تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد چهاردهم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۰
۹۳۹-۹۴۹
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.3226.1825

مقاله پژوهشی

ارزیابی انتقال مجدد ماده خشک، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم دیم تحت تأثیر آبیاری تکمیلی و کود نیتروژن

لایق مرادی[1]، عادل سی‌وسه مرده[2*]، یوسف سهرابی[2]، بهمن بهرام‌نژاد[2]، فرزاد حسین پناهی[2]
۱. دانشجوی دکترای تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان
۲. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، عضو هیئت‌علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۳/۱۰

چکیده

در زراعت دیم بسیاری از عوامل و پدیده‌ها باوجود اثرگذاری، غیرقابل‌کنترل و یا قابل تعدیل هستند. در نواحی مدیترانه‌ای مراحل پایانی رشد گندم با تنش خشکی مواجه است در چنین شرایطی بهره‌گیری از آبیاری تکمیلی می‌تواند سبب بهبود عملکرد این محصول گردد. بعد از آبیاری، نیتروژن به‌عنوان مهم‌ترین عامل مؤثر در افزایش عملکرد کمی و کیفی گندم شناخته می‌شود. به‌منظور بررسی تأثیر آبیاری تکمیلی در دو سطح دیم (شاهد) و آبیاری در مرحله بوتینگ و مصرف کود نیتروژن در سه سطح (۵۰ کیلوگرم اوره، ۱۰۰ کیلوگرم اوره، ۱۰۰ کیلوگرم اوره به‌علاوه محلول‌پاشی ۲۰ کیلوگرم اوره در مرحله خوشه رفتن) روی عملکرد و اجزای عملکرد و ارتباط آن با انتقال مجدد ماده خشک سه رقم گندم (سرداری، آذر۲ و ریژاو) آزمایشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. نتایج آزمایش نشان داد، آبیاری تکمیلی سبب افزایش مقدار ماده خشک انتقال مجدد یافته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه شد. رقم ریژاو تعداد دانه و عملکرد بیشتری نسبت به آذر۲ و سرداری داشت. سطوح مختلف کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر کارایی انتقال مجدد ماده خشک ساقه + غلاف برگ، سنبله، انتقال مجدد کل و سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه گذاشت. افزایش مصرف کود نیتروژن و محلول‌پاشی آن در مرحله خوشه رفتن منجر به افزایش پروتئین دانه گردید. نتایج آزمایش نشان داد، آبیاری تکمیلی سبب افزایش مقدار ماده خشک انتقال مجدد یافته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه شد. رقم ریژاو تعداد دانه و عملکرد بیشتری نسبت به آذر۲ و سرداری داشت. سطوح مختلف کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر کارایی انتقال مجدد ماده خشک ساقه + غلاف برگ، سنبله، انتقال مجدد کل و سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه گذاشت. افزایش مصرف کود نیتروژن و محلول‌پاشی آن در مرحله خوشه رفتن منجر به افزایش پروتئین دانه گردید.

واژه‌های کلیدی: **پروتئین دانه، تنش خشکی، کاه خوشه، گلدهی**

مقدمه

گندم با نام علمی .*Triticum aestivum* L مهم‌ترین گیاه زراعی روی زمین است و یکی از اولین محصولات زراعی اهلی‌شده با قدمت نزدیک به هشت هزار سال است (HongBo, 2005). امروزه گندم تقریباً ۲۰ درصد از کالری موردنیاز جمعیت جهان را تأمین کرده و سالانه حدود ۱۴/۶ درصد از زمین‌های زیر کشت در دنیا به کشت گندم اختصاص پیدا می‌کند (USDA, 2019). متوسط عملکرد گندم دیم در غرب آسیا و شمال آفریقا حدود یک تن در هکتار است. محدوده تغییر عملکرد گندم در این مناطق بسته به میزان و پراکنش بارندگی‌ها و عوامل زراعی مانند حاصلخیزی خاک از ۰/۵ تا ۲ تن در هکتار متغیر است. پتانسیل عملکرد گندم در این مناطق به ۴ تا ۵ تن در هکتار نیز می‌رسد. در این مناطق، بخش اصلی بارندگی سالانه در زمستان و اوایل بهار نازل می‌شود و از اواسط بهار همزمان با کاهش بارندگی و رطوبت

* نگارنده پاسخگو: عادل سی‌وسه مرده. پست الکترونیک: a33@uok.ac.ir

محیط، دمای هوا که در این زمان منطبق بر انتهای دوره رشد گیاه گندم (مراحل گرده‌افشانی و پر شدن دانه) است، افزایش می‌یابد (Oweis and Hachum, 2006)؛ بنابراین شناسایی ارقام مقاوم و نیز سازوکارهای مؤثر بر مقاومت به خشکی آخر فصل، از راه‌کارهای مناسب جهت ممانعت از افت عملکرد در آینده است.

یکی از راه‌حل‌های رسیدن به ثبات و عملکرد مناسب در گندم دیم در مناطقی که امکان انجام حداقل یک‌بار آبیاری در طول فصل رشد محصول وجود دارد استفاده از آبیاری تکمیلی است. آبیاری تکمیلی روشی معمولی در مناطق خشک است که به‌منظور بهبود و پایداری عملکرد استفاده می‌شود و عبارت است از اضافه نمودن مقادیر کمی آب به محصولات دیم در طول دوره‌هایی که بارندگی قادر به تأمین رطوبت کافی جهت رشد عادی گیاه نیست. این مقدار آب مصرفی به‌تنهایی برای تولید گیاه زراعی کافی نیست و از ویژگی‌های آبیاری تکمیلی، طبیعت تکمیلی آبیاری و بارندگی است (Tatari et al., 2012; Oweis and Hachum, 2006).

در میان عناصر غذایی مورداستفاده در مزارع، نیتروژن حائز بیشترین اهمیت جهت رشد گیاهان و بالا رفتن عملکرد و کیفیت دانه است (Kichey et al., 2007). نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی موردنیاز گندم است که مصرف بهینه آن برای موفقیت در افزایش تولید دانه و پروتئین گندم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Nehe et al., 2018). اضافه کردن کود نیتروژن به خاک در اواخر دوره رویشی گیاه ممکن است به دلیل خشک بودن سطح خاک و کاهش فعالیت ریشه چندان مناسب نباشد، بنابراین محلول‌پاشی نیتروژن با توجه به مزیت‌های همچون جذب سریع‌تر و بیشتر توسط گیاه و آسانی کاربرد و می‌تواند به‌عنوان راهی سریع و کارآمد جهت رفع نیاز غذایی گیاه مطرح باشد. مزیتی که محلول‌پاشی نیتروژن می‌تواند به‌عنوان تکمیل‌کننده کود مصرف‌شده در خاک داشته باشد، جذب و انتقال سریع و کارآمد نیتروژن به‌وسیله گیاه است. مصرف نیتروژن به‌صورت محلول‌پاشی در طول دوره گلدهی، امکان جریان مستقیم مواد غذایی را به نقاطی که تقاضای متابولیکی بیشتری دارند فراهم می‌سازد که در این مرحله گل‌آذین (دانه) است (Abasdokht et al., 2006).

در محصولات دانه‌ای، فتوسنتز جاری و انتقال مواد فتوسنتزی به‌صورت مستقیم به دانه (فعالیت‌های فتوسنتزی برگ‌ها و اندام‌های غیر از برگ همانند ریشک، میانگره و غلاف برگ) و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره‌شده در بخش‌های رویشی در عملکرد دانه سهیم می‌باشند. مواد ذخیره‌شده در بخش‌های رویشی قبل از گلدهی می‌تواند حامی عملکرد دانه (نقش بافری دارد و می‌تواند تأثیر اثرات نامطلوب محیطی در طول پر شدن دانه بر عملکرد نهایی دانه را کاهش دهد) در شرایط نامساعد محیطی برای انجام فتوسنتز جاری گیاه در طول دوره پر شدن دانه باشد (Ma et al., 2015). مقدار انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن در طول دوره پر شدن دانه به ژنوتیپ، محیط، زمان کاشت، تراکم کاشت، مواد غذایی و آب در دسترس بستگی دارد (Zhang et al., 2014). درمجموع، میزان کارایی و سهم انتقال مجدد کربوهیدرات‌ها از ساقه گندم در شرایط نامساعد محیطی بیش از شرایط بدون تنش است.

عملکرد گندم تحت تأثیر شاخص سطح برگ، تجمع زیست‌توده در شاخساره و انتقال مجدد مواد ذخیره‌شده در بخش‌های رویشی به بخش‌های زایشی است. هم‌چنین عملکرد این محصول همبستگی بسیار بالایی با تعداد خوشه در مترمربع و تعداد دانه در خوشه دارد (Xu et al., 2018). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که آبیاری و مصرف نیتروژن، تعداد دانه در مترمربع و به‌تبع آن عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (Si et al., 2020). نتایج مطالعات قبلی نشان می‌دهد که آبیاری محدود در بازه زمانی ساقه‌دهی و قبل از گلدهی هم فتوسنتز جاری و هم انتقال مجدد ماده خشک را افزایش می‌دهد و درنهایت منجر به افزایش تعداد خوشه در مترمربع، تعداد دانه در خوشه، عملکرد بیولوژیک و درنهایت عملکرد دانه می‌گردد (Xue et al., 2006).

با توجه به اینکه قسمت اعظم سطح زیر کشت گندم در کشور مربوط به گندم دیم است، به‌گونه‌ای که بر اساس آخرین گزارش سازمان جهاد کشاورزی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ سطح برداشت کل گندم در کشور ۵/۹ میلیون هکتار بوده که ۶۴/۱۱ درصد از آن مربوط به اراضی دیم بوده است. همچنین با عنایت به اینکه بیشترین سطح زیر کشت گندم دیم در کشور مربوط به استان کردستان با ۱۴/۷۳ درصد تعلق داشته است (Ministry of Agriculture-Jahad, 2019)، استفاده از آبیاری تکمیلی همگام با بهبود ارقام، حاصلخیزی و استراتژی‌های مدیریتی به‌عنوان روشی کارآمد می‌تواند گامی مؤثر در جهت بهبود و پایداری عملکرد گندم در استان و کشور باشد؛ بنابراین این تحقیق به‌منظور بررسی انتقال مجدد

ماده خشک سه رقم گندم تحت آبیاری تکمیلی و سطوح مختلف نیتروژن طراحی و به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کردستان واقع در دهگلان (۳۵ کیلومتری شرق سنندج) و ارتفاع ۱۸۶۶ متری از سطح دریا با مختصات جغرافیایی ۴۵/۳۷ درجه شرقی و ۳۵/۱۸ درجه شمالی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. این آزمایش به‌صورت کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا گردید. در این آزمایش، دو سطح آبیاری (بدون آبیاری و یک‌بار آبیاری در مرحله بوتینگ) به‌عنوان فاکتور اصلی، سه رقم گندم (سرداری، آذر۲ و ریژاو) به‌عنوان فاکتور فرعی و سه سطح نیتروژن (۵۰ کیلوگرم (اوره در پاییز همراه با کاشت)، ۱۰۰ کیلوگرم اوره (۵۰ کیلوگرم در پاییز و ۵۰ کیلوگرم در بهار) و ۱۰۰ کیلوگرم اوره به‌علاوه محلول‌پاشی ۲۰ کیلوگرم اوره در مرحله خوشه رفتن) به‌عنوان فاکتور فرعی فرعی در نظر گرفته شد. ابعاد کرت‌های اصلی، فرعی و فرعی فرعی به ترتیب ۱۱×۱۱/۷ متر و ۱۱×۲/۹ متر و ۳×۲/۹ متر بود و در هر کرت فرعی ۱۹ خط کاشت با فواصل ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کشت با استفاده از خطی کار با عرض کار ۲/۹ متر انجام شد. فاصله بین کرت‌های اصلی و بلوک‌ها ۲ متر و فاصله بین کرت‌های فرعی و فرعی فرعی به ترتیب ۱/۵ و ۱ متر بود.

صفات مرتبط با انتقال مجدد ماده خشک: در مرحله گرده‌افشانی از هر کرت فرعی فرعی ۶۰ ساقه کامل علامت‌گذاری و به دو گروه حتی‌الامکان مشابه تقسیم شدند و ۳۰ ساقه در مرحله گلدهی و ۳۰ ساقه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک همراه با سنبله برداشت گردید. تمام گیاهان برداشت‌شده به سه قسمت برگ، ساقه + غلاف برگ و سنبله در مرحله گلدهی و برگ، ساقه + غلاف برگ و کاه خوشه و دانه در مرحله رسیدگی تقسیم شد. به‌منظور اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردیده و سپس توزین شدند (Masoni et al., 2007; Liu et al., 2020). صفات موردمطالعه در این آزمایش به‌صورت زیر محاسبه شدند.

انتقال مجدد ماده خشک با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Masoni et al., 2007; Ma et al., 2015).

$$DMR = DMRant - DMRMmat \quad [۱]$$

که در آن DMR: مقدار ماده خشک انتقال مجدد یافته، DMRant: مقدار ماده خشک اندام موردنظر در مرحله گرده‌افشانی و DMRMmat: مقدار ماده خشک اندام موردنظر در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک هستند.

کارایی انتقال مجدد ماده خشک با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Masoni et al., 2007).

$$DMRE = \frac{DMR_{ant}-DMR_{mat}}{DMR_{ant}} \times 100 \quad [۲]$$

که در آن DMRE: کارایی ماده خشک انتقال مجدد یافته، DMRant: مقدار ماده خشک اندام موردنظر در مرحله گرده‌افشانی و DMRMmat: مقدار ماده خشک اندام موردنظر در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک هستند.

سهم انتقال مجدد کل در عملکرد دانه از نسبت انتقال مجدد کل به عملکرد دانه ضرب‌در ۱۰۰ و سهم انتقال مجدد اندام‌های مختلف از نسبت ماده خشک انتقال مجدد یافته اندام مدنظر به ماده خشک انتقال مجدد یافته کل ضرب‌در ۱۰۰ محاسبه شد (Masoni et al., 2007; Ma et al., 2015; Liu et al., 2020).

به‌منظور تعیین عملکرد و اجزای آن، در مرحله رسیدگی پس از حذف اثر حاشیه، دو مترمربع از هر کرت برداشت شد و عملکرد بیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد (تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه) تعیین گردید. برای محاسبه شاخص برداشت عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک (کل زیست‌توده بالای خاک) تقسیم و حاصل تقسیم در ۱۰۰ ضرب گردید. برای اندازه‌گیری میزان پروتئین دانه، از مقدار نیتروژن اندازه‌گیری شده با روش کجلدال استفاده شد (Liu et al., 2020).

$$\text{پروتئین دانه (٪)} = \text{نیتروژن دانه (٪)} \times ۵/۷ \quad [۳]$$

قبل از تجزیه واریانس داده‌ها آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام شد و پس از اطمینان از توزیع نرمال آن‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS و MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

صفات مرتبط با انتقال مجدد ماده خشک

نتایج نشان داد که تأثیر آبیاری تکمیلی فقط روی مقدار ماده خشک ساقه + غلاف برگ در مرحله گلدهی و رسیدگی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). مقدار ماده خشک ساقه + غلاف برگ تحت آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی و رسیدگی به ترتیب ۱۱/۱۱ و ۱۳/۱۱ درصد بیشتر از شرایط دیم بود (جدول ۲).

جدول ۱. تأثیر سطوح آبیاری، رقم و مقادیر نیتروژن روی صفات موردمطالعه

Table 1. Effect of supplemental irrigation time, nitrogen and cultivar on studied traits

		P Value						
Traits	**صفات**	**I**	**C**	**I×C**	**N**	**N×I**	**N×C**	**I×C×N**
Flowering	**گلدهی**							
Leaf dry matter	**ماده خشک برگ**	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
SSDM	**ماده خشک ساقه+غلاف برگ**	**	**	ns	**	ns	ns	ns
Chaff DM	**ماده خشک کاه خوشه**	ns	**	ns	*	ns	ns	ns
Maturity	**رسیدگی**							
LDM	**ماده خشک برگ**	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns
SSDM	**ماده خشک ساقه+غلاف برگ**	**	**	ns	**	ns	Ns	ns
CDM	**ماده خشک سنبله**	ns	**	ns	**	ns	Ns	ns
LDMR	**ماده خشک انتقال مجدد یافته برگ**	*	*	ns	ns	ns	Ns	ns
SSDMR	**ماده خشک انتقال مجدد یافته ساقه + غلاف برگ**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns
SDMR	**ماده خشک انتقال مجدد یافته سنبله**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns
TDMR	**ماده خشک انتقال مجدد یافته کل**	*	**	ns	ns	ns	ns	ns
LDMRE	**کارایی انتقال مجدد ماده خشک برگ**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
SSDMRE	**کارایی انتقال مجدد ماده خشک ساقه + غلاف برگ**	**	ns	ns	**	ns	ns	ns
SDMRE	**کارایی انتقال مجدد ماده خشک سنبله**	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
TDMRE	**کارایی انتقال مجدد ماده خشک کل**	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
Remobilization contribution	**سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه**	*	*	ns	**	ns	ns	ns
Spike per m^2	**تعداد سنبله در مترمربع**	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns
Spike weight	**وزن سنبله**	*	**	ns	**	ns	ns	ns
Kernels per m^2	**تعداد دانه در سنبله**	**	**	ns	**	ns	ns	ns
1000 grain weight	**وزن هزار دانه**	*	**	ns	**	ns	ns	ns
Yield	**عملکرد**	*	**	ns	**	ns	ns	ns
Biological yield	**عملکرد بیولوژیک**	*	ns	ns	**	ns	ns	ns
Harvest index	**شاخص برداشت**	ns	**	ns	**	ns	ns	ns
Grain protein	**پروتئین دانه**	ns	**	ns	*	ns	ns	ns

ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

ns, * and **: Not significant, significant at %5 and %1 probability levels, respectively.

I= Irrigation, C= Cultivar, N= Nitrogen, LDM= Leaf Dry Matter, SSDM= Stem + Sheath Dry Matter, CDM= Chaff Dry Matter, LDMR= Leaf Dry Matter Remobilization, SSDMR= Stem + Sheath Dry Matter Remobilization, SDMR= Spike Dry Matter Remobilization, TDMR= Total Dry Matter Remobilization, LDMRE= Leaf Dry Matter Remobilization Efficiency, SSDMRE= Stem + Sheath Dry Matter Remobilization Efficiency, SDMRE= Spike Dry Matter Remobilization Efficiency, TDMRE= Total Dry Matter Remobilization Efficiency

نتایج مطالعات نشان می‌دهد که آبیاری در مراحل حساس رشد گندم می‌تواند سبب افزایش سرعت فتوسنتز، ماده خشک تولیدی، افزایش انتقال مجدد و درنهایت عملکرد بالاتر محصول در قیاس با شرایط بدون آبیاری گردد (Meng et

al., 2017). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین ارقام به لحاظ مقدار ماده خشک ساقه + غلاف برگ و کاه خوشه در مراحل گلدهی و رسیدگی در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱). رقم سرداری پایین‌ترین ماده خشک ساقه + غلاف برگ و سنبله را در مراحل گلدهی و رسیدگی داشت (جدول ۲). همچنین تأثیر سطوح نیتروژن روی وزن خشک برگ، وزن خشک سنبله در مرحله رسیدگی و وزن خشک ساقه + غلاف برگ در هر دو مرحله در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. مقدار کاه خوشه در مرحله گل‌دهی نیز در سطح احتمال ۵٪ تحت تأثیر سطوح نیتروژن قرار گرفت (جدول ۱). تیمار کودی N1 در مقایسه با سایر تیمارهای کودی، مقدار ماده خشک برگ، ساقه + غلاف برگ و کاه خوشه کمتری در مرحله گلدهی و رسیدگی داشت (جدول ۲). تأثیر مصرف نیتروژن بر افزایش رشد گیاه به‌وسیله تغییر دادن موازنه هورمون‌های گیاهی در بخش‌های رویشی حاصل می‌شود. مصرف نیتروژن با کاهش نسبت اسید آبسیزیک به جیبرلین باعث افزایش رشد رویشی گیاه می‌گردد.

به‌طورکلی کمبود نیتروژن سبب تحریک کاهش مقدار کلروفیل می‌شود، درنتیجه منجر به کاهش شاخص سطح برگ و زیست‌توده گندم خواهد شد. از طرفی افزایش فراهمی نیتروژن، با افزایش غلظت کلروفیل و شاخص سطح برگ همراه است که این موضوع باعث بهبود جذب نور و تولید زیست‌توده بیشتر می‌گردد (Johnson and Mattern, 1987). لیو و همکاران (Liu et al., 2020) در مطالعه خود روی گندم گزارش کردند که تأثیر نیتروژن روی ماده خشک برگ، ساقه + غلاف برگ و سنبله در مرحله گلدهی و ساقه + غلاف برگ و سنبله در مرحله رسیدگی معنی‌دار شد. تفکیک ماده خشک اندام‌های مختلف نشان می‌دهد که ساقه + غلاف برگ بیشترین ماده خشک بخش هوایی تا مرحله گرده‌افشانی را به خود اختصاص داد. به‌طورکلی رقم سرداری وزن ساقه و غلاف برگ کمتری نسبت به سایر ارقام داشت. بیشترین وزن کاه خوشه در هر دو مرحله گلدهی و رسیدگی از رقم ریژاو به دست آمد ولی در مرحله رسیدگی تفاوت معنی‌داری با رقم آذر۲ نداشت (جدول ۲).

جدول ۲. تأثیر سطوح آبیاری، رقم و مقادیر نیتروژن روی ماده خشک برگ، ساقه + غلاف و کاه خوشه در گلدهی و رسیدگی برگ

Table 2. Effect of supplemental irrigation, cultivar and nitrogen on leaf, stem + sheath and chaff dry matter at anthesis and maturity.

Treatments	عامل آزمایشی	ماده خشک در گلدهی (گرم بر ساقه) Dry matter at anthesis (g.stem^{-2})			ماده خشک در رسیدگی (گرم بر ساقه) Dry matter at anthesis (g.stem^{-2})		
		برگ Leaf	ساقه + غلاف Stem +Sheath	کاه خوشه Chaff	برگ Leaf	ساقه + غلاف Stem +Sheath	کاه خوشه Chaff
Irrigation levels	**سطوح آبیاری**						
Rain fed	**دیم**	0.24^{a}	0.99^{b}	0.36^{a}	0.15^{a}	0.61^{b}	0.29^{a}
1 Irrigation	**یک‌بار آبیاری**	0.25^{a}	1.10^{a}	0.38^{a}	0.15^{a}	0.69^{a}	0.31^{a}
Cultivar	**رقم**						
Rejaw	**ریژاو**	0.24^{a}	1.08^{a}	0.40^{a}	0.15^{a}	0.68^{a}	0.32^{a}
Sardari	**سرداری**	0.24^{a}	0.96^{b}	0.37^{b}	0.14^{a}	0.60^{b}	0.26^{b}
Azar2	**آذر۲**	0.26^{a}	1.09^{a}	0.33^{c}	0.15^{a}	0.67^{a}	0.30^{a}
Nitrogen levels	**سطوح نیتروژن**						
N_1	**N1**	0.23^{a}	0.97^{b}	0.34^{b}	0.14^{a}	0.58^{b}	0.27^{b}
N_2	**N2**	0.26^{a}	1.07^{a}	0.38^{a}	0.15^{a}	0.68^{a}	0.30^{a}
N_3	**N3**	0.26^{a}	1.09^{a}	0.38^{a}	0.15^{a}	0.69^{a}	0.31^{a}

در هر ستون و برای هر واحد آزمایشی، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. N1 = ۵۰ کیلوگرم اوره در پاییز، N2 = ۵۰ کیلوگرم اوره در پاییز + ۵۰ کیلوگرم اوره در بهار، N3 = ۵۰ کیلوگرم اوره در پاییز + ۵۰ کیلوگرم اوره در بهار و ۲۰ کیلوگرم محلول‌پاشی اوره

Within each column (between two horizontal lines), mean followed by a different letter are significantly different at 5% level (Duncan). N1= 50 kg urea in the fall, N2= 50 kg urea in the fall + 50 kg urea in the spring, N3=100kg urea + 20 kg urea spray

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تأثیر آبیاری تکمیلی روی مقدار ماده خشک انتقال مجدد یافته ساقه + غلاف برگ و سنبله در سطح احتمال ۱٪ و روی ماده خشک انتقال مجدد یافته کل و سهم آن در عملکرد دانه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). آبیاری تکمیلی، مقدار ماده خشک انتقال مجدد یافته از ساقه + غلاف برگ و کاه خوشه را هرکدام به میزان ۷/۹ درصد و ماده خشک انتقال مجدد یافته کل را ۷/۳ درصد افزایش داد، درحالی‌که آبیاری تکمیلی سهم انتقال مجدد کل در عملکرد دانه را ۱۴/۵ درصد کاهش داد (جدول ۲). با افزایش کمبود آب، سهم ماده خشک ذخیره‌شده برای پر شدن دانه افزایش می‌یابد (Komar et al., 2006). بین ارقام مختلف به لحاظ انتقال مجدد ماده خشک ساقه + غلاف برگ، سنبله و انتقال مجدد کل در سطح احتمال ۱٪ و ماده خشک انتقال مجدد یافته برگ در سطح احتمال ۵٪ تفاوت وجود داشت (جدول ۱). تفاوت بین ارقام گندم در انتقال مجدد ماده خشک از اندام‌های مختلف به دانه قبلاً نیز گزارش شده است (Gholipour et al., 2017). تیمار کودی نیتروژن سهم انتقال مجدد کل از عملکرد دانه را در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱). در تیمار کودی N3 سهم انتقال مجدد ماده خشک در عملکرد دانه از سایر تیمارهای کودی کمتر بود (جدول ۳) که این مسئله می‌تواند به دلیل سبزمانی بیشتر در تیمار محلول‌پاشی اوره و طولانی‌تر بودن دوره فتوسنتز جاری و احتمالاً ذخیره مواد فتوسنتزی بیشتر بعد از گرده‌افشانی و انتقال مجدد آن به دانه، در طی دوره پر شدن دانه باشد. در حالت کلی بیشترین ماده خشک انتقال مجدد یافته به دانه مربوط به ساقه + غلاف برگ بود و کمترین آن به کاه خوشه اختصاص داشت، نتایج این آزمایش با نتایج ینگ‌هوا و همکاران (Ying-hua et al., 2014) مطابقت داشت. منابع پر شدن دانه در غلات، فتوسنتز جاری و مواد فتوسنتزی ذخیره‌شده قبل از گلدهی است. شرایط محیطی از مرحله ظهور گیاهچه تا مرحله گلدهی در مقدار ماده خشک انتقال مجدد یافته به دانه تأثیرگذار خواهند بود (Masoni et al., 2007). پس از گلدهی فتوسنتز جاری به‌عنوان منبع پر شدن دانه به سطح سبز دریافت‌کننده نور بستگی دارد که این منبع فتوسنتزی معمولاً به‌واسطه پیری طبیعی و تأثیر تنش‌های مختلف در دوره پر شدن دانه کاهش می‌یابد، درحالی‌که تقاضای دانه برای مواد فتوسنتزی افزایش پیدا می‌کند (Blum, 1998)؛ بنابراین در چنین شرایطی انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از بخش‌های رویشی تأثیر بسزایی در عملکرد دانه خواهند داشت. در شرایط تنش به دلیل کاهش فتوسنتز، ذخایر ساقه کاهش می‌یابد، بنابراین کل انتقال مجدد کمتر از شرایط آبیاری است (Blum, 1998). تحت شرایط خشک سهم انتقال مجدد ماده خشک در عملکرد دانه می‌تواند ۱۰۰-۷۵ درصد باشد، این در حالی است که در مناطقی با میزان بارش بالا این مقدار به ۳۹-۳۷ درصد کاهش پیدا می‌کند (Van Herwaarden et al., 1998). در تحقیق حاضر، سهم انتقال مجدد کل در عملکرد دانه در شرایط دیم و آبیاری در مرحله بوتینگ به ترتیب ۶۶/۳ و ۷۷/۵ درصد بود (جدول ۲). مصرف کود نیتروژن و اعمال آبیاری می‌تواند باعث ذخیره شدن آسیمیلات‌های مازاد بر نیاز گیاه در اندام‌های رویشی و انتقال مجدد آن‌ها در دوره پر شدن دانه با توجه به شرایط محیطی گردد.

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که آبیاری در مرحله بوتینگ تنها اثر معنی‌داری روی کارایی انتقال مجدد ماده خشک ساقه + غلاف برگ در سطح احتمال ۱٪ گذاشت و روی کارایی انتقال مجدد سایر اندام‌ها اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۱). آبیاری تکمیلی باعث کاهش کارایی انتقال مجدد ساقه + غلاف برگ شد (جدول ۳)؛ بنابراین در شرایط بدون آبیاری درصد بیشتری از ذخایر ساقه + غلاف برگ به سمت دانه انتقال مجدد یافته است اگرچه در حالت کلی مقدار ماده خشک انتقال مجدد یافته در تیمار آبیاری تکمیلی در مقایسه با شرایط بدون آبیاری بیشتر بود (جدول ۳). بین ارقام ازنظر کارایی انتقال مجدد ماده خشک برگ در سطح احتمال ۵٪ تفاوت وجود داشت، این در حالی است که تفاوتی بین ارقام به لحاظ کارایی انتقال مجدد ماده خشک ساقه + غلاف برگ، سنبله و کارایی انتقال مجدد کل مشاهده نشد (جدول ۱). کارایی انتقال مجدد ماده خشک ساقه + غلاف برگ، سنبله و کل تحت تأثیر نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین مربوط به سطوح نیتروژن تیمار N1 بیشترین کارایی انتقال مجدد ماده خشک سنبله، ساقه + غلاف برگ و کل را به خود اختصاص داد، اگرچه تفاوتی بین تیمار N1 و N2 به لحاظ کارایی انتقال مجدد ماده خشک سنبله مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول ۳. تأثیر سطوح آبیاری، رقم و مقادیر نیتروژن روی صفات مرتبط با انتقال مجدد ماده خشک

Table 3. Effect of supplemental irrigation, cultivar and nitrogen on Traits associated with dry matter remobilization.

عامل آزمایشی Treatments	ماده خشک انتقال مجدد یافته Dry Matter Remobilization (mg)				کارایی انتقال مجدد ماده خشک Dry matter remobilization efficiency (%)				سهم انتقال مجدد کل از عملکرد (٪) Remobilization contribution
	برگ leaf	ساقه+غلاف Stem +Sheath	سنبله spike	کل total	برگ leaf	ساقه+غلاف Stem +Sheath	سنبله spike	کل total	
Irrigation levels	**سطوح آبیاری**								
دیم Rain fed	95.4^{a}	377.1^{b}	70.5^{b}	543.0^{b}	39.08^{a}	38.20^{a}	19.50^{a}	34.20^{a}	77.53^{a}
یک‌بار آبیاری 1 Irrigation	100.0^{a}	406.7^{a}	76.1^{s}	582.7^{a}	39.19^{a}	37.02^{b}	20.32^{a}	33.77^{a}	66.28^{b}
Cultivar	**رقم**								
ریژاو Rejaw	89.4^{b}	399.2^{a}	87.4^{a}	576.0^{a}	36.55^{b}	37.04^{a}	21.58^{a}	33.43^{a}	71.72^{a}
سرداری Sardari	96.9^{ab}	354.6^{b}	61.9^{b}	513.4^{b}	40.02^{ab}	37.13^{a}	19.08^{a}	33.73^{a}	71.12^{a}
آذر۲ Azar2	106.8^{a}	421.8^{a}	70.6^{b}	599.2^{a}	40.83^{a}	38.64^{a}	19.07^{a}	34.77^{a}	72.87^{a}
Nitrogen levels	**سطوح نیتروژن**								
N_1	87.0^{a}	385.8^{a}	75.0^{a}	547.8^{a}	37.21^{a}	39.81^{a}	21.66^{a}	35.51^{a}	78.95^{a}
N_2	104.5^{a}	396.2^{a}	76.0^{a}	576.7^{a}	40.82^{a}	36.97^{b}	20.13^{b}	33.87^{b}	72.59^{a}
N_3	101.6^{a}	393.6^{a}	68.9^{a}	564.1^{a}	39.36^{a}	36.04^{b}	17.95^{b}	32.57^{b}	64.17^{b}

در هر ستون و برای هر واحد آزمایشی، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. N1: ۵۰ کیلوگرم اوره در پاییز، N2: ۵۰ کیلوگرم اوره در پاییز + ۵۰ کیلوگرم اوره در بهار، N3: ۵۰ کیلوگرم اوره در پاییز + ۵۰ کیلوگرم اوره در بهار و ۲۰ کیلوگرم محلول‌پاشی اوره

Within each column (between two horizontal lines), mean followed by a different letter are significantly different at 5% level (Duncan). N1= 50 kg urea in the fall, N2= 50 kg urea in the fall + 50 kg urea in the spring, N3=100kg urea + 20 kg urea spray

عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر آن است که تأثیر آبیاری تکمیلی روی تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال ۱٪ و روی وزن سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد و عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که آبیاری تکمیلی وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد و عملکرد بیولوژیک را به ترتیب ۱۷/۸، ۶/۰، ۳/۳، ۱۲/۴ و ۹/۱ درصد نسبت به شرایط دیم افزایش داد (جدول ۴). کاهش تنش رطوبتی خاک در طی مراحل حساس رشد گندم می‌تواند امری کلیدی در بهبود عملکرد باشد. آبیاری در مرحله بوتینگ می‌تواند با افزایش فتوسنتز و دسترسی به مواد پرورده باعث تولید سنبله‌های بهتر و در ادامه سنبلچه‌های بارور بیشتر گردد. تولید مواد فتوسنتزی مازاد بر نیاز گیاه نیز می‌تواند در بخش‌های رویشی ذخیره و در دوره پر شدن دانه انتقال مجدد یابد که این امر منجر به افزایش وزن هزار دانه و درنهایت عملکرد بیشتر در تیمار آبیاری تکمیلی نسبت به شرایط دیم گردد؛ بنابراین تنش در مراحل قبل و بعد گلدهی می‌تواند از طریق کاهش تعداد سنبله‌ها و باروری سنبله‌ها منجر به افت عملکرد گردد. نتایج تحقیقات قبلی نشان می‌دهد که آبیاری تکمیلی منجر به افزایش تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد گندم شد (Tatari et al., 2012) که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مؤید آن است، اثر رقم روی وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد و شاخص برداشت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بوده است (جدول ۱). رقم ریژاو نسبت به سایر ارقام تعداد دانه در سنبله، عملکرد و شاخص برداشت بالاتری داشت ولی وزن هزار دانه آن نسبت به ارقام سرداری و آذر۲ پایین‌تر بود. رقم سرداری علی‌رغم اینکه وزن هزار دانه بیشتری نسبت به سایر ارقام داشت ولی وزن سنبله آن کمتر بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد شاخص برداشت بالاتر در رقم ریژاو عامل عملکرد بیشتر در این رقم نسبت به سایر

ارقام بوده است. سنبله‌های بزرگ‌تر به مفهوم تعداد دانه بیشتر و مخازن بزرگ‌تر و امکان ذخیره مواد فتوسنتزی بیشتری است و از این طریق سهم مواد فتوسنتزی در دانه نسبت به‌کل اندام هوایی افزایش می‌یابد که با افزایش شاخص برداشت همراه است. تیمار کودی نیتروژن روی تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در سطح احتمال ۱٪ اثرگذار بود (جدول ۱). بعد از کاشت گندم، نیتروژن مهم‌ترین ابزار در دسترس جهت افزایش عملکرد در واحد سطح است. نیتروژن باعث تقسیم و بزرگ شدن سلول، افزایش سطح برگ و دوام آن و افزایش تعداد پنجه و بقای آن می‌گردد و تنها عنصری است که کمبود آن به‌شدت عملکرد گندم را کاهش می‌دهد (Mohammadi et al., 2013, Fealegari, 2017, Hoseini 2018)؛ بنابراین با افزایش مصرف نیتروژن مقدار ماده خشک و عملکرد افزایش پیدا می‌کند. انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای قبل از گلدهی به‌وسیله عوامل مختلف محیطی و واریته تغییر می‌یابد. نتایج مطالعاتی که روی گندم انجام گرفته است نشان می‌دهد که کارایی انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای قبل از گلدهی با کاهش مصرف نیتروژن افزایش می‌یابد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد (Ercoli et al., 2008; Liu et al., 2020). عملکرد دانه حاصل تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه است. در این تحقیق با افزایش مصرف نیتروژن و محلول‌پاشی آن تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه افزایش یافت که درنهایت منجر به ثبت عملکرد دانه بالاتر گردید. کمترین تعداد سنبله در مترمربع از تیمار N1 حاصل شد و بین تیمار N1 و N2 از این لحاظ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. مقایسه میانگین داده‌های مربوط به وزن سنبله گویای آن است که تیمار N3 وزن سنبله را نسبت به تیمار N1 و N2 به ترتیب ۲۲/۴ و ۷/۱ درصد افزایش داد. همچنین تیمار کودی N3 بیشترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص داد، اگرچه با تیمار N2 تفاوت معنی‌داری از این لحاظ نداشت. بین تیمارهای کودی N2 وN3 به لحاظ تعداد دانه در سنبله تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و به ترتیب باعث افزایش ۸/۳ و ۱۱/۷ درصدی تعداد دانه در سنبله نسبت به تیمار N1 شدند. تیمار کودی N3 نسبت به سایر تیمارهای کودی عملکرد بالاتری داشت به‌گونه‌ای که در مقایسه با تیمارهای کودی N1 و N2، عملکرد را به ترتیب به میزان ۷۲۷ و ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داد. تیمار کودی N1 عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت پایین‌تری را نسبت به سایر تیمارها داشت (جدول ۴). نتایج مطالعات متعدد نشان می‌دهد که افزایش مصرف نیتروژن تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد را افزایش می‌دهد (Nehe et al., 2018; Si et al., 2020; Liu et al., 2020). افزایش مصرف نیتروژن می‌تواند سبب افزایش فتوسنتز و رشد رویشی و بالا رفتن درصد احتمال زنده‌مانی پنجه‌ها گردد که این امر درنهایت منجر به افزایش تعداد سنبله در واحد می‌شود. کمبود نیتروژن بعد از مرحله ساقه‌دهی باعث کاهش تولید آسیمیلات بعد از گلدهی و در طی دوره پر شدن دانه می‌شود که این امر به‌صورت مستقیم باعث کاهش ماده خشک تولیدی و درنهایت شاخص برداشت پایین‌تر می‌گردد (Liu et al., 2020).

پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر رقم و کود نیتروژن به ترتیب در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ روی پروتئین دانه معنی‌دار بود اما اثر آبیاری تکمیلی روی محتویات پروتئین دانه معنی‌دار نبود (جدول ۱).

میزان پروتئین دانه گندم به عوامل مختلفی از قبیل رقم، شرایط آب و هوایی و حاصلخیزی خاک بستگی دارد که در این میان حاصلخیزی خاک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از عناصر مهم در حاصلخیزی خاک نیتروژن است که رابطه مستقیمی با درصد پروتئین دانه دارد.

ازآنجاکه نیتروژن مورداستفاده در خاک می‌تواند از طریق عواملی مختلف مانند آبشویی و یا تصعید از دسترس گیاه خارج شود و عرضه نیتروژن از خاک، ریشه، گره‌ها با ساقه به خاطر تنش‌های محیطی و پیری محدود می‌گردد محلول‌پاشی اوره از طریق شاخ و برگ عامل مؤثری در افزایش کیفیت و کمیت غلات دانه‌ای همچون گندم باشد (Mohammadi et al., 2013). نتایج مطالعات که روی گندم انجام گرفته نشان می‌دهد افزایش مصرف نیتروژن و محلول‌پاشی آن در مراحل پایانی رشد باعث افزایش درصد پروتئین دانه می‌گردد (Abasdokht et al., 2006; Kichey et al., 2007; Mohammadi et al., 2013; Fealegari et al., 2017).

جدول ۴. تأثیر سطوح آبیاری، رقم و مقادیر نیتروژن روی عملکرد، اجزای عملکرد و پروتئین دانه

Table 4. Effect of supplemental irrigation, cultivar and nitrogen yield, yield component and Grain protein

Treatments	عامل آزمایشی	تعداد سنبله در مترمربع Spikes per m^2	وزن سنبله spike weight (g)	تعداد دانه در سنبله Kernels per spike	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)
Irrigation Levels	**سطوح آبیاری**				
Rain fed	**دیم**	462.1[a]	1.01[b]	23.30[b]	37.18[b]
1 Irrigation	**یک‌بار آبیاری**	483.1[a]	1.19[a]	24.69[a]	38.40[a]
Cultivar	**رقم**				
Rejaw	**ریژاو**	456.8[a]	1.13[a]	26.62[a]	34.41[c]
Sardari	**سرداری**	483.6[a]	1.01[b]	20.39[c]	40.58[a]
Azar2	**آذر۲**	477.5[a]	1.14[a]	24.99[b]	38.38[b]
Nitrogen Levels	**سطوح نیتروژن**				
N_1	**N_1**	435.8[b]	0.98[b]	22.50[b]	36.60[b]
N_2	**N_2**	492.7[a]	1.12[b]	24.37[a]	37.73[b]
N_3	**N_3**	489.4[a]	1.20[a]	25.13[a]	39.04[a]

Table 4. Continued **جدول ۴. ادامه**

Treatments	عامل آزمایشی	عملکرد Yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت Harvest Index (%)	پروتئین دانه Grain protein content (%)
Irrigation Levels	**سطوح آبیاری**				
Rain fed	**دیم**	290.6[b]	804.6[b]	36.05[a]	15.37[a]
1 Irrigation	**یک‌بار آبیاری**	326.5[a]	877.8[a]	37.19[a]	14.88[a]
Cultivar	**رقم**				
Rejaw	**ریژاو**	328.0[a]	843.2[a]	38.78[a]	14.63[b]
Sardari	**سرداری**	289.7[c]	830.9[a]	34.85[b]	15.51[a]
Azar2	**آذر۲**	307.9[b]	849.5[a]	36.23[b]	15.24[a]
Nitrogen Levels	**سطوح نیتروژن**				
N_1	**N_1**	267.2[c]	771.1[b]	34.68[b]	13.90[c]
N_2	**N_2**	318.4[b]	866.2[a]	36.81[a]	14.92[b]
N_3	**N_3**	339.9[a]	886.3[a]	38.37[a]	16.56[a]

در هر ستون و برای هر واحد آزمایشی، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. N1 = 50 کیلوگرم اوره در پاییز، N2 = 50 کیلوگرم اوره در پاییز + ۵۰ کیلوگرم اوره در بهار، N3 = 50 کیلوگرم اوره در پاییز + ۵۰ کیلوگرم اوره در بهار و ۲۰ کیلوگرم محلول‌پاشی اوره

Within each column (between two horizontal lines), mean followed by a different letter are significantly different at 5% level (Duncan).

N1= 50 kg urea in the fall, N2= 50 kg urea in the fall + 50 kg urea in the spring, N3=100kg urea + 20 kg urea spray

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این تحقیق نشان داد، آبیاری تکمیلی در مرحله بوتینگ با تأمین رطوبت خاک باعث افزایش ماده خشک ذخیره‌شده در ساقه + غلاف برگ شد و مقدار ماده خشک انتقال مجدد یافته به دانه در طی پر شدن دانه را افزایش داد. یک‌بار آبیاری در مرحله بوتینگ عملکرد دانه گندم را به میزان ۱۲/۴ درصد افزایش داد. تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه تحت تأثیر افزایش مصرف نیتروژن افزایش یافت. همچنین محلول‌پاشی نیتروژن در مراحل پایانی رشد با تأمین نیتروژن گیاه و سبزمانی بیشتر گیاه سبب افزایش

عملکرد و کیفیت دانه گندم گردید. افزایش میزان مصرف نیتروژن و محلول‌پاشی اوره عملکرد دانه را افزایش داد به‌گونه‌ای که تیمار N2 وN3 به ترتیب باعث افزایش ۱۹/۲ و ۲۷/۲ درصدی عملکرد نسبت به تیمار N1 شد. آبیاری تکمیلی فقط کارایی انتقال مجدد ماده خشک ساقه + غلاف برگ را تحت تأثیر قرار داد و باعث کاهش آن شد ولی کارایی انتقال مجدد ساقه + غلاف برگ و سنبله از تیمارهای کودی نیتروژن متأثر بود. در تمام سطوح کود نیتروژن، آبیاری و ارقام، سهم ساقه + غلاف برگ از انتقال مجدد به ترتیب بیشتر از برگ و سنبله بود بنابراین می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای ساقه + غلاف برگ جهت پر شدن دانه از اهمیت بالاتری برخوردار است. در بین ارقام، ریژاوا دارای تعداد دانه بیشتر، شاخص برداشت و عملکرد بالاتر بود اما وزن هزار دانه و پروتئین دانه کمتری نسبت به سایر ارقام داشت.

منابع

Abasdokht, H., Marvi, H., 2006. The effect of foliar application of nitrogen on yield and yield components of wheat. Iranian Journal Agriculture Research. 36, 1325-1332. [In Persian with English summary].

Blum, A., 1998. Improving wheat grain filling under stress by stem reserves mobilization. Euphytica. 100, 77-83.

Ercoli, L., Lulli, L., Mariotti, M., Masoni, A., Arduini, I., 2008. Post-anthesis dry matter and nitrogen dynamics in durum wheat as affected by nitrogen supply and soil water availability. European Journal of Agronomy. 28, 138-147.

Fealegari, H., Ghobadi, M., Mohammadi, G., Jalali-Honarmand, S., 2017. Investigation of physiological traits of wheat cultivars under different levels of nitrogen and irrigation. Plant Technology Production. 16, 97-109. [In Persian with English summary].

Gholipour, S., Ebadi, A., Parmoun, G., 2017. Effect of drought stress on grain remobilization, yield and yield components of different bread wheat genotypes. Crop Physiology Journal. 8, 111-128. [In Persian with English summary].

Hoseini, M., Fathi, G.A., Kohestani, M., Bihamta, M.R., 2018. Effect of CO_2 concentration and soil nitrogen availability on physiological and growth indices of wheat. Iranian Journal of Soil and Water Research. 49, 767-779. [In Persian with English summary].

Johnson, V.A., Mattern, P.J. 1987. Nutritional quality of cereal grains: Genetic and agronomy improvements. In: Olsen, R.A., Frey, K.J. (eds.), Wheat, Rye and Triticale. American Society of Agronomy Inc., Madison, WI, U. pp. 33-182.

Kichey, T., Hirel, B., Heumez, E., Dubois, F., Le-Gouis, J., 2007. In winter wheat (*Triticum aestivum* L.), post-anthesis nitrogen uptake and remobilization to the grain correlates with agronomic traits and nitrogen physiological markers. Field Crops Research. 102, 22-32.

Komar, R., Sarawagi, A.K., Ramos, C., Amarante, S.T., Isail, A.M., Wade, L.J., 2006. Partioning of dry matter during drought stress in rainfed lowland rice. Field Crops Research. 9, 1-11.

Liu, M., Wu, X., Li, C., Li, M., Xiong, T., Tang, Y., 2020. Dry matter and nitrogen accumulation, partitioning, and translocation in synthetic-derived wheat cultivars under nitrogen deficiency at the post-jointing stage. Field Crops Research. 248, 107720.

Ma, S.C., Duan, A.W., Wang, R., Guan, Z.M., Yang, S.J., Ma, S.T., Shao, Y., 2015. Root-sourced signal and photosynthetic traits, dry matter accumulation and remobilization, and yield stability in winter wheat as affected by regulated deficit irrigation. Agricultural Water Management. 148, 123-129.

Masoni, A., Ercoli, L., Mariotti, M., Arduini, I., 2007. Post-anthesis accumulation and remobilization of dry matter, nitrogen and phosphorus in durum wheat as affected by soil type. European Journal of Agronomy. 26, 179-186.

Meng, W., Yu, Z., Zhao, J., Zhang, Y., Shi, Y., 2017. Effects of supplemental irrigation based on soil moisture levels on photosynthesis, dry matter accumulation, and remobilization in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Plant Production Science. 20, 215-226.

Ministry of Agriculture-Jahad. 2019. Agricultural Statistics. First volume. Crops in 2016-2017. Ministry of Agriculture-Jahad, Deputy of Planning and Economics, Information and Communication Technology Center. [In Persian].

Mohammadi, S., Peyghambarnejad, S., Arefi, S., 2013. Effect of foliar urea nutrition at different developmental stages on grain yield and protein content of two rainfed wheat cultivars. Iranian Journal of Crop Research. 10, 207-213. [In Persian with English summary].

Nehe, A.S., Misra, S., Murchie, E.H., Chinnathambi, K., Foulkes, M.J., 2018 "Genetic variation in N-use efficiency and associated traits in Indian wheat cultivars. Field Crops Research. 225, 152-162.

Oweis, T., Hachum, A., 2006. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa. Agricultural Water Management. 80, 57–73.

Si, Z., Zain, M., Mehmood, F., Wang, G., Gao, Y., Duan, A., 2020. Effects of nitrogen application rate and irrigation regime on growth, yield, and water-nitrogen use efficiency of drip-irrigated winter wheat in the North China Plain. Agricultural Water Management. 231, 106002.

Tatari, M., Ahmadi, M., Abasi Alikamar, R. 2012. Effect of supplemental irrigation on growth and yield of rainfed wheat. Iranian. Journal of Field Crops Research. 9, 448-455. [In Persian with English summary].

USDA. 2019. World agricultural production. Department of Agriculture Foreign Agricultural Service Office of Global Analysis. 30 pp.

Van-Herwaarden, A.F., Angus, J.F., Richards, R.A. Farquhar, G.D., 1998. 'Haying-off', the negative grain yield response of dry-land wheat to nitrogen fertilizer. II. Carbohydrate and protein dynamics. Australian Journal of Agricultural Research. 49, 1083–1093.

Xu, X., Zhang, M., Li, J., Liu, Z., Zhao, Z., Zhang, Y., Wang, Z., 2018. Improving water use efficiency and grain yield of winter wheat by optimizing irrigations in the North China Plain. Field Crops Research. 221, 219-227.

Xue, Q., Zhu, Z., Musick, J.T., Stewart, B.A., Dusek, D.A., 2006. Physiological mechanisms contributing to the increased water-use efficiency in winter wheat under deficit irrigation. Journal of Plant Physiology. 163, 154-164.

Zhang, Y.H., Sun, N.N., Hong, J.P., Zhang, Q., Chao, W.A. N.G., Xue, Q.W., Wang, Z.M., 2014. Effect of source-sink manipulation on photosynthetic characteristics of flag leaf and the remobilization of dry mass and nitrogen in vegetative organs of wheat. Journal of Integrative Agriculture. 13, 1680-1690.