

مقاله پژوهشی

بررسی اثر آبیاری تکمیلی و کود نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی گندم در مازندران

محمد اسماعیل کمالی^{۱*}، مهرداد شهاییان^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۲

چکیده

در استان مازندران بسیاری از کشاورزان گندم را به صورت دیم کشت می نمایند که عملکرد آن نسبت به گندم آبی پایین است. لذا در این پژوهش اثر انجام آبیاری تکمیلی در مراحل حساس رشد و مصرف تقسیطی کود نیتروژن بر عملکرد و خصوصیات کیفی گندم رقم مروارید در ایستگاه تحقیقاتی پهناپ ساری مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی و در ۴ تکرار در سال‌های ۹۴، ۹۶ و ۹۷ اجرا شد. تیمارهای اصلی شامل A1= یک نوبت آبیاری در مرحله گل‌دهی، A2= یک نوبت آبیاری در مرحله دانه‌دهی، A3= دو نوبت آبیاری شامل آبیاری در مراحل گل‌دهی و دانه‌دهی و A4= تیمار شاهد (به صورت دیم) و تیمارهای فرعی شامل B1= مصرف کود اوره به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و در ۴ تقسیط (۲۵٪ قبل از کشت، ۲۵٪ پنجه‌زنی، ۲۵٪ ساقه‌دهی و ۲۵٪ آبستنی) و B2= مصرف کود اوره به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و در ۵ تقسیط (۲۵٪ قبل از کشت، ۲۵٪ پنجه‌زنی، ۲۵٪ ساقه‌دهی، ۲۵٪ آبستنی و ۲۵٪ گل‌دهی) بود. اندازه‌گیری از صفات گندم شامل درصد پروتئین، وزن هزار دانه، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد سنبلچه غیر بارور و طول سنبله بوده است. تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS نشان داد که در هر سه سال پژوهش، آبیاری بر شاخص‌های وزن هزار دانه، درصد پروتئین و سنبلچه غیر بارور در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌داری داشته است و در بین تیمارهای آبیاری نیز تیمار A3 بهترین نتیجه را داشته است که به طور میانگین افزایش ۲۵ درصدی را بر درصد پروتئین نشان داد. این تیمار به طور میانگین باعث افزایش ۸/۵ درصدی وزن هزار دانه و کاهش ۲۲ درصدی تعداد سنبلچه غیر بارور نیز شد. بهترین تیمار تک آبیاری جهت بهبود وزن هزار دانه، پروتئین و تعداد سنبلچه غیر بارور، تیمار آبیاری در زمان دانه دهی بود. همچنین آبیاری تکمیلی و کوددهی تأثیر چشمگیری بر طول سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله نداشت. در مورد کوددهی، مصرف ۲۵ درصد از تقسیط کود اوره در زمان گل‌دهی، بر روی وزن هزار دانه در هر سه سال آزمایش در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌دار داشته و بر روی تعداد سنبلچه در سنبله در دو سال تأثیر داشته و بر روی سایر ویژگی‌ها اثر مشخصی نداشت. همچنین آبیاری و کوددهی در دو سال از سه سال آزمایش دارای اثر متقابل بر روی پروتئین بودند. بر طبق نتایج، بهترین تیمار آبیاری، دو نوبت آبیاری شامل آبیاری در مراحل گل‌دهی و دانه دهی و بهترین تیمار کوددهی، مصرف کود اوره به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و در ۵ تقسیط می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تکمیلی، نیاز آبیاری، عملکرد دانه، کود اوره، کیفیت دانه گندم

مقدمه

کشت می‌شود. مناطقی که در آن گندم به صورت دیم کشت می‌شود عبارتند از اقلیم‌های معتدل، مناطق نیمه گرمسیری با باران زمستانه، مناطق گرم نزدیک استوا، مناطق با ارتفاع بیش از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا و مناطق گرم دور از استوا که در فصل زمستان بارندگی طولانی مدت دارند. در مناطق نیمه گرمسیری که باران زمستانه دارند و دوره رشد گندم با بارندگی‌های آن مناطق همزمانی دارد از جمله مناطق شمالی ایران، گندم به صورت دیم همراه با آبیاری تکمیلی کشت می‌شود (کیانی، ۱۳۹۴). آبیاری تکمیلی عبارت است از افزایش مقدار معینی آب به خاک برای تأمین نیاز آبی گیاهان دیم در مناطقی که بارندگی تکافوی نیاز آبی گیاه را نداده و یا دارای توزیع نامناسب است (امداد و فرشی، ۱۳۷۷). آبیاری تکمیلی نقش مهمی در بخش کشاورزی در دنیا ایفا می‌کند و تقریباً در ۸۰ درصد اراضی کشاورزی دنیا و ۶۰ درصد تولید در دنیا، آبیاری به صورت تکمیلی انجام می‌گیرد.

گندم نقش مهمی در تأمین کالری و پروتئین مردم ایران است. بطوریکه بیش از ۴۵ درصد پروتئین و ۵۵ درصد کالری مورد نیاز جمعیت کشور را تأمین می‌کند. بیشترین مواد تشکیل دهنده دانه گندم نشاسته (۶۰ تا ۷۰ درصد) و پروتئین (۷ تا ۱۸ درصد بسته به نوع گندم) می‌باشند. این محصول به سه صورت دیم، آبی و آبیاری تکمیلی

۱- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.

۲- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

(* - نویسنده مسئول: Email: kamalipasha@yahoo.com)

DOR: 20.1001.1.20087942.2021.14.6.15.6

شده در این مرجع، میانگین آمار بلندمدت بارش می‌باشد و در عمل باید میزان بارش صورت گرفته در همان سال را لحاظ نمود و برنامه آبیاری با آن تطبیق گردد.

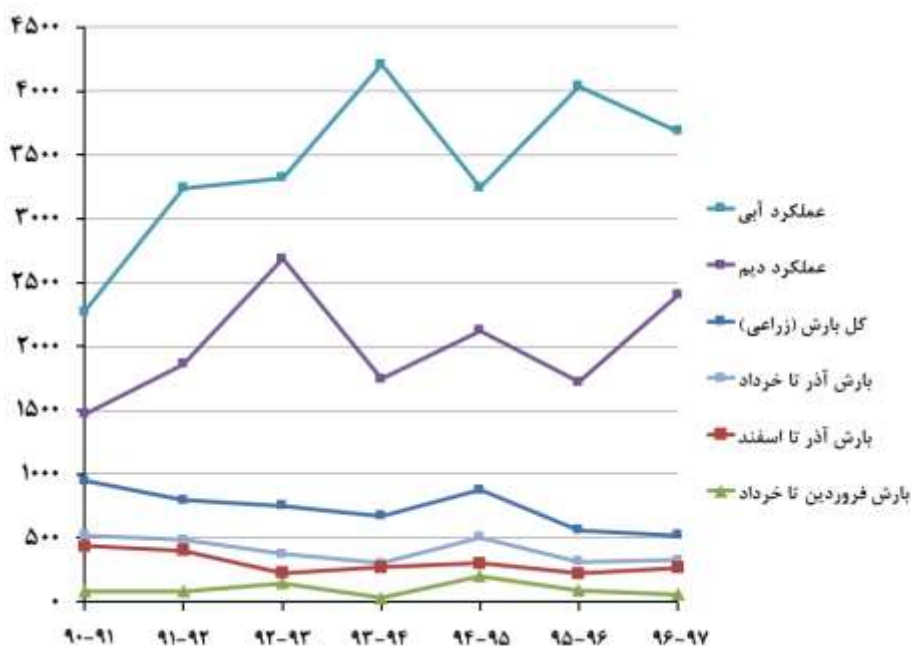
از طرفی دیگر عملکرد بیشتر کشت آبی نشان می‌دهد که گندم به شرایط رطوبتی محیط پاسخ مثبت می‌دهد. اسدی و همکاران (۱۳۸۲) در تحقیق خود بیان کرد که گندم حساسیت زیادی به تنش خشکی در مراحل خوشه‌دهی و پر شدن دانه دارد. حکمت شعار نیز بیان کرد که تنش آبی در مرحله زایشی اجزای عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (حکمت شعار، ۱۳۷۲). در نتیجه به دلیل غیر پیش‌بینی بودن عوامل تأثیرگذار در زراعت دیم از جمله بارش و نیاز به آب جهت افزایش عملکرد، اعمال شیوه‌های مدیریتی فنی-زراعی از جمله آبیاری تکمیلی امری ضروری است. وزیری (۱۳۷۶) بیان کرد که با انجام یک یا دو بار آبیاری گندم دیم در مراحل حساس به کمبود رطوبت، عملکرد دانه ۲ تا ۵ برابر افزایش می‌یابد.

از جمله فاکتورهای مؤثر بر افزایش راندمان مصرف کودهای شیمیایی بخصوص نیتروژن رطوبت مناسب خاک می‌باشد. با انجام آبیاری تکمیلی شرایطی مناسب نیز برای استفاده مفید از سایر نهاده‌های کشاورزی از جمله کود ایجاد می‌شود (Shearman et al., 2011). رطوبت خاک به دو طریق بر راندمان مصرف کودهای شیمیایی مؤثر است. ۱- تسهیل و افزایش جذب مواد غذایی، ۲- افزایش تولید ماده خشک (علیزاده و کوچکی، ۱۳۶۵). همچنین در تحقیقات بسیاری، کاهش کارایی مصرف آب تحت شرایط کمبود نیتروژن گزارش شده است (Brueck and Senbayram, 2009).

بنابراین با توجه به اینکه مقدار بارش و توزیع آن مشخص نیست، درک صحیح از عکس‌العمل محصول گندم دیم نسبت به مصرف نیتروژن و آبیاری تکمیلی از اهمیت خاصی برخوردار خواهد بود. در بین کودهای شیمیایی همبستگی بالایی بین نیتروژن و عملکرد (۵۷ درصد) گزارش شده است (Davis et al., 2012). نیتروژن فراوان‌ترین ماده معدنی است که گیاهان به آن نیاز دارند و تقسیم دو یا سه بار نیتروژن باعث می‌شود وزن هزار دانه به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر تقسیم قرار گیرد (Thomas and Throne, 1975). در تحقیقی در شمال چین رابطه بین جذب نیتروژن از خاک با میزان رطوبت خاک تحت ۴ رژیم رطوبتی شامل T1= بدون آبیاری بعد از جوانه‌زنی، T2= آبیاری تکمیلی در زمان ساقه دهی و گل‌دهی، T3= آبیاری تکمیلی در زمان کاشت، ساقه دهی و گل‌دهی، T4= آبیاری تکمیلی قبل از زمستان، ساقه دهی و گل‌دهی مورد بررسی قرار گرفت (Wu et al., 2018). نتایج نشان داد که در تیمار T2 میزان جذب نیتروژن از خاک بعد از جوانه‌زنی به میزان ۲۳ الی ۲۶ درصد در سال ۲۰۱۳-۲۰۱۲ و ۱۶۲ تا ۱۷۷ درصد در سال ۲۰۱۴-۲۰۱۳ افزایش یافته است.

باید توجه نمود که رابطه مصرف آب و محصول دهی یک رابطه خطی نیست و برای دست یافتن به کارایی مصرف آب بالاتر، باید مقدار آب موردنیاز گیاه را با دقت بیش‌تری برآورد نمود. همچنین در مدیریت آبیاری تکمیلی مسئله اصلی و اساسی علاوه بر مقدار آب آبیاری، تعیین زمان آبیاری است.

آخرین آمار وزارت جهاد کشاورزی نشان می‌دهد که سطح کشت گندم در سال زراعی ۹۷-۹۶ بیش از ۴۹ هزار هکتار است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸). سطوح کشت آبی و دیم گندم در استان مازندران در سال‌های مختلف متفاوت است. اما موضوعی که وجود دارد آن است که بسیاری از کشاورزان به دلیل میانگین بارش سالانه مناسب و مشکلات تأمین آب، توجه چندانی به آبیاری گندم نمی‌کنند و خواسته یا ناخواسته گندم را به‌صورت دیم کشت می‌نمایند. بطوریکه در سال زراعی ۹۲-۹۱ که سطح زیر کشت گندم مازندران بیش از ۴۸ هزار هکتار بوده است، بیش از ۹۱ درصد از سطح زیر کشت گندم در استان (بیش از ۴۴ هزار هکتار) را گندم دیم شامل بوده است. اما متوسط عملکرد گندم دیم در این سال ۲۱۲۶ کیلوگرم در هکتار نسبت به گندم آبی با عملکرد ۳۲۴۶ کیلوگرم در هکتار بود. در سال زراعی ۹۳-۹۲ نیز بیش از ۷۷ درصد از سطح کشت تقریباً ۵۶ هزار هکتاری گندم به‌صورت دیم کشت شد. این موضوع در سالیان اخیر بهبود یافته و در سال زراعی ۹۷-۹۶ تقریباً نیمی از سطح کشت گندم آبی بود (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸). همان‌طور که تغییرات میزان عملکرد گندم آبی و دیم و نیز بارش در سال ۹۶-۹۰ در شکل (۱) نشان می‌دهد در سال ۹۲-۹۳ با افزایش میزان بارش در فروردین تا خرداد ماه (با اینکه میزان بارش در آذر تا اسفند کاهش یافته بود)، میزان عملکرد گندم دیم افزایش یافته است. با توجه به اینکه شرایط حساس از نظر نیاز آبی برای گندم، زمان گل‌دهی و دانه دهی است (کیانی، ۱۳۹۴) که در منطقه مورد مطالعه تقریباً در اردیبهشت‌ماه می‌باشد، این موضوع نشان می‌دهد که انجام آبیاری تکمیلی می‌تواند باعث افزایش عملکرد گردد. آمار بلند مدت بارش در منطقه مورد مطالعه نیز نشان می‌دهد پراکنش بارندگی تطابق مناسبی با نیاز آبی گندم در مراحل حساس رشد آن از جمله گل‌دهی و دانه‌دهی ندارد. در نتیجه باید توجه نمود که شاخص میانگین سالانه مقدار بارش به‌تنهایی شاخص مناسبی برای زراعت دیم نیست و پراکنش زمانی و مکانی بارش در طول دوره رشد، تأثیر به‌سزایی بر عملکرد گندم دارا می‌باشد. با توجه به محاسبات کتاب مرجع "برآورد آب موردنیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور" که با استفاده از داده‌های هواشناسی بلندمدت به‌دست‌آمده است (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶)، میزان نیاز آبی گندم در شهر ساری ۳۴۸/۱ میلی‌متر می‌باشد که ۱۹۵/۲ میلی‌متر آن توسط بارش تأمین می‌شود و در نتیجه نیاز آبیاری گندم ۱۵۲/۹ میلی‌متر می‌باشد. لذا جهت حصول عملکرد مناسب، نیاز به انجام آبیاری حداقل به‌صورت آبیاری تکمیلی است. باید توجه نمود که مقدار بارش لحاظ



شکل ۱- مقدار عملکرد و بارش در سال‌های مختلف در استان مازندران (عملکرد بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب و بارش بر حسب میلی‌متر)

در ایران نیز تحقیقات مشابهی انجام شده است. جعفری وفا و همکاران (۱۳۹۸) در تحقیقی در کردستان نشان دادند که آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی و دانه‌دهی بر وزن خشک بوته، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و درصد پروتئین دانه تأثیر معنی‌داری داشته است. در تحقیقی تأثیر زمان آبیاری تکمیلی و حد بهینه کاربرد نیتروژن بر روی گندم در گچساران بررسی شد (حیدرپور و طلایی، ۱۳۹۵). نتایج نشان بهترین تیمار آبیاری تکمیلی، ۵۰ میلی‌متر آبیاری در مرحله گل‌دهی بود که عملکرد دانه را ۴۳ درصد افزایش داد. سدری و همکاران (۱۳۹۵) بیان کردند که در شرایط آبیاری تکمیلی در مراحل خوشه‌دهی و دو هفته پس از خوشه‌دهی با مصرف ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، عملکرد دانه به ترتیب ۸۴۹، ۱۳۵۷، ۱۵۴۰ و ۱۷۹۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت که در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. تحقیقی در گرگان نشان داد که آبیاری تکمیلی تأثیر معنی‌داری بر روی عملکرد گندم داشته است و در ۴ سال آزمایش به ترتیب ۶۹، ۶، ۲۱ و ۸۸ درصد افزایش عملکرد را ایجاد نمود. نتایج این تحقیق نشان داد که در سال‌هایی که سهم باران از کل آب مصرفی گیاه حدود ۷۵ درصد بود، عملکرد گندم آبی با عملکرد گندم دیم تفاوت معنی‌داری نداشت (کیانی و نوری‌نیا، ۱۳۹۳). تحقیقی در استان لرستان نشان داد که مصرف نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه شده است (حسین‌پور و همکاران، ۱۳۹۷).

در بررسی اثر آبیاری تکمیلی بر تغییرات رطوبت خاک و رشد و عملکرد گندم، نتایج نشان داد که بهترین عمق برای اندازه‌گیری مقدار آب آبیاری جهت آبیاری تکمیلی، عمق ۴۰ سانتی‌متری است. (Man, et al., 2016). تحقیقی در لبنان نیز نشان داد که آبیاری تکمیلی باعث افزایش ۲۸ و ۲۲ درصدی عملکرد در دو رقم گندم شده است. همچنین کود نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم نیز باعث افزایش ۱۲ و ۲۴ درصدی و کود نیتروژن به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش ۱۶ و ۳۸ درصد در دو رقم گندم شده است (karam et al., 2009). همچنین بسیاری از محققان افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را به علت افزایش سطح نیتروژن گزارش نموده‌اند (Abdelkhalek et al., 2015). در تحقیقی نشان داده شد که کمبود نیتروژن در زمان گلدهی باعث کاهش وزن هزار دانه می‌گردد (Hiroshi et al., 2007). بررسی‌ها نشان داده است که در بسیاری از تحقیقات انجام شده، میزان بهینه آبیاری تکمیلی ۶۰-۴۰ میلی‌متر در نظر گرفته شده است (Wang et al., 2013). همچنین میزان نیتروژن موردنیاز گندم برای تولید یک تن دانه ۵۰-۳۰ کیلوگرم برآورد شده است که باید به‌صورت کود به خاک اضافه می‌شود (Ryan et al., 2009). در تحقیقی در چین بیان شد که آبیاری تکمیلی و مصرف کود نیتروژن در مراحل ساقه‌دهی و گل‌دهی گندم نان بهاره، کارایی مصرف آب، کارایی مصرف نیتروژن، وزن هزار دانه و عملکرد دانه را به ترتیب به میزان ۱۴/۶، ۳۹/۶، ۹/۳ و ۴/۷ درصد افزایش داد (Xiao et al., 2009).

جدول ۱- وضعیت دما و بارش فصلی در منطقه موردنظر در سال‌های مورد مطالعه

سال	میانگین دما	مجموع بارش در سال زراعی
۱۳۹۳-۱۳۹۴	۱۸/۲	۶۷۲/۳
۱۳۹۵-۱۳۹۶	۱۸/۰	۵۶۲/۱
۱۳۹۶-۱۳۹۷	۱۸/۳	۵۸۹/۳

شد. میزان بذر مورد استفاده ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده است. برای تعیین بافت خاک، از خاک مزرعه نمونه تهیه شد و درصد شن، رس و سیلت آن در آزمایشگاه خاک‌شناسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران انجام گردید که مشخصات آن در جدول (۲) نشان داده شده است.

عمق آب آبیاری موردنیاز طبق فرمول زیر به مقداری مدنظر بود که رطوبت خاک تا عمق توسعه ریشه گندم که ۳۰ سانتی‌متر است به حد ظرفیت زراعی برسد.

$$I = (FC - W) \times pb \times D \quad (1)$$

که در آن I = عمق آب آبیاری (سانتی‌متر)، FC = درصد وزنی رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی، W = درصد وزنی رطوبت خاک در زمان قبل از آبیاری، pb = جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی مترمکعب) و D = عمق توسعه ریشه (سانتی‌متر) می‌باشد. درصد رطوبت خاک در زمان قبل از آبیاری به روش وزنی اندازه‌گیری شد. پس از تعیین عمق آب آبیاری، حجم آب آبیاری برای هر کرت با استفاده از رابطه زیر محاسبه شده است:

$$V = I \times A \quad (2)$$

که در آن V = حجم آب ورودی به هر کرت (مترمکعب)، I = عمق آب آبیاری (متر) و A = مساحت کرت (مترمربع) می‌باشد. شایان ذکر است که در تیمار A3 (آبیاری در زمان گل‌دهی + دانه‌دهی)، میزان آب آبیاری آن در مراحل گل‌دهی و دانه‌دهی نصف میزان آب مصرفی در تیمارهای A1 (آبیاری در زمان گل‌دهی) و A2 (آبیاری در زمان دانه‌دهی) بوده است. به عبارتی دیگر در تیمار آبیاری تکمیلی در زمان گل‌دهی + دانه‌دهی، میزان آب آبیاری در زمان گل‌دهی آن نصف میزان آب آبیاری برای تیمار آبیاری تکمیلی در زمان گل‌دهی بود. همچنین در تیمار آبیاری تکمیلی گل‌دهی + دانه‌دهی، میزان آب آبیاری در زمان دانه‌دهی نیز نصف میزان آب آبیاری برای تیمار آبیاری تکمیلی در زمان دانه‌دهی می‌باشد. صفات مورد ارزیابی در این تحقیق طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، سنبله غیر بارور، درصد پروتئین و وزن هزار دانه گندم بود. برای این منظور در مرحله رسیدگی و برداشت تعداد ۲۰ بوته از هر کرت برداشت شده و صفات موردنظر اندازه‌گیری شده است (شکل ۳). جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده گردید که در این راستا ضمن بررسی توصیفی مقادیر متغیرهای موردنظر در تیمارهای مختلف، جهت مقایسه بین

لذا در این تحقیق تأثیر آبیاری تکمیلی و مصرف کود نیتروژن بر کمیت و کیفیت گندم مورد بررسی قرار گرفت. هدف این تحقیق تعیین تأثیر آبیاری تکمیلی در مراحل حساس رشد، تعیین حساس‌ترین مرحله رشد نسبت به تنش آبی، میزان آب موردنیاز برای آبیاری تکمیلی و تأثیر استفاده از کود نیتروژن همراه با آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی گندم مدنظر بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی پهناپ در نزدیکی شهرستان ساری و در موقعیت جغرافیایی ۵۲/۹۶ درجه شرقی و ۳۶/۶۴ درجه شمالی و در سال‌های ۹۳-۹۴، ۹۴-۹۵ و ۹۵-۹۶ انجام شد. اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی دومارتن^۱ دارای وضعیت مرطوب بود. همچنین بر اساس خصوصیات دما، بارش و توپوگرافی دارای اقلیم معتدل و مرطوب (معتدل خزری) بود. میانگین دما و مجموع بارش محل آزمایش در جدول (۱) ارائه شده است.

در این تحقیق اثر آبیاری تکمیلی در دو مرحله رشد گیاه (گل‌دهی و دانه‌دهی) و نیز مصرف کود نیتروژن بر روی گندم رقم مروارید مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش به صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. تیمارهای اصلی شامل A1 = یک نوبت آبیاری در مرحله گل‌دهی، A2 = یک نوبت آبیاری در مرحله دانه‌دهی، A3 = دو نوبت آبیاری در مرحله گل‌دهی + دانه‌دهی و A4 = تیمار شاهد با رفتار آبی عرف زارع (دیم) و تیمارهای فرعی شامل B1 = مصرف نیتروژن به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در چهار تقسیط (۲۵٪ قبل از کشت، ۲۵٪ پنجه‌زنی، ۲۵٪ ساقه‌دهی و ۲۵٪ آبستنی) و B2 = مصرف نیتروژن به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در پنج تقسیط (۲۵٪ قبل از کشت، ۲۵٪ پنجه‌زنی، ۲۵٪ ساقه‌دهی، ۲۵٪ آبستنی و ۲۵٪ گل‌دهی) بود. کرت‌های موردنظر به ابعاد ۳×۳ مترمربع می‌باشند. برای جلوگیری از نشست آب در بین کرت‌ها، بین کرت‌ها و بلوک‌ها ۱ متر فاصله در نظر گرفته شده است (شکل ۲). آبیاری به صورت سطحی انجام گرفت. آماده‌سازی‌های لازم در قبل از کشت، طبق نقشه طرح صورت گرفت. عملیات کاشت هر ساله تقریباً در تاریخ ۲۰ آبان انجام

$$Xi^* = (Xi - Xave) / d \quad (3)$$
 که در این معادله، Xi^* داده استاندارد شده، Xi داده مورد نظر، $Xave$ میانگین داده مورد نظر و d انحراف معیار داده مورد نظر می‌باشد. سپس نقشه حرارتی و تجزیه و تحلیل خوشه‌ای آنها تهیه گردید.

تیمارها از تحلیل واریانس استفاده شده است و در صورت معنی‌داری اثرات مربوط به دو عامل آبیاری و کوددهی از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد استفاده گردید. همچنین برای درک بهتر نتایج، نقشه مقایسه میانگین و آزمون خوشه‌ای نیز انجام شد که در آن تمام صفت‌ها در کنار هم برای تمام تیمارها با هم مقایسه شدند. برای این امر ابتدا بر روی تمام داده با استفاده از فرمول زیر استانداردسازی انجام شد.



شکل ۲- نمایشی از گندم در مرحله خوشه‌دهی (تصویر سمت راست) و مرحله رسیدگی (تصویر سمت چپ)

جدول ۲- الف- مشخصات فیزیکی شیمیایی خاک محل اجرای تحقیق

عمق خاک (cm)	هدایت الکتریکی (ds/m)	درصد اشباع (%)	اسیدیته گل اشباع (pH)	کربنات کلسیم معادل (%)	درصد ماده آلی (%)
۰-۳۰	۰/۹۹	۶۱	۷/۴۹	۱۳	۳/۱۴

جدول ۲- ب- مشخصات فیزیکی شیمیایی خاک محل اجرای تحقیق

عمق خاک (cm)	درصد کربن آلی (%)	ماسه (%)	لای (%)	رس (%)	بافت	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)
۰-۳۰	۱/۸۳	۱۸	۳۹	۴۳	C	۴/۵	۱۸۵



شکل ۳- نمونه برداری از کرت‌های مختلف طرح

نتایج و بحث

مصرفی مورد نیاز برای آبیاری تکمیلی گندم در سه سال آزمایش را ۳۰ تا ۵۰ میلی متر در ماه های فروردین و اردیبهشت برآورد کرده بود (کیانی و همکاران، ۱۳۹۳). پس از اندازه گیری تمامی صفات مورد نظر در این آزمایش، نتایج در هر سال مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند تا معنی داری و یا عدم معنی داری تیمارها و نیز برهم کنش آنها مشخص گردد. در صورت وجود اثر متقابل نیز مقایسه میانگین بر روی اثر متقابل انجام پذیرفت. در ادامه نتایج تجزیه و تحلیل داده ها برای هر سه سال ارائه می گردد.

میزان آب مصرفی در سال های مختلف بر طبق جدول (۳) می باشد. همان طور که ملاحظه می شود میزان آب مصرفی در تیمار A3 نصف مجموع آب مصرفی در تیمارهای A1 و A2 می باشد. شایان ذکر است که میزان آب آبیاری در تیمار گل دهی +دانه دهی کمتر از تیمار گل دهی بوده است. دلیل آن این است که در تیمار گل دهی +دانه دهی، میزان آب آبیاری در مرحله گل دهی نصف میزان آب آبیاری تیمار گل دهی بود. این موضوع برای آبیاری در زمان دانه دهی نیز صدق می کند. نتایج تحقیقی در گرگان نیز میزان آب

جدول ۳- میزان آب مصرفی در سال های مختلف آزمایش (میلی متر)

سال زراعی	تیمار A1	تیمار A2	تیمار A3	تیمار A4
۹۳-۹۴	۳۶	۲۳	۲۹/۵	۰
۹۵-۹۶	۴۰	۱۵	۲۷/۵	۰
۹۶-۹۷	۳۲	۲۰	۲۶	۰

نیز به صورت شکل (۴) می باشد. توجه شود که در نقشه حرارتی (گرافیکی) مقایسه میانگین، برای صفت تعداد سنبلچه غیر بارور باید برعکس در نظر گرفته شود. زیرا برای این صفت هرچه میزان آن کمتر باشد، وضعیت آن بهتر می باشد.

نتایج سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳

نتایج تجزیه واریانس، مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری، مقایسه میانگین تیمارهای کوددهی و اثر متقابل آبیاری و کوددهی برای ویژگی درصد پروتئین به صورت جداول (۴) الی (۷) می باشد. نقشه مقایسه میانگین و تجزیه خوشه ای تأثیر تیمارها بر روی صفات گندم

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری و کوددهی بر اجزای عملکرد گندم در سال ۹۳-۹۴

منبع خطا	درجه آزادی	طول سنبله	سنبلچه در سنبله	وزن هزار دانه	پروتئین
بلوک	۳	۰/۴۶ ^{ns}	۰/۲۲ ^{ns}	۰/۹۷ ^{ns}	۲/۸۴ ^{ns}
آبیاری	۳	۱/۴۰ ^{ns}	۷/۵۳ [*]	۳۵/۹۷ ^{**}	۷/۱۸ ^{**}
خطا (۱)	۹	۰/۳۳	۳/۰۷	۰/۹۰	۰/۹۰
کود	۱	۰/۶۶ ^{ns}	۱۲/۷۳ [*]	۴/۸۷ [*]	۵/۸۹ [*]
آبیاری × کود	۳	۰/۰۹ ^{ns}	۰/۵۴ ^{ns}	۱/۳۶ ^{ns}	۵/۱۰ [*]
خطا (۲)	۱۲	۰/۶۵	۲/۱۵	۰/۶۳	۱/۱۷
ضریب تغییرات	--	۷/۰۴	۱۰/۱۰	۴/۵۶	۱۴/۵۳

ns عدم معنی داری * معنی داری در سطح ۵ درصد ** معنی داری در سطح ۱ درصد

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر اجزای عملکرد گندم در سال ۹۳-۹۴

تیمار	طول سنبله	سنبلچه در سنبله	وزن هزار دانه	درصد پروتئین
آبیاری در زمان گلدهی +دانه دهی (A1)	۱۱/۰۰ ^a	۱۷/۴۱ ^a	۴۷/۱۴ ^a	۱۱/۷۰ ^a
آبیاری در زمان گلدهی (A2)	۱۰/۹۱ ^a	۱۷/۷۷ ^a	۴۶/۴۴ ^a	۱۰/۰۲ ^{bc}
آبیاری در زمان دانه دهی (A3)	۱۰/۱۶ ^a	۱۵/۵۶ ^{ab}	۴۷/۰۹ ^a	۱۱/۰۰ ^{ab}
دیم (A4)	۱۰/۳۳ ^a	۱۷/۰۷ ^{ab}	۴۲/۶۹ ^b	۹/۶۰ ^c

* حروف مشترک از لحاظ آماری در یک سطح قرار می گیرند.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر اجزای عملکرد گندم در سال ۹۴-۹۳

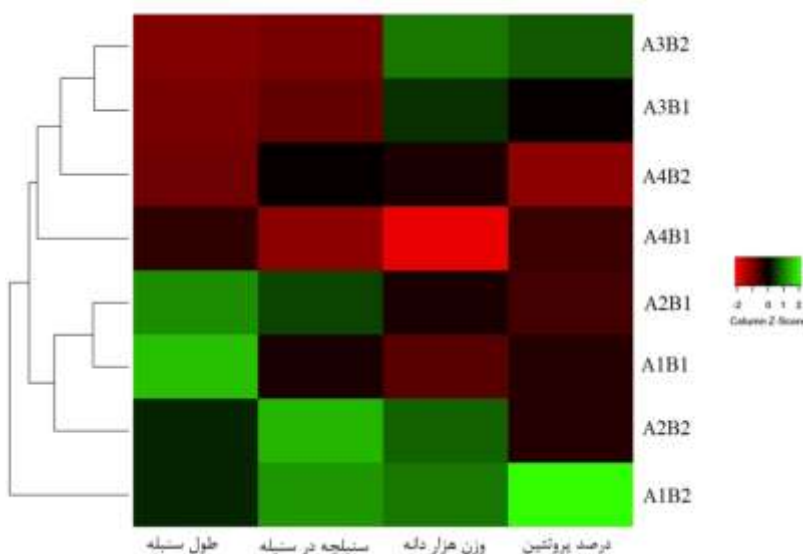
تیمار	طول سنبله	سنبله در سنبله	وزن هزار دانه	درصد پروتئین
۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره (B1)	۱۰/۷۵ ^a	۱۶/۷۳ ^b	۴۵/۴۵ ^b	۱۰/۱۶ ^b
۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره (B2)	۱۰/۴۶ ^a	۱۷/۳۴ ^a	۴۶/۳۳ ^a	۱۱/۰۱ ^a

*حروف مشترک از لحاظ آماری در یک سطح قرار می گیرند.

جدول ۷- اثر متقابل کود و آبیاری بر پروتئین در سال ۹۴-۹۳

تیمار	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2	A4B1	A4B2
مقدار	۱۰/۲۱ ^{bc}	۱۳/۱۹ ^a	۹/۸۵ ^{bc}	۱۰/۲۰ ^{bc}	۱۰/۵۲ ^{bc}	۱۱/۴۸ ^b	۱۰/۰۳ ^{bc}	۹/۱۸ ^c

*حروف مشترک از لحاظ آماری در یک سطح قرار می گیرند.



شکل ۴- نقشه مقایسه میانگین و تجزیه خوشه‌ای تأثیر آبیاری تکمیلی و کوددهی بر روی ویژگی‌های گندم پس از استاندارد کردن داده‌ها در سال زراعی ۹۴-۹۳

ویژگی سنبله غیر بارور به صورت جدول (۸) الی (۱۱) می باشد. نقشه مقایسه میانگین و تجزیه خوشه‌ای تأثیر تیمارها بر روی صفات گندم نیز به صورت شکل (۵) می باشد.

نتایج سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵

نتایج تجزیه واریانس، مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری، مقایسه میانگین تیمارهای کوددهی و اثر متقابل آبیاری و کوددهی برای

جدول ۸- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری و کوددهی بر اجزای عملکرد گندم در سال ۹۶-۹۵

میانگین مربعات (MS)					درجه آزادی	منبع خطا
پروتئین	وزن هزار دانه	سنبله غیر بارور	سنبله در سنبله	طول سنبله		
۰/۷۶ [*]	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۰/۱۲ ^{ns}	۳	بلوک
۲/۱۹ ^{**}	۲۵/۱۸ ^{**}	۰/۶۳ ^{**}	۰/۰ ^{ns}	۰/۴۷ ^{ns}	۳	آبیاری
۰/۲۹	۰/۲۱	۰/۰۷	۰/۸۹	۰/۴۱	۹	خطا (۱)
۱/۰۰ [*]	۳/۲۹ [*]	۰/۴۴ ^{ns}	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۱	کود
۱/۴۱ ^{**}	۰/۴۷ ^{ns}	۰/۷۱ ^{**}	۱/۱۰ ^{ns}	۰/۳۶ ^{ns}	۳	آبیاری×کود
۰/۱۶	۰/۳۵	۰/۱۰	۰/۷۷	۰/۲۱	۱۲	خطا (۲)
۶/۰۱	۳/۱۷	۱۴/۰۷	۴/۴۱	۴/۷۵	--	ضریب تغییرات

ns عدم معنی داری * معنی داری در سطح ۵ درصد ** معنی داری در سطح خطای ۱ درصد

جدول ۹- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر اجزای عملکرد گندم در سال ۹۵-۹۶

تیمار	طول سنبله	سنبلچه در سنبله	سنبلچه غیر بارور	وزن هزار دانه	پروتئین
آبیاری در زمان گلدهی+دانه دهی	۱۱/۵۱ ^a	۱۸/۶۹ ^a	۳/۲۷ ^a	۵۴/۳۴ ^a	۱۳/۴۱ ^a
آبیاری در زمان گلدهی	۱۱/۵۱ ^a	۱۸/۶۵ ^a	۳/۰۷ ^a	۵۱/۸۵ ^b	۱۳/۲۳ ^{ab}
آبیاری در زمان دانه دهی	۱۱/۳۹ ^a	۱۸/۶۰ ^a	۳/۰۳ ^a	۵۳/۹۵ ^a	۱۲/۹۲ ^b
دیم	۱۰/۹۹ ^a	۱۸/۶۴ ^a	۳/۶۵ ^b	۵۰/۵۸ ^c	۱۲/۲۲ ^c

*حروف مشترک از لحاظ آماری در یک سطح قرار می گیرند.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر اجزای عملکرد گندم در سال ۹۵-۹۶

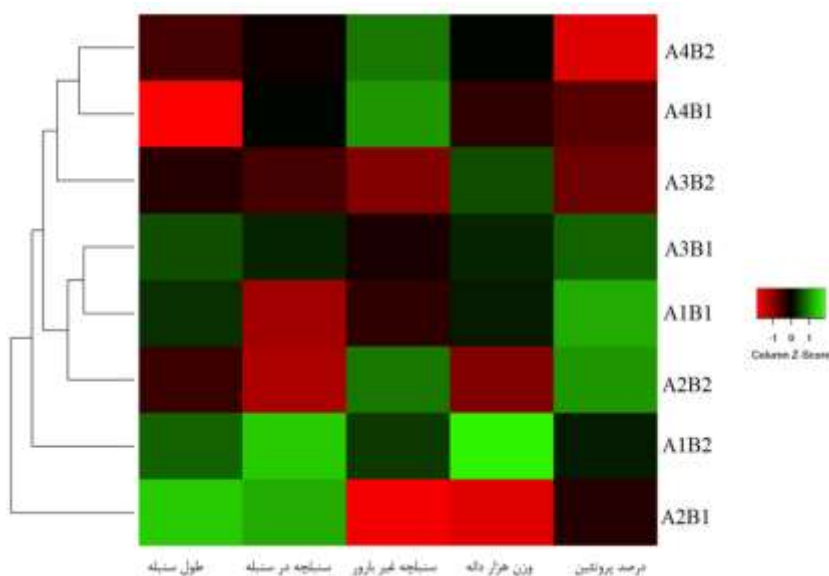
تیمار	طول سنبله	سنبلچه در سنبله	سنبلچه غیر بارور	وزن هزار دانه	پروتئین
۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره	۱۱،۳۸ ^a	۱۸،۶۸ ^a	۳،۱۴ ^a	۵۲،۳۶ ^b	۱۳،۱۲ ^a
۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره	۱۱،۳۲ ^a	۱۸،۶۱ ^a	۳،۳۸ ^a	۵۲،۰۰ ^a	۱۲،۷۷ ^a

*حروف مشترک از لحاظ آماری در یک سطح قرار می گیرند.

جدول ۱۱- اثر متقابل کود و آبیاری بر سنبلچه غیر بارور در سال ۹۵-۹۶

تیمار	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2	A4B1	A4B2
مقدار	۳/۱۳ ^{bc}	۳/۴۲ ^{cd}	۲/۵۵ ^a	۳/۶۰ ^{cd}	۳/۱۸ ^{bc}	۲/۸۸ ^{ab}	۳/۷۰ ^d	۳/۶۰ ^{cd}

*حروف مشترک از لحاظ آماری در یک سطح قرار می گیرند.



شکل ۵- نقشه مقایسه میانگین و تجزیه خوشه‌ای تأثیر آبیاری تکمیلی و کوددهی بر روی ویژگی‌های گندم پس از استاندارد کردن داده‌ها در سال زراعی ۹۵-۹۶

نتایج سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷

جهت تجزیه و تحلیل تیمارهای مورد بررسی بر روی صفات مورد نظر، هر صفت در سه سال آزمایش مورد بررسی قرار گرفت که در ادامه نتایج آن ارائه می‌گردد.

پروتئین

تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی درصد پروتئین گندم در

نتایج تجزیه واریانس، مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری، مقایسه میانگین تیمارهای کوددهی و اثر متقابل آبیاری و کوددهی برای ویژگی درصد پروتئین و وزن هزار دانه به صورت جداول (۱۲) الی (۱۶) می‌باشد. نقشه مقایسه میانگین و تجزیه خوشه‌ای تأثیر تیمارها بر روی صفات گندم نیز به صورت شکل (۶) می‌باشد.

است. در سال ۹۶-۹۷ نیز تیمارهای آبیاری در زمان دانه‌دهی و ۲۰۰ کیلوگرم کود و تیمار آبیاری در زمان گل‌دهی+دانه‌دهی و ۲۵۰ کیلوگرم کود دارای بیشترین تأثیر بر روی درصد پروتئین بوده است که به ترتیب موجب افزایش ۴۱ و ۳۴ درصدی گردیده‌اند. در سال زراعی ۹۵-۹۶ نیز اثر آبیاری بر روی درصد پروتئین معنی‌دار بوده است و کوددهی معنی‌دار نبوده است.

سال‌های مختلف در شکل (۷) نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در سال‌های زراعی ۹۳-۹۴ و ۹۶-۹۷ تیمارهای آبیاری و کوددهی دارای اثر متقابل بر روی پروتئین بودند. بطوریکه در سال ۹۳-۹۴ تیمار آبیاری در زمان گل‌دهی+دانه‌دهی و کوددهی به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار بهترین تأثیر را بر روی درصد پروتئین دارا بوده است که نسبت به تیمار شاهد موجب افزایش ۳۱ درصدی گردیده

جدول ۱۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری و کوددهی بر اجزای عملکرد گندم در سال ۹۶-۹۷

میانگین مربعات (MS)					درجه آزادی	منبع خطا
طول سنبله	سنبلچه در سنبله	سنبلچه غیر بارور	وزن هزار دانه	درصد پروتئین		
۰/۱۵ ^{ns}	۰/۷۱ ^{ns}	۰/۱۴ ^{ns}	۰/۸۴ ^{ns}	۳/۱۴ [*]	۳	بلوک
۱/۵۹ ^{**}	۴/۳۴ ^{**}	۱/۵۴ ^{**}	۲۰/۵۰ ^{**}	۱۷/۷۸ ^{**}	۳	آبیاری
۰/۴۷	۱/۳۴	۰/۴۷	۱/۶۸	۰/۷۶		خطا (۱)
۰/۰۰ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۱۰/۷۰ ^{**}	۰/۵۳ ^{ns}	۱	کود
۰/۱۷ ^{ns}	۱/۳۲ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	۲/۳۲ [*]	۱۲/۸۴ ^{**}	۳	آبیاری×کود
۰/۱۴	۰/۷۰	۰/۱۸	۰/۵۶	۰/۶۳	۲۱	خطا (۲)
۵/۶۲	۶/۲۷	۱۸/۴۹	۳/۷۲	۱۳/۹۴	--	ضریب تغییرات

ns عدم معنی‌داری * معنی‌داری در سطح ۵ درصد ** معنی‌داری در سطح خطای ۱ درصد

جدول ۱۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف آبیاری بر اجزای عملکرد گندم در سال ۹۶-۹۷

تیمار	طول سنبله	سنبلچه در سنبله	سنبلچه غیر بارور	وزن هزار دانه	درصد پروتئین
آبیاری در زمان گل‌دهی+دانه‌دهی	۱۱/۵۰ ^a	۱۸/۸۵ ^a	۲/۷۲ ^a	۵۰/۵۵ ^a	۱۴/۸۳ ^a
آبیاری در زمان گل‌دهی	۱۰/۷۰ ^b	۱۷/۱۰ ^b	۳/۴۱ ^b	۴۹/۶۹ ^b	۱۳/۳۴ ^b
آبیاری در زمان دانه‌دهی	۱۰/۶۵ ^b	۱۷/۵۸ ^b	۳/۷۴ ^b	۴۹/۲۱ ^b	۱۵/۳۲ ^a
دیم	۱۰/۵۱ ^b	۱۷/۷۶ ^b	۳/۵۱ ^b	۴۶/۸۱ ^c	۱۲/۰۴ ^c

*حروف مشترک از لحاظ آماری در یک سطح قرار می‌گیرند.

جدول ۱۴- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کودی بر اجزای عملکرد گندم در سال ۹۶-۹۷

تیمار	طول سنبله	سنبلچه در سنبله	سنبلچه غیر بارور	وزن هزار دانه	درصد پروتئین
۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره	۱۰/۸۵ ^a	۱۷/۹۰ ^a	۳/۴۲ ^a	۴۸/۴۹ ^b	۱۳/۷۶ ^a
۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره	۱۰/۸۳ ^a	۱۷/۷۶ ^a	۳/۲۸ ^a	۴۹/۶۴ ^a	۱۴/۰۲ ^a

*حروف مشترک از لحاظ آماری در یک سطح قرار می‌گیرند.

جدول ۱۵- اثر متقابل کود و آبیاری بر پروتئین در سال ۹۶-۹۷

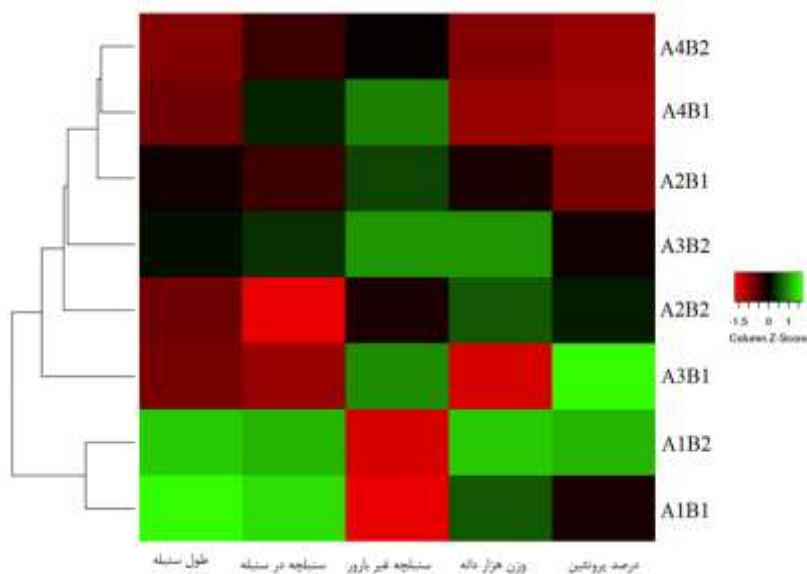
تیمار	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2	A4B1	A4B2
مقدار	۱۳/۶۱ ^{bc}	۱۶/۰۶ ^a	۱۲/۴۹ ^{cd}	۱۴/۱۹ ^b	۱۶/۹۵ ^a	۱۳/۶۹ ^{bc}	۱۱/۹۶ ^d	۱۲/۱۲ ^d

*حروف مشترک از لحاظ آماری در یک سطح قرار می‌گیرند.

جدول ۱۶- اثر متقابل کود و آبیاری بر وزن هزار دانه در سال ۹۶-۹۷

تیمار	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2	A4B1	A4B2
مقدار	۵۰/۱۵ ^{ab}	۵۰/۹۵ ^a	۴۹/۲۷ ^{bc}	۵۰/۱۰ ^{ab}	۴۷/۸۵ ^{cd}	۵۰/۵۸ ^{ab}	۴۶/۶۸ ^d	۴۹/۹۵ ^d

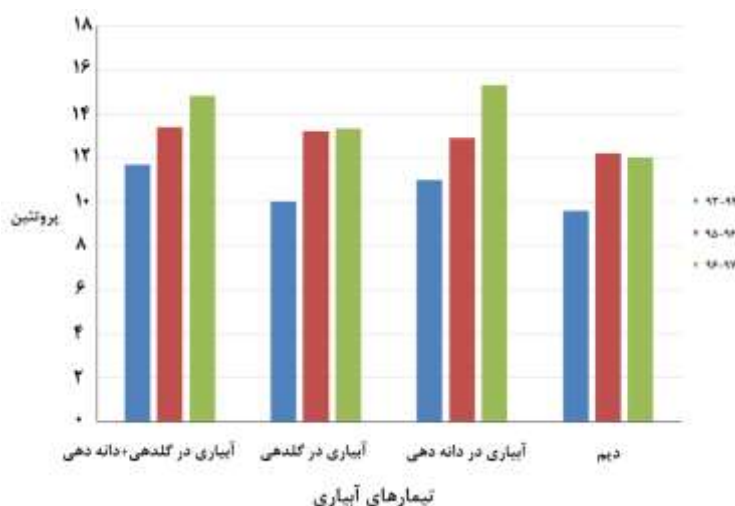
*حروف مشترک از لحاظ آماری در یک سطح قرار می‌گیرند.



شکل ۶- نقشه مقایسه میانگین و تجزیه خوشه‌ای تأثیر آبیاری تکمیلی و کوددهی بر روی ویژگی‌های گندم پس از استاندارد کردن داده‌ها در سال زراعی ۹۶-۹۷

روزنه‌ها و یا کاهش درجه گشودگی آنها شده و در نتیجه جذب و تثبیت دی‌اکسید کربن کاهش می‌یابد. این امر باعث می‌شود میزان کل مواد پرورده برای پرشدن دانه کاهش یابد (جواد الاسلامی و همکاران، ۱۳۸۴). رضوی (۱۳۸۷) نیز در تحقیقی بیان کرد که آبیاری تأثیر معنی‌داری بر روی پروتئین دارد و انجام آبیاری در سه مرحله ظهور خوشه، گل‌دهی و دانه بستن سبب تولید بیشترین درصد پروتئین دانه شد.

برای آبیاری نیز آبیاری در زمان گل‌دهی + دانه‌دهی و آبیاری در زمان گل‌دهی بیشترین تأثیر را بر روی درصد پروتئین دارا بوده‌اند که به ترتیب موجب افزایش ۱۰ و ۸ درصدی گردیده‌اند. این نتیجه با نتایج تحقیق جعفری وفا و همکاران (۱۳۹۸) مطابقت دارد. در تحقیق مذکور نیز بیشترین درصد پروتئین از تیمار آبیاری تکمیلی گندم در مرحله گل‌دهی بدست آمد و کمترین درصد پروتئین نیز از تیمار دیم بدست آمد. دلیل آن این است که تنش آبی باعث بسته شدن نسبی



شکل ۷- تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی درصد پروتئین گندم

سال‌های مختلف در شکل (۸) نشان داده شده است. برای شاخص وزن هزار دانه در هر سه سال آزمایش، تیمارهای آبیاری و کوددهی

وزن هزار دانه
تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی وزن هزار دانه گندم در

میانگین دما در طول دوره رشد گندم در سه سال مورد مطالعه به ترتیب ۱۸/۲، ۱۸/۰۵ و ۱۸/۳ درجه سانتی‌گراد بوده است که تغییری نداشته است. اما نتایج نشان داد که میزان بارش در فروردین و اردیبهشت تأثیر بیشتری نسبت به مجموع بارش در کل دوره رشد بر وزن هزار دانه دارد و از آنجایی که میزان بارش در فروردین و اردیبهشت سال زراعی ۹۶-۹۵ بیشتر از سال‌های دیگر است، مقدار وزن هزار دانه در این سال نیز بیشتر از سال‌های دیگر است. در اثر متقابل آبیاری و کوددهی در سال ۹۶-۹۷ نیز بهترین تیمار، تیمار A1B2 (آبیاری در زمان گل‌دهی+دانه‌دهی با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره) بوده است.

سنبلچه غیر بارور

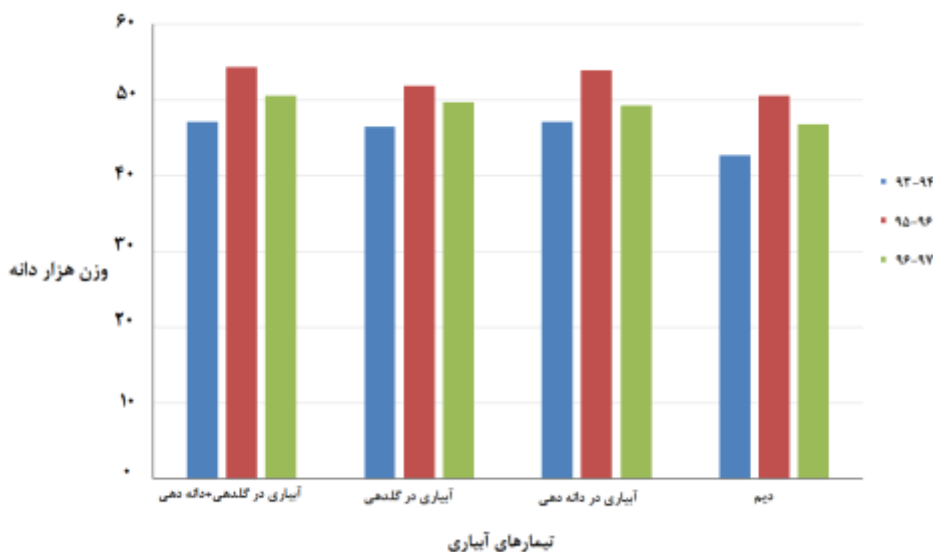
تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی سنبلچه غیر بارور گندم در سال‌های مختلف در شکل (۹) نشان داده شده است. این شاخص در دو سال زراعی ۹۶-۹۵ و ۹۷-۹۶ اندازه‌گیری شد که در سال ۹۵-۹۶ تیمار آبیاری و اثر متقابل آبیاری و کوددهی معنی‌دار شده است و تیمار کوددهی معنی‌دار نشده است. لذا مقایسه میانگین بر روی اثر متقابل آبیاری و کوددهی انجام شد. نتایج نشان داد که بهترین تیمار در این سال نیز تیمار آبیاری در زمان گل‌دهی و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود بوده است که باعث کاهش ۳۱ درصدی در میزان سنبلچه غیر بارور شده است. دلیل آن این است که آبیاری تکمیلی در زمان گل‌دهی باعث می‌شود گرده‌افشانی بهتر انجام شود. این امر از عدم تلقیح گل‌ها جلوگیری می‌کند و در نتیجه سنبلچه غیر بارور کمتر ایجاد گردد. در واقع تنش آبی در مرحله گل‌دهی باعث کاهش تعداد سنبلچه‌های بارور می‌شود. همچنین کیانی (۱۳۹۴) بیان کرد که تنش آبی در مرحله گل‌دهی به دلیل اینکه رشد ریشه کاهش می‌یابد و از خاک جذب بسیار کم می‌شود، خسارت جبران‌ناپذیری به تشکیل تعداد دانه وارد می‌کند. در سال زراعی ۹۷-۹۶ نیز تیمار آبیاری معنی‌دار شد، ولی کوددهی معنی‌دار نشد. بهترین تیمار آبیاری نیز آبیاری در زمان گل‌دهی+دانه‌دهی بوده است که باعث کاهش ۲۲ درصدی مقدار سنبلچه غیر بارور شده است. جعفری وفا و همکاران (۱۳۹۸) و باقری و حیدری شریف‌آباد (۱۳۸۶) این تأثیر را تایید کردند و بیان کردند که تنش آبی در زمان گرده‌افشانی ممکن است باعث کاهش تعداد سنبلچه یا باروری سنبلچه‌ها گردد. امام و نیک نژاد (۱۳۹۰) نیز بیان کردند که تنش آبی موجب کاهش تعداد دانه در سنبلچه می‌گردد.

معنی‌دار بوده‌اند، و اثر متقابل آنها در یک سال ۹۷-۹۶ معنی‌دار بود. بهترین تیمار آبیاری نیز برای این سال‌ها آبیاری در زمان گل‌دهی+دانه‌دهی (به ترتیب با ۳/۷۴، ۳/۷۶، و ۴/۴۵ گرم افزایش نسبت به تیمار دیم معادل با ۱۰/۵، ۷ و ۸ درصد افزایش) بوده است. دلیل آن این است که با کمبود آب در محیط خاک، گیاه نمی‌تواند عناصر غذایی موجود در خاک را به‌خوبی جذب نماید و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی کاهش پیدا می‌کند و این کاهش بر روی ذخایر غذایی دانه و وزن هزار دانه، تأثیر می‌گذارد (جعفری وفا و همکاران، ۱۳۹۸). این نتیجه با نتیجه تحقیق قنبری و همکاران (۲۰۱۱) با اقلیمی مشابه منطقه مورد مطالعه که با انجام آبیاری ۵ گرم افزایش در وزن هزار دانه (از ۴۰ به ۴۵ گرم) را به دست آوردند، مطابقت داشته است. همچنین نتیجه تحقیقی سه‌ساله در مراغه نیز نشان داد که با انجام ۹۵ میلی‌متر آبیاری تکمیلی میزان وزن هزار دانه ۲/۹ گرم نسبت به تیمار دیم افزایش یافته است (توکلی، ۱۳۸۲). در صورت تک آبیاری نیز در هر سه سال تیمارهای آبیاری تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمار دیم داشته‌اند. اما در بین تیمار آبیاری در زمان دانه‌دهی و تیمار آبیاری در زمان گل‌دهی، در دو سال تیمار آبیاری در زمان دانه‌دهی تأثیر بیشتری نسبت به تیمار آبیاری در زمان گل‌دهی داشته است هر چند فقط در یک سال این تفاوت معنی‌دار بوده است. این موضوع با نتیجه تحقیق تدین و امام (۱۳۸۶) مطابقت داشته است. در تحقیق مذکور تیمار آبیاری تکمیلی در زمان گل‌دهی و یا دانه‌دهی تفاوت معنی‌داری نسبت به تیمار دیم داشته‌اند. در بین آنها نیز تیمار آبیاری در زمان دانه‌دهی تأثیر بیشتری نسبت به تیمار آبیاری در زمان گل‌دهی بر روی وزن هزار دانه داشته است. هر چند اختلاف آنها اندک (۰/۵۸ و ۰/۶۲ گرم برای دو سال آزمایش) بوده است. در تحقیقی بر روی تأثیر آبیاری تکمیلی بر گندم نیز اظهار شد که آبیاری تکمیلی در مراحل مختلف رشد گندم تأثیر مثبتی بر تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه دارد (Tahmasebi Sarvestani et al., 2008).

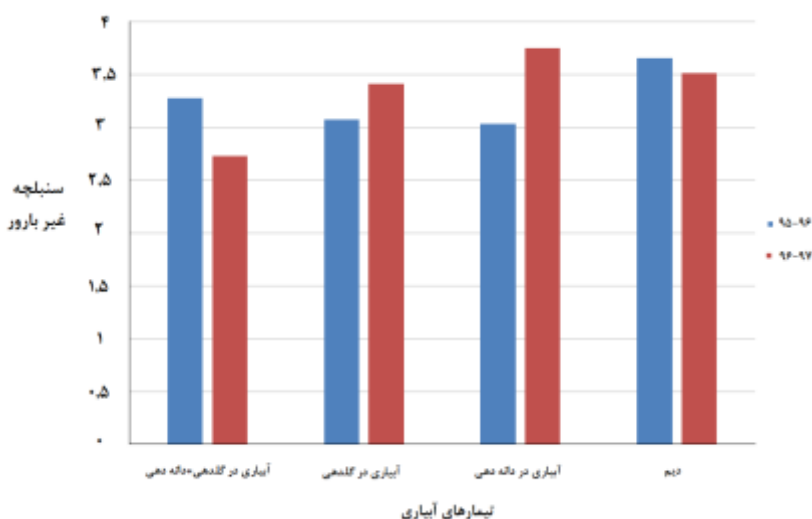
برای تیمارهای کوددهی نیز تیمار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره بیشترین تأثیر را در هر سه سال در سطح احتمال ۵ درصد دارا بوده است که با نتایج هیروشی و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. همچنین مقایسه نتایج سه‌ساله وزن هزار دانه نشان می‌دهد که تیمارها در سال زراعی ۹۶-۹۵ دارای میانگین وزن هزار دانه بیشتری نسبت به سال‌های دیگر داشته است. برای پی بردن به دلیل این موضوع، میزان دما و بارش در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد در این سه سال بررسی شد (جدول ۱۶). بررسی‌ها نشان داد که

جدول ۱۷- میزان بارش در طول دوره رشد گندم در سال‌های آزمایش

۹۷-۹۶	۹۶-۹۵	۹۴-۹۳	
۳۲۴/۶	۳۱۴/۵	۳۰۰/۵	مجموع بارش از اول آذر تا آخر اردیبهشت
۵۸/۱	۹۰/۳	۳۰/۴	مجموع بارش در فروردین و اردیبهشت



شکل ۸- تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی وزن هزار دانه

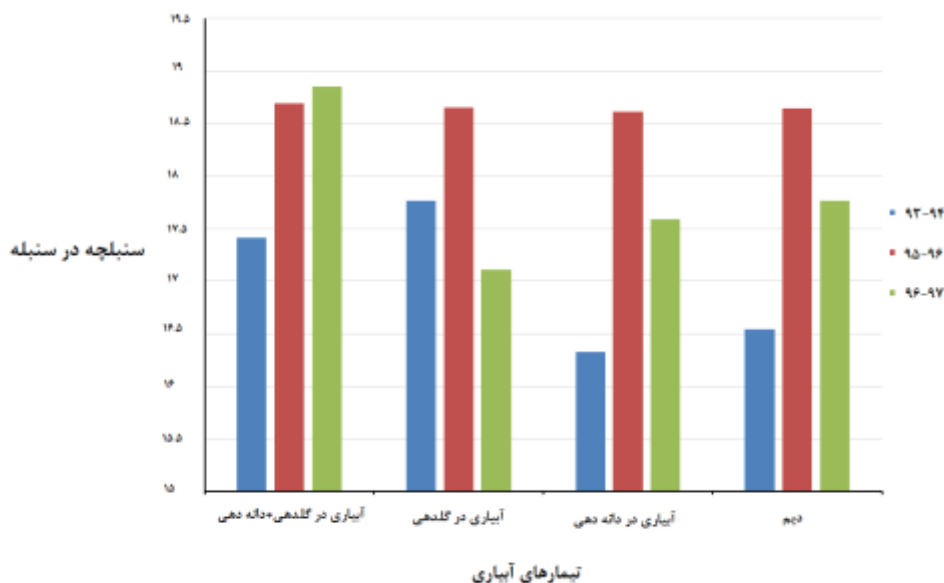


شکل ۹- تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر سنبلچه غیر بارور در سال‌های مورد آزمایش

سنبلچه در سنبله

تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی سنبلچه در سنبله گندم در سال‌های مختلف در شکل (۱۰) نشان داده شده است. برای این شاخص در سال زراعی ۹۳-۹۴ تیمار کوددهی، در سال ۹۵-۹۶ هیچ تیماری و در سال ۹۶-۹۷ تیمار آبیاری معنی‌دار بوده است. در مورد کوددهی در سال ۹۳-۹۴ تیمار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار بهترین تأثیر را داشته است که موجب افزایش ۴ درصدی گردید. در مورد آبیاری نیز در سال ۹۶-۹۷ تیمار آبیاری در گل‌دهی+دانه دهی بیشترین تأثیر را داشت و موجب افزایش ۶ درصدی گردید و بقیه تیمارها تأثیر معنی‌داری نداشته‌اند. در نتیجه به نظر می‌رسد آبیاری تکمیلی و

کوددهی تأثیر چشمگیری بر روی این صفت نداشته است که با نتایج تحقیق قنبری و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشته است. همچنین این نتایج تقریباً با نتایج تحقیق تدین و امام (۱۳۸۶) مطابقت دارد. در تحقیق مذکور این‌طور نتیجه‌گیری شده بود که بین تیمارهای آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی، آبیاری تکمیلی در مرحله دانه دهی و تیمار دیم اختلاف معنی‌داری در مقدار سنبلچه در سنبله مشاهده نشده است. اما در تحقیق جعفری وفا و همکاران (۱۳۹۸)، آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی و آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن دانه باعث افزایش تعداد سنبلچه نسبت به تیمار دیم شدند. اما این دو تیمار اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند.

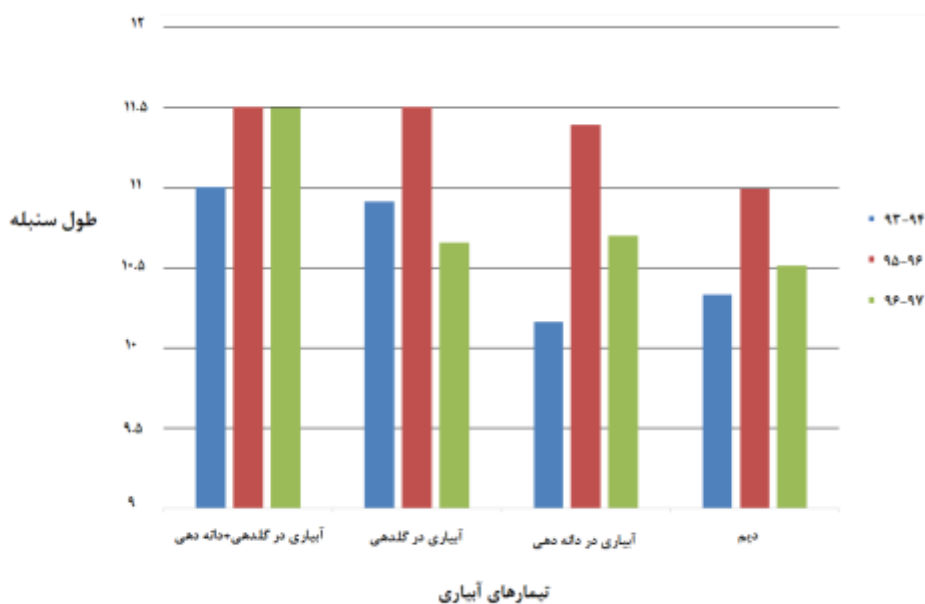


شکل ۱۰- مقایسه تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی سنبله در سنبله در سال‌های مورد آزمایش

بوده است که موجب افزایش ۱۰ درصدی گردیده است و بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری با هم نداشته‌اند. تأثیر کمتر آبیاری تکمیلی و کوددهی بر روی طول سنبله آن است که این تیمارها در مراحل گل‌دهی و دانه‌دهی که گندم در فاز زایشی است، اعمال شد که در این فاز، آب و مواد غذایی کمتر مصروف رشد رویشی گندم می‌شود که این موضوع با نتایج تحقیق قنبری و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشته است.

طول سنبله

تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی طول سنبله گندم در سال‌های مختلف در شکل (۱۱) نشان داده شده است. در مورد این شاخص در سال‌های ۹۳-۹۴ و ۹۵-۹۶ هیچ کدام از تیمارهای آبیاری و کوددهی تأثیر معنی‌داری نداشته‌اند و در سال ۹۶-۹۷ تیمار آبیاری تأثیر معنی‌داری داشته، ولی کوددهی تأثیر معنی‌داری نداشته است. بهترین تیمار نیز در سال ۹۶-۹۷ تیمار آبیاری در گل‌دهی+دانه‌دهی



شکل ۱۱- مقایسه تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر روی طول سنبله در سال‌های مورد آزمایش

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که در هر سه سال تحقیق، آبیاری بر روی شاخص‌های وزن هزار دانه، درصد پروتئین و سنبلچه غیر بارور تأثیر معنی‌داری داشته است و در بین تیمارهای آبیاری نیز تیمارهای آبیاری در زمان گل‌دهی + دانه دهی بهترین نتیجه را داشته است که باعث افزایش ۳۱، ۳۴ و ۱۰ درصدی بر روی درصد پروتئین، افزایش ۱۰/۵، ۷ و ۸ درصدی بر روی وزن هزار دانه و نیز کاهش ۱۰ و ۲۲ درصدی تعداد سنبلچه غیر بارور شده است. در صورت امکان، انجام دو بار آبیاری در مراحل گل‌دهی و دانه‌بندی به کشاورزان قابل توصیه می‌باشد. در صورت تک آبیاری نیز بهترین تیمار جهت بهبود وزن هزار دانه، پروتئین و تعداد سنبلچه غیر بارور، تیمار آبیاری در زمان دانه‌دهی بوده است. میزان آب آبیاری مورد نیاز جهت آبیاری تکمیلی در منطقه مورد مطالعه و با بافت خاک رسی در زمان گل‌دهی ۳۲ الی ۴۰ میلی‌متر، در زمان دانه‌دهی ۱۵ الی ۲۳ میلی‌متر و در زمان گل‌دهی + دانه‌دهی ۲۶ الی ۳۰ میلی‌متر می‌باشد. باید توجه داشت که این میزان نیاز آب آبیاری در شرایطی است که در زمان مورد نیاز بارشی صورت نگیرد و در صورت بارش می‌توان میزان بارش مؤثر را از میزان نیاز آب آبیاری کسر نمود. همچنین نتایج نشان داد که آبیاری تکمیلی می‌تواند شاخص‌های کمی و کیفی گندم را بهبود دهد. اما باید توجه داشت که غیرقابل پیش‌بینی بودن شرایط اقلیمی مخصوصاً بارش، مدیریت آبیاری گندم را با مشکل مواجه می‌کند و این موضوع پایداری تولید و نیز دستیابی به حداکثر عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از آنجایی که غیرقابل پیش‌بینی بودن شرایط اقلیمی گریزناپذیر است، لذا جهت حصول عملکرد مناسب، پایش شرایط رطوبتی خاک و انجام آبیاری در زمانی که رطوبت خاک کافی نیست، ضروری است. از طرفی دیگر این تحقیق برای شرایط در دسترس بودن آب می‌باشد. در صورت در دسترس نبودن آب کافی به میزان ذکر شده، می‌توان این مقدار را کاهش داد. بطوریکه نتایج تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهد که آبیاری حتی به اندازه بخشی از نیاز آب آبیاری نیز می‌تواند موجب بهبود شاخص‌های برداشت گردد (Karam et al., 2009). در مورد کوددهی، مصرف ۲۵ درصد از تقسیط کود اوره در زمان گل‌دهی، بر روی وزن هزار دانه در هر سه سال آزمایش و بر روی تعداد سنبلچه در سنبله در دو سال در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌دار داشته و بر روی سایر ویژگی‌ها یا در یک سال اثر داشته یا اصلاً اثری نداشت. همچنین آبیاری و کوددهی در دو سال از سه سال آزمایش دارای اثر متقابل بر روی پروتئین بودند. به عبارتی دیگر در شرایط آبیاری مطلوب، واکنش گندم به افزایش نیتروژن مخصوصاً در صفت درصد پروتئین بیشتر بوده است. در حالی که در شرایط تنش آبی، واکنش گیاه به افزایش نیتروژن کمتر بود. بر طبق نتایج، بهترین تیمار

آبیاری، دو نوبت آبیاری شامل آبیاری در مراحل گل‌دهی و دانه‌دهی و بهترین تیمار کوددهی، مصرف کود اوره به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و در ۵ تقسیط می‌باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی به شماره ۹۴۰۰۸۳-۹۴۰۰۴-۱۰-۴-۶۰ در سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی است که در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران اجرا شده است. بدین وسیله از زحمات همه کسانی که در اجرای آن همکاری نموده‌اند، تشکر می‌گردد.

منابع

احمدی، ک.، عبادزاده، ح.، ر.، حاتمی، ف.، عبدشاه، ه. و کاظمیان، ا. ۱۳۹۸. آمارنامه کشاورزی: سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶، جلد اول: محصولات زراعی. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. چاپ اول. ۸۷ ص.

اسدی، ح.، نیشابوری، م.، و سیادت، ح. ۱۳۸۲. تعیین ضریب حساسیت گندم به تنش رطوبتی در مراحل مختلف رویش در منطقه کرج. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۴، شماره ۳. ص ۵۸۶-۵۷۹.

امام، ی. و نیک نژاد، ی. ۱۳۹۰. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز. چاپ سوم. ص ۵۹۴.

امداد، م.، و صباغ فرشی، ع. ا. ۱۳۷۷. بررسی اثر آبیاری تکمیلی در افزایش محصول گندم در کشور. نشریه فنی شماره ۱۰۵۰، موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران. ۲۱ ص.

باقری، ع. و حیدری شریف‌آباد، ح. ۱۳۸۶. بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد و محتوی یون‌ها در (*Hordeum sativum* L) گیاه جو بدون پوشینه. نشریه بوم‌شناسی گیاهان زراعی (دانش نوین کشاورزی). دوره ۳، شماره ۷. ص ۱۵-۱۰.

تدین، م.، ر. و امام، ی. ۱۳۸۶. اثر آبیاری تکمیلی و مقدار فراهمی آب بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک دو رقم گندم دیم، دوره ۱۱. شماره ۴۲. ص ۱۵۶-۱۴۵.

توکلی، ع. ر. ۱۳۸۲. اثر مقادیر مختلف آبیاری تکمیلی و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم رقم سبلان. مجله نهال و بذر، جلد ۱۹، شماره ۳. ص ۳۸۱-۳۶۷.

- Agricultural Science.
http://dx.doi.org/10.1016/j.aos.2015.10.012
- Brueck, H., and Senbayram, M. 2009. Low nitrogen supply decreases water-use efficiency of oriental tobacco. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 172: 216–223.
- Davis, J.G., Westfall, D.G., Mortvedt, J.J., and Shanahan, J.F. 2012. Feertilizing winter wheat. *Agron. J.* 84: 1198-1203.
- Ghanbari Malidarreh, A., Rajabi Vandechali, M., Ebadi, A., and Dastan, S. 2011. The effect of complementary irrigation in growth stage on yield, qualitative and quantitative indices of wheat. *American Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science* 11(3): 320-325.
- Hiroshi, N., Satoshi, M., and Kusuda, O. 2007. Effect of nitrogen application rate and timing on grain yield and protein content of the bread cultivar in south western Japan. *Plant Production Science* 11:151- 157.
- Karam, F., Kabalan, J., Roupheal, Y., and Oweis, T. 2009. Yield and water-production functions of two durum wheat cultivars grown under different irrigation and nitrogen regimes. *Journal of Agricultural Water Management*, Volume 96, Issue 4:603-615.
- Man, J., Shi, Y., Yu, Z., and Zhang, Y. 2016. Root growth, soil water variation, and grain yield response of winter wheat to supplemental irrigation. *Journal of Plant Production Science*, Volume 19, 2016 - Issue 2
- Shearman, V.J., Sylvester-bradely, R., Scott, R.K., and foulkes, M.J. 2011. Physiological processes associated with wheat yield progress in the UK. *Crop Science* 45: 175–185.
- Tahmasebi Sarvestani, Z., Modarres Sanavy, SAM., and Roohi, A. 2008. Yield and yield components of dryland wheat genotypes under supplemental irrigation. 14th Australian Agronomy Conference, 21-25 September, Adelaide, SA.
- Thomas, S.M., and Thorne, G.N. 1975. Effect of nitrogen fertilizer on photosynthesis and ribulose 1, 5-diphosphate carboxylase activity in spring wheat in the field. *Exp. Bot.* 26: 43-51.
- Wang X, Shi Y, Guo Z, Zhang Y, Yu Z. 2015. Water use and soil nitrate nitrogen changes under supplemental irrigation with nitrogen application rate in wheat field. *Field Crop Research*. 183: 117-125.
- Wu, B., Zhang, H., and Wang, D. 2018. Timely supplemental irrigation changed nitrogen use of wheat by regulating root vertical distribution. *Journal of plant nutrition and and soil science*. Volume 181, issue 3. p 396-408.
- Xiao, G., Zhang, Q., Wang, R., and Xiong, R. 2009. ثقه الاسلامی، م.ج.، کافی، م.، مجیدی هروان، ا.، درویش، ف. و نورمحمدی، ق. ۱۳۸۴. تأثیر کم آبیاری بر عملکرد و بازده استفاده از آب سه گونه ارزن. *مجله علوم کشاورزی*، سال یازدهم، شماره ۴. ۱۳۱-۱۲۱.
- جعفری وفا، ه.، حیدری، غ. و خالص رو ش. ۱۳۹۸. اثر آبیاری تکمیلی و کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم، نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار /جلد ۲۹ شماره ۲. ص ۱۸۷-۱۷۳.
- حسین پور، ط.، رحمتی، م.، احمدی، ع. و دولتشاه، ج. ۱۳۹۷. اثرات میزان های مختلف مصرف کود نیتروژن و آبیاری تکمیلی بر خصوصیات زراعی و عملکرد دانه ارقام گندم دیم. *نشریه زراعت دیم ایران*. دوره ۷، شماره ۱. ص ۳۲-۱۵.
- حیدرپور، ن. و طلایی، س. ۱۳۹۵. تأثیر هنگام آبیاری تکمیلی و میزان نیتروژن بر عملکرد و ویژگی های زراعی گندم دیم رقم کوهدشت، *مجله علوم گیاهان زراعی ایران*، دوره ۴۷، شماره ۴، ص ۵۴۹-۵۴۱.
- رضوی، ر. ۱۳۸۷. اثر حذف آبیاری در مراحل رشد گندم بر کارایی مصرف آب و عملکرد کمی و کیفی آن. *مجله علوم خاک و آب*، دوره ۲۲، شماره ۱. ۱۴۵-۱۳۷.
- سدری، م. ح.، گلچین، ا.، فیضی اصل، و. و سی و سه مرده، ع. ۱۳۹۵. اثرات مصرف بهینه نیتروژن بر کارایی استفاده از آب باران و عملکرد گندم دیم در رژیم های متفاوت رطوبتی. *نشریه زراعت دیم ایران*، دوره ۵، شماره ۱. ص ۸۵-۶۳.
- علیزاده ا. و کوچکی، ع. ۱۳۶۵. اصول زراعت در مناطق خشک، جلد دوم (ترجمه). انتشارات آستان قدس رضوی. ۲۷۰ ص.
- فرشی، ع. ا.، شریعتی، م.، ر.، جاراللهی، ر.، قائمی، م.، ر.، شهابی فر، م. و تولائی، م. م. ۱۳۷۶. برآورد آب موردنیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. جلد اول (گیاهان زراعی). انتشارات نشر آموزش کشاورزی وابسته به معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چاپ نخست. ۹۱۸ ص.
- کیانی، ع.ر.، نوری نیا، ع. ع. ۱۳۹۳. بررسی بهره وری بارش و آبیاری تکمیلی در چند رقم گندم. *نشریه پژوهش های حفاظت آب و خاک*. جلد ۲۱، شماره ۵. ص ۱۷۳-۱۵۵.
- کیانی، ع. ر. ۱۳۹۴. راهنمای جامع آبیاری گندم. انتشارات نشر آموزش کشاورزی، چاپ اول. ۲۱۱ ص.
- Abdelkhalek, A.A., Darwesh, RKh., and El-Mansoury, MAM. 2015. Response of some wheat varieties to irrigation and nitrogen fertilization using ammonia gas in North Nile Delta region. *Annals of*

rain-fed spring wheat yield. *Acta Ecologica Sinica*
29: 205-210.

Effects of elevated CO₂ concentration supplemental
irrigation and nitrogenous fertilizer application on

Effects of Supplemental Irrigation and Nitrogen Fertilization on Yield and Qualitative Characteristics of Wheat in Mazandaran

M. I. Kamali^{1*}, M. Shahabian²

Received: Apr.17, 2020

Accepted: Sep.23, 2020

Abstract

Many farmers plant rainfed wheat in Mazandaran province that produces lower yield than irrigated wheat. Therefore, in this study, effects of supplemental irrigation in sensitive growth stages accompanied with the split application of nitrogen on yield and qualitative characteristics of wheat (Morvarid variety) was studied in Pahnab station (Sari). This study was carried out as Complete Random Blocks Plot in split plot with four replications in 2015, 2017 and 2018. The main treatments included A1= irrigation on flowering, A2= irrigation on grain filling, A3= irrigation on flowering and grain filling and A4= rainfed (control treatment). The minor treatments included B1= 200 kg/ha urea application and in four splits (25% before planting, 25% at tillering, 25% at stem extension and 25% at booting) and B= 250 kg/ha urea application and in five splits (25% before planting, 25% at tillering, 25% at stem extension, 25% at booting and 25% at flowering). The considered characteristics were protein percentage, 1000-grain weight, the number of spikelet in spike, infertile spikelet and spike length. Analysis was conducted by SPSS and showed that in every three years, irrigation was effective on 1000-grain weight, protein percentage and infertile spikelet in significance level of 0.05 and the best treatment was A3 that resulted 25% increase in protein, 8.5% increase in 1000-grain weight and 22% decrease in infertile spikelet. For one irrigation, the best treatment was irrigation in grain filling for improving 1000-grain weight, protein percentage and infertile spikelet. For spike length and number of spikelet in spike, results showed that supplemental irrigation and fertilizing had no significant effects. For fertilizing, urea application on flowering had significant effect on 1000-grain weight in every 3 years and on the number of spikelet in spike in 2 years in significance level of 0.05; however, had no significant effects on others characteristics. In addition, there was a significant effect of the interaction between irrigation and fertilization in 2 years on protein percentage. Based on results, the best irrigation treatment is (A3) irrigation on flowering and grain filling and the best fertilization treatment is 250 kg/ha urea application in 5 splits.

Keywords: Fertilization, Supplemental irrigation, Wheat, Water requirement, 1000-grain weight

1- Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran

2- Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran

(*- Corresponding Author Email: kamalipasha@yahoo.com)