

## بررسی اثر کود زیستی ازتوباکتر و مدیریت کود اوره، توأم با کود حیوانی بر عملکرد و پروتئین گندم دیم

محمدحسین سدري<sup>1</sup>، ابراهیم روحی و محمدکوهسار بستانی

استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،

سنندج، ایران؛ Sedri\_mh@yahoo.com

استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، سنندج، ایران؛ roohiebrahim@yahoo.com

محقق بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،

سنندج، ایران؛ mkb1348@yahoo.com

ص 109-125

دریافت: 1400/8/11 و پذیرش: 1401/2/21

### چکیده

به منظور بررسی اثر کود زیستی ازتوباکتر و مدیریت مصرف کود اوره توأم با کود حیوانی بر عملکرد و پروتئین گندم دیم، آزمایشی با دو سطح کود حیوانی شامل M0 (بدون کود حیوانی) و M15 (15 تن در هکتار کود حیوانی) و ده تیمار کودی با ترکیب‌های مختلف روش و زمان مصرف کود اوره و تلقیح بذر با ازتوباکتر شامل، T1 = شاهد (بدون اوره و عدم تلقیح بذر با ازتوباکتر) T2 = کل اوره در پائیز، T3 = کل اوره در اوایل بهار به صورت سرک، T4 = نصف اوره در پائیز + نصف دیگر اوره در اوایل بهار به صورت سرک، T5 = نصف اوره در پائیز + محلول‌پاشی 5% اوره (در مرحله پنجه‌دهی)، T6 = تلقیح بذر با ازتوباکتر، T7=(T6 + T2)، T8=(T6 + T3)، T9=(T6 + T4) و T5 + T6 = T10 بر روی رقم گندم دیم آذر 2 در سه تکرار، به صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی در تناوب گندم-آیش به مدت دو سال زراعی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم قاملو (کردستان) به اجرا در آمد. نتایج مشخص نمود که اثر کود حیوانی بر عملکردهای بیولوژیک و دانه در سطح (p<0/01) و بر وزن هزار دانه (p<0/05) معنی‌دار بود. اثر تیمارهای کودی بر عملکردهای بیولوژیک و دانه و وزن هزار دانه (p<0/01) معنی‌دار بود. اثر متقابل کود حیوانی و تیمارهای کودی بر هیچ‌کدام از خصوصیات عملکردی معنی‌دار نبود. میانگین عملکرد دانه در تیمارهای T4، T8، T3، T2، T5، T9، T7 و T10 نسبت به شاهد، به ترتیب به میزان 833، 845، 759، 759، 678، 657، 622 و 622 کیلوگرم در هکتار افزایش نشان دادند و همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند. اما عملکرد دانه در تیمار ازتوباکتر، با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. اثر متقابل کود حیوانی و تیمارهای کودی بر پروتئین دانه معنی‌دار بود (p<0/05). اثر تیمارهای کودی بر پروتئین دانه فقط برای تیمار T8 معنی‌دار (p<0/05) بود. نتیجه کلی این بود که در گندم، دیم مصرف کل کود اوره در پائیز به عنوان بهترین زمان مصرف و در شرایط مصرف نصف کود اوره در پائیز، محلول‌پاشی (پنج درصد) اوره در مرحله پنجه‌دهی در بهار به عنوان تکمیل‌کننده تغذیه نیتروژنی، قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: کود نیتروژنی، خصوصیات کیفی گندم، زمان مصرف کود

<sup>1</sup> نویسنده مسئول، آدرس: سنندج، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، بخش تحقیقات خاک و آب

## مقدمه

گندم (*Triticum aestivum L.*) یکی از محصولات استراتژیکی است که در کشور از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. با توجه به عملکرد پائین و سطح قابل توجه مناطق تحت کشت گندم دیم ایران، ضرورت دارد راه‌کارهای لازم برای افزایش میزان محصول در واحد سطح مورد بررسی قرار گیرد. یکی از این راه‌کارهای اساسی و مؤثر در ارتقای سطح تولید و بهبود خصوصیات کیفی محصولات کشاورزی، مصرف بهینه کودهای شیمیایی است. نیتروژن، یکی از مهمترین عناصر غذایی ضروری و عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در محصولات زراعی می‌باشد. کمبود مواد آلی در مناطق خشک و نیمه خشک به عنوان منبع طبیعی نیتروژن مورد نیاز گیاه و تنش رطوبتی به عنوان مانع اصلی جذب نیتروژن، همواره مطرح بوده و بعد از تنش رطوبتی، تنش نیتروژنی، مهمترین عامل محدود کننده گندم دیم محسوب می‌شود (ریان و همکاران، 2008).

در مناطق دیم، عامل تعیین کننده اصلی در جذب نیتروژن، میزان بارندگی و پراکنش مناسب در مراحل مختلف رشد و نیاز گیاه به آب است به طوری که این عامل مهم، ایجاب می‌کند عملیات کشاورزی و مدیریت مزرعه و بالاخص کود دهی در این گونه مناطق، به نحو مطلوب و ویژه‌ای که با مناطق تحت کشت آبیاری، تفاوت اساسی دارد، انجام گیرد. در بین عناصر تغذیه‌ای، نیتروژن به دلیل نقش‌های مهم و مختلف در کنترل سیستم بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گیاه، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کمبود نیتروژن، از عمومی‌ترین و رایج‌ترین کمبودهای عناصر غذایی در غلات دانه ریز به شمار می‌رود. کمبود نیتروژن می‌تواند باعث تجزیه فرآورده‌های کلروفیلی، رنگ پریدگی و زردی گیاه شده و فعالیت بیوشیمیایی گیاه را مختل سازد. در اکثر اراضی دیم استان کردستان و منطقه غرب کشور به علت عدم بازگشت بقایای حاصل از برداشت به زمین و همچنین سوزاندن کلس، اغلب خاک‌های کشاورزی، با فقر ماده آلی مواجه

است به همین دلیل کمبود شدید نیتروژن در مزارع گندم به صورت لکه‌های رنگ پریده و نقصان رشد در اکثر مناطق مشهود بوده و همچنان به عنوان یکی از شایع‌ترین کمبودهای مهم تغذیه‌ای محدود کننده تولید گندم، مطرح است و ضروری است، که بیشتر مورد توجه قرار گیرد. در مزارع گندم دیم، مصرف کود اوره به میزان 30 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در دو تقسیم (نصف در پائیز و نصف در بهار قبل از شروع اولین بارندگی بهاره) توصیه شده است (توشیح، 1376). برخی از محققین معتقدند که مصرف پائیزه کود نیتروژنی در گندم، امکان هدر رفت نیتروژن از طریق آبشویی را افزایش داده و به عنوان خطر جدی در آلودگی محیط‌زیست محسوب می‌گردد (کوهران و همکاران، 1978). عبدلمنعم و ریان (1997)، معتقدند که تلفات نیتروژن از طریق آبشویی در شرایط دیم، مشکلی محسوب نمی‌شود در صورتی که در شرایط آبی، تلفات نیتروژن از این طریق اصلی‌ترین مشکل کاهش و از دسترس خارج شدن نیتروژن است. فیضی اصل و همکاران (1386)، معتقدند که کاربرد پائیزه دو منبع کود نیتروژنی نترات آمونیوم و اوره بهتر از کاربرد تقسیمی آن بوده و از بین دو کود مورد آزمایش، کود اوره نسبت به کود نترات آمونیوم، به لحاظ عملکرد دانه، کارایی استفاده از نیتروژن و درصد پروتئین دانه را ارجح‌تر دانسته اند.

فیضی اصل و همکاران (1386)، بر اساس نتایج آزمایش چند ساله، در شرایط مناطق دیم مراغه، قاملو و زنجان، برای دستیابی به حداکثر 95 درصد عملکرد دانه، نیاز نیتروژنی گندم دیم آذر2 را به ترتیب 65، 75 و 55 کیلوگرم در هکتار از منبع اوره یا نترات آمونیوم اعلام کردند و تأکید نمودند که این مقادیر، تماماً در پائیز همزمان با کاشت و بدون اختلاط با بذر مصرف شود. آبرول (1990)، معتقد است محلول‌پاشی اوره، به عنوان مکملی برای مصرف این کود در خاک، محسوب می‌شود و اعلام کرد که محلول‌پاشی اوره در مراحل قبل از گرده - افشانی گندم، می‌تواند نیازهای نیتروژنی سنبله گندم، را

صورت گرفت که نتایج مثبتی داشت (سوبارائو، 1988). در یک آزمایش مزرعه‌ای که توسط (سوندارا و همکاران، 1962) انجام شد، تلقیح ازتوباکتر همراه با کود دامی، موجب 2/37 درصد افزایش عملکرد در دانه گندم شد. همچنین گزارشات مشابه متعددی در مورد اثر کود ازتوباکتین به ویژه به همراه کود دامی روی محصولاتی مانند گندم، ذرت و همچنین ازن وجود دارد (مارتینز تولدو و گونزالز، 1988؛ مشرام، 1982؛ نیتو و فرانکبرگر، 1990؛ یاهالون، 1984). گزارشات متعدد، نشان داده که تلقیح گیاهان با باکتری ازتوباکتر، علاوه بر افزایش عملکرد 5-35 درصدی، موجب کاهش در مصرف کودهای نیتروژنی می‌گردد.

ارزانش (1382) با بررسی تلقیح بذور گندم پائیزه، با باکتری تثبیت کننده نیتروژن *brasilense strain* Azaspirillum Sp7 با سه سطح نیتروژن 50، 100 و 150 کیلوگرم اوره در گندم رقم مهدوی، گزارش نمود که تلقیح بذور با این باکتری بر روی عملکرد، نیتروژن و فسفر دانه، اثر معنی‌داری نداشته و این اثر، فقط بر روی وزن هزار دانه و پتاسیم دانه معنی‌دار (در سطح پنج درصد) بود. اردکانی و همکاران (1382)، گزارش نمودند که تلقیح بذر با باکتری *Azaspirillum brasilense*، میزان کارایی جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه و در دانه را به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش داده و همچنین اعلام نمودند که این امر، به دلیل تثبیت زیستی نیتروژن و افزایش سطح توسعه ریشه و جذب بیشتر آب و عناصر غذایی بوده و با کاربرد کود دامی در اکثر موارد، فعالیت میکروارگانسیم‌ها، بهبود یافته و موجب جذب بیشتر عناصر غذایی گشته بود. نتایج تحقیقات اردکانی و همکاران (1382)، نشان داد که مصرف کود دامی پوسیده، موجب افزایش میزان مواد عناصر معدنی در اطراف ریشه گیاه شده بود که در نتیجه آن، غلظت این عناصر در اندام-های گیاهی، نیز افزایش یافته بود. در ارتباط با تلقیح بذر با باکتری آزوسپیریولوم و میکوریز، بهترین نتیجه در تیمارهایی عاید گردید که از کود دامی، استفاده شده بود.

بدون ایجاد ورس، تأمین نماید و باعث افزایش تعداد سنبلیچه‌های بارور در سنبله گردد. توشیح (1381)، بر اساس نتایج تحقیقات انجام گرفته در کردستان مشخص نمود که محلول‌پاشی اوره با غلظت 10 درصد در مرحله پنجه‌دهی بر روی گندم رقم سرداری می‌تواند جایگزین خوبی برای روش معمول کود دهی سرک بهاره می‌باشد (احمد و کبیرت، 2014). یکی از مناسب‌ترین و مفیدترین راهکارها برای کمک به بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه، استفاده از فنآوری زیستی و ترکیبات غیرآلاینده محیط زیست، به ویژه باکتری‌های تولیدکننده محرک‌های رشد گیاهی است. باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه<sup>1</sup> (PGPR) قادرند در طول فصل رشد گیاه، با استفاده از مکانیسم‌های مختلف، در یک یا چند مرحله شاخص‌های مختلف، رشد را بهبود بخشیده و در نهایت، موجب افزایش کمی و کیفی عملکرد در گیاهان مختلف از جمله گندم شوند.

این گروه از باکتری‌ها در خاک‌ها، به طور طبیعی وجود دارند، ولی تعداد و تراکم این باکتری‌ها در خاک پایین است، بنابراین تلقیح بذرهای گیاهان با این باکتری‌ها می‌تواند جمعیت آن‌ها را به حد مطلوب رسانده و در نتیجه، منجر به بروز اثر مفید آن‌ها در خاک شوند (نظری و سیدشریفی، 2013). ازتوباکتر، باکتری تثبیت کننده نیتروژن هوا از خانواده ازتوباکتراسه، هتروتروف، هوازی مطلق و گرم منفی است. ازتوباکتر در سال 1901 در آمریکا از خاک، جداسازی و شناسایی شد (تامسون و اسکرمن، 1979)، ولی کاربرد آن در کشاورزی، از روسیه آغاز شد، به طوری که در سال‌های 1958 تا 1960 در اتحاد جماهیرشوروی سابق، 23 آزمون مزرعه‌ای به منظور تعیین عکس‌العمل محصولات مختلف به تلقیح با ازتوباکتر انجام شد که هشت مزرعه از جمله گندم پائیزه و بهاره به افزایش عملکرد، عکس‌العمل معنی‌داری را نشان دادند (سوبارائو، 1988). در هندوستان، نیز چنین آزمایشاتی بر روی محصولات مختلف، از جمله گندم

<sup>1</sup> Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR)

- آیا پروتئین دانه و عملکرد گندم دیم، تابع مصرف توأم کود حیوانی، زمان و روش مصرف اوره و تلقیح بذر با کود زیستی ازتوباکتر است؟

### مواد و روش‌ها

به منظور کاهش مصرف کودهای نیتروژنی و با هدف ارزیابی استفاده از کود زیستی ازتوباکتر در مدیریت‌های مختلف کود اوره شامل زمان مصرف و تقسیم کود اوره و محلول‌پاشی اوره توأم با کود دامی بر عملکرد و میزان پروتئین گندم دیم، آزمایشی مزرعه‌ای با ده تیمار زمان و روش‌های مختلف مصرف کود اوره و مایه تلقیح ازتوباکتر، شامل تیمارهای T1- شاهد (بدون اوره و عدم تلقیح بذر با ازتوباکتر) T2- کل اوره در پائیز همزمان با کشت، T3- کل اوره در اوایل بهار به صورت سرک، T4- نصف اوره همزمان با کشت در پائیز + نصف دیگر اوره در اوایل بهار به صورت سرک، T5- نصف اوره همزمان با کشت در پائیز + محلول‌پاشی 5% اوره (در مرحله پنجاه‌دهی)، T6- تلقیح بذر با ازتوباکتر، T7- (تیمار T2 + تلقیح بذر با ازتوباکتر)، T8- (تیمار T3 + تلقیح بذر با ازتوباکتر)، T9- (تیمار T4 + تلقیح بذر با ازتوباکتر) و T10- (تیمار T5 + تلقیح بذر با ازتوباکتر) به عنوان عامل فرعی و دو سطح ماده آلی (کود حیوانی پوسیده شده) شامل، M0 (بدون کود حیوانی)، M15 (15 تن در هکتار کود حیوانی) به عنوان عامل اصلی بر روی رقم گندم دیم آذر2 در سه تکرار، به صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در تناوب گندم-آیش- گندم، به مدت دو سال زراعی اجرا شد.

به منظور اجرای آزمایش، قطعه زمینی به مساحت 1200 مترمربع در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم قاملو، انتخاب و عملیات آماده‌سازی زمین مورد نظر، شامل شخم عمیق و دیسک‌زنی و تسطیح در پائیز، انجام شد. عملیات گونیا کردن، تراژ، میخ‌کوبی، طناب‌کشی مطابق نقشه آزمایشی انجام گردید. کرت‌هایی به ابعاد 20 متر مربع (5 × 4 مترمربع) با فاصله تکرار و تیمار نیم متر،

نتایج تحقیقات محمودی (1382) مشخص نمود که تلقیح بذر گندم دیم با مایه تلقیح ازتوباکتر با بستر مایع به همراه مصرف کود گاوی، با میانگین عملکرد 3610 کیلوگرم در هکتار، نسبت به تیمار مصرف 60 کیلوگرم نیتروژن خالص، به میزان 332 کیلوگرم، افزایش نشان داد و همچنین مشخص نمود که مایه تلقیح، فقط در صورت مصرف کود دامی بر شاخص‌های رشد، اثر معنی‌داری داشته و موجب افزایش میزان جذب روی و درصد پروتئین دانه شده بود. تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر بخشی مایه تلقیح ازتوباکتر، تعیین کاربردی‌ترین روش مصرف کود اوره و ارزیابی اثرکود حیوانی بر خصوصیات کمی و کیفی گندم دیم و ارتقاء میزان ماده آلی خاک‌های تحت کشت گندم دیم استان کردستان و در راستای پاسخ به سوالات ذیل انجام شد:

- آیا تلقیح بذر با مایه تلقیح ازتوباکتر، به تنهایی نیتروژن مورد نیاز گندم دیم را تأمین می‌کند؟
- اگر جواب مثبت باشد، پس دیگر نیازی به مصرف کود شیمیایی اوره نخواهد بود و اگر پاسخ منفی باشد، کدام ترکیب مصرف اوره به عنوان بهترین ترکیب همراه با تلقیح بذر در تأمین نیتروژن مورد نیاز گندم دیم می‌تواند بیشترین تاثیر را بر خصوصیات کمی و کیفی گندم دیم داشته باشد؟
- با توجه به تغییر شرایط آب و هوایی منطقه نسبت به سالیان گذشته که قطعاً متاثر از تغییر اقلیم جهانی است، آیا بهترین زمان مصرف کود اوره همچنان بر اساس توصیه تحقیقاتی گذشته (انجام دو تقسیم اوره در پائیز و بهار) مناسب استان و منطقه غرب است یا مصرف کل اوره در پائیز یا بهار؟
- آیا مصرف کود حیوانی بر کارایی و اثربخشی مایه تلقیح ازتوباکتر در زراعت گندم دیم موثر است؟
- آیا محلول‌پاشی گندم دیم با اوره در بهار، جایگزین مناسبی برای مصرف سرک کود اوره در بهار محسوب می‌شود؟

## مشخصات جغرافیایی و برخی از پارامترهای اقلیمی محل اجرای آزمایش

ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم قاملو با طول جغرافیایی 47 درجه شرقی و عرض جغرافیایی 35/20 درجه شمال در ارتفاع 1500 متری از سطح دریا قرار دارد و از یک اقلیم نیمه‌خشک سرد، برخوردار است. میزان بارندگی در سال اول آزمایش، 333/7 میلی‌متر بود که در مقایسه با میانگین بلند مدت، 66/3 میلی‌متر و نسبت به سال گذشته، 21/4 درصد کاهش داشته است. پراکنش بارندگی در پائیز 94/1، در زمستان 158 و در بهار 81/6 میلی‌متر بوده است. بارندگی‌ها 28/2 درصد در پائیز، 47/3 درصد در زمستان و 24/5 درصد در بهار به وقوع پیوسته‌اند. داده‌های درجه حرارت نشان می‌دهند که متوسط دمای سال اول آزمایش، 5/7 درجه سانتی‌گراد بوده که در مقایسه با میانگین بلند مدت 3/9 درجه سانتی‌گراد و نسبت به سال گذشته، 3 درجه سانتی‌گراد، کاهش داشته است. مجموع روزهای زیر صفر، 127 روز بوده که نسبت به سال گذشته، 16 روز افزایش داشته است.

میزان بارندگی‌ها در مهر ماه، کمتر از مقدار موثر بوده و لذا جوانه‌زنی در مهر ماه، صورت نگرفت. در آبان ماه، نیز اگرچه بارندگی مناسب بود، ولی در نیمه دوم آبان ماه، بارندگی موثر، اتفاق افتاد و به دلیل شروع یخبندان‌ها جوانه‌زنی، در طی پائیز بسیار ضعیف بود. شروع رشد مجدد در اسفند ماه، نیز بدلیل یخبندان‌های موجود (تعداد 19 روز) و پائین بودن متوسط درجه حرارت (7/7 درجه سانتی‌گراد)، به خوبی از سرگرفته نشد. قطع تقریباً 30 روزه بارندگی در اواخر اسفند ماه و همچنین در اوایل فروردین ماه، خود موجبات بروز تنش خشکی را در مراحل 1-2 برگی را فراهم نمود. ولی در اردیبهشت ماه، بعلاوه بارندگی کافی و بالا رفتن متوسط درجه حرارت، تقریباً شرایط مساعدی برای رشد فراهم نمود. در خرداد ماه، به علت کمبود و یا عدم بارندگی و همچنین نقصان رطوبتی خاک مراحل زایشی، بخصوص مرحله گل‌دهی و پرشدن دانه با تنش آخر فصل مواجه

در نظر گرفته شد. قبل از انجام کشت، نمونه مرکب خاک از هر تکرار تهیه و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید. بذر مصرفی از رقم آذر 2 با سم قارچ کش دی وای دنت (با نسبت 2 در هزار) آغشته و با تراکم 150 کیلوگرم در هکتار، توسط بذرکار آزمایشی ویتراشنایگر کشت گردید. در تیمارهای مصرف مایه تلقیح ازتوباکتر، بذور گندم در سال اول بر اساس دستورالعمل مایه تلقیح ازتوباکتر تجاری در بستر جامد (به تعداد تقریبی 10<sup>7</sup> باکتری در هر گرم) و در سال دوم از کشت خالص مایه تلقیح ازتوباکتر در بستر جامد بخش تحقیقات بیولوژی خاک موسسه تحقیقات خاک و آب (به میزان 2 لیتر مایه تلقیح به ازای هر 100 کیلوگرم بذر گندم)، آغشته و کشت شد.

مصرف کود اوره (بر اساس 60 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار نیتروژن خالص در هکتار) انجام گرفت. کود اوره در تیمارهای مصرف پائیزه در سطح کرت‌ها به طور یکنواخت توزیع و به زیر خاک برده شد. با توجه به اینکه غلظت فسفر و پتاسیم در خاک بیشتر از حد بحرانی این عناصر بود، بنابراین در این آزمایش، نیازی به مصرف کودهای حاوی این عناصر نبود. در بهار، بقیه کود اوره، قبل از شروع بارندگی در سطح کرت‌های مربوطه، مطابق نقشه آزمایش، به صورت سرک توزیع گردید. محلول-پاشی اوره در مرحله پنجاه‌دهی با غلظت 5 درصد، در تیمارهای مربوطه انجام گرفت. در مرحله ظهور برگ پرچم، نیز نمونه برگ از هر تیمار تهیه و جهت اندازه‌گیری نیتروژن، به آزمایشگاه ارسال گردید. برداشت محصول، بصورت کف‌بر انجام و عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و وزن هزار دانه در هر کرت، تعیین شد. جهت اندازه‌گیری پروتئین دانه، نمونه مرکب دانه از هر کرت تهیه و به آزمایشگاه تحویل شد. در نهایت، پس از جمع‌آوری داده‌های آزمایش، جدول آنالیز واریانس و مقایسه میانگین بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد.

1). همچنان که مشاهده می‌شود، میزان بارندگی‌ها در مهر ماه، کمتر از مقدار موثر بوده و لذا جوانه‌زنی در مهر ماه، صورت نگرفت. در آبان ماه، نیز اگرچه بارندگی، مناسب بود ولی در نیمه دوم آبان ماه، بارندگی مؤثر اتفاق افتاد و به دلیل شروع یخبندان‌ها، جوانه‌زنی در طی پائیز، بسیار ضعیف بود. در خرداد ماه، به علت کمبود و یا عدم بارندگی و همچنین نقصان رطوبتی خاک، مراحل زایشی بخصوص مرحله گل‌دهی و پرشدن دانه، با تنش آخر فصل، مواجه شد. در یک جمع‌بندی می‌توان گفت، در این آزمایش طی سال دوم، در معرض تنش‌های خشکی اول و آخر فصل و همچنین سرما و یخبندان در اوایل مرحله رشد قرار گرفتند.

شد. میزان بارندگی در سال دوم آزمایش، 438 میلی‌متر بوده که در مقایسه با میانگین بلند مدت، 38 میلی‌متر و نسبت به سال زراعی گذشته، 31/2 درصد افزایش داشته است. پراکنش بارندگی در پائیز 76/4 در زمستان 210 و در بهار 151/6 میلی‌متر بوده است. به عبارت دیگر، 17/4 درصد بارش‌ها در پائیز، 47/9 درصد در زمستان و 34/6 درصد در بهار بوقوع پیوسته‌اند (جدول 1). داده‌های درجه حرارت، نشان می‌دهند که متوسط دمای سال دوم، 7/7 درجه سانتی‌گراد بوده که در مقایسه با میانگین بلند مدت، 1/9 درجه سانتی‌گراد کاهش و نسبت به سال زراعی گذشته، 2 درجه سانتی‌گراد افزایش داشته است. مجموع روزهای زیر صفر 112 روز، بوده که نسبت به سال زراعی گذشته، 15 روز کاهش داشته است (جدول

جدول 1- آمار هواشناسی سال‌های اول و دوم آزمایش (ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم قاملو - استان کردستان)

سال زراعی	ماه	متوسط بارندگی میلی متر	حداقل دمای مطلق	حداکثر دمای مطلق	متوسط دما C°	تعداد روز های یخبندان	رطوبت نسبی %	تبخیر میلی - متر	متوسط دمای حداقل	متوسط دمای حداکثر
سال اول	مهر	13/9	-0/5	30	15/9	1	26	9/5	5/4	26/5
	آبان	62/1	-4/4	22	9/1	10	45/6	4/2	2/4	15/8
	آذر	18/1	-16	11/5	0/1	27	62/6	0	-5/5	5/7
	دی	37/2	-27	9	-5/4	29	68/2	0	-11/7	0/9
	بهمن	15	-30/6	7	-7/9	29	73/8	0	-14/4	-1/3
	اسفند	105/8	-16	14	2/7	19	62/6	0	-3	8/5
	فروردین	36/7	-12	23	8/2	11	41/5	3/2	0/7	15/8
	اردیبهشت	41/5	-1/2	27/5	12/3	1	44/8	6/3	4/3	20/4
	خرداد	3/4	1/4	32/5	16/5	0	28/5	11/1	5/7	27/4
تیر	0	5	38	22	0	22/7	14/2	10/1	33/9	
سال دوم	مهر	8	-6/2	28/5	14/7	1	29/6	312	5/1	24/4
	آبان	39/4	-10	23	6	17	48/3	120	-1/5	13/5
	آذر	29	-8/8	21/5	6/3	19	41/7	0	-2/3	15
	دی	54/7	-28	10/5	-2/5	25	67/6	0	-7/8	2/8
	بهمن	124/6	-18	14	1	20	64/5	0	-3/2	5/3
	اسفند	30/7	-10	18/5	4/8	20	41/9	0	-3	12/7
	فروردین	104/3	-8	24	8/6	10	49/7	52/7	1	16/3
	اردیبهشت	42/2	0/8	25/5	13	0	42/7	176/7	5/1	21
	خرداد	5/1	0/8	34/5	17/8	0	27/6	347/2	6/5	29/2

## نتایج

با pH قلیایی، بافت خاک رسی و فاقد مسئله شوری بود و از لحاظ ماده آلی و نیتروژن کل فقیر و غلظت فسفر و پتاسیم قابل جذب در حد کفایت قرار داشتند (جدول 2).

نتایج تجزیه خصوصیات فیزیکوشیمیایی سه نمونه خاک مرکب (عمق 0-25 سانتیمتری) مربوط به محل اجرای آزمایش از سه تکرار، نشان دهنده آن بود که خاک، آهکی

جدول 2- خصوصیات فیزیکوشیمیایی 3 نمونه خاک مرکب (0-25 سانتیمتری) - ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم قاملو

Texture	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	K.ava (mg/kg)	P.ava (mg/kg)	NH <sup>4+</sup> PPM	NO <sup>-3</sup> PPM	OC (%)	T/N/V (%)	PH	EC <sub>e</sub> *10 <sup>-3</sup> (ds/m)	SP (%)	دانه
C	25	36	39	340	13/8	4/41	8/28	0/99	13/25	8/0	0/53	36/22	1
C	23	36	41	330	13/1	4/70	10/28	0/77	12/75	7/9	0/59	39/22	2
C	23	33	40	340	12/0	4/56	7/42	0/76	16/00	7/9	0/53	37/92	3

## نتایج تجزیه مرکب

یک درصد معنی‌دار بود (جدول 3). اثر متقابل کود حیوانی و تیمارهای کودی، فقط بر عملکرد بیولوژیک در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و بر عملکرد دانه و وزن هزار دانه، اثر معنی‌داری نداشتند. اثر سال بر عملکرد بیولوژیک در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و بر عملکرد دانه و وزن هزار دانه اثر معنی‌داری نداشت (جدول 3).

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله اثر تیمارهای آزمایش بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و وزن هزاردانه مشخص نمود که اثر عامل اصلی (کود حیوانی) بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و وزن هزار دانه معنی‌دار نبود. اثر عامل فرعی (تیمارهای کودی) بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و وزن هزار دانه در سطح

جدول 3- خلاصه جدول تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای آزمایش (کود حیوانی، تلقیح بذر با کود زیستی از توباکتر و مدیریت مصرف اوره) بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و وزن هزار دانه، غلظت نیتروژن در برگ پرچم و پروتئین دانه

منابع	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک		عملکرد دانه		وزن هزار دانه		غلظت نیتروژن در برگ		پروتئین دانه	
		F value	Prob	F value	Prob	F value	Prob	F value	Prob	F value	Prob
سال	1	84/4330	**	0/3439	n.s	4/8475	n.s	18/4208	*	9/2160	*
سال * تکرار	4	1/2019	n.s	0/3319	n.s	1/2942	n.s	2/4175	n.s	2/3634	n.s
(A)	1	0/4005	n.s	1/3606	n.s	0/1990	n.s	4/2290	n.s	0/2340	n.s
سال * (A)	1	2/1237	n.s	0/0408	n.s	0/0090	n.s	0/6825	n.s	3/9037	n.s
(B)	9	15/8110	**	17/1671	**	8/0636	**	2/7545	**	1/3252	n.s
سال * (B)	9	2/8460	**	4/2697	**	2/7596	**	0/8914	n.s	0/9695	n.s
B * A	9	2/5738	*	0/9942	n.s	1/6920	n.s	1/6941	n.s	0/4702	n.s
سال * B * A	9	2/1093	*	1/1984	n.s	0/4243	n.s	0/4992	n.s	1/4342	n.s
کل	72										
CV (%)		14/54		18/50		6/58		14/12		15/38	

(A) عامل کود حیوانی و (B) عامل (تیمارهای کودی اوره و تلقیح بذر با از توباکتر)

\* - \*\* به ترتیب معنی‌دار بودن در سطح پنج و یک درصد است.

n.s. - عدم معنی‌دار بودن در سطح پنج و یک درصد

### مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایش بر عملکرد و پروتئین گندم دیم

معنی دار بود. مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایش بر وزن هزار دانه، مشخص نمود که تیمار شاهد و تیمار T6 (تلقیح بذر با ازتوباکتر) نسبت به سایر تیمارها، تفاوت معنی داری در سطح یک درصد داشتند، به طوری که این دو تیمار، مشترکاً در یک کلاس آماری قرار گرفتند (جدول 4). مقایسه میانگین اثر متقابل عوامل فرعی (تلقیح بذر با ازتوباکتر و روش های مصرف کود اوره) و عامل اصلی (کود حیوانی) بر عملکرد بیولوژیک نشان داد که عملکرد بیولوژیک در تیمار شاهد (بدون مصرف کود اوره) و بدون مصرف کود حیوانی، نسبت به شاهد (بدون مصرف کود اوره) و با مصرف 15 تن در هکتار کود حیوانی، به میزان 973 کیلوگرم افزایش داشت که این افزایش در سطح پنج درصد معنی دار بود و سایر تیمارها نسبت به هم تفاوت معنی داری نداشتند (جدول 5).

میانگین عملکرد بیولوژیک کلیه تیمارهای آزمایش به غیر از تیمار T6 (تلقیح بذر با ازتوباکتر) نسبت به شاهد، افزایش داشتند که این افزایش در سطح پنج درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش بر عملکرد دانه مشخص نمود که به غیر از تیمار T6 (تلقیح بذر با ازتوباکتر)، کلیه تیمارها نسبت به شاهد افزایش داشتند و تیمارهای T2 (مصرف کل کود اوره در پائیز همزمان با کشت) و T5 (مصرف نصف کود اوره همزمان با کشت در پائیز + محلول پاشی 5% اوره) و تیمار T10 (T5 + تلقیح بذر با ازتوباکتر) نسبت به شاهد، به ترتیب به میزان 899، 878 و 893 کیلوگرم در هکتار افزایش داشتند که این افزایش، در سطح آماری یک درصد

جدول 4-مقایسه میانگین اثر تیمارهای کود اوره و مایه تلقیح ازتوباکتر بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، غلظت نیتروژن در برگ پرچم و پروتئین دانه

تیمار کودی	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	غلظت نیتروژن در برگ (درصد)	پروتئین دانه (درصد)
T1	3764 c	1050 c	40/67 a	2/577 b	10/37 ab
T2	6265 a	1949 a	35/70 bc	3/226 a	10/72 ab
T3	5364 b	1619 a	34/42 c	2/940 a	10/99 ab
T4	5716 ab	1859 ab	36/11 bc	3/070 a	10/85 ab
T5	5603 ab	1928 a	35/72 bc	3/013 a	10/61 ab
T6	3573 c	947 c	40/14 a	2/989 a	9/86 b
T7	5641 ab	1765 ab	36/53 bc	3/238 a	11/37 ab
T8	5750 ab	1823 ab	36/12 bc	3/078 a	11/87a
T9	5132 b	1603 b	36/87 b	3/258 a	11/26 ab
T10	5371 b	1943 a	36/17 bc	3/240 a	10/96 ab
Lsd 5%	617/6	248/2	1/973	0/3591	1/363

T1- شاهد (بدون مصرف اوره و عدم تلقیح بذر با ازتوباکتر) T2- مصرف کل اوره در پائیز همزمان با کشت، T3- مصرف کل اوره در اوایل بهار به صورت سرک، T4- مصرف نصف اوره همزمان با کشت در پائیز + مصرف نصف دیگر اوره در اوایل بهار به صورت سرک، T5- مصرف نصف اوره همزمان با کشت در پائیز + محلول پاشی 5% اوره (در مرحله پنجه دهی)، T6- تلقیح بذر با ازتوباکتر، T7- (تیمار T2 + تلقیح بذر با ازتوباکتر)، T8- (تیمار T3 + تلقیح بذر با ازتوباکتر)، T9- (تیمار T4 + تلقیح بذر با ازتوباکتر) و T10 - (تیمار T5 + تلقیح بذر با ازتوباکتر) - حروف کوچک مشابه نشانه عدم معنی دار بودن در سطح پنج درصد است.



هم تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول 5). مقایسه میانگین اثر متقابل عوامل فرعی (تلقیح بذر با ازتوباکتر و روش-های مصرف کود اوره) و عامل اصلی (کود حیوانی) بر وزن هزار دانه مشخص نمود که اثر متقابل کود حیوانی و تیمارهای مختلف کود اوره و مایه تلقیح ازتوباکتر بر وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول 5). مقایسه میانگین اثر کود حیوانی بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و وزن هزار دانه در جدول شماره 6 آمده است.

مقایسه میانگین اثر متقابل عوامل فرعی (تلقیح بذر با ازتوباکتر و روش‌های مصرف کود اوره) و عامل اصلی (کود حیوانی) بر عملکرد دانه، مشخص نمود که عملکرد دانه در تیمار شاهد (بدون مصرف کود اوره) بدون مصرف کود حیوانی، نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف کود اوره) و با مصرف 15 تن در هکتار کود حیوانی، به میزان 535 کیلوگرم افزایش نشان داد که این افزایش در سطح یک درصد معنی‌دار بود و سایر تیمارها نسبت به

جدول 5- مقایسه میانگین اثر متقابل کود حیوانی و تیمار کودی بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و وزن هزار دانه

وزن هزار دانه (گرم)		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)		تیمار کودی
M15	M0	M15	M0	M15	M0	
41/65 a	39/68 abc	1317 de	782 f	4250 d	3277 f	T1
36/40 de	34/99 de	1955 abc	1943 abc	5634 a	6897 a	T2
33/09 e	35/74 de	1577 cd	1661 bcd	5172 bc	5557 bc	T3
36/93 cd	35/28 de	1896 abc	1822 abc	5870 bc	5563 bc	T4
35/22 de	36/22 ab	2098 a	1758 abc	6243 bc	4962 cd	T5
39/87 abc	40/41 de	1024 ef	870 f	3520 d	3626 ef	T6
37/57 bcd	35/48 de	1847 abc	1684 abcd	5837 bc	5445 bc	T7
36/04 de	36/20 bcd	1886 abc	1760 abc	5718 ab	5783 bc	T8
35/76 de	37/97 de	1622 bcd	1585 cd	5187 bc	5077 cd	T9
37/22 cd	35/13 abc	2031 ab	1855 abc	5389 bc	5353 bc	T10
2/97		351		873		Lsd 5%

T1- شاهد (بدون مصرف اوره و عدم تلقیح بذر با ازتوباکتر) T2- مصرف کل اوره در پائیز همزمان با کشت، T3- مصرف کل اوره در اوایل بهار به صورت سرک، T4- مصرف نصف اوره همزمان با کشت در پائیز + مصرف نصف دیگر اوره در اوایل بهار به صورت سرک، T5- مصرف نصف اوره همزمان با کشت در پائیز + محلول‌پاشی 5% اوره (در مرحله پنجه‌دهی)، T6- تلقیح بذر با ازتوباکتر، T7- (تیمار T2 + تلقیح بذر با ازتوباکتر)، T8- (تیمار T3 + تلقیح بذر با ازتوباکتر)، T9- (تیمار T4 + تلقیح بذر با ازتوباکتر) و T10 - (تیمار T5 + تلقیح بذر با ازتوباکتر) -حروف کوچک مشابه نشانه عدم معنی‌دار بودن در سطح پنج درصد است.

های مصرف کود اوره بر غلظت نیتروژن در برگ پرچم مشخص نمود که کلیه تیمارها نسبت به شاهد افزایش نشان داده اند، به طوری که این افزایش، در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود (جدول 4). مقایسه میانگین اثر متقابل عوامل فرعی (تلقیح بذر با ازتوباکتر و روش‌های مصرف کود اوره) و عامل اصلی (کود حیوانی) بر غلظت نیتروژن در برگ پرچم مشخص نمود که کلیه تیمارهای مصرف کود حیوانی نسبت به تیمارهای بدون مصرف کود حیوانی، افزایش غلظت نیتروژن داشتند اما این افزایش به لحاظ آماری معنی‌داری نبود (جدول 7). مقایسه میانگین

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله اثر تیمارهای آزمایش بر غلظت نیتروژن در برگ پرچم و پروتئین دانه مشخص نمود که اثر عامل اصلی (مصرف کود حیوانی) بر غلظت نیتروژن در برگ پرچم و پروتئین دانه معنی‌دار نبود. اثر عامل فرعی (تیمارهای تلقیح ازتوباکتر و روش-های مصرف کود اوره) بر غلظت نیتروژن در برگ پرچم در سطح یک درصد معنی‌دار بود، اما این اثر بر پروتئین دانه معنی‌دار نشد. اثر متقابل کود حیوانی و تیمارهای کودی بر غلظت نیتروژن و میزان پروتئین معنی‌دار نبود (جدول 3). مقایسه میانگین اثر تلقیح ازتوباکتر و روش-

اثر تلقیح ازتوباکتر و روش‌های مصرف کود اوره بر پروتئین دانه گندم نشان داد که هیچکدام از تیمارها نسبت به شاهد، اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول 4).

جدول 6- مقایسه میانگین اثر اصلی کود حیوانی بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و وزن هزاردانه

وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	سطوح کود حیوانی (تن در هکتار)
36/71	1572	5153	M0
36/71	1725	5281	M15

جدول 7- مقایسه میانگین اثر متقابل کود حیوانی و تیمارهای کودی بر غلظت نیتروژن در برگ پرچم و پروتئین دانه

پروتئین دانه (درصد)		غلظت نیتروژن در برگ پرچم (درصد)		تیمار کودی
M15	M0	M15	M0	
11/00 abc	9/73 bc	2/848 c	2/305 d	T1
10/69 abc	10/74 abc	3/590 a	2/862 c	T2
10/62 abc	11/35 abc	3/030 abc	2/850 c	T3
10/71 abc	10/98 abc	2/897 bc	2/243 abc	T4
11/59 abc	9/63 c	3/268 abc	2/758 cd	T5
9/97 bc	9/76 bc	3/082 abc	2/897 bc	T6
11/48 abc	11/26 abc	3/197 abc	3/280 abc	T7
12/55 a	11/20 abc	3/123 abc	3/032 abc	T8
11/02 abc	11/50 abc	3/467 ab	3/048 abc	T9
9/92 bc	12/01 abc	3/467 ab	3/013 abc	T10
1/927		0/4977		Lsd 5%

T1- شاهد (بدون مصرف اوره و عدم تلقیح بذر با ازتوباکتر) T2- مصرف کل اوره در پائیز همزمان با کشت، T3- مصرف کل اوره در اوایل بهار به صورت سرک، T4- مصرف نصف اوره همزمان با کشت در پائیز + مصرف نصف دیگر اوره در اوایل بهار به صورت سرک، T5- مصرف نصف اوره همزمان با کشت در پائیز + محلول‌پاشی 5% اوره (در مرحله پنجه‌دهی)، T6- تلقیح بذر با ازتوباکتر، T7- (تیمار T2 + تلقیح بذر با ازتوباکتر)، T8- (تیمار T3 + تلقیح بذر با ازتوباکتر)، T9- (تیمار T4 + تلقیح بذر با ازتوباکتر) و T10 - (تیمار T5 + تلقیح بذر با ازتوباکتر) -حروف مشابه عدم معنی‌دار بودن در سطح آماری پنج درصد است.

## بحث

مثبت کود حیوانی بر عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه گندم دیم به وضوح، قابل مشاهده است. تیمار تلقیح بذر با ازتوباکتر و همچنین تیمارهای روش‌های مصرف کود اوره و تلقیح ازتوباکتر، نسبت به هم، اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول 5). علاوه بر این مصرف کود حیوانی در گندم دیم، هیچ تأثیری بر افزایش عملکرد دانه در تیمار تلقیح بذر با ازتوباکتر نداشت. این نتیجه، با نتایج رام و همکاران (2014) که گزارش نمودند مصرف توأم کود حیوانی و کود زیستی علاوه بر اثر مستقیم و غیرمستقیم بر افزایش خصوصیات کمی و کیفی گندم، موجب اثربخشی

میانگین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در تیمار شاهد (بدون مصرف کود اوره)، با مصرف 15 تن در هکتار کود حیوانی، نسبت به تیمار شاهد (بدون مصرف کود اوره و بدون مصرف کود حیوانی)، به ترتیب به میزان 973 و 535 کیلوگرم افزایش عملکرد داشتند که این افزایش، به ترتیب در سطح پنج درصد و یک درصد معنی‌دار بود (جدول 5). بر این اساس، می‌توان چنین استنباط نمود که در شرایط تنش تغذیه‌ای نیتروژن در گندم دیم، مثل تیمار شاهد (T1) که کود نیتروژن مصرف نشده بود و گیاه تحت کمبود نیتروژن قرار داشت، اثر

توجه به اینکه مصرف تقسیطی کود اوره در بهار که الزماً برای جذب نیتروژن موجود در کود توسط گیاه، باید با بارندگی، مقارن باشد و بدون بارندگی مؤثر، غیرقابل جذب خواهد بود، مصرف کل کود نیتروژنی در پائیز به دلیل عدم ریسک کمتر و یک مرحله عملیات کمتر، به نظر می‌رسد بهتر از تقسیط دو مرحله‌ای کود اوره در پائیز و بهار باشد. این نتیجه، با نتایج تحقیقات سدري و همکاران (1396) که با بهره‌گیری از تکنیک ایزوتوپ نیتروژن-15 و با هدف تعیین بهترین سطح و زمان مصرف کودهای ازته در گندم دیم در ایستگاه تحقیقات کشاورزی قاملو، مصرف کل نیتروژن در پاییز را نسبت به تقسیط دو مرحله‌ای (مصرف دو سوم کود اوره در پاییز و یک سوم دیگر اوره در بهار) و (مصرف نصف کود اوره در پاییز و نصف دیگر اوره در بهار در مرحله پنجاه‌دهی) را به دلیل بیشترین کارایی مصرف کود نیتروژنی، بیشترین کارایی مصرف آب باران، بیشترین شاخص تحمل به تنش خشکی STI و بیشترین عملکرد دانه در گندم دیم، برتر اعلام کرده بودند، همخوانی دارد.

علاوه بر این، نتیجه این تحقیق، با تحقیقات نوتال و همکاران (1989) و فولر و بریدون (1989) که معتقد بودند، کاربرد پاییزی کودهای نیتروژنی برای غلات دیم در کشور کانادا نسبت به مصرف تقسیطی، برتر است و کاربرد پاییزی اوره قبل از کاشت گندم را به دلیل کاهش تلفات نیتروژن، بسیار مؤثر می‌دانستند، نیز همخوانی دارد. فولر و بریدون (1989) معتقد بودند که کاربرد پاییزی کودهای نیتروژنی، به دلیل کاربردی و عملی بودن آن و همچنین مسائل اقتصادی، به کاربرد تقسیطی ترجیح دارد. فیضی اصل و همکاران (1393) با بررسی دقیق تغییرات یون نترات ایزوتوپ 15 در لایه 0-100 سانتی‌متری خاک تحت کشت گندم دیم، گزارش نمودند که در مصارف 30-60 کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود اوره، امکان انتقال نترات 15- به عمق پایین‌تر از 40 سانتی‌متری خاک وجود ندارد. بر این اساس و با وجود احتمال وقوع بارندگی‌های کمتر از 500 میلی‌متر در فصل زراعی در

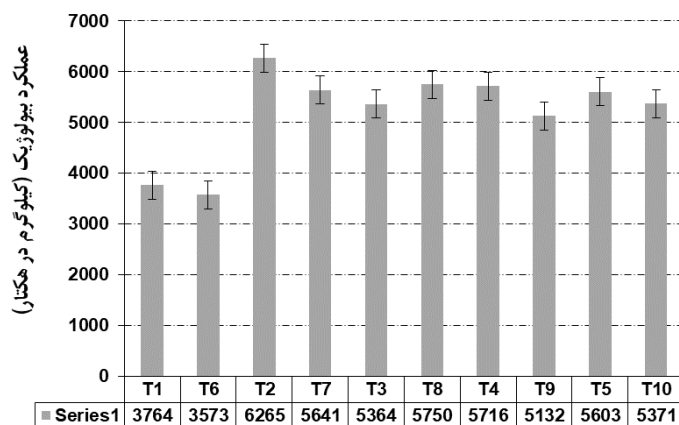
بیشتر کود زیستی شده بود، همخوانی ندارد. این عدم اثر بخشی کود دامی بر مصرف ازتوباکتر، به نظر می‌رسد به دلیل از بین رفتن جمعیت فعال و مؤثر باکتری ازتوباکتر در اثر عوامل نامساعد محیطی، منجمله سرمای شدید زمستانه تا زیر صفر در سال اول و دوم به ترتیب 30/6- و 28- درجه سانتی‌گراد در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم قاملو و حتی بروز تنش خشکی، طی هر دو سال اجرای آزمایش بوده باشد. عملکرد دانه با تلقیح بذر با ازتوباکتر، نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. این نتیجه با نتایج تحقیق ارزانش و همکاران (1382) که اعلام نموده بودند که تلقیح بذر گندم پائیزه رقم گندم آبی مهدوی با باکتری تثبیت کننده نیتروژن brasilense strain Sp7 Azaspirillum بر عملکرد دانه، درصد نیتروژن اثر معنی داری نداشته بود، همخوانی دارد.

اما این نتیجه، با نتایج تحقیقات سوبارائو (1988)، ماجد و همکاران (2006) و چاکماک و همکاران (2014) که گزارش کرده بودند تلقیح بذر گندم با باکتری‌های محرک رشد، عکس‌العمل معنی‌داری نشان داده بودند، همخوانی ندارد. با مشاهده شکل شماره 1، می‌توان به نکات جالب توجه اشاره نمود. نکته مهم این است که بین تیمار تلقیح بذر با ازتوباکتر، نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری از لحاظ عملکرد دانه مشاهده نمی‌گردد و عملکرد دانه در سایر تیمارهایی که با مایه تلقیح ازتوباکتر نیز همراه هستند، نسبت به تیمار T6 (تلقیح بذر با ازتوباکتر) اختلاف معنی‌داری ندارند (شکل 2). مصرف 60 کیلوگرم نیتروژن در هکتار در تمام تیمارهای کودی، موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گندم دیم شده بود. این نتیجه با نتایج پژوهش سدري و همکاران (2022) و فیضی اصل و همکاران (1393) همخوانی دارد. عملکرد دانه در تیمار T2 یعنی مصرف تمام کود اوره در پائیز همزمان با کشت با تیمار T4 (مصرف نصف کود اوره همزمان با کشت در پائیز + مصرف نصف دیگر کود اوره در اوایل بهار به صورت سرک) که توصیه تحقیقاتی سالیان گذشته است، اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. با

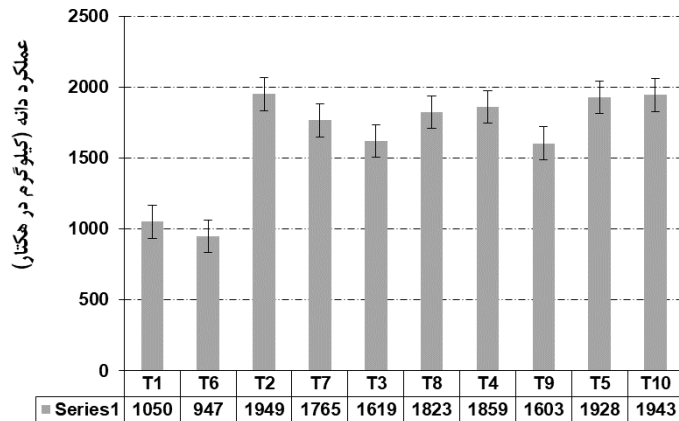
مصرف کود اوره، صرفه‌جویی نماییم، روش محلول‌پاشی اوره، جایگزین خوبی برای کمبود نیتروژن مورد نیاز گندم دیم، در مقابل مصرف کود اوره به صورت سرک بهاره، یا نصف کود اوره مصرفی در پائیز خواهد بود. مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی بر وزن هزار دانه، مشخص نمود که تیمار شاهد و تیمار T6 (تلقیح بذر با ازتوباکتر) نسبت به سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد داشت که هر دو تیمار را در یک کلاس آماری قرار داده بود (شکل 3). با مشاهده مقایسه‌ای دقیق شکل‌های 2 و 3، می‌توان چنین بیان نمود که تیمارهای دارای افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، نسبت به شاهد، همان تیمارهایی هستند که نسبت به شاهد، کاهش معنی‌داری در وزن هزار دانه دارند. بنابراین از این مقایسه نیز، می‌توان چنین استنباط نمود که افزایش عملکرد دانه، ناشی از افزایش وزن هزار دانه نبوده و این احتمال می‌تواند وجود داشته باشد که افزایش عملکرد در دانه گندم دیم، به دلیل افزایش تعداد دانه در واحد سطح (یا تعداد دانه در سنبله یا تعداد سنبله در واحد سطح) بوده باشد.

غرب کشور، کاربرد پاییزه تمام 60 کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای کشت گندم دیم، احتمال شستشوی نیتروژن به عمق خارج از دسترس ریشه در حداقل است. با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار در عملکرد دانه در تیمارهای T5 (مصرف نصف کود اوره همزمان با کشت در پائیز + محلول‌پاشی 5% اوره) و تیمار T2 (مصرف کل کود اوره در پائیز همزمان با کشت)، می‌توان این روش را نیز به عنوان توصیه کاربردی برای کشاورزان دیمکار، نیز مورد توجه قرار داد. فیضی اصل و همکاران (1386) در تحقیق خود در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه نیز، مصرف پاییزه کل کود اوره در گندم دیم را نسبت به تقسیم کود اوره در دو مرحله پاییز و بهاره، ارجح دانسته بود.

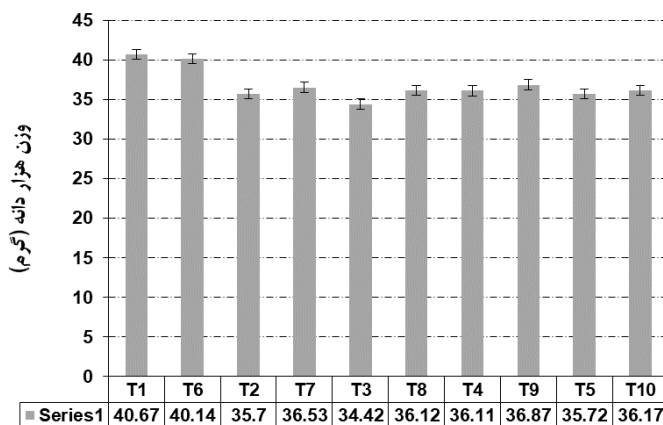
توشیح (1381)، در تحقیق انجام گرفته در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم قاملو، محلول‌پاشی ارقام گندم دیم سبلان و سرداری را با کود اوره در غلظت پنج درصد را جایگزین کاملی، نسبت به مصرف سرک کود اوره در بهار اعلام کرده است. در صورتی که کشت گندم دیم در بهار، با کمبود بارندگی مواجه باشد، یا بخواهیم در



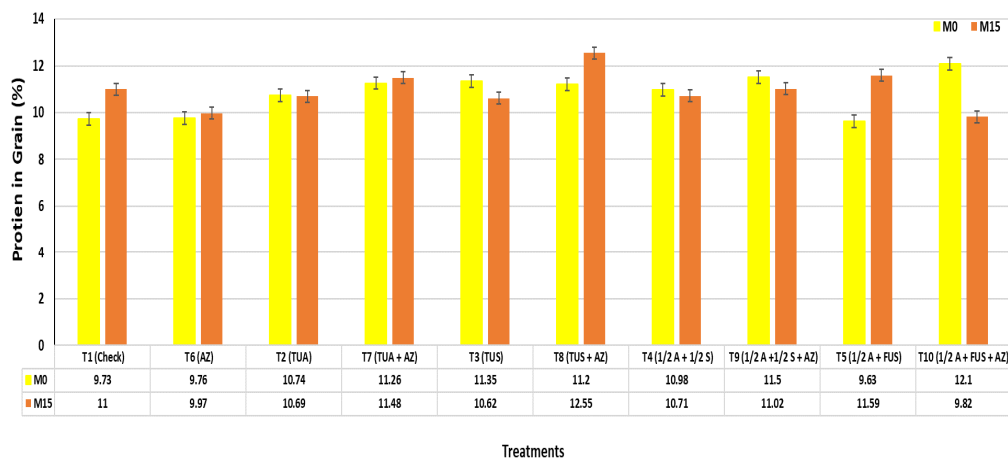
شکل 1- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی و ازتوباکتر بر عملکرد بیولوژیک



شکل 2- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی و ازتوباکتر بر عملکرد دانه



شکل 3- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کودی و ازتوباکتر بر وزن هزار دانه



شکل 4- اثر کود حیوانی، ازتوباکتر و مدیریت کود آورده بر میانگین پروتئین دانه گندم

مقایسه میانگین اثر تلقیح ازتوباکتر و روش‌های مصرف کود اوره بر پروتئین دانه گندم نشان داد که درصد پروتئین دانه در هیچکدام از تیمارهای آزمایش نسبت به شاهد، اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول 4). مقایسه میانگین اثر متقابل عوامل فرعی (تلقیح ازتوباکتر و روش‌های مصرف کود اوره) و عامل اصلی (کود حیوانی) بر میزان پروتئین دانه نیز مشخص نمود که کلیه تیمارها به لحاظ پروتئین نسبت به شاهد، اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول 7). اما مقایسه میانگین پروتئین دانه در تیمارهای مختلف در شکل 4، نکات قابل تاملی را نشان می‌دهد. اولاً در شرایط عدم مصرف کود اوره، با مصرف کود حیوانی در گندم دیم، پروتئین دانه به طور میانگین، به میزان 1/27 درصد افزایش یافته بود.

ثانیاً میانگین پروتئین دانه در تیمار T2 (مصرف کل اوره در پاییز) در شرایط عدم مصرف کود نیتروژنی و با مصرف کود حیوانی به میزان 15 تن در هکتار، نسبت به شاهد، به ترتیب به میزان 1/01 و 0/96 درصد افزایش داشتند و در تیمار T7 (مصرف کل اوره در پاییز + تلقیح بذر با ازتوباکتر) در شرایط عدم مصرف کود حیوانی و مصرف کود حیوانی به میزان 15 تن در هکتار، مقادیر پروتئین دانه نسبت به شاهد، به میزان بیشتری و به ترتیب، به میزان 1/53 و 1/75 درصد افزایش نشان داده بود. از این قیاس، چنین استنباط می‌شود که مایه تلقیح ازتوباکتر، علی‌رغم اینکه هیچگونه تأثیری بر عملکرد دانه نداشته، اما با مصرف توأم کود اوره در پاییز و کود حیوانی، میزان پروتئین دانه گندم به طور چشمگیری افزایش یافته بود. نتیجه مشابه نیز در تیمار حاوی ازتوباکتر، نظیر تیمار مصرف کل کود اوره در بهار و تلقیح بذر با ازتوباکتر (T8)، حاکی از افزایش پروتئین دانه در این تیمار، نسبت به شاهد در شرایط بدون مصرف کود حیوانی و مصرف 15 تن در هکتار کود حیوانی، به ترتیب به میزان 1/47 و 2/82 درصد است. میانگین پروتئین دانه در تیمار T9 (مصرف نصف کود اوره در پاییز به هنگام کشت + مصرف نصف دیگر اوره در بهار به صورت سرک +

ازتوباکتر) در شرایط بدون مصرف کود حیوانی و مصرف کود حیوانی به میزان 15 تن در هکتار، نسبت به شاهد، به ترتیب به میزان 1/77 و 1/29 درصد افزایش نشان داده است. میانگین پروتئین دانه در تیمار T10 (مصرف نصف کود اوره در پاییز + محلول‌پاشی 5 درصد اوره در بهار + ازتوباکتر) در شرایط عدم مصرف کود حیوانی، نسبت به شاهد به میزان 2/27 درصد افزایش نشان داد. اما به دلیل نامعلوم در همین تیمار، میانگین پروتئین دانه نسبت به شاهد اختلاف معنی‌دار نداشته است. البته تفسیر رفتار ازتوباکتر در تیمارهای مختلف مدیریت مصرف کود اوره و مصرف و عدم مصرف کود حیوانی در گندم دیم در این پژوهش، کمی پیچیده است. در هر حال، به نظر می‌رسد در مدیریت‌های مختلف مصرف کود اوره توأم با کود حیوانی، تلقیح بذر با مایه تلقیح ازتوباکتر، تأثیر مثبتی بر پروتئین دانه گندم داشته است. در این رابطه لازم است برای بررسی دقیق رفتار تلقیح بذر با کود زیستی ازتوباکتر بر بهبود میزان پروتئین دانه گندم دیم، آزمایشات دقیق‌تری انجام شود.

### نتیجه‌گیری نهایی

نتایج اثر تیمارهای کودی اوره و تلقیح بذر با کود زیستی ازتوباکتر بر عملکرد دانه مشخص نمود که کلیه تیمارهای کود مدیریت اوره، نسبت به شاهد (بدون مصرف کود اوره)، به لحاظ عملکرد دانه، افزایش معنی‌داری داشتند. با توجه به اینکه تیمار مصرف کل کود اوره در پاییز تفاوت معنی‌داری به لحاظ عملکرد دانه با تقسیط اوره (مصرف نصف کود اوره در پاییز + نصف دیگر اوره در بهار در مرحله پنجه‌زنی گندم) نشان نداد، بنابراین، منطقی حکم می‌کند که در وهله اول و به عنوان توصیه اول، از روش اقتصادی‌تر در کشت گندم دیم، یعنی مصرف یک‌باره کود اوره در پاییز استفاده گردد. چه با بهره‌گیری از مصرف کل کود اوره در پاییز، علاوه بر کاهش عملیات کود دهی در بهار که خود موجب کاهش اتلاف وقت و هزینه زارع می‌گردد، از عبور ماشین آلات پخش کود در بهار که فشردگی خاک را به دنبال

گزارشات محققین کشور، حاکی از اثرات مثبت مایه تلقیح ازتوباکتر در مناطق تحت کشت گندم دیم است. با توجه به این‌که اثربخشی مایه تلقیح ازتوباکتر در محصولات زراعی، به عوامل متعدد از جمله اقلیم، شکل و حالت مایه تلقیح (جامد، مایع و...)، نحوه مصرف، رقم بذر مورد استفاده، نوع باکتری کمکی در مایه تلقیح، نوع میکروارگانیسم‌ها و ترکیب میکروبی ماده آلی مورد مصرف، اقلیم و شرایط خاک و بسیاری از عوامل ناشناخته دیگر بستگی دارد. بنابراین به نظر می‌رسد، عدم اثربخشی مایه تلقیح در پژوهش حاضر، به نحوی با عوامل مذکور مرتبط از جمله اثر مصرف سم قارچ دی‌وای دنت (علیه سیاهک پنهان پاکوتاه) آغشته شده به بذر گندم و یا سرمای شدید در زمستان و فروردین ماه (دمای حداقل هوا به 30/6- درجه سانتیگراد) بوده و نیاز است در پژوهش‌های تکمیلی این موضوع، تحت بررسی دقیق‌تری قرار گیرد.

#### سپاسگزاری

بدینوسیله از جناب آقایان دکتر هوشنگ خسروی و دکتر احمد اصغرزاده اعضای محترم هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب به خاطر راهنمایی‌های ارزنده و تهیه کشت خالص مایه تلقیح ازتوباکتر و از همکاران محترم آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان به پاس انجام آنالیزهای شیمیایی نمونه‌های خاک و گیاه این پژوهش، تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

خواهد داشت، جلوگیری نموده و از احتمال تصعید و هدر رفت اوره بر اثر پخش سطحی و حتی از عدم جذب توسط گیاه، به دلیل احتمال عدم بارندگی مؤثر بهاره، جلوگیری می‌کند. در وهله دوم، در صورت مصرف نصف کود اوره در پاییز و با توجه به ضرورت، مصرف نصف دیگر نیتروژن در بهار و در راستای پایداری عملکرد گندم دیم و در برای افزایش کارایی مصرف کود نیتروژنی و به منظور کاهش ریسک عدم جذب کود نیتروژنی در بهار به دلیل کمبود بارش و جود خشکسالی احتمالی، به عنوان توصیه دوم، انجام محلول‌پاشی اوره با غلظت 5 درصد، در مرحله پنجه‌دهی گندم، به عنوان بهترین و عملی‌ترین جایگزین مصرف نیتروژن سرک بهاره توصیه می‌شود. کشت رقم اصلاح شده گندم دیم نظیر رقم آذر2 در مقایسه با ارقام بومی منطقه (رقم سرداری)، از ارقام پرنیاز به کود دهی است. با توجه به کمبود مواد آلی خاک‌های تحت کشت گندم دیم، مصرف به تنهایی کود حیوانی در مقدار آزمایش شده (15 تن در هکتار)، نیاز نیتروژن گندم دیم را نمی‌تواند، تأمین نماید. بنابراین با توجه به اثرات مثبت کود حیوانی بر عملکرد گندم دیم و پروتئین دانه و افزایش قابلیت جذب انواع کودهای شیمیایی، منجمله کودهای نیتروژنی، با هدف افزایش تدریجی میزان ماده آلی خاک‌های تحت کشت گندم دیم، در برنامه کود دهی گندم دیم، به همراه مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک، مصرف کود حیوانی توصیه می‌شود. در این پژوهش، مصرف کود حیوانی تأثیری بر کارایی و اثربخشی مایه تلقیح ازتوباکتر در زراعت گندم دیم نداشت.

#### فهرست منابع:

1. ارزانش، محمدحسین. 1382. بررسی تأثیر مایه تلقیح آروسپیریلومی در سه سطح مختلف کود نیتروژنی روی عملکرد گندم پاییزه. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک. ایران.
2. اردکانی، محمدرضا، مجد، فرامرز، مظاهری، داریوش، نورمحمدی، قربان و امیرحسین شیرانی‌راد. 1382. محاسبه کارایی جذب عناصر ماکرو در گیاهان و دانه گندم تحت تأثیر کاربرد آروسپیریلوم، میکوریزا آربوسکولار و استرپتومایسیس به همراه کود دامی. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک. ایران.
3. امامی، عاکفه. 1375. روش‌های تجزیه گیاه (جلد اول). مؤسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه شماره 982. ایران.

4. توشیح، وفا. 1376. بررسی اثرات میزان و زمان مصرف منابع مختلف کودهای ازته شیمیایی در گندم دیم. گزارش نهایی بخش تحقیقات خاک و آب. مرکز تحقیقات کشاورزی کردستان. ایران.
5. توشیح، وفا. 1381. بررسی اثر محلول‌پاشی اوره در گندم (ارقام سلان و سرداری) در کردستان. گزارش نهایی بخش تحقیقات خاک و آب. مرکز تحقیقات کشاورزی کردستان. ایران.
6. سدري، محمدحسين، ميرخاني، رايحه، احمد، گلچين، ولي، فيضي اصل و عادل، سي و سي مرده. 1396. ارزیابی اثر مدیریت مصرف نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن در گندم دیم با استفاده از ایزوتوپ نیتروژن <sup>15</sup>. نشریه علمی پژوهشی خاک (علوم خاک و آب). الف/جلد31. شماره 1. ایران.
7. صالح راستین، ناهید. 1357. بیولوژی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. ایران.
8. علی احيائي، مریم و علی اصغر بهبهانی زاده. 1372. شرح روش‌های تجزیه خاک (جلد اول). مؤسسه تحقیقات خاک و آب، نشریه شماره 893. ایران.
9. فیضی اصل، ولی. 1386. بررسی مقادیر و اشکال مختلف نیتروژن خاک در خصوصیات کمی و کیفی گندم دیم. گزارش نهایی. نشریه شماره 86/317. مؤسسه تحقیقات دیم کشور. ایران.
10. فیضی اصل، فتوت، امیر، آستارایی، علیرضا و امیر لکزبان. 1393. مدیریت بهینه نیتروژن برای ژنوتیپ‌های مختلف گندم دیم با استفاده از نیتروژن-15. رساله دکتری. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد. ایران.
11. محمودی، حمید. 1382. بررسی اثر کود بیولوژیکی ازتوباکتر در بستر جامد و مایع بر عملکرد گندم دیم. گزارش نهایی. مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم. مراغه. ایران.
12. ملکوتی، محمدجعفر و پیمان کشاورز. 1384. نگرشی بر حاصلخیزی خاک‌های ایران (شناسایی و بهره‌برداری). انتشارات سنا. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. وزارت جهادکشاورزی. ایران.
13. Abrol, Y, P. 1990. Nitrogen in higher plants. John Wiley and Sons, Inc, England.
14. Abdel-Moem., M., and J, Ryan. 1997. Nitrogen fertilizer use efficiency in WANA as determined by <sup>15</sup>N technique. p 57-63. In J. Ryane (ed) Accomplishments and future challenge in dryland soil fertility research in the Mediteranean area. ICARDA, Aleppo, Syria.
15. Cakmakç R., M, Turan, M, Gulluce, and F., Sahin. 2014. Rhizobacteria for reduced fertilizer inputs in wheat (*Triticum aestivum* spp. *vulgare*) and barley (*Hordeum vulgare*) on Aridisols in Turkey. *International Journal of Plant Production* 8(2): 163-181.
16. Cohran, V. L., R. L. Warner and R. I. Papendick. 1978. Effect of depth and nitrogen application rate on yield, protein content and quality of winter wheat. *Agron.J.* 70: 964-968.
17. Fowler, D. B., and J. Brydon. 1989. No-till winter wheat production on the Canadian prairies: Placement of urea and ammonium nitrate fertilizers. *Agronomy Journal.* 81: 518-524.
18. Majeed, A., M. K. Abbasi, S. Hameed, A. Imran, and N. Rahim. 2015. Isolation and characterization of plant growth promoting rhizobacteria from wheat rhizosphere and their effect on plant growth promotion. *Original Research* 6: 1-10.
19. Martinez Toledo, M. V., J. Gonzalez-lopez, T. DeLa-Rubia, J. Moreno and Ramos-Cormenzana. 1988. Effect of inoculation with *Azotobacter chroococcum* on nitrogenase activity of *Zea mays* roots grown in agricultural soils under aseptic and non-sterile conditions. *Biol. Fertil. Soils.* 69: 170-173.
20. Meshram, S. U., and S. T. Shend. 1982. Total nitrogen uptake by maize with *Azotobacter* inoculation. *Plant and Soil,* 69: 275-280.



21. Nazarly, H., and R. Seyed Sharifi. 2013. Study of qualitative and quantitative yield and some agronomic characteristics of sunflower (*Helianthus annus L.*) in response of seed inoculation with PGPR in various levels of nitrogen fertilizer. *Journal of Agroecology* 5(3): 308-317. (In Persian)
22. Nieto, K. F., and W. T. Frankenberger. 1990. Influence of adenine, isopentyle alcohol and *Azotobacter chroococcum* on the growth of *Raphanus sativus*. *Plant and Soil*. 127: 147-156.
23. Nuttall, W. F., W. K. Dawleg, S. S. Malbi, and K. E. Bowren. 1989. The effect of spring and fall application of N on yied and quality of barley (*Hordeum Vulgare L.*) and rapeseed (*Brassica compestris L.*). *Canadian Journal of Soil Science* 199-211.
24. Ram, M., M. R. Davari, S. N. and Sharma. 2014. Direct, residual and cumulative effects of organic manures and biofertilizers on yields, NPK uptake, grain quality and economics of wheat (*Triticum aestivum L.*) under organic farming of rice-wheat cropping system. *ournal of Organic Systems*, 9 (1), pp. 16-30.
25. Ryan J., M. Pala, S. Masri, M. Singh, and H. Harris. 2008. Rainfed wheat-based rotations under Mediterranean conditions: Crop sequences, nitrogen fertilization, and stubble grazing in relation to grain and straw quality. *European Journal of Agronomy*. 28: 112–118.
26. Sedri, M. H., E, Roohi, M, Niazian and G, Niedbala .2022. Interactive Effects of Nitrogen and Potassium Fertilizers on Quantitative-Qualitative Traits and Drought Tolerance Indices of Rainfed Wheat Cultivar. *Agronomy J (MDPI)*. 12: 1-30.
27. Suba Rao, N. S. 1988. *Biofertilizers in agriculture*. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, 208 p.
28. Thompson, J. P., and V. B. D. Skerman. 1979. *Azotobacterceae*.417p. Academic press INC(Londen).
29. Welch, R. M., W. H. Allaway, W.A. House and J. Kubota. 1991. Geographic distribution of trace element problems. 2nd ed. Ed: J. J. Mortvedt et al. *Soil Sci. Soc. Am. Madison, WI*:31-57
30. Yahalon, E., Y. Kapulnik and Y. Okon. 1984. Response of *Setaria italica* to inoculation with *Azospirillum brasilense* as compared to *Azotobacter chroococcum*. *Plant and Soil*. 82: 7-85.

## Effect of Azotobacter Biofertilizer and Management of Urea Application Accompanied with Manure on Yield and Protein Content of Rained Wheat

M. H. Sedri<sup>1</sup>, E. Roohi, and M. K. Bostani

Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sanandaj, Iran; E-mail: Sedri\_mh@yahoo.com  
Assistant Professor, Crop and Horticultural Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sanandaj, Iran;

E-mail: roohiebrahim@yahoo.com

Researcher, Soil and Water Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sanandaj, Iran; E-mail: mkb1348@yahoo.com

P: 109-125

Received: November, 2021, and Accepted: May, 2022

### Abstract

In order to investigate the effect of seed inoculation with Azotobacter and, urea and manure on yield and protein content of rainfed wheat, an experiment was carried out with two levels of manure including M0 (without manure) and M15 (15 ton per hectare) and ten fertilizer treatments with different application methods of urea and seed inoculation with Azotobacter. Experimental treatments on Azar2 variety included T1=Check (without application of urea), T2=Total of urea in autumn, T3=Total of urea in spring, T4=Half of urea in autumn + Half of urea in spring, T5=Half of urea in autumn + spraying of urea in spring, T6=Inoculation of seed with Azotobacter, T7=(T2+T6), T8=(T3+T6), T9=(T4 +T6), T10= (T5+T6) as subplots. The experiment was carried out with three replications in fallow-wheat rotation as split-plot in a randomized complete block design at Ghamloo Research Station. Results showed that the effect of manure on biological yield, grain yield, and thousand kernel weight (TKW) was significant at 1%, 1%, and 5% probability levels, respectively. The effects of urea treatments on biological yield, grain yield, and TKW were all significant at 1% probability levels. Interaction effects of manure and fertilizer treatments on biological yield, grain yield, and TKW were not significant. Mean comparison of different traits on Duncan multiple range tests, indicated that grain yield of T4, T8, T3, T2, T5, T9, T7, and T10 compared with check increased significantly ( $p<0.05$ ) as 845, 833, 759, 755, 678, 657, 670 and 622 kg. ha<sup>-1</sup>, respectively, and all were in one statistical group. T6 did not differ relative to the check. Interaction effects of manure and fertilizer treatments on grain protein content were significant ( $p<0.05$ ). Mean comparison of the main effect of different fertilizer treatments were indicated that except for treatment 6, other treatments compare with check were increased grain protein content but this increase was significant ( $p<0.05$ ) only for T8. Generally, result indicated that for rainfed wheat, the best application time of total urea was in autumn; and in the conditions of using half of urea in autumn, foliar application of urea (5%) in spring (tillering stage) as a plant nitrogen supplement can be recommended.

**Keywords:** Nitrogen fertilizer, Wheat quality traits, Fertilizer application time

<sup>1</sup> Corresponding author: Soil and Water Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Sanandaj, Iran