



## مطالعه تجمع، انتقال مجدد و شاخص برداشت ماده خشک و نیتروژن در ارقام مختلف گندم نان و دوروم

\*اسماعیل بخشنده<sup>۱</sup>، افشین سلطانی<sup>۲</sup>، ابراهیم زینلی<sup>۳</sup> و رحمن غدیریان<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>مدرس گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیامنور، <sup>۲</sup>استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،  
<sup>۳</sup>استادیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۴</sup>دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت،

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۱/۱/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۱۵

### چکیده

به منظور مطالعه تجمع، انتقال مجدد و شاخص برداشت ماده خشک و نیتروژن در گیاه گندم آزمایشی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و در شرایط مطلوب رشد با استفاده از ۵ رقم گندم نان (دریا، کوهدشت، شیرودی، تجن و زاگرس) و ۲ رقم گندم دوروم (آریا و دنا) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. براساس نتایج مقدار انتقال مجدد ماده خشک ۲۳/۸ درصد محاسبه شد که تحت تأثیر رقم قرار داشت. همچنین، نتایج نشان داد که ۵۷ درصد از مقدار نیتروژن مورد نیاز برای رشد دانه از طریق انتقال مجدد نیتروژن از اندام‌های رویشی قبل از مرحله گرده‌افشانی و ۱۱ درصد آن از طریق جذب مستقیم نیتروژن از خاک و یا انتقال مجدد نیتروژن پس از مرحله گرده‌افشانی تأمین شد. بنابراین، در گندم بیش‌ترین مقدار نیتروژن مورد استفاده در مرحله پرشدن دانه از طریق انتقال مجدد نیتروژن ذخیره‌شده در اندام‌های رویشی تأمین می‌شود و در بین اندام‌های مختلف، برگ‌ها با انتقال مجدد نیتروژن ۷۲/۲ درصد مهم‌ترین منابع تأمین‌کننده نیتروژن دانه می‌باشند. با توجه به نتایج این مطالعه غلظت نیتروژن برگ‌ها و ساقه‌ها با گذشت زمان از مرحله گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیک به ترتیب ۵۷ و ۵۴ درصد کاهش یافت. متوسط شاخص برداشت نیتروژن ۷۲/۲ درصد بود که تحت تأثیر رقم قرار نگرفت. علاوه بر این، حداقل غلظت نیتروژن برای برگ‌های زرد، ساقه‌های پیر و دانه به ترتیب ۱/۰۴، ۰/۴۳ و ۲/۱۳ درصد

\* مسئول مکاتبه: [bakhshandehesmail@yahoo.com](mailto:bakhshandehesmail@yahoo.com)

محاسبه شد. شاخص برداشت ماده خشک تحت تأثیر رقم قرار نگرفت و مقدار متوسط آن ۴۴/۱ درصد بود. همچنین، مقدار نیتروژن جذب شده در اندام‌های رویشی به‌خصوص در برگ‌ها با عملکرد دانه و نیتروژن دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت.

**واژه‌های کلیدی:** انتقال مجدد، شاخص برداشت، گندم، ماده خشک، نیتروژن

### مقدمه

استفاده کارآمد از نیتروژن در کشاورزی می‌تواند باعث افزایش عملکرد و کاهش هزینه تولید و آلودگی‌های زیست‌محیطی گردد (زانگ و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین میزان جذب و تخصیص نیتروژن تا حد زیادی به تأمین و تقاضای آن طی مراحل مختلف رشد گیاه بستگی دارد (دیلاگو و همکاران، ۱۹۹۸). به‌طورکلی، نیاز گیاهان زراعی به نیتروژن بر مبنای تولید ماده خشک و غلظت نیتروژن (درصد نیتروژن) در کل بوته یا اندام‌های گیاه محاسبه می‌شود. نیتروژن تجمع‌یافته، متناسب با نیازهای هر یک از اندام‌ها یا براساس ضرایب توزیع بین اندام‌های مختلف بوته توزیع می‌گردد. چنانچه نیاز بیش‌تر از جذب باشد، کمبود به‌وجود خواهد آمد که بر رشد گیاه زراعی تأثیر می‌گذارد. بنابراین، آگاهی از غلظت‌های نیتروژن در کل گیاه یا اندام‌های گیاه به‌عنوان تابعی از ماده خشک کل یک نیاز پایه تلقی می‌شود (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶).

به‌طورکلی، سه منبع اصلی در طول دوره پرشدن دانه گندم برای تجمع مواد معدنی (کربن، نیتروژن و...) در دانه ذکر شده است که از جمله آن می‌توان به فتوسنتز جاری اندام‌های مختلف، انتقال مجدد مواد ذخیره‌شده در اندام‌های رویشی قبل از مرحله گرده‌افشانی و انتقال مجدد بخش ناچیزی از مواد معدنی ذخیره‌شده پس از مرحله گرده‌افشانی اشاره کرد (بحرانی، ۲۰۱۱). فتحنی (۲۰۰۶) گزارش نمود که عملکرد دانه و پروتئین در گندم به‌وسیله کارایی گیاه در تخصیص ماده خشک و نیتروژن به دانه تعیین می‌شود. به‌عبارت دیگر در غلات پس از مرحله گرده‌افشانی، دانه‌ها مقصدهای بسیار فعالی برای جذب کربن و نیتروژن می‌باشند (نتانوس و کوتروباس، ۲۰۰۲). در این گروه از گیاهان طی دوره‌ای از رشد، تجمع برخی از مواد تولید شده در فتوسنتز بیش‌تر از میزان مصرف آن برای رشد توسط گیاه است. در این حالت این مواد مازاد بیش‌تر در ساقه انباشته شده و در مراحل بعدی رشد که معمولاً از ۲-۳ هفته پس از گل‌دهی شروع می‌شود، به دانه انتقال می‌یابد که به این فرآیند انتقال مجدد می‌گویند

(احمدی و همکاران، ۲۰۰۴؛ کاظمی پشته مساوات و همکاران، ۲۰۰۸؛ بحرانی، ۲۰۱۱). همان طور که پیش تر اشاره شد، نیتروژن مورد نیاز برای رشد دانه در دوره رشد زایشی از طریق انتقال مجدد نیتروژن از اندام های رویشی و یا جذب مستقیم نیتروژن از خاک تأمین می شود (می و همکاران، ۲۰۰۰). گزارشات بیانگر آن است که در غلات زمستانه حدود ۹۰-۷۵ درصد از کل نیتروژن دانه از طریق نیتروژن جذب شده توسط اندام های رویشی به ویژه برگ ها در مرحله قبل از گرده افشانی تأمین می شود (هیتولت و همکاران، ۱۹۹۰). هوکینگ و استاپر (۲۰۰۱) گزارش کردند که در گندم بیشترین مقدار تجمع نیتروژن در مرحله قبل از گرده افشانی اتفاق می افتد و پس از پایان مرحله گل دهی مقدار تجمع نیتروژن حداقل می گردد. اکسیو و همکاران (۲۰۰۶) پس از مطالعه بر روی گندم گزارش نمودند که تجمع و انتقال مجدد نیتروژن از اندام های رویشی به دانه، منبع مهمی در تعیین عملکرد و کیفیت دانه می باشند. ایشان گزارش کردند که در بین اندام های مختلف رویشی، به ترتیب برگ ها، پوشینه ها، ساقه ها و غلاف ها مهم ترین منابع برای انتقال مجدد نیتروژن به دانه بودند. بیات و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که برگ های گندم با بالاترین محتوای نیتروژن (۱۵/۴۴ میلی گرم بر بوته) در بین سایر اندام های رویشی منبع عمده تأمین کننده نیتروژن دانه پس از مرحله گرده افشانی بودند. پرزالجی و مامکاویک (۲۰۰۱) در مورد گیاه جو بیان نمودند که نسبت انتقال مجدد نیتروژن به نیتروژن دانه می تواند شاخصی از شرایط رشد برای این گیاه باشد و نسبت بالاتر این شاخص نشان دهنده شرایط رشد مطلوب تر گیاه در طول دوره رشد و نسبت پایین تر این شاخص نشان دهنده شرایط کمبود نیتروژن در طول مرحله قبل از گرده افشانی می باشد.

نتانوس و کوتروباس (۲۰۰۲) بیان نمودند که عملکرد دانه در برنج با انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن همبستگی مثبت و معنی داری داشت. به طور کلی، مطالعات مختلف بیانگر آن است که وجود مقادیر بیش تر نیتروژن و ماده خشک در گیاه تا مرحله گرده افشانی باعث افزایش انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن به دانه می شود (کاظمی پشته مساوات و همکاران، ۲۰۰۸؛ مامو و همکاران، ۲۰۰۴؛ نتانوس و کوتروباس، ۲۰۰۲). از عوامل تأثیرگذار بر انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن می توان به شرایط آب و هوایی، نوع خاک، خصوصیات رقم و نوع مدیریت گیاه (به عنوان مثال مدیریت مصرف نیتروژن) اشاره کرد (دورداس و سولاس، ۲۰۰۹). مسونی و همکاران (۲۰۰۷) پس از مطالعه اثر نوع خاک بر انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن در گندم دوروم، حداکثر انتقال مجدد ماده خشک را ۳۰ درصد و محدوده انتقال مجدد نیتروژن را ۸۲-۷۳ درصد گزارش نمودند. پامپانا و همکاران (۲۰۰۷)

بیان کردند که اختلاف ارقام گندم دوروم از نظر انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن به طور مثبتی با مقدار تجمع ماده خشک قبل از مرحله گرده افشانی و مقدار نیتروژن در مرحله گرده افشانی همبسته بود. همچنین، شرایط محیطی انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن را تحت تأثیر قرار داد.

کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن<sup>۱</sup> (PNUE) که به صورت کیلوگرم بیوماس (یا دانه) تولید شده به ازای کیلوگرم نیتروژن جذب شده توسط گیاه زراعی تعریف می شود (زانگ و همکاران، ۲۰۰۹)، شاخص کلیدی برای ارزیابی کارایی مصرف نیتروژن می باشد (کاسمان و همکاران، ۱۹۹۸). همچنین، از آن به طور معمول برای مقایسه بازدهی گیاهان زراعی یا ارقام و تیمارهای مدیریتی استفاده می شود. آزمایش های مزرعه ای متعدد نشان داد که کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن تحت تأثیر تغییرات ژنتیکی (رقم) قرار می گیرد (ایتناپانیا و همکاران، ۲۰۰۰؛ سینگ و همکاران، ۱۹۹۸). همچنین، انتقال مجدد ترکیبات شامل نیتروژن از برگ ها به دانه همبستگی خوبی با کارایی درونی نیتروژن دارد (دی داتا و برودبنت، ۱۹۹۳). زانگ و همکاران (۲۰۰۹) در برنج رابطه منفی بین مقدار نیتروژن جذب شده و کارایی درونی نیتروژن برای تولید ماده خشک و دانه را گزارش کردند. آنان بیان نمودند که مقدار کارایی درونی نیتروژن به رقم و میزان مصرف کود نیتروژن بستگی داشت.

این مطالعه به منظور برآورد غلظت نیتروژن در اندام های مختلف، انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن و همچنین تعیین شاخص برداشت ماده خشک و نیتروژن در ارقام مختلف گندم در شرایط مطلوب رشد انجام شد.

## مواد و روش ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۸۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳ متری از سطح دریا، در سال زراعی ۱۳۸۷-۸۸ اجرا گردید.

آزمایش در شرایط رشد مطلوب (با مدیریت بهینه زراعی) با استفاده از پنج رقم گندم نان (دریا، کوهدشت، شیرودی، تجن و زاگرس) و دو رقم گندم دوروم (آریا و دنا) در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. هر کرت شامل ۱۰ ردیف به طول ۵ متر و با فاصله ۲۰ سانتی متر بود. در این مطالعه تراکم ۳۰۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. عملیات شخم در اوایل آذرماه ۱۳۸۷ انجام شد.

### 1- Physiological Nitrogen Use Efficiency

بذرها در تاریخ ۲۹ آذرماه به صورت دستی و در عمق ۳ سانتی‌متر از سطح خاک کشت شدند. زمین مورد استفاده در سال قبل از آزمایش زیر کشت گندم و در تابستان تحت آیش بود. براساس نتایج آزمایش خاک، مقادیر اولیه کربن آلی و نیتروژن کل خاک (عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری) به ترتیب ۱ و ۰/۱ درصد بود. منطقه مورد آزمایش دارای خاکی با بافت لومی رسی سیلتی و اقلیم نیمه مرطوب می‌باشد.

براساس نتایج آزمون خاک، ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم قبل از کاشت و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در سه مرحله کاشت، پنجه‌زنی و ساقه‌رفتن (۵۰ کیلوگرم اوره در هر مرحله) به زمین اضافه شد. چون آزمایش در شرایط محدود نبودن آب و عناصر غذایی و نبود آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز انجام می‌شد، آبیاری، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز در مواقع لازم صورت گرفت. ثبت مراحل فنولوژیک طی فصل رشد بر روی ۱۰ بوته مشخص هر ۳ روز یک‌بار و براساس روش زادوکس (زادوکس و همکاران، ۱۹۷۴) انجام شد.

در این آزمایش وزن خشک برگ سبز، زرد و ساقه و غلظت نیتروژن (درصد نیتروژن) در برگ‌های سبز، زرد و ساقه‌ها در مرحله گرده‌افشانی بر روی یک نمونه گیاهی شامل ۱۰ بوته اندازه‌گیری شد. اما، در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، وزن خشک و درصد نیتروژن برگ‌های زرد، ساقه‌ها و دانه بر روی یک نمونه گیاهی بزرگ‌تر شامل ۲۰ بوته اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک در هر نمونه برداری، برگ‌های سبز، زرد و ساقه‌ها به صورت جداگانه تا رسیدن به وزن ثابت به مدت ۷۲ ساعت درون آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند، سپس وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد.

در این مطالعه برگ زرد، برگی در نظر گرفته شده بود که بیش از ۵۰ درصد از مساحت آن زرد باشد (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶). در تمام اندازه‌گیری‌های نیتروژن، نیتروژن اندام‌های مختلف با استفاده از روش کج‌لدال<sup>۱</sup> اندازه‌گیری شد.

صفات مورد بررسی در این مطالعه به صورت زیر محاسبه شدند:

(۱) نیتروژن تجمع‌یافته در هر یک از اندام‌های بوته با ضرب غلظت نیتروژن (درصد) در وزن ماده خشک آن اندام محاسبه شد و کل تجمع نیتروژن از طریق جمع تجمع نیتروژن تمام اندام‌های بوته محاسبه شد.

(۲) مقدار نیتروژن تجمع‌یافته تا مرحله گرده‌افشانی از ضرب عملکرد ماده خشک در مرحله گرده‌افشانی در غلظت نیتروژن در کل اندام گیاه تعیین گردید.

1- Kjeldahl

(۳) مقدار نیتروژن تجمع یافته بعد از مرحله گرده افشانی از تفاضل نیتروژن کل گیاه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک و مقدار نیتروژن تا مرحله گرده افشانی محاسبه شد.

(۴) مقدار ماده خشک تولید شده بعد از مرحله گرده افشانی از تفاضل ماده خشک کل گیاه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک و ماده خشک گیاه تا مرحله گرده افشانی محاسبه گردید.

(۵) برای محاسبه انتقال مجدد ماده خشک از رابطه زیر استفاده شد (نتانوس و کوتروباس، ۲۰۰۲):

$$DMR = \left[ \frac{DM_{ant} - DM_{mat}}{DM_{ant}} \right] \times 100 \quad (1)$$

که در آن، DMR: انتقال مجدد ماده خشک<sup>۱</sup> (درصد)،  $DM_{ant}$ : مقدار ماده خشک اندام مورد نظر در مرحله گرده افشانی (گرم در مترمربع) و  $DM_{mat}$ : مقدار ماده خشک اندام مورد نظر در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (گرم در مترمربع) می باشد.

(۶) برای محاسبه شاخص برداشت<sup>۲</sup> از رابطه زیر استفاده شد (نتانوس و کوتروباس، ۲۰۰۲).

$$HI = \frac{GY}{BY} \times 100 \quad (2)$$

که در آن، HI: شاخص برداشت (درصد)، GY: عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و BY: عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار) می باشد.

(۷) برای محاسبه انتقال مجدد نیتروژن از رابطه زیر استفاده شد (زانگ و همکاران، ۲۰۰۹):

$$NR = \left[ \frac{N_{ant} - N_{mat}}{N_{ant}} \right] \times 100 \quad (3)$$

که در آن، NR: انتقال مجدد نیتروژن<sup>۳</sup> (درصد)،  $N_{ant}$ : مقدار نیتروژن در ماده خشک اندام مورد نظر در مرحله گرده افشانی (گرم در مترمربع) و  $N_{mat}$ : مقدار نیتروژن در ماده خشک اندام مورد نظر در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (گرم در مترمربع) می باشد.

1- Dry Matter Remobilization

2- Dry Matter Harvest Index

3- Nitrogen Remobilization

(۸) برای محاسبه شاخص برداشت نیتروژن<sup>۱</sup> از رابطه زیر استفاده شد (دیلاگو و همکاران، ۱۹۹۸).

$$HI_N = \frac{G_N}{T_N} \times 100 \quad (4)$$

که در آن،  $HI_N$ : شاخص برداشت نیتروژن،  $G_N$ : مقدار نیتروژن موجود در دانه (کیلوگرم در هکتار) و  $T_N$ : کل نیتروژن موجود در اندام‌های هوایی (کیلوگرم در هکتار) می‌باشد.

(۹) کارایی فیزیولوژیکی استفاده از نیتروژن به صورت زیر محاسبه شد (پریهار و همکاران، ۲۰۰۳).

$$PNUE = \frac{TDM}{TNU} \quad (5)$$

که در آن،  $PNUE$ : کارایی فیزیولوژیکی استفاده از نیتروژن،  $TDM$ : کل ماده خشک تولید شده<sup>۲</sup> (ماده خشک یا دانه) (کیلوگرم در هکتار) و  $TNU$ : میزان کل نیتروژن جذب شده در اندام‌های هوایی<sup>۳</sup> (دانه و غیردانه) (کیلوگرم در هکتار) می‌باشد. برای تجزیه آماری از نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD انجام شد (سلطانی، ۲۰۰۷).

## نتایج و بحث

**غلظت نیتروژن در اندام‌های مختلف:** محدوده غلظت نیتروژن در برگ‌های سبز از ۲/۹۵-۴/۳۸ درصد، برگ‌های زرد از ۱/۰۴-۳/۰۰ درصد و ساقه‌ها از ۱/۱۰-۱/۸۶ درصد در مرحله گرده‌افشانی متغیر بود (جدول ۱). بنابراین می‌توان بیان نمود که در دوره رشد رویشی تا مرحله گرده‌افشانی بیش‌ترین غلظت ترکیبات نیتروژن‌دار به برگ‌ها تخصیص می‌یابد. لالار و همکاران (۱۹۸۹) بیان نمودند که برگ‌های غلات بیش‌ترین غلظت ترکیبات نیتروژن‌دار را وقتی دارند که به‌طور کامل گسترش یافته‌اند و در نتیجه در فعال‌ترین وضعیت از نظر فتوسنتزی قرار دارند. گاردنر و همکاران (۱۹۸۵) بیان کردند که در مرحله سنبله‌دهی و گرده‌افشانی مواد فتوسنتزی که در گیاه به‌وجود می‌آید بیش‌تر از احتیاج این دو فرایند می‌باشد، در نتیجه مازاد مواد فتوسنتزی به برگ‌ها و ساقه‌ها منتقل می‌شود و به‌صورت ترکیبات نیتروژن‌دار ذخیره می‌شود. بیات و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که

1- Nitrogen Harvest Index

2- Total Dry Matter

3- Total Nitrogen Uptake by Grain and Straw

برگ‌های گندم با بالاترین محتوای نیتروژن (۱۵/۴۴ میلی‌گرم بر بوته) در بین سایر اندام‌های رویشی منبع عمده تأمین‌کننده نیتروژن دانه پس از مرحله گرده‌افشانی هستند.

بین ارقام از نظر غلظت نیتروژن در برگ‌های سبز و ساقه‌ها تا مرحله گرده‌افشانی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). به عبارتی در این مرحله، ارقام گندم نان نسبت به ارقام گندم دوروم از غلظت بیش‌تر نیتروژن در برگ‌های سبز و غلظت کم‌تر نیتروژن در ساقه‌ها برخوردار بودند (جدول ۲). شاید دلیل آن، تفاوت خصوصیات ژنتیکی این ارقام از نظر محل تجمع ترکیبات نیتروژن‌دار باشد.

به‌طورکلی، با گذشت زمان در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، غلظت نیتروژن برگ و ساقه به‌ترتیب ۵۷ و ۵۴ درصد نسبت به مرحله گرده‌افشانی کاهش یافت که علت آن را می‌توان به پیرشدن برگ‌ها و انتقال مجدد نیتروژن از برگ‌ها و ساقه‌ها به اندام‌های زایشی (دانه) بیان نمود. لیمایره و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که در غلات پس از مرحله گرده‌افشانی، غلظت نیتروژن در برگ‌ها و همین‌طور فعالیت متابولیکی به‌دلیل پیشرفت پیری کاهش می‌یابد. در این زمان فرآیند انتقال مجدد اتفاق می‌افتد، برگ‌های مسن‌تر نیتروژن خود را به‌صورت اسیدهای آمینه به‌دست آمده از تجزیه پروتئین‌ها به اندام‌های جوان در حال رشد مانند برگ‌های جوان و دانه‌ها منتقل می‌نمایند. زینلی (۲۰۰۹) در مورد گندم گزارش کرد که درصد نیتروژن در گیاه در طی رشد کاهش می‌یابد و علت آن را در مرحله قبل از شروع پیرشدن دانه، رقیق شدن نیتروژن (پدیده رقیق‌شدن نیتروژن در کل گیاه و در هر یک از اندام‌ها در طول فصل رشد به‌دلیل افزایش سهم ساختمان‌های فقیر هم‌چون ساقه از نظر نیتروژن با پیشرفت نمو گیاه رخ می‌دهد) و کاهش آن پس از این مرحله را انتقال مجدد نیتروژن ساقه و برگ به دانه‌های در حال رشد بیان نمود. هم‌چنین بیان نمود که با گذشت زمان در طول فصل رشد، به‌تدریج میانگین غلظت نیتروژن در کل گیاه کاهش می‌یابد.

در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک بین ارقام از نظر غلظت نیتروژن برگ‌های زرد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. اما اختلاف ارقام از نظر غلظت نیتروژن در ساقه و دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌داری بود (جدول ۱). به‌طوری‌که، ارقام گندم دوروم (دنا و آریا به‌ترتیب با ۰/۷۹ و ۰/۷۷ درصد) بیش‌ترین غلظت نیتروژن در ساقه‌ها را به خود اختصاص دادند. نتایج بیانگر آن بود که در هر دو مرحله رسیدگی فیزیولوژیک و گرده‌افشانی غلظت نیتروژن ساقه‌ها در ارقام گندم دوروم بیش‌تر از ارقام گندم نان بود. هم‌چنین، بیش‌ترین غلظت نیتروژن در دانه متعلق به رقم دنا با ۲/۶۶ درصد نیتروژن در دانه بود.



اسماعیل بخشنده و همکاران

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (F محاسباتی) صفات مورد بررسی در ارقام مختلف گندم.

صفت	رقم (F)	میانگین	حداقل	حداکثر
غلظت نیتروژن در برگ سبز <sup>F</sup> (درصد)	۷/۳۶ <sup>**</sup>	۳/۵۷	۲/۹۵	۴/۳۸
غلظت نیتروژن در برگ زرد <sup>F</sup> (درصد)	۲/۰۹ <sup>ns</sup>	۲/۰۵	۱/۰۴	۳/۰۰
غلظت نیتروژن در ساقه <sup>F</sup> (درصد)	۴/۳۵ <sup>**</sup>	۱/۳۹	۱/۱۰	۱/۸۶
غلظت نیتروژن در برگ زرد <sup>P</sup> (درصد)	۱/۸۶ <sup>ns</sup>	۱/۵۰	۱/۰۴	۲/۱۵
غلظت نیتروژن در ساقه <sup>P</sup> (درصد)	۶/۹۳ <sup>**</sup>	۰/۶۰	۰/۴۳	۱/۰۳
غلظت نیتروژن در دانه <sup>P</sup> (درصد)	۵/۹۳ <sup>**</sup>	۲/۴۴	۲/۱۳	۲/۸۱
تولید ماده خشک تا مرحله گرده‌افشانی (کیلوگرم در هکتار)	۳/۷۵ <sup>*</sup>	۸۸۷۰/۰۰	۶۲۰۰/۰۰	۱۲۲۹۶/۰۰
تولید ماده خشک بعد از مرحله گرده‌افشانی (کیلوگرم در هکتار)	۳/۷۶ <sup>**</sup>	۳۳۰۶/۰۰	۶۶۸/۰۰	۶۷۱۵/۰۰
تولید ماده خشک کل در گیاه <sup>P</sup> (کیلوگرم در هکتار)	۷/۱۲ <sup>**</sup>	۱۲۰۵۹/۰۰	۸۹۲۹/۰۰	۱۴۵۴۴/۰۰
شاخص برداشت (درصد)	۲/۲۰ <sup>ns</sup>	۴۴/۱۰	۴۰/۷۰	۴۷/۷۰
انتقال مجدد ماده خشک (درصد)	۳/۰۳ <sup>*</sup>	۲۳/۸۰	۵/۵۸	۴۴/۷۰
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۴/۵۲ <sup>**</sup>	۵۳۲۷/۰۰	۳۶۳۵/۰۰	۶۴۷۲/۰۰
مقدار نیتروژن دانه <sup>P</sup> (کیلوگرم در هکتار)	۵/۳۰ <sup>**</sup>	۱۲۹/۸۰	۹۷/۸۰	۱۶۶/۳۰
مقدار نیتروژن جذب‌شده توسط گیاه تا مرحله گرده‌افشانی (کیلوگرم در هکتار)	۵/۶۵ <sup>**</sup>	۱۵۲/۶۰	۱۰۸/۱۰	۲۲۲/۰۰
مقدار نیتروژن جذب‌شده بعد از مرحله گرده‌افشانی (کیلوگرم در هکتار)	۱/۰۶ <sup>ns</sup>	۲۸/۸۰	۳/۵۴	۷۳/۵۰
کل نیتروژن جذب‌شده توسط گیاه <sup>P</sup> (کیلوگرم در هکتار)	۷/۲۰ <sup>**</sup>	۱۸۰/۱۰	۱۳۴/۴۰	۲۲۲/۱۰
انتقال مجدد نیتروژن برگ (درصد)	۱/۰۷ <sup>ns</sup>	۷۲/۲۰	۵۶/۴۰	۸۱/۵۰
انتقال مجدد نیتروژن ساقه (درصد)	۲/۰۴ <sup>ns</sup>	۶۴/۹۰	۴۶/۴۰	۸۵/۴۰
انتقال مجدد نیتروژن از کل اندام‌های رویشی (درصد)	۱/۵۰ <sup>ns</sup>	۶۷/۸۰	۵۴/۳۰	۸۳/۸۰
کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن برای تولید ماده خشک (کیلوگرم در کیلوگرم)	۴/۵۱ <sup>**</sup>	۶۷/۳۰	۵۵/۵۰	۸۱/۶۰
کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن برای تولید دانه (کیلوگرم در کیلوگرم)	۲/۵۴ <sup>**</sup>	۲۹/۷۰	۲۲/۹۰	۳۵/۳۰
شاخص برداشت نیتروژن (درصد)	۲/۰۵ <sup>ns</sup>	۷۲/۲۰	۶۲/۴۰	۷۸/۳۰
شاخص سطح برگ در مرحله گرده‌افشانی	۶/۵۶ <sup>**</sup>	۳/۹۳	۲/۳۳	۵/۶۹

\* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، \*\* معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و <sup>ns</sup> غیرمعنی دار.

F = مرحله گرده‌افشانی و P = مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی.

در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک حداقل غلظت نیتروژن برای برگ‌های زرد ۱/۰۴ درصد و برای ساقه‌های پیر ۰/۴۳ درصد بود. مقادیر حداقل درصد نیتروژن در برگ‌ها و ساقه‌های پیر در بعضی از مدل‌های گیاهان زراعی برای محاسبه نیتروژن قابل دسترس برای انتقال مجدد از بافت‌های رویشی (بوت و همکاران، ۱۹۹۸؛ سینکلر و همکاران، ۲۰۰۳) و نیتروژن باقی‌مانده در بقایای گیاهان زراعی پس از برداشت کاربرد مهمی دارند (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶). چنان‌چه بقایای گیاه زراعی به خاک برگردانده شوند، درصد نیتروژن بقایا در تثبیت نیتروژن معدنی خاک نیز حائز اهمیت است (پروربت و همکاران، ۱۹۹۸).

**تولید و انتقال مجدد ماده خشک:** متوسط عملکرد ماده خشک ارقام تا مرحله گرده‌افشانی، بعد از مرحله گرده‌افشانی و مرحله رسیدگی فیزیولوژیک به ترتیب ۸۸۷۰، ۳۳۰۶ و ۱۲۰۵۹ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین دامنه تغییرات عملکرد دانه از ۶۴۷۲-۳۶۳۵ کیلوگرم در هکتار متغیر بود (جدول ۱). نتایج نشان داد که بین ارقام از نظر عملکرد ماده خشک تا مرحله گرده‌افشانی، عملکرد ماده خشک بعد از مرحله گرده‌افشانی، عملکرد ماده خشک در رسیدگی فیزیولوژیک و عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱).

پس از بررسی بیش‌تر و تفکیک ماده خشک تولیدشده تا مرحله گرده‌افشانی به اندام‌های مختلف گیاه مشاهده شد که ساقه‌ها و بعد برگ‌های سبز عمده وزن خشک گیاه تا این مرحله را تشکیل دادند. به‌طوری‌که ارقام دوروم (آریا و دنا به‌ترتیب با تولید ۷۴۶۷ و ۸۰۲۴ کیلوگرم در هکتار ساقه و ۱۸۱۰ و ۱۸۴۰ کیلوگرم در هکتار برگ) نسبت به ارقام گندم نان، ساقه و برگ بیش‌تری تولید نمودند. اگرچه از نظر آماری بین ارقام آریا، دنا، دریا و کوه‌دشت اختلاف معنی‌داری از این نظر وجود نداشت. اما، به‌استثنای رقم کوه‌دشت وزن خشک ساقه و برگ در ارقام دوروم بیش‌تر از ارقام نان بود (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه متعلق به ارقام آریا و دنا بود. همچنین، این ارقام در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک ماده خشک بیش‌تری نسبت به سایر ارقام تولید کردند. آن را می‌توان به وجود شاخص سطح برگ بیش‌تر این ارقام نسبت به ارقام گندم نان نسبت داد (جدول ۲). شاخص سطح برگ بیش‌تر مساوی است با جذب تشعشع بیش‌تر، تولید مواد فتوسنتزی بیش‌تر و تجمع ترکیبات نیتروژن‌دار بیش‌تر در اندام‌ها که منجر به تولید ماده خشک بیش‌تر در گیاه می‌شود. البته ارقام دریا، کوه‌دشت و زاگرس از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با ارقام آریا و دنا نداشتند (جدول ۲). نتیجه‌گیری این‌که، ارقامی که در طول دوره رشد رویشی برگ بیش‌تری تولید کردند، در نهایت ماده خشک و عملکرد دانه بیش‌تری نیز داشتند.

## اسماعیل بخشنده و همکاران

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ارقام مختلف گندم.

صفات	ارقام	شیرودی	تجن	کوهدشت	آریا	زاگرس	دریا	دنا
غلظت نیتروژن در برگ سبز <sup>F</sup> (درصد)	۳/۹۳ <sup>a</sup>	۳/۹۰ <sup>a</sup>	۳/۵۸ <sup>ab</sup>	۳/۱۵ <sup>c</sup>	۳/۸۶ <sup>a</sup>	۳/۲۴ <sup>bc</sup>	۳/۳۲ <sup>bc</sup>	
غلظت نیتروژن در ساقه <sup>F</sup> (درصد)	۱/۱۵ <sup>c</sup>	۱/۲۵ <sup>bc</sup>	۱/۴۸ <sup>a</sup>	۱/۵۳ <sup>a</sup>	۱/۳۶ <sup>abc</sup>	۱/۳۸ <sup>ab</sup>	۱/۵۷ <sup>a</sup>	
غلظت نیتروژن در ساقه <sup>P</sup> (درصد)	۰/۵۱ <sup>b</sup>	۰/۵۶ <sup>b</sup>	۰/۵۹ <sup>b</sup>	۰/۷۷ <sup>a</sup>	۰/۵۱ <sup>b</sup>	۰/۴۹ <sup>b</sup>	۰/۷۹ <sup>a</sup>	
غلظت نیتروژن در دانه <sup>P</sup> (درصد)	۲/۵۷ <sup>ab</sup>	۲/۴۲ <sup>bc</sup>	۲/۳۰ <sup>c</sup>	۲/۳۶ <sup>c</sup>	۲/۴۱ <sup>c</sup>	۲/۳۶ <sup>c</sup>	۲/۶۶ <sup>a</sup>	
تولید ماده خشک <sup>F</sup> #	۸۴۳۰/۰۰ <sup>bcd</sup>	۷۲۲۹/۰۰ <sup>d</sup>	۱۰۴۸۸/۰۰ <sup>a</sup>	۹۲۷۶/۰۰ <sup>abc</sup>	۷۵۲۹/۰۰ <sup>cd</sup>	۹۱۷۸/۰۰ <sup>abc</sup>	۹۸۶۴/۰۰ <sup>ab</sup>	
تولید ماده خشک بعد از مرحله گرده افشانی <sup>#</sup>	۱۹۶۷/۰۰ <sup>c</sup>	۳۱۴۶/۰۰ <sup>bc</sup>	۱۶۹۵/۰۰ <sup>c</sup>	۳۶۸۶/۰۰ <sup>abc</sup>	۵۲۷۱/۰۰ <sup>a</sup>	۴۱۲۲/۰۰ <sup>ab</sup>	۲۸۷۶/۰۰ <sup>bc</sup>	
تولید ماده خشک کل در گیاه <sup>#P</sup>	۱۰۴۰۲/۰۰ <sup>c</sup>	۱۰۳۸۱/۰۰ <sup>c</sup>	۱۱۶۹۷/۰۰ <sup>bc</sup>	۱۲۹۶۹/۰۰ <sup>ab</sup>	۱۲۸۰۶/۰۰ <sup>ab</sup>	۱۳۳۱۵/۰۰ <sup>a</sup>	۱۲۸۴۰/۰۰ <sup>ab</sup>	
انتقال مجدد ماده خشک (درصد)	۲۹/۴۰ <sup>ab</sup>	۱۹/۲۰ <sup>bc</sup>	۳۷/۱۰ <sup>a</sup>	۲۱/۰۰ <sup>bc</sup>	۱۳/۲۰ <sup>c</sup>	۱۶/۲۰ <sup>bc</sup>	۱۹/۲۰ <sup>abc</sup>	
عملکرد دانه <sup>#</sup>	۴۴۴۹/۰۰ <sup>b</sup>	۴۶۲۰/۰۰ <sup>b</sup>	۵۱۶۷/۰۰ <sup>ab</sup>	۵۷۶۴/۰۰ <sup>a</sup>	۵۷۴۵/۰۰ <sup>a</sup>	۵۶۵۷/۰۰ <sup>a</sup>	۵۷۸۸/۰۰ <sup>a</sup>	
مقدار نیتروژن دانه <sup>#P</sup>	۱۱۳/۹۰ <sup>c</sup>	۱۱۲/۱۰ <sup>c</sup>	۱۱۸/۷۰ <sup>bc</sup>	۱۳۵/۹۰ <sup>ab</sup>	۱۴۰/۵۰ <sup>a</sup>	۱۳۳/۹۰ <sup>ab</sup>	۱۵۳/۴۰ <sup>a</sup>	
مقدار نیتروژن جذب شده توسط گیاه <sup>#F</sup>	۱۳۷/۹۰ <sup>cd</sup>	۱۲۳/۰۰ <sup>d</sup>	۱۷۰/۰۰ <sup>ab</sup>	۱۷۲/۳۰ <sup>ab</sup>	۱۳۹/۷۰ <sup>bcd</sup>	۱۵۸/۰۰ <sup>abc</sup>	۱۸۸/۵۰ <sup>a</sup>	
کل نیتروژن جذب شده توسط گیاه <sup>#P</sup>	۱۵۴/۹۰ <sup>d</sup>	۱۵۳/۷۰ <sup>d</sup>	۱۶۶/۷۰ <sup>cd</sup>	۲۰۰/۰۰ <sup>ab</sup>	۱۸۶/۵۰ <sup>bc</sup>	۱۸۳/۷۰ <sup>bc</sup>	۲۱۴/۹۰ <sup>a</sup>	
کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن برای تولید ماده خشک <sup>S</sup>	۶۷/۲۰ <sup>ab</sup>	۶۷/۵۰ <sup>ab</sup>	۷۰/۷۰ <sup>ab</sup>	۶۵/۰۰ <sup>bc</sup>	۶۸/۸۰ <sup>ab</sup>	۷۲/۶۰ <sup>a</sup>	۵۹/۷۰ <sup>c</sup>	
کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن برای تولید دانه <sup>S</sup>	۲۸/۶۰ <sup>ab</sup>	۳۰/۰۰ <sup>a</sup>	۳۱/۲۰ <sup>a</sup>	۲۸/۹۰ <sup>ab</sup>	۳۱/۴۰ <sup>a</sup>	۳۰/۸۰ <sup>a</sup>	۲۶/۹۰ <sup>b</sup>	
شاخص سطح برگ در مرحله گرده افشانی	۳/۷۰ <sup>bc</sup>	۲/۷۰ <sup>d</sup>	۴/۳۶ <sup>ab</sup>	۴/۹۶ <sup>a</sup>	۳/۳۵ <sup>cd</sup>	۳/۹۶ <sup>bc</sup>	۴/۵۲ <sup>ab</sup>	

ستون‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند (به روش LSD).

F= مرحله گرده افشانی، P= مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی، # کیلوگرم در هکتار و S کیلوگرم در کیلوگرم.

امروزه به دلیل این که بیش تر ارقام جدید گندم شاخص برداشت بالایی دارند، در نتیجه افزایش بیش تر شاخص برداشت بعید به نظر می رسد و برای رسیدن به عملکردهای بالاتر لازم است تا ماده خشک بیش تری در گیاه تولید گردد (آکرچ و همکاران، ۲۰۰۸). برای تولید ماده خشک بیش تر دو راه وجود دارد، یکی جذب تشعشع بیش تر از طریق افزایش شاخص سطح برگ و یا افزایش طول عمر برگ به خصوص تا قبل از دستیابی به حداکثر تشعشع خورشیدی می باشد و دومی، افزایش کارایی استفاده از تشعشع در گیاه می باشد (گاردنر و همکاران، ۱۹۸۵). بنابراین، در صورتی که افزایش بیش تر شاخص برداشت امکان پذیر نباشد، تولید برگ بیش تر در گندم برابر با تولید ماده خشک و عملکرد دانه بیش تر است. نتایج این مطالعه همبستگی مثبتی بین عملکرد دانه و تولید ماده خشک تا مرحله گرده افشانی، رسیدگی فیزیولوژیک و شاخص سطح برگ را نشان داد (جدول ۳). برای دستیابی به عملکردهای بالاتر، علاوه بر انتقال مجدد ماده خشک از اندامهای رویشی به دانه، تولید ماده خشک بعد از مرحله گرده افشانی نیز دارای اهمیت می باشد. زیرا تولید ماده خشک بیش تر در این مرحله منجر به تولید عملکرد دانه بالاتر می شود. زانگ و همکاران (۲۰۰۹) بیان نمودند که بین عملکرد دانه برنج و تولید ماده خشک در مرحله قبل و بعد از گرده افشانی و تولید ماده خشک کل همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد.

متوسط شاخص برداشت در گندم ۴۴/۱ درصد محاسبه شد که تحت تأثیر رقم قرار نگرفت (جدول ۱). براکلوگ و همکاران (۲۰۱۰) پس از ۴ سال مطالعه بر روی ۳۹ رقم گندم (ارقام پاکوتاه و پابلند) دامنه تغییرات شاخص برداشت گندم را از ۷۶-۳۷ درصد گزارش نمودند. اهدایی و وینس (۲۰۰۱) در شرایط مطلوب زراعی، متوسط شاخص برداشت را برای جو، گندم دوروم و تریتی کاله به ترتیب ۴۴، ۴۸ و ۶۶ درصد گزارش کردند. این پژوهش گران بیان داشتند که مقدار شاخص برداشت تحت تأثیر رقم، سال، میزان مصرف کود نیتروژن قرار می گیرد. متوسط انتقال مجدد ماده خشک کل برای ارقام گندم ۲۳/۸ درصد به دست آمد که تحت تأثیر رقم قرار داشت (جدول ۱). ارقام کوه دشت و زاگرس به ترتیب بیش ترین و کم ترین انتقال مجدد ماده خشک کل را در بین ارقام داشتند (جدول ۲). مقادیر انتقال مجدد ماده خشک محاسبه شده در این مطالعه با مقدار گزارش شده توسط پاکوستا و گایاناس (۱۹۹۱) برای گندم قابل مقایسه است. آنان مقدار انتقال مجدد ماده خشک گندم را بین ۳۶/۴-۱۴/۶ درصد گزارش کردند. همچنین مقدار انتقال مجدد ماده خشک برای جو از ۱۶/۴-۳ درصد (پرزولجی و مامکاوایک، ۲۰۰۱) و برای برنج از ۳۹/۳-۸/۵ درصد (نتانوس و کوتروباس، ۲۰۰۲) متغیر بود. از جمله عواملی که می تواند باعث ایجاد تغییرات در مقادیر انتقال مجدد ماده خشک شود، می توان به شرایط آب و هوایی، نوع خاک، رقم و مدیریت زراعی اشاره کرد (دورداس و سولاس، ۲۰۰۹).

جدول ۳- نتایج ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه.

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
۱. شاخص برداشت نیروزن	۱																
۲. تولید ماده خشک در رسیدگی فیروزوزیک	-۰/۰۰	۱															
۳. عملکرد دانه	۰/۳۳	۰/۹۵ <sup>***</sup>	۱														
۴. کل نیروزن جذب‌شده در اتمام‌های روشی	-۰/۳۷	۰/۸۴ <sup>***</sup>	۰/۸۳ <sup>***</sup>	۱													
۵. کلاری فیروزوزیک نیروزن بران ماده خشک	۰/۴۸	-۰/۰۵	-۰/۱۹	-۰/۵۸ <sup>***</sup>	۱												
۶. کلاری فیروزوزیک نیروزن برای دانه	۰/۵۵ <sup>***</sup>	۰/۱۴	۰/۲۲	-۰/۳۶	-۰/۴۰ <sup>***</sup>	۱											
۷. مقدار نیروزن دانه	۰/۱۲	۰/۸۶ <sup>***</sup>	۰/۹۱ <sup>***</sup>	۰/۹۲ <sup>***</sup>	-۰/۴۰ <sup>***</sup>	-۰/۱۰	۱										
۸. مقدار نیروزن جذب‌شده تا مرحله گرده‌افشایی	-۰/۲۸	۰/۴۱ <sup>*</sup>	۰/۳۷ <sup>*</sup>	۰/۴۰ <sup>*</sup>	-۰/۰۶	-۰/۰۱	۰/۳۰	۱									
۹. مقدار نیروزن جذب‌شده بعد از مرحله گرده‌افشایی	۰/۰۹	۰/۴۷ <sup>*</sup>	۰/۵۰ <sup>*</sup>	۰/۴۶ <sup>*</sup>	-۰/۱۶	۰/۰۶	۰/۴۹ <sup>*</sup>	-۰/۳۵	۱								
۱۰. انتقال مجدد نیروزن از ساقه	۰/۴۶ <sup>*</sup>	-۰/۱۴	-۰/۱۳	-۰/۴۴ <sup>*</sup>	-۰/۳۹ <sup>***</sup>	۰/۵۵ <sup>***</sup>	-۰/۲۶	-۰/۴۱ <sup>*</sup>	-۰/۲۹ <sup>***</sup>	۱							
۱۱. انتقال مجدد نیروزن از برگ	۰/۳۹ <sup>*</sup>	-۰/۲۶	-۰/۱۲	-۰/۲۱	۰/۰۸	۰/۲۲	-۰/۰۹	-۰/۲۸	-۰/۲۸	۰/۳۳	۱						
۱۲. کل انتقال مجدد نیروزن از اتمام‌های روشی	۰/۵۵ <sup>***</sup>	۰/۲۰	-۰/۱۵	-۰/۴۶ <sup>*</sup>	۰/۵۷ <sup>***</sup>	۰/۵۳ <sup>***</sup>	-۰/۲۵	-۰/۳۹ <sup>*</sup>	-۰/۲۹ <sup>***</sup>	۰/۸۴ <sup>***</sup>	۰/۶۱ <sup>***</sup>	۱					
۱۳. تولید ماده خشک تا مرحله گرده‌افشایی	-۰/۲۳	۰/۳۸ <sup>*</sup>	۰/۳۳	۰/۳۵	-۰/۰۵	-۰/۰۳	۰/۲۸	۰/۹۰ <sup>***</sup>	-۰/۳۷	۰/۴۷ <sup>*</sup>	۰/۳۱	۰/۴۰ <sup>*</sup>	۱				
۱۴. تولید ماده خشک بعد از مرحله گرده‌افشایی	۰/۱۰	۰/۵۴ <sup>***</sup>	۰/۵۴ <sup>***</sup>	۰/۴۴ <sup>*</sup>	-۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۶۸ <sup>***</sup>	-۰/۳۹ <sup>*</sup>	۰/۷۸ <sup>***</sup>	-۰/۱۰۵ <sup>***</sup>	-۰/۳۶	-۰/۵۳ <sup>***</sup>	-۰/۵۳ <sup>***</sup>	۱			
۱۵. شاخص برداشت ماده خشک	۰/۴۶ <sup>*</sup>	۰/۳۸ <sup>*</sup>	۰/۶۳ <sup>***</sup>	۰/۳۷ <sup>*</sup>	۰/۱۴	۰/۳۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۳۷	۰/۵۹ <sup>***</sup>	۰/۳۹	۰/۲۴	۰/۰۳	۰/۴۹	۱		
۱۶. انتقال مجدد ماده خشک	-۰/۱۶	-۰/۲۴	۰/۲۰	۰/۲۱	۰/۰۴	۰/۰۳	-۰/۲۷	۰/۰۱	-۰/۲۷	-۰/۱۷ <sup>***</sup>	-۰/۲۰	-۰/۲۰	-۰/۲۳ <sup>***</sup>	-۰/۲۲	-۰/۰۲	۱	
۱۷. شاخص سطح برگ	-۰/۵۰ <sup>***</sup>	۰/۳۹ <sup>*</sup>	۰/۳۳	۰/۵۱ <sup>***</sup>	-۰/۳۵	-۰/۲۴	۰/۳۳	۰/۳۳	-۰/۲۴	-۰/۰۱	۰/۰۷	-۰/۰۱	-۰/۲۴	-۰/۱۷	-۰/۰۲	۰/۳۶	۱

معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

**جذب و انتقال مجدد نیتروژن:** در ارقام مورد مطالعه متوسط نیتروژن جذب شده توسط گیاه تا قبل از مرحله گرده افشانی، بعد از مرحله گرده افشانی و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک به ترتیب ۱۵۲/۶، ۲۸/۸ و ۱۸۰/۱ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین دامنه تغییرات نیتروژن دانه از ۹۷/۸-۱۶۶/۳ کیلوگرم در هکتار متغیر بود (جدول ۱). این مطالب نشان دهنده آن است که در گندم عمده نیتروژن تا قبل از مرحله گرده افشانی توسط گیاه جذب می شود و پس از آن به علت کاهش فعالیت ریشه ها، جذب نیتروژن به صورت محدود توسط گیاه انجام می شود. گاردنر و همکاران (۱۹۸۵) بیان نمودند که در گیاهان رشد محدود، عمده جذب عناصر غذایی تا قبل از مرحله گرده افشانی انجام می شود و پس آن به علت کاهش فعالیت ریشه ها جذب عناصر غذایی به شدت کاهش می یابد. بین ارقام از نظر مقدار نیتروژن جذب شده توسط گیاه تا قبل از مرحله گرده افشانی، نیتروژن جذب شده در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک و نیتروژن دانه اختلاف معنی داری وجود داشت (جدول ۱).

بیشترین مقدار نیتروژن جذب شده و ذخیره شده توسط گیاه تا قبل از مرحله گرده افشانی متعلق به ارقام گندم دوروم آریا و دنا بود و ارقام شیروودی و تجن کمترین نیتروژن جذب شده تا این مرحله را به خود اختصاص داده بودند (جدول ۲). علت آن را می توان به وجود شاخص سطح برگ، وزن برگ و ساقه بیش تر ارقام دوروم نسبت به ارقام گندم نان دانست. با وجود این که غلظت نیتروژن در برگ های ارقام دوروم کم تر از ارقام نان بود ولی، این ارقام با تولید برگ بیش تر نسبت به ارقام گندم نان، از نظر تجمع نیتروژن در برگ ها، اختلاف معنی داری با ارقام گندم نان نداشتند. همچنین، وزن ساقه و غلظت نیتروژن ساقه ها در ارقام گندم دوروم بیش تر از ارقام نان بود. در نتیجه، مجموع این عوامل باعث شد تا ارقام گندم دوروم مقدار نیتروژن بیش تری تا قبل از مرحله گرده افشانی، در بوته ذخیره کنند (جدول ۲). به طوری که، بیشترین نیتروژن تجمع یافته در دانه متعلق به رقم دنا (۱۵۳/۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بود. البته از نظر تجمع نیتروژن در دانه، ارقام آریا، زاگرس و دریا از نظر آماری اختلاف معنی داری با رقم دنا نداشتند.

اختلاف بین ارقام از نظر درصد انتقال مجدد نیتروژن از برگ، ساقه و کل اندام های رویشی به دانه معنی دار نبود (جدول ۱). البته نتایج بیانگر آن است که انتقال مجدد نیتروژن از برگ ها (۷۲/۲ درصد) بیش تر از ساقه ها (ساقه ۶۴/۹ درصد) بود. به طور متوسط انتقال مجدد نیتروژن از کل اندام های رویشی ۶۸ درصد برآورد گردید که ۵۷ درصد آن از طریق انتقال مجدد نیتروژن ذخیره شده در اندام های رویشی (برگ و ساقه) قبل از مرحله گرده افشانی و ۱۱ درصد آن از طریق نیتروژن جذب شده و یا

انتقال مجدد شده بعد از مرحله گرده‌افشانی به دانه‌ها تأمین گردید. بنابراین منبع اصلی تأمین‌کننده نیتروژن دانه، نیتروژن ذخیره‌شده در اندام‌های رویشی به‌خصوص برگ‌ها تا قبل از مرحله گرده‌افشانی می‌باشد. سلطانی و همکاران (۲۰۰۶) در نخود گزارش کردند که درصد انتقال مجدد نیتروژن از برگ‌ها بیش‌تر از ساقه‌ها است و در مجموع، ۶۷/۵ درصد از نیتروژن دانه از طریق انتقال مجدد نیتروژن از برگ‌ها، ساقه‌ها و غلاف‌ها تأمین می‌شود.

مقدار متوسط انتقال مجدد نیتروژن از کل اندام‌های رویشی محاسبه شده در این مطالعه با مقدار انتقال مجدد نیتروژن گزارش شده توسط پاکوستا و گایاناس (۱۹۹۱) برای گندم قابل مقایسه است. آنان مقدار انتقال مجدد نیتروژن را برای گندم بین ۸۲-۶۰ درصد گزارش کردند. همچنین مقدار انتقال مجدد نیتروژن برای برنج از ۶۶۷-۴۴۷ درصد (نتانوس و کوتروباس، ۲۰۰۲) متغیر بود.

متوسط شاخص برداشت نیتروژن در ارقام مختلف گندم ۷۲/۲ درصد محاسبه شد و بین ارقام از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱). براک‌لوگ و همکاران (۲۰۱۰) پس از ۴ سال مطالعه ارقام مختلف گندم در سطوح مختلف مصرف نیتروژن گزارش نمودند که شاخص برداشت نیتروژن از ۹۸-۶۹ درصد متغیر بود. اهدایی و ونیس (۲۰۰۱) در شرایط مطلوب زراعی، مقدار متوسط شاخص برداشت نیتروژن را برای جو، گندم دوروم و تریتیکاله به‌ترتیب ۶۹، ۷۴ و ۷۱ درصد گزارش کردند. آنان علت تغییرات شاخص برداشت نیتروژن را اثر سال، سطوح مختلف نیتروژن و رقم بیان نمودند. البته مصرف سطوح مختلف نیتروژن کم‌ترین تأثیر را بر شاخص برداشت نیتروژن داشت. هیتولت و همکاران (۱۹۹۰) مقدار شاخص برداشت نیتروژن را برای ارقام مختلف گندم بین ۷۸-۵۵ درصد گزارش کردند.

بررسی ضرایب همبستگی نشان داد که بین مقدار نیتروژن جذب‌شده توسط اندام‌های رویشی و شاخص سطح برگ با تولید ماده خشک در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی، عملکرد دانه و نیتروژن دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. همچنین، مقدار نیتروژن جذب‌شده تا قبل از مرحله گرده‌افشانی نسبت به نیتروژن جذب‌شده بعد از این مرحله همبستگی بیش‌تری با تولید ماده خشک در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی، عملکرد دانه و نیتروژن دانه را نشان داد (جدول ۳). هیتولت و همکاران (۱۹۹۰) پس از بررسی ارقام مختلف گندم نتیجه مشابهی را نیز گزارش کردند.

چنین رابطه‌ای منطقی به‌نظر می‌رسد زیرا بخش عمده‌ای از نیتروژن تا قبل از مرحله گرده‌افشانی در اندام‌های رویشی به‌خصوص برگ‌ها به‌صورت ترکیبات نیتروژن‌دار تجمع می‌یابد و پس از این مرحله با

ورود گیاه به مرحله زایشی و تشکیل دانه، نیتروژن موجود در ترکیبات نیتروژن دار دوباره پویا شده و طی فرایند انتقال مجدد به طور عمده از برگ ها و به مقدار کم تر از ساقه ها به دانه ها منتقل می شوند. بنابراین، تولید برگ بیش تر برابر جذب و تجمع نیتروژن بیش تر در اندام های رویشی تا قبل از مرحله گرده افشانی می باشد که در نهایت منجر به تجمع نیتروژن بیش تر در دانه و عملکرد دانه بیش تر می شود.

همبستگی مثبت و معنی داری نیز بین میزان نیتروژن جذب شده بعد از مرحله گرده افشانی با نیتروژن دانه و عملکرد وجود داشت (جدول ۳). پرز و همکاران (۱۹۸۳) وجود چنین همبستگی را در گندم گزارش کردند. براک لوگ و همکاران (۲۰۱۰) در مورد گندم گزارش نمود که با مصرف کود نیتروژن میزان جذب نیتروژن توسط گیاه افزایش یافت و در نهایت افزایش جذب نیتروژن نیز افزایش عملکرد دانه را در پی داشت.

با افزایش انتقال مجدد نیتروژن از ساقه، برگ و یا کل اندام های رویشی از تجمع نیتروژن در گیاه کاسته شد. وجود همبستگی منفی و معنی داری بین انتقال مجدد نیتروژن و نیتروژن جذب شده در گیاه به خوبی این مطالب را توجیه می کند (جدول ۳). بین عملکرد ماده خشک تا قبل از مرحله گرده افشانی با انتقال مجدد نیتروژن همبستگی مثبتی وجود داشت. به طوری که، با افزایش عملکرد ماده خشک تا مرحله گرده افشانی، انتقال مجدد نیتروژن افزایش می یابد. اما انتقال مجدد نیتروژن با تولید ماده خشک بعد از مرحله گرده افشانی همبستگی منفی و معنی داری را نشان داد (جدول ۳). به عبارتی هر چه تولید ماده خشک بعد از مرحله گرده افشانی بیش تر باشد از مقدار انتقال مجدد نیتروژن کاسته می شود. زیرا در طول این مرحله نیتروژنی که باید به دانه ها انتقال می یافت، برای ساخت ترکیبات ساختمانی مصرف شده که این خود منجر به افزایش عملکرد ماده خشک بعد از مرحله گرده افشانی و کاهش انتقال مجدد نیتروژن به دانه ها می گردد.

کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن برای تولید ماده خشک و دانه: براساس نتایج به دست آمده بین ارقام از نظر کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن (PNUE) برای تولید ماده خشک و دانه اختلاف معنی داری وجود داشت. مقدار PNUE برای تولید ماده خشک از ۵۵/۵-۸۱/۶ (کیلوگرم ماده خشک در کیلوگرم نیتروژن جذب شده در گیاه) متغیر بود. متوسط کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن برای تولید ماده خشک در ارقام گندم مورد بررسی ۶۷/۳ کیلوگرم ماده خشک گیاهی در کیلوگرم نیتروژن جذب شده در گیاه بود (جدول ۱).

کمترین PNUE برای تولید ماده خشک متعلق به رقم دنا (۵۹/۷ کیلوگرم ماده خشک بر کیلوگرم نیتروژن) بود که بیشترین نیتروژن جذب شده را در بین ارقام داشت. بین بقیه ارقام از نظر PNUE



اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). نتایج ضریب همبستگی رابطه منفی بین مقدار نیتروژن جذب‌شده و PNUE برای تولید ماده خشک ( $r = -0/58^{**}$ ) را نشان داد (جدول ۳). به‌عبارتی ارقامی که در طول دوره رشد نیتروژن کم‌تری جذب کردند، دارای PNUE بیش‌تر می‌باشند. چون به‌ازای هر کیلوگرم نیتروژن جذب‌شده، مقدار ماده خشک بیش‌تری تولید کرده بودند. لالار و همکاران (۱۹۸۸) گزارش کردند که بیش‌ترین کارایی کاربرد نیتروژن در فرآیندهای بیوشیمیایی وقتی به‌دست می‌آید که نیتروژن به‌شدت محدودکننده رشد گیاه است و رشد و تولید گیاه بسیار ضعیف است. چون در چنین شرایطی بیش‌ترین رشد و در نتیجه تولید ماده خشک به‌ازای هر واحد نیتروژن جذب‌شده به‌دست می‌آید. زانگ و همکاران (۲۰۰۹) در مورد برنج میزان PNUE برای تولید ماده خشک را بین ۱۴۵-۷۳ کیلوگرم ماده خشک بر کیلوگرم نیتروژن جذب‌شده گزارش کردند.

کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن ارقام گندم مورد مطالعه برای دانه از ۲۲/۹-۳۵/۳ متغیر بود و متوسط آن برای کل ارقام ۲۹/۷ کیلوگرم دانه در کیلوگرم نیتروژن جذب‌شده در گیاه بود. در بین ارقام، رقم دنا کم‌ترین PNUE (۲۶/۹) کیلوگرم دانه بر کیلوگرم نیتروژن را داشت. به‌طورکلی، ارقام گندم دوروم به‌دلیل جذب نیتروژن بیش‌تر در طول دوره رشد نسبت به ارقام نان از کارایی درونی نیتروژن پایین‌تری برخوردار بودند. نتایج ضریب همبستگی رابطه منفی بین مقدار نیتروژن جذب‌شده و PNUE برای تولید دانه را نشان داد ( $r = -0/36$ )، اما این رابطه معنی‌دار نبود (جدول ۳). زینلی (۲۰۰۹) پس از مطالعه کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن برای تولید ماده خشک در ۱۶ مزرعه گندم استان گلستان که مدیریت در این مزارع براساس مدیریت متداول توسط کشاورزان بود، بیان نمودند که کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن برای تولید ماده خشک از ۶۱/۹-۱۱۹/۶ کیلوگرم ماده خشک بر کیلوگرم نیتروژن جذب‌شده متغیر بود. همچنین، این محقق دامنه تغییرات کارایی فیزیولوژیکی نیتروژن برای تولید دانه را از ۲۳/۶-۳۸/۴ گزارش نمود. براکلوگ و همکاران (۲۰۱۰) پس از ۴ سال مطالعه ارقام مختلف گندم در سطوح مختلف مصرف نیتروژن گزارش نمودند که PNUE برای تولید دانه از ۲۷-۷۷ کیلوگرم دانه در کیلوگرم نیتروژن جذب‌شده متغیر بود. آنان علت تغییرات PNUE برای تولید دانه را اثر سال، سطوح مختلف نیتروژن و رقم بیان نمودند. البته کاربرد سطوح مختلف نیتروژن بیش‌ترین تأثیر را بر PNUE برای تولید دانه داشت. زیرا با افزایش مصرف نیتروژن، PNUE برای تولید دانه کاهش یافت. زانگ و همکاران (۲۰۰۹) در مورد برنج میزان PNUE برای دانه را بین ۳۶-۶۶ کیلوگرم دانه در کیلوگرم نیتروژن جذب‌شده توسط گیاه گزارش کردند.

منابع

1. Acrech, M.M., Briceno-Felix, G., Martin Sanchez, J.A., and Salfer, G.A. 2008. Physiological bases of genetic gains in Mediterranean bread wheat yield in Spain. *Eur. J. Agron.* 28: 162-170.
2. Ahmadi, A., Siuosimardeh, A., and Zali, H. 2004. Comparison of storage capacity and photosynthesis matter remobilization and their role in four cultivars of wheat in suitable aggregation and stress conditions. *Iran. J. Agric. Sci.* 35: 921-931. (In Persian)
3. Bahrani, A. 2011. Remobilization of Dry Matter in Wheat: Effects of Nitrogen Application and Post-Anthesis Water Deficit During Grain Filling. *International Conference on Biology, Environment and Chemistry*. Pp. 155-160.
4. Barraclough, P.B., Howartha, J.R., Jonesa, J., Lopez-Bellidob, R., Parmara, S., Shepherd, C.E., and Hawkesforda, M.J. 2010. Nitrogen efficiency of wheat: Genotypic and environmental variation and prospects for improvement. *Eur. J. Agron.* 33: 1-11.
5. Bayat, Z., Ahmadi, A., and Sabokdast, M. 2011. Evaluation of genotype variety for grain yield and protein and their relations with nitrogen remobilization in wheat cultivars of Iran. *Iran. J. Agric. Sci.* 42: 565-573. (In Persian)
6. Boote, K.J., Jones, J.W., Hoogenboom, G., and Pikerling, N.B. 1998. The CROPGRO model for grain legumes. In: Tsuji, G.Y., Hoogenboom, G., and Thornton, P.K. (Eds). *Understanding options for agricultural production*. Kluwe Academic Publishers, Dordrentcht, Pp: 99-128.
7. Cassman, K.G., Peng, S., Olk, D.C., Ladha, J.K., Reichardt, W., Dobermann, A., and Singh, U. 1998. Opportunities for increased nitrogen use efficiency from improved resource management in irrigated rice systems. *Field Crops Res.* 56: 7-39.
8. De Datta, S.K., and Broadbent, F.E. 1993. Development changes related to nitrogen-use efficiency in rice. *Field Crops Res.* 34: 47-56.
9. Delogu, G., Cattivelli, L., Pecchioni, N., De Falcis, D., Maggiore, T., and Stanca, A.M. 1998. Uptake and agronomic efficiency of nitrogen in winter barley and winter wheat. *Eur. J. Agron.* 9: 11-20.
10. Dordas, C.A., and Sioulas, C. 2009. Dry matter and nitrogen accumulation, partitioning, and retranslocation in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as affected by nitrogen fertilization. *Field Crops Res.* 110: 35-43.
11. Ehdai, B., and Waines, J.G. 2001. Sowing date and nitrogen rate effects on dry matter and nitrogen partitioning in bread and durum wheat. *Field Crops Res.* 73: 47-61.
12. Fathi, G. 2006. Post-anthesis water stress and nitrogen rate effects on dry matter and nitrogen remobilization in wheat cultivars. *J. Agron.* 5: 267-277.
13. Gardner, F.P., Pearce, R.B., and Mitchell, R.L. 1985. *Physiology of crop plants*. Iowa State Univ. Press, Ames. Pp: 187-208.

14. Heitholt, J.J., Croy, L.I., Maness, N.O., and Nguyen, H.T. 1990. Nitrogen partitioning in genotypes of winter wheat differing in grain N concentration. *Field Crops Res.* 23: 133-144.
15. Hocking, P.J., and Stapper, M. 2001. Effects of sowing time and nitrogen fertilizer on canola and wheat, and nitrogen fertilizer on Indian mustard. I. Dry matter production, grain yield, and yield components. *Aust. J. Agric. Res.* 52: 623-634.
16. Inthapanya, P., Sipaseuth, Sihavong, P., Sihathep, V., Chanphengsay, M., Fukai, S., and Basnayake, J. 2000. Genotype differences in nutrient uptake and utilization for grain yield production of rainfed lowland rice under fertilized and non-fertilized conditions. *Field Crops Res.* 65: 57-68.
17. Kazemi-Poshtmasari, H., Pirdashti, H., Bahmanyar, M.A., and Nasiri, M. 2008. Investigation nitrogen remobilization in different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars in different nitrogen fertilizer rates and top dressed. *Elec. J. Plant Prod.* 1: 1-16. (In Persian)
18. Lawlar, D.W., Boyle, F.A., Keys, A.J., Kendall, A.C., and Young, A.T. 1988. Nitrate nutrition and temperature effects on wheat: a synthesis of plant growth and nitrogen uptake in relation to metabolic and physiological processes. *J. Exp. Bot.* 39: 329-343.
19. Lawlar, D.W., Kuntturi, M., and Young, A.T. 1989. Photosynthesis by flag leaves of wheat in relation to protein, ribulose biphosphate carboxylase activity and nitrogen supply. *J. Exp. Bot.* 40: 43-52.
20. Lemaire, G., Onillon, B., Gosse, G., Chartier, M., and Allirand, J.M. 1991. Nitrogen distribution within a Lucerne canopy during regrowth: relation with light distribution. *Ann. Bot.* 68: 483-488.
21. Masoni, A., Ercoli, L., Mariotti, M., and Arduini, I. 2007. Post-anthesis accumulation and remobilization of dry matter, nitrogen and phosphorus in drum wheat as affected by soil type. 26: 179-186.
22. Mi, G., Tanga, L., Zhanga, F., and Zhang, J. 2000. Is nitrogen uptake after anthesis in wheat regulated by sink size? *Field Crops Res.* 68: 183-190.
23. Momoh, E.J., Song, W.J., Li, H.Z., and Zhou, W.J. 2004. Seed yield and quality responses of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) to plant density and nitrogen fertilization. *Ind. J. Agric. Sci.* 74: 420-424.
24. Ntanos, D.A., and Koutroubas, S.D. 2002. Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. *Field Crops Res.* 74: 93-101.
25. Pampana, S., Mariotti, M., Ercoli, L., and Masoni, A. 2007. Remobilization of dry matter, nitrogen and phosphorus in drum wheat as affected by genotype and environment. *Ital. J. Agron.* 3: 303-314.
26. Papakosta, D.K., and Gagianas, A.A. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. *Agron. J.* 83: 864-870.

27. Perez, P., Martinez-Carrasco, R., and Sanchez, L. 1983. Uptake and distribution of nitrogen in wheat plants supplied with different amounts of nitrogen after stem elongation. *Ann. Appl. Biol.* 102: 399-406.
28. Prihar, S.S., Gajri, P.R., Benbi, D.K., and Arora, V.K. 2003. *Intensive Cropping*. International Book Distributing Co.
29. Probert, M.E., Dimes, J.P., Keating, B.A., Dalal, R.C., and Strong, W.M. 1998. APSIM water and nitrogen modules and simulation of the dynamics of water and nitrogen in fallow systems. *Agric. Syst.* 56: 1-28.
30. Przulj, N., and Momcilovic, V. 2001. Genetic variation for dry matter and nitrogen accumulation and translocation in two-rowed spring barley. II. Nitrogen translocation. *Eur. J. Agron.* 15: 255-265.
31. Sinclair, T.R., Farias, J.R., Neumaier, N., and Nepomuceno, A.L. 2003. Modeling nitrogen accumulation and use by Soybean. *Field Crops Res.* 81: 149-158.
32. Singh, U., Ladha, J.K., Castillo, E.G., Punzalan, G., Tirol-Padre, A., and Duqueza, M. 1998. Genotypic variation in nitrogen use efficiency in medium- and long-duration rice. *Field Crops Res.* 58: 35-53.
33. Soltani, A. 2007. *Application of SAS in Statistical Analysis*, JMD Press, Mashhad, Iran, 182p. (In Persian)
34. Soltani, A., Robertson, M.J., Mohammad-Nejad, Y., and Rahemi-Karizaki, A. 2006. Modeling chickpea growth and development: leaf production and senescence. *Field Crops Res.* 99: 14-23.
35. Soltani, A., Robertson, M.J., and Manschadi, A.M. 2006. Modeling chickpea growth and development: nitrogen accumulation and use. *Field Crops Res.* 99: 24-34.
36. Xu, Z.Z., Yn, Z.W., and Wang, D. 2006. Nitrogen translocation in wheat plants under soil water deficit. *Plant and Soil.* 280: 291-303.
37. Zadox, J.C., Chang, T.T., and Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth of Cereals. *Weed Res.* 14: 415-421.
38. Zeinali, E. 2009. *Wheat nitrogen nutrition in Gorgan; Agronomical, physiological and environmental aspects*. A thesis Ph.D. in agronomy. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 201p. (In Persian)
39. Zhang, Y.L., Fan, J.B., Wang, D.S., and Shen, Q.R. 2009. Genotypic differences in grain yield and physiological nitrogen use efficiency among rice cultivars. *Pedosphere.* 19: 681-691.



## **Study of dry matter and nitrogen accumulation, remobilization and harvest index in bread and durum wheat cultivars**

**\*E. Bakhshandeh<sup>1</sup>, A. Soltani<sup>2</sup>, E. Zeinali<sup>3</sup> and R. Ghadiryan<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Lecturer, Dept. of Agricultural Sciences, Payame Noor University, I.R. of Iran, <sup>2</sup>Professor, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,

<sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>4</sup>M.Sc. Graduate, Dept. of Agronomy, Gorgan University of

Agricultural Sciences and Natural Resources  
Received: 04/09/2012; Accepted: 02/03/2013

### **Abstract**

The aim of this experiment was the study of dry matter and nitrogen (N) accumulation, remobilization and harvest index in different wheat cultivars. Five bread wheat cultivars (Darya, Kuhdasht, Shiroudi, Tajan and Zagros) and two durum wheat cultivars (Arya and Dena) were studied under optimum growth conditions during 2008-2009 at research field of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. Experimental design was a randomized complete block design with four replications. Results indicated that average total dry matter remobilization was 23.8%, which was affected by cultivar. Furthermore, results indicated that 57% of N remobilization from vegetative organs before anthesis and 11% from N uptake and/or N remobilization after anthesis contributed for grain growth. Therefore, majority of grain N supplied by remobilization of N from vegetative organs during seed filling period. Among organs, the leaves had the highest N remobilization (nearly 72%). Results indicated that leaves and stems N concentration decreased 57 and 54%, respectively, at the time of physiological maturity as compared with anthesis. N harvest index was 72.2% which it was not affected by cultivar. Meanwhile, N concentration in senesced leaves and stems along with grains were 1.04, 0.43 and 2.13%, respectively. The amount of harvest index was 44.1%, and it was not affected by the cultivar. There was a positive and significant correlation between the amount of N uptake by vegetative tissues, especially in leaves, with grain N and grain yield. The parameters obtained in this study can be used in wheat N modeling.

**Keywords:** Dry matter, Harvest index, Nitrogen, Remobilization, Wheat

---

\* Corresponding author; Email: bakhshandehesmail@yahoo.com

