نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۵، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲، ص. ۴۱۵-۴۰۶

Agroecology
Vol. 5, No. 4, Winter 2014, p. 406-415

اثر گیاهان کود سبز و سطوح نیتروژن بر کارایی انتقال مجدد مواد در میانگره‌های گندم (*Triticum aestivum* L.)

فرزاد گرامی[1*]، امیر آینه‌بند[2] و اسفندیار فاتح[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۳/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۷/۰۱

چکیده

با توجه به اهمیت انتقال مجدد در پر شدن دانه گندم (*Triticum aestivum* L.)، اثر گیاهان کود سبز و سطوح مختلف نیتروژن بر انتقال و کارایی انتقال ماده خشک از میانگره‌های مختلف ساقه گندم، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال زراعی۹۰-۱۳۸۹ انجام شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. تیمار اصلی شامل مقادیر مختلف نیتروژن (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و تیمار فرعی دربرگیرنده گیاهان مختلف کود سبز شامل: ارزن (*Pennisetum* sp.)، تاج خروس زراعی (*Amaranthus* sp.)، *سسبانیا* (*Sesbania* sp.)، لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.)، ماش (*Vigna radiata* L.) و تیمار شاهد (بدون کاربرد کود سبز) بود که در سه تکرار انجام شد. این آزمایش در دو مرحله شامل کاشت و برگرداندن گیاهان کود سبز و پس از آن کاشت گندم انجام گرفت. نتایج نشان دادند که وزن و وزن مخصوص کلیه میانگره‌های ساقه اصلی گندم از آغاز مرحله گرده‌افشانی تا ۲۰ روز پس از گرده-افشانی به بیش‌ترین مقدار رسید. پس از آن از ۲۰ روز تا ۵۰ روز پس از گرده‌افشانی به‌دلیل انتقال مجدد مواد پرورده به دانه، وزن و وزن مخصوص میانگره‌ها کاهش یافت. همچنین مقدار ماده خشک انتقال یافته تحت تأثیر تیمار عدم کاربرد کود نیتروژن بیش‌تر از تیمار کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در میانگره‌های دم گل‌آذین (۲۱۹ در مقابل ۱۸۱ میلی‌گرم) و میانگره ماقبل آخر (۲۰۳ در مقابل ۱۶۵ میلی‌گرم) بود، در حالی‌که در میانگره‌های پایینی این رابطه برعکس بود (۴۰۳ در مقابل ۴۰۶ میلی‌گرم). به‌طور کلی با افزایش نیتروژن مصرفی کارایی انتقال ماده خشک کاهش یافت. بنابراین تأثیر گیاهان کود سبز تنها به خصوصیات خاک محدود نبوده بلکه بر ویژگی‌های عملکردی در خصوص رابطه بین مبدأ و مقصد فیزیولوژیک نیز تأثیرگذار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بازه تغییرات، دم گل‌آذین، سرعت ویژه، میانگره ماقبل آخر، وزن مخصوص

مقدمه

با توجه به دیدگاه کشاورزی پایدار مبنی بر افزایش سهم نهاده-های غیرشیمیایی و کاهش نهاده‌های شیمیایی، به‌کارگیری روش‌های مؤثری مانند گیاهان کود سبز توصیه می‌شود (Tejada et al., 2008). گیاهان کود سبز، گیاهانی هستند که از یک سو تأمین کننده مواد آلی و معدنی مورد نیاز گیاهان زراعی بوده و از سوی دیگر حفاظت کننده منابع آب و خاک به‌شمار می‌آیند. این گیاهان برای مدت زمان معینی در زمین‌های زراعی کاشته شده و در مرحله مشخصی از رشد به زمین برگردانده می‌شوند. در اصل کود سبز بخشی از تناوب زراعی است که برداشت اقتصادی محصول در آن صورت نگرفته و هدف اصلی از کشت آن‌ها بهبود حاصل‌خیزی خاک است (Aynehband, 2007). نقش عمده نیتروژن در متابولیسم گیاه ضرورت مدیریت مناسب و استفاده کارآمد از منابع در سیستم‌های زراعی را نمایان می‌سازد. در این راستا علاوه بر مدیریت کودهای نیتروژن، هریک از عملیات زراعی می‌تواند فرآیندی تنظیم‌کننده برای نیتروژن محسوب شده تا زمان و میزان فراهمی نیتروژن و تقاضای گیاه برای آن دسته از عوامل رقابت کننده که منجر به مصرف ناکارآمد و هدررفت این عنصر می‌شود را تحت تأثیر قرار دهد (Shahsavari & Saffari, 2005). اگرچه گیاهان کود سبز به حاصل‌خیزی خاک کمک می‌کنند، اما این گیاهان به‌همراه کود

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران، اهواز
(*- نویسنده مسئول: Email: gerami.farzad@gmail.com)

شیمیایی نیتروژن باعث دستیابی به عملکرد بیشتر و با کیفیت بهتر از طریق ایجاد تنوع در منابع به عناصر غذایی ضروری گیاه و همچنین افزایش ظرفیت جذب توسط گندم می‌گردند. همچنین کاربرد گیاهان کود سبز به‌همراه کود نیتروژن به آزادسازی تدریجی عناصر غذایی کمک کرده، لذا تلفیق گیاهان کود سبز و کودهای شیمیایی نیتروژنه برای دستیابی به عملکرد مطلوب ضروری به‌نظر می‌رسد (Fageria et al., 2007).

از آنجا که در غلات، دانه یکی از مهم‌ترین مخازن برای ذخیره کربن و نیتروژن پس از مرحله گرده‌افشانی محسوب می‌گردد لذا میزان ذخیره پرورده در بخش‌های رویشی در مرحله قبل از گرده‌افشانی که به عواملی همچون رقم و عناصر غذایی بستگی دارد، می‌تواند بین ۲۰ تا ۴۰ درصد عملکرد نهایی دانه را تأمین نماید (Ardiuni et al., 2006). شایان ذکر است که در طول دوره رشد گیاه عوامل مختلفی همچون ژنوتیپ، دما، بارندگی و حاصلخیزی خاک بر رابطه بین مبدأ و مقصد فیزیولوژیک در گیاهان تأثیرگذار خواهند بود (Miralles & Slafer, 2007). برای نمونه گزارش شده که بیش از ۸۰ درصد محتوای نیتروژن درگندم در مرحله گرده‌افشانی تجمع یافته (Papkosta & Gagians, 2009) و نیتروژن تجمع یافته قبل از گرده‌افشانی می‌تواند بیش از ۷۵ تا ۹۰ درصد مقدار نهایی نیتروژن دانه را تأمین نماید (Heiltholt et al., 1990). همچنین آردیونی و همکاران (Ardiuni et al., 2006) نیز اظهار داشتند که در غلات دانه‌ای، انتقال مواد آسیمیلات و همچنین انتقال مجدد پروردهی که قبلاً در اندام‌های رویشی تجمع یافته، نقش بافری داشته و می‌تواند اثرات نامطلوب برخی عوامل محیطی در طی مرحله پرشدن دانه را تخفیف دهد. حکم علی پور و دربندی (Hokmalipour & Darbandi, 2009) با کاربرد تیمارهای صفر، ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در گندم اظهار داشتند که با افزایش کاربرد نیتروژن، مقدار ماده خشک انتقال یافته و همچنین کارایی انتقال ماده خشک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. مدنی و همکاران (Madani et al., 2010) نیز دریافتند که با مهیا شدن مقدار کافی نیتروژن برای رشد گندم، اگرچه مقدار فتوسنتز رایج و انتقال مواد پرورده به دانه را بهبود داد، ولی باعث کاهش انتقال مجدد نیتروژن از ذخایر ساقه به دانه‌ها شد. همچنین اهدائی و همکاران (Ehdaei et al., 2006) معتقداند که در گندم دیم، عملکرد نهایی وابستگی بیش‌تری به انتقال مجدد ذخایر از ساقه به دانه داشته تا به فتوسنتز رایج در مرحله پرشدن دانه.

با آنکه در کشاورزی پایدار تأکید ویژه‌ای بر استفاده از منابع غیرشیمیایی در تولید محصولات زراعی می‌گردد، ولی در حال حاضر پژوهش‌های اندکی در خصوص تأثیر استفاده از گیاهان کود سبز و نیز مقایسه آن با کاربرد کودشیمیایی نیتروژن بر میزان و کارایی انتقال مجدد مواد به دانه‌های گندم صورت گرفته است. لذا هدف از این پژوهش مطالعه تخصصی اثر گیاهان کود سبز و کودشیمیایی نیتروژن بر کارایی انتقال مجدد مواد و ویژگی میانگره‌های گندم بود.

مواد و روش‌ها

با توجه به نقش بسیار مهم انتقال مجدد ماده خشک ذخیره شده در ساقه به سوی دانه گندم و تأثیر بر فرایند پر شدن دانه آزمایشی به منظور بررسی اثر گیاهان مختلف کود سبز و سطوح نیتروژن بر مقدار ماده خشک انتقال یافته از میانگره‌های ساقه گندم و کارایی انتقال ماده خشک در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز واقع درعرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۹ دقیقه شمالی و طول ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۲۰ متر در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ به اجرا درآمد. خاک محل آزمایش دارای بافت لوم شنی، اسیدیته ۷/۸، ماده آلی ۰/۵۲ درصد، نیتروژن کل خاک ۰/۰۳۹، مقدار فسفر قابل تبادل ۱۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم و مقدار پتاسیم قابل تبادل ۱۵۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. این آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده، در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. تیمار اصلی شامل مقادیر نیتروژن (اوره) در چهار سطح (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و تیمار فرعی شامل انواع گیاهان کود سبز شامل: *سسبانیا* (*Sesbania* sp.)، ارزن (*Pennisetum* sp.)، تاج خروس زراعی (*Amaranthus* sp.)، لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.)، ماش (*Vigna radiata* L.) و تیمار شاهد (بدون کاربرد کود سبز) بود. این آزمایش در دو مرحله انجام گرفت. مرحله اول، شامل کشت گیاهان کود سبز در تاریخ ۱۵ شهریور و بازگرداندن آن‌ها به خاک با شخم به‌وسیله گاوآهن برگردان‌دار در تاریخ ۱۵ مهرماه بود. مرحله دوم شامل کشت گیاه گندم در تاریخ ۲۵ آبان و برداشت آن در هفته اول اردیبهشت بود. در این آزمایش از گندم رقم چمران استفاده شد. بذر گندم به میزان ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار، درکرت‌هایی به طول هشت متر، شامل هشت ردیف با فاصله روی ردیف سه سانتی‌متر و فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر به صورت دستی کشت گردید. کلیه عملیات آماده سازی زمین شامل کاشت، آبیاری و کنترل علف‌های هرز مطابق عرف منطقه انجام گرفت. صفات مورد ارزیابی در این تحقیق شامل بررسی انتقال ماده خشک از میانگره‌های ساقه گندم به دانه و کارایی انتقال ماده خشک و همچنین بررسی روند تغییرات وزن و وزن مخصوص میانگره‌های ساقه گندم از مرحله گرده‌افشانی تا رسیدگی بود.

به‌منظور نمونه‌برداری و اندازه‌گیری صفات ذکر شده از مرحله گرده‌افشانی به فاصله هر ده روز یک‌بار، پنج ساقه اصلی گندم از ردیف دوم و ماقبل آخر هر کرت فرعی به اصطلاح کف‌بر شده و برگ‌ها و غلاف‌ها از ساقه جدا شد.

جدول ۱- نحوه محاسبه شاخص‌های کارایی انتقال ماده خشک

Table 1- Calculation of dry matter mobilization efficiency indices

۱- مقدار ماده خشک انتقال یافته mobilized dry matter	اختلاف بین بیشینه و کمینه وزن میانگره‌ها بین دومرحله گرده‌افشانی تا رسیدگی Difference between post-anthesis maximum and minimum weight
۲- کارایی انتقال ماده خشک mobilization efficiency	نسبت مقدار ماده خشک انتقال یافته در زمان رسیدگی به بیش‌ترین وزن همان میانگره Proportion of mobilized dry matter relative to post-anthesis maximum weight of that segment
۳- وزن مخصوص میانگره Specific weight of internodes	وزن میانگره تقسیم برطول میانگره The ratio of internode weight to its length
۴- بازه تغییرات Changes extent	تفاوت نسبی بیشینه و کمینه وزن مخصوص میانگره از مرحله گرده‌افشانی تا رسیدگی Relative difference of maximum and minimum of internode specific weight from anthesis to maturity stage
۵- سرعت ویژه Specific rate	بازه تغییرات تقسیم بر تعداد روزهای مورد مقایسه Changes extent divided to number of compared days

سپس ساقه اصلی به سه قسمت مجزای میانگره دم گل‌آذین، میانگره ماقبل آخر و میانگره‌های پایینی تقسیم و طول هر میانگره برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. سپس همین میانگره‌ها به دستگاه آون منتقل و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. پس از آن نمونه‌های خشک شده خارج و وزن خشک آن‌ها توسط ترازوی حساس برحسب میلی‌گرم اندازه‌گیری شد و سپس وزن مخصوص آن با تقسیم وزن بر طول میانگره‌ها محاسبه شد. برای محاسبه فاکتورهای مختلف بررسی شده در این تحقیق از فرمول‌های ارائه شده در جدول ۱ استفاده شد (Dordas, 2009).

در نهایت، تجزیه آماری داده‌ها و رسم نمودارها توسط نرم-افزار SAS Version 9.0 و Excel و مقایسه میانگین داده‌ها به‌وسیله آزمون LSD و در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

الف) روند تغییرات وزن و وزن مخصوص میانگره‌های ساقه اصلی گندم

میانگره دم گل‌آذین

تغییرات وزن میانگره دم گل‌آذین از آغاز تا ۲۰ روز پس از مرحله گرده‌افشانی، روند مشابهی را تحت تأثیر گیاهان مختلف کود سبز نشان داد (شکل ۱). در بیستمین روز پس از گرده‌افشانی، وزن میانگره دم گل‌آذین در تمام تیمارهای گیاهان کود سبز به‌جز کود سبز *سسبانیا* به حداکثر مقدار خود رسید. در این مرحله (۲۰ روز پس از گرده-افشانی)، تیمار کود سبز لوبیا چشم‌بلبلی و کود سبز *سسبانیا* به‌ترتیب باعث تولید بیش‌ترین و کم‌ترین وزن میانگره دم گل‌آذین شدند. از ۲۰ تا ۵۰ روز پس از گرده‌افشانی روند تغییرات وزن میانگره دم گل-آذین به‌صورت کاهشی است. شایان ذکر است که کود سبز *سسبانیا*، ۳۰ روز پس از مرحله گرده‌افشانی، بیش‌ترین وزن میانگره دم گل‌آذین را تولید کرد. اگرچه پس از آن و مشابه با سایر تیمارها، دارای روندی کاهشی بود.

در این بررسی، بیش‌ترین شیب کاهش در وزن میانگره دم گل-آذین، تحت تأثیر تیمار کود سبز ارزن روی داد، درحالی‌که کاهش محسوسی در وزن این میانگره پس از تیمار کود سبز تاج خروس زراعی مشاهده نشد. بیش‌ترین تفاوت و گوناگونی در روند تغییرات این صفت در بازه زمانی ۴۰ تا ۵۰ روز پس از گرده‌افشانی قابل مشاهده بود؛ به‌طوری‌که در ۱۰ روز انتهایی رسیدگی وزن دم گل‌آذین پس از کلیه تیمارهای کود سبز کاهش یافت، ولی پس از کود سبز ماش اندکی افزایش یافت، درحالی‌که این صفت تحت تأثیر کود سبز تاج خروس زراعی تغییر معنی‌دار نداشت.

از سوی دیگر، بررسی وزن مخصوص این میانگره (شکل ۲) نشان داد که واکنش به نوع گیاهان کود سبز در مرحله گرده‌افشانی برای کود سبز ارزن بیش‌ترین و در شرایط عدم کاربرد کود سبز (تیمار آیش) کم‌ترین مقدار را داشت. با این حال، روند تغییرات وزن مخصوص میانگره دم گل‌آذین در بوته‌های گندم تحت تأثیر گیاهان کود سبز ماش، لوبیا چشم‌بلبلی و تاج خروس زراعی مشابه بود. شایان ذکر است در تیمار کود سبز ماش، حداکثر وزن مخصوص ۱۰ روز پس از گرده‌افشانی به‌دست آمد، درحالی‌که در سایر گیاهان کود سبز، ۲۰ روز پس از گرده‌افشانی وزن مخصوص میانگره دم گل‌آذین دارای بیش‌ترین مقدار بود. از سوی دیگر، بیش‌ترین بازه تغییرات و سرعت ویژه تجمع وزن مخصوص میانگره دم گل‌آذین تا ۲۰ روز پس از گرده‌افشانی به ترتیب ۴/۵۴ میلی‌گرم بر سانتی‌متر و ۰/۲۳ میلی‌گرم بر سانتی‌متر در روز بود که تفاوت معنی‌دار با کم‌ترین مقدار این صفت دارا بود. در ادامه و از ۲۰ تا ۳۰ روز پس از گرده‌افشانی، روند تغییرات وزن مخصوص دم گل‌آذین اگرچه در کاربرد کود سبز لوبیا چشم‌بلبلی کاهشی بود، ولی این کاهش با شیب ملایم صورت گرفت. به‌هرحال سریع‌ترین کاهش در وزن مخصوص دم گل‌آذین، بین ۳۰ تا ۴۰ روز

پس از گرده‌افشانی مشاهده شد. از زمان کاهش وزن خشک دم گل-آذین (۲۰ روز پس ازگرده‌افشانی تا زمان رسیدگی) کم‌ترین بازه تغییرات و سرعت ویژه انتقال مجدد مواد مربوط به تیمار کود سبز ارزن و به ترتیب ۳/۴۳ میلی‌گرم بر سانتی‌متر و ۰/۱۱ میلی‌گرم بر سانتی‌متر در روز بود؛ درحالی‌که کاربرد کود سبز ماش دارای بیش-ترین بازه تغییرات و سرعت ویژه تجمع ماده خشک به‌ترتیب به مقدار ۳/۷۵ میلی‌گرم بر سانتی‌متر و ۰/۱۷ میلی‌گرم بر سانتی‌متر در روز بود. همچنین کاربرد کود سبز تاج خروس زراعی کم‌ترین بازه تغییرات و سرعت ویژه انتقال مجدد مواد را برای میانگره دم گل‌آذین ایجاد کرد (به‌ترتیب به میزان ۲/۹۸ میلی‌گرم بر سانتی‌متر و ۰/۰۹ میلی‌گرم در روز). به‌طورکلی در فاصله زمانی ۴۰ تا ۵۰ روز پس از گرده‌افشانی، کلیه‌ی گیاهان کود سبز بجز ماش و ارزن باعث کاهش وزن مخصوص میانگره دم گل‌آذین شدند (شکل ۲).

به‌طورکلی، دانه مقصد فیزیولوژیک فعالی برای ذخیره کربن و پرورده نیتروژن در غلات محسوب می‌گردد؛ اما در اوایل گرده‌افشانی به دلیل کوچک بودن اندازه دانه ظرفیت ذخیره‌ای پایینی دارد. لذا مازاد مواد فتوسنتزی در مخازن ساقه تجمع یافته و سپس با افزایش اندازه دانه از طریق انتقال مجدد مواد به سمت دانه منتقل می‌شوند. بهرحال در مراحل آخر با پرشدن دانه از یک سو و کاهش اندام های فتوسنتز کننده از سوی دیگر، انتقال مواد ذخیره‌ای به سمت دانه کاهش خواهد یافت (Cartele, 2006 ; Wardlaw, 1990).

میانگره ماقبل آخر

روند تغییرات وزن خشک در این میانگره تقریباً مشابه با میانگره دم گل‌آذین بود. با این تفاوت که وزن میانگره میانگره ماقبل آخر در شرایط کاربرد گیاهان کود سبز ماش و تاج خروس زراعی به ترتیب در ۱۰ و ۳۰ روز پس از گرده‌افشانی و برای سایر گیاهان کود سبز در ۲۰ روز پس از گرده‌افشانی به بیش‌ترین مقدار رسید. از سوی دیگر، بررسی وزن مخصوص این میانگره نشان داد که روند افزایش وزن مخصوص میانگره میانگره ماقبل آخر در مقایسه با تغییرات وزن خشک با شیب تندتری صورت گرفته و درکلیه تیمارهای استفاده از گیاهان کود سبز در ۲۰ روز پس از گرده‌افشانی به حداکثر مقدار خود رسید (شکل۴). اما در مقابل در تیمار عدم استفاده از گیاهان کود سبز بیش‌ترین وزن مخصوص میانگره میانگره ماقبل آخر در ۳۰ روز پس از گرده‌افشانی به‌دست آمد.

از سوی دیگر، ۳۰ تا ۴۰ روز پس از گرده‌افشانی و در کلیه تیمارهای کود سبز تغییرات وزن مخصوص میانگره میانگره ماقبل آخر به طور مشابه روند کاهشی داشت، اما طی ۴۰ تا ۵۰ روز پس ازگرده‌افشانی وزن خشک میانگره میانگره ماقبل آخر در شرایط کاربرد کود سبز لوبیا چشم‌بلبلی و عدم کاربرد کود سبز (شاهد) کاهش، ولی برای سایر گیاهان کود سبز (مانند تاج خروس زراعی، ارزن و ماش) افزایش یافته و یا بدون تغییر باقی ماند. طی ۲۰ روز پس از مرحله گرده‌افشانی کاربرد گیاهان کود سبز تاج خروس زراعی و ارزن به ترتیب دارای بیش‌ترین بازه تغییرات و سرعت ویژه تجمع ماده خشک برای وزن مخصوص میانگره میانگره ماقبل آخر به میزان ۸/۰۷ میلی‌گرم بر سانتی‌متر و ۰/۴ میلی‌گرم بر سانتی‌متر در روز شدند. همچنین بیش‌ترین بازه تغییرات و سرعت ویژه انتقال مجدد مواد ذخیره شده ۲۰ تا ۵۰ روز پس از گرده‌افشانی نیز در شرایط کاربرد کود سبز لوبیا چشم‌بلبلی به میزان ۱۰/۲۴ میلی‌گرم بر سانتی‌متر و ۰/۳۴ میلی‌گرم در سانتی‌متر در روز مشاهده شد. تولید ماده خشک بطور مستقیم تحت تأثیر عرضه عناصر غذایی ازجمله نیتروژن و فسفر است. در واقع زمانی‌که عناصر غذایی قابل دسترس گیاه کم باشد با کمبود تولید ماده خشک مواجه می‌شود (Dordas, 2009). کاهش مقدار ماده خشک اندام های رویشی گیاه در مرحله گرده‌افشانی برای گندم زمستانه (Papkosta & Gagianas, 1991) و گندم بهاره (Sabet et al., 2011) گزارش شده است. البته کاهش در ظرفیت مقصد فیزیولوژیک به دلیل کاهش در اندازه مقصد فیزیولوژیک نبوده بلکه در نتیجه پرشدن دانه از راه محصول فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مواد پرورده می‌باشد. قسمت‌های طویل‌تر گندم به‌دلیل محتوای بیشتر مواد ذخیره‌ای ظرفیت بیشتری برای تأمین مواد دانه داشته و گیاه گندم طویل‌تر برای مدت طولانی مخازن دانه گندم را پشتیبانی می‌کند (Blum, 1991).

میانگره‌های پایینی

برخلاف دو میانگره دم گل‌آذین و میانگره ماقبل آخر، اختلاف بین وزن خشک میانگره‌های پایینی تحت تأثیر کاربرد نوع گیاهان کود سبز در زمان گرده‌افشانی زیاد بود (شکل ۵). در طی ۱۰ روز ابتدایی پس از گرده‌افشانی، تحت تأثیر گیاهان کود سبز *سسبانیا*، ارزن و لوبیا چشم‌بلبلی و تیمار آیش وزن خشک این میانگره‌ها کاهش یافته و سپس طی ۲۰ تا ۳۰ روز پس از گرده‌افشانی افزایش یافت (البته با شیب متفاوت). طی ۱۰ روز پس از گرده‌افشانی همچنین وزن میانگره‌های پایینی در شرایط کاربرد کود سبز ماش به حداکثر مقدار خود رسید، درحالی‌که در سایر تیمارها این ویژگی در ۲۰ روز پس از گرده‌افشانی به بیش‌ترین مقدار رسید. در ادامه روند تغییرات وزن خشک طی ۳۰ تا ۵۰ روز پس از گرده‌افشانی در کلیه گیاهان کود سبز به‌صورت کاهشی بود. به‌هرحال، گیاه کود سبز تاج خروس زراعی باعث ایجاد بیش‌ترین بازه تغییرات و سرعت ویژه افزایش وزن مخصوص میانگره‌های پایینی شد (به ترتیب با ۳/۶۲ میلی‌گرم بر سانتی‌متر و ۰/۱۸ میلی‌گرم بر سانتی‌متر در روز).

برخلاف میانگره‌های دم گل‌آذین و میانگره ماقبل آخر به‌دلیل بالا بودن ظرفیت مقصد فیزیولوژیک از یک طرف و در نتیجه تجمع مقدار

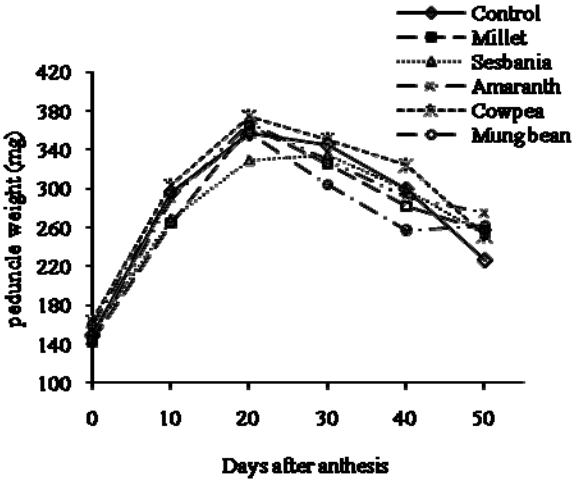
مواد بیش‌تر و همچنین تعادل نسبت وزن میانگره‌های پایینی به افزایش طول میانگره‌های پایینی باعث ثابت بودن تغییرات وزن مخصوص این میانگره می‌گردد. از سوی دیگر، از ۳۰ تا ۴۰ روز پس از گرده‌افشانی کاهش نسبت وزن میانگره‌ها در اثر افزایش انتقال مجدد مواد ذخیره شده باعث روند کاهشی وزن مخصوص این میانگره ها می‌گردد. از طرف دیگر در بازه زمانی ۴۰ تا ۵۰ روز پس از گرده-افشانی به‌دلیل کاهش فتوسنتز جاری ازیک سو و احتمالاً محدودیت در ظرفیت مقصد فیزیولوژیک از سوی دیگر باعث ثابت شدن وزن این میانگره‌ها گردید. معمولاً در مرحله گرده‌افشانی کمیت مواد فتوسنتزی تولید شده در گیاه بیش‌تر از نیاز دو فرایند تجمع و انتقال مواد پرورده می‌باشد، لذا مازاد مواد فتوسنتزی به ساقه منتقل شده و به‌صورت انواع کربوهیدرات ذخیره می‌شود. در ادامه زمانی‌که گیاه وارد مرحله پرشدن دانه می‌شود، کربوهیدرات های ذخیره‌ای به دانه‌های در حال پرشدن منتقل خواهند شد (Koocheki & Sarmadnia, 1999). معمولاً ۱۰ تا ۳۰ درصد وزن خشک کربوهیدرات‌های موجود در ساقه که در طول دوره پس از گرده‌افشانی ذخیره شده اند، به دانه اختصاص می‌یابند. البته در بعضی از غلات در صورت روبرو شدن با تنش‌های محیطی ممکن است میزان این انتقال به بیش از ۷۰ درصد نیز برسد (Gupta et al., 2011).

انتقال مجدد بیش‌تر ماده خشک می‌تواند در نتیجه تولید بیشتر ماده خشک باشد. پاپکوستا و گاگیانس (Papkosta & Gagianas, 1991) با بررسی ارقام مختلف گندم نان و دوروم دریافتند که اختلاف معنی‌داری در بین ارقام با منشاءهای ژنتیکی متفاوت در انتقال ماده خشک وجود دارد. در این پژوهش کمیت نیتروژن مصرفی بر صفات انتقال و کارایی انتقال ماده خشک اثر معنی‌دار مثبت داشت.

ب) مقدار و کارآیی انتقال ماده خشک در میانگره‌های ساقه اصلی گندم

میانگره دم گل‌آذین

نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در کلیه گیاهان کود سبز (بجز ماش و لوبیا چشم‌بلبلی)، بیش-ترین مقدار انتقال ماده خشک از میانگره دم گل‌آذین انتقال را دارا بود (جدول ۲)، درحالی‌که برای گیاهان کود سبز ماش و لوبیا چشم‌بلبلی بیش‌ترین مقدار انتقال ماده خشک از میانگره دم گل‌آذین به‌ترتیب با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (۲۴۲ میلی‌گرم) و عدم مصرف کود نیتروژن (۲۶۸ میلی‌گرم) به‌دست آمد.

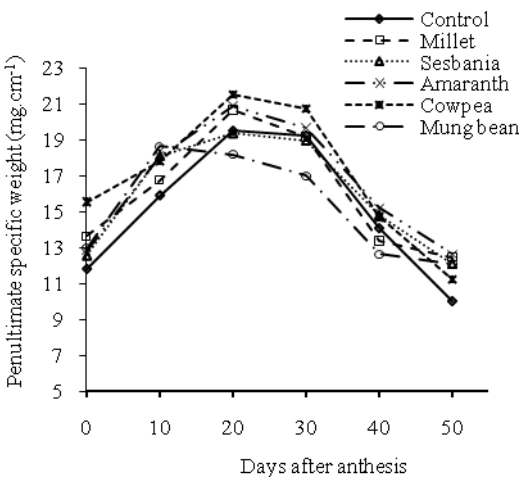


شکل ۱- تغییرات وزن میانگره دم گل‌آذین ساقه اصلی گندم در طول پر شدن دانه تحت تأثیر گیاهان مختلف کود سبز

هر نقطه میانگین ۱۶ مشاهده است.

Fig. 1- Changes in main stem peduncle weight during grain filling in wheat as affected by green manure crops

Each point is a mean of 16 observations.

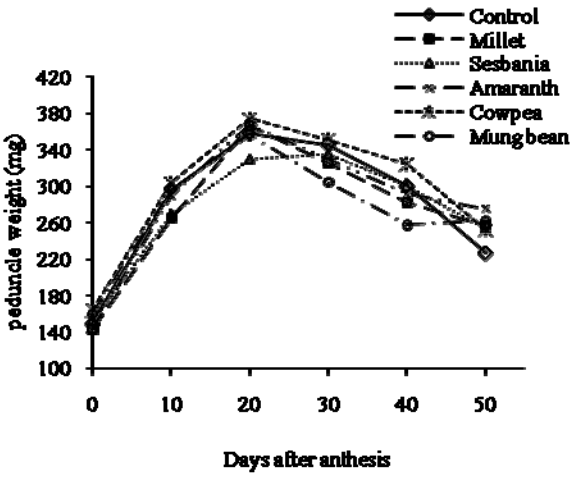


شکل ۲- تغییرات وزن مخصوص میانگره دم گل‌آذین ساقه اصلی گندم در طول پر شدن دانه تحت تأثیر گیاهان مختلف کود سبز

هر نقطه میانگین ۱۶ مشاهده است.

Fig. 2- Changes in main stem peduncle specific weight during grain filling in wheat as affected by green manure crops

Each point is a mean of 16 observations.

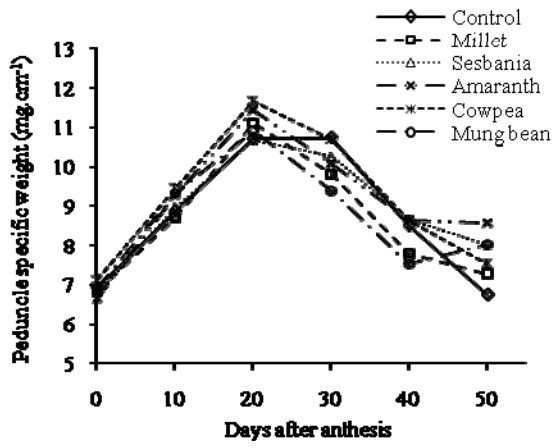


شکل ۳- تغییرات وزن میانگره ماقبل آخر ساقه اصلی گندم در طول پر شدن دانه تحت تأثیر گیاهان مختلف کود سبز

هر نقطه میانگین ۱۶ مشاهده است.

Fig. 3- Changes in main stem penultimate weight during grain filling in wheat as affected by green manure crops

Each point is a mean of 16 observations.

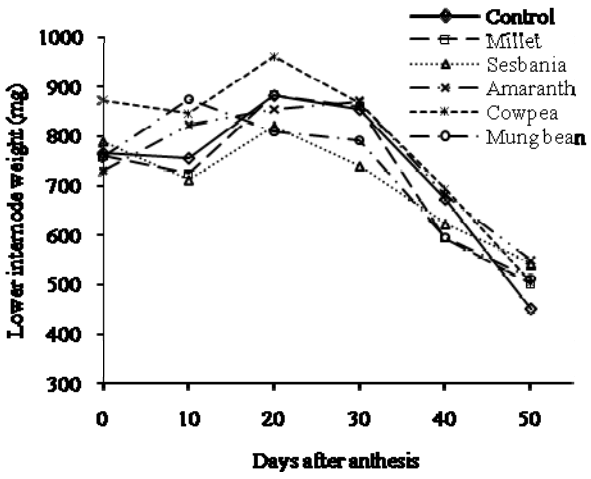


شکل ٤- تغییرات وزن مخصوص میانگره ماقبل آخر ساقه اصلی گندم در طول پر شدن دانه تحت تأثیر گیاهان مختلف کود سبز

هر نقطه میانگین ۱۶ مشاهده است.

Fig. 4- Changes in main stem penultimate specific weight during grain filling in wheat as affected by green manure crops

Each point is a mean of 16 observations.

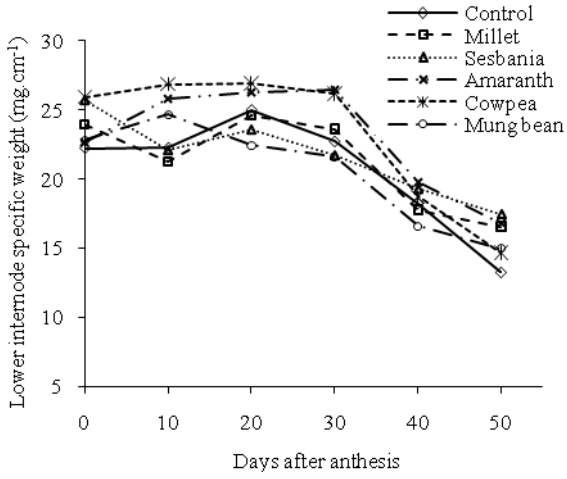


شکل ٥- تغییرات وزن میانگره های پایینی ساقه اصلی گندم در طول مرحله پرشدن دانه تحت تأثیر گیاهان مختلف کود سبز

هر نقطه میانگین ۱۶ مشاهده است.

Fig. 5- Changes in main stem lower internodes weight during grain filling in wheat as affected by green manure crops

Each point is a mean of 16 observations.



شکل ٦- تغییرات وزن مخصوص میانگره های پایینی ساقه اصلی گندم در طول مرحله پرشدن دانه تحت تأثیر گیاهان مختلف کود سبز

هر نقطه میانگین ۱۶ مشاهده است.

Fig. 6- Changes in main stem lower internodes specific weight during grain filling in wheat as affected by green manure crops

Each point is a mean of 16 observations.

هرچند به‌طور میانگین بیش‌ترین (۲۳۲ میلی‌گرم) و کم‌ترین (۱۸۱ میلی‌گرم) ماده خشک انتقال یافته به‌ترتیب با کاربرد ۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. بررسی کارایی انتقال ماده خشک حاکی از این است که در تمامی گیاهان کود سبز (بجز کود سبز *سسبانیا* و تیمار آیش)، بیش‌ترین کارایی انتقال ماده خشک در شرایط عدم کاربرد کود نیتروژن بود. درحالی‌که گیاهان کود سبز *سسبانیا* و تیمار آیش با کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیش‌ترین کارایی انتقال ماده خشک از میانگره دم گل‌آذین را دارا بودند. بررسی میانگین‌های کارایی انتقال ماده خشک نشان داد که با افزایش نیتروژن مصرفی کارایی انتقال نیز کاهش یافت؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین (۶۵ درصد) و کم‌ترین (۵۱ درصد) کارایی انتقال به‌ترتیب مربوط به عدم کاربرد نیتروژن (تیمار شاهد) و بیشینه (۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) نیتروژن مصرفی بود. بجز گیاه کود سبز ماش که تقریباً دارای کمیت مشابهی در کارایی انتقال ماده خشک می‌باشد (۴۶ در مقابل ۴۸ درصد)، سایرگیاهان کود سبز در کمیت بیش‌تر نیتروژن مصرفی، از کارایی انتقال ماده خشک پایین‌تری برخوردار بودند. به‌هرحال، نتایج این آزمایش نشان‌می‌دهد که در صورت عدم استفاده از کود نیتروژن، کشت گیاه کود سبز ماش بیش‌ترین مقدار کارایی انتقال ماده خشک (۷۴ درصد) را از میانگره دم گل‌آذین به‌دنبال داشته است.

آلوارو و همکاران (Alvaro et al., 2006) گزارش نمود که یکی از راهکارهای دستیابی به عملکرد بالا در آینده، بهبود انتقال ماده خشک به دانه‌ها است که ممکن است در نتیجه ایجاد مقصد فیزیولوژیک بزرگ در مرحله گرده‌افشانی یا از طریق افزایش کارایی انتقال ماده خشک بدست آید. هرچند این پژوهشگران اظهار داشتند که کمبود عنصر نیتروژن به‌دلیل ایجاد محدودیت در میزان فتوسنتز جاری موجب کاهش کارایی انتقال مجدد ماده خشک می‌شود.

میانگره ماقبل آخر

بیش‌ترین مقدار ماده خشک انتقال یافته از میانگره میانگره ماقبل آخر در تمامی گیاهان کود سبز بجز گیاهان کود سبز *سسبانیا* و تاج خروس زراعی، در شرایط عدم کاربرد کود نیتروژن بدست آمد (جدول ۳)؛ درحالی‌که بیش‌ترین مقدار ماده خشک انتقال یافته برای گیاهان کود سبز *سسبانیا* (۲۱۹ میلی‌گرم) و تاج خروس زراعی (۲۱۸ میلی‌گرم) به ترتیب با کاربرد ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌دست آمد. با این حال، به‌طور میانگین بیش‌ترین (۲۰۳ میلی‌گرم) مقدار ماده خشک منتقل شده از میانگره ماقبل آخر در شرایط عدم کاربرد کود نیتروژن بدست آمد.

جدول ۲- مقدار ماده خشک انتقال یافته (MDM) و کارایی انتقال ماده خشک (ME) از میانگره دم گل‌آذین گندم تحت تأثیر گیاهان مختلف کود سبز و سطوح نیتروژن

Table 2- Peduncle mobilized dry matter (MDM) and mobilization efficiency (ME) in wheat as affected by different green manure crops and nitrogen levels

N_{150}		N_{100}		N_{50}		N_0		کود سبز
ME (%)	MDM (mg)	ME (%)	MDM (mg)	ME (%)	MDM (mg)	ME (%)	MDM (mg)	Green manure
56 a	188 b	50 b	182 c	65 a	244 ab	64 ab	231 b*	کنترل Control
45 c	160 c	59 a	232 ab	67 a	256 a	72 a	249 ab	ارزن Millet
54 ab	204 a	59 a	231 ab	65 a	251 a	42 b	95 c	*سسبانیا* *Sesbania*
54 ab	203 a	54 ab	207 b	65 a	252 a	73 a	235 b	تاج خروس زراعی Amaranth
46 bc	160 c	61 a	242 a	57 a	227 b	62 ab	238 b	لوبیا چشم بلبلی Cowpea
48 bc	170 b	52 ab	188 c	46 b	161 c	74 a	268 a	ماش Mung bean
51	181	56	214	61	232	65	219	میانگین Mean

*اعداد دارای حروف مشابه در هرستون براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند ($p\leq0/05$).

*In each column, means followed by the same letter within columns are not significantly different ($p\leq0.05$) according to LSD test.

از سوی دیگر، نیز بررسی کارایی انتقال ماده خشک نیز نشان داد که بین کلیه گیاهان کود سبز، بیش‌ترین کارایی انتقال ماده خشک از این میانگره میانگره ماقبل آخر مربوط به کاربرد کود سبز لوبیا چشم بلبلی (۵۶ درصد) بود. البته با افزایش کاربرد کود نیتروژن از ۵۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار میزان کارایی انتقال ماده خشک از این میانگره پس از کلیه گیاهان کود سبز کاهش یافته است. هرچند که کمیت این کارایی درشرایط عدم کاربرد کود نیتروژن بیش‌ترین مقدار است. به‌علاوه با مقایسه شرایط عدم کاربرد و کاربرد زیاد نیتروژن مشخص شد که مقدار ماده خشک انتقال یافته در میانگره میانگره ماقبل آخر به‌طور میانگین در تیمار شاهد حدود ۱۲/۲ درصد بیش‌تر از شرایط کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. به‌طور مشابه نیز کارایی انتقال ماده خشک در تیمار شاهد به‌طور میانگین حدود ۱۶/۳ درصد بیش‌تر از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. نتایج آزمایش دورداس (Dordas, 2009) نشان داد که انتقال ماده خشک و توزیع آن به قسمت های مختلف گیاه و دانه گندم بین تیمارهای کوددهی و تیمار شاهد متفاوت بود. وی اظهار داشت که پتانسیل ذخیره مواد آسیمیلات و انتقال مجدد آن تحت تأثیر نوع گیاهان مختلف کود سبز، به طول میانگره‌ها و وزن مخصوص آن‌ها بستگی داشت.

مجموعه میانگره‌های پایینی

گیاهان کود سبز تأثیرات متفاوتی در رابطه با کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن بر مقدار انتقال ماده خشک از میانگره‌های پایینی ساقه اصلی گندم دارا بودند؛ به‌طوری‌که بیش‌ترین ماده خشک انتقال یافته با کشت گیاهان کود سبز ارزن و ماش در شرایط کودی شاهد، با کشت کود سبز *سسبانیا* در شرایط کودی ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و در شرایط کشت گیاهان کود سبز لوبیا چشم‌بلبلی و تاج خروس زراعی با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد. از سوی دیگر بررسی کارایی انتقال ماده خشک نیز نشان داد که با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی از صفر تا ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، کارایی انتقال ماده خشک به‌طور میانگین از ۵۰ به ۴۴ درصد کاهش یافت؛ درحالی‌که افزایش کاربرد نیتروژن از ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تأثیر معنی‌داری بر کارایی انتقال ماده خشک نداشت. البته با مقایسه بین کاربرد ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار مشخص می‌شود که کاربرد کود نیتروژن اضافی به‌طور میانگین مقدار ماده خشک انتقال یافته از میانگره‌های پایینی را به میزان ۱۲ درصد کاهش داده است (از ۴۴۴ به ۴۰۶ میلی‌گرم).

جدول ۳- مقدار ماده خشک انتقال یافته (MDM) و کارایی انتقال ماده خشک (ME) از میانگره میانگره ماقبل آخر گندم تحت تأثیر گیاهان مختلف کود سبز و سطوح نیتروژن

Table 3- Penultimate mobilized dry matter (MDM) and mobilization efficiency (ME) in wheat as affected by different green manure crops and nitrogen levels

N_{150}		N_{100}		N_{50}		N_0		کود سبز
ME (%)	MDM (mg)	ME (%)	MDM (mg)	ME (%)	MDM (mg)	ME (%)	MDM (mg)	Green Manure
44 ab	161 b	51 a	220 a	46 ab	191 cd	59 a	253 a*	کنترل Control
37 c	144 c	40 b	172 bc	47 a	212 b	53 ab	218 b	ارزن Millet
40 bc	162 b	47 ab	219 a	44 ab	180 de	47 b	160 d	*سسبانیا* *Sesbania*
46 a	208 a	34 c	142 c	48 a	218 ab	50 ab	177 c	تاج خروس زراعی Amaranth
36 c	146 c	47 ab	205 ab	50 a	223 a	56 a	236 ab	لوبیا چشم بلبلی Cowpea
42 ab	167 b	39 b	165 bc	41 b	173 e	49 b	175 c	ماش Mung bean
41	165	43	187	46	200	52	203	میانگین Mean

*اعداد دارای حروف مشابه در هرستون براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند ($p\leq0/05$).

*In each column, means followed by the same letter within columns are not significantly different ($p\leq0.05$) according to LSD test.

جدول ٤- مقدار ماده خشک انتقال یافته (MDM) و کارایی انتقال ماده خشک (ME) از میانگره‌های پایینی گندم تحت تأثیر گیاهان مختلف کود سبز و سطوح نیتروژن

Table 4- Lower internodes mobilized dry matter (MDM) and mobilization efficiency (ME) in wheat as affected by different green manure crops and nitrogen levels

N_{150}		N_{100}		N_{50}		N_0		کود سبز Green manure
ME (%)	MDM (mg)	ME (%)	MDM (mg)	ME (%)	MDM (mg)	ME (%)	MDM (mg)	
51 a	441 ab	48 ab	493 ab	54 a	540 a	49 bc	365 c*	شاهد Control
43 b	414 b	45 b	435 bc	46 b	465 b	67 a	578 a	ارزن Millet
37 c	366 c	36 c	316 d	40 c	370 c	43 c	293 d	*سسبانیا* *Sesbania*
50 a	410 b	43 b	443 b	38 c	371 c	40 c	309 d	تاج خروس زراعی Amaranth
38 c	349 d	52 a	574 a	53 a	541 a	51 b	438 b	لوبیاچشم بلبلی Cowpea
46 b	452 a	41 b	404 c	40 c	370 c	53 b	436 b	ماش Mung bean
44	406	44	444	45	443	50	403	میانگین Mean

*اعداد دارای حروف مشابه در هرستون براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند ($p\leq$۰/۰۵).

*In each column, means followed by the same letter within columns are not significantly different ($p\leq0.05$) according to LSD test.

به‌هر حال، کلیه گیاهان کود سبز بجز کود سبز تاج خروس زراعی واکنش مشابهی به افزایش کاربرد نیتروژن از ۱۰۰ به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در خصوص مقدار ماده خشک انتقال یافته و کارایی انتقال از خود نشان دادند (جدول ۴). در این خصوص، بیان شده است که در گندم تجمع و انتقال مجدد نیتروژن با افزایش دسترسی به نیتروژن افزایش یافت، اما میزان تأثیرگذاری نیتروژن به نوع گیاهان کود سبز بستگی داشت. از سوی دیگر، نیز تجمع ماده خشک رابطه مثبتی با سطوح نیتروژن و رابطه منفی با تنش آبی داشت (Ercoli et al., 2008). یانگ و همکاران (Yang et al., 2001) معتقدند که تحت تأثیر کود نیتروژن فرایند پیری در گیاهان به تأخیر افتاده است که نتیجه‌اش افزایش طول مدت انتقال مجدد و در نتیجه کاهش مواد ذخیره شده در ساقه‌ها خواهد بود.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که از بین میانگره‌های گندم بیش‌ترین میزان تجمع و انتقال مجدد مواد تحت تأثیر حضور کود سبز لوبیا چشم‌بلبلی دیده شد. همچنین بیش‌ترین بازه تغییرات و سرعت ویژه تجمع ماده خشک از صفر تا ۲۰ روز پس از گرده‌افشانی برای میانگره دم گل‌آذین تحت تأثیر کود سبز ماش و برای سایر میانگره‌ها تحت تأثیر کود سبز تاج خروس زراعی بدست آمد. در ادامه نیز به‌طور میانگین بیش‌ترین میزان انتقال مجدد مواد از ساقه به دانه گندم در میانگره‌های دم گل‌آذین، میانگره ماقبل آخر و میانگره‌های پایینی به ترتیب در شرایط کاربرد ۵۰، صفر و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار روی داد. بیش‌ترین کارایی انتقال مجدد مواد نیز در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن دیده شد. به‌علاوه، بیش‌ترین کمیت ماده خشک انتقال یافته و کارایی انتقال به ترتیب در میانگره‌های پایینی، دم گل‌آذین و میانگره ماقبل آخر بود. هرچند که در کلیه سطوح نیتروژن کاربردی اثر حضور گیاهان کود سبز بر انتقال ماده خشک و کارایی انتقال به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از شرایط عدم کاربرد گیاهان کود سبز بود. بنابراین، تأثیر گیاهان کود سبز صرفاً به خصوصیات خاک محدود نبوده بلکه بر ویژگی‌های عملکردی در خصوص رابطه بین مبدأ و مقصد فیزیولوژیک نیز تأثیرگذار می‌باشد. البته بایستی به نوع گیاه کود سبز و میزان نیتروژن کودی در تلفیق با گیاهان کود سبز نیز توجه شود.

منابع

1. Alvaro, F., Royo, C., Garcia Del Moral, L.F., and Villegas, D. 2007. Grain filling and dry matter translocation responses to source–sink modifications in a historical series of durum wheat. Crop Science 48(3): 1523-1531.
2. Arduini, I., Masoni, A., Ercoli L., and Mariotti, M. 2006. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation

and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. European Journal of Agronomy 25: 309 – 318.
3. Aynehband, A. 2007. Ecology of Agricultural Systems. Shahid Chamran University, Ahvaz Publication, Ahvaz, Iran. 374 pp. (In Persian)
4. Blum, A., Mayer, J., and Golan, G. 1988. The effect of grain number per ear (sink size) on source activity and its water-relations in wheat. Journal of Experimental Botany 39: 106–114.
5. Dordas, C. 2009. Dry matter, nitrogen and phosphorus accumulation, partitioning and remobilization as affected by N and P fertilization and source–sink relations. European Journal of Agronomy 30: 129 – 139.
6. Ehdaie B., Alloush, G.A., Madore, M.A., and Waines J.G. 2006. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. Post-anthesis changes in internode dry matter. Crop Science 46: 735–746
7. Ercoli, L., Lulli, L., Mariotti, M., Mosani A., and Arduini, I. 2007. 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.
8. Fageria, N.K. 2007. Green manuring in crop production. Journal of Plant Nutrition 30: 691- 719.
9. Gupta A.K., Kamaljit, K., and Narinder, K. 2011. Stem reserve mobilization and sink activity in wheat under drought conditions. American Journal of Plant Sciences 2: 70-77.
10. Heitholt, J.J., Croy, L.I., Maness, N.O., and Nguyen, H.T. 1990. Nitrogen partitioning in genotypes of winter wheat differing in kernel N concentration. Field Crops Research 23: 133–144.
11. Hokmalipour, S., and Darbandi, M.H. 2011. Investigation of nitrogen fertilizer levels on dry matter remobilization of some varieties of corn (*Zea mays* L.). World Applied Sciences Journal 12(6): 862-870.
12. Hosseini, R., Galeshi, S., Soltani, A., and Kalateh, M. 2011. The effect of nitrogen on yield and yield component in modern and old wheat cultivars. Electronic Journal of Crop Production 4(1): 187-199. (In Persian with English Summary)
13. Koocheki, A., and Sarmadnia, G. 1999. Physiology of Crop Plants. Jihad- e- Daneshgahi publication. Mashhad University, Iran. 400 pp. (In Persian)
14. Madani, A., Shirani Rad, A., Pazoki, A., Nourmohammadi, G., and 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(1): 145-151.
15. Miralles, D.J., and Slafer, G.A. 2007. Sink limitations to yield in wheat: how could it be reduced? Journal Agricultural Sciences 145: 139–149.
16. Papakosta, D.K., and Gagianas, A.A. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. Agronomy Journal 83: 864–870.
17. Sabet, M., Aynehband A., and Moezzi A. 2009. Genotype and N rates effect on dry matter accumulation and mobilization in wheat (*Triticum aestivum* L.) in sub-tropical conditions. Bulgarian Journal of Agricultural Science 15(6): 514-527.
18. Shahsawari, N., and Safari, M. 2005. The effect of different levels of nitrogen on the function and elements of the varieties of wheat in Kerman. Pajouhesh and Sazandegi 66: 82-87. (In Persian with English Summary)
19. Tejada, M., Gonzalez, J.L., Garci´A-Marti´Nez, A.M., Parrado, J. 2008. Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. Bioresource Technology 99(1): 1758–1767.
20. Wardlaw, I.F. 1990. The control of carbon partitioning in plants. New Phytologist 116: 341–381.
21. Yang, J., Zhang J., Wang, Z., Zhu Q., and Liu, L. 2001. Water deficit induced senescence and its relationship to the remobilization of pre-stored carbon in wheat during grain filling. Agronomy Journal 93: 196–206.