Progress and development of Kermanshah province
Online ISSN
ISSN - 2783-0713

Improving the yield and bakery quality of rainfed wheat grain by foliar spraying with nitrogen and potassium nutrients

Mokhtar Dashadi
Assistant Professor Sararood Branch, Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran.
(Corresponding Author). mokhtar336@yahoo.com

Ali Rasaei
Assistant Professor Sararood Branch, Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran
a.rasaei@areeo.ac.ir.

Abstract

Purpose: Considering the rising production costs and the increasing occurrence of drought in rainfed land cultivation, in line with the need to find a solution to increase production and reduce costs, this research was conducted in Kermanshah to manage balanced and optimal nutrition of agricultural products in rainfed fields for sustainable production as one of the principles of crop cultivation and optimal supply of nitrogen and potassium required by wheat during critical stages of absorption.

Methodology: A research project was conducted in farmers' fields with two treatments: 1- control or without foliar spraying and 2- foliar spraying of Royal Amine + Royal Potassium, each at a rate of one liter per hectare at the end of the stem-growing stage in two regions of Sahneh and Ravansar, Kermanshah province, on the rainfed wheat variety Rizhav in farmers' fields in the 2019-2020 crop year.

Findings: Foliar application of nutrientsat the end of the tillering stage led to an increase in grain yield and quality indicators such as gluten content in rainfed wheat.

Conclusion: The results showed that, 960 kg/ha in Ravansar and 1,434 kg/ha in Sahneh, representing increases grain yield of 110 kg/ha and 137 kg/ha, respectively (an average of 9.6%) compared with the control. The foliar treatment also improved grain quality indices, including total gluten content and gluten index in both regions. Additionally, it increased the falling number by 7–16%

Keywords: Plant nutrition, nitrogen, phosphorus, wheat, rainfed agriculture

---

Progress and development of Kermanshah province
Kermanshah Management and Planning Organization, 2026, Vol. 4, No. 4 pp 109-120.
Received: 20/05/2025 - **Accepted:** 10/06/2026

پیشرفت و توسعه استان کرمانشاه

سازمان برنامه و بودجه کشور
سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان کرمانشاه

شاپا الکترونیکی
ISSN – ۲۷۸۳-۰۷۱۳

بهبود عملکرد و کیفیت نانوایی دانه گندم دیم با محلول‌پاشی عناصر غذایی نیتروژن و پتاسیم

مختار داشادی

استادیار پژوهش معاونت سرارود، مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران.

(نویسنده مسئول) mokhtar336@yahoo.com.

علی رسائی

استادیار پژوهش معاونت سرارود، مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران.

Mehrabi55@gmail.com

چکیده

هدف: با توجه به افزایش هزینه تولید و بروز پدیده‌های خشکسالی در کشت اراضی دیم، در راستای ضرورت یافتن راه حلی در جهت افزایش تولید و کاهش هزینه‌ها این پژوهش به منظور مدیریت تغذیه متعادل و بهینه محصولات کشاورزی در دیمزارها برای تولید پایدار به‌عنوان یکی از اصول به‌زراعی و تأمین بهینه نیتروژن و پتاسیم مورد نیاز گندم در مراحل بحرانی جذب در کرمانشاه اجرا گردید.

روش‌شناسی: پژوهشی به‌صورت پروژه تحقیقی- ترویجی در مزارع کشاورزان با دو تیمار:۱- شاهد یا بدون محلول‌پاشی و ۲- محلول‌پاشی رویال آمین + رویال پتاسیم هر کدام به میزان یک لیتر در هکتار در پایان مرحله ساقه‌رفتن در دو منطقه صحنه و روانسر استان کرمانشاه روی گندم دیم رقم ریژاو مزارع کشاورزان در سال زراعی ۴۰۰-۱۳۹۹ اجرا شد.

یافته‌ها: با محلول‌پاشی عناصر غذایی در پایان مرحله ساقه‌رفتن می‌توان شاهد افزایش عملکرد دانه و شاخص‌های کیفی نظیر میزان گلوتن در گندم دیم شد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که عملکرد دانه تیمار محلول‌پاشی در منطقه روانسر و صحنه به‌ترتیب ۹۶۰ و ۱۴۳۴ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱۱۰ و ۱۳۷ کیلوگرم در هکتار افزایش (به‌طور میانگین ۹/۶ درصد) داشتند. تیمار محلول‌پاشی سبب افزایش شاخص‌های کیفی دانه شد، به‌طوری که در هر دو منطقه سبب افزایش میزان گلوتن کل و شاخص گلوتن شد. همچنین محلول‌پاشی سبب افزایش عدد فالینگ از ۷ تا ۱۶ درصد شد.

کلیدواژه‌ها: تغذیه گیاهی، نیتروژن، فسفر، گندم، کشت دیم

سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان کرمانشاه

فصلنامه پیشرفت و توسعه استان کرمانشاه، دوره ۴، شماره ۴، ص ۱۲۰-۱۰۹

تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۰۲/۳۰ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۵/۰۳/۲۵

۱- مقدمه

گندم(*Triticumaestivum L.*) از مهم‌ترین محصولات استراتژیک است که مورد استفاده انسان و حیوان است. تولید این محصول در جهان حدود ۷۶۱ میلیون تن می‌باشد که تقریباً ۲۰ درصد انرژی و ۲۵ درصد نیازهای پروتئینی جمعیت جهان را فراهم می‌کند (سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد ، ۲۰۲۰). استان کرمانشاه دارای وسعتی معادل ۲۴۵۴۹ کیلومتر مربع و دارای ۸۲۰ هزار هکتار اراضی مزروعی است که حدود ۱۲۰ هزار هکتارآن آبی و حدود ۷۰۰ هزار هکتار مابقی به‌صورت دیم می‌باشد که از این ۷۰۰ هزار هکتار، هر ساله حدود ۳۰۰ هزار هکتار به‌صورت گندم دیم کاشت می‌شود، مابقی به‌صورت آیش،کشت نخود، جو و دیگر زراعت‌ها اختصاص دارد. آمار مذکور نشان دهنده اهمیت گندم دیم در این استان است (آمارنامه کشاورزی،۲۰۲۲-۲۰۲۱).

محدودیت نهاده‌ها و افزایش تقاضا برای مواد غذایی درکنار هم تأمین غذای سالم وکافی را روز به روز نامطمئن‌تر ساخته‌است (میرمجیدی هشتجین و همکاران، ۱۳۹۵). در بین نهاده‌های مختلف کشاورزی، استفاده متعادل از کودهای شیمیایی بیشتر از سایر نهاده‌ها در افزایش تولید محصولات کشاورزی مؤثر است (ملکوتی،۱۳۷۶). گزارش شده است که حداقل ۳۰ تا ۵۰ درصد از عملکرد محصول مربوط به مصرف بهینه کودها بوده و این افزایش عملکرد از طریق استفاده بهینه از نهاده‌های‌کودی بهبود یافته است (هیسی و نورتون، ۲۰۰۷).

نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی در چرخه زندگی گیاه است که در تمام مراحل زیستی، ساختمانی مانند تشکیل کلروفیل، اسیدهای آمینه، اسیدهای نوکلئیک، هورمونهای گیاهی (مانند سیتوکینین)، آنزیم‌های گیاهی (نیتریت ریداکتاز، نیترات ریداکتاز و نیتروژناز)، مصرف کربوهیدرات‌ها، کارایی مصرف آب (افزایش عمق توسعه ریشه)، تنظیم کننده بین روابط عناصر غذایی و رشد گیاه مؤثر است. بیشترین نیازگندم دیم به نیتروژن، از اوایل پنجه‌دهی تا ظهور خوشه ها است، به همین دلیل فراهمی نیتروژن در اوایل مرحله پنجه‌دهی، منجر به توسعه پنجه درگندم می‌شود. بر اساس الگوی جذب نیتروژن در گندم دیم حدود ۲۰ درصد از کل نیتروژن قابل دسترس در مرحله ظهور برگ پرچم تا مرحله گل‌دهی جذب می‌گردد(روحی و سدری،۱۳۹۷). بررسی نشان‌می‌دهند که کودهای نیتروژنی به ویژه هنگامی که میزان کود مصرفی به اندازه‌ای باشدکه علاوه برتامین نیاز تولید بهینه عملکرد، ساخت پروتئین را تأمین کند منجر به بهبود کیفیت دانه نیز می‌گردد (امام و همکاران، ۱۳۸۸). کود نیتروژن اضافی در مزارع با حاصلخیزی بالا، نه تنها راندمان مصرف نیتروژن را کاهش می‌دهد، بلکه موجب تجمع نیترات در خاک و نهایتاً ایجاد مخاطرات زیست محیطی نیز می‌گردد (ژاوو، ۲۰۰۶).

تأمین نیتروژن مورد نیاز گندم دیم در مراحل زایشی از طریق محلول‌پاشی علاوه برتأثیر در عملکرد دانه می‌تواند کیفیت آن را افزایش دهد زیرا نیتروژن موجود در خاک می‌تواند از طریق آبشویی و یا تصعید از دسترس گیاه خارج شود و یا به‌خاطر تنش‌های محیطی یا پیری جذب آن محدود شود (داشادی، ۲۰۲۰). قرنجیک و گالشی (۱۳۸۰) گزارش‌کردند که مصرف کود اوره به‌صورت محلول‌پاشی برگی، موجب افزایش تعدادگلچه در سنبله، شاخص برداشت، عملکرد دانه، شاخص سطح و دوام برگ و درصد پروتئین دانه در مقایسه با شاهد می‌شود.

در میان عناصر غذایی پرمصرف، پتاسیم دارای نقشی اساسی و مهم در رشد گیاه می‌باشد (جهانبین و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین پتاسیم از فراوان‌ترین کاتیون داخل سلول‌های گیاهی است که وجود مقدار کافی آن با توجه به نقشی که در حفظ پتانسیل آبی گیاه و جلوگیری از هدر رفت آب دارد، در شرایط تنش آبی، سبب حفظ فعالیت فتوسنتزی و جلوگیری از کاهش شدید فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی می‌شود (توکلی و همکاران، ۲۰۱۵). گیاهان تحت شرایط محیطی متفاوت مواد محلول با وزن مولکولی کم (اسیدهای آمینه، قندهاو...) که بطور کلی مواد محلول سازگار نامیده می شوند را تجمع می نمایند. این مواد بعنوان محافظان اسمزی در طی تنش اسمزی عمل نموده و مقاومت گیاه را نسبت به تنش خشکی افزایش می‌دهند،گسترده‌ترین این مواد پرولین است (دمیرال و ترکان، ۲۰۰۵).

موحدی و همکاران (۱۳۸۳) گزارش کردند که پتاسیم در تشکیل پرولین مؤثر است. طبق آزمایش‌ها، حد بحرانی پتاسیم قابل‌استفاده در خاک برای محصول گندم دیم ۲۰۰ میلی‌گرم درکیلوگرم می‌باشد (ملکوتی، ۱۳۷۶). با توجه به نقش پتاسیم در تنظیم اسمزی، حفظ فشار تورژسانس، عملکرد روزنه‌ای، فعالیت آنزیم‌ها، سنتز پروتئین‌ها، متابولیسم اکسیدان‌ها، فتوسنتز و در نتیجه مقاومت به تنش‌های محیطی (رطوبتی و گرمایی) حاکم در اواخر دوره رشد گندم دیم (پرشدن دانه)، تأمین بهینه این عنصر غذایی در مراحل مختلف رشد گیاه می‌تواند نقش بسزایی در کاهش اثرات تنش‌های محیطی و افزایش کمی و کیفی محصول داشته باشد (رییسی و همکاران، ۲۰۲۱). پژوهشگران دیگری نیز افزایش عملکرد دانه گندم را از طریق محلول‌پاشی سولفات پتاسیم به ویژه در شرایط تنش رطوبتی گزارش کرده‌اند (صادقی فرد و همکاران، ۲۰۲۲).

همچنین گزارش شده است که استفاده از پتاسیم حتی در کمترین سطح به طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد گندم می‌شو(کامپیلو و همکاران،۲۰۱۰). در آزمایشی اثر نیتروژن و پتاسیم بر روی گندم دیم نشان داد که مصرف نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به طور معنی‌داری ارتفاع گیاه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه و عملکرد بیولوژیکی را افزایش داد، همچنین در همین آزمایش مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم منجر به افزایش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه شد (ادنان و همکاران، ۲۰۱۶). نتایجی مبنی بر تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم بر تعداد دانه در سنبله گزارش شده است بطوری‌که با افزایش مصرف نیتروژن و پتاسیم تعداد دانه در سنبله افزایش یافته است (گول و همکاران، ۲۰۱۳).

در آزمایشی اثر محلول‌پاشی نیتروژن و پتاسیم بر گندم دیم در خاک‌های با میزان پتاسیم بالا انجام شد، در این آزمایش تیمارهای ۰ و ۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به‌صورت خاک کاربرد و تیمارهای ۰ و ۳ کیلوگرم پتاسیم و همچنین ۰ و ۳کیلوگرم نیتروژن به‌صورت محلول پاشی استفاده شد، نتایج نشان داد که محلول‌پاشی پتاسیم باعث افزایش عملکرد دانه از ۲۹۸۸ به ۳۰۸۹ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با مصرف خاکی پتاسیم شد که این افزایش عملکرد را به تعداد دانه در سنبله نسبت دادند و به این نتیجه رسیدند که، مصرف پتاسیم به‌صورت محلول‌پاشی در گندم در خاک‌های با پتاسیم بالا، در فصول زراعی تحت شرایط تنش‌های آبی سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود (لیمون-اورتگا و همکاران، ۲۰۲۰). با توجه به نیاز گندم به نیتروژن در مراحل مختلف رشدی و ناپایدار بودن این عنصر در خاک از یک سو و همچنین کاهش شدت جریان پخشیدگی پتاسیم در مراحل قبل از گلدهی و یا در زمان تشکیل دانه به دلیل کاهش میزان رطوبت خاک، لذا به‌منظور فراهم نمودن هم‌زمان منابع نیتروژن و پتاسیم در مراحل میانی و یا

انتهایی رشد گیاه که می‌تواند عامل مؤثری در افزایش کیفیت و کمیت گندم باشد، پروژه تحقیقی- ترویجی حاضر در دو منطقه استان کرمانشاه، شهرستان‌های صحنه و روانسر در مزارع دیم کشاورزان و بر روی رقم گندم ریژاو اجرا شد.

۲- روش شناسی

به‌منظور بهبود کمی و کیفی دانه گندم دیم پروژه تحقیقی- ترویجی در شرایط زارعین استان کرمانشاه در دو منطقه صحنه و روانسر در کرت‌هایی به مساحت ۲۰۰۰ مترمربع برای هر تیمار اجرا شد.عملیات خاک‌ورزی بر اساس شرایط زارعین منطقه گاوآهن قلمی بود.قبل از کاشت از خاک محل اجرای آزمایش نمونه خاکی به روش مرکب از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری در هر منطقه تهیه و توصیه‌های کود فسفر بر اساس آزمون خاک و حد بحرانی ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم صورت گرفت (با توجه به اینکه خاک منطقه روانسر بیش‌ازحد بحرانی بود کود فسفره مصرف نشد، ولی برای منطقه صحنه جهت جبران کمبود فسفر تا حد بحرانی میزان ۳۰ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل مصرف شد. کود نیتروژنی نیز بر اساس توصیه‌های تحقیقاتی (به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) هم‌زمان با کشت به‌صورت جایگذاری مصرف شد. بذر گندم رقم ریژاو(دارای درصد پروتئین بالا، زود رس، مقاوم به زنگ و مقاوم به ورس می‌باشد) با تراکم ۳۸۰ بذر در مترمربع در دهه دوم آبان به‌وسیله کارنده کشت‌گستر (هاسیا) با فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر و عمق ۵ سانتی‌مترکشت شد. جهت کنترل علف‌های هرز از سموم گرانستار و تاپیک به‌ترتیب با میزان ۳۰ گرم در هکتار و ۱ لیتر در هکتار در مرحله پنجه‌دهی استفاده شد.در فصل بهار عملیات محلول‌پاشی تیمارکودی به‌وسیله سمپاش پشتی موتوری در عصر و در پایان مرحله ساقه‌رفتن (مرحله ۳۹ از جدول زادوکس)به‌صورت زیر اعمال شد:

۱- تیمار شاهد یا بدون محلول‌پاشی

۲- محلول‌پاشی رویال آمین (نیتروژن ۶ درصد+ آمینواسید ۱۰ درصد)+ رویال پتاسیم(نیتروژن ۱ درصد+ آمینواسید ۵ درصد+ اکسید پتاسیم ۲۵ درصد) هر کدام به میزان یک لیتر در هکتار(لازم به ذکر است که در هر دو تیمار هیچ‌گونه کود سرکی مصرف نشد). در پایان مرحله رشد فیزیولوژیک در هر منطقه با کادر اندازی تعداد ۹ نمونه از هر تیمار برداشت شد و عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه، عدد فالینگ، میزان گلوتن کل، شاخص گلوتن در هر تیمار بر اساس روش زیر مورد ارزیابی قرار گرفتند.

جدول ۱. میانگین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل‌های اجرای آزمایش

منطقه	کربن آلی (درصد)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر	آهن	روی	مس	منگنز	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	بافت	عمق (سانتی‌متر)
روانسر	۱/۷	۲۸۰	۱۹/۵	۱۸	۰/٦٦	۱/۵	٦	۷/۷	۱/۳	رسی- سیلتی	۰-۳۰
صحنه	۱/۱۲	٤۰۰	۸	٦/۱	۱/۵٤	۰/٤	۱۹/۷	۷/۸	۱/۲۱	لوم- رسی	۰-۳۰

۲-۱- شرایط اکولوژیکی مناطق اجرای پروژه

۲-۱-۱- صحنه

شهرستان صحنه در ۵۵ کیلومتری شهر کرمانشاه و در مسیر جاده همدان قرار گرفته است. طول جغرافیایی شهر ۴۷٫۶۸٫۷۲ و عرض جغرافیایی آن ۳۴٫۴۸٫۴۴ می‌باشد. ارتفاع از سطح دریا ۱۳۸۰ متر است. بارندگی سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ آن ۳۴۷ میلی‌متر و متوسط دمای هوا در سال زراعی ۱۹/۱۵ درجه سانتی‌گراد بود. ویژگی‌های خاک زمین مورد کشت در جدول ۱ آورده شده است.

۲-۱-۲- رَوانسَر

رَوانسَر نیز یکی از شهرهای استان کرمانشاه در غرب ایران و در ۶۸ کیلومتری شهر کرمانشاه واقع شده است. ارتفاع از سطح دریا ۱۳۶۲متر است. میانگین بارندگی سال زراعی روانسر ۳۳۴ میلی‌متر و متوسط دمای هوا در سال زراعی ۱۶/۷۷ درجه سانتی‌گراد بود. ویژگی‌های خاک زمین مورد کشت در جدول ۱ آورده شده است.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- عملکرد دانه و بیولوژیک

نتایج آزمون t صفات نشان داد بین صفات عملکرد دانه و همچنین عملکرد بیولوژیک در هر دو منطقه روانسر و صحنه در تیمار محلول‌پاشی و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲ و۳). هر چند محلول‌پاشی، سبب افزایش عملکرد دانه به میزان ۱۳۷ کیلوگرم در هکتار (۹/۵۵٪) برای منطقه صحنه و افزایش عملکرد دانه به میزان ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار (۱۰/۲۸٪) برای منطقه روانسر شد (جدول ۳ و۲). نتایج بسیاری از محققین مبنی بر تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد دانه گزارش شده است. به‌طوری‌که با افزایش مصرف نیتروژن و پتاسیم عملکرد دانه افزایش یافت (گول و همکاران، ۲۰۱۳).

نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی در چرخه زندگی گیاه است که در تمام مراحل زیستی، ساختمانی مانند تشکیل کلروفیل، اسیدهای آمینه، اسیدهای نوکلئیک، هورمونهای گیاهی (مانند سیتوکینین)، آنزیم‌های گیاهی (نیتریت ریداکتاز، نیترات ریداکتاز و نیتروژناز)، مصرف کربوهیدرات‌ها، تنظیم کننده بین روابط عناصر غذایی و رشد گیاه مؤثر است. بیشترین نیازگندم دیم به نیتروژن، از اوایل پنجه‌دهی تا ظهور خوشه‌ها است و مناسب‌ترین روش تأمین نیتروژن مورد نیاز گندم دیم در این مراحل، محلول‌پاشی می‌باشد. همچنین پتاسیم نقشی اساسی و مهمی در رشد گیاه دارد و می‌تواند نقش مهمی را درتنظیم اسمزی، حفظ فشار تورژسانس، عملکرد روزنه‌ای، فعالیت آنزیم‌ها، سنتز پروتئین‌ها، متابولیسم اکسیدان‌ها، فتوسنتز و در نتیجه مقاومت به تنش‌های محیطی (رطوبتی و گرمایی) حاکم در اواخر دوره رشد گندم دیم (پرشدن دانه)، ایفا نماید. صادقی فرد و همکاران(۲۰۲۰) ، افزایش عملکرد دانه گندم را از طریق محلول‌پاشی سولفات پتاسیم به ویژه در شرایط تنش رطوبتی گزارش کرده‌اند. گزارش شده است که استفاده از پتاسیم حتی در کمترین سطح به‌طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد گندم می‌شود (کامپیلو و همکاران،۲۰۱۰). این نتایج نشان می‌دهد که محلول‌پاشی پتاسیم اثرات منفی ناشی از تنش‌های خشکی را تقلیل می‌دهد. لذا فراهم نمودن هم‌زمان منابع نیتروژن و پتاسیم در مراحل میانی و یا انتهایی رشد گندم دیم که میزان

رطوبت خاک بشدت کاسته شده است می‌تواند عامل مؤثری در افزایش کیفیت و کمیت گندم باشد. مقایسه تیمار محلول‌پاشی در دو منطقه و همچنین تیمار شاهد در دو منطقه بایکدیگر نشان دهنده معنی دار بودن اختلاف در سطح احتمال ۱ درصد($P<0.01$) می‌باشد (جدول ۲ و۳). در منطقه صحنه بطورمیانگین ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به منطقه روانسر افزایش عملکرد دانه داشت. که البته علت آن را می‌توان به افزایش حدود ۴ درصدی میزان بارندگی و همچنین شرایط مناسب مزرعه بویژه بافت خاک در منطقه صحنه نسبت داد.

جدول ۲- آزمون t برای صفت عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)

مکان	میانگین عملکرد دانه محلول‌پاشی (کیلوگرم در هکتار)	میانگین عملکرد دانه شاهد (کیلوگرم در هکتار)	اختلاف میانگین عملکرد دانه محلول‌پاشی و شاهد (کیلوگرم در هکتار)	درصد افزایش شاهد و محلول پاشی	خطای استاندارد		تیمار	اختلاف میانگین عملکرد دانه صحنه و روانسر (کیلوگرم در هکتار)	درصد افزایش صحنه و روانسر	درجه آزادی	خطای استاندارد
روانسر	۱۰۷۰	۹۶۰	۱۱۰^{ns}	۱۰/۲۸	۶۸/۱۱		محلول پاشی	۳۶۴**	۲۵/۹۸	۸	۸۴/۴۵
صحنه	۱۴۳۴	۱۲۹۷	۱۳۷^{ns}	۹/۵۵	۸۰/۲۹		شاهد	۳۳۷**	۲۵/۳۸	۸	۱۰۰/۵۴

ns، *و ** به‌ترتیب غیرمعنی دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۳- آزمون t برای صفت عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)

مکان	میانگین عملکرد بیولوژیک محلول‌پاشی (کیلوگرم در هکتار)	میانگین عملکرد بیولوژیک شاهد (کیلوگرم در هکتار)	اختلاف میانگین عملکرد بیولوژیک محلول‌پاشی و شاهد (کیلوگرم در هکتار)	درصد افزایش شاهد و محلول پاشی	خطای استاندارد		تیمار	اختلاف میانگین عملکرد بیولوژیک صحنه و روانسر (کیلوگرم در هکتار)	درصد افزایش صحنه و روانسر	درجه آزادی	خطای استاندارد
روانسر	۵۰۲۳	۴۸۰۰	۲۲۳^{ns}	۴/۴۳	۱۴۸/۹۵		محلول پاشی	۲۲۰۴**	۳۰/۴۹	۸	۵۶/۶۶
صحنه	۷۲۲۷	۶۶۶۰	۵۶۷^{ns}	۷/۸۴	۲۶۹/۸۷		شاهد	۱۸۶۰**	۲۷/۹۲	۸	۲۸۵/۰۱

ns، *و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

۳-۲- صفات کیفی دانه

۳-۲-۱- فالینگ نامبر

نتایج آزمون t صفات نشان داد در منطقه روانسر تفاوت فالینگ نامبر در تیمار محلول‌پاشی و تیمار شاهد در سطح ۱ ٪ معنی‌دار شد. زمان فالینگ نامبر در تیمار محلول‌پاشی ۱۶/۴ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت (جدول۴). زمان فالینگ نامبر بین تیمار محلول‌پاشی و تیمار شاهد منطقه صحنه در معنی‌دار نشد (جدول۴). صفت فالینگ نامبر میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز یا تبدیل نشانسته به قند ساده در بذر را نشان می‌دهد. در نیمه دوم دوره پرشدن دانه در بذر تنش خشکی و دما بر میزان و کارایی فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز در بذر اثر گذاشته و فعالیت آن را کاهش می‌دهد (یا میزان فالینگ نامبر را افزایش می‌دهد). به همین دلیل هم در دو منطقه و هم در تیمار محلول‌پاشی مقادیر آنها از محدوده استاندارد ۲۵۰-۳۵۰ ثانیه بالاتر است. این صفت نقش مهمی در کیفیت پخت

نان حاصل از آرد گندم دارد و افزایش یا کاهش این صفت از محدوده مذکور باعث کاهش کیفیت بذر و آرد گندم می‌شود. زمان فالینگ نامبر در تیمار شاهد در منطقه صحنه ۴۷۱ ثانیه بود که نسبت به تیمار شاهد در منطقه روانسر با زمان فالینگ نامبر ۳۸۸ ثانیه ۱۷/۶ درصد افزایش داشت و این تفاوت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۴). همچنین زمان فالینگ نامبر در تیمار محلول‌پاشی در منطقه صحنه ۵۱۰ ثانیه بود که نسبت به تیمار محلول پاشی در منطقه روانسر با زمان فالینگ نامبر ۴۶۴ ثانیه ۹/۰ درصد افزایش داشت، هرچند این تفاوت معنی‌دار نشد (جدول۴).

۳-۲-۲-گلوتن کل

نتایج آزمون t صفات نشان داد در منطقه روانسر تفاوت میزان گلوتن کل بین تیمار شاهد و محلول پاشی معنی‌دار نشد میزان گلوتن کل در تیمار محلول پاشی ۴/۴ گرم و در تیمار شاهد ۴ گرم بود(جدول ۵). در منطقه صحنه نیز تفاوت میزان گلوتن کل بین تیمار شاهد و محلول پاشی معنی‌دار نشد. میزان گلوتن کل در تیمار محلول پاشی منطقه صحنه ۴/۷ گرم و در تیمار شاهد ۴/۶ گرم بود (جدول ۵).

میزان گلوتن کل در تیمار شاهد در منطقه صحنه ۴/۶ گرم بود که نسبت به تیمار شاهد در منطقه روانسر با میزان گلوتن کل ۴ گرم ۱۳/۴ درصد افزایش داشت و این تفاوت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۵). همچنین میزان گلوتن کل در تیمار محلول‌پاشی در منطقه صحنه ۴/۷ گرم بود که نسبت به تیمار محلول‌پاشی در منطقه روانسر با میزان گلوتن کل ۴/۴ گرم ۶/۳۸ درصد افزایش داشت و این تفاوت در سطح ۵٪ معنی‌دار شد (جدول ۵). قرنجیک و گالشی(۱۳۸۰) گزارش کردند که افزایش مقدار کود اوره به‌صورت محلول پاشی برگی، موجب افزایش درصد پروتئین دانه در مقایسه با شاهد می‌شود. تأمین نیتروژن موردنیاز گندم دیم در مراحل زایشی علاوه بر تأثیر در عملکرد دانه می‌تواند کیفیت آن را افزایش دهد.

جدول ٤- آزمون t برای صفت فالینگ نامبر

مکان	میانگین فالینگ نامبر محلول‌پاشی (ثانیه)	میانگین فالینگ نامبر شاهد (ثانیه)	اختلاف میانگین فالینگ نامبر محلول‌پاشی و شاهد (ثانیه)	درصد افزایش محلول‌پاشی و شاهد	خطای استاندارد	تیمار	اختلاف میانگین فالینگ نامبر صحنه و روانسر (ثانیه)	درصد افزایش صحنه و روانسر	درجه آزادی	خطای استاندارد
روانسر	٤٦٤	٣٨٨	٧٦	١٦/٣٧	١٦/١٨	محلول پاشی	٤٦^{ns}	٩/٠١	٨	٧١/٦
صحنه	٥١٠	٤٧١	٣٩	٧/٦٤	٢٣/٠٤	شاهد	٨٣**	١٧/٦٢	٨	١٤/٤

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۵- آزمون t برای صفت گلوتن کل

مکان	میانگین گلوتن کل محلول پاشی(گرم)	میانگین گلوتن کل شاهد(گرم)	اختلاف میانگین گلوتن کل محلول پاشی و شاهد(گرم)	درصد افزایش (٪)	خطای استاندارد	تیمار	اختلاف میانگین گلوتن کل صحنه و روانسر(گرم)	درصد افزایش (٪)	درجه آزادی	خطای استاندارد
روانسر	٤/٤	٤/٠	٠/٤	٩/٠٩	٠/٥١	شاهد	٠/٦^{ns}	١٣/٠٤	٨	٠/٠٨
صحنه	٤/٧	٤/٦	٠/١	٢/١٢	٠/٥٢	محلول پاشی	٠/٣**	٦/٣٨	٨	٠/١٤

ns، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

۳-۳-۳- شاخص گلوتن

نتایج آزمون t صفات نشان داد در هر دو منطقه روانسر و صحنه تفاوت شاخص گلوتن بین تیمار شاهد و محلول‌پاشی معنی‌دار نشد (جدول۶). اما از آنجایی که تغذیه گیاه زراعی به‌ویژه در شرایط دیم به دلیل وابسته بودن به میزان بارندگی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لذا نتایج نشان دادند میزان گلوتن کل و شاخص گلوتن که به‌ترتیب کمیت و کیفیت پروتئین گلوتن در بذر را نشان می‌دهند تحت تیمار محلول‌پاشی افزایش یافته‌اند. به‌طوری‌که میزان هر دو صفت در محلول‌پاشی نسبت به عدم محلول‌پاشی بیشتر بوده است. دلیل آن‌هم این است که اساس شبکه پروتئین گلوتن، عنصر نیتروژن است و استفاده از محلول کودی نیتروژن این اثر مهم تغذیه‌ای را در گندم به وجود آورده است. در سال‌های اخیر میزان بارندگی در استان کرمانشاه کاهش چشمگیری داشته است و مدیریت تغذیه گیاهان زراعی را در زراعت دیم به‌ویژه گندم با مشکل مواجه کرده است. اما طبق نتایج به‌دست‌آمده چون در محلول‌پاشی جذب عناصر غذایی سریع‌تر است و همچنین هدر رفت بعضی عناصر ازجمله نیتروژن نیز کمتر است و یا به عبارتی کارایی تغذیه گیاه بیشتر می‌شود، بنابراین می‌توان توصیه کرد که کشاورزان گندم‌کار برای افزایش کمی و کیفی محصول خود از روش محلول‌پاشی عناصر غذایی (پرمصرف و کم‌مصرف) استفاده کنند.

شاخص گلوتن در تیمار شاهد در منطقه صحنه نسبت به تیمار شاهد در منطقه روانسر افزایش ۵ درصدی داشت و این تفاوت در سطح ۵٪ معنی‌دار شد (جدول۶). همچنین شاخص گلوتن در تیمار محلول‌پاشی در منطقه صحنه ۶۳ درصد بود که نسبت به تیمار محلول‌پاشی در منطقه روانسر با شاخص گلوتن ۶۱ درصد افزایش ۲ درصدی داشت و این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار نشد (جدول۶).

جدول ٦- آزمون t برای صفت شاخص گلوتن

مکان	میانگین شاخص گلوتن محلول‌پاشی (٪)	میانگین شاخص گلوتن شاهد(٪)	اختلاف میانگین شاخص گلوتن محلول‌پاشی و شاهد(٪)	درصد افزایش (٪)	خطای استاندارد	تیمار	اختلاف میانگین شاخص گلوتن صحنه و روانسر(٪)	درصد افزایش (٪)	درجه آزادی	خطای استاندارد
روانسر	٦١	٥٧	٤	٦/٥٥	٧/٧	شاهد	٣ns	٥/٠٠	٨	٠/٩٤
صحنه	٦٣	٦٠	٣	٤/٧٦	٧/٦	محلول پاشی	٢**	٣/١٧	٨	١/٤١

ns، *و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ٥ و ١ درصد

٤- نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که در هر دو منطقه میزان عملکرد دانه در تیمار محلول‌پاشی حدود ۱۰ درصد (۱۲۴ کیلوگرم در هکتار) نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت. همچنین تیمار محلول‌پاشی سبب افزایش شاخص‌های کیفی دانه شد، به‌طوری که در هر دو منطقه محلول‌پاشی سبب افزایش میزان گلوتن کل، شاخص گلوتن عدد فالینگ از ۷ تا ۱۶ درصد شد. بنابراین در مزارع دیم ممکن است عناصر غذایی به مقدار کافی در توده خاک موجود باشد ولی در زمان قبل ازگلدهی و یا زمان تشکیل دانه به دلیل کاهش رطوبت خاک و پیر شدن ریشه گیاه جذب عناصر غذایی در محلول خاک به مقدار زیادی کاهش یابد و این موضوع در مورد خاک این مزارع مصداق دارد بطوریکه از نتایج آزمون خاک مشاهده می‌شود میزان پتاسیم موجود در هر دو خاک بیشتر از حد بحرانی(۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم) است. لذا در این شرایط آسان ترین راه در دسترس قرار دادن عناصر غذایی محلول پاشی می‌باشد. برای افزایش عملکرد دانه گندم دیم و پایداری تولید این محصول در مناطق معتدل سرد و نیمه‌گرمسیری کشور مصرف بهینه کودهای نیتروژنی پایه همزمان با کاشت از اولویت ویژه‌ای برخوردار باشد و محلول‌پاشی جهت افزایش کمی و کیفی گندم دیم و غنی‌سازی این محصول به‌عنوان مکملی جهت تأمین بخشی از این عنصر غذایی در نظر گرفته شود.

فهرست منابع

امام یحیی، سلیمی کوچی سمیه، شکوفا آوات (۱۳۸۸). **تأثیر سطوح مختلف کود نیتروزن دار بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم در شرایط ابیو دیم**. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۷:۳۳۱-۳۲۱.

روحی، ابراهیم؛ سـدری، محمد (۱۳۹۷). **توصـیه‌های دهگانه فنی – ترویجی مدیریت تغذیه گندم دیم در استان کردستان**، سازمان تحقیقات،آموزش وترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشرآموزش کشاورزی. ۳۲ص.

قرنجیک، آراز قلی؛ گالشـی سـراله (۱۳۸۰). **اثر محلول‌پاشـی کود اوره بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه دو رقم گندم** . مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی۲ : ۹۸-۸۷ .

ملکوتی، محمد جعفر؛ غیبی، محمد نبی (۱۳۷۶).**تعیین حد بحرانی عناصر غذایی محصولات استراتژیک و توصیه صحیح کودی در کشور**. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

موحدی دهنوی، محسـن؛ مدرس ثانوی، سـید علی محمد؛ سـروش زاده، علی؛ جلالی جوران، مختار (۱۳۸۳). **تغییرات میزان پرولین، قندهای محلول کل،کلروفیل(SPAD) و فلورسـانس کلروفیل در ارقام گلرنگ پاییزه تحت تنش خشکی و محلول‌پاشی روی و منگنز.** فصلنامه خشکی و خشکسالی،شماره ۱۲، تابستان ۱۳۸۳، وزارت جهاد کشاورزی، تهران ، ایران.

میرمجیدی هشتجین، عادل؛ فامیل مومن، رضا؛ گودرزی، فرزاد (۱۳۹۵). **کاهش ضایعات محصولات کشاورزی راهبرد اصـلی در ارتقاء امنیت غذایی.** سـازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشـاورزی. دفتر برنامه‌ریزی و پایش امور پژوهشی. ۴۰ص.

Adnan M, Shah Z, Ullah H, Khan B, Arshad M, Ahmad M. I, Ali khan G, AlamM,Basir A, Rahman I, Ali M , Ullah khan W (2016). **Yield response of wheat to nitrogen and potassium fertilization. Published by Bolan Society for Pure and Applied Biology**. http://dx.doi.org/10.19045/bspab.2016.50109.

Agricultural Statistics. (2021-2022). **Ministry of Agriculture Jihad, Crops,** No1: p. 100. [In Persian]

Campillo R, Jobet C &Undurraga P (2010). **Effects of nitrogen on productivity, grain quality, and optimal nitrogen rates in winter wheat cv. kumpainia in andisols of southern Chile**. *Chilian Journal of Agricultural Research* 70: 122-131.

Dashadi, M. (2020). I**nfluence of nitrogen and potassium application on yield and yield components of Rainfed wheat under different rotation managements**. Iranian Dryland Agronomy Journal, 9 (2), 153-172. https://doi.org/10.22092/idaj.2020.342343.297. [In Persian]

Demiral T, Turkan I. (2005). **Comparative lipid peroxidation, antioxidant defense systems and proline content in roots of two rice cultivars differing in salt tolerance**. Environmental and Experimental Botany. 53: 247-257.

Food and Agriculture Organization. **Wheat production in 2020 from pick lists**: Crops/World regions/Production quantity. UN Food and Agriculture Organization, Statistics Division, FAOSTAT. 2022. Retrieved 7 March 2022.

Gul B, Ansari R, Flowers TJ, Khan MA. (2013). **Germination strategies of halophyte seeds under salinity.** Environ Exp Bot, 92: 4-18.

Heisey P, Norton GW. (2007). **Fertilizer and other chemicals**. In: R. Evenson and P. Pingali (eds). Handbook of Agricultural Economics, Elsevier BV, Amsterdam. 3:2747-2783.

Jahanbin, Sh., Vafapour, M., Yadavi, A., & Behzadi, Y. (2015). **Assessment of growth and some characteristics of wheat cultivar of alvand under deficit irrigation and foliar application of potassium di-hydrogen phosphate**. Agricultural Science and Sustainable Production, 103-118. SID. https://sid.ir/paper/180657/en. [In Persian]

Limon-ortega A, Munguia-Lopez J. P, Espitia-Rangel E. (2020). **Foliar K application to rainfed wheat in a soil testing high K as an option to improve K use efficiency, grain yield and yield components**. Journal of plant Nutrition, 43:8.

Reisi, R., Abooei Mehrizi, F., & Poustini, K. (2021). **Evaluation of soluble carbohydrates remobilization and some physiological traits of different bread wheat (Triticum aestivum L.) cultivars under salt stress and non-stressed conditions. Iranian** Journal of Field Crop Science, 52 (2), 229-240. https://doi.org/ 10.22059/IJFCS.2020.299064.654697. [In Persian]

Sadeghi Fard, M., Malakouti, M. J., Jalali, V., & Zare, A. A. (2022). **Investigation of the role of potassium Sulfate solution containing zinc chelate in increasing yield and decreasing water consumption in wheat in Kahnooj region (Kerman).** Plant Process and Function, 11(49), 63-74. https://doi.org/20.1001.1.23222727.1401.11.49.8.1 [In Persian]

Tavakoli, N., Ebadi Khazineh., A., & Tavakoli1, H. (2015). **Variations of dry matter yield, some of osmolytes and nutrient elements in wheat genotypes (Triticum aestivum L.) under drought stress**. Ecophysiology, 9- 35 (3), 353-370. [In Persian]

Zhao G. C. (2006). **Effects of nitrogen fertilizer use of winter wheat and content of sohl nitrate different fertility condition.** ActaEcologi. Sci. 26:815-8