نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۱، ص. ۶۰۲-۵۹۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 3, Fall 2012, p. 591-602

بررسی روند پر شدن دانه در ارقام نخود زراعی (*Cicer arietinm* L.) در شرایط تنش خشکی و مصرف کود نیتروژنه آغازگر

سیروس منصوری‌فر[۱]- مراد شعبان[۲*]- مختار قبادی[۳] - سید حسین صباغ‌پور[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۵/۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۲/۲۷

چکیده

چگونگی توزیع مواد فتوسنتزی در گیاهان مختلف در شکل‌گیری عملکرد دانه اهمیت بسیار بالایی دارد. در این تحقیق که به همین منظور صورت گرفته است تأثیر تنش خشکی و کود نیتروژنه آغازگر روی روند پر شدن دانه، میزان، سهم و کارایی انتقال مجدد و همچنین سرعت و دوام پر شدن دانه و تأثیر آنها روی وزن نهایی و عملکرد دانه ارقام نخود مورد بررسی قرار گرفته است. آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمار تنش خشکی شامل سطح بدون تنش خشکی (آبیاری کامل)، سطح تنش خشکی متوسط (آبیاری در زمان کاشت و اوایل گلدهی) و سطح تنش خشکی شدید (بدون آبیاری) در کرت‌های اصلی قرار گرفتند. تیمارهای کود نیتروژنه در دو سطح (مصرف کود و بدون مصرف کود) با چهار رقم (شامل آزاد، هاشم و ژنوتیپ ILC482 و توده محلی بیونیج) فاکتوریل شد و در کرتهای فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تنش خشکی اثر معنی‌داری روی تمام صفات داشت و رقم نیز روی تمام صفات به جز انتقال مجدد و کارایی آن اثر معنی‌داری داشت. با افزایش شدت تنش خشکی میزان، سهم و کارایی انتقال مجدد و سرعت پر شدن دانه افزایش یافت ولی مدت پر شدن دانه، وزن نهایی دانه و عملکرد دانه کاهش یافت و ماده خشک کمتری در دانه‌ها تجمع یافت. در شرایط بدون تنش خشکی گیاه از طول دوره رشد بالاتری برخوردار بوده و تجمع مواد پرورده در آن بیشتر بوده که در نهایت باعث افزایش وزن نهایی دانه و افزایش عملکرد دانه در واحد سطح گردیده است. اثر کود نیتروژنه فقط روی وزن خشک ساقه و انتقال مجدد آن معنی‌دار شد به طوری که با مصرف کود نیتروژنه این صفات کاهش یافتند.

واژه‌های کلیدی: انتقال مجدد، تنش خشکی، پر شدن دانه و نخود

مقدمه

درحال حاضر قسمت اعظم تولید حبوبات در مناطق دیم صورت می‌گیرد و عملکرد بالقوه پایین ارقام کنونی، بکارگیری محدود نهاده‌های کشاورزی، اتخاذ روشهای نامناسب تولید و وقوع تنش‌های زیستی و غیر زیستی طی فصل رشد از عوامل مهم کاهش تولید و نوسانات عملکرد این گیاهان محسوب می‌شود، که این موضوع در شرایط تنش خشکی اهمیت بیشتری دارد (۴). تنش خشکی به عنوان مهم‌ترین تنش غیر زیستی نقش مهمی در کاهش تولید محصولات زراعی در جهان دارد (۱۰و۵۱). تنش خشکی سبب کاهش وزن خشک ساقه شده که این کاهش به دلیل کاهش در میزان فتوسنتز جاری (۱) و همچنین افزایش انتقال مجدد مواد پرورده (۴۶) می‌باشد. یکی از موضوعاتی که در شکل‌گیری عملکرد دانه اهمیت زیادی دارد چگونگی توزیع مواد فتوسنتزی در گیاهان می‌باشد (۲). همچنین یکی از روش‌های مهم و مفیدی که به‌نژادگران در معرفی ارقام پر محصول برای مناطق خشک با محدودیت آب به خصوص در پایان فصل رشد، به کار می‌برند، شناخت بهتر صفات فیزیولوژیکی موثر در پایداری عملکرد از جمله دوام پرورده‌سازی جاری گیاه و کارایی توزیع مجدد مواد به دانه است (۳۳). تنش خشکی در دوره پر شدن دانه، باعث نقصان فتوسنتز جاری شده و وزن نهایی دانه را کاهش می‌دهد (۳۴و۴۰) و در این زمان انتقال مجدد مواد نقش مهمی را در پر شدن دانه‌ها بازی می‌کند. مقدار و سهم توزیع مجدد مواد به شدت تنش و

۱و۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد، باشگاه پژوهشگران جوان، بروجرد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email:Shaban.morad@yahoo.com)
۴- دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان

اثر آن روی فتوسنتز و همچنین خصوصیات ژنتیکی گیاه بستگی دارد (۱۹و۲۳). هنگامی که دانه در حال پر شدن است کربوهیدراتهای محلول بیشتری از بافت‌های مختلف گیاه به سمت دانه حرکت می‌کنند که این حرکت از نظر مقدار و سهم آن در وزن دانه در شرایط تنش خشکی بیشتر می‌گردد (۳۷). به دلیل سرعت بیشتر توزیع مجدد در شرایط تنش، انباشت مقدار مناسبی از کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی در ساقه برای پشتیبانی تجمع مواد در دانه از طریق این فرایند ضروری به نظر می‌رسد. این مسئله در شرایط تنش شدید اهمیت بیشتری یافته، چون در این شرایط نقصان در فتوسنتز جاری بیشتر شده و به دنبال آن وابستگی وزن دانه به توزیع مجدد افزایش می‌یابد (۴۲).

مطالعاتی روی انتقال مجدد از ساقه نخود (۱۴و۳۸و۵۰) صورت گرفته و نتایج متنوعی به دست آمده است. انتقال مجدد مواد پرورده، کمبود مواد پرورده در شرایط تنش را به دلیل کاهش میزان فتوسنتز جبران می‌نماید (۲). بنابراین توزیع مجدد کربوهیدرات‌هایی که قبل و بعد از گرده‌افشانی در اندام‌های رویشی ذخیره می‌گردند، یک بافر مهم تعدیل تغییرات عملکرد دانه در شرایط بروز تنش در دوره پر شدن دانه‌ها به شمار می‌رود (۳۶و۳۹).

مطالعه روند رشد و پر شدن دانه و ارزیابی اثر پارامترهای فیزیولوژیک بر وزن دانه از تحقیقات پایه‌ای در برنامه‌های مطالعات به‌نژادی و فیزیولوژیکی به شمار می‌رود (۲۸). وزن دانه یکی از اجزاء مهم عملکرد بوده و تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی گیاه از نظر پتانسیل تولید دانه، رقابت دانه‌ها، طول دوره پر شدن دانه‌ها و شرایط محیطی قرار دارد (۴۷). نمو بذری که به عنوان عملکرد اقتصادی یک محصول دانه‌ای در نظر گرفته می‌شود، دارای دو مرحله سرعت پر شدن دانه و دوره پر شدن دانه می‌باشد، که سرعت پر شدن دانه بیانگر تجمع ماده خشک در زمان و طی مرحله خطی نمو دانه است (۱۲). سرعت پر شدن دانه به مقدار زیادی در کنترل ژنتیک بوده ولی مدت پر شدن دانه تحت تأثیر محیط است (۴۴). چنانچه کاهش وزن دانه از طریق افزایش سرعت پر شدن دانه جبران نگردد، در این صورت کاهش وزن نهایی دانه به کاهش مدت پر شدن دانه نسبت داده می‌شود (۷و۱۵). نتایج تحقیقات بارما و همکاران (۱۷) نشان داد که طول دوره رویشی تأثیر مستقیم مثبت و بالایی روی عملکرد داشته است، در حالی که دوره پر شدن دانه و تعداد روز تا رسیدن اثر مستقیم منفی روی آن داشته است. وزن بیشتر دانه‌ها با پر شدن سریع دانه‌ها و طولانی کردن این جریان همراه است (۹). سرعت پر شدن دانه مهمترین خصوصیت دوره پر شدن دانه می‌باشد، همچنین بین سرعت و مدت پر شدن دانه رابطه منفی بر قرار است (۴۹).

هدف از انجام این آزمایش بررسی میزان، سهم و کارایی انتقال مجدد مواد پرورده در عملکرد دانه و همچنین بررسی سرعت و دوام پر شدن دانه در چهار رقم نخود زراعی در شرایط تنش خشکی و مصرف کود نیتروژنه آغازگر می‌باشد.

مواد و روش ها

آزمایش در سال زراعی ۸۸- ۱۳۸۷ در دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه انجام شد. محل انجام آزمایش در ۳۳ درجه و ۳۶ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و۲۴ دقیقه طول خاوری از نصف النهار گرینویچ با ارتفاع ۱۳۱۹ متر از سطح دریا قرار دارد. متوسط بارندگی محل ۴۵۰ میلی متر می‌باشد. خاک منطقه آزمایش دارای بافت رسی بود. آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. در این آزمایش عامل آبیاری در ۳ سطح تنش شدید S_2 (بدون آبیاری)، تنش متوسط S_1 (آبیاری فقط در زمان کاشت و اوایل گلدهی) و بدون تنش S_0 (آبیاری در زمان کاشت، اوایل گلدهی، شروع غلاف‌دهی و در زمان پر شدن دانه‌ها) به عنوان شاهد در کرت‌های اصلی قرار گرفت. همچنین ترکیب چهار رقم نخود (شامل هاشم، آزاد، ژنوتیپ ILC482 و توده محلی بیونیج) توأم با کاربرد کود نیتروژنه آغازگر به میزان ۲۵ کیلو گرم در هکتار شامل سطح مصرف نیتروژن (N_1) و سطح بدون مصرف کود نیتروژنه(N_0) فاکتوریل شد و در کرتهای فرعی قرار گرفتند. هر کرت دارای ۶ ردیف کشت به طول ۵ متر و فاصله بین ردیف‌ها ۲۵ سانتیمتر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۱۰ سانتیمتر بود. بذور قبل از کاشت با قارچ‌کش کاربوکسین‌تیرام ضدعفونی شد. قبل از شروع غلاف‌دهی مزرعه با سم سوین به میزان ۳ کیلوگرم در هکتار علیه آفت هلیوتیس (*Heliothis armigera*) سمپاشی شد. از هر واحد آزمایشی دو ردیف کاشت به عنوان حاشیه و ازسایر ردیف‌ها برای بررسی صفات استفاده گردید. برای اندازه‌گیری وزن خشک ساقه در زمان ۵۰ درصد گل‌دهی و رسیدگی بوته‌های موجود در مساحت یک متر مربع را برداشت و در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک گردیدند و سپس وزن خشک آنها ثبت گردید. برای اندازه‌گیری مقدار، سهم و کارایی انتقال مجدد ساقه اولین نمونه گیری از شروع زمانی که ۵۰ درصد گلها باز شده بودند و مصادف با حداکثر وزن خشک ساقه بود انجام شد و پس از خشک نمودن توزین شدند. نمونه‌گیری دوم در زمان رسیدگی کامل مشابه نمونه‌برداری اول انجام گرفت. سپس با استفاده از معادلات ۱ و ۲ و ۳ میزان هر یک از این صفات تخمین زده شد (۱۴،۲۴،۲۵،۴۳و۵۲):

$$A= B-C \quad \text{معادله (۱)}$$

$$D= (A/B)*100 \quad \text{معادله (۲)}$$

$$E= (A/F)*100 \quad \text{معادله (۳)}$$

که در این معادلات، A= ماده خشک منتقل شده در فرایند انتقال مجدد، B= ماده خشک ساقه در زمان ۵۰ درصد گلدهی، C= ماده خشک ساقه در زمان رسیدگی، D= کارایی انتقال مجدد ساقه، E=

سهم انتقال مجدد ساقه در پر شدن دانه و F= عملکرد دانه می‌باشند.

جهت تعیین روند رشد دانه‌ها با شروع تشکیل شدن غلاف‌ها نمونه‌برداری‌ها هر ۴ روز یکبار (۱۴ بار) تا زمان رسیدگی کامل غلافها انجام شد. در هر بار نمونه‌برداری از غلافهای با اندازه متوسط هر کرت به طور تصادفی از بوته‌های مختلف تعداد ۲۰ عدد غلاف را برداشته و سپس دانه‌ها را از داخل غلافها بیرون آورده و در پاکتهای کاغذی به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و پس از این مدت وزن خشک دانه‌ها با ترازوی دقیق محاسبه و ثبت گردید (۷). در پایان با استفاده از وزن خشک نمونه‌ها و زمان منحنی رشد دانه ترسیم گردید.

نمونه‌های وزن شده جهت برآورد مؤلفه‌های رشد دانه‌ها استفاده گردید (۷). با تعیین ضرایب رگرسیون a، b، c و برازش آنها مشخص شد که تغییرات وزن دانه و زمان نمونه‌برداری از معادله درجه دوم پیروی می‌کند. با رسم نمودار مربوطه و بررسی روند تغییرات وزن دانه و با توجه به اینکه بیشترین وزن خشک بذر طی مرحله رشد خطی تجمع می‌یابد، نقاط غیر خطی حذف و از طریق رابطه خطی دو تکه‌ای وزن خشک دانه بر اساس زمان شروع و پایان مرحله رشد خطی دانه تعیین گردید (۷). در ضمن تجمع ماده خشک طی مراحل تأخیری در آغاز و پایان رشد بذر در نظر گرفته نشد. بر همین اساس شیب خط رگرسیون به عنوان سرعت موثر پر شدن دانه بر اساس رابطه زیر برآورد گردید (۷):

=سرعت موثر پر شدن دانه‌ها

معادله(۴) $(\sum XY-(\sum X)(\sum Y)/n) \ /(\sum X^2-(\sum X)^2/n)$

در این رابطه X روزهای نمونه‌برداری، Y وزن دانه و n تعداد نمونه‌برداری می‌باشد.

همچنین برای تعیین مدت زمان (دوام) پر شدن دانه‌ها از رابطه زیر استفاده شد (۷):

معادله (۵)

(سرعت پر شدن دانه/ وزن نهایی دانه) = دوره موثر پر شدن دانه

در پایان آنالیز داده‌ها و ترسیم منحنی‌ها با استفاده از نرم افزارهای Excell، SAS.JMP.9.1 و MSTAT-C انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج وبحث

وزن خشک ساقه در ۵۰ درصد گل‌دهی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تنش خشکی، رقم، کود نیتروژن و اثرات متقابل تنش×کود و رقم×کود و همچنین اثر متقابل سه گانه تنش×کود×رقم روی وزن خشک ساقه در ۵۰ درصد گل‌دهی معنی‌دار شد ($p\leq$۰/۰۱) (جدول۱). ساقه محل اصلی ذخیره قبل از گرده‌افشانی بوده و معمولاً گیاهان تا قبل از گل‌دهی کمتر با عوامل نامساعد محیطی و درونی محدود کننده فتوسنتز مواجه هستند (۳۵)

جدول۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عوامل موثر در پر شدن دانه در ارقام نخود تحت شرایط تنش خشکی و کود نیتروژنه

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک ساقه در گلدهی	وزن خشک ساقه در رسیدگی	انتقال مجددساقه	کارایی انتقال مجددساقه	سهم انتقال مجددساقه در پر شدن دانه ها	سرعت پر شدن دانه	مدت پر شدن دانه	وزن نهایی دانه	عملکرد دانه
تکرار	۲	۶۶۹۴	۱۳۶۵۶	۱۴۵۷	۱۵۱	۱۸۶	۱۴/۳۲	۳۲/۷۵	۳۲	۹۳۸۵۱۹/۳
تنش خشکی	۲	۶۷۹۲۲۱**	۱۰۸۸۵۵۵**	۵۳۹۲۶**	۹۸۵۷**	۱۶۷۲**	۷۳۲۱۵۴**	۳۳۱۱*	۳۳۱۱**	۲۵۷۱۳۴۰۷/۷**
فاضلاتی	۴	۶۹۰۱	۹۱۲۰	۸۳۴۶	۶۰۰	۴۰۸	۳۳	۳۳۱۶	۳۳۱	۹۷۰۲۶۸/۴
کود نیتروژنه	۱	۴۶۵۱۲**	۹۸۴۶ ns	۱۴۵۵۷*	۶۵۹ ns	۱۶۹ ns	۱۱۷ ns	۵۴ ns	۳۳ ns	۸۱۶۰۱۱/۱ ns
رقم	۳	۷۳۷۵۰**	۱۷۶۴۸۶**	۱۱۷۵ ns	۶۷ ns	۶۵۳**	۳۳۰*	۳۹۳*	۶۵۳*	۳۱۵۵۶۶۲۹/۹**
تنش×کود	۲	۶۵۱ ns	۳۴۱۹ ns	۵۵۹ ns	۵۱ ns	۳۳ ns	۸۹۶ ns	۲۳۳۱ ns	۱۰۱ ns	۲۷۷۵۲۷/۷ ns
رقم×کود	۳	۲۱۶۳۹**	۳۴۹۱۱*	۲۹۲۲ ns	۱۳۳ ns	۳۳ ns	۵۴۱۳ ns	۳۳۵۴ ns	۶۳ ns	۲۰۰۱۸۵ ns
تنش×کود×رقم	۶	۴۶۷۰۴**	۲۲۶۱۲۷**	۱۰۰۶ ns	۲۰۹*	۲۸۹ ns	۱۴۱۵ ns	۱۲۷ ns	۳۳ ns	۹۳۶۵۹۲/۴ ns
خطای b	۶	۳۳۱۶**	۲۰۱۸۸۰**	۲۰۷۶ ns	۶۳ ns	۳۳ ns	۱۷ ns	۳۲۱۶ ns	۳۳۱ ns	۲۸۲۶۶۶۱/۱**
	۳۲	۲۷۸۰	۳۶۵۱	۱۹۶۶	۱۱۸	۱۲۷	۵۲/۲	۵۵	۳۳۱	۱۸۱۱۲۲/۴
ضریب تغییرات٪		۱۴/۰۹	۱۷/۶	۳۲/۳	۲۸/۹	۱۲/۵	۱۴	۹/۹۸	۱۱/۲۲	۲۵/۸

ns: عدم معنی‌داری، *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، **: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

میانگین (MS)

لذا وزن خشک بیشتر ساقه را در این مرحله از این دیدگاه می‌توان یک صفت مطلوب و مقاوم به خشکی دانست (۲). مقایسات میانگین نیز نشان داد که بین سطوح تنشی از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود دارد به طوری که بیشترین وزن خشک ساقه در زمان ۵۰ درصد گل‌دهی در شرایط بدون تنش حاصل شد و با افزایش تنش خشکی از میزان وزن خشک ساقه کاسته شد. در شرایط بدون تنش بیشترین میزان وزن خشک در زمان ۵۰ درصد گل‌دهی به میزان ۷۵۰ گرم در متر مربع در رقم هاشم حاصل شد که این رقم با سایر ارقام در این شرایط تفاوت معنی‌داری داشت. پس از رقم هاشم بیشترین تولید وزن خشک به میزان ۶۰۰ گرم در متر مربع مربوط به رقم بیونیج بود و کمترین میزان به مقدار۴۲۰ گرم در متر مربع در رقم آزاد تولید شد. در شرایط تنش نیز بیشترین میزان وزن خشک ساقه مربوط به رقم محلی بیونیج بود (شکل۱) که نشان دهنده سازگاری و کارایی بیشتر این رقم در این شرایط می‌باشد.

وزن خشک ساقه در زمان رسیدگی

اثر تنش خشکی، رقم، اثر متقابل تنش خشکی×رقم و اثر متقابل سه‌گانه تنش×رقم×کود روی وزن خشک ساقه در زمان رسیدگی معنی‌دار شد (جدول۱).

بیشترین وزن خشک ساقه در زمان رسیدگی در شرایط بدون تنش حاصل شد و با افزایش شدت تنش از میزان آن کاسته شد. راوسون و ایوانز (۴۶) اظهار داشتند که کارایی بخش‌های رویشی در انتقال مجدد ماده خشک به وزن خشک این اندامها در مرحله گرده افشانی بستگی دارد. وزن خشک بیشتر بخشهای رویشی در این مرحله به مشارکت بیشتر ماده خشک ذخیره شده در انتقال مجدد به دانه و بهبود عملکرد در شرایط تنش خشکی منتهی می‌گردد (۴۶). در شرایط بدون تنش و در بین ارقام بیشترین میزان آن مربوط به رقم هاشم بود و پس از آن رقم بیونیج بیشترین وزن خشک ساقه را دارا بود و کمترین میزان آن نیز در این شرایط در رقم آزاد به دست آمد (شکل۲). رقم هاشم یک رقم پابلند بوده و با توجه به بیوماس هوایی تولیدی بالایی که در زمان رشد رویشی تولید می‌کند دارای بیشترین وزن خشک ساقه در زمان رسیدگی بود.

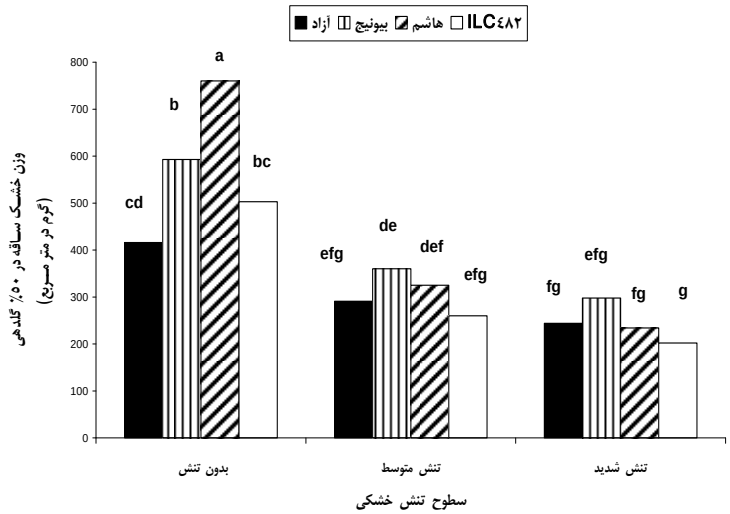
میزان انتقال مجدد ساقه

تأثیر تنش خشکی ($p\leq۰/۰۱$) و کود نیتروژن ($p\leq۰/۰۵$) بر انتقال مجدد مواد معنی‌دار بود (جدول۱). در شرایط تنش شدید بیشترین میزان انتقال مجدد به میزان ۱۲۷ گرم در متر مربع صورت گرفت که این میزان نسبت به حالت تنش متوسط ۴۱ درصد و نسبت به حالت بدون تنش ۷۴ درصد بیشتر بود. این نتایج با نتایج کار نادری (۱۶) مطابقت داشت. اهدایی و وینز (۳۱) نیز گزارش کردند که در گندم میانگین درصد انتقال مجدد در شرایط تنش از میانگین انتقال مجدد در شرایط مطلوب بیشتر است.

جدول۲- مقایسات میانگین عوامل موثر در پر شدن دانه در ارقام رقم نخود تحت شرایط تنش خشکی و کود نیتروژنه

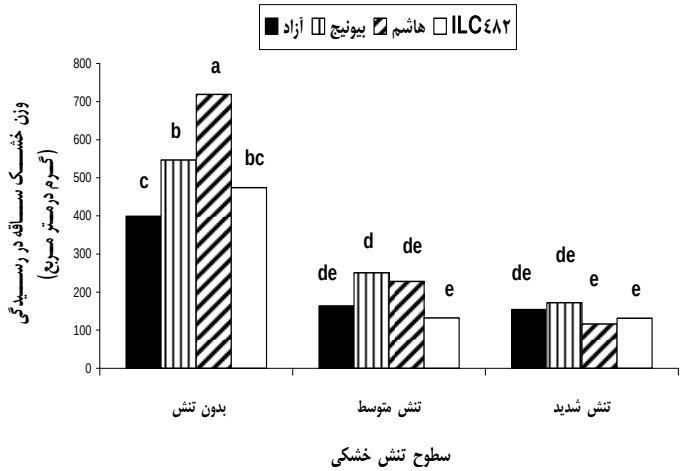
تیمارها	وزن خشک ساقه در گلدهی (گرم در متر مربع)	وزن خشک ساقه در رسیدگی (گرم در متر مربع)	انتقال مجددساقه (گرم در متر مربع)	کارایی انتقال مجددساقه (درصد)	سهم انتقال مجدد ساقه در پر شدن دانه ها (درصد)	سرعت پر شدن دانه (میلی گرم در دانه در روز)	دوام پر شدن دانه (روز)	وزن نهایی دانه (میلی گرم در دانه)	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار)
تنش خشکی									
بدون تنش	۵۶۸/۳^{a}	۵۳۵/۱^{a}	۳۳/۱۵^{b}	۵/۹۸^{b}	۱/۳۷^{b}	۷/۷^{b}	۳۶/۵^{a}	۴۳/۷^{a}	۲۲۲۲۹/۶^{a}
تنش متوسط	۲۸۲/۸^{b}	۱۹۴/۳^{b}	۸۸/۶^{ab}	۱۱/۷^{a}	۷/۶۳^{ab}	۸/۳۶^{a}	۳۴/۳^{a}	۳۷۰^{b}	۱۱۹۶/۳^{b}
تنش شدید	۲۷۱/۱^{b}	۱۳۲/۶^{b}	۱۲۷^{a}	۲۱/۹^{a}	۱۷/۹^{a}	۹/۳^{a}	۳۲/۱^{b}	۳۲۵^{c}	۸۱۵^{b}
LSD	۶۶/۵	۷۶/۵	۲۳/۶۶	۱۹/۶	۱۶/۲	۳/۴	۱۱/۴۵	۳۱/۶	۵۵۸/۲
کودنیتروژن									
بدون مصرف	۵۹۹/۵^{a}	۳۰۲/۷	۹۶/۸^{a}	۱۵/۱	۵/۱۰	۸/۴۴	۳۲/۸	۳۷۰	۱۳۸۸/۸
با مصرف	۳۴۸/۶^{b}	۱۷۹/۳	۶۹/۳^{b}	۱۲/۶	۷/۴	۸/۳۶	۳۵/۴	۳۸۰	۱۴۳۸/۳
LSD	۲۵	۳۴/۴	۲۱	۵/۱	۳۶/۶	۲/۴	۳۲/۸	۴۷/۹	۱۲۰/۶
ارقام									
آزاد	۲۱۷/۴^{b}	۲۳۹/۷^{b}	۷۷/۷^{b}	۱۴^{c}	۶^{b}	۸/۴^{b}	۳۲/۸^{b}	۳۶۰^{b}	۱۵۱۸/۳^{a}
بیونیج	۴۱۷/۳^{a}	۳۳۲/۶^{a}	۹۲/۷^{a}	۱۶/۵^{b}	۶/۱^{b}	۱۰/۵^{a}	۳۷/۳^{a}	۵۰۰^{a}	۱۶۷۵/۵^{a}
هاشم	۳۳۹/۷^{a}	۳۵۴/۸^{a}	۸۴/۹^{ab}	۲۰^{a}	۱۸^{a}	۹/۱^{ab}	۳۵/۳^{a}	۳۲۰^{bc}	۹۱۲/۳^{b}
ILC482	۲۲۱/۷^{b}	۲۴۵/۸^{b}	۷۵/۹^{b}	۱۷/۹^{b}	۵/۶^{b}	۶/۶^{c}	۳۰^{a}	۳۳۰^{c}	۱۵۳۶/۱^{a}
LSD	۳۵/۴	۳۴/۶۳	۲۹/۸۲	۷/۳۱	۷/۵	۱۲/۷	۴۱/۹	۶۲/۵	۱۷۰/۵

- مقادیر هر ستون که حرف مشترکی با هم ندارند در سطح آماری ۰/۰۵ تفاوت معنی‌دار با هم دارند



شکل۱- اثر برهم کنش تنش خشکی و رقم بر وزن خشک ساقه در زمان ۵۰ درصد گل‌دهی در ارقام نخود

میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر جزء بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.



شکل۲- اثر برهم کنش تنش خشکی و رقم بر وزن خشک ساقه در زمان رسیدگی در ارقام نخود

میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر جزء بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

مصرف کود نیتروژن سبب کاهش میزان انتقال مجدد مواد پرورده شد و میزان آن را نسبت به حالت بدون مصرف کود نیتروژنه ۲۹ درصد کاهش داد. از این لحاظ نیز در بین ارقام اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۲) که با نتایج کار پاپاکوستا و جیانز (۴۳) مطابقت داشت. در یک بررسی که روی انتقال مجدد ماده خشک ساقه در گیاه نخود صورت گرفت بین زمان گل‌دهی و رسیدگی میانگین انتقال مجدد ۱۸-۳۰ درصد بود (۳۹). این نتایج با نتایج حاصل از کار مجدم و همکاران (۱۳) مطابقت داشت.

کارایی انتقال مجدد ساقه

اثر تنش خشکی و اثر متقابل تنش×رقم روی کارایی انتقال مجدد مواد پرورده معنی‌دار شد و اثر سایر تیمارها بر آن معنی‌دار نبود (جدول۱). در برخی از مطالعات صفت کارایی انتقال مجدد در شرایط تنش یکی از عوامل مهم در پایداری عملکرد دانه محسوب می‌گردد (۳۲و۳۶). با افزایش شدت تنش خشکی کارایی انتقال مجدد مواد پرورده نیز افزایش یافت به طوری که کمترین میزان کارایی انتقال مجدد در شرایط بدون تنش و بیشترین میزان آن در شرایط تنش

شدید رخ داد. این وضعیت بیانگر آن است که تحت شرایط تنش کمبود آب نسبت ماده خشک منتقل شده به ذخیره شده بیشتر می‌شود تا کاهش ملکرد دانه را تا حدی جبران نماید (۱۳). در شرایط تنش شدید بیشترین کارایی انتقال مجدد به میزان ۱۹ درصد مربوط به رقم هاشم بود و کمترین میزان آن به میزان حدود ۱۴ درصد نیز مربوط به رقم بیونیج بود و اختلاف بین این دو معنی‌دار بود (شکل۳). این یافته‌ها با نتایج کار اهدایی و وینز (۳۱) روی گندم مطابقت داشت.

سهم انتقال مجدد ساقه در پر شدن دانه‌ها

تأثیر تنش خشکی و رقم بر سهم انتقال مجدد ساقه در پر شدن دانه‌ها معنی‌دار شد ($p\leq$۰/۰۱) و اثر سایر تیمارها روی آن معنی‌دار نبود (جدول۱). در شرایط بدون تنش سهم انتقال مجدد ساقه در پر شدن دانه‌های نخود بسیار ناچیز و حدود یک درصد بود، ولی با افزایش شدت تنش خشکی سهم انتقال مجدد ساقه در پر شدن دانه‌ها نیز افزایش یافت به طوری که در شرایط تنش متوسط سهم آن ۷ درصد و در شرایط تنش شدید این سهم ۱۷ درصد بود. مقدار و سهم توزیع مجدد به شدت تنش و اثر آن روی فتوسنتز و همچنین خصوصیات ژنتیکی گیاه بستگی دارد (۱۹و۲۳). امام و نیک نژاد (۳) گزارش کردند که در گیاهان تحت تنش که فتوسنتز جاری آنها بویژه در دوره پر شدن دانه‌ها محدود شده باشد وابستگی بیشتر به مواد ذخیره شده در بخش‌های رویشی پیش از گلدهی، نشان دهنده نیاز دانه‌ها به تأمین مواد مکمل است. در بین ارقام نیز بیشترین سهم انتقال مجدد ساقه در پر شدن دانه‌ها مربوط به رقم هاشم بود که از این لحاظ با سایر ارقام تفاوت معنی‌داری داشت و کمترین میزان آن نیز مربوط به رقم بیونیج بود هر چند که این رقم با ارقام آزاد و ILC482 از این لحاظ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول۲). همچنی این نتایج با نتایج حاطل از کار مجدم و همکاران (۱۳) مطابقت داشت.

سرعت پر شدن دانه

تأثیر تنش خشکی ($p\leq$۰/۰۱) و رقم ($p\leq$۰/۰۵) بر سرعت پر شدن دانه معنی‌دار شد و اثر سایر تیمارها روی آن معنی‌دار نشد (جدول۱). تنش رطوبتی در طول دوره پر شدن دانه ممکن است از طریق کاهش دوره پر شدن دانه (۲۱) و یا سرعت پر شدن دانه (۲۰) عملکرد را کاهش دهد. از طرفی تنش رطوبتی ممکن است در مراحل اولیه پر شدن دانه از طریق کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرم بر روی پر شدن دانه و در نتیجه عملکرد اثر بگذارد (۴۹).

بیشترین میزان سرعت پر شدن دانه به میزان ۹/۴ میلی‌گرم در دانه در روز در شرایط تنش شدید رخ داد و این مقدار نسبت به شرایط بدون تنش که ۷/۷ میلی‌گرم در دانه در روز بود ۱۹ درصد افزایش نشان داد که اختلاف بین این دو نیز معنی‌دار بود. افزایش سرعت پر شدن دانه در این شرایط احتمالاً به دلیل شرایط فرار از خشکی گیاهان در تکمیل چرخه زندگی و پر شدن دانه‌ها می‌باشد (۵). در تحقیقی که احمدی و همکاران (۲) روی ارقام مختلف گندم انجام دادند به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی باعث افزایش معنی‌دار سرعت پر شدن دانه می‌شود در حالی که تأثیر معنی‌داری روی دوام پر شدن دانه نداشت. در بین ارقام نیز بیشترین میزان سرعت پر شدن دانه به میزان ۱۰/۵ میلی گرم در دانه در روز مربوط به رقم بیونیج بود که این رقم نسبت به رقم آزاد که کمترین سرعت پر شدن دانه به میزان ۶/۶ میلی گرم در دانه در روز را داشت ۳۸ درصد افزایش را نشان داد و اختلاف بین این دو نیز معنی‌دار بود (جدول۲). این نتایج با نتایج کارهای (۴۸) مطابقت داشت.

مدت زمان مؤثر در پر شدن دانه‌ها

تأثیر تنش خشکی و رقم روی مدت زمان پر شدن دانه‌ها معنی‌دار شد و اثر سایر تیمارها روی آن معنی‌دار نشد (جدول۱). خشکی در طی مرحله پر شدن دانه به ویژه اگر با گرما همراه باشد می‌تواند موجب تسریع پیری، کاهش دوره پر شدن دانه و کاهش وزن دانه گردد (۲۶). کاهش دوره پر شدن دانه همراه با افزایش سرعت پر شدن دانه در شرایط تنش خشکی یک پدیده جبرانی در گیاهان زراعی بوده و نقش آن در ثابت نگه داشتن عملکرد دانه در شرایط تنش نسبت به شرایط غیر تنش مورد تأکید قرار گرفته است (۳۱).

در شرایط بدون تنش مدت زمان مؤثر در پر شدن دانه‌ها ۳۶ روز بود که نسبت به حالت تنش شدید که ۳۲ روز بود اختلاف معنی‌داری داشت. سین و همکاران (۲۷) نیز گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش دوره پر شدن دانه‌ها می‌گردد. ژنوتیپ ILC482 بیشترین مدت زمان مؤثر در پر شدن دانه‌ها را دارا بود که نسبت به سایر ارقام از این نظر اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۲). کاهش دوره پر شدن دانه به دلیل توقف عرضه مواد فتوسنتزی، کاهش محتوی آب دانه و یا توقف فعالیت متابولیکی مخزن می‌تواند باشد (۲). به گفته بروکنر و فروبرگ (۲۲) با توجه به همبستگی ژنتیکی سرعت پر شدن دانه با دوره پر شدن دانه، دستیابی به عملکرد بالا از طریق افزایش سرعت پر شدن دانه و کاهش طول دوره پر شدن دانه امکان‌پذیر است.

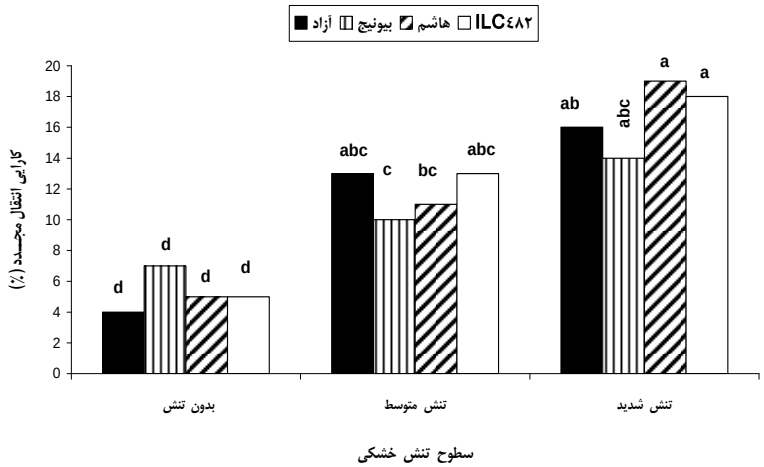
وزن نهایی دانه

تنش خشکی ($p\leq$۰/۰۱) و رقم ($p\leq$۰/۰۵) بر وزن نهایی دانه‌ها معنی‌دار شد و اثر سایر صفات روی آن معنی‌دار نبود (جدول۱). وزن دانه بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دانه دارد و به عنوان یک صفت مهم در انتخاب برای مقاومت به خشکی مورد توجه قرار دارد (۸) به طوری که وزن دانه و عملکرد آن با افزایش تعداد آبیاری به

طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (۱۱). تحقیقات متعدد حاکی از آن است که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار وزن نهایی دانه‌ها می‌گردد (۳۴و۴۰). جدول مقایسات میانگین نشان می‌دهد که با افزایش شدت تنش خشکی از وزن نهایی دانه‌ها کاسته شد و به دنبال آن عملکرد دانه نیز کاهش یافت. بیشترین وزن نهایی دانه به مقدار ۴۳۷ میلی گرم در شرایط بدون تنش حاصل شد که نسبت به شرایط تنش متوسط ۱۶ درصد و نسبت به شرایط تنش شدید ۲۶ درصد بیشتر بود و اختلاف بین آنها نیز معنی‌دار بود. تغییرات کاهش عملکرد دانه، کاهش طول دوره مؤثر پر شدن دانه و کاهش حداکثر وزن دانه با یکدیگر موازی بوده و سرعت رشد دانه دارای روندی مخالف روند فوق‌الذکر بود (جدول۲). در بین ارقام نیز بیشترین وزن نهایی دانه به میزان ۵۰۰ میلی گرم در رقم بیونیج حاصل شد که نسبت به ارقام آزاد، هاشم و ژنوتیپ ILC482 که وزن نهایی دانه در آنها به ترتیب ۳۶۰، ۳۳۰ و ۳۲۰ میلی گرم در دانه بود به ترتیب ۲۸، ۴۴ و ۴۶ درصد بیشتر بود همچنین بیشترین میزان عملکرد دانه نیز مربوط به رقم بیونیج بود (جدول۲). در کل در بین ارقام سرعت پر شدن دانه دارای اختلافات معنی‌دار بیشتری نسبت به دوام پر شدن دانه بود (جدول۲) و با توجه به اینکه تنش خشکی روی سرعت پر شدن دانه ($p\leq ۰/۰۱$) و مدت پر شدن دانه ($p\leq ۰/۰۵$) اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱) گزارش می‌گردد که سرعت پر شدن دانه نسبت به دوره پر شدن دانه مؤلفه مهمتری در وزن نهایی دانه می‌باشد. این نتایج با نتایج کارهای (۱۸و۵،۱۶) مطابقت داشت.

همبستگی صفات با عملکرد دانه

همبستگی بین عملکرد دانه با وزن نهایی دانه و وزن خشک ساقه در زمان رسیدگی مثبت و در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و با افزایش وزن نهایی دانه عملکرد دانه نیز افزایش یافت. همبستگی عملکرد دانه با انتقال مجدد و سهم انتقال مجدد ساقه در پر شدن دانه‌ها منفی و معنی‌دار بود و با افزایش عملکرد دانه انتقال مجدد و سهم انتقال مجدد ساقه در پر شدن دانه‌ها کاهش یافت چون افزایش عملکرد دانه نشان دهنده شرایط بدون تنش می‌باشد که در شرایط بدون تنش انتقال مجدد و سهم آن در پر شدن دانه‌ها کاهش یافت ولی با افزایش شدت تنش این پارامترها افزایش یافت و عملکرد دانه نیز کاهش یافت. وزن نهایی دانه نیز با انتقال مجدد، کارایی انتقال مجدد و سهم انتقال مجدد ساقه در پر شدن دانه‌ها منفی و با سایر صفات مثبت بود هرچند که این همبستگی معنی‌دار نشد. همبستگی بین انتقال مجدد با کارایی انتقال مجدد و سهم انتقال مجدد ساقه در پر شدن دانه‌ها نیز مثبت و معنی‌دار بود و با افزایش انتقال مجدد این صفات نیز افزایش یافتند. همبستگی بین انتقال مجدد و وزن خشک ساقه در زمان ۵۰ درصد گل‌دهی و رسیدگی منفی و معنی‌دار بود و نشان می‌دهد که با افزایش وزن خشک که نشان دهنده عدم شرایط تنش حاکم بر گیاه است از میزان انتقال مجدد نیز کاسته گردید. بین وزن خشک ساقه در زمان گل‌دهی و وزن خشک ساقه در زمان رسیدگی نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت که با افزایش یکی از آنها دیگری نیز افزایش یافت. بین سرعت و مدت پر شدن دانه نیز همبستگی منفی وجود داشت. این نتایج با نتایج حاصل از کار احمدی و همکاران (۲) و پاک‌نژاد و همکاران (۵) مطابقت داشت



شکل۳- اثر برهم کنش تنش خشکی و رقم بر کارایی انتقال مجدد ارقام نخود

-میانگین‌های دارای حروف مشترک برای هر جزء بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

جدول۳- همبستگی عوامل مؤثر در پر شدن دانه در ارقام رقم نخود تحت شرایط تنش خشکی و کود نیتروژنه

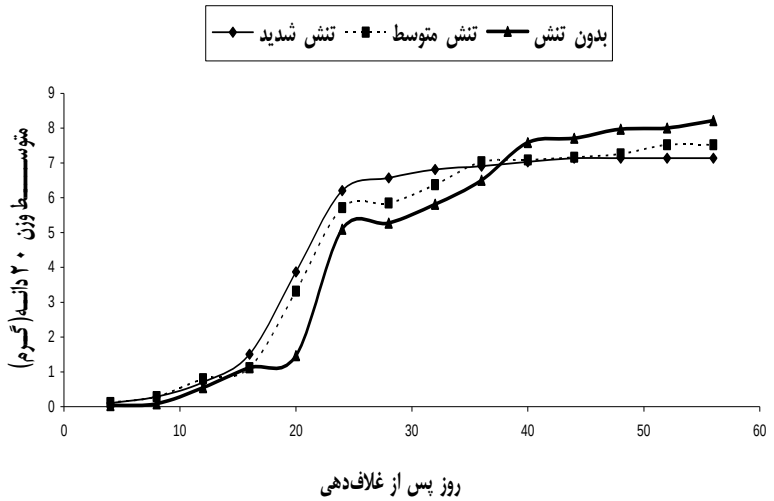
	(Y)	(W)	(D)	(R)	(A)	(E)	(Ri)	(SW)	(AW)
عملکرد دانه(Y)	۱								
وزن نهایی دانه(W)	۰/۶۸*	۱							
دوام پر شدن دانه(D)	۰/۵ns	۰/۲۹ ns	۱						
سرعت پر شدن دانه(R)	-۰/۳۲ns	۰/۴۱ ns	-۰/۳۹ ns	۱					
سهم انتقال مجددساقه در پر شدن دانه ها(A)	-۰/۹۱**	-۰/۶ ns	-۰/۴۸ ns	۰/۴۲ ns	۱				
کارایی انتقال مجددساقه(Ef)	-۰/۷۹*	-۰/۴۹ ns	-۰/۱۱ ns	۰/۳۵ ns	۰/۸**	۱			
انتقال مجددساقه(Ri)	-۰/۸۱**	-۰/۳۲ ns	-۰/۴۶ ns	۰/۵۳ ns	۰/۷۳*	۰/۸**	۱		
وزن خشک ساقه در رسیدگی(SW)	۰/۶۷*	۰/۴۶ ns	۰/۳۵ ns	-۰/۰۹ ns	-۰/۳۸ ns	-۰/۵۴ ns	-۰/۶۹*	۱	
وزن خشک ساقه در گلدهی(AW)	۰/۶۴ ns	۰/۵۱ ns	۰/۳۲ ns	-۰/۰۰۲ ns	-۰/۳۲ ns	-۰/۵۱ ns	-۰/۶۸*	۰/۹۶**	۱

ns: عدم معنی‌داری، *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، **: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

منحنی رشد دانه

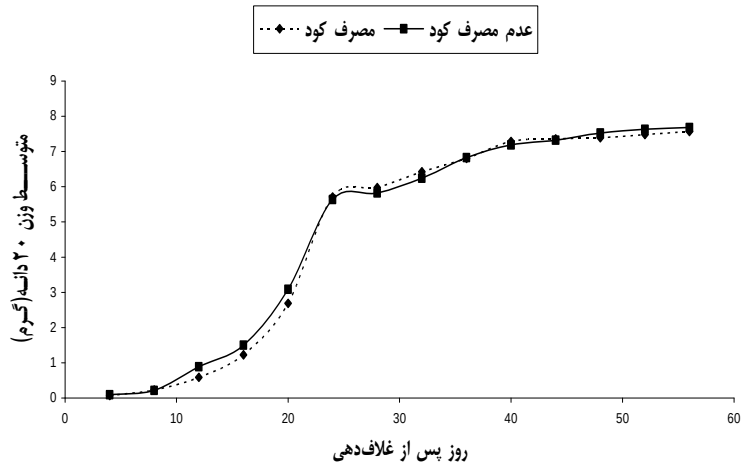
روند پر شدن دانه به وسیله یک منحنی سیگموئیدی توجیه می‌گردد و همانند منحنی رشد گیاه دارای سه مرحله رشد بطئی، رشد خطی و رسیدگی فیزیولوژیک قابل تمایز است (۲۷). در تمامی تیمارهای تنش و کود منحنی رشد دانه روند تقریباً یکسانی داشته است. در تیمارهای تنشی مشاهده می‌شود که در ابتدا پر شدن دانه‌ها به کندی در حال افزایش می‌باشد و ۱۶ روز پس از تشکیل غلاف‌ها پر شدن دانه‌ها شدت بیشتری گرفته و مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه‌ها منتقل می‌گردد. در این مدت که رشد پر شدن دانه دارای یک روند بطئی می‌باشد، اگر چه فقط حدود ۵ الی ۱۵ درصد وزن دانه تشکیل می‌گردد ولی نقش کلیدی در وزن نهایی دانه دارد (۴۴) و هر عاملی از جمله تنش خشکی که این دوره را کوتاه کند، موجب کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرم و در نتیجه موجب کاهش وزن دانه می‌گردد (۴۴). پس از این مرحله منحنی پر شدن دانه‌ها شدت می‌گیرد. این شدت گرفتن در تیمار بدون تنش نسبت به تیمارهای تنشی با تأخیر شروع شد، دلیل این امر این است که چون نخود گیاهی با رشد نامحدود است در اثر آبیاری گیاه همچنان در حال رشد رویشی و زایشی می‌باشد و پر شدن سریع دانه‌ها دیرتر آغاز می‌شود. در گیاه نخود میزان ماده تجمع یافته در گیاه به شکل معنی‌داری تحت تأثیر ژنوتیپ، رژیم‌های مختلف آبیاری و اثرات متقابل آنها قرار گرفت و مشاهده شد که این صفات در لاین‌های مختلف نخود با افزایش میزان آبیاری از یک روند نسبتاً متعادل خطی پیروی می‌کنند و سایر پارامترها نیز با این روند افزایش پیدا می‌کنند (۶). در تیمار بدون تنش مشاهده شد که در ابتدا، پر شدن کند دانه‌ها در حدود ۲۰ روز و سپس پر شدن سریع دانه‌ها ۱۰ الی ۱۲ روز طول کشیده و پس از این مدت دوباره روند پر شدن دانه‌ها کند شد. در تیمارهای تنش پر شدن کند اولیه دانه‌ها کمتر از تیمار بدون تنش و حدود ۱۵ الی ۱۶ روز طول کشیده و سپس پر شدن سریع دانه‌ها شروع شده و در نهایت در مدت زمانی کمتر از تیمار بدون تنش پر شدن دانه‌ها متوقف گردید. در دوره خطی پر شدن دانه، سرعت و دوره پر شدن دانه در تعیین وزن و عملکرد دانه اهمیت زیادی دارند (۳۰). پس از گذشت این مرحله نیز دوباره روند تجمع مواد فتوسنتزی کند می‌گردد و اگر چه در این مرحله که رسیدگی فیزیولوژیکی نام دارد فقط ۵ درصد در وزن نهایی دانه نقش دارد ولی از جنبه‌های مختلف بر وزن و کیفیت دانه اثر دارد (۵). مهمترین فرآیند این دوره کاهش سریع رطوبت دانه است که سبب کاهش شدید تنفس می‌گردد (۵). اثر تنش‌های محیطی در این مرحله کمتر است. در تیمار تنش شدید تجمع مواد فتوسنتزی در دانه‌ها تاحدود ۴۰ روز پس از غلاف‌دهی صورت گرفت و پس از این مدت به دلیل توقف تجمع مواد در دانه‌ها روند منحنی رشد دانه ثابت بوده و هیچ افزایشی در این منحنی دیده نشد و این زمان نشان دهنده بلوغ فیزیولوژیک دانه‌ها می‌باشد. روند افزایشی پر شدن دانه‌ها در تیمار تنش متوسط نیز تا ۴۵ روز پس از غلاف‌دهی بصورت افزایشی بود و پس از این مدت روند منحنی ثابت بوده و افزایشی در تجمع مواد در دانه‌ها مشاهده نشد. در تیمار بدون تنش پر شدن دانه‌ها مدت زمان بیشتری طول کشید و در نهایت وزن دانه‌ها در این تیمار از تیمارهای تنش بیشتر بوده و عملکرد آن نیز نسبت به تیمارهای تنش بیشتر بود (شکل۴). اوسترهیس و همکاران (۴۱) نیز گزارش نمودند که تنش خشکی باعث تسریع در رسیدگی و گلدهی می‌گردد (۴۱). همچنین وقوع تنش خشکی در مرحله گلدهی و دانه‌بندی، دوره پر شدن دانه را کوتاه می‌نماید (۴۸).

در بین ارقام نیز رقم بیونیج از سرعت رشد بیشتری برخوردار بوده و سریع‌تر از سایر ارقام دانه هایش به بلوغ فیزیولوژیک می‌رسند. در این رقم حدود ۳۶ روز روند پر شدن دانه‌ها ادامه داشت و پس از این مدت تجمع مواد در دانه‌ها صورت نگرفت. در طول این مدت در این رقم نسبت به سایر ارقام مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه‌ها منتقل شد به طوری که بیشترین وزن دانه‌ها در پایان رشد مربوط به این رقم بود. رقم هاشم دارای طولانی ترین زمان پر شدن دانه‌ها بود، به طوری که طول دوره پر شدن دانه‌ها در این رقم دو برابر طول دوره پر شدن دانه در رقم بیونیج و حدود ۶۰ روز بود. و کمترین وزن دانه را داشت و دلیل آن نیز این است که این رقم بیشتر مواد فتوسنتزی خود را به رشد رویشی و افزایش ارتفاع اختصاص می‌دهد تا افزایش وزن تک دانه (شکل۶).



شکل٤- روند پر شدن دانه در ارقام نخود در شرایط وجود و عدم وجود تنش خشکی

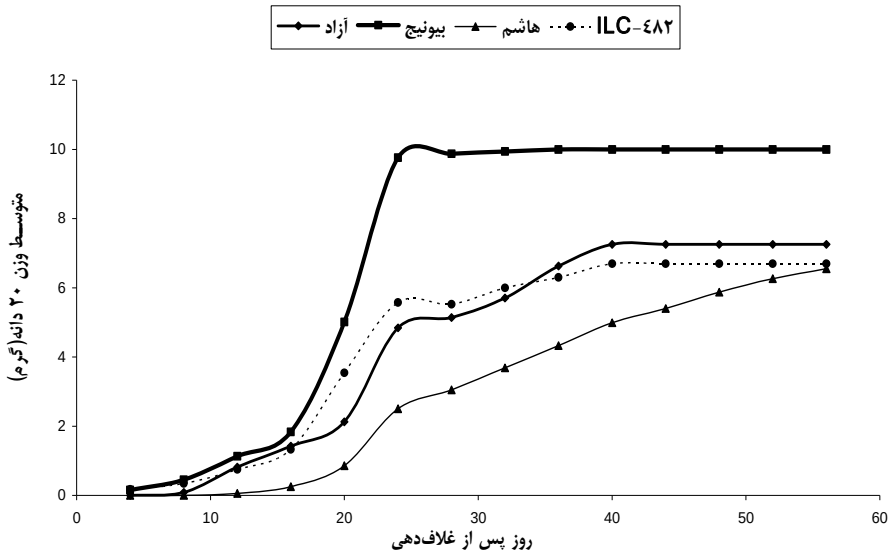
بین تیمارهای مصرف و عدم مصرف کود نیتروژنه نیز از این لحاظ اختلافی وجود نداشته و روند پر شدن دانه در آنها تقریباً یکسان بود (شکل۵).



شکل۵- روند پر شدن دانه در ارقام نخود در شرایط مصرف و عدم مصرف کود نیتروژن

نتیجه‌گیری

وزن خشک ساقه در زمان گلدهی و رسیدگی تابع محتوای رطوبتی گیاه می‌باشد، از این رو تنش رطوبتی در این زمانها سبب کاهش وزن خشک ساقه گردیده است. با افزایش شدت تنش خشکی میزان انتقال مجدد مواد از ساقه افزایش یافت و به دنبال آن در این شرایط کارایی انتقال مجدد و همچنین سهم انتقال مجدد ساقه در پر شدن دانه افزایش یافت. در شرایط تنش خشکی مدت پر شدن دانه‌ها کاهش یافت ولی سرت پر شدن دانه‌ها افزایش یافت و این افزایش توانست تا حدودی کاهش مدت انتقال مواد پرورده به دانه را جبران نماید. در شرایط عدم وجود تنش خشکی مواد پرورده بیشتری به طرف دانه‌ها منتقل شده و وزن نهایی دانه‌ها و به دنبال آن عملکرد نهایی دانه افزایش یافت. اختلالی که کود نیتروژن در کارکرد باکتری‌های تثبیت کننده ازت در اوایل رشد گیاه به وجود آورده است سبب شده است که وزن خشک ساقه در زمان گلدهی به طور معنی‌داری کمتر از تیمار عدم مصرف کود نیتروژنه باشد. همچنین به دنبال وقوع این پدیده میزان انتقال مجدد مواد از ساقه با مصرف کود نیتروژن کمتر از شرایط عدم مصرف کود نیتروژن بود. رقم هاشم به دلیل پابلندی و تولید بیوماس هوایی زیاد دارای بیشترین میزان وزن ساقه در زمان گلدهی و رسیدگی بود. با وجود اینکه رقم بیونیج بیشترین میزان انتقال مجدد مواد را دارا بود ولی رقم هاشم از لحاظ کارایی انتقال مجدد و سهم انتقال مجدد در پر شدن دانه‌ها نسبت به این رقم و سایر ارقام برتری داشت.



شکل٦- روند پر شدن دانه در ارقام مختلف نخود

سرعت پر شدن دانه در رقم بیونیج نسبت به سایر ارقام بیشتر بود و به دلیل اینکه دارای بیشترین میزان وزن نهـایی دانـه بـود در بـین ارقام بیشترین میزان عملکرد دانه را نیز به خود اختصـاص داد. گرچـه رقم ILC482 کمترین میزان سرعت پر شدن دانه و وزن نهایی دانـه را داشت؛ ولی به دلیل اینکه دوام پر شدن دانه‌های آن نسبت به سایر ارقام بیشتر بود پس از رقم بیونیج دارای بیشترین میزان عملکرد دانـه در واحد سطح بود به طوری که اخـتلاف بـین آنهـا از لحـاظ آمـاری معنی‌دار نبود.

منابع

۱- احمدی ع. ۱۳۷۹. اثر تنش خشکی کوتاه مدت بر توزیع مواد پرورده و تقسیم شیمیایی آنها در گندم در مرحله پر شدن دانه. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۱(۳): ۶۵۵-۶۶۵.

۲- احمدی ع.، م. سعیدی و م.ر. جهانسوز. ۱۳۸۴. الگوی توزیع مواد فتوسنتزی و پر شدن دانه در ارقام اصلاح شده گندم دان در شرایط تنش و عدم تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران.۳۶(۶): ۱۳۴۳-۱۳۳۳.

۳- اما م. و نیک نژاد . ۱۳۷۳. مقدمه ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی ترجمه . (انتشارات دانشگاه شیراز). ۴۳۶ صفحه.

۴- بایزید ب.۱۳۷۴. بررسی تنوع ژنتیکی ارقام نخود زراعی تحت دو سطح رطوبت و تجزیه همبستگی صفات زراعی . پایان نامـه کارشناسـی ارشـد دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

۵- پاک نژاد ف.، ا. مجیدی، ق. نورمحمدی، ع. سیادت، و س.وزان. ۱۳۸۶. ارزیابی تأثیر تنش خشکی بر صفات مؤثر بر انباشت مـواد در دانـه ارقـام مختلف گندم. مجله علوم کشاورزی.۱۳(۱): ۱۳۷-۱۴۹.

۶- چائی چی م.، م. رستم زا و ک.اسمعیلان. ۱۳۸۲ . بررسی مقاومت لاین های نخود سیاه به تنش خشکی تحـت شـرایط رژیـم هـای مختلـف آبیاری. مجله ی علوم کشاورزی ومنابع طبیعی. ۱۰(۴):۶۰-۵۵.

۷- حسین‌پور ط.، س.ع. سیادت، ر. مامقانی، ق. فتحی و م. رفیعی. ۱۳۸۵. مطالعه سرعت و دوره پر شدن دانه ژنوتیپ‌هـای گنـدم در شـرایط دیـم کوهدشت لرستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳. ۵۲-۶۱.

۸- حکمت شعار ح. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار.(ترجمه). انتشارات نیکنام.

۹- رادمهر م. ۱۳۷۶. تأثیر تنش گرمایی بر فیزیولوژی رشد و نمو گندم. دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۰۱ صفحه.

۱۰- سینگ کی.بی. و ام. سی. ساکسینا. ۱۳۷۹. اصلاح حبوبات سرمادوست برای تحمل به تنش هـا. ترجمـه بـاقری ع.، ا. نظـامی و م. سـلطانی.

سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی.
۱۱- عبد میشانی س. و ج. جعفری شبستری ۱۳۶۵. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و میزان بذر بر عملکرد گندم‌های پائیزه. مجله علوم کشاورزی. ۱۷: ۵۰-۴۷.
۱۲- کافی م.، ب. کامکار و ا. مهدوی دامغانی. ۱۳۸۰. زیست شناخت بذر و عملکرد محصولات دانه‌ای (ترجمه). چاپ اول. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۱۳- مجدم م.، ا. نادری، ق. نورمحمدی، س. سیادت و ع. آینه بند. ۱۳۸۸. تأثیر تنش کمبود آب و مدیریت نیتروژن بر عملکرد دانه، میزان انتقال مجدد ماده خشک و فتوسنتز جاری ذرت دانه ای در شرایط آب و هوایی خوزستان (رامین). فصلنامه علمی تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱(۱): ۴۸-۵۷.
۱۴- مجنون حسینی ن.، ه. محمدی، ک. پوستینی و ح. زینالی خانقاه. ۱۳۸۲. تأثیر تراکم بوته بر صفات زراعی، میزان کلرفیل و درصد انتقال مجدد در ارقام نخود سفید. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۴(۴): ۱۰۱۱-۱۰۱۹.
۱۵- محمدی م. ۱۳۸۰. ارتباط صفات مرفولوژیک با عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو در دو تاریخ کاشت در گچساران. نهال و بذر. ۱۷(۱): ۷۳-۶۱.
۱۶- نادری ا. ۱۳۸۰. ارزیابی تنوع ژنتیکی و مدل سازی پتانسیل انتقال مجدد آسیمیلات‌ها و نیتروژن به دانه در ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش خشکی. پایان نامه دکتری زراعت. واحد علوم و تحقیقات تهران.۲۱۱ صفحه.

17- Barma N.C.D., M.R., Amin and Z.T. Sarkar. 1992. Variability and association of grain yield with vegetative and grain filing period in spring wheat. Anuals of Bangladesh Agriculture 2:1063-66.
18- Bauer A.A., B., Frand and A.L. Black. 1985. Estimation of spring wheat grain dry matter assimilation on from air temperture. Agronomy Journal 77:743-752.
19- Blum A ., H., Polarkova , G., Golan and J. Mayer. 1983. Chemical desiccation of wheat plants as simulator of post anthesis stress. I. Effects on traslocation and kernel growth. Field Crops Research 6 :51 – 58.-
20- Brocklehurst P.A., J.P., Moss and W., Williams. 1978. Effect of irradiance and water supply on grain development in wheat. Annual Applied Biology 90:265-276.
21- Brooks A., C.F., Jenner. and D.Aspinall 1982. Effect of water defficit on endosperm starch granules and on grain physiology of wheat and barley. Austoralian Journal of Plant Physiology 4:423-436.
22- Bruckner, P.L. and R.C. Frohberg. 1987. Rate and duration of grain filling spring wheat. Crop Science 27: 451-455.
23- Clarke J.M., T.F., Townley – Smith Mc T.N., C., Aig and G. Green 1984. Growth analysis of spring wheat cultivars of varying drought resistance. Crop Science 24 : 573 – 970.
24- Cox M.C., C.O. Qualset and D.W. Rains 1990. Genetic varition for nitrogen assimilation and translocatioin wheat. III : nitrogen translocation in relation to grain yiled and protein. Crop Science 26 : 737 – 740 .
25- Davidson D.Y., and P.M. Chevalier 1992. Strong and remobilization of water soluble carbohydrates in stem of spring wheat. Crop Science 32:186-190.
26- Day A.D., and S. Intalap 1970. Some effects of soil moisture on the growth of wheat. Agronomy Journal 62 27- 29 .
27- Daynard T.B., J.W., Tanner and W.G. Duncan 1971. Duration of the grain filling period and its relation to grain yield in corn (*Zea mays*).Crop Science II.45-48.
28- Dorrach B.A., and R.J. Baker 1990. Grain filing in three spring wheat genotypes. Statistical analysis. Crop Science 30: 525-529.
29- Duguid S.D., and A.L. Brule-Bable 1994. Rate and duration of grain filling in five spring wheat .geno yps. Canadian Journal of Plant Science 74: 681-686.
30- Egli D.B. 1999. Seed Biology and the Yield of Grain Crops , CAB International.UK. 149pp.
31- Ehdaie B., and Waines J.G. 1996. Gentic variation of preanthesis assimilates of grain yield in spring wheat. Journal of Genetic and Breeding 50: 47- 56.
32- Entz M.H., and D.B. Flower 1990. Differential agronomic responses of winter wheat cultivars to post-anthesis environmental stress. Crop Science 30 : 1119 –1123.
33- Gent M.P.N., and R.K. Kiyomoto 1989. Assimilation and distribution of photosynthesis in winter wheat cultivars differing in harvest Index. Crop Science 29 : 105 – 125.
34- Gifford R.M., and L.T. Evans 1981. Photosynthesis , carbon partitioning and yield. Annual Review of Plant Physiology 32 :485 – 509 .
35- Giunta F., R., Motzo and M. Deidda 1995. Effect of drought on leaf area development, biomass production and nitrogen uptake of durum wheat grown in a mediterranean environment. Austoralian Journal of Agricultural

Research 96:99– 111.
36- Grant R.F. 1992 (A). Interactions between carbon dioxide and water deficits affecting canopy photosynthesis: simulation and testing. Crop Science 32 : 1322 – 1328.
37- Judel G.K., and K. Mengel. 1982. Effect of shading on nonstructural Carbohydrates and their turnover in clum and leaves during grain filling period of spring wheat. Crop Science 22:958 –962.
38- Kurdali F. 1996. Nitrogen and phosphours assimilation mobilization and partitioning in rainfed chickpea. Field Crop Research 47:81-92.
39- Ludlow M.M., and R.C. Muchow. 1990. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water limited environments. Advanced Agronomy 21 : 337 –344.
40- Mc-Caig T.N., and J.M. Clark. 1982. Seasonal changes in nonstructural carbohydrates levels of wheat and grown inasemiarid environment. Crop Science 22 : 963 – 970 .
41- Oosterhuis D.M., and Cartwight P.M. 1983. Spik differentiation and floret survival in semidwarf spring wheat as affected by water stress and photoperiod. Crop Science 23: 711-717.
42- Palata J.A., Kobata T., Turner N.C. and Fillery I.R. 1994. Remobilzation of carbon and nitrogen in wheat as infulneced by postanthesis water deficits. Crop Science 34 : 118 – 124 .
43- Papakosta D.K., and A.A. Gayians. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation , remobilization and losses for Mediterranean wheat during grain filling. Agronomy Journal 83:864–870.
44- Quarrie S.A., and H.G. Jones. 1979. Genotypic variation in leaf water potential, stomatal conductance and abssisic acid concentration in spring wheat subjected to artificial drought stress. Annual Botany 44:323-332.
45- Rawson H. M., and L.T. Evans 1971 . The contribution of stem reserves to grain development in a range of cultivars of different height. Australian Journal of Agricultural Research 22 : 851-863.
46- Schnyder H. 1993. The role of carbohydrate storage and distribution in the sourse-sink relation of wheat and barley during grain filling. A review. New Phytology 11: 123-233.
47- Shanahan J.F., D.H., Smith and J.R. Welsh. 1984. An analysis of post-anthesis sink-limited wheat grain under varius environments. Agronomy Journal 76: 611-615.
48- Simane B.J., M., Peacock and P.C. Struik. 1993. Differences in devlopmental plasticity and growth rate among drought resistant and susceptible cultvars ofdurum wheat. Plant and Soil 157: 155 -166.
49- Stallknecht, G., M., Perry, N.N., Karnes, A.J., Bussan and J. Riesselman. 2001. Growing chick peas (*Garabanzo beans*) in Montana. Site of bozeman university.
50- Thompson P.R., and W.D. Martin. 1995. A chickpea cultivar x population x row space study in southern Queensland. Proceeding of the 8th Australian Agron. Confer., Wagga.
51- Toker M., and I. Cagiran. 1998. Assessment of response to drought stress of chickpea stress of chickpea lines under rainfed conditions. Turkish Journal of Agriculture and forestry, 22: 615-621.
52- Vansanford D.A., and C.T. Mackown. 1987. Cultivar differences in nitrogen remobilization during grain filling in soft red winter wheat. Crop Science 27:295-300.