

اثر خشکی و نیتروژن بر انتقال مجدد نیتروژن در شش رقم گندم

قدرت اله فتحی

دانشیار، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین (ملاثانی - اهواز)

تاریخ پذیرش مقاله ۸۳/۸/۶

خلاصه

در یک آزمایش گلخانه ای انتقال نیتروژن در شش رقم گندم (*Triticum aestivum L.*) در دو سطح نیتروژن (معادل ۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) و در دو شرایط تنش خشکی و عدم تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی در دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین (ملاثانی) مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار به اجرا در آمد. نتایج آزمایش نشان داد که در شرایط تنش خشکی رقم چمران عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با سایر ارقام دارد. رقم فونگ واکنشی نسبت به نیتروژن نشان نداد و ارقام اترک و شووا از این نظر در حد متوسط بودند. انتقال نیتروژن به دانه در بین ارقام متفاوت بود و در این میان رقم چمران نیتروژن بیشتری را انتقال داد. مقدار انتقال نیتروژن با مصرف نیتروژن افزایش یافت. علی‌رغم تفاوت بین ارقام در انتقال نیتروژن به دانه، این صفت همبستگی بالایی را با مقدار عملکرد دانه نشان نداد. از طرفی نتایج نشان داد که تنش خشکی عملکرد دانه را در سطح نیتروژن زیاد، نسبت به سطح کم نیتروژن، بیشتر کاهش می‌دهد و تأثیر چندانی نیز روی وزن هزار دانه و مقدار پروتئین آن ندارد. لذا در شرایط دیم عدم تنش خشکی پس از مرحله گلدهی، واکنش عملکرد دانه نسبت به نیتروژن افزایش می‌یابد. بطور کلی مصرف کود نیتروژنه برای ارقام گندم باید با توجه به شرایط محیطی بویژه مقدار آب موجود و اعمال صحیح عملیات زراعی انجام شود تا باعث کاهش اثر تنش خشکی در دوره پر شدن دانه گردد.

واژه‌های کلیدی: نیتروژن، تنش خشکی، انتقال مجدد نیتروژن، گندم

مقدمه

مواد فتوسنتزی پس از تولید به اندامهای مختلف گیاه منتقل شده و سپس تبدیل به ترکیبات متعددی می‌شوند. بیشتر ترکیبات ذخیره‌ای را کربوهیدراتها تشکیل می‌دهند. وقتی گیاه وارد مرحله پر شدن دانه می‌شود مواد نشاسته‌ای را به قند تبدیل می‌کند و به دانه‌ها منتقل می‌نماید. انتقال مواد از محلی که قبلاً ذخیره شده به محلی دیگر که این مواد را مجدداً مورد استفاده قرار می‌دهند، انتقال مجدد مواد^۱ گویند. آب و نیتروژن خاک در مناطق خشک و نیمه خشک مانند برخی از نواحی خوزستان و همچنین مناطق معتدل که به

کشت غلات اختصاص دارند در طی دوره پر شدن دانه از عوامل محدود کننده محیطی است. در چنین شرایطی قسمت اعظم نیاز دانه به نیتروژن از طریق دریافت نیتروژن از قسمتهای رویشی گیاه تأمین می‌شود (۱، ۵، ۶). غلات حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد نیتروژن دانه را تا قبل از دوره گلدهی از اندامهای رویشی کسب می‌کنند. انتقال این مقدار نیتروژن از بافتهای رویشی به دانه، منبع اصلی نیتروژن برای نمو دانه می‌باشد. از طرفی، انتقال ماده خشک که قبل از مرحله گلدهی تولید شده است، بویژه هنگامی که فتوسنتز جاری پس از گلدهی در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد در عملکرد نهایی دانه سهم قابل توجهی دارد (۲، ۸، ۱۳).

تأثیر عوامل محیطی بر جذب نیتروژن قبل و پس از گلدهی در گزارشهای مختلف آمده است (۲، ۳، ۸). جذب نیتروژن در شرایط مزرعه‌ای، باعث افزایش تولید ماده خشک می‌شود اما عملکرد دانه بدلیل کمبود نسبی رطوبت خاک در اوایل بهار کاهش می‌یابد (۴، ۱۰). اهمیت انتقال نیتروژن برای گندم که در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک رشد می‌کنند قابل ملاحظه است، زیرا در این شرایط، پس از مرحله گلدهی، هوا گرم و خشک است و این امر باعث بروز تنش خشکی می‌شود و در نتیجه انتقال نیتروژن را محدود می‌سازد (۷، ۸، ۹). بدین ترتیب، عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه به مقدار زیادی بستگی به انتقال مواد ساخته شده به دانه قبل از مرحله گلدهی دارد.

از سوی دیگر گزارشهای علمی نشان می‌دهند که انتقال نیتروژن از قسمت‌های رویشی به دانه پس از گلدهی تحت کنترل عوامل ژنتیکی است (۱۱، ۱۲، ۱۳). لذا بدلیل اهمیت انتقال نیتروژن در غلات، یک بررسی گلخانه‌ای انجام شد تا انتقال نیتروژن از اندام‌های رویشی به دانه پس از گلدهی در ارقام مختلف گندم در شرایط تنش و عدم تنش خشکی معین گردد.

مواد و روشها

شش رقم گندم به نامهای اترک، فلات، فونگ، شووا، استار و چمران با دو سطح کود نیتروژنه در شرایط تنش و عدم تنش خشکی در شرایط گلخانه‌ای در محل دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین (ملاثانی) در ۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز در سال ۱۳۸۱ مورد بررسی قرار گرفتند. میانگین رطوبت نسبی محیط گلخانه متعادل در حدود ۴۵ درصد و دمای آن تحت کنترل و دارای دامنه $3 \pm 13/3$ تا $24 \pm$ درجه سانتی گراد روز و شب بود و گیاهان از نور طبیعی بدون هیچ نور اضافی استفاده می‌کردند. بذرها در گلدانهایی با قطر ۱۵ سانتی متری با ۲/۵ کیلوگرم خاک سترون در دهم آذرماه کاشته شدند. تعداد گلدانهای مورد استفاده ۹۶ عدد بودند و در هر گلدان چهار گیاه کشت شده و سپس به دو گیاه تنک گردیدند. مقدار نیتروژن معدنی (نیتراته و آمونیوم) در خاک مورد استفاده قبلاً تعیین گردیده که حاوی مقدار ۹/۴ میکرو گرم نیتروژن معدنی در یک

کیلوگرم خاک بود. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار به اجرا درآمد. نیتروژن بصورت محلول آمونیوم نترات (۳۴ درصد نیتروژن) معادل ۵۰ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (بترتیب ۲۶۴ و ۷۹۴ میلی گرم آمونیوم نترات برای هر گلدان) در نظر گرفته شد. نیتروژن مصرفی در سه مرحله دو برگی، پنجه زنی و مرحله طویل شدن ساقه به گلدانها داده شد. گیاهان تا ظهور سنبله بطور منظم آبیاری شده و تا قبل از گلدهی تنش رطوبتی نداشتند. تیمارهای تنش و عدم تنش خشکی، بین دو مرحله ظهور سنبله و رسیدگی بر اساس ظرفیت نگهداری آب در خاک تعیین و اعمال گردید. تیمار تنش خشکی بدین ترتیب تعیین شد که: چهار گلدان با خاک همراه، از آب اشباع و سپس سطح آنها با پلاستیک سیاه پوشیده شد و اجازه داده شد تا آب ثقیل آن خارج شود. سپس گلدانها توزین و رطوبت خاک اندازه‌گیری شد. رطوبت حاصل حدود ۱۷/۳ درصد (W/W) بود که نشانه ظرفیت زراعی خاک در گلدان می‌باشد و از آن برای تعیین محدوده دوره آبیاری استفاده شد. در مرحله ظهور سنبله همه گلدانها را از نظر رطوبتی به ظرفیت مزرعه رسانده و پس از چهار روز (مرحله گلدهی) تیمار تنش آب اعمال گردید. گلدانهای شاهد بوسیله توزین با افزودن مقادیر لازم آب در حد ظرفیت زراعی نگه داشته شدند. در تیمار تنش رطوبت، آبیاری زمانی انجام می‌شد که خاک در وضعیت $1/3$ ظرفیت زراعی قرار داشت. در این شرایط گیاهان علائم پژمردگی و لوله‌ای شدن برگ‌ها را بخصوص در صبح نشان می‌دادند. تیمارهای تنش هنگامی که علامت پژمردگی برگ پرچم در صبحم مشاهده شد آبیاری شدند. اولین نمونه برداری ۱۰ روز پس از گلدهی و نمونه برداری دوم در مرحله رسیدن دانه روی ساقه اصلی انجام شد. گیاهان برداشت شده به قسمت‌های مختلف برگ، ساقه، ریشه و دانه تفکیک شدند. پس از قرار دادن آنها در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد، وزن خشک آنها تعیین گردید. سپس درصد نیتروژن در قسمت‌های تفکیک شده بوسیله روش کجلدال اندازه گرفته شد (۱۵). میزان نیتروژن انتقال یافته بین دو نمونه برداری از رابطه زیر محاسبه گردید:

نیتروژن کل ریشه تفاوتی نداشتند (جدول ۱). مصرف نیتروژن بیشتر باعث افزایش مقدار نیتروژن در ریشه گردید (جدول ۲). اثرات متقابل رقم در نیتروژن، رقم در خشکی، نیتروژن و خشکی و اثر متقابل سه جانبه رقم، نیتروژن و خشکی برای این صفت معنی دار نبود (جدول ۱). مقدار نیتروژن کل موجود در ریشه بستگی به شرایط متغیر در میزان مواد آلی خاک، مقدار نیترات باقی مانده در خاک، میزان آب شویی و مقدار کود نیتروژنه مصرفی و همچنین رقم گندم دارد (۴، ۵، ۸ و ۱۰). در این بررسی مقدار نیتروژن اندازه گیری شده در ریشه در مرحله ده روز پس از گلدهی و رسیدگی تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشت. سوفیلد و همکاران (۱۹۷۱) نیز چنین نتیجه‌ای را بدست آوردند (۱۴). درصد نیتروژن اندامهای هوایی در ارقام استار و چمران بیشتر از سایر ارقام بود. در حالی که ارقام شووا و فونگ، کمترین درصد نیتروژن را در این اندامها داشتند (جدول ۲). تجمع نیتروژن بیشتر در ریشه و اندامهای هوایی رقم استار و تجمع کمتر نیتروژن در ریشه و اندامهای هوایی رقم شووا می تواند ناشی از انتقال مقداری نیتروژن از ریشه به اندامهای هوایی باشد (۱۱). مقدار تجمع نیتروژن در اندامهای هوایی در ارقام چمران، فلات و استار بیشتر از سایر ارقام بود (جدول ۲). با افزایش مصرف نیتروژن مقدار نیتروژن در اندامهای هوایی نیز افزایش یافت. اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی برای درصد نیتروژن و مقدار نیتروژن اندامهای هوایی معنی دار نبود (جدول ۱).

مقدار نیتروژن ساقه و برگ در برداشت دوم (H_2) - مقدار نیتروژن ساقه و برگ در برداشت اول (H_1) = میزان نیتروژن انتقال یافته که در آن :

مقدار نیتروژن دانه - مقدار نیتروژن کل = مقدار نیتروژن ساقه و برگ راندمان انتقال نیتروژن از طریق رابطه زیر تعیین گردید:
(مقدار نیتروژن در برداشت اول) / (مقدار نیتروژن در برداشت دوم - مقدار نیتروژن در برداشت اول) = راندمان انتقال نیتروژن

انتقال نیتروژن از ریشه بین دو نمونه برداری از رابطه زیر بدست آمد:

نیتروژن ریشه در برداشت دوم (H_2) - نیتروژن ریشه در برداشت اول (H_1) = میزان نیتروژن انتقال یافته از ریشه

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نیتروژن گیاه ده روز پس از گلدهی از نظر درصد نیتروژن ریشه، اندامهای هوایی و دانه، نیتروژن کل ریشه و اندامهای هوایی در جدول ۱ نشان داده شده است. ارقام از نظر درصد نیتروژن ریشه متفاوت بودند. بطوری که بیشترین و کمترین درصد نیتروژن ریشه به ترتیب در ارقام استار و فلات مشاهده شد. درصد نیتروژن ریشه با افزایش کاربرد نیتروژن افزایش پیدا کرد (جدول ۲). اثرات متقابل دوگانه و سه گانه تیمارها از نظر این صفت معنی دار نبود. ارقام گندم از نظر

جدول ۱- میانگین مربعات تجزیه واریانس درصد نیتروژن ریشه، اندامهای هوایی و دانه، نیتروژن کل ریشه و اندامهای هوایی ارقام گندم، ده روز پس از گلدهی

منابع تغییرات	درجه آزادی	نیتروژن ریشه	نیتروژن کل ریشه	نیتروژن اندامهای هوایی	نیتروژن کل اندامهای هوایی	نیتروژن دانه
تکرار	۳	۴/۷۶	۱۱/۳۲	۱۴/۶۷	۲۴/۶۱	۱۲/۲۱
رقم	۵	۸/۵۶*	۲۷/۲۲	۶/۶۵*	۴۶/۱۲*	۳۱/۳۵
نیتروژن	۱	۳۷/۸۱*	۳۱/۶۲*	۳۱/۹۵*	۸۲/۶۵*	۹۵/۶۶*
خشکی	۱	۱۲۰/۲۲	۸۳/۰۲	۱۱۶/۷۱	۶۴/۷۱	۱۰۹/۱۰
اثر متقابل رقم و نیتروژن	۵	۹/۴۵	۹۲/۴۳	۱۱۱/۲۰	۲۰۸/۶	۳۱۷/۷۱
اثر متقابل رقم و خشکی	۵	۳/۲۹	۴۵/۱۲	۴۷/۶۸	۳۵/۲۱	۴۸/۶۵
اثر متقابل نیتروژن و خشکی	۱	۸۰/۳۵	۱۲۲/۴۰	۹۰/۴۵	۱۵۱/۱۲	۱۶۲/۳۲
اثر متقابل رقم، نیتروژن و خشکی	۵	۱۷/۷۲	۴۳/۷۲	۷۱/۶۲	۶۲/۴۵	۴۶/۶۸
خطا	۹۹	۱۶/۲۵	۲۲/۶۹	۳۳/۲۶	۵۱/۸۲	۲۷/۴۳

* = سطح معنی دار ۵ درصد

جدول ۲- اثر سطوح کود نیتروژنه روی درصد نیتروژن ریشه و اندامهای هوایی، نیتروژن کل ریشه و اندامهای هوایی و درصد نیتروژن دانه در ارقام گندم، ده روز پس از گلدهی

تیمار	نیتروژن ریشه (درصد)	نیتروژن کل ریشه (میلی گرم در دو گیاه)	نیتروژن اندامهای هوایی (درصد)	نیتروژن کل اندامهای هوایی (میلی گرم در دو گیاه)	نیتروژن دانه (درصد)
ارقام					
اترک	۰/۸۱	۳/۴۰	۱/۲۹	۱۳/۳۲	۲/۰۱
فلات	۰/۷۱	۳/۰۳	۱/۱۸	۱۴/۹۰	۱/۹۱
فونگ	۰/۷۸	۳/۰۷	۱/۱۱	۱۲/۲۲	۱/۸۸
استار	۰/۹۳	۳/۳۱	۱/۴۱	۱۴/۸۰	۱/۹۷
شووا	۰/۷۸	۳/۱۵	۱/۰۶	۱۱/۹۹	۱/۸۸
چمران	۰/۷۷	۲/۶۸	۱/۳۶	۱۴/۹۹	۲/۱۲
LSD (%5)	۰/۰۷	ns	۰/۱۳	۱/۸۸	ns
نیتروژن کم (N ₁)	۰/۶۳	۲/۲۶	۱/۱۴	۱۰/۰۳	۱/۸۴
زیاد (N ₂)	۰/۹۵	۳/۹۵	۱/۳۰	۱۷/۳۸	۲/۰۸
LSD (%5)	۰/۰۵	۰/۵۳	۰/۰۸	۱/۰۸	۰/۱۱

ns=غیر معنی دار

درصد نیتروژن دانه در ارقام چمران و اترک بیشتر از سایر ارقام بود، ولی این تفاوتها از نظر آماری معنی دار نبود. اما با اعمال سطوح نیتروژن مقدار نیتروژن دانه افزایش یافت (جدول ۲). در مطالعه حاضر، مقدار تجمع نیتروژن در رقم استار در ریشه و اندامهای هوایی در مقایسه با سایر ارقام، قابل ملاحظه بود، ولی مقدار نیتروژن دانه آن نسبتاً کمتر بود. در سایر ارقام نیز میزان تجمع نیتروژن در اندامهای رویشی در مقایسه با نیتروژن دانه در مواردی هماهنگ (رقم چمران) و یا غیر هماهنگ (رقم فونگ) بودند. به هر حال جذب نیتروژن توسط گندم پس از مرحله گلدهی و انتقال آن از بافتهای رویشی به دانه بستگی زیادی به شرایط رشد و نوع رقم دارد (۲، ۴). اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی برای درصد نیتروژن معنی دار نبود.

مقدار نیتروژن در ریشه به هنگام رسیدگی کمتر از میزان آن در برداشت اولیه بود (جدول ۲ و ۳). در همه ارقام گندم، در شرایط تنش خشکی، میزان نیتروژن در ریشه در سطح نیتروژن زیاد به طور معنی داری افزایش یافت (جدول ۳). بیشترین افزایش در ارقام چمران و شووا مشاهده شد. با این حال در

شرایط بدون تنش خشکی واکنش ارقام به سطح نیتروژن بیشتر از نظر مقدار نیتروژن دانه متفاوت بود. تنش پس از گلدهی، مقدار نیتروژن اندامهای هوایی را در همه ارقام افزایش داد (جدول ۳). بیشترین مقدار نیتروژن اندامهای هوایی با ارقام فلاد و شووا حاصل شد. بروز خشکی در مرحله پس از گلدهی باعث تجمع بیشتر نیتروژن در بخشهای هوایی در مقایسه با شرایط عدم خشکی شده است. این امر نشان دهنده امکان انتقال نیتروژن به دانه از اندامهای هوایی در شرایط عدم تنش خشکی است (۱۴).

تنش خشکی در همه ارقام، درصد نیتروژن دانه را در سطح کودی بالا افزایش داد (۱/۳۶ درصد در مقابل ۲/۲۷٪) اما در سطح کودی پایین چنین نبود. کاربرد بیشتر نیتروژن، درصد نیتروژن دانه را در هر دو شرایط تنش خشکی و عدم تنش افزایش داد، اما این افزایش در شرایط تنش پس از گلدهی بیشتر بود و این واکنش در همه ارقام به غیر از چمران مشابه بود (شکل ۱b). از نظر عملکرد نیتروژن دانه بین رقم، نیتروژن و خشکی اثر متقابل وجود داشت (شکل ۱a). عملکرد نیتروژن

دانه در رقم چمران نسبت به سایر ارقام (به استثنای رقم شووا) در سطح پایین کود نیتروژنه و تحت شرایط تنش خشکی کمتر بود. با مصرف نیتروژن عملکرد نیتروژن در دانه در ارقام اترک، فونگ و چمران به طور معنی داری افزایش یافت. در سطح پایین نیتروژن و به هنگام عدم وجود تنش خشکی، ارقام چمران و فونگ به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار عملکرد نیتروژن دانه را داشتند. در سطح بالای نیتروژن و بدون تنش خشکی رقم فونگ دارای کمترین مقدار نیتروژن در دانه بود. در حالی که رقم استار از این نظر بیشترین مقدار را داشت (شکل ۱a). در مرحله رسیدگی ارقام مختلف گندم نسبت به نیتروژن واکنش‌های متفاوتی نشان دادند. در شرایط تنش خشکی رقم چمران از نظر مقدار نیتروژن دانه دارای بیشترین واکنش به نیتروژن بود ولی ارقام فونگ، فلات و شووا کمترین واکنش و ارقام اترک و استار واکنش متوسطی نشان دادند (شکل ۱a).

نتایج این بررسی تأثیر تنش خشکی بعد از گلدهی را بر روی درصد نیتروژن دانه نشان داد. با وجود تنش خشکی، مصرف بالای نیتروژن، درصد نیتروژن دانه را افزایش داد. ولی عملکرد نیتروژن دانه کاهش پیدا کرد (شکل ۱). این نتایج با مطالعات قبلی در مورد گندم هماهنگ است (۵ و ۸). نیکولاس و همکاران (۱۹۸۵) دریافتند که درصد نیتروژن دانه در شرایط تنش خشکی به طور معنی داری نسبت به شرایط آبیاری بیشتر است. با این حال، عملکرد نیتروژن دانه در هر سنبله در خشکی

کمتر بود که این نشان دهنده درصد بالای نیتروژن در دانه می باشد. به هر حال در گندم تنش خشکی وزن دانه را تا حدود ۱۰ میلی گرم کاهش داده در حالی که برای جو این کاهش حدود ۵-۳ میلی گرم گزارش شده است (۱۰). وزن دانه رقم چمران کاملاً به تنش پس از گلدهی حساس بود. به نظر می رسد عامل تعیین کننده درصد نیتروژن دانه در ارقام مورد بررسی مقدار کربوهیدرات دانه در دوره پر شدن دانه است (۲، ۱۳).

از نظر انتقال نیتروژن از اندامهای هوایی اثر متقابل بین رقم و نیتروژن معنی دار بود (جدول ۴). در سطح پایین نیتروژن در ارقام تفاوت وجود نداشت، ولی در سطح کودی بالا ارقام چمران، استار و فلات نیتروژن بیشتری را نسبت به سایر ارقام انتقال دادند. تنش پس از گلدهی، انتقال نیتروژن را در سطح کودی بالا کاهش داد. اثرات متقابل نیتروژن و تنش خشکی و نیتروژن و رقم معنی دار نبود. ارقام مختلف گندم از نظر مشارکت اندامهای هوایی در انتقال نیتروژن به دانه در نیتروژن بالا تفاوت معنی داری داشته اند (جدول ۴). قابلیت انتقال نیتروژن در ارقام چمران، فلات و استار در نیتروژن بالا بیشتر بوده است (جدول ۴). علی رغم تفاوت ارقام در انتقال نیتروژن از اندامهای هوایی شواهد کمی از نظر تفاوت‌های ژنتیکی ارقام در واکنش به نیتروژن وجود دارد. ارقام چمران، فلات و استار دارای بیشترین راندمان انتقال نیتروژن بودند (جدول ۹).

جدول ۳- اثر متقابل ارقام، نیتروژن و تنش خشکی روی میزان نیتروژن ریشه و اندامهای هوایی ارقام به هنگام رسیدگی

ارقام	نیتروژن ریشه				نیتروژن اندامهای هوایی			
	تنش خشکی (میلی گرم در دو گیاه)		بدون تنش خشکی (میلی گرم در دو گیاه)		تنش خشکی (میلی گرم در دو گیاه)		بدون تنش خشکی (میلی گرم در دو گیاه)	
	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁
اترک	۲/۷۴	۱/۴۱	۲/۳۸	۱/۳۵	۱۶/۹۰	۱۱/۳۲	۱۴/۲۶	۱۴/۲۶
فلات	۲/۷۵	۱/۲۲	۲/۲۲	۲/۲۰	۱۷/۹۶	۹/۸۰	۱۲/۱۱	۱۲/۱۰
فونگ	۲/۸۷	۱/۴۸	۳/۰۱	۱/۷۵	۱۴/۴۸	۱۳/۷۸	۱۱/۸۲	۱۱/۸۰
استار	۱/۹۰	۱/۰۱	۱/۷۸	۱/۹۶	۱۵/۵۰	۱۳/۵۰	۱۴/۶۵	۱۴/۶۴
شووا	۲/۹۰	۱/۲۳	۲/۲۶	۱/۸۲	۱۶/۰۶	۱۲/۷۶	۱۵/۸۶	۱۵/۸۶
چمران	۲/۵۴	۰/۷۳	۱/۹۳	۸/۵۱	۱۲/۰۶	۱۲/۰۶	۱۴/۱۷	۱۴/۱۵

LSD (%5) = ۰/۳۶ نیتروژن ریشه، LSD (%5) = ۱/۲۵ نیتروژن اندامهای هوایی

جدول ۴- میزان انتقال و راندمان انتقال نیتروژن از اندامهای هوایی به

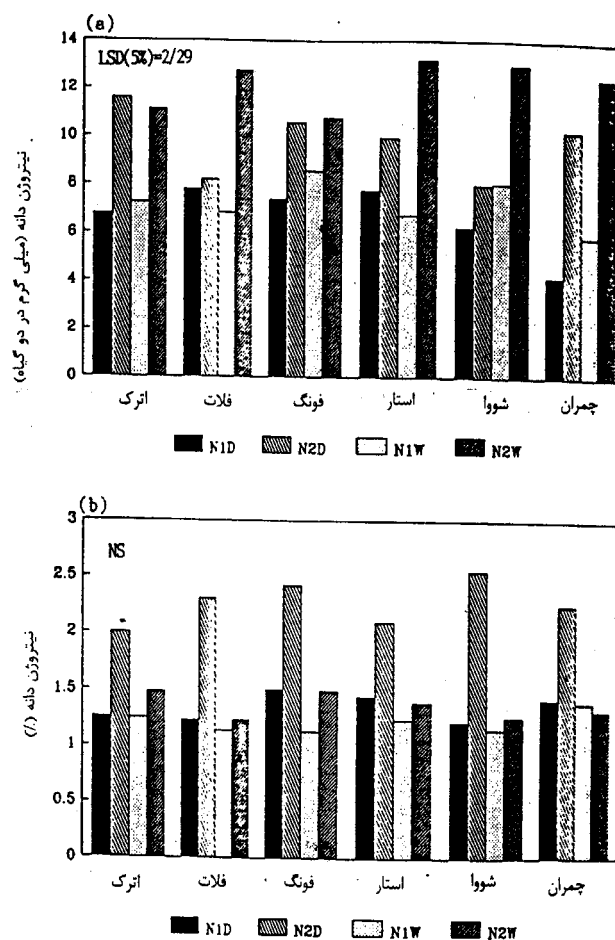
ارقام	دانه در ضمن دوره پر شدن دانه ارقام گندم		
	انتقال نیتروژن از اندامهای هوایی راندمان انتقال		
	(میلی گرم در دو گیاه)	نیتروژن (%)	
	N ₂	N ₁	
اترک	۱۰/۴۰	۶/۲۵	۳۱/۷
فلات	۱۲/۵۰	۸/۴۲	۴۸/۹
فونگ	۹/۳۳	۵/۷۷	۳۲/۵
استار	۱۳/۹۷	۶/۰۷	۴۴/۶
شووا	۷/۳۵	۶/۴۷	۴۱/۶
چمران	۱۳/۰۵	۸/۰۶	۵۳/۹

LSD (%5) = ۱/۱۲ ، N1= نیتروژن کم و N2= نیتروژن زیاد

این امر نشان دهنده قابلیت انتقال نیتروژن بیشتر این ارقام به دانه می باشد. راندمان انتقال نیتروژن بیشتر این ارقام با مصرف نیتروژن در افزایش عملکرد دانه (جدول ۶) نشان داده شده است. در مطالعات (۱۱ و ۱۳) نیز بهبود عملکرد دانه ارقام گندم بواسطه راندمان انتقال نیتروژن به دانه گزارش شده است. بنابراین می توان گفت که توانایی انتقال مقدار زیادتری از مواد به دانه یک ویژگی مطلوب برای غلات در نواحی خشک و نیمه خشک می باشد (۸ و ۱۱). برخی مطالعات (۲، ۳ و ۸) از نظر عملکرد دانه و ثبات وزن دانه نوسانات قابل توجهی را گزارش کرده اند. در انتقال نیتروژن در دوره پر شدن دانه تفاوت های بین ارقام مشاهده شد. اما همبستگی عملکرد دانه و نیتروژن در بین ارقام متفاوت نبود و تنش پس از گلدهی در نیتروژن پایین در مقایسه با نیتروژن بالا عملکرد دانه را کمتر کاهش داد، ولی بر وزن دانه یا درصد نیتروژن دانه بی تأثیر بود.

اثر متقابل بین رقم و نیتروژن برای عملکرد دانه معنی دار بود (جدول ۵ و ۶). با مصرف نیتروژن کم، بیشترین عملکرد دانه با رقم اترک و کمترین مقدار با رقم چمران حاصل شد. با افزایش نیتروژن، همه ارقام واکنش مثبت به نیتروژن نشان دادند، ولی این واکنش در ارقام چمران، شووا، فلات و فونگ بیشتر از سایر ارقام بود. نتایج حاصل نشان می دهد که برخی ارقام (چمران و شووا) ممکن است در شرایط تغذیه ای محدود واکنش ضعیف نشان دهند و برای دستیابی به عملکرد بالا نیاز به مصرف مواد غذایی بیشتری است. در مطالعات مختلف (۲، ۳، ۴، ۶، ۸) ظهور پتانسیل ژنتیکی ارقام گندم در صورت وجود منابع تغذیه ای گیاه به ویژه نیتروژن گزارش شده است.

اثر متقابل خشکی و نیتروژن بر عملکرد دانه معنی دار بود (جدول ۵ و ۷). در شرایط تنش خشکی افزایش مصرف نیتروژن تأثیر قابل ملاحظه ای بر عملکرد دانه نداشت، اما هنگامی که گیاهان تحت شرایط بدون تنش خشکی قرار گرفتند، مصرف نیتروژن اثر زیادی بر عملکرد دانه داشت. به این ترتیب در شرایط تنش خشکی، واکنش به افزایش نیتروژن کمتر شد. کارایی مصرف نیتروژن در صورت وجود آب کافی، افزایش می یابد (۱۰، ۱۴).



شکل ۱- اثر دو سطح کود نیتروژنه و تنش خشکی روی میزان نیتروژن دانه (a) و درصد نیتروژن دانه (b) شش رقم گندم. اثر متقابل رقم، نیتروژن و خشکی روی درصد نیتروژن دانه معنی دار نبود. اثر متقابل نیتروژن و خشکی برای میزان نیتروژن دانه (LSD=۰/۹۴) و درصد نیتروژن دانه (LSD=۰/۱۳) در سطح ۵ درصد معنی دار بود.

جدول ۵ - میانگین مربعات تجزیه واریانس عملکرد دانه، درصد نیتروژن دانه (GN%)، وزن دانه، میزان نیتروژن انتقال یافته (NR)، شش رقم گندم در سطوح مختلف نیتروژن و تنش و عدم تنش خشکی.

NR	وزن دانه	GN%	عملکرد دانه	درجه آزادی	منابع تغییرات
۲۳۸/۵	۶۹/۹	۱۲۱/۲۰	۷/۳۳	۳	تکرار
۳۲۹۷/۴*	۲۷/۵۸	۲/۵۹	۳/۷۶*	۵	رقم
۳۱۹۲/۲**	۲۰۰/۷۱**	۲۷۳/۷**	۴۶/۶۸**	۱	نیتروژن
۸۲/۸	۸۲۴/۱۰**	۲۵۱/۱**	۲۰۰/۰۷**	۱	خشکی
۱۹۲۷/۲**	۹۵/۰۵*	۲/۴۶	۷/۰۴**	۵	اثر متقابل رقم و نیتروژن
۳۱/۴	۳۷/۳۵	۳/۴۴	۴/۳۴*	۵	اثر متقابل رقم و خشکی
۱۴۱۲/۸	۳۲۷/۷۱*	۱۶۰/۳۵**	۹۰/۸۷**	۱	اثر متقابل نیتروژن و خشکی
۵۸/۶	۵۱/۸۱*	۳/۶۵	۶/۱۰**	۵	اثر متقابل رقم، نیتروژن و خشکی
۱۶/۲	۱۵۳/۱۱	۲۱/۰۶	۳۳/۲۶	۹۹	خطا

* = سطح معنی دار ۵ درصد، ** = سطح معنی دار ۱ درصد

کمترین و بیشترین عملکرد دانه بودند. در حالی که در همین شرایط و در سطح کود بیشتر، بیشترین و کمترین عملکرد دانه با ارقام اترک و شووا حاصل شد. عدم واکنش قابل ملاحظه به مصرف کود نیتروژنه در ارقام فلات، فونگ، استار و شووا با وجود کمبود رطوبت نشان دهنده محدودیت خشکی در استفاده گیاه از کود مصرفی است. با این حال ارقام چمران و اترک واکنش نسبتاً متفاوتی از این نظر از خود نشان دادند. این امر می‌تواند ناشی از پتانسیل ژنتیکی گیاه در استفاده از منابع تغذیه‌ای به طور نسبی باشد (۸ و ۹). در شرایط بدون تنش خشکی همه ارقام به استثنای رقم فونگ واکنش قابل ملاحظه‌ای نسبت به نیتروژن نشان دادند. حداکثر واکنش را به نیتروژن در شرایط بدون تنش ارقام چمران، استار و فلات نشان دادند. ارقام شووا و اترک از این نظر متوسط بودند. تنش خشکی تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی عملکرد دانه ارقام داشت. اهدایی و همکاران (۱۹۸۸) در مطالعه‌ای در محیط استرس نشان دادند که پتانسیل ژنتیکی ارقام پر محصول گندم در صورت عدم بروز خشکی به ویژه در مرحله گلدهی تا رسیدگی، امکان دستیابی به عملکرد دانه قابل حصول را افزایش می‌دهد (۵).

اثر متقابل بین رقم و نیتروژن از نظر تعداد سنبله معنی‌دار بود (جدول ۹). در سطح کودی بالا، تعداد سنبله برای همه ارقام به استثنای رقم فونگ، افزایش یافت. بیشترین تعداد سنبله برای

جدول ۶- اثر متقابل رقم و نیتروژن روی عملکرد دانه ارقام گندم هنگام رسیدگی

ارقام	عملکرد دانه (گرم در دو گیاه)	
	N ₂	N ₁
اترک	۶/۹۸	۵/۸۴
فلات	۸/۱۶	۴/۹۴
فونگ	۷/۴۰	۴/۶۳
استار	۷/۲۹	۴/۹۷
شووا	۸/۷۶	۴/۲۰
چمران	۶/۸۶	۳/۷۹

LSD (%5) = ۱/۱۲، N₁ = نیتروژن کم و N₂ = نیتروژن زیاد

جدول ۷- اثر متقابل خشکی و نیتروژن روی عملکرد دانه ارقام گندم هنگام رسیدگی

نیتروژن	تنش خشکی	
	بدون تنش خشکی	تنش خشکی
	(گرم در دو گیاه)	
کم	۵/۹۷	۴/۱۸
زیاد	۹/۱۸	۴/۴۵

LSD (%5) = ۰/۶۷

اثر متقابل بین رقم، نیتروژن و تنش خشکی برای عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳ و ۸). در شرایط تنش خشکی و در سطح کم کودی به ترتیب رقم چمران و رقم فلات دارای

جدول ۸- اثر متقابل رقم، تنش خشکی و نیتروژن روی عملکرد دانه ارقام گندم هنگام رسیدگی

ارقام	تنش خشکی (گرم در دو گیاه)		بدون تنش خشکی (گرم در دو گیاه)		واکنش نسبی به نیتروژن بدون تنش خشکی (درصد)
	N ₂		N ₁		
	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁	
اترک	۵/۴۰	۶/۲۷	۵/۸۷	۸/۱۰	۱۳۸
فلات	۶/۳۳	۳/۵۵	۵/۹۷	۱۰/۳۶	۱۷۳
فونگ	۴/۸۷	۴/۴۰	۷/۵۵	۷/۲۶	-۴
استار	۵/۲۸	۴/۶۷	۵/۰۳	۹/۵۵	۹۰
شووا	۵/۱۸	۳/۲۲	۷/۱۶	۱۰/۳۷	۴۵
چمران	۲/۹۹	۴/۵۹	۴/۲۷	۹/۴۶	۱۲۲

LSD (%5) = ۱/۶۶، N₁ = نیتروژن کم و N₂ = نیتروژن زیاد

جدول ۹- اثر متقابل رقم و نیتروژن بر روی تعداد

سنبله ارقام گندم

ارقام	تعداد سنبله	
	N ₂	N ₁
اترک	۸/۲۴	۱۰/۴۳
فلات	۷/۳۷	۹/۸۷
فونگ	۸/۲۶	۴/۸۰
استار	۸/۲۴	۱۰/۷۵
شووا	۸/۱۰	۱۲/۰۱
چمران	۷/۸۰	۱۳/۶۸

LSD(%5) = ۲/۱، N₁ = نیتروژن کم و N₂ = نیتروژن زیاد

جدول ۱۰- اثر متقابل رقم، نیتروژن و تنش خشکی روی

وزن دانه ارقام گندم

ارقام	تنش خشکی (میلی گرم)		بدون تنش خشکی (میلی گرم)	
	N ₂		N ₁	
	N ₂	N ₁	N ₂	N ₁
اترک	۴۳/۱	۴۲/۴	۴۶/۳	۴۵/۰
فلات	۴۴/۵	۴۳/۰	۴۹/۸	۴۶/۴
فونگ	۴۴/۶	۴۴/۹	۴۶/۳	۴۷/۱
استار	۴۱/۹	۴۰/۴	۴۵/۱	۴۹/۲
شووا	۴۶/۰	۲۸/۱	۴۸/۳	۴۴/۵
چمران	۴۴/۷	۳۵/۷	۴۲/۱	۵۰/۴

LSD (%5) = ۵/۸

چمران، فلات و شووا پایین بود (جدول ۱۰). کاهش وزن دانه به واسطه عدم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در اثر محدودیت آب پس از گلدهی تا رسیدگی توسط اهدایی و همکاران (۱۹۸۸) و بورک و همکاران (۱۹۸۲) گزارش شده است (۲، ۵).

به طور کلی نتایج این بررسی نشان می دهد که با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه و وقوع تنش خشکی پس از گلدهی و عملیات زراعی مطلوب می توان اثر تنش خشکی را در دوره پر شدن دانه با انتخاب ارقام مقاوم به خشکی که پتانسیل استفاده از منابع تغذیه ای را داشته باشند، کاهش داد.

ارقام چمران و شووا حاصل شد. واکنش مثبت ارقام گندم از نظر تعداد سنبله به نیتروژن در شرایط متفاوت محیطی، در مطالعات مختلف (۵، ۶، ۸، ۱۱ و ۱۲) گزارش شده است. از نظر وزن دانه به هنگام رسیدن، اثر متقابل رقم، نیتروژن و خشکی معنی دار بود (جدول ۱۰). در سطح کودی بالا، تنش خشکی باعث کاهش معنی داری در وزن دانه در ارقام شووا و چمران گردید، در حالی که در سطح کودی پایین تنش خشکی اثری روی وزن دانه نداشت. در همه ارقام به استثنای چمران در شرایط آبیاری کافی، کاربرد نیتروژن اثری روی افزایش وزن دانه نداشت. در حالی که با تنش خشکی، در سطح کودی بالا، وزن دانه در ارقام

REFERENCES

1. Bidinger, F., R. B. Musgrave, & R. A. Fischer. 1977. Contribution of stored preanthesis assimilates to grain yield in wheat and barley. Nature. 270: 431-433.

2. Dalling, M. J., G. Boland, & J. H. Wilson. 1976. Relation between acid proteinase activity and redistribution on N during grain development in wheat. *Aust. J. of Plant Physi.* 3: 271-273.
3. Ehdaie, B. & J. G. Waines. 2001. Sowing date and N rate effects on dry matter and N partitioning in bread and durum wheat. *Field Crops Res.* 73: 47-61.
4. Ehdaie, B., J. G. Waines, & A. E. Hall. 1988. Differential responses of landrace and improved spring wheat genotypes to stress environment. *Crop Sci*: 28: 838-842.
5. Ellen, J. & J. H. Spiertz. 1980. Effects of rate and timing of N dressing on grain yield formation of winter wheat. *Fert. Res.* 1: 177-195.
6. Hossain, A. B. S., R. G. Srars, T. S. Cox, & G. M. Paulsen. 1990. Desiccation tolerance and its relationship to assimilate partitioning in winter wheat. *Crop Sci.* 30: 622-627.
7. Kirda, C., M. R. Derici, & J. S. Schepers. 2001. Yield response and N- fertilizer recovery of rained wheat growing in the Mediterranean region. *Field Crops Res.* 71: 113-122.
8. Mainard, S. D. & M. H. Jeuffroy. 2001. Partitioning of dry matter and N to the spike throughout the spike growth period in wheat crops subjected to N deficiency. *Field Crops Res.* 70: 153-165.
9. Nicolas, M. E. , R. J. Simpson, H. Lambers, & M. Dalling. 1985. Effects of drought on partitioning of N in two wheat varieties differing in drought- tolerance. *Annual Bot.* 55: 743-754.
10. Palta, J. A., N. C. Turner, & I. R. Filery. 1994. Remobilization of carbon and N in wheat as influenced by postanthesis water deficits. *Crop Sci.* 34: 118-124.
11. Papakosta, D. K., & A. A. Gagnas. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. *Agron. J.* 83: 864-870.
12. Pheloung, P. C. & K. H. M. Siddique. 1991. Contribution of stem dry matter to grain yields in wheat cultivars. *Aust. J. of Plant Physiol.* 18: 530-564.
13. Sofield, I., L. T. Evans, M. G. Cook, & I. F. Wardlaw. 1971. Factors influencing the rate and duration of grain filling in wheat. *Aust. J. of Plant physi.* 4: 785-797.
14. Zadoks, J. C., T. T. Chang, & C. F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.* 14: 415-421.