تأثیر مصرف نیتروژن در مرحله گلدهی بر تولید و تسهیم ماده خشک، رابطه قدرت منبع و اندازه مخزن و فرایندهای تشکیل عملکرد در گندم، جو و تریتیکاله

مسعود عزت احمدی [۱]، مجتبی حسن زاده دلوئی[۲]، احد مدنی*[۲]

۱-استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی،مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

۲- استادیار گروه مهندسی زراعت، واحد گناباد، دانشگاه آزاد اسلامی، گناباد، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: madani_ahad@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۸/۱۰- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۹/۳۰)

چکیده

به منظور مقایسه واکنش عملکرد گندم، جو و تریتیکاله به نیتروژن، یک آزمایش اسپیلیت پلات در مشهد و طی زراعی ۹۷- ۹٦ اجرا شد. عامل نیتروژن با دو سطح عدم محلول پاشی (N1) و مصرف کود اوره ٤٦ درصد در مرحله گلدهی به میزان ۲۰ کیلو گرم در هکتار (N2) در کرتهای اصلی و عامل نوع غله در کرتهای فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمار N_2 عملکرد دانه را به میزان ۱۲/٦ درصد افزایش داد که عمدتا ناشی از افزایش سهم فتوسنتز جاری در تشکیل عملکرد دانه از ٤۳/٦ به ۵۱/۲ درصد بود و ارتباط کمی با کارایی اختصاص ماده خشک ساقه به دانه داشت. همچنین تیمار N_2 علی رغم کاهش دادن معنی دار وزن هزار دانه سبب افزایش ۲۰/۹ درصدی تعداد دانه در سنبله و ۱۲/۹ درصدی وزن دانه در سنبله گردید. محلول پاشی نیتروژن سهم فتوسنتز جاری در تشکیل عملکرد دانه را از ٤۳/٦ به ۵۱/۲ درصد افزایش و سهم انتقال مجدد ماده خشک ساقه در تشکیل عملکرد را از ۷۲/٤ به ۵۳/٤ درصد کاهش داد. تریتیکاله علیرغم داشتن شاخص برداشت یکسان با گندم، به دلیل داشتن عملکرد بیولوژیک بالاتر، ۱۳/۳ درصد عملکرد دانه بیشتری نسب به گندم داشت. مقدار فتوسنتز جاری در تریتیکاله ٤٦/۸ بیشتر از گندم بود ولی سهم نسبی ذخایر ساقه در تشکیل عملکرد اختلاف معنی داری نداشت. دلیل اصلی افزایش عملکرد تریتیکاله نسبت به گندم تعداد دانه در سنبله بیشتر بود و وزن دانه در این خصوص تاثیر معنی دار نداشت. در جو وزن هزار دانه نسبت به تریتیکاله ۱۰ درصد بیشتر بود ولی جو به دلیل ٦۱/۰ درصد تعداد دانه در سنبله کمتر نسبت به تریتیکاله عملکرد کمتری داشت. نتایج حاکی از آن است که وزن دانه تحت تاثیر فرایندهای جذب و انتقال نیتروژن قرار نمی گیرد و بیشتر تابع فتوسنتز جاری است. بر اساس این نتایج توازن منبع -مخزن در تریتیکاله موجب عملکرد بیشتر این غله نسبت به گندم و جو شد. به نظر می رسد نیتروژن در مرحله گلدهی می تواند با جلوگیری از سقط شدن گلچه ها و افزایش اندازه مخزن و همچنین بهبود قدرت منبع از طریق افزایش فتوسنتز جاری عملکرد را در گندم و جو افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: انتقال مجدد ماده خشک، غلات، کوددهی، فتوسنتز جاری

مقدمه

درک بهتر پاسخ گیاه زراعی به فراهمی نیتروژن منجر به جلوگیری از هدر روی کودهای شیمیایی و در عین حال تولید عملکرد قابل قبول می گردد (Plaza-Bonilla *et al.*, 2021). این نیازمند دانش بیشتر پیرامون اثر نیتروژن بر شدت فتوسنتز خالص و نحوه تخصیص مواد فتوسنتزی در طول پر شدن دانه به اندامهای مختلف و همچنین آگاهی بیشتر از فرآیندهای تنظیم کننده قدرت منبع و اندازه مخزن و نقش کنترل کننده آن بر توازن کربن و نیتروژن در گیاه می باشد (Rivera-Amado *et al.*, 2019). افزایش مصرف کود نیتروژنی در مرحله گلدهی موجب کاهش سرعت پیر شدن برگ‌ها ، افزایش انتقال مجدد مواد فتوسنتزی انباشته شده در ساقه به دانه، سرعت پر شدن دانه و در نهایت بهبود عملکرد دانه می‌شود(Luo *et al.*, 2021). کاهش قدرت منبع پس از گلدهی موجب می شود تا میزان فراهمی مواد فتوسنتزی برای فرآیند جذب ریشه ای نیتروژن کاهش یابد که در نتیجه موجب افزایش رقابت برای جذب نیتروژن بین اندامهای رویشی و دانه های در حال رشد می شود در حالی که در شرایط محدودیت اندازه مخزن، میزان فتوسنتز جاری بیشتر از نیاز دانه های در حال رشد است و مازاد مواد فتوسنتزی به ریشه اختصاص می یابد که در نتیجه موجب افزایش جذب نیتروژن از خاک می گردد. (Rajičić *et al.*, 2020) . همچنین (Madani *et al.*, 2018) در تحقیق خود نشان دادند که مصرف ٤٠ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در آغاز مرحله گلدهی باعث افزایش قدرت منبع در گندم گردید به نحوی که سرعت اسیمیلاسیون خالص از ۳/۸ به ٤/٥ $g\ m^{-2}\ day^{-1}$، سرعت تبادل خالص Co_2 را ۲۲/٥ به ۳۰/۸ $mg\ dm^{-2}\ h^{-1}$ و محتوای کلروفیل برگ را ۴/۳ به ۵/۹ $mg\ g^{-1}\ DW$ افزایش یافت اما تنفس ظاهری کل (۲۷/۹ به ۲۸/۲ nmol $g^{-1}\ DW\ S^{-1}$) افزایش قابل توجهی نداشت. در تحقیق دیگری (madani *et al.*, 2012) شواهدی نیز مبنی بر تاثیر مثبت فراهمی نیتروژن در زمان گلدهی بر اندازه مخزن به دست آوردند، به نحوی که افزایش فراهمی نیتروژن در گلدهی و پس از آن موجب افزایش انتقال مجدد ماده خشک ساقه به دانه از ۱/٥ به ۲/٥ تن هکتار، بهبود عملکرد دانه را از طریق جلوگیری از سقط شدن گلچه ها و افزایش تعداد دانه در سنبله بدون تغییر در وزن دانه شد. این نتایج نشان می دهد که فراهمی نیتروژن در مرحله گلدهی و پس از آن می تواند تولید و تسهیم ماده خشک ، رابطه قدرت منبع و اندازه مخزن و همچنین توازن کربن-نیتروژن را تحت تاثیر قرار دهد. از این جهت هدف تحقیق حاضر بررسی فرایندهای تشکیل عملکرد در سه غله گندم، جو و تریتیکاله و همچنین مقایسه واکنش عملکرد این سه غله به فراهمی نیتروژن در مرحله گلدهی می باشد، در این تحقیق چنین فرض شده است که این سه غله به دلیل توانایی مختلف در تولید و تسهیم ماده خشک که ناشی از تفاوت در قدرت منبع (برگ) و اندازه مخزن (سنبله) آنها می‌باشد، واکنش عملکردی متفاوتی به فراهمی نیتروژن در مرحله گلدهی داشته باشند، این تحقیق به دنبال پاسخی بر این سوال است که در هر غله عامل محدد کننده عملکرد قدرت منبع است یا اندازه مخزن آن، و از سویی فراهمی نیتروژن در مرحله گلدهی رابطه

قدرت منبع- اندازه مخزن و نهایتاً عملکرد را در هر یک از سه غله چگونه تحت تاثیر قرار می دهد. چنین تحقیقاتی علاوه بر تغذیه گیاهی بهتر می تواند راهکارهای برای برنامه های اصلاح نبات ارایه کند.

مواد و روش ها

مواد گیاهی و محل اجرای آزمایش

این تحقیق به منظور مقایسه واکنش عملکردی سه غله دانه ریز شامل گندم (رقم سیوند)، جو (رقم گوهران) و تریتیکاله (رقم پاز) به فراهمی نیتروژن بعد از مرحله در شرایط آبی را گلدهی در منطقه مشهد در سال زراعی۹٦-۹۷ اجرا گردید. محل اجرای آزمایش دارای اقلیم معتدل و متمایل به سرد و خشک است و از تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد و مرطوب برخوردار است. بیشینه درجه حرارت در تابستان‌ها ٤۳ درجه بالای صفر و کمینه آن در زمستان‌ها ۲۲ درجه زیر صفر است، متوسط بارندگی سالیانه منطقه نیز ۲۵۰ میلی متر می باشد. خاک محل اجرای آزمایش رسی لومی و نقطه ظرفیت زراعی ، نقطه پژمردگی دائم و وزن مخصوص ظاهری خاک به ترتیب ۳۸ درصد حجمی ، ۲۰ درصد حجمی و ۱/۲۳ گرم بر سانتیمتر مکعب و متوسط آب قابل استفاده خاک تا عمق ۵۰ سانتیمتری برابر ۱۰۰ میلی‌متر بود . مقدار نیتروژن و ماده آلی خاک به ترتیب ٤ و ۷ گرم بر کیلوگرم و pH (اسیدیه) خاک ۷/۲ و EC (هدایت الکتریکی) آن ۰/۳۲ دسی زیمنس بر متر بود .

طرح آزمایشی و تیمارها

آزمایش در به صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد . تیمارهای محلول پاشی (N_1) و عدم محلول پاشی نیتروژن (N_2) در کرتهای اصلی و تیمارهای نوع غله شاملگندم (W)، جو (B) و تریتیکاله (T) در کرتهای فرعی قرار گرفتند. تا قبل از گلدهی (خروج نصف سنبله از داخل برگ پرچم) تمام کرتها به طور یکسان با کود اوره ٤٦ درصد و به مقدار ۸۲ کیلو گرم و بر اساس آزمایش خاک و به میزان ۲۵ درصد قبل در زمان کاشت (۱۵ آبان) ،۲۵ درصد زمان پنجه زنی (۱۵ اسفند) و ۵۰ درصد در مرحله ساقه رفتن (۲۰ اردیبهشت) کود دهی شدند. در مرحله گلدهی و در تاریخ ۲۰ خرداد تیمار محلول پاشی اوره در دو سطح (محلول پاشی و عدم محلول پاشی) با اوره ٤٦ درصد به میزان ۲۰ کیلو گرم در هکتار در کرتهای مورد نظر انجام شد. کاشت هر سه غله در ۱۵ آبان ماه انجام و برداشت گندم، جو و تریتیکاله به ترتیب در ۱۰ مرداد، ۲۵ تیر و ۲۰ مرداد انجام گرفت.

عملیات زراعی و نمونه گیری

کرتهای آزمایشی دارای ابعاد ٦× ٦ متر و شامل ٦ ردیف با طول ٦ متر و فاصله ردیف ۲۵ سانتیمتر بودن که کاشت در در دو طرف پشته های به ارتفاع ۳۰ سانتی متر و با تراکم ٤۵۰ گیاه در متر مربع و عمق کاشت ۵-۳ سانتیمتر به صورت دستی انجام شد . در هر واحد آزمایشی سطحی برابر ۲ متر مربع (٤ متر از روی دو ردیف وسط) برداشت و عملکرد دانه ، عملکرد بیولوژیک و عملکرد کاه اندازه گیری شد. وزن خشک نمونه ها بعد از قرار دادن بافتهای

گیاهی به مدت ٤٨ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد اندازه گیری شد . در زمان برداشت ۲۰ گیاه از روی ردیف های میانی هر کرت به طور تصادفی انتخاب و وزن هزاردانه ، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله برآورد شد . شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک به دست آمد. . در فاصله زمانی گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک مصادف با ۲۰ خرداد تا ۱۰ روز قبل از برداشت هر غله و هر ۵ روز یکبار ۲۰ گیاه از روی ردیف های میانی هر کرت به طور تصادفی انتخاب و اندامهای مختلف مانند ساقه ، برگ ، سنبله و دانه (از آغاز پر شدن دانه) از یکدیگر جدا شدند. وزن خشک نمونه ها بعد از قرار دادن بافتهای گیاهی به مدت ٤٨ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد اندازه گیری شد . وزن خشک نمونه ها برای اندازه برخی صفات فیزیولوژیکی مرتبط با کارایی تولید و تسهیم ماده خشک مورد استفاده قرار گرفت (Madani *et al.*, 2010).

۱-مقدار انتقال مجدد ماده خشک از ساقه به دانه (تن در هکتار) = اختلاف حداکثر وزن خشک ساقه در مرحله پس از گلدهی (تن در هکتار) با وزن خشک ساقه در مرحله رسیدگی کامل (تن در هکتار) .

۲-مقدار انتقال مجدد ماده خشک از کاه سنبله به دانه (تن در هکتار) = اختلاف وزن خشک کاه سنبله در مرحله پس از گلدهی (تن در هکتار) با وزن خشک کاه سنبله در مرحله رسیدگی کامل (تن در هکتار) .

۳-سهم نسبی ذخایر ساقه در تشکیل عملکرد دانه (٪)= (مقدار انتقال مجدد ماده خشک از ساقه به دانه (تن در هکتار) تقسیم بر عملکرد دانه (تن در هکتار) × ۱۰۰

٤-سهم نسبی ذخایر کاه سنبله در تشکیل عملکرد دانه (٪) = (مقدار انتقال مجدد ماده خشک از کاه سنبله به دانه (تن در هکتار) تقسیم بر عملکرد دانه (تن در هکتار) × ۱۰۰

۵-مقدار فتوسنتز جاری (تن در هکتار) = **اختلاف** عملکرد دانه (تن در هکتار) با مقدار انتقال مجدد ماده خشک از ساقه و کاه سنبله به دانه .

٦-سهم فتوسنتز جاری در تشکیل عملکرد دانه (٪) = (مقدار فتوسنتز جاری (تن در هکتار) تقسیم بر عملکرد دانه (تن در هکتار) × ۱۰۰

۷-کارایی انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از ساقه به دانه (٪) = (مقدار انتقال مجدد ماده خشک از ساقه به دانه (تن در هکتار) تقسیم بر حداکثر وزن خشک ساقه در مرحله پس از گلدهی (تن در هکتار) × ۱۰۰

۸-کارایی انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از کاه سنبله به دانه (٪) = (مقدار انتقال مجدد ماده خشک از کاه سنبله به دانه (تن در هکتار) تقسیم بر حداکثر وزن خشک ساقه در مرحله پس از گلدهی (تن در هکتار) × ۱۰۰

تجزیه آماری :

تجزیه آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SAS و به منظور مقایسه میانگین از آزمون چند دامنه ای دانکن به روش برش دهی اثرات متقابل استفاده شد.

نتایج و بحث

محلول پاشی نیتروژن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر محلول پاشی نیتروژن بر عملکرد دانه معنی دار بود (جدول ۱) . محلول پاشی نیتروژن در مرحله گلدهی در مقایسه با عدم محلول پاشی موجب افزایش ۱۰ درصدی و معنی دار عملکرد دانه از ۳/۰۹ به ۳/۴۸ تن در هکتار شد (جدول ۱). این نتیجه دور از انتظار نیست، چنانکه گزارش شده است که افزایش فراهمی نیتروژن در مرحله گلدهی موجب افزایش غلظت کلروفیل ، فعالیت آنزیم روبیسکو و شدت فتوسنتز خالص برگ پرچم می گردد (Abdelaal *et al.*, 2019). در این تحقیق، فراهمی نیتروژن تاثیری بر تولید ماده خشک در مرحله پس از گلدهی و در نتیجه عملکرد بیولوژیک نداشت (جدول ۱)، اما توانست عملکرد دانه را از طریق افزایش کارایی تسهیم ماده خشک به دانه و در نتیجه ۱۰ درصد شاخص برداشت ۲۷/۳ به ۳۳/۶) بیشتر افزایش دهد (جدول ۱).

اثر ساده محلول پاشی نیتروژن بر عملکرد کاه معنی دار نبود (جدول ۱)، ولی در هر صورت کاهش غیر معنی دار عملکرد کاه از ۷/۵۸ به ۶/۹۲ تن در هکتار نشان می دهد (جدول ۱) که افزایش فراهمی نیتروژن در مرحله گلدهی مقدار فتوسنتز جاری و سهم آن در پر شدن دانه را افزایش و مقدار ماده خشک منتقل شده ازساقه به دانه را کاهش داده است. محلول پاشی در مرحله گلدهی موجب ۷٪ کاهش معنی دار وزن هزار دانه و ۱۷ درصد افزایش معنی دار تعداد دانه در سنبله از ۲۴/۳ به ۲۹/۴۵ شد (جدول ۱)، به نحوی که در نهایت افزایش ۱۱ درصدی و معنی دار وزن دانه در سنبله (وزن تک دانه × تعداد دانه در سنبله) مشاهده شد (جدول ۱). این نتیجه دور از انتظار نبود زیرا که بر اساس گزارش (Niazi *et al.*, 2021) ، وزن دانه وابستگی زیادی به فراهمی مواد فتوسنتزی در طول دوره پر شدن دانه جذب و سرعت فتوسنتز خالص دارد و کمتر تحت تاثیر فرآیندهای مرتبط با جذب و انتقال مجدد نیتروژن قرار می گیرد.

مصرف نیتروژن در مرحله گلدهی باعث افزایش معنی دار مقدار ماده خشک تولید شده از فتوسنتز جاری و سهم آن در تشکیل عملکرد شد در حال که سهم ذخایر ساقه کاه سنبله در تشکیل عملکرد دانه را کاهش داد (جدول ۲). مصرف نیتروژن در مرحله گلدهی تاثیری بر سرعت و دوره پر شدن دانه نداشت (جدول ۱). این نتیجه نشان می دهد که محلولپاشی نیتروژن در مرحله گلدهی به دلیل بهبود فتوسنتز جاری موجب کاهش انتقال مجدد نیتروژن از ساقه و برگها به دانه می گردد. چنانچه (Rajicic *et al.*, 2020) نیز گزارش نمودند که افزایش غلظت نیتروژن در برگها منجر به افزایش فعالیت و غلظت آنزیم روبیسکو و در نتیجه بهبود کارایی استفاده از نور می گردد. در این تحقیق محلولپاشی نیتروژن در مرحله گلدهی موجب افزایش درصد ماده خشک اختصاص یافته به دانه دو هفته پس از گرده افشانی شد (جدول ۲)، به نظر می رسد که کاهش عملکرد در اثر کمبود نیتروژن در مرحله گلدهی عمدتاً به دلیل کاهش سنبلچه های بارور و تعداد دانه در سنبله باشد و ارتباط کمتری با وزن دانه داشته باشد.

بر اساس گزارش‌های موجود اختصاص ماده خشک به دانه به شدت تحت تاثیر نسبت کربن به نیتروژن در ماده خشک ذخیره شده در اندامهای رویشی در طول دوره قبل از گلدهی دارد (de Oliveira Silva *et al.*, 2020)، و کمبود نیتروژن در شرایط تنش از طریق کاهش درصد بقای آغازه های گل و افزایش سنبلچه های نابارور موجب کاهش تعداد دانه در واحد سطح می گردد به طوری که افزایش مصرف نیتروژن و در نتیجه تعداد دانه در سنبله می تواند راهکار مناسبی جهت کاهش نقصان عملکرد در شرایط تنش باشد (Senapati *et al.*, 2020). کاربرد نیتروژن به صورت محلولپاشی نسبت به عدم مصرف آن تاثیر معنی داری بر حداکثر وزن خشک ساقه و درصد اختصاص ماده خشک به این اندام دو هفته پس از گلدهی نداشت (جدول ۲) اما موجب افزایش وزن خشک کاه سنبله گردید (داده ها نشان داده نشده است). در این تحقیق ، محلولپاشی نیتروژن در مرحله گلدهی تاثیر معنی داری بر مقدار ماده خشک انتقال یافته از ساقه به دانه یا مقدار ماده خشک انتقال یافته از کاه سنبله به دانه نداشت (۲)، این نتیجه نشان می دهد که افزایش فراهمی نیتروژن در مرحله گلدهی موجب افزایش فتوسنتز جاری شده و در نتیجه نیاز به انتقال مجدد ذخایر ساقه و کاه سنبله به دانه را کاهش میدهد (Madani *et al.*, 2010).

نوع غله

گندم و جو به ترتیب ۱۲ و ۳۱ درصد عملکرد دانه کمتری در مقایسه با تریتیکاله داشتند (جدول ۱). گندم و تریتیکاله از نظر شاخص برداشت تفاوتی نشان ندادند ولی عملکرد بیولوژیک تریتیکاله ۹ درصد بیشتر از گندم بود (جدول ۱). این نتیجه نشان می دهد که عملکرد کمتر دانه در گندم در مقایسه با تریتیکاله به دلیل کارائی تولید ماده خشک کمتر در گندم می باشد و اختلاف اندکی از نظر کارایی تسهیم ماده خشک به دانه بین گندم و تریتیکاله وجود داردکه با نتایج (Rajicic *et al.*, 2020) مطابقت دارد که گزارش نمودند که گندم در مقایسه با تریتیکاله با محدویت منبع مواجه است. کاهش شاخص برداشت با کاهش فتوسنتز جاری و تولید ماده خشک در ارتباط است و به نظر می رسد که گیاهان در زمان گرده افشانی اندازه مخزن خود (وزن دانه در سنبله) را با توجه به قدرت منبع (فتوسنتز جاری) تنظیم می کنند (Rivera-Amado *et al.*, 2020)، در نتیجه به نظر می رسد که تریتیکاله به دلیل سنبله بزرگتر از این مزیت استفاده می کند، علاوه بر اینکه ترتیکاله بر اساس یافته (Rajicic *et al.*, 2020) برگ بیشتری نسبت به گندم دارد . جو و تریتیکاله عملکرد کاه مشابهی داشتند (جدول ۲)، به نظر می‌رسد، در گندم و جو در مقایسه با تریتیکاله، به دلیل اثر بازخوری منفی محدودیت اندازه مخزن بر قدرت منبع، فتوسنتز جاری نیز کاهش می یابد و در نتیجه مواد فتوسنتزی مازاد بر نیاز دانه جهت اختصاص به ساقه وجود نخواهد داشت و یا اینکه مواد فتوسنتزی مازاد بر نیاز دانه به جای ساقه به ریشه اختصاص می یابند، چنانچه(Alasti *et al.*, 2020) گزارش نموده‌اند که در شرایط محدودیت اندازه مخزن، غلات بخشی از مواد فتوسنتزی را صرف افزایش کارایی جذب نیتروژن از خاک میکنند و از طریق فرآیندهای هورمونی مرتبط با نیتروژن موجب

افزایش قدرت مخزن و تعداد دانه در سنبله می شوند. گندم در مقایسه با تریتیکاله ۹ درصد تعداد دانه در سنبله کمتری داشت (جدول ۱)، این نتیجه نشان می دهد که دلیل اصلی کمتر بودن عملکرد گندم در مقایسه با تریتیکاله علاوه بر سطح برگ کمتر و محدودیت قدرت منبع ، کاهش تعداد دانه در سنبله نیز می باشد و به نظر می رسد که وزن هزاردانه نقش اندکی در کمتر بودن عملکرد دانه گندم در مقایسه با تریتیکاله داشته باشد (جدول ۱). در این آزمایش جو در مقایسه با تریتیکاله ۲۸ درصد تعداد دانه در سنبله کمتر و ۱۰ درصد وزن هزاردانه بیشتری (۳۷/۵ به ۴۲ گرم) داشت (جدول ۱)، علت وزن دانه بیشتر در جو نسبت به تریتیکاله ، احتمالا به دلیل فراهم بودن مواد فتوسنتزی بیشتر برای گلچه های کم تعدادتر در سنبله جو در مقایسه با سنبله تریتیکاله می باشد، چنانچه (madani *et al.*, 2020) گزارش نمودند که امکان افزایش وزن هزاردانه و در نتیجه وزنه دانه در سنبله (اندازه مخزن) از طریق افزایش توان فتوسنتزی پوشش گیاهی و فراهمی مواد فتوسنتزی در طول پر شدن دانه (قدرت منبع) وجود دارد (Senapati, Semenov & 2010). گندم و جو به طور معنی داری ماده خشک حاصل از فتوسنتز جاری و سهم نسبی فتوسنتز جاری در عملکرد دانه کمتری نسبت به تریکیاله داشتند (جدول ۲). در غلات دانه ریز افزایش تعداد دانه در واحد سطح موجب افزایش کارایی استفاده از نور در طول پر شدن دانه می‌گردد (Rajičić *et al.*, 2020)، بنابراین به نظر می‌رسد که در تریتیکاله اندازه مخزن بیشتر (سنبله بزرگتر) می‌تواند از طریق بازخوری مثبت اندازه مخزن بر قدرت منبع موجب افزایش توان فتوسنتزی آن در مقایسه با دو غله دیگر که سنبله کوچکتری دارند شود.

تفاوتی از لحاظ مقدار ماده خشک اختصاص یافته به کاه سنبله در دو هفته پس از گلدهی (آغاز مرحله سریع پر شدن دانه) بین سه غله مشاهده نشد (جدول ۲) ، وزن کاه سنبله گندم و جو به طور معنی داری کمتر از تریتیکاله بود (داده‌ها نشان داده نشده است) . این نتیجه نشان می دهد که ماده خشک بیشتر پوشینکها و ریشک ها در تریتیکاله می تواند به نحو موثری موجب افزایش رشد دانه در نیمه اول دوره پر شدن دانه گردد اما در نیمه دوم پر شدن دانه (۱۴ روز پس از گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک) شود. فرآیند پر شدن دانه نیازمند انتقال مجدد ماده خشک از ساقه به دانه است و اجزای غیر دانه ای سنبله در این مرحله نمی توانند جوابگوی نیاز دانه به مواد فتوسنتزی باشند به نحوی که در این تحقیق سهم ذخایر ساقه در عملکرد دانه ۱۵ برابر بیشتر از سهم ذخایر کاه سنبله در عملکرد دانه بود (جدول ۲). سودمندی ذخایر ساقه برای تشکیل عملکرد دانه تحت تاثیر نوع غله قرار گرفت به نجوی که کارایی انتقال مجدد ماده خشک از ساقه به دانه در گندم به طور معنی داری بیشتر از جو بود (جدول ۲). گندم به طور معنی داری کارایی انتقال مجدد ماده خشک از کاه سنبله به دانه کمتری نسبت به تریتیکاله داشت اما تفاوت جو و تریتیکاله از نظر این صفت معنی دار نبود (جدول ۲) .

مقادیر بیشتر ماده خشک منتقل شده از ساقه به دانه در گندم در مقایسه با جو و تریتیکیاله نشان می‌دهد که وزن خشک ساقه در گندم در در طول نیمه دوم پر شدن دانه (۱۴ روز پس از گرده افشانی تا

رسیدگی فیزیولوژیک) به منظور تأمین مواد فتوسنتزی مورد نیاز سنبله کاهش یافته است. در این تحقیق ، بین گندم و تریتیکاله از نظر سرعت پرشدن دانه و دوره پر شدن دانه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). این نتایج نشان می دهد که عملکرد دانه کمتر در گندم در مقایسه با تریتیکاله مربوط کمتر بودن به تعداد دانه در سنبله در گندم می‌باشد و وزن هزاردانه نقش کمتری در اختلاف عملکرد این دو غله داشته است. در مقابل جو به طور معنی داری سرعت رشد دانه بیشتری نسبت به تریتیکاله داشت (جدول ۲). اگر چه جو در مقایسه با تریتیکاله سنبله کوچکتر درنتیجه ۲٤/۳ درصد تعداد دانه در سنبله کمتری نسبت به تریتیکاله داشت (جدول ۱)، اما در جو وزن هزاردانه ۱٦/۷ درصد بیشتر از تیریکاله بود (جدول ۱) . به نظر می رسد افزایش فراهمی مواد فتوسنتزی سنبله کوچکتر جو (در مقایسه با تریتیکاله) موجب جلوگیری از سقط شدن گلچه های بارور و جلوگیری از کاهش شدید تعداد دانه در سنبله و افزایش وزن دانه شده است، این نتیجه با گزارش (Ahmed *et al*., 2019) همسو است که نشان دادند امکان افزایش اندازه مخزن از طریق افزایش قدرت فتوسنتزی پوشش گیاهی و تقویت قدرت منبع وجود دارد. تخصیص ماده خشک به دانه دو هفته پس از گرده افشانی گندم و به طور معنی داری کمتر از تریتیکاله بود (جدول ۲). به نظر می رسد سطح برگ کمتر و سنبله کوچکتر در گندم و جو نسبت به تریتیکاله موجب کاهش اختصاص مواد فتوسنتزی به فرآیند پر شدن دانه و افزایش اختصاص ماده خشک به ساقه و غلاف برگ‌ها شده است.

اثر متقابل نیتروژن × نوع غله

اثر متقابل نیتروژن × نوع غله بر وزن دانه در سنبله و در نتیجه بر عملکرد دانه معنی داری نبود (جدول ۱)، به نحوی که در هر دو سطح فراهمی نیتروژن تفاوت معنی داری از نظر عملکرد دانه بین سه غله (تریتیکاله > گندم > جو) مشاهده شد (جدول ۱). نتیجه مشابهی برای تعداد دانه در سنبله به دست آمد (جدول ۱)، این درحالی است که در هر دو سطح فراهمی نیتروژن، تفاوتی از نظر وزن هزار دانه بین سه غله دیده نشد (جدول ۱)

از آنجایی که تعداد دانه در سنبله نماد اندازه مخزن و اندازه دانه نماد مقدار فراهمی مواد فتوسنزی برای هر دانه یا به عبارتی قدرت منبع می باشد (Bradley & Foulkes, 2019)، لذا این نتیجه نشان می دهد که تفاوت عملکرد این سه غله صرفنظر از شرایط فراهمی نیتروژن بیشتر به اندازه مخزن مرتبط است و قدرت منبع نقش کمتری در این اختلاف عملکرد دانه بین سه غله دارد. البته عملکرد بیولوژیک، عملکرد کاه ، شاخص برداشت جو و سهم فتوسنتز جاری در تشکیل عملکرد این غله در شرایط فراهمی نیتروژن به معنی داری کمتر از گندم و تریتیکاله بود (جدول ۳)، که می‌تواند محدودیت همزمان قدرت منبع و اندازه مخزن را در جو نسبت به دو غله دیگر مطرح کند. از سویی، در شرایط فراهمی نیتروژن، شاخص برداشت گندم به طور معنی داری کمتر از تریتیکاله بود (جدول ۱) که میتواند نشانه ای از محدودیت اندازه مخزن در گندم در مقایسه با تریتیکاله باشد. همچنین نکته قابل توجه دیگر این است که در شرایط فراهمی نیتروژن، درصد اختصاص ماده خشک به کاه سنبله

در جو به طور معنی داری بیشتر از گندم و تیرتیکاله بود (جدول ۱)، این نتیجه نشان دهنده این است که در شرایط فراهمی نیتروژن علاوه بر محدودیت منبع در جو، همین میزان مواد مواد فتوسنتزی نیز به طور قابل توجهی به جای اینکه صرف افزایش وزن دانه ها شود به پوشینه ها اختصاص پیدا کرده است. این محدودیت مواد فتوسنتزی در جو و اختصاص ناکارمد آن به پوشینه ها به جای دانه ها در حالی است که در شرایط فراهمی نیتروژن این غله نسبت به گندم و تریتیکاله سرعت پرشدن سریعتری داشته است (جدول ۳)، که می تواند به دلیل کمتر بودن تعداد دانه در سنبله جو باشد (جدول ۱)، که با افزایش مواد فتوسنتزی فراهم برای هر دانه موجب افزایش سرعت پر شدن دانه شده است (جدول ۳). با این وجود این سرعت پرشدن دانه بیشتر منجر به بهبود وزن هزار دانه در این جو و جبران تعداد کمتر دانه در سنبله نسبت به دو غله دیگر نشده است (جدول ۳).

جدول ۱ - میانگین مربعات اثر محلولپاشی نیتروژن، نوع غله و اثر متقابل آنها بر صفات مرتبط با عملکرد و اجزای عملکرد و مقایسات میانگین اثرات ساده و متقابل فاکتورهای آزمایشی برای این صفات

منبع تغییرات	df	وزن کل دانه در سنبله (گرم)	وزن هزاردانه (گرم)	تعداد دانه در سنبله	شاخص برداشت (٪)	عملکرد کاه (تن در هکتار)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)
N	۱	۰/۲۲۱*	۹٦٦/۷*	۳۹٦/٤**	۲۹۵/۱**	٦/۹۹۸ns	۲/۳۸۹*	۱/۳٤۷ns
Error (a)	۲	۰/۰۰٤	۱۹/۸٦	۲/۸۷	۲/۰۲۳	۱/۲٦٤	۰/۰٤۵	۱/۰۹۸
C	۲	۱/۷۱۲**	۲۸۸/٦**	۱۱۲۳/۵**	٤۲٦/۱**	۵/٤٦۸ns	۱۸/٦۱**	٤۱/۸٦*
NC	۲	۰/۰۸۸**	۳۸/۲۷ns	۱۰۲/٦*	۱۹۹/۳**	۱۸/۲٤۹**	۰/۹۵۹**	٦۸/۸٤۰**
Error (b)	۸	۰/۰۰۷	۳۱/۰۰	۲۲/۱۵	٤/۲۱۷	۰/۳٦٦۲	۰/۰۷۹	۰/۳۲۷۹
N1		۰/۹۳b	۳۸/۵۸a	۲٤/۳٤b	۲۹/۲۷b	۷/۸٦A	۳/۰۹b	۱۰/٦۷a
N2		۱/۰۵a	۳٦/۰۰b	۲۹/٤۵a	۳۳/٦۵a	۷/۵۷A	۳/٤۸a	۱۰/٤۱a
T		۱/۱۵a	۳۷/۵۳b	۳۲/٦۸a	۳۳/٤٤a	۷/٦۰a	۳/۸۲a	۱۱/۹٤a
W		۱/۰۲b	۳۵/٦b	۳۱/۰٦ab	۳۱/۸۰a	۷/۰٦a	۳/۳۷b	۱۰/٤۹b
B		۰/۷۹c	٤۰/۲۳a	۲۰/۳۱b	۲۸/۵b	۷/۰۷a	۲/٦۵c	۹/۷۳ b
T	N1	۱/۲۰a	۳۹/۲۵a	۳۰/۲۸a	۳۲/۸۵a	۸/۱۲a	٤/٤۲a	۱۲/۰۹a
W	N1	۱/۰۳ab	٤۰/۸۳a	۲۵/۲۹a	۳۳/۱۳a	٦/۷٦b	۳/۷۸ba	۱۰/۱٦b
B	N1	۰/۸۲b	٤۲/۹۳a	۱۹/۵۵a	۲٤/۹۷b	۸/۷۲a	۳/۰۳b	۱۱/٤٤ab
T	N2	۱/۳۵a	۳۷/۷۸a	۳٦/۳۲a	۳٦/۱۹a	۷/۸۲ab	٤/٤۸a	۱۲/۳۰a
W	N2	۱/۰۹a	۳۵/۵۷a	۳۰/۳٦ab	۳۰/۱۵b	۸/۳٦a	۳/۳۸b	۱۱/۹۵a
B	N2	۰/۸۳b	٤۲/٤۹a	۱۹/۸۳b	۲۹/۸۲b	٦/۵۳b	۲/۷٦c	۹/۳۰b

** * NS: به ترتیب معنی دار در سطح ۱ درصد آماری و ۵ درصد آماری و غیر معنی دار.

T، W و B: به ترتیب تیرتیکاله، گندم و جو. N_1 و N_2: به ترتیب عدم محلول پاشی نیتروژن و محلول پاشی نیتروژن.

N: نیتروژن: نوع غله df: درجه آزادی

جدول ۲ -میانگین مربعات اثر محلولپاشی نیتروژن، نوع غله و اثر متقابل آنها بر صفات مرتبط با فتوسنتز جاری و انتقال مجدد ماده خشک به همرا مقایسه میانگیان اقرات ساده فاکتورهای آزمایشی برای این صفات

منبع تغییرات	dF	کارایی انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از کاه سنبله به دانه (٪)	طول پر شدن دانه (روز)	سهم نسبی ذخایر کاه سنبله در تشکیل عملکرد دانه (٪)	سهم نسبی ذخایر ساقه در تشکیل عملکرد دانه (٪)	مقدار انتقال مجدد ماده خشک از کاه سنبله به دانه (تن در هکتار)	مقدار فتوسنتز جاری (تن در هکتار)
N	۱	۳/۶ns	۷/۳ns	۲/۴*	۳۲۰/۳**	۰/۰۰۰۱ns	۱/۴*
Error (a)	۲	۲/۷	۱۲/۴	۰/۵	۶۳/۱	۰/۰۰۴	۰/۲۲
C	۲	۲۴/۲*	۹/۰ns	۱۴/۰**	۲۱۸۸/۵**	۰/۰۰۵**	۱۲/۹**
NC	۲	۰/۵۲Ns	۲۳۰/۰**	۱/۵**	۴۹/۲ns	۰/۰۰۱ns	۰/۳**
Error (b)	۸	۰/۳۶	۱۰/۵	۰/۰۶	۴۷/۱	۰/۰۰۰۱	۰/۱
N1		۷/۶۵A	۲۵/۷۷a	۳/۴۸A	۷۲/۴۶A	۰/۱۱۳A	۱/۸۱B
N2		۷/۳۴A	۲۵/۹۶a	۳/۰۴B	۵۳/۴۲B	۰/۱۱۱a	۲/۳۳A
T		۶/۵۹b	۲۵/۷۶b	۲/۸۱a	۵۱/۶۶b	۰/۱۰۵b	۲/۸۲a
W		۸/۷۷a	۲۴/۸۵b	۳/۷۱ab	۶۵/۲۲ab	۰/۱۳۳a	۱/۹۲b
B		۷/۶۱ab	۲۶/۶۹a	۳/۲۰b	۷۲/۲۸a	۰/۱۰۱b	۱/۴۷b

منبع تغییرات	DF	کارایی انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از ساقه به دانه (٪)	درصد اختصاص ماده خشک به ساقه و برگ دو هفته پس از گلدهی	مقدار انتقال مجدد ماده خشک از کاه سنبله به دانه (تن در هکتار)	مقدار انتقال مجدد ماده خشک از ساقه به دانه (تن در هکتار)	حداکثر وزن خشک ساقه پس از گلدهی (گرم)	درصد اختصاص ماده خشک به دانه دو هفته پس از گلدهی(٪)
N	۱	۰/۰۲ns	۲۴/۵ns	۰/۰۰۰۱ns	۰/۰۰۸ns	۰/۳ns	۱۶/۰ns
Error(a)	۲	۲۱/۳	۲۵/۴	۰/۰۰۴	۰/۰۸	۱/۸	۶/۱
C	۲	۵۱۵/۲**	۱۱۸/۹*	۰/۰۰۵**	۰/۶**	۱/۳ns	۱۱۴/۲**
NC	۲	۰/۴۲۰Ns	۵۴۶/۱**	۰/۰۰۱ns	۰/۱ns	۲/۲ns	۱۴/۹**
Error(b)	۸	۰/۱۷۳۴	۰/۲۲۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۶	۱/۲	۰/۵۳
N1		۱۸/۸۰A	۶۹/۶۲a	۰/۱۱۴a	۱/۵۷A	۸/۷۳a	۱۶/۵۶A
N2		۱۸/۹۱A	۶۷/۸۴a	۰/۱۱۲a	۱/۵۵A	۸/۵۳a	۱۸/۱۱A
T		۱۹/۰۳b	۶۴/۶۲b	۰/۱۰۵b	۱/۵۳a	۸/۴۹a	۲۰/۰۸a
W		۲۰/۴۷a	۶۸/۱۵a	۰/۱۳۳a	۱/۷۶a	۹/۰۱a	۱۷/۱۵b
B		۱۷/۰۸c	۶۹/۹۸a	۰/۱۰۱b	۱/۴۰b	۸/۴۵a	۱۴/۹۷b

** * NS : به ترتیب معنی دار در سطح ۱ درصد آماری و ۵ درصد آماری و غیر معنی دار. T ، Wو B: به ترتیب تیرتیکاله، گندم و جو. N_1 و N_2 : به ترتیب عدم محلول پاشی نیتروژن و محلول پاشی نیتروژن.N :محلول پاشی نیتروژن C: نوع غله

جدول ۳ -میانگین مربعات اثر محلولپاشی نیتروژن، نوع غله و اثر متقابل آنها بر صفات مرتبط با فتوسنتز جاری و انتقال مجدد ماده خشک به همرا مقایسه میانگیان اقرات ساده فاکتورهای آزمایشی برای این صفات

منبع تغییرات	DF	سرعت رشد دانه (ملیگرم در روز)	درصد اختصاص ماده خشک به کاه سنبله (٪)	سهم فتوسنتز جاری در تشکیل عملکرد (٪)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
N	۱	۰/۲۲۱*	۰/۷۵ns	۳۷۸/۵*	۲/۳۸۹*
Error(a)	۲	۰/۰۰٤	۷/۵	٦/۰٤	۰/۰٤۵
C	۲	۱/۷۱۲**	۱/۳ns	۲۵٤٦/۱**	۱۸/٦۱**
NC	۲	۰/۰۸۸**	۱٤۹/۰**	۵۳/۳ns	۰/۹۵۹**
Error(b)	۸	۰/۰۰۷	٦/۷	۵۳/٤	۰/۰۷۹
N1		۱/۵۲A	۱٤/۹۰a	٤۳/٦۵B	۰/۱۱۳a
N2		۱/٤٦a	۱۵/۱۸a	۵۱/۲۳A	۰/۱۱۱a
T		۱/٤۱b	۱۵/۲۱a	۵٤/٤۸a	۰/۱۰۵b
W		۱/٤۵b	۱٤/٦٦b	٤٤/٦۳b	۰/۱۳۳a
B		۱/٦۱a	۱۵/۰۵b	٤۳/٦۰b	۰/۱۰۱b
N1	T	۱/۲۰a	۱۵/۳٤a	۵۱/۹۵a	۳/۹٦a
	W	۱/۰۳ab	۱٦/٤۳a	۳۸/۲٦b	۳/۳۹a
	B	۰/۸۲b	۱۲/۹٦b	٤۲/۸۷b	۲/۷۲b
N1	T	۱/۳۵a	۱٤/٦۱b	۵۷/۷۵a	٤/٤۸a
	W	۱/۰۹a	۱۳/۸۷b	۵۳/۸۹ab	۳/۳۸b
	B	۰/۸۳b	۱۷/۳٦a	٤۷/۵۲b	۲/۷٦c

****، *، NS : به ترتیب معنی دار در سطح ۱ درصد آماری و ۵ درصد آماری و غیر معنی دار. T، W و B: به ترتیب تیرتیکاله، گندم و جو. N_1 و N_2 : به ترتیب عدم محلول پاشی نیتروژن و محلول پاشی نیتروژن.N :محلول پاشی نیتروژن C: نوع غله**

نتیجه‌گیری

تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و توازن بین قدرت منبع و مخزن از مهمترین عوامل تعیین کننده عملکرد غلات می باشد. در غلات دانه ریز افزایش تعداد دانه در واحد سطح، و داشتن سنبله بزرگتر می تواند از طریق اثر بازخوردی اندازه مخزن بر توان منبع، سبب افزایش قدرت فتوسنتزی گردد. تریتیکاله با داشتن سنبله بزرگتر نسبت به گندم هم از قدرت منبع بالاتری برخوردار بود و هم قدرت تطابق اندازه مخزن را با توجه به قدرت منبع(فتوسنتز جاری) دارا بود. در حالیکه گندم وجو به دلیل اثر بازخوردی منفی محدودیت مخزن بر قدرت منبع، فتوسنتز جاری کاهش یافت و در نتیجه مازاد مواد فتوسنتزی جهت ذخیره ساری در ساقه مشاهده نگردید. تامین نیتروژن در مرحله گلدهی سبب افزایش فتوسنتز جاری و کاهش نیاز به انتقال مجدد ذخایر ساقه در هر سه گیاه مورد بررسی گردید ، بررسی میزان جذب نیتروژن از ریشه و اندام های هوایی و نیز مقایسه غلات دانه ریز از

نظر توانایی جذب نیتروژن از اندام های مختلف در بین منبع و مخزن کمک نماید.
مراحل پر شدن دانه می تواند به درک بهتر روابط

REFRENCES

Alasti, O., Zeinali, E., Soltani, A., & Torabi, B. 2020. Estimation of Yield Gap and the Potential of Rainfed Barley Production Increase in Iran. *Journal of Crop Production*. 13(3): 41-60

Ahmed, M., Bilal, M., ul Hassan, F., & Hayat, R. 2019 .Modeling Source Sink Partitioning in Wheat UNDER Varying Nitrogen Regimes and Climatic Conditions. *In ASA, CSSA and SSSA International Annual Meetings*. ASA-CSSA-SSSA.

Abdelaal, H. K., Bugaev, P. D., & Fomina, T. N. 2019. Nitrogen fertilization effect on grain yield and quality of spring triticale varieties. *Indian Journal of Agricultural Research*.53(5): 578-583.

de Oliveira Silva, A., Ciampitti, I. A., Slafer, G. A., & Lollato, R. P. 2020. Nitrogen utilization efficiency in wheat: A global perspective. *European Journal of Agronomy*. 12(6):432

Luo, J., Li, Z., Mo, F., Liao, Y., & Liu, Y. 2021. Removal of superior wheat kernels promotes filling of inferior kernels by changing carbohydrate metabolism and sink strength. *The Crop Journal*. 6 (8): 123.

Madani, A., Rad, A. S., Pazoki, A., Nourmohammadi, G., & Zarghami, R. 2010. Wheat (Triticum aestivum L.) grain filling and dry matter partitioning responses to source: sink modifications under postanthesis water and nitrogen deficiency. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 32: 145-151.

Madani, A., Shirani-Rad, A., Pazoki, A., Nourmohammadi, G., Zarghami, R., & Mokhtassi-Bidgoli, A. 2010. The impact of source or sink limitations on yield formation of winter wheat (Triticum aestivum L.) due to post-anthesis water and nitrogen deficiencies. *Plant, Soil and Environment*. 56(5):218-227.

Niazi, M., Barati, V., & Bijanzadeh, E. 2021. The Effect of Application of Nitrogen Fixing Bacteria and Plant Residues on Dry Matter Remobilization and Barley Yield under Water Stress after Anthesis. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 14(1):47-62.

Plaza-Bonilla, D., Lampurlanés, J., Fernández, F. G., & Cantero-Martínez, C. 2021. Nitrogen fertilization strategies for improved Mediterranean rainfed wheat and barley performance and water and nitrogen use efficiency. *European Journal of Agronomy*. 124: 126-238.

Rajičić, V., Popović, V., Perišić, V., Biberdžić, M., Jovović, Z., Gudžić, N., ... & Terzić, D. 2020. Impact of nitrogen and phosphorus on grain yield in winter triticale and wheat grown on degraded Vertisol. *Agronomy*. 10(6): 757.

Rivera-Amado, C., Trujillo-Negrellos, E., Molero, G., Reynolds, M. P., Sylvester-Bradley, R., & Foulkes, M. J. 2019. Optimizing dry-matter partitioning for increased spike growth, grain number and harvest index in spring wheat. *Field Crops Research*. 240: 154-167.

Salama, H. S. A., & Badry, H. H. 2020. Forage and grain yields of dual-purpose triticale as influenced by the integrated use of Azotobacter chroococcum and mineral nitrogen fertilizer. *Italian Journal of Agronomy*.4 (23):230.

Senapati, N., & Semenov, M. A. 2020. Large genetic yield potential and genetic yield gap estimated for wheat in Europe. *Global food security*. 24: 100.

Wang, L., Xia, H., Li, X., Qiao, Y., Xue, Y., Jiang, X., Kong, L. 2021. Source–Sink Manipulation Affects Accumulation of Zinc and Other Nutrient Elements in Wheat Grains. *Plants*. 10(5): 1032.

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 1/No. 3/Fall 2021/P:36 -49

https://www.sarj.iauk.ac.ir

The Effect of Nitrogen Supplies at Flowering on Dry Matter Production and Distribution, the Relationship Between Source Strength and Sink Size, and Yield Formation Processes in Wheat, Barley and Triticale

Masoud Ezzat Ahmadi[1], Mojtaba Hassanzadeh[2], Ahad Madani[2*]

[1] Assistant professor of Field and Horticultural Crops Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Khorasan-Razavi Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran

[*2] Assistant professor of Agronomy Engineering, Gonabad Branch, Islamic Azad university, Gonabad, Iran

* Corresponding Author's Email: madani_ahad@yahoo.com

(Received: November. 1, 2021 – Accepted: December. 21, 2021)

ABSTRACT

In order to compare the yield response of wheat, barley and triticale to nitrogen, a split plot experiment was conducted in Mashhad during the 2017-2018 crop year. Nitrogen factor with two levels of non-foliar application (N1) and application of urea fertilizer 46% in the flowering stage at a rate of 20 kg / ha (N2) were allotted to the main plots and cereal type factor in the subplots. The results showed that N2 treatment increased grain yield by 12.6%, which was mainly due to the increase in the contribution of current photosynthesis in grain yield formation from 43.6 to 51.2% and had little relationship with the efficiency of dry matter distribution to grain. Also, N2 treatment, despite a significant reduction in 1000-seed weight, increased the number of seeds per spike by 20.9% and grain weight per spike by 12.9%. Nitrogen foliar application increased the contribution of current photosynthesis in grain yield formation from 43.6% to 51.2% and decreased the rule of stem dry matter remobilization in yield formation from 72.4% to 53.4%. Despite having the same harvest index as wheat, triticale had 13.3% higher grain yield than wheat due to its higher biological yield. The amount of current photosynthesis in triticale was %46.8 more than wheat, but the relative contribution of stem reserves to yield formation was not significantly different. The main reason for the higher in triticale compared to wheat was the higher number of grains per spike, and the difference in grain weight was less important. The results indicate that grain weight is not affected by nitrogen uptake and transport processes and is mostly a function of photosynthesis. Based on these results, the source-sink balance in triticale resulted in higher yield of it compared to wheat and barley. It seems that nitrogen in the flowering stage can increase the yield of wheat and barley by preventing abortion of florets and increasing the size of the reservoir as well as improving the strength of the source by increasing the current photosynthesis.

Keywords: Cereal, Current Photosynthesis, Dry matter remobilization, Fertilization.