



# بررسی عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی گندم با کاربرد توأم اوره و سولفات روی

حسن مدرس زاده<sup>۱\*</sup>، محمدعلی رضایی<sup>۲</sup>

\* گروه آموزش زیست شناسی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران

۲ استادیار و هیات علمی گروه زیست شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی گرگان، گلستان

## نتایج و بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که بالاترین میزان فعالیت نیترات ردوکتاز و غلظت کلروفیل و عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی در تیمار Z2N1 (ترکیب ۱۰۰ درصد کود اوره و سولفات روی) حاصل شد. این موضوع حاکی از وجود یک برهم‌کنش مثبت و هم‌افزایی بین نیتروژن و روی در شرایط این آزمایش است.

### فعالیت نیترات ردوکتاز

بیشترین فعالیت آنزیم در تیمارهای ترکیبی نیتروژن (اوره و کود بیولوژیکی) مشاهده شد و کاربرد توأم کود شیمیایی اوره و کود بیولوژیکی، با بهبود شرایط خاک و افزایش دسترسی به نیتروژن، فعالیت نیترات ردوکتاز را افزایش داده است.

### غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی

بیشترین غلظت کلروفیل b و کل در تیمار Z2N1 (۱۰۰ درصد اوره + سولفات روی) به دست آمد که نشان‌دهنده یک اثر هم‌افزایی قوی بین این دو منبع تغذیه‌ای است.

### عملکرد بیولوژیکی و عملکرد اقتصادی

نتایج نشان داد حضور کود اوره (خالص یا ترکیبی) برای دستیابی به عملکرد بهینه ضروری است. برهم‌کنش مثبت نیتروژن و روی منجر به افزایش بیشتر عملکرد شد. بالاترین مقدار هر دو صفت در تیمار Z2N1 (سولفات روی + ۱۰۰ درصد اوره) با ۱۴/۵۶ تن در هکتار عملکرد بیولوژیکی و ۵/۷۷ تن در هکتار عملکرد اقتصادی مشاهده شد.

آزمایش تیمار	کلروفیل a (mg/gFW)	کلروفیل b (mg/gFW)	کلروفیل a+b (mg/gFW)	نیترات ردوکتاز $\mu\text{MNO}_2 \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	عملکرد بیولوژیکی (تن در هکتار)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
Z1N1	۰/۵۰ ab	۱/۰۴ ab	۱/۴۳ ab	۶/۰۲ b	۱۲/۵۳ bc	۵/۱۵ b
Z1N2	۰/۴۷ ab	۰/۵۵ c	۰/۵۹ c	۵/۰۶ cd	۱۰/۳۰ de	۴/۴۰ d
Z1N3	۰/۴۷ ab	۰/۸۵ abc	۱/۲۳ abc	۴/۷۱ d	۹/۹۰ e	۴/۳۸ d
Z1N4	۰/۵۱ a	۱/۰۳ ab	۱/۴۲ ab	۶/۱۳ ab	۱۱/۴۶ cd	۴/۵۴ cd
Z2N1	۰/۵۰ ab	۱/۱۷ a	۱/۴۸ a	۶/۴۷ a	۱۴/۵۶ a	۵/۷۷ a
Z2N2	۰/۵۱ a	۰/۸۲ abc	۱/۲۳ abc	۵/۲۲ bcd	۹/۲۳ e	۳/۸۷ e
Z2N3	۰/۴۹ ab	۰/۵۹ c	۱/۰۱ c	۴/۹۳ cd	۹/۵۰ e	۳/۹۷ e
Z2N4	۰/۵۰ ab	۰/۸۷ abc	۱/۱۸ abc	۶/۷۸ a	۱۱/۳۳ cd	۴/۷۵ c
Z3N1	۰/۵۰ ab	۰/۸۹ abc	۱/۳۰ abc	۵/۷۶ b	۱۲/۹۶ b	۵/۱۶ b
Z3N2	۰/۵۲ a	۰/۷۳ bc	۱/۰۷ bc	۵/۷۱ b	۹/۲۳ e	۳/۹۷ e
Z3N3	۰/۵۱ a	۰/۶۷ bc	۱/۱۰ abc	۴/۷۰ d	۹/۵۳ e	۳/۹۱ e
Z3N4	۰/۴۹ ab	۰/۷۳ bc	۱/۰۹ abc	۶/۵۳ a	۱۱/۴۰ cd	۴/۴۵ d

## نتیجه‌گیری نهایی

نیتروژن عامل اصلی تعیین‌کننده عملکرد بوده اما کاربرد همزمان آن با منبع مناسب روی (سولفات روی) اثر هم‌افزایی داشت. کاربرد اوره، نیتروژن قابل دسترس گیاه را به میزان مطلوبی افزایش داده و نیتروژن جذب شده، پس از احیا به آمونیوم، وارد چرخه سنتز آمینواسیدها و سایر ترکیبات حیاتی شده و از یک سو با افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز که شاخصی از قدرت جذب نیتروژن است و از سوی دیگر با قرار گرفتن در ساختار مولکول کلروفیل هم‌زمان هم ظرفیت فتوسنتز و هم توان متابولیک گیاه برای تولید ماده خشک و دانه را به طور قابل توجهی بهبود بخشیده است. در این شرایط، حضور سولفات روی نیز به طور هماهنگ، بر این فرآیندها تأثیر مثبت گذاشته و نهایتاً منجر به دستیابی به حداکثر عملکرد شده است. عملکرد نهایی گیاه تابع مستقیمی از بهبود شاخص‌های فیزیولوژیکی تحت تأثیر تغذیه بهینه است. ترکیب کود شیمیایی اوره با کود سولفات روی، به عنوان یک راهکار مدیریتی مؤثر برای دستیابی به عملکرد بالای گندم پیشنهاد می‌شود.

## منابع

Cui, H., Luo, Y., Li, C., Chang, Y., Jin, M., Li, Y., & Wang, Z. (2023). Effects of nitrogen forms on nitrogen utilization, yield, and quality of two wheat varieties with different gluten characteristics. *European Journal of Agronomy*, 149, 126919. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126919>

Montoya, M., Vallejo, A., Recio, J., Guardia, G., & Alvarez, J. M. (2020). Zinc-nitrogen interaction effect on wheat biofortification and nutrient use efficiency. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 183(6), 637-647. <https://doi.org/10.1002/jpln.201900339>

## چکیده

روابط تعاملی بین عناصر نقش مهمی در جذب، متابولیسم و عملکرد گیاه دارد. این پژوهش با هدف ارزیابی اثر متقابل منابع نیتروژن و روی بر شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکرد گندم انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و با دو فاکتور اصلی شامل منابع نیتروژن و منابع روی اجرا گردید. نتایج نشان داد اثر متقابل معنی‌دار بین نیتروژن و روی بر شاخص‌های مورد تحقیق وجود دارد. بالاترین سطوح فیزیولوژیکی در تیمار ترکیبی اوره (۱۰۰ درصد) و سولفات روی مشاهده شد که نشان‌دهنده هم‌افزایی قوی بین این دو منبع تغذیه‌ای است. این تیمار موجب افزایش فعالیت نیترات ردوکتاز، رنگیزه‌های فتوسنتزی و دستیابی به بیشترین عملکرد گندم شد، اما کاربرد جداگانه منابع مختلف نیتروژن یا روی، تأثیر قابل مقایسه‌ای نداشت. مطالعه نشان داد مدیریت توأم و هدفمند نیتروژن (به‌صورت اوره) و روی (به‌صورت سولفات) می‌تواند از طریق تقویت فرآیندهای فیزیولوژیکی، بعنوان راهکاری عملی برای دستیابی به عملکرد بالاتر گندم مورد توجه قرار گیرد.

## مقدمه

تغذیه بهینه گیاه از اهمیت بالایی برخوردار بوده و گیاهان برای دستیابی به حداکثر پتانسیل خود به مقادیر مشخصی از عناصر غذایی در زمان مناسب نیاز دارند. نیتروژن نقش اساسی در رشد، عملکرد و سنتز پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و کلروفیل دارد و یافتن اشکال مناسب ورودی نیتروژن می‌تواند راهی مؤثر برای بهبود عملکرد محصول باشد (Cui et al., 2023). روی از عناصر ریز مغذی و ضروری در نیازهای تغذیه‌ای گیاهان بوده و در فعالیت آنزیم‌های متعدد، متابولیسم کربوهیدرات، فتوسنتز و تقسیم سلولی دخیل است (Montoya et al., 2020). با توجه به مشکلات ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، استفاده از راهکارهای جایگزین یا مکمل مانند کودهای زیستی و نانوکودها مورد توجه قرار گرفته است. گزارش‌ها درباره اثر متقابل نیتروژن و روی گاه متناقض و پیچیده است؛ در حالی که برخی مطالعات اثر هم‌افزایی این دو عنصر را گزارش کرده‌اند. برخی نیز این برهم‌کنش را مبهم دانسته و عوامل مختلفی مانند تغییرات pH خاک را در آن مؤثر می‌دانند. با وجود مطالعات گسترده بر روی منابع تغذیه‌ای، بررسی دقیق اثرات متقابل منابع مختلف نیتروژن و روی بر شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکرد گندم ضروری بوده و هدف این پژوهش، بررسی اثر منابع مختلف تأمین نیتروژن و روی بر ویژگی‌های رشدی، فیزیولوژیکی و عملکرد گیاه گندم می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

تیمارها عبارت بودند از ۴ منبع تأمین نیتروژن شامل: N1 کود شیمیایی اوره / N2 کود زیستی پانارومیکس N3/ ۵۰ درصد اوره + ۵۰ درصد کود زیستی N4/ نانو کلات ازت و ۳ منبع تأمین روی شامل: Z1 عدم مصرف روی / Z2 کود شیمیایی سولفات روی / Z3 نانو کلات روی

اعمال تیمارها و اندازه‌گیری‌ها: کود زیستی پانارومیکس به صورت بذر مال و بلافاصله کاشت انجام شد. تیمارهای کود شیمیایی سولفات روی پیش از کاشت به‌صورت خاک مصرف و کود اوره در دو مرحله (۴۰ درصد قبل از کاشت به‌صورت خاک مصرف و ۶۰ درصد به‌صورت سرک در مرحله پنجه‌زنی) و کودهای نانو کلات روی و نانو کلات ازت در دو مرحله (مرحله اول در اواخر پنجه‌زنی و مرحله دوم در ابتدای خوشه‌دهی) محلول‌پاشی شدند.

مشخصات تیمارها	تیمارهای ترکیبی	فاکتور اول	فاکتور دوم
۱۰۰ درصد کود اوره + عدم استفاده از روی	Z1N1	N1	Z1
نانو کلات ازت ۲۵ درصد + عدم استفاده از روی	Z1N2	N2	Z1
۱۰۰ درصد کود زیستی + عدم استفاده از روی	Z1N3	N3	Z1
۵۰ درصد کود اوره + ۵۰ درصد کود زیستی + بدون روی	Z1N4	N4	Z1
۱۰۰ درصد کود اوره + سولفات روی	Z2N1	N1	Z2
نانو کلات ازت ۲۵ درصد + سولفات روی	Z2N2	N2	Z2
۱۰۰ درصد کود زیستی + سولفات روی	Z2N3	N3	Z2
۵۰ درصد کود اوره + ۵۰ درصد کود زیستی + سولفات روی	Z2N4	N4	Z2
۱۰۰ درصد کود اوره + نانو کلات روی	Z3N1	N1	Z3
نانو کلات ازت ۲۵ درصد + نانو کلات روی	Z3N2	N2	Z3
۱۰۰ درصد کود زیستی + نانو کلات روی	Z3N3	N3	Z3
۵۰ درصد کود اوره + ۵۰ درصد کود زیستی + نانو کلات روی	Z3N4	N4	Z3