاپن) در مرحله دانه‌بستن اندازه‌گیری شد. جهت تعیین عملکرد دانه در مرحله زرد و خشک شدن کامل گیاهان و بعد از حذف حاشیه‌ها در سطحی معادل دو مترمربع برداشت صورت گرفت و پس از خرمن‌کوبی و توزین به عنوان عملکرد دانه ثبت شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن^۵ در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

۴. یافته‌های پژوهشی

۴.۱. ارتفاع بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر محلول پاشی اسید آمینه و کود اوره بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین

1. Leaf area index
2. Crop growth rate
3. Crop growth rate
4. Net assimilation rate
5. Duncan's multiple range test

نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع بوته در شرایط کاربرد سه کیلوگرم در هکتار اسیدآمین به ۸۹/۶۷ سانتی‌متر و کم‌ترین ارتفاع بوته در شرایط عدم کاربرد اسیدآمین به میانگین ۷۶/۷۵ سانتی‌متر حاصل شد که معادل ۱۶/۸ درصد افزایش ارتفاع نسبت به عدم کاربرد اسیدآمین حاصل شد. هم‌چنین بیش‌ترین ارتفاع بوته به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره با میانگین ۹۰/۰۵ سانتی‌متر و کم‌ترین ارتفاع بوته به تیمار ۳۳ درصد کود اوره با میانگین ۷۳/۲۶ سانتی‌متر تعلق داشت (جدول ۳).

۲.۴. شاخص سطح برگ

نتایج نشان داد که اثر اسیدآمین و اوره بر شاخص سطح برگ معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بیش‌ترین شاخص سطح برگ در شرایط کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمین و کم‌ترین شاخص سطح برگ در شرایط عدم کاربرد اسیدآمین حاصل شد که معادل ۱۱/۵ درصد شاخص سطح برگ نسبت به عدم کاربرد اسیدآمین افزایش داشت (جدول ۳). هم‌چنین بیش‌ترین شاخص سطح برگ به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره و کم‌ترین شاخص سطح برگ به تیمار ۳۳ درصد تعلق داشت (جدول ۳).

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی اسیدآمین و کود اوره بر میانگین مربعات مؤلفه‌های رشد و عملکرد گندم

| منابع تغییر | درجه آزادی | ارتفاع بوته | شاخص سطح برگ | ماده خشک کل | سرعت رشد محصول | سرعت فتوسنتز خالص | شاخص کلروفیل | عملکرد دانه | نیترژن دانه |
|---------------------|------------|-------------|--------------|-------------|----------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|
| اسید آمینه | ۳ | ۱۸۵۹/۴** | ۳۰/۴۸** | ۸۲۶۶۵/۱** | ۱۴۳/۱** | ۶۱/۴** | ۹۲۱/۸** | ۲۰۶۸۳/۷** | ۵/۵۲** |
| کود اوره | ۲ | ۲۵۳۱/۶** | ۲۷/۳** | ۹۶۴۷۷/۱** | ۸۶/۵** | ۳۵/۷** | ۶۳۴/۰۱** | ۱۹۰۸۲/۵** | ۳/۷۷** |
| اسیدآمین × کود اوره | ۶ | ۹/۳۷ns | ۰/۰۰۸ns | ۶۰۵۱۱/۴** | ۰/۰۷ns | ۰/۰۸ns | ۱۲/۱ ns | ۱۴۸۶۴/۱** | ۰/۰۱۰۴ns |
| خطای آزمایش | ۲۲ | ۱۱۰/۸۴ | ۰/۳۹ | ۵۸۳۱/۵ | ۲/۹۴ | ۰/۶۶ | ۴۱/۱ | ۱۵۰۰۳/۷ | ۰/۳۲ |
| ضریب تغییرات (درصد) | - | ۱۲/۷۱ | ۱۲/۷۲ | ۱۲/۶۴ | ۱۰/۶۰ | ۱۱/۳۴ | ۱۳/۸۳ | ۱۵/۳۱ | ۱۲/۱۹ |

ns، **، * به ترتیب نشانگر عدم وجود اثر معنی‌دار، و اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی اسید آمینه و کود اوره بر مؤلفه‌های رشدی و فیزیولوژیکی گندم

| تیمارها | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) | شاخص سطح برگ | سرعت رشد محصول (گرم در مترمربع در روز) | سرعت فتوسنتز خالص (گرم در مترمربع در روز) | شاخص کلروفیل | نیترژن دانه (درصد) |
|--------------------|-------------------------|--------------|--|---|--------------|--------------------|
| عدم مصرف اسیدآمین | ۷۶/۷۵ c | ۴/۵۹b | ۱۴/۹۱c | ۶/۰۵c | ۴۳/۴ c | ۱/۶۱c |
| ۱ کیلوگرم در هکتار | ۸۰/۴۶ bc | ۴/۹۶ab | ۱۵/۱۳c | ۷/۱۹b | ۴۵/۸۸bc | ۱/۹۱b |
| ۲ کیلوگرم در هکتار | ۸۴/۳۴ | ۵/۰۱ab | ۱۶/۷۲b | ۷/۳۲b | ۴۶/۵ b | ۱/۹۶ab |
| ۳ کیلوگرم در هکتار | ۸۹/۶۷a | ۵/۱۲a | ۱۸/۰۰ a | ۸/۱۰ a | ۴۹/۶۴a | ۱/۹۸a |
| کود اوره | | | | | | |
| ۱۰۰ درصد | ۹۰/۰۵a | ۵/۲a | ۱۸/۳۳a | ۸/۳۴ a | ۵۰/۰۲a | ۲/۰۳a |
| ۶۶ درصد | ۸۵/۱b | ۴/۸۵bc | ۱۶/۲۱b | ۷/۲۸ b | ۴۷/۰۰b | ۱/۸۴ab |
| ۳۳ درصد | ۷۳/۲۶c | ۴/۷۱c | ۱۴/۰۳c | ۵/۸۸c | ۴۲/۰۵c | ۱/۷۳b |

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد با یکدیگر ندارند.

۳.۴. ماده خشک کل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر برهم‌کنش اسیدآمین و کود اوره بر ماده خشک کل معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیش‌ترین ماده خشک کل به تیمار ۱۰۰ و ۶۶ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمین و

کمترین مقدار از ۳۳ درصد کود اوره و عدم کاربرد اسید آمینه حاصل شد در این پژوهش افزایش ماده خشک کل در تیمار ۱۰۰ و ۶۶ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسید آمینه نسبت به کاربرد ۳۳ درصد کود اوره و عدم کاربرد اسید آمینه معادل به ترتیب ۳۰/۲ و ۲۹/۷ درصد بود (جدول ۴).

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل محلول پاشی اسید آمینه و کود اوره بر ماده خشک کل و عملکرد دانه گندم

| عملکرد دانه (گرم در مترمربع) | ماده خشک کل (گرم در مترمربع) | تیمارها | |
|---------------------------------|---------------------------------|----------|---------------------|
| | | کود اوره | اسید آمینه |
| ۳۴۴/۳de | ۱۰۲۵/۵f | ۱۰۰ درصد | عدم مصرف اسید آمینه |
| ۳۳۵/۸e | ۱۰۰۱/۱fg | ۶۶ درصد | |
| ۳۳۰/۴e | ۹۶۳/۰g | ۳۳ درصد | |
| ۳۷۴/۶c | ۱۱۳۷/۷d | ۱۰۰ درصد | ۱ کیلوگرم در هکتار |
| ۳۶۳/۷cd | ۱۱۰۰/۱de | ۶۶ درصد | |
| ۳۵۲/۹d | ۱۰۸۰/۳e | ۳۳ درصد | |
| ۴۵۸/۵ ab | ۱۲۵۳/۲b | ۱۰۰ درصد | ۲ کیلوگرم در هکتار |
| ۴۱۶/۶b | ۱۲۲۲/۵bc | ۶۶ درصد | |
| ۳۷۷/۸c | ۱۱۴۸/۴d | ۳۳ درصد | |
| ۴۶۴/۵a | ۱۳۳۵/۷a | ۱۰۰ درصد | ۳ کیلوگرم در هکتار |
| ۴۵۸/۷a | ۱۳۳۰/۲a | ۶۶ درصد | |
| ۳۹۹/۴bc | ۱۱۹۰/۳c | ۳۳ درصد | |

در هر ستون، میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد با یکدیگر ندارند.

۴.۴. سرعت رشد محصول

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سرعت رشد محصول به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اسید آمینه و سطوح مختلف کود اوره در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۲). نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین سرعت رشد محصول از کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسید آمینه با میانگین ۱۸ گرم در مترمربع در روز و کمترین مقدار در شرایط عدم کاربرد اسید آمینه با میانگین ۱۴/۹۱ گرم در مترمربع در روز حاصل شد که افزایش سرعت رشد محصول نسبت به عدم کاربرد اسید آمینه معادل ۱۷/۲ درصد بود (جدول ۳). همچنین بیشترین سرعت رشد محصول به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره با میانگین ۱۸/۳۳ گرم در مترمربع در روز و کمترین سرعت رشد محصول به تیمار ۳۳ درصد کود اوره با میانگین ۱۴/۰۳ گرم در مترمربع در روز اختصاص یافت (جدول ۳).

۴.۵. سرعت فتوسنتز خالص

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد که سرعت فتوسنتز خالص به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر اسید آمینه و سطوح مختلف کود اوره قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین سرعت فتوسنتز خالص از کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسید آمینه با میانگین ۸/۱ گرم در مترمربع در روز و کمترین سرعت فتوسنتز خالص از عدم کاربرد اسید آمینه با میانگین ۶/۰۵ گرم در مترمربع در روز حاصل شد که معادل ۳۳/۹ درصد افزایش در سرعت فتوسنتز خالص نسبت به عدم کاربرد اسید آمینه مشاهده شد (جدول ۳). همچنین بیشترین سرعت فتوسنتز خالص به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره با میانگین ۸/۳۴ گرم در مترمربع در روز و کمترین سرعت فتوسنتز خالص به تیمار ۳۳ درصد کود اوره با میانگین ۵/۸۸ گرم در مترمربع در روز اختصاص یافت (جدول ۳).

۶.۴. شاخص کلروفیل

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها شاخص کلروفیل تحت تأثیر محلول‌پاشی اسیدآمین و سطوح مختلف کود اوره معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسات میانگین نشان داد بیش‌ترین شاخص کلروفیل از کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمین و کم‌ترین شاخص کلروفیل از عدم کاربرد اسیدآمین حاصل شد که معادل ۱۴/۴ درصد افزایش شاخص کلروفیل نسبت به عدم کاربرد اسیدآمین بود (جدول ۳). از طرفی بیش‌ترین شاخص کلروفیل به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره و کم‌ترین شاخص کلروفیل به تیمار ۳۳ درصد کود اوره اختصاص یافت (جدول ۳).

۷.۴. نیتروژن دانه

در این پژوهش اثر محلول‌پاشی اسیدآمین و سطوح مختلف کود اوره بر نیتروژن دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین نیتروژن دانه از کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمین با میانگین ۱/۹۸ درصد و کم‌ترین درصد نیتروژن از عدم کاربرد اسیدآمین با میانگین ۱/۶۱ درصد حاصل شد که افزایش درصد نیتروژن دانه نسبت به عدم کاربرد اسیدآمین معادل ۲۳ درصد بود (جدول ۳). همچنین بیش‌ترین درصد نیتروژن به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره با میانگین ۲/۰۳ درصد و کم‌ترین درصد نیتروژن به تیمار ۳۳ درصد کود اوره با میانگین ۱/۷۳ درصد اختصاص یافت (جدول ۳).

۸.۴. عملکرد دانه

اثر برهم‌کنش محلول‌پاشی اسیدآمین و سطوح مختلف کود اوره بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین عملکرد دانه به تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمین با میانگین ۴۶۴/۵ گرم در مترمربع حاصل شد که با تیمار ۶۶ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمین تفاوت آماری معنی‌داری نداشت و کم‌ترین عملکرد دانه از عدم کاربرد اسیدآمین و تیمار ۳۳ درصد کود اوره با میانگین ۳۳۰/۴ گرم در مترمربع حاصل شد که افزایش عملکرد دانه در تیمار ۱۰۰ و ۶۶ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسیدآمین نسبت به کاربرد ۳۳ درصد کود اوره و عدم کاربرد اسیدآمین معادل ۳۴/۹ و ۳۳/۲ درصد بود (جدول ۴).

۵. بحث

گیاهان می‌توانند اسیدهای آمینه تولید کنند، اما فرایند آن انرژی‌خواه است. لذا استفاده از اسیدهای آمینه سنتز شده، به گیاه اجازه می‌دهد که از انرژی خود برای ساخت اسیدهای آمینه صرفه‌جویی کرده و سرعت رشد و توسعه خود را به‌ویژه در زمان‌های بحرانی افزایش دهد (پوپکو^۱ و همکاران، ۲۰۱۴). بر این اساس به‌نظر می‌رسد که کاربرد اسیدهای آمینه امکان جذب نیتروژن توسط گیاه را افزایش داده و منجر به طول‌شدن بخش هوایی و ارتفاع گیاه شده است. نتایج مشابهی توسط سایر پژوهش‌گران گزارش شده است (السعید^۲ و مهدی^۳، ۲۰۱۶؛ ابدجبر^۴ و خاییم^۵، ۲۰۱۹) که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. بیان شده است که افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش ارتفاع غلات می‌گردد. علت این امر را به افزایش طول سلول‌های گیاهی نسبت داده‌اند (ملک احمدی و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین علت افزایش ارتفاع

1. Popko
2. El-Said
3. Mahdy
4. Abed Jeber
5. Khaeim

بوته در شرایط کاربرد نیتروژن را می‌توان به واسطه نقش نیتروژن در تولید و صدور هورمون سیتوکینین از ریشه به اندام‌های هوایی دانست که موجب افزایش سرعت تقسیم سلولی، رشد و ارتفاع گیاه می‌گردد (مارسچنر^۱، ۱۹۹۵). سایر پژوهش‌گران نیز به افزایش ارتفاع بوته در شرایط کاربرد کود اوره اشاره نموده‌اند که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت (موسانایی^۲ و همکاران، ۲۰۱۷؛ حمزه‌ئی و همکاران، ۱۳۹۶).

افزایش شاخص سطح برگ در شرایط مصرف کود نیتروژن می‌تواند به دلیل اثر مثبت نیتروژن در تولید پنجه، سطح برگ و سرعت فتوسنتز خالص باشد (حقیقت‌زاده و مجدم، ۱۳۹۸). پژوهش‌گران دیگر افزایش شاخص سطح برگ را به اثر مثبت نیتروژن بر تعداد برگ‌ها نسبت داده‌اند (غلامی و همکاران، ۱۳۹۷). پژوهش‌گران بیان کرده‌اند که اسیدهای آمینه دارای طیف وسیعی از عناصر هستند و کاربرد آن‌ها در تثبیت نیتروژن، افزایش سطح ریشه‌ای و در نهایت در افزایش جذب سایر عناصر غذایی نقش دارند (سوری^۳، ۲۰۱۶). پژوهش‌گران دیگر نیز بیان کرده‌اند که کاربرد کود نیتروژن به صورت کمپلکس با اسیدهای آمینه بر عملکرد دانه، شاخص سطح برگ و وزن تر گندم اثر مثبت داشت که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد (برانکو^۴ و همکاران، ۲۰۲۰).

بیان شده است که وزن خشک گیاه تابعی از میزان تشعشع جذب‌شده در طول دوره رشد می‌باشد. از طرفی میزان تشعشع جذب‌شده بستگی به شاخص سطح برگ و رشد تاج پوشش گیاهی دارد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۸۷). در این پژوهش با تأمین نیتروژن از طریق اوره و یا اسید آمینه، وزن خشک بوته افزایش یافت. بیان شده است که نیتروژن در فعالیت‌های فتوسنتزی، ساخت کربوهیدرات‌ها و کلروفیل گیاه (طاهری اصغری، ۱۴۰۱)، سنتز سایر ترکیبات آلی مانند پروتئین، آمین‌ها، پورین‌ها و پیریمیدین‌ها، آلکالوئیدها، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و ترپنوئیدها (هانان^۵ و همکاران، ۲۰۰۸) نقش دارد. همچنین بیان شده است که نیتروژن در افزایش تقسیم سلولی و بزرگ‌شدن سلول‌ها نقش دارد که در افزایش رشد رویشی و افزایش تجمع ماده خشک مؤثر می‌باشند. در پژوهش دیگری بیان شده است که کاربرد نیتروژن می‌تواند با افزایش دوام بیش‌تر سطح برگ و ساقه، سبب افزایش ماده خشک کل گیاه شود (وزیری و همکاران، ۱۴۰۱). در همین رابطه پژوهش‌گران (النکر^۶ و همکاران، ۲۰۰۹) بیان کردند که کاربرد کودهای شیمیایی به صورت تلفیقی با کودهای حاوی اسید آمینه توانسته تولید ماده خشک در گندم را افزایش دهد. همچنین بیان شده است که کاربرد مخلوط اسیدهای آمینه باعث افزایش عملکرد ماده خشک در گیاه شود که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت (ابراهیمی و همکاران، ۱۴۰۱؛ لیو^۷ و همکاران، ۲۰۱۴).

از آنجایی که تغییرات سرعت رشد گیاه بستگی به تغییرات دو پارامتر سطح برگ و میزان تولیدات فتوسنتزی گیاه دارد. از این رو، قسمت زیادی از تفاوت‌ها مربوط به تفاوت شاخص سطح برگ و تولیدات فتوسنتزی می‌باشد (غلامی و همکاران، ۱۳۹۷). در این مطالعه نیز محلول پاشی اسید آمینه و کاربرد کود اوره باعث افزایش سطح برگ و تولیدات فتوسنتزی گردید که در نهایت منجر به افزایش سرعت رشد محصول گردید. پژوهش‌گران دیگر نیز افزایش سرعت رشد در شرایط کاربرد اسید آمینه را به توسعه سطح برگ و افزایش ارتفاع بوته نسبت داده‌اند که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت (اسکندری تربقان و فاضلی کاخکی، ۱۴۰۰).

1. Marschner
2. Mosanaei
3. Souri
4. Brankov
5. Hanan
6. El-Naggar
7. Liu

سرعت فتوستنتز خالص بیانگر کارایی فتوستنتزی سطوح فتوستنتزکننده گیاه می‌باشد و نشان‌دهنده مقدار فتوآسیمیلیات سنتز شده در واحد زمان و در واحد سطح برگ می‌باشد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۸۷). بیان شده است تغذیه مطلوب گیاهی با کود نیتروژن از طریق افزایش کارایی فتوستنتز برگ‌ها سرعت فتوستنتز خالص را افزایش می‌دهد (مرعشی و همکاران، ۱۳۹۵). بیان شده است مقادیر مناسب محرک‌های رشد نظیر اسیدهای آمینه از طریق آماس مناسب سلول‌ها، افزایش تقسیم، طولیل شدن و تمایز سلولی، تخصیص بیش‌تر مواد سنتز شده جهت رشد و طولانی‌تر شدن دوره رشد گیاه، می‌توانند باعث افزایش شاخص سطح برگ و سرعت فتوستنتز خالص در گیاه شوند (روشنی و همکاران، ۱۴۰۰). نتایج پژوهش‌های دیگر نیز مؤید آن است که محلول پاشی محرک‌های رشد سبب افزایش سرعت فتوستنتز خالص در گیاه گندم شد (تیموری و همکاران، ۱۳۹۳) که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت.

از آنجایی که بیش‌ترین میزان نیتروژن برگ در کلروفیل وجود دارد (کادر^۱ و همکاران، ۲۰۰۲) می‌توان گفت یک رابطه نزدیک بین وضعیت نیتروژن گیاه و شاخص کلروفیل وجود دارد (احمدی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۲). در این راستا گزارش شده است که با افزایش کود نیتروژن شاخص کلروفیل افزایش یافت و بیش‌ترین میزان شاخص کلروفیل در تیمار ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد (حمزه‌ئی و همکاران، ۱۳۹۶). در این پژوهش به‌نظر می‌رسد کاربرد اسیدهای آمینه امکان فتوستنتز نیتروژن توسط گیاه را افزایش داده و منجر به افزایش شاخص کلروفیل در گیاه شده است. گزارش سایر پژوهش‌گران نیز بیانگر تأثیر مثبت کاربرد آمینواسید در افزایش میزان کلروفیل و سطح برگ می‌باشد که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت (ابدجبر^۲ و خاییم^۳، ۲۰۱۹؛ جوتری^۴ و همکاران، ۲۰۱۹).

بیان شده است که نیتروژن در بیوستنتز پروتئین و بسیاری از مولکول‌های زیستی نقش مهمی دارند. بر این اساس، استفاده ترکیبی نیتروژن و اسیدهای آمینه باعث بهره‌وری بیش‌تر از نیتروژن در گیاه می‌شود. زیرا اسیدهای آمینه نقش فعالی در فتوستنتز گیاه دارند و این امر از طریق بهبود بهره‌وری استفاده از نیتروژن در دسترس امکان‌پذیر است (مبینی^۵ و همکاران، ۲۰۱۴). برخی از پژوهش‌گران نیز نقش اصلی تأثیر اسید آمینه در آسیمیلیاسیون نیتروژن را به‌دلیل تأثیر آن بر آنزیم‌های مؤثر در متابولیسم نیترات می‌دانند که در آن کاربرد اسید آمینه باعث افزایش غلظت آنزیم‌های نیترات ردوکتاز و گلوتامین سنتتاز می‌شود (لیو^۶ و همکاران، ۲۰۱۴). برخی از پژوهش‌گران، در بررسی تأثیر کود نیتروژن بیان کردند که کاربرد نیتروژن اثر معنی‌دار در افزایش نیتروژن دانه داشت و این افزایش تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (لیتکی^۷ و همکاران، ۲۰۱۸). این در حالی است که پژوهش‌گران دیگر بیش‌ترین درصد نیتروژن دانه را در شرایط کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار گزارش نمودند (کلیکوکا^۸ و همکاران، ۲۰۱۶).

نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش کاربرد نیتروژن از طریق اوره و اسید آمینه، عملکرد دانه افزایش یافت. بیان شده است که افزایش عملکرد دانه می‌تواند به‌دلیل افزایش سطح فتوستنتزکننده باشد (هاتفیلد^۹ و پروگر^{۱۰}، ۲۰۰۰). در این پژوهش هم‌چنین به‌نظر می‌رسد در شرایط محلول پاشی اسیدهای آمینه، سطح کربوهیدرات‌های محلول از طریق افزایش

1. Kader
2. Abed Jeber
3. Khaeim
4. Juthery
5. Mobini
6. Liu
7. Litke
8. Klikocka
9. Hatfield
10. Prueger

توان فتوسنتزی گیاه افزایش یافته و منجر به افزایش عملکرد دانه شده است (قیگلیون^۱ و همکاران، ۲۰۰۸). ابراهیمی و همکاران (۱۴۰۱) گزارش کردند که کاربرد محرک‌های رشد نظیر اسیدهای آمینه، نه تنها سبب بهبود عملکرد می‌شوند بلکه مصرف کودهای شیمیایی را ۲۵ درصد کاهش داده است. در پژوهش‌های دیگر نیز به اثر مثبت کاربرد کود نیتروژن به صورت کمپلکس با اسیدهای آمینه، بر میزان عملکرد دانه، اشاره شده است (برانکو^۲ و همکاران، ۲۰۲۰) که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. پژوهش‌گران دیگر علت افزایش عملکرد دانه در شرایط کاربرد نیتروژن را به افزایش اجزای عملکرد نظیر تعداد سنبله، تعداد سنبلچه بارور، تعداد دانه در سنبلچه و غیره نسبت داده‌اند (قرانگیک^۳ و قلشی^۴، ۲۰۰۱). از آنجایی که مصرف کود نیتروژن و محلول پاشی اسیدهای آمینه بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، افزایش طول دوره رویش و تجمع ماده خشک اندام‌های هوایی و اجزای عملکرد مؤثر است (کلیکوکا^۵ و همکاران، ۲۰۱۶). لذا به نظر می‌رسد تأثیر آن‌ها بر عملکرد دانه بدیهی باشد.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش افزایش مصرف کود اوره تا ۱۰۰ درصد (عرف منطقه) در بهبود صفات مرفولوژیکی، فیزیولوژیکی و عملکرد دانه گندم مؤثر بود. در ضمن، محلول پاشی اسید آمینه نیز در این افزایش تأثیر معنی‌دار داشت. در این پژوهش افزایش عملکرد دانه در شرایط تیمار ۱۰۰ و ۶۶ درصد کود اوره و کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسید آمینه نسبت به کاربرد ۳۳ درصد کود اوره و عدم کاربرد اسید آمینه به ترتیب معادل ۳۴/۹ و ۳۳/۲ درصد بود که تفاوت بین تیمارهای ۱۰۰ و ۶۶ درصد کود اوره در شرایط کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار اسید آمینه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. در ضمن، افزایش عملکرد دانه در تیمار ۱۰۰ درصد اوره و مصرف ۳ کیلوگرم اسید آمینه نسبت به عدم مصرف اسید آمینه و کاربرد ۱۰۰ درصد کود اوره (شاهد) معادل ۷۶/۸ درصد بود. در مجموع نتایج این پژوهش نشان داد که محلول پاشی اسیدهای آمینه در دو نوبت پایان پنجه‌دهی و مرحله آبستنی در کنار کودهای شیمیایی نیتروژن، می‌تواند علاوه بر تولید محصول کافی، در کاهش مصرف کود شیمیایی مؤثر باشد. لذا با کاربرد ۶۶ درصد کود اوره به همراه ۳ کیلوگرم در هکتار اسید آمینه علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف کود شیمیایی می‌توان به عملکرد مناسبی در گندم دست یافت.

۷. تشکر و قدردانی

از حمایت‌های اداره جهاد کشاورزی شهرستان ماهشهر و دانشگاه آزاد اسلامی اهواز در اجرای این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

1. Ghiglione
2. Brankov
3. Gharangeik
4. Ghaleshei
5. Klikocka

۹. منابع

- ابراهیمی، هاشم؛ ایلکایی، محمد نبی؛ طهرانی، محمد مهدی؛ پاک‌نژاد، فرزاد و بصیرت، مجید (۱۴۰۱). تأثیر برخی محرک‌های رشدی و سطوح مختلف کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. *علوم گیاهان زراعی ایران*، ۵۳ (۱)، ۱۸۹-۲۰۰.
- احمدی‌نژاد، راشد؛ نجفی، نصرت‌اله؛ اصغرزاد، ناصر علی و اوستان، شاهین (۱۳۹۲). اثر کودهای آلی و نیتروژن بر کارایی مصرف آب، عملکرد و ویژگی‌های رشد گندم (رقم الوند). *نشریه دانش آب و خاک*، ۲۳ (۲)، ۱۹۴-۱۷۷.
- اسکندری‌تربقان، مهرنوش و فاضلی‌کاخکی، سید فاضل (۱۴۰۰). بررسی تأثیر تقویت‌کننده‌های کودی بر برخی از اجزای عملکرد گندم در شرایط قطع آب آخر در شرایط مزرعه. *فرایند و کارکرد گیاهی*، ۱۰ (۴۵)، ۸۹-۱۰۶.
- تیموری، نسرین؛ حیدری، غلام رضا؛ حسین‌پناهی، فرزاد و فتحی، احسان (۱۳۹۳). مرداد). بررسی اثرات محلول‌پاشی آهن و اسید هیومیک بر شاخص‌های فیزیولوژیک برخی اکوتیپ‌های گندم سرداری، دومین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار. همدان، ایران.
- حقیقت‌زاده، نسرین (۱۳۹۸). بررسی تأثیر مقادیر نیتروژن و کود بیولوژیکی نیتروکسین بر خصوصیات کمی و کیفی علوفه و دانه و کارایی مصرف نیتروژن جو دو منظوره. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*. به راهنمایی مانی مجدم. اهواز: دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی.
- حسینی، اکبر و امیری، محمدرضا (۱۳۹۵). تأثیر محلول‌پاشی اسیدهای آمینه بر کارایی زراعی نیتروژن، عملکرد و کیفیت دانه جو. *نشریه زراعت*، ۱۱۲، ۷۶-۸۶.
- حمزه‌ئی، جواد؛ سیدی، سیدمحسن؛ آزادبخت، افشار و فصاحت، ایوب (۱۳۹۶). اثر سطوح کود نیتروژن و تراکم بوته بر کمیت و کیفیت بذور گندم. *زراعت و اصلاح نباتات*، ۱۳ (۴)، ۹۷-۱۰۷.
- خواجه‌پور، محمدرضا (۱۳۹۱). گیاهان صنعتی. اصفهان: انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.
- روشنی، رامین؛ سلیمانی، علی؛ محلوچی، مهرداد و نادری، محمدرضا (۱۴۰۰). ارزیابی اثر محلول‌پاشی بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی مؤثر بر رشد و عملکرد ارقام جو تحت شرایط تنش خشکی. *تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک*، ۳ (۲)، ۳۳۷-۳۱۹.
- طاهری اصغری، مهدی (۱۴۰۱). اثر محلول‌پاشی با اسیدهای آمینه و همزیستی با گونه‌های قارچ میکوریزا بر ویژگی‌های گیاه دارویی همیشه بهار. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۴ (۲)، ۶۲۹-۶۱۵.
- غلامی، بابک؛ نوروزی شهری، فریده؛ مندنی، فرزاد؛ جلالی هنرمند، سعید و سعیدی، محسن (۱۳۹۷). بررسی برخی از شاخص‌های رشد و عملکرد دانه گندم در پاسخ به کاربرد کود اوره و دود-آب. *به‌زراعی کشاورزی*، ۲۰ (۳)، ۶۲۶-۶۰۹.
- قاسمی، رضا (۱۴۰۰). *مبانی حاصلخیزی خاک و کودها*. شیراز: انتشارات مرجع علم.
- سرمدنیا، غلامحسین و کوچکی، عوض (۱۳۸۷). *فیزیولوژیکی گیاهان زراعی*. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- لطفعلی‌آینه، غلامعباس؛ خواجه‌زاده، یداله؛ جسمی، غلامرضا؛ لویمی، نعیم؛ آسالان، شکراله؛ جواهری، ابراهیم؛ موسوی فضل‌هادی؛ دادرزایی، طه؛ لک‌زاده، ایرج؛ راهنما، عبدالامیر؛ محی‌الدین، گوشه؛ شتاب بوشهری، مهدی؛ پورآذر، رضا؛ اصلاحی، محمدرضا؛ اندرزیان، بهرام؛ دهقان، الیاس؛ افضلی، محمدجواد؛ دهقانی، علی و شمسی، حمید (۱۳۸۶). *راهنمای کاشت، داشت و برداشت گندم آبی در استان خوزستان*. اهواز: مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان. وزارت جهاد کشاورزی.
- مرعشی، سیدکیوان؛ بهداروند، پژمان؛ مجدم، مانی و ساکی‌نژاد، طیب (۱۳۹۵). بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری نیتروژن و رقابت علف‌های هرز بر شاخص‌های رشد و عملکرد دانه ذرت. *فیزیولوژی گیاهان زراعی*، ۸ (۳۱)، ۷۵-۶۱.
- مشیری، فرهاد؛ خادمی، زهرا؛ سعادت، سعید؛ رشیدی، ناصر؛ سدری، محمدحسین؛ غیبی، محمدنبی؛ سموات، 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. کرج: مؤسسه تحقیقات خاک و آب.
- ملک احمدی، همایون؛ علیزاده، حسن؛ مجنون حسینی، ناصر و شیرانی‌راد، امیرحسین (۱۳۸۸). بررسی اثر تراکم بوته و کود نیتروژن بر عملکرد دانه و برخی صفات مرفولوژیک کلزای پاتیزه (*Brassica napus L.*). *علوم گیاهان زراعی ایران*، ۴۰ (۴)، ۱۷۳-۱۸۲.
- وزیری، حسین؛ داداشی، محمدرضا؛ عجم نوروزی، حسین؛ سلطانی، افشین و یاراحمدی، سعید (۱۴۰۱). تأثیر مقادیر مصرف نیتروژن و زمان‌های مختلف آبیاری تکمیلی بر عملکرد و صفات آگرومورفولوژیک گندم بهاره. *علوم گیاهان زراعی ایران*، ۵۳ (۱)، ۱۷۵-۱۸۸.

References

- Abed Jeber, B., & Khaeim, M. (2019). Effect of foliar application of amino acids, organic acids and naphthalene acetic acid on growth and yield traits of wheat. *Plant Archives*, 19(2), 824-826.
- Ahmadinejad, R., Najafi, N., Aliasgharzad, N., & Oustan, S. (2013). Effects of organic and nitrogen fertilizers on water use efficiency, yield and the growth characteristics of wheat (*Triticum aestivum* cv. Alvand). *Water and Soil Science*, 23(2), 177-194. (In Persian).
- Al-juthery, H., Hardan, H., Al-Swedi, G., obaid, M., & Al-Shami, Q. (2019). Effect of foliar nutrition of nano-fertilizers and amino acids on growth and yield of wheat. *Earth and Environmental Science*, 388, 1-9.
- Brankov, M., Simi, M., Dolijanovi, Z., Rajkovi, M., Mandi, V., & Dragicevi, V. (2020). The response of maize lines to foliar fertilizing. *Agriculture*, 10(9), 365.
- Duan, Y., Xu, M., Gao, S., Liu, H., Huang, S., & Wang, B. (2016). Long-term incorporation of manure with chemical fertilizers reduced total nitrogen loss in rain-fed cropping systems. *Scientific Reports*, 6, 1-10.
- Ebrahimi, H., Ilkai, M. N., Tehrani, M., Paknejad, F., & Basirt, M. (2022). Effect of some of growth stimulants and different levels of chemical fertilizer on yield and yield components of maize. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 53(1), 189-200. (In Persian).
- El-Naggar, A., El-Araby, D., & Høgh-Jensen, H. (2009). Simultaneous uptake of multiple amino acids by wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 32, 725-740.
- El-Said, M. A. A., & Mahdy, A. Y. (2016). Response of two wheat cultivars to foliar application with amino acids under low levels of nitrogen fertilization. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 5, 462-472.
- Eskandari Torbaghan, M., & Fazeli Kakhki, S. F. (2021). An investigation of the effect of fertilizer enhancers on some yield components of wheat yield in the last irrigation cut in the field conditions. *Plant Process and Function*, 10(45), 89-106. (In Persian).
- Gharangeik, A., & Ghaleshei, S. (2001). Investigation of foliar urea fertilizer application on yield and yield component of two wheat cultivars. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 8(2), 87-98.
- Ghasemi, R. (2021). The of basics of soil fertility and fertilizers. Shiraz: Science press. 156 p. (In Persian)
- Ghiglione, H., Gonzalez, F., Serrago, R., Maldonado, S., Chilcott, C., Cura, J., Miralles, D. J., Zhu, T., & Casal, J. (2008). Autophagy regulated by daylength sets the number of fertile florets in wheat. *Plant Journal*, 55, 1010-1024.
- Gholami, B., Noroozi shahri, F., Mondani, F., Jalali honarmand, S., & Saiedi, M. (2018). Evaluating some growth indices and grain yield in wheat in response to urea fertilizer and smoke-water. *Journal of Crops Improvement*, 20(3), 609-626. (In Persian).
- Halpern, M., Bar-Tal, A., Ofek, M., Minz, D., Muller T., & Yermiyahu, U. (2015). The Use of Biostimulants for Enhancing Nutrient Uptake. In *Advances in Agronomy*. Edited by Sparks, D. L. New York: Academic Press.
- Hamzei, J., Seyedi, M., Azadbakht, A., & Fesahat, A. (2018). Effect of nitrogen fertilizer levels and plant density on seeds quantity and quality of wheat. *Agronomy and Plant Breeding*, 13(4), 97-107. (In Persian).
- Haqitzadeh, N., & Mojdani, M. (2019). *Investigating the effect of nitrogen amounts and nitroxin biological fertilizer on the quantitative and qualitative characteristics of fodder and grain and the nitrogen utilization efficiency of dual-purpose barley*. Master dissertation, Ahvaz Islamic Azad University. 115 p. (In Persian).
- Hanan, S. S., Mona, G. A., & El-Alia, H. I. (2008). Yield and yield components of maize as affected by different sources and application rates of nitrogen fertilizer. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 4, 399-412.
- Hassani, A., & Amiri, M. R. (2016). Effect of foliar application of amino acids on nitrogen use efficiency, grain yield and quality of barley. *Applied Field Crops Research*, 29(3), 76-86. (In Persian).
- Hatfield, J. L., & Prueger, J. H. (2004, September). *Nitrogen over-use, under-use, and efficiency*. Paper presented at the Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. Brisbane, Australia.
- Hosseinfard, M., Stefaniak, S., Ghorbani Javid, M., Soltani, E., Wojtyla, L., & Garnczarska, M. (2022). Contribution of exogenous proline to abiotic stresses tolerance in plants: A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(9), 5186.
- Kader, M. A., Mian, M. H., & Hoque, M. S. (2002). Effects of Azotobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. *Journal of Biological Sciences*, 2(4), 259-261.
- Khajapur, M. (2013). *Industrial plants*. Isfahan: Jahad press. 582 p. (In Persian).

- Klikocka, H., Cybulska, M., Barczak, B., Narolski, B., Szostak, B., Kobińska, B., Nowak, A., & Wojcik, E. (2016). The effect of sulphur and nitrogen fertilization on grain yield and technological quality of spring wheat. *Plant, Soil and Environment*, 62(5), 230-236.
- Litke, K., Gaile, Z., & Ruza, A. (2018). Effect of nitrogen fertilization on winter wheat yield and yield quality. *Agronomy Research*, 16(2), 500-509.
- Liu, C. W., Sung, Y., Chen, B., & Lai, H. (2014). Effects of Nitrogen Fertilizers on the Growth and Nitrate Content of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(4), 4427-4440.
- Lotfali, Aine, G. A., Khajazadeh, Y., Jesemi, G., Loimi, N., Absalan, S., Javaheri, I., Mousavi Fazl, H., Dadrezaei, Taha, Lakzadeh, I., Rahnam, A.A., Mohiuddin, G., Shatab Bushehri, M., PourAzer, R., Islahi, M. R., Anderzian, B., Dehghan, E., Afzali, M. J., Dehghani, A., Shamsi, H. (2016). *Guide to planting, growing and harvesting bread wheat in Khuzestan province*. Ahvaz: Khuzestan Agriculture and Natural Resources Research Center. Ministry of Agricultural Jihad. Iran (In Persian).
- Malek Ahmadi, H., Alizade, H., Majnoun Hosseini, N., & Shirani Rad, A. H. (2009). Effects of planting density and nitrogen application rate on yield and some morphological traits of 97 winter colza (*Brassica napus* L.). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 40(4), 173-182. (In Persian).
- Marashi, S.K., Behdarvand, P., Majdam, M., & Sakinejad, T. (2015). Investigate the effect of different levels of irrigation, nitrogen and weeds competition on growth indices and grain yield of maize (SC. 704 Hybrid). *Crop physiology*, 8(31), 61-75. (In Persian).
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. London: Academic Press.
- Miller, A., Fan, X., Shen, Q., & Smith, S. (2007). Amino acids and nitrate as signals for the regulation of nitrogen acquisition. *Journal of Experimental Botany*, 59, 111-119.
- Mobini, M., Khoshgofarmanesh, A. H., & Ghasemi, S. (2014). The effect particle replication of nitrate with arginine, histidine, and a mixture of amino acids extracted from blood powder on yield and nitrate accumulation in onion bulb. *Scientia Horticulturae*, 176, 232-237.
- Mosanaei, H., Ajamnoroz, H., Dadashi, M. R., Faraji, A., & Pessarakli, M. (2017). Improvement effect of nitrogen fertilizer and plant density on wheat (*Triticum aestivum* L.) seed deterioration and yield. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 29(11), 899-910.
- Moshiri, F., Shahabi, A. A., Keshavarz, P., Khoger, Z., Faizisal, V., Asdi-Rahmani, H., Samavat, S., Sadri, M.H., Rashidi, N., Saadat, S., & Khademi, Z. (2016). Guidelines for integrated management of soil fertility and wheat nutrition. Karaj: Water and Soil Research Institute, 88 p. (In Persian).
- Popko, M., Wilk, R., & Gorecki, H. (2014). New amino acid biostimulators based on protein hydrolysate of keratin. *Molecules*, 93, 1012-1015.
- Radkowska, A., & Radkowska, I. (2018). Influence of foliar fertilization with amino acid preparations on morphological traits and seed yield of timothy. *Plant Soil Environment*, 64, 209-213.
- Rouphael, Y., & Colla, G. (2018). synergistic biostimulatory action, designing the next generation of plant biostimulants for sustainable agriculture. *Front Plant Science*, 9, 1655.
- Roshani, R., Solymani, A., Mahlooji, M., & Naderi, M. R. (2021). Evaluation of the effect of foliar application on some physiological indicators affecting the growth and yield of barley cultivars under drought stress conditions. *Crop Science Research in Arid Regions*, 3(2), 319-337. (In Persian).
- Salwa, A. R. H., & Osama, A. M. A. (2014). Physiological and biochemical studies on drought tolerance of wheat plants by application of amino acids and yeast extract. *Annals of Agricultural Sciences*, 59, 133-145.
- Sarmadnia, G. H., & Kochki, A. (2017). *Crop physiology*. Mashhad: Jahad press. 450 p. (In Persian).
- Souri, M. (2016). Aminochelate fertilizers, the new approach to the old problem; a review. *Open Agriculture*, 1(1), 118-123.
- Taheri Asghari, M. (2022). The Effect of Foliar Application of Amino Acids and Symbiosis with Mycorrhiza Species on the Characteristics of Pot Marigold (*Calendula officinalis* L.). *Journal of Crops Improvement*, 24(2), 615-629. (In Persian).
- Teimuri, N., Heydari, G. R., Hossein-Panahi, F., & Fathi, A. (2014, August). *Investigating the effects of foliar application of iron and humic acid on the physiological indicators of some ecotypes of Sardari wheat*. Paper presented at 2nd national conference on medicinal plants and sustainable agriculture. Hamedan, Iran. (In Persian).
- Vaziri, H., Dadashi, M. R., Ajamnoroz, H., Soltani, A., & Yarahmadi, S. (2022). Effects of nitrogen rate and supplemental irrigation time on yield and agro-morphological traits of spring wheat. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 53(1), 175-188. (In Persian).
- Weiland, M., Mancuso, S., & Baluska, F. (2016). Signalling via glutamate and GLRs in Arabidopsis thaliana. *Functional Plant Biology*, 43, 1-25.