بررسی ذخایر ساقه و انتقال مجدد آنها در برخی ارقام و لاین‌های جو تحت تنش خشکی انتهای فصل

راضیه سرآبادانی تفرش [۱*]، زهرا سادات شبر [۲]، مریم شهبازی [۳،٤]، محمد رضا بی همتا [٥] و ماهرخ شربتخواری [۳]

[۱] گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشگاه پیام نور ، تهران، ایران، [۲] گروه زیست شناسی سیستم‌ها، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، [۳]دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ گرگان، ایران، [٤] گروه فیزیولوژی مولکولی، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، [٥]گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران،

(تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۱۱/۳۰، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۰٦/۱٤)

چکیده

خشکی انتهای فصل یکی از عوامل اصلی محدود کننده عملکرد در جو محسوب می‌شود. در شرایط تنش، به علت محدود شدن فتوسنتز جاری، اهمیت ذخایر ساقه بیشتر و سهم آن در تولید محصول نهایی قابل توجه خواهد بود. به منظور بررسی اثر تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد، ذخایرساقه و روند انتقال مجدد ساقه در ٦ رقم و لاین جو، آزمایشی در دو سطح آبیاری نرمال و تنش خشکی به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در پلات‌های آزمایشی مجهز به شلتر واقع در پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران در سال زراعی ۱۳۸۹-۹۰ به اجرا در آمد. آبیاری برای همه گیاهان تا شروع گلدهی بر اساس ظرفیت زراعی خاک صورت می‌گرفت. در شروع گلدهی تیمار تنش به صورت قطع آبیاری اعمال شد. نمونه‌برداری از میانگره های ساقه گیاهان تحت تنش و نرمال از زمان شروع گلدهی به فاصله ۷ روز تا زمان رسیدگی فیزیولوژیکی (٦ مرحله) به منظور اندازه گیری مشخصات پدانکل، میانگره ماقبل آخرو میانگره های زیرین انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که بیشترین ذخیره سازی ماده خشک و انتقال مجدد ارقام ولاین های جو تحت هر دو شرایط نرمال و تنش مربوط به میانگره ماقبل آخر بود. میانگره های زیرین و پدانکل در رتبه های دوم و سوم قرار گرفتند. در شرایط تنش، کارایی انتقال مجدد میانگره ماقبل آخر ۲۰ درصد افزایش داشت. همچنین خشکی باعث القا انتقال مجدد در رقم متحمل شد؛ به طوری که در شرایط تنش بالاترین میزان ماده خشک انتقال یافته و کارایی انتقال مجدد مربوط به رقم متحمل یوسف و کمترین به رقم حساس موروکو بود. درشرایط تنش همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه و انتقال مجدد از میانگره ماقبل آخر (r^2= ./99) مشاهد شد. پاسخ متفاوت گیاهان متحمل و حساس جو به خشکی از نظر انتقال مجدد، بیانگر آن است که بررسی تنوع در توان ذخیره سازی و انتقال مجدد در شرایط نرمال و خشکی امکان ایجاد گیاهان متحمل در برنامه‌های اصلاحی را فراهم می آورد.

کلمات کلیدی: انتقال مجدد کربن، تنش خشکی، جو، ذخیره سازی مواد فتوسنتزی

مقدمه

خشکی یکی از تنش‌های مهم غیر زیستی محدود کننده تولید محصولات کشاورزی در سراسر جهان می‌باشد(Bonet, 1995) . ایران با متوسط بارش‌های آسمانی ۲۵۰ میلی متر در سال، در

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: r.sarabadani@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]

زمره مناطق خشک و نیمه خشک جهان قرار گرفته است(Ghamarinia and Gowing, 2005). جو چهارمین دانه غله ای دنیا بعد از گندم، ذرت و برنج براساس ارزش تجاری می‌باشد. در بیشتر مناطق کشت جو به ویژه در مناطق مدیترانه ای مرحله پر شدن دانه با وقوع تنش خشکی همراه است (Gonzalea *et al.*, 1999). از آنجایی که تولید این محصول با خشکی انتهای فصل و دمای بالا محدود می‌شود، بررسی برای انتخاب ژنوتیپ‌های پر محصول و خصوصیات فیزیولوژیکی برتر که در برابر تنش خشکی تحمل بهتری نشان می‌دهند، ضروری می‌باشد(Gonzalea et al., 1999). به‌طور کلی رشد و نمو دانه به تأمین کربن از دو منبع وابسته می‌باشد: منبع اول فتوسنتز جاری است که به صورت کربوهیدرات‌های تولید شده بعد از گلدهی که مستقیماً به دانه انتقال می یابند و در وحله بعد انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از ساقه که این جز در شرایط خاص اهمیت بیشتری می یابد ., 1975 ,.Gallager *et al*). Daniels *et al.*, 1982 ., Kabata et al,1992) تحت شرایط مطلوب تقریباً ۷۰ الی ۹۰ درصد عملکرد نهایی دانه گندم از فتوسنتز جاری در طول دوره پرشدن دانه تأمین می‌شود (Ausein *et al.*, 1977 ., Bidinger *et al.*, 1977) . در شرایط مطلوب با آبیاری مناسب سهم انتقال مجدد مواد ذخیره ای ساقه ناچیز می‌باشد و تنها حدود ٦ الی ۱۰ درصد (بسته به ژنوتیپ) تخمین می‌شود (Ehdaie and Wains, 1996 ., Yang *et al.*, 2000). شرایط تنش از جمله خشکی تولید مواد فتوسنتزی گیاه ممکن است کاهش یابد. در چنین حالتی کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای گیاه به ویژه ساقه غلات به عنوان یکی از منابع مهم برای پرشدن دانه مطرح می‌شود (Yang and Zhang, 2006 ., Ma *et al.*, 2014., Khoshro *et al.*, 2014., Sharbatkhari *et al.*, 2016).این کربوهیدرات‌ها در زمان رشد رویشی که همراه با شرایط نسبتا مطلوب محیطی است و میزان تولیدات فتوسنتزی بیشتر از نیاز مخزن ها بوده در میانگره‌های مختلف ساقه ذخیره می شوند و در مراحل انتهایی رشد به دانه منتقل می‌شود. بر اساس گزارشات متعددی تحت شرایط تنش خشکی سهم انتقال مجدد از ساقه در گندم به میزان بیشتر از ٤۰٪ افزایش می‌یابد (Ehdaie and Wains, 1996., Yang *et al.*, 2000., Ma *et al.*, 2014., Khoshro *et al.*, 2014., Sharbatkhri *et al.*, 2016). در مناطق خشک و نیمه خشک (مانند ایران) که تنش خشکی معمولاً در انتهای فصل رشد اتفاق می‌افتد، اهمیت ذخایر کربوهیدرات‌های محلول در ساقه به علت محدود شدن فتوسنتز جاری بیشتر شده و سهم آن در تولید محصول نهایی به بیش از ۵۰٪ (۵۷٪ در گندم و ٧٤٪ در جو) می‌رسد (Brooks *et al.*, 1982) . Gopts و همکاران (2011) در بررسی خود بر روی دو رقم حساس و متحمل گندم نشان دادند که تحت تنش خشکی انتقال مجدد ذخایر ساقه و کارایی انتقال مجدد در هر دو رقم افزایش داشت ولی در رقم متحمل این افزایش بیشتر بود. جودی و همکاران (۱۳۸۹) سهم ذخایر ساقه را در تشکیل عملکرد دانه گندم در شرایط تنش خشکی بیشتر از شرایط نرمال رطوبتی گزارش کردند. همچنین آنها به همبستگی مثبت و معنی دار عملکرد دانه و انتقال مجدد ذخایر ساقه تحت شرایط تنش خشکی اشاره کردند که این نشان دهنده القاء انتقال مجدد در ارقام بررسی شده در آزمایشات آن ها بود. در همین راستا Ma و همکاران (2014) نشان دادند که در شرایط تنش خشکی شدید نسبت به تنش خشکی ملایم میزان انتقال مجدد ذخایر ساقه گندم در پر شدن دانه بیشتر می شود. در مقابل نتایج متفاوتی در بررسی دو ژنوتیپ گندم در مطالعه ای که Mohammadi Bazargani و همکاران (2011) انجام دادند، مشاهده شد. آنها نشان دادند که تنش خشکی بر روی یکی از ژنوتیپ ها از لحاظ کارایی انتقال مجدد، اثر القایی داشت، در حالی که در ژنوتیپ دیگر تنش خشکی باعث کاهش در مقدار این صفت شد.

در فرآیند انتقال مجدد عوامل عمده‌ای تاثیرگذار می باشند که از مهمترین آن ها می توان به قدرت ذخیره سازی از یک سو و از سوی دیگر به توان انتقال مجدد اشاره نمود. توانایی و پتانسیل ساقه در ذخیره مواد، تحت عنوان ظرفیت ذخیره ساقه تعریف می‌شود. پتانسیل ذخیره ساقه به عنوان یک مخزن توسط طول ساقه و چگالی وزن خشک ساقه تعیین می‌شود، چگالی وزن ساقه برابر وزن خشک ساقه به ازای هر واحد طول ساقه می‌باشد (Blum, 1998). با توجه به تفاوت در طول و چگالی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]

وزنی میانگره های جو به نظر می‌رسد که مقادیر متفاوتی از کربوهیدرات ها در میانگره‌های مختلف ذخیره شود. جو زمستانه در میانگره‌های پایینی بیشترین تخصیص اسیمیلات‌ها در طول پر شدن دانه را دارد (Bonnet and Incolle, 1992a) ولی در مطالعات دیگر، پدانکل و میانگره ماقبل آخر بیشترین ذخیره را در جو دارا بودند (Daniels *et al.*, 1982). برآورد میزان تخصیص اسیمیلات‌های ذخیره شده به دانه بستگی به ژنوتیپ، شرایط آزمایش و روش اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های ذخیره شده دارد (Ehdaie *et al.*, 2006., Ma *et al.*, 2014) توان انتقال مجدد به عنوان دومین جزء تعیین کننده مقدار مشارکت مواد ذخیره‌ای در عملکرد دانه توسط عواملی مانند اندازه مخزن، رقم و شرایط محیطی تعیین می‌شود (Ehdaie *et al.*, 2006., Blum, 1998) . بر همین اساس Yang و همکاران (2002) گزارش کردند که با وجود توان ذخیره سازی بالای اندام‌های رویشی در برخی ارقام برنج، این گیاهان قادر به انتقال این مواد به دانه نبودند که منجر به کاهش عملکرد در آن‌ها گردید. این محققان علت این موضوع را فعالیت پایین مخزن در گیاهان مورد نظر و ناتوانی آن‌ها در جذب بیشترمواد ذخیره شده در اندام‌های رویشی دانستند. در همین زمینه Gupta و همکاران(2011) نیز داشتن قدرت مخزن بالا را دلیل عمده جذب حداکثری کربوهیدرات های ذخیره ای در ساقه گیاهان متحمل‌تر عنوان کردند.

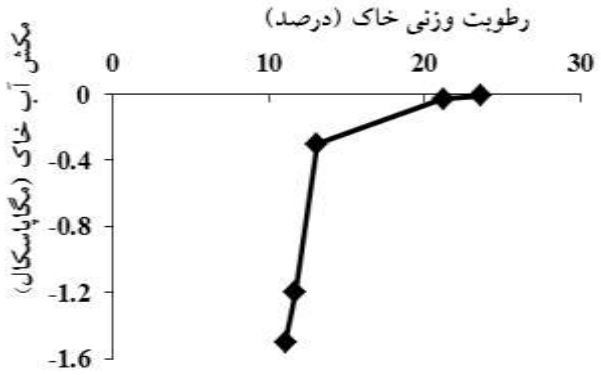
یکی از استراتژی های مورد توجه در ارقام سازگار با تنش‌های محیطی محدود کننده رشد مانند خشکی، افزایش سهم انتقال مجدد کربوهیدرات‌های محلول در ساقه طی دوره پر شدن دانه است که از طریق افزایش ذخایر ساقه در طول رشد، افزایش میزان انتقال مجدد مواد ذخیره شده وهمچنین افزایش طول دوره یا سرعت انتقال مواد قابل دستیابی است. در این زمینه اطلاعات زیادی در مورد گیاه جو به ویژه ارقام ایرانی در دست نیست، لذا نظر به وسعت مسئله خشکی در کشور از یک سو و تحمل به خشکی جو و توسعه برنامه کشت این گیاه در مناطقی که آب کافی برای کشت سایرگیاهان استراتژیک در درسترس نیست از سوی دیگر، اهمیت مطالعه سازوکار های تحمل به خشکی در جو را دو چندان می کند. بنابراین هدف این پژوهش بررسی پاسخ های متفاوت ارقام و لاین های حساس و متحمل جو از لحاظ توان ذخیره سازی و انتقال مجدد به تفکیک میانگره ها در شرایط نرمال و تنش رطوبتی بود.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر٤ رقم و دو لاین پیشرفته جو (*Hordeum vulgare* L.) بر اساس آزمایشات قبلی مورد مطالعه قرار گرفتند (سرآبادانی و همکاران، ۱۳۹۲)، که از بین آنها رقم یوسف به عنوان متحمل به خشکی (Nikkhah, 2008) ، موروکو به عنوان رقم حساس (Xue, 2009) و فجر۳۰ و نصرت به عنوان ارقام نیمه حساس و لاین‌های ۱۷ و ٦۷ به عنوان لاین‌های پیشرفته (Nikkhah, 2008) ، بودند. این آزمایش در کرت‌های آزمایشی در کف گلخانه (زمین گلخانه) به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی ایران (واقع در کرج) انجام شد. سقف گلخانه به منزله شلتر و برای ایجاد فضای کنترل شده بوده است. در این آزمایش عامل اصلی رژیم آبیاری در ۲ سطح (بدون تنش و تنش خشکی) و عوامل فرعی ٦ ژنوتیپ جو بودند. خاک مورد نیاز برای این آزمایش از مزرعه موسسه نهال وبذر واقع در کرج تهیه شد.بذور با فاصله ۵ سانتیمتر روی خطوط برای هر ژنوتیپ کاشته شدند و فاصله بین خطوط ۱۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد به طوری که هر ژنوتیپ در ۳ خط ۲ متری قرار گرفتند. آبیاری تا زمان شروع گلدهی با کد ٦۱ زادوکس (زادوکس و همکاران ۱۹۷٤) به صورت قطره‌ای و بر اساس نیاز گیاه صورت می‌گرفت. شروع گلدهی طبق تعریف در گیاه جو زمانی است که سنبله ها هنوز به طور کامل از غلاف خارج نشده باشند (Nelson *et al.*, 2001). منحنی رطوبتی خاک مورد استفاده به صورت رابطه بین مکش آب خاک (مگا پاسکال) و میزان آب موجود در خاک (درصد رطوبت وزنی خاک) در شکل ۱ نشان داده شده است. نقطه ظرفیت زراعی و نقطه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]



شکل ۱- منحنی رطوبتی خاک به صورت رابطه بین مکش آب خاک (مگا پاسکال) و میزان آب موجود در خاک (درصد رطوبت وزنی خاک) در بررسی اثرات تنش خشکی انتهای فصل بر ارقام و لاین های جو.

پژمردگی دائم به ترتیب محل تلاقی مکش های ۰/۰۳ مگاپاسکال و ۱/۵ مگاپاسکال در منحنی رطوبتی خاک می باشد. میزان نیاز گیاه به آبیاری هر بار با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج، نمونه گیری رطوبتی خاک و با توجه به ظرفیت زراعی خاک محاسبه می‌شد. بافت خاک لومی و ظرفیت زراعی خاک ۲۱درصد بود. ارزیابی حجم آب مصرفی گیاه با استفاده از کنتوری که در ابتدای مسیر ورودی آب قرار داده شده بود، صورت می‌گرفت. در زمان شروع مرحله گلدهی (زمانی که بطور متوسط ۵۰٪ بوته ها به مرحله شروع گلدهی رسیده باشند) تیمار تنش به صورت قطع آبیاری اعمال شد. رطوبت خاک در کرت های شاهد و تحت تنش در هر مرحله نمونه برداری با نمونه گیری رطوبتی تعیین شد.

به منظور تعیین مقدار ذخیره سازی و انتقال مجدد مواد ذخیره شده در ساقه از روش اندازه گیری تغییرات وزن خشک ساقه استفاده گردید. نمونه برداری بصورت تصادفی از بین ساقه های اصلی علامت گذاری شده با طول یکسان در ٦ مرحله از شروع گرده افشانی (زمان صفر گرده افشانی) تا زمان ۲۸ روز پس از آن به فاصله ۷ روز (در زمان های ۰، ۷، ١٤، ۲۱ و ۲۸ روز پس از گرده افشانی) و همچنین در زمان رسیدگی فیزیولوژیک از میانگره های ساقه (پدانکل، ماقبل آخر و میانگره های پایینی) به طور جداگانه برای هر ٦ ژنوتیپ انجام گرفت. نمونه‌ها سریعاً در آون ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ٤٨ ساعت خشک گردیدند. سپس طول و وزن خشک میانگره‌های پدانکل، ماقبل آخر و میانگره های زیرین محاسبه گردید. وزن مخصوص میانگره‌ها از تقسیم وزن به طول آن میانگره بدست آمد. میزان انتقال مجدد از تفاضل وزن هر میان گره در زمان حداکثر وزن آن و رسیدگی فیزیولوژیک محاسبه شد. راندمان انتقال مجدد نیز از تقسیم میزان ماده خشک انتقال یافته از هر میانگره به حداکثر وزن همان میانگره پس از گلدهی بدست آمد(Ehdaie *et al.*, 2006).

(Ehdaie *et al.*, 2006) وزن میانگره در زمان رسیدگی فیزیولوژیک- حداکثر وزن میانگره بعد از گلدهی= انتقال مجدد حداکثر وزن میان گره پس از گلدهی/میزان ماده خشک انتقال (Ehdaie *et al.*, 2006) یافته از میانگره =راندمان انتقال مجدد

برای اندازه‌گیری زیست توده (عملکرد بیولوژیک)، مقدار ماده خشک کل بخش هوایی ۱۵ گیاه در هر تکرار بعد از خشکاندن در آون به مدت ۷۲ ساعت با ترازوی دقیق، توزین شد. لازم به ذکر است که برای این منظور، در نمونه گیری از اندام هوایی یک ساقه اصلی برداشت و اندازه گیری شد و نتیجه در تعداد پنجه ها ضرب شد. برای اندازه گیری عملکرد دانه سنبله‌های همین بوته ها جدا شده و مقدار عملکرد دانه با ترازوی دقیق توزین شد. شاخص برداشت با استفاده از داده‌های عملکرد دانه و ماده خشک بدست آمد. به منظور اندازه گیری پوکی دانه نیز در هر تکرار در سه سنبله تعداد دانه‌های پر نشده مورد شمارش قرار گرفت.

تجزیه واریانس، همبستگی و مقایسه میانگین با استفاده از

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]

آزمون چند دامنه‌ای دانکن، با نرم‌افزار SAS، MSTATC و انجام و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

خشکی انتهایی اعمال شده در این بررسی موجب کاهش عملکرد، اجزای عملکرد از جمله تعداد دانه و زیست توده در ارقام و لاین‌های مورد بررسی به‌جز رقم یوسف شد (جدول ۱). در شرایط این آزمایش رقم یوسف بالاترین عملکرد و تعداد دانه در شرایط تنش را نشان داد و تفاوتی از لحاظ عملکرد دانه و تعداد دانه در شرایط تنش و شاهد در این رقم مشاهده نشد، در حالیکه رقم حساس موروکو و رقم نیمه حساس فجر۳۰ بیشترین میزان کاهش عملکرد دانه (حدود ۵۰ درصد) و ارقام نیمه حساس (فجر۳۰ و لاین ۱۷) بیشترین میزان کاهش تعداد دانه (حدود ٤٥ درصد) را در شرایط تنش نسبت به شاهد دارا می‌باشد (جدول ۱). تنوع موجود در ارقام از نظر پاسخ به خشکی و کاهش عملکرد دانه به ویژه در ارقام حساس بیانگر حساسیت گیاه جو به خشکی انتهایی می باشد که با نتایج Samarah و همکاران (۲۰۰۹) که بر روی ارقام دیگری از جو بررسی کردند مطابقت دارد. بیشترین درصد افزایش تعداد دانه‌های پوک در شرایط تنش نسبت به شاهد به رقم موروکو اختصاص داشت (۸۱ درصد). خشکی همچنین موجب کاهش معنی دار شاخص برداشت در رقم فجر ۳۰ شده، ولی در سایر ارقام شاخص برداشت در شرایط شاهد و تنش تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱)، اگرچه افزایش جزئی در شاخص برداشت رقم یوسف در شرایط تنش مشاهده گردید (جدول ۱). به نظر می‌رسد حفظ عملکرد دانه در شرایط تنش در رقم یوسف با هزینه کاهش زیست‌توده و افزایش میزان انتقال مواد فتوسنتزی به دانه صورت پذیرفته است.

طول میانگره ها: رشد طولی میانگره های مختلف ارقام و لاین ها در زمان های متفاوتی به حداکثر میزان خود رسید که علت آن تنوع فنولوژیکی بالا در بین آن‌ها بود. تنش خشکی به‌طور متوسط طول میانگره‌های مختلف را تحت تنش به‌طور معنی داری (حداقل در سطح $P<0.05$) کاهش داد. همچنین تنوع بالایی از لحاظ طول میانگره‌های مختلف در بین ارقام و لاین‌های مختلف مورد بررسی در این آزمایش مشاهده شد (جدول ۲). در تمامی ارقام و لاین ها میانگره‌های زیرینبیشترین و میانگره ماقبل آخر کمترین سهم را در ارتفاع ساقه داشتند. همان طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود طول هیچ یک از میانگره‌های ارقام موروکو و یوسف تحت تنش رطوبتی تغییری نکرده است، که این احتمالا به علت به حداکثر رسیدن طول ساقه این ارقام در زمان شروع گلدهی می‌باشد.

از آن جایی که بیشترین ارتفاع ساقه مربوط به طول میانگره های زیرین و پدانکل می باشد، یک ارتباط مثبت و معنی داری بین عملکرد بیولوژیک و طول این میانگره ها در شرایط تنش دیده می شود ولی در عین حال تنها پدانکل همبستگی مثبتی با عملکرد دانه نشان داد و هیچ گونه ارتباط معنی داری بین میانگره های زیرین و عملکرد دانه مشاهده نشد (جدول ۳) که این نشان دهنده تأثیر طول بیشتر این میانگره در افزایش کاه و کلش و نه افزایش عملکرد دانه می باشد. این موضوع احتمالاً می تواند نشان دهنده عدم تأثیر ارتفاع بیشتر گیاه در عملکرد دانه تحت شرایط تنش باشد که این با نتایج برخی از پژوهشگران در بی اثر بودن یا تأثیر منفی داشتن ارتفاع بیشتر در عملکرد دانه تحت تنش خشکی انتهای فصل، مطابقت دارد (Joudi *et al.*, 2012). از طرفی برخی محققان معتقدند که ارقام گندم با ارتفاع متوسط (نیمه پا کوتاه) به دلیل حساسیت کمتر به ورس در شرایط تنش افت عملکرد کمتری را در مقایسه با ارقام پا بلند دارند(Singh *et al.*, 2001) . این موضوع در گیاه جو که نسبت به ورس حساسیت بیشتری در مقایسه با گندم دارد حائز اهمیت است، در پژوهش حاضر نیز دیده می شود که گیاهان با ارتفاع متوسط مانند یوسف عملکرد بالاتری را نسبت به سایر ارقام نشان می دهند.

وزن میانگره‌ها: میانگره‌های زیرین با متوسط ۰/۸۸ میلی گرم در شرایط نرمال بیشترین وزن را در میان میانگره‌های ساقه به خود اختصاص داد. پس از آن پدانکل و میان گره ماقبل آخر به ترتیب با متوسط ۰/۲۲ و ۰/۲۱ میلی گرم وضعیت مشابهی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]

جدول۱- مقایسه میانگین ژنوتیپ های جو از نظر عملکرد و اجزای آن در شرایط بدون تنش و تنش خشکی انتهای فصل

ژنوتیپ‌های جو	پوکی دانه درسنبله (تعداد)		شاخص برداشت		عملکرد بیولوژیکی ($g.m^{-2}$)		عملکرد دانه ($g.m^{-2}$)		دانه در بوته (تعداد)	
	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد	تنش	شاهد
نصرت	۵/٦٦۷ ^{b}	۵ ^{bc}	۰/۱٤۰۷ ^{bc}	۰/۱٤۰۵ ^{bc}	۲۸۱۷/۰۷ ^{ef}	٤۰٦۱/۲ ^{bc}	۳۹۳/٦ ^{bc}	۵۷۱/۵ ^{a}	٤٤/٦٤ ^{de}	٦۸/۰٦ ^{b}
فجر۳۰	۸ ^{a}	۵/٦٦۷ ^{b}	۰/۱۰۸۷ ^{cd}	۰/۱۸۹۹ ^{a}	۲۱۷۷/۲ ^{gh}	۲٤٦۱/٦ ^{fg}	۲۳۳/۱ ^{e}	٤٦۷/۱ ^{b}	۳۵/٦٤ ^{e}	٦۵/٤٤ ^{b}
یوسف	۳/۳۳۳ ^{d}	٤/۸۳۳ ^{bc}	۰/۱۷٦٤ ^{a}	۰/۱۲۷۵ ^{bc}	۳۵٦۸ ^{cd}	٤۸۱۲/۱۳ ^{a}	٦۲۰/۱ ^{a}	٦۱۵/۳ ^{a}	۸۳/۸۹ ^{a}	۸۳/٤۲ ^{a}
موروکو	۹ ^{a}	۱/٦٦۷ ^{e}	۰/۱۱۹٤ ^{cd}	۰/۱۵۸٤ ^{ab}	۱۱۹۹/۷ ^{i}	۱۷۵۵/۱ ^{h}	۱٤۲ ^{f}	۲۷٤/۸ ^{de}	۲۱/۳٦ ^{f}	۳٦/٤۲ ^{e}
لاین٦۷	۳/٦٦۷ ^{cd}	٤/۸۳۳ ^{bc}	۰/۱۱۳۱ ^{cd}	۰/۱۲۷۲ ^{bc}	۳۰۱۲/۵۸ ^{ef}	۳۱۱٤/۷ ^{de}	۳۳٦/۵ ^{cd}	۳۹٤/۱ ^{bc}	٤۸/۳۱ ^{d}	۵۱/۱۷ ^{cd}
لاین۱۷	۷/۸۳۳ ^{a}	٦ ^{b}	۰/۰۸۷۷۲ ^{d}	۰/۱۰٦۸ ^{cd}	۲۹٤۳/۷۱ ^{ef}	٤۱۵۸/۹ ^{b}	۲۵۷/۲ ^{de}	٤٤۳/۷ ^{b}	۳۳/۹٤ ^{e}	٦۰/۵۸ ^{bc}
میانگین	٦/۲۵۱	٤/٦٦۷	۰/۱٤۱۷	۰/۱۲٤۳	۲٦۱۹/۷۱	۳۳۹۳/۹۷	۳۳۰/٤	٤٦۱/۰۸	٤٤/٦۳	٦۰/۸۵

برای هر صفت میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

جدول۲ – طول میانگره های ساقه اصلی ارقام و لاین های جو تحت شرایط تنش و نرمال رطوبتی

ژنوتیپ	طول میانگره های مختلف (سانتی متر)					
	پدانکل		ماقبل آخر		میانگره های زیرین	
	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش
نصرت	۲۷/۸۷ ^{a}	۲۵/۱٦ ^{b}	۱۷/۳٤ ^{a}	۱۷/۲۱ ^{a}	٦۰/۱۳ ^{e}	۵۵/٦ ^{f}
فجر۳۰	۱۸/۹۳ ^{f}	۱۷/۰۳ ^{g}	۱۳/۰۷ ^{e}	۱۲/۷٤ ^{ef}	٤۵/۸۷ ^{h}	٤۵/۳۳ ^{h}
یوسف	۲۲ ^{d}	۲۲/۱٦ ^{d}	۱۵/۵۱ ^{b}	۱۵/۳۳ ^{b}	٦۱/۱۷ ^{de}	۵۹/۹ ^{e}
موروکو	۱٦/۱۷ ^{h}	۱۵/۷ ^{hi}	۱٤/٦۸ ^{cd}	۱٤/۲۵ ^{d}	۵۱/۱٤ ^{g}	۵۱/٤۲ ^{g}
لاین٦۷	۱۸/۸۲ ^{f}	۱۵/۳۳ ^{i}	۱۲/۵۲ ^{f}	۱۲/٤٤ ^{f}	٦٦/۰۹ ^{c}	٦۲/٤۱ ^{d}
لاین۱۷	۲٤/۱۹ ^{c}	۲۱/۱۸ ^{e}	۱۷/۰۷ ^{a}	۱٤/۷۲ ^{c}	۷۱/۵٦ ^{a}	٦۹/۳٦ ^{b}

برای هر میانگره به طور مجزا میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه لاتین هستند، تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۵٪ در آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان نمی‌دهند.

داشتند. درشرایط تنش نیز نتایج مشابهی بدست آمد. ارقام و لاین های جو از نظر وزن میانگره‌های پدانکل، میان گره ماقبل آخر و میانگره های زیرین تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند (جدول٤). در هر دو شرایط تنش و نرمال رطوبتی رقم موروکو کمترین وزن هر سه میانگره را به خود اختصاص داد. بیشترین وزن میان گره پدانکل مربوط به رقم نصرت و بیشترین وزن میانگره‌های زیرین و ماقبل آخر مربوط به رقم یوسف بود. در ارقام و لاین های جو مورد تغییر وزن میانگره ها، از روند یکسانی تبعیت نکرد که این امر نشان می دهد که فرایند ذخیره سازی مواد فتوسنتزی در این سه میانگره مستقل از یکدیگر است (Ehdaie *et al.*, 2006., Joudi *et al*, 2012., Ma *et al.*, 2014., Khoshro *et al.*, 2014., Sharbatkhari *et al.*, 2016). عواملی که باعث ایجاد تنوع ژنتیکی در وزن میانگره‌ها می‌شود به طور کامل شناخته نشده است. تفاوت در عرضه کربن که

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]

جدول ۳- ماتریس ضرایب همبستگی ساده بین طول، وزن و وزن مخصوص میانگره ها و عملکرد ارقام و لاین های جو در شرایط تنش خشکی انتهای فصل

	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه	شاخص برداشت	عملکرد زی توده	طول پدانکل	وزن پدانکل	وزن مخصوص پدانکل	طول میان کره ماقبل آخر	وزن میان گره ماقبل آخر	وزن مخصوص میان گره ماقبل آخر	طول میانگره های زیرین	وزن میانگره های زیرین	وزن مخصوص میانگره های زیرین
۱	۰/٤۰۳۷٦	۰/۵۷*	۰/۳۹۹۸۵	۰/۵*	۱								
۲	۰/۵۱*	۰/٦۵**	۰/۳۳۵۸۱	۰/۷۰**	۰/۹۳**	۱							
۳	۰/۵۷*	۰/٦٤**	۰/۱۸۲٦۳	۰/۸۳**	۰/٦۳**	۰/۸۷**	۱						
٤	۰/۲۰۸٤٦	۰/۳۹۲٤۱	۰/٤۵۲۰۳	۰/۱۸٤۳٦	۰/۹**	۰/۷**	۰/۲۷۹۹۷	۱					
۵	۰/۷۱**	۰/۸۱**	۰/٤٤۱۰۹	۰/۸۳**	۰/۸٤**	۰/۹٤**	۰/۸۸**	۰/٦۱**	۱				
٦	۰/۷۵**	۰/۷۹**	۰/۳۰۲۷۵	۰/۹۳**	۰/٦*	۰/۸۱**	۰/۹۳**	۰/۲٦۱۲۹	۰/۹۲**	۱			
۷	۰/۲۵۳۳۲	۰/۲۸٦۹٤	-۰/۰۹٦٦۳	۰/۵٦*	۰/۲۸٤۲۱	۰/۳٤۳٦۳	۰/۳۷۳٦٦	۰/۱٦۲۱۷	۰/۵۲*	۰/۵۷*	۱		
۸	۰/٦٤**	۰/۷۲**	۰/۲۷۸۷٦	۰/۸٦**	۰/٦۷**	۰/۸۰**	۰/۸۱**	۰/٤۵۲۹۵	۰/۹۳**	۰/۹۲**	۰/۷٦**	۱	
۹	۰/۷۱**	۰/۸۰**	۰/٤۱۲۹۱	۰/۸٦**	۰/۷٦**	۰/۹**	۰/۸۹**	۰/۵۳*	۰/۹۷**	۰/۹۳**	۰/۵۱*	۰/۹٤**	۱

***و** به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.**

جدول٤ –وزن میانگره های ساقه اصلی ارقام و لاین های جو تحت شرایط تنش و نرمال رطوبتی

	وزن میانگره های مختلف (میلی گرم)					
ژنوتیپ	پدانکل		میان گره ماقبل آخر		میانگره های زیرین	
	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش
نصرت	۰/۳ a	۰/۳۱۵ a	۰/۲۷ bc	۰/۲۷۹ ab	۱/۰۱۷ d	۱/۱۲۲ c
فجر۳۰	۰/۱۸۷ c	۰/۱۸۲ c	۰/۱۳۷ h	۰/۱٦۲ g	۰/۵۱۱ f	۰/۵۳۷ f
یوسف	۰/۲۵۵ b	۰/۲۵۹ b	۰/۲۸۱ a	۰/۲۸۲ a	۱/۲٤۷ a	۱/۱٦۲ b
موروکو	۰/۱۳٦ d	۰/۰۸۸۹ e	۰/۱۰۱ i	۰/۱۰۳ i	۰/٤٤۵ g	۰/٤۳ g
لاین٦۷	۰/۱۸٦ c	۰/۱۷ cd	۰/۱۸٤ f	۰/۲۰۳ e	۰/۹٤٦ e	۱/۰٤. d
لاین۱۷	۰/۲۵٦ b	۰/۲٤ b	۰/۲٦۷ c	۰/۲۳۵ d	۱/۱۳۳ bc	۱/۱۰۷ c

برای هر میانگره به طور مجزا میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه لاتین هستند، تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۵٪ در آزمون دانکن نشان نمی‌دهند.

خود وابسته به سرعت اسیمیلاسیون و تسهیم شیره پرورده می باشد، می‌تواند به عنوان یکی از عوامل ایجاد چنین تفاوتی مطرح شود (Ruksa *et al.*, 2006). تفاوت‌های فنولوژیکی و مورفولوژیکی نیز در این امر دخیل‌اند. ارقامی که میانگره‌های خود را به سرعت توسعه داده و وارد فاز زایشی می شوند فرصت کافی برای تجمع مواد فتوسنتزی را خواهند داشت. با

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]

این وجود رابطه عوامل ذکر شده با مقدار تجمع مواد ثابت نبوده و از رقمی به رقم دیگر فرق می‌کند. Xue و همکاران (2008) تعداد ١٦ لاین گندم با گرده افشانی یکسان را از نظر مقدار ذخیره‌سازی کربن در مرحله گرده افشانی مقایسه کرده و به تفاوت‌های معنی‌دار ارقام از نظر تجمع قندها در ساقه اشاره کردند. این محققان علت چنین تنوعی را تفاوت در مقدار فتوسنتز، کارایی استفاده از کربن و تسهیم کربن بین ذخیره سازی و سایر فرایندهای فنولوژیکی (مانند تنفس نگهداری، رشد و غیره) عنوان کردند.

تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر وزن میانگره پدانکل نداشت، درحالیکه میانگین وزن میانگره ماقبل آخر و میانگره-های زیرین را افزایش داد. در توجیه این افزایش می‌توان اشاره کرد که در شرایط نرمال رطوبتی باتوجه به وجود تنفس نگهداری وحتی تنفس رشدی به خصوص در دهه اول پس از گلدهی قسمتی از مواد ذخیره ای اندام‌های رویشی به ویژه میانگره‌ها، صرف تنفس شده و در نتیجه میزان این ذخایر کمتر می‌شود (Bonnet and Incolle, 1992a). این در حالیست که در شرایط تنش خشکی این ذخایر کمتر صرف زنجیره تنفسی شده و به عبارتی بیشتر ذخیره می‌شود (Mohammadi Bazargani *et al.*, 2011) و باعث افزایش وزن میانگره‌های برخی ارقام ولاین ها تحت شرایط تنش می‌شود.

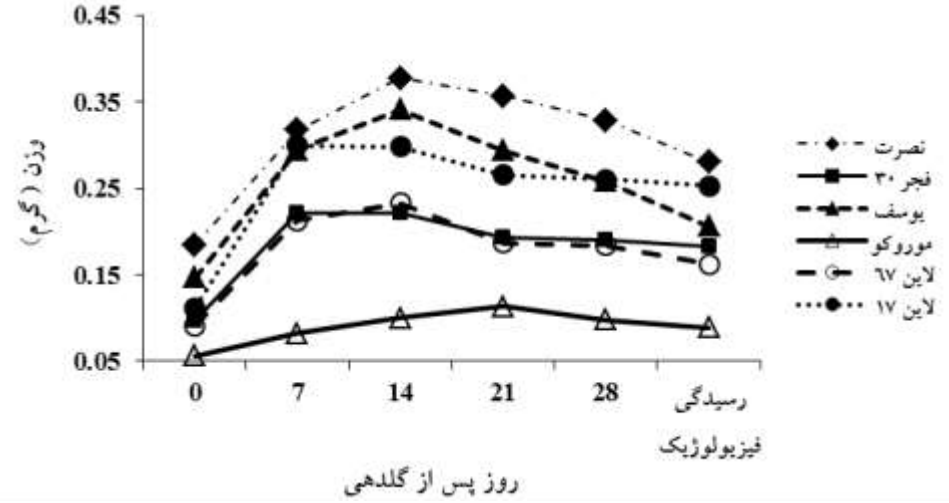
بر طبق نتایج وزن هر سه میانگره دستخوش روزهای پس از گلدهی می‌باشد و بین روزهای مختلف از لحاظ وزن میانگره‌ها تفاوت معنی‌داری وجود دارد. نتایج نشان داد که طی روزهای پس از گلدهی (مرحله پر شدن دانه) درتمامی ارقام و لاین‌های جو حداکثر وزن پدانکل و میان گره ماقبل آخر در فاصله زمانی ۲۱-۷ روز پس از گلدهی به دست می‌آید، که با نتایج تحقیقات سایرین مطابقت دارد(جودی و همکاران ,.۱۳۸۹ Ehdaie *et al.*, 2006, Rawson *et al.*, 1971, Ma *et al.*, 2014., Khoshro *et al.*, 2014., Sharbatkhari *et al.*, 2016). وزن این دو میانگره برای تمامی ارقام و لاین‌های جو بعد از حصول حداکثر، تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک در هر دو شرایط نرمال و تنش رطوبتی کاهش یافت (شکل۲ و ۳). کاهش وزن میانگره پدانکل ارقام فجر ۳۰، یوسف، موروکو و لاین ۱۷ در شرایط تنش خشکی زودتر از شرایط نرمال آغاز گردید (داده ها نشان داده نشده‌اند). این موضوع با توجه به نزدیک بودن این میانگره به مخزن (دانه) نشان دهنده نیاز بیشتر دانه به استفاده از ذخایر ساقه در زمان محدود شدن فتوسنتز گیاه (به علت تنش خشکی) می‌باشد.

حداکثر وزن میان گره ماقبل آخر برای برخی ارقام و لاین-ها از جمله ارقام نصرت، یوسف و لاین ۱۷ در شرایط تنش خشکی زودتر از شرایط نرمال به دست آمد. شدت کاهش وزن میان گره ماقبل آخر در بعضی ارقام از جمله یوسف پس از رسیدن به حداکثر وزن، بیشتر بود، این در حالی بود که کاهش وزن در رقم موروکو به کندی صورت گرفته و میزان آن بسیار ناچیز بود (داده ها ارائه نشده‌اند).

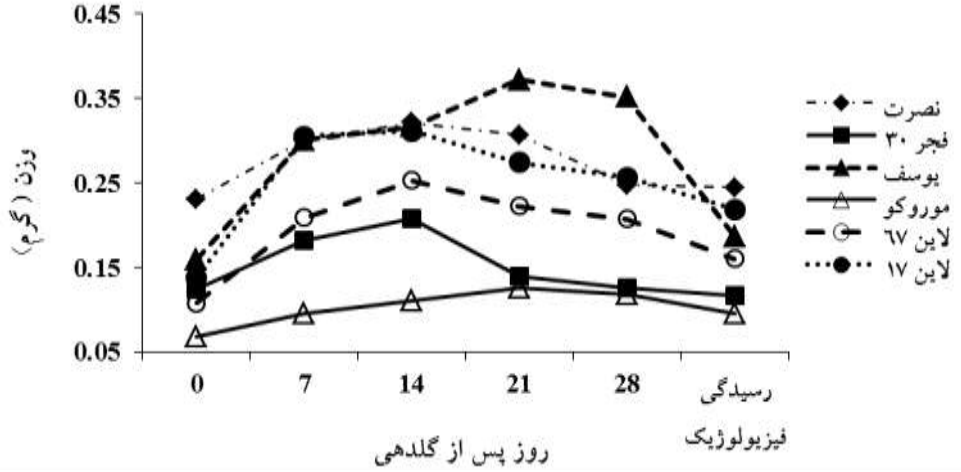
طی روزهای پس از گلدهی (مرحله پر شدن دانه) درتمامی ارقام و لاین های جو حداکثر وزن میانگره های زیرین در فاصله زمانی ۲۸-١٤ روز پس از گلدهی به دست آمد (شکل ٤). این تأخیر در به حداکثر رسیدن وزن این میانگره نسبت به دو میانگره بالاتر (با توجه به دور بودن این میانگره به مخزن (دانه)، نشان دهنده این نکته می‌تواند باشد که انتقال ذخایر میان گره های زیرین به دانه پس از انتقال ذخایر پدانکل و میان گره ماقبل آخر به دانه با کمی تأخیر صورت می‌گیرد. در این ارتباط Cruz-Aguado و همکاران (2000) فرض کردند که در هنگام انتقال مجدد کاهش وزن پدانکل بر اثر انتقال مجدد می-تواند توسط ورود مواد از میانگره ماقبل آخر جبران شود. بعد از انتقال مواد ذخیره شده از میانگره ماقبل آخر به پدانکل، مواد ذخیره شده در میانگره های زیرین شروع به انتقال کرده و کاهش مواد در آن را جبران می‌کنند. این بدان مفهوم است که یک توالی در آزاد سازی مواد فتوسنتزی از میانگره ها وجود دارد. این فرضیه با نتایج به دست آمده در این پژوهش مطابقت دارد. کاهش وزن میانگره‌های زیرین برای ارقام موروکو، یوسف و لاین ۱۷ در شرایط تنش خشکی زودتر از شرایط نرمال آغاز گردید. شدت کاهش وزن میانگره‌های زیرین در بعضی ارقام از جمله یوسف پس از رسیدن به حداکثر وزن در ۲۱ روز پس از گلدهی بیشتر بود، این در حالی بود که کاهش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

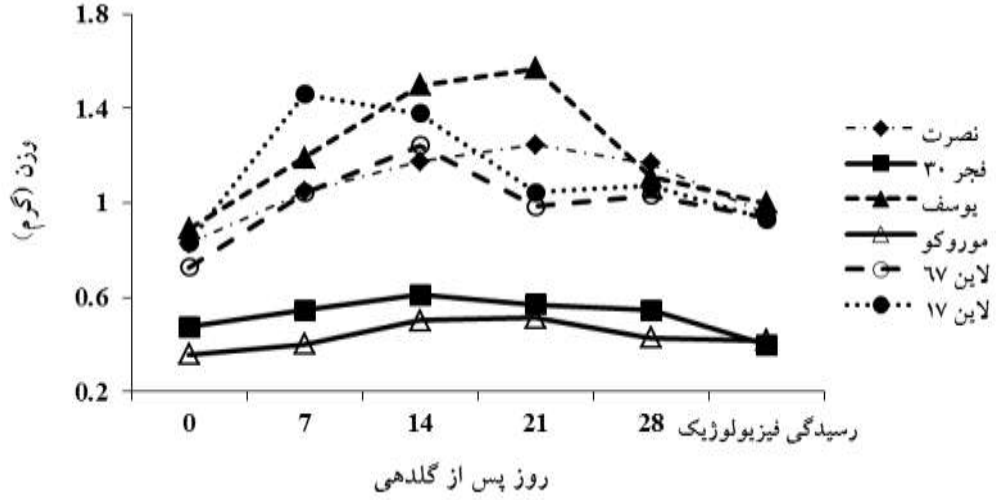
[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]



شکل ۲- تغییرات وزن پدانکل ارقام و لاین های جو در طی روزهای پس از



شکل ۳- تغییرات وزن میان گره ماقبل آخر ارقام و لاین های جو در طی روزهای پس از گلدهی



شکل ٤- تغییرات وزن میانگره های زیرین ارقام و لاین های جو در طی روزهای پس از گلدهی

وزن در رقم موروکو و فجر ۳۰ به کندی صورت گرفته و میزان آن بسیار ناچیز بود (شکل٤).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]

رابطه مثبت و معنی‌داری بین وزن هر سه میانگره با عملکرد دانه و تعداد دانه در شرایط تنش خشکی مشاهده شد، ولی این همبستگی برای میانگره ماقبل آخر بیشتر بود (جدول ۳). این موضوع می‌تواند نشان دهنده تأثیر به سزای این میانگره در زمان محدود شدن فتوسنتز گیاه (به علت تنش خشکی) به منظور انتقال ذخایر خود برای پر شدن دانه باشد. بین وزن و طول میانگره‌ها رابطه مثبت و معنی‌داری در شرایط تنش دیده شد. چنین ارتباطی توسط Joudi و همکاران (۱۳۸۹)، Ehdaie و همکاران (2006) و Cruz-Aguado و همکاران (1999) نیز در گیاه گندم گزارش شده است (جدول ۳).

وزن مخصوص میانگره ها: وزن مخصوص میانگره‌ها که از طریق تقسیم وزن میانگره به طول آن محاسبه می‌شود که نشان دهنده چگالی وزنی یا ضخامت میانگره بوده و از عوامل مهم در قدرت ذخیره سازی مواد فتوسنتزی محسوب می‌شود (Blum, 1998). بالا بودن این متغییر نشان می‌دهد که در یک واحد طولی از میانگره ذخیره سازی بالایی صورت گرفته است.

میانگره‌های زیرین و میان گره ماقبل آخر با متوسط حدود ۰/۰۱٤ شرایط مشابهی از لحاظ وزن مخصوص داشتند ومیانگره پدانکل کمترین وزن مخصوص را در شرایط نرمال داشت. این الگو در شرایط تنش نیز دیده شد. تفاوت معنی داری در وزن مخصوص هر سه میانگره ارقام و لاین های مختلف جو دیده شد (جدول ۵). در هر دو شرایط نرمال وتنش کمترین وزن مخصوص هر سه میانگره مربوط به رقم موروکو بود. در بین سایر ارقام تفاوت معنی‌داری در ارتباط با وزن مخصوص پدانکل در شرایط نرمال مشاهده نشد، ولی در شرایط تنش رقم نصرت بیشترین وزن مخصوص پدانکل را به خود اختصاص داد. بیشترین وزن مخصوص میان گره ماقبل آخر در هر دو شرایط نرمال وتنش مربوط به رقم یوسف و بیشترین وزن مخصوص میانگره های زیرین مربوط به رقم یوسف (درشرایط نرمال) و رقم نصرت (در شرایط تنش) بود (جدول۵). از لحاظ تأثیر تنش بر وزن مخصوص میانگره ها نتایج مشابهی با با نتایج به دست آمده در ارتباط با وزن خشک میانگره‌ها مشاهده شد. با توجه به نتایج به دست آمده بین روزهای مختلف از لحاظ وزن مخصوص میانگره های مختلف، تفاوت معنی‌داری وجود داشت.

نتایج نشان داد که وزن مخصوص میانگره ها طی روزهای پس از گلدهی (مرحله پر شدن دانه) درتمامی ارقام و لاین های جو روند نسبتاً مشابهی با وزن آنها داشت. کاهش وزن مخصوص میانگره پدانکل ارقام فجر ۳۰، یوسف و موروکو در شرایط تنش خشکی زودتر از شرایط نرمال آغاز گردید. در ارتباط با وزن مخصوص میانگره ماقبل آخر دو رقم نصرت و یوسف در شرایط تنش خشکی زودتر از شرایط نرمال به حداکثر مقدار خود رسیدند. پس از به دست آمدن حداکثر، کاهش وزن مخصوص میان گره ماقبل آخر در رقم یوسف سریعتر و با شیب تند تری نسبت به سایر ارقام اتفاق افتاد. این در حالی است که روند کاهش در رقم موروکو بسیار ناچیز و به کندی صورت گرفت. ارتباط مثبت و معنی داری بین وزن مخصوص میانگره ها با وزن آن‌ها دیده شد که با نتایج سایر محققان در این راستا مطابقت دارد (جودی و همکاران، ۱۳۸۹). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن مخصوص میانگره پدانکل و میانگره های زیرین با طول آن ها مشاهده شد، این درحالی است که وزن مخصوص میان گره ماقبل آخر با طول آن ارتباط خاصی را نشان نمی دهد (جدول ۳). در این خصوص Ehdaie و همکاران (2006) بر این باورند که در این موارد تأثیر افزایش وزن میانگره برای بهبود وزن مخصوص آن بیشتر از تأثیر کاهش طول خواهد بود.

میانگره پدانکل: در بین ارقام و لاین های جو در ارتباط با حداکثر وزن خشک و وزن مخصوص پدانکل (تجمع ذخایر) تحت شرایط نرمال و تنش رطوبتی تفاوت معنی داری وجود داشت. بالاترین و کمترین میزان حداکثر وزن خشک پدانکل در شرایط نرمال به ترتیب مربوط به ارقام نصرت و موروکو بود. در شرایط تنش خشکی رقم نصرت به همراه یوسف دارای حداکثر وزن بالاتر و رقم موروکو دارای حداکثر وزن پایینتری بود (جدول ٦). این تنوع در گزارشات سایر محققان نیز دیده شد(Ehdaie *et al.*, 2006). تنش خشکی حداکثر وزن

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]

جدول ۵–وزن مخصوص میانگره های ساقه اصلی ارقام و لاین های جو تحت شرایط تنش و نرمال رطوبتی

وزن مخصوص میانگره های مختلف(میلی گرم بر سانتیمتر)						
ژنوتیپ	پدانکل		میان گره ماقبل آخر		زیرین میانگره های	
	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش
نصرت	۰/۰۱۱ ab	۰/۰۱۲ a	۰/۰۱۶ b	۰/۰۱۶ b	۰/۰۱۷ c	۰/۰۲ a
فجر۳۰	۰/۰۰۹۸ ab	۰/۰۱۰ ab	۰/۰۱۰ e	۰/۰۱۳ d	۰/۰۱۱ h	۰/۰۱۲ g
یوسف	۰/۰۱۱ ab	۰/۰۱۱ ab	۰/۰۱۸ a	۰/۰۱۸ a	۰/۰۲۰ a	۰/۰۱۹ b
موروکو	۰/۰۰۵۷ c	۰/۰۰۵۶ c	۰/۰۰۶۹ f	۰/۰۰۷۲ f	۰/۰۰۸۷ i	۰/۰۰۸۳ i
لاین۶۷	۰/۰۰۹۸ ab	۰/۰۱۱ ab	۰/۰۱۵ c	۰/۰۱۶ b	۰/۰۱۴ f	۰/۰۱۷ cd
لاین۱۷	۰/۰۱ ab	۰/۰۱۱ ab	۰/۰۱۶ b	۰/۰۱۶ b	۰/۰۱۶ e	۰/۰۱۶ de

برای هر میانگره به طور مجزا میانگین‌های دارای حروف مشابه، تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۵٪ در آزمون دانکن نشان نمی‌دهند.

جدول۶ – حداکثر وزن خشک میانگره های مختلف در ارقام و لاین های جو تحت شرایط نرمال و تنش رطوبتی.

حداکثر وزن میانگره های مختلف (گرم)						
ژنوتیپ	پدانکل		میان گره ماقبل آخر		میانگره های زیرین	
	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش
نصرت	۰/۳۷ a	۰/۳۸ a	۰/۳۵ c	۰/۳۵ c	۱/۲ d	۱/۲۹ c
فجر۳۰	۰/۲۳ ef	۰/۲۲ f	۰/۱۹ g	۰/۲۳ f	۰/۶ e	۰/۶۲ e
یوسف	۰/۳۳ b	۰/۳۸ a	۰/۳۸ b	۰/۴۲ a	۱/۷۲ a	۱/۵۸ b
موروکو	۰/۱۲ g	۰/۱۱ g	۰/۱۳ h	۰/۱۲ h	۰/۵۸ e	۰/۵۵ e
لاین۶۷	۰/۲۳ e	۰/۲۳ ef	۰/۲۴ f	۰/۲۷ e	۱/۲۳ cd	۱/۲۶ cd
لاین۱۷	۰/۳۱ c	۰/۳۰ d	۰/۳۴ c	۰/۳۱ d	۱/۶۱ b	۱/۵۵ b

برای هر میانگره به طور مجزا میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه لاتین هستند، تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۵٪ در آزمون دانکن نشان نمی‌دهند.

خشک میانگره پدانکل را تنها در رقم یوسف به میزان ۱۴ درصد افزایش و در لاین ۱۷ به میزان ۴ درصد کاهش داد و تأثیر معنی داری در حداکثر وزن خشک پدانکل سایر ارقام نداشت (جدول ۶).

رتبه بندی ارقام و لاین ها در ارتباط با حداکثر وزن مخصوص با کمی تفاوت نسبت به وزن خشک پدانکل صورت گرفت؛ به طوری که در هر دو شرایط نرمال و تنش رقم یوسف دارای حداکثر وزن مخصوص بالاتری نسبت به سایرین بود و حتی با اختلاف معنی داری بالاتر از رقم نصرت قرار گرفت (جدول ۷). دلیل رتبه بندی متفاوت ارقام و لاین ها در ارتباط با این دو صفت، به تفاوت طول این میانگره در ارقام و لاین های مختلف بر می گردد. برای مثال با توجه به طول بیشتر پدانکل رقم نصرت نسبت به رقم یوسف، بالاتر بودن حداکثر وزن مخصوص پدانکل رقم یوسف نسبت به نصرت نشان دهنده میزان وزن خشک بالاتر این رقم در واحد سطح میانگره پدانکل می باشد. تنش خشکی حداکثر وزن مخصوص میانگره پدانکل را تنها در ارقام یوسف (به میزان ۲۱ درصد) و لاین ۶۷ (به میزان ۱۵ درصد) افزایش داد و تأثیر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]

جدول ۷ – حداکثر وزن مخصوص میانگره های مختلف در ارقام و لاین های جو تحت شرایط نرمال و تنش رطوبتی

حداکثر وزن مخصوص میانگره های مختلف (گرم بر سانتیمتر)						
ژنوتیپ	پدانکل		میان گره ماقبل آخر		میانگره های زیرین	
	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش
نصرت	۰/۰۱۲۰ cd	۰/۰۱۴۰ bc	۰/۰۲۰۰ de	۰/۰۲۰۹ bcd	۰/۰۱۹۸ c	۰/۰۲۴۰ b
فجر۳۰	۰/۰۱۱۰ d	۰/۰۱۲۰ cd	۰/۰۱۴۰ f	۰/۰۱۸۰ e	۰/۰۱۳۰ d	۰/۰۱۳۰ d
یوسف	۰/۰۱۴۰ bc	۰/۰۱۷۰ a	۰/۰۲۲۰ b	۰/۰۲۷۰ a	۰/۰۲۷۰ a	۰/۰۲۶۰ a
موروکو	۰/۰۰۷۰ e	۰/۰۰۶۹ e	۰/۰۰۸۳ g	۰/۰۰۸۳ g	۰/۰۱۱۰ e	۰/۰۱۰۰ e
لاین۶۷	۰/۰۱۲۰ cd	۰/۰۱۴۰ bc	۰/۰۱۹۰ de	۰/۰۲۲۰ bc	۰/۰۱۹۰ c	۰/۰۲۰۰ c
لاین۱۷	۰/۰۱۳۰ bcd	۰/۰۱۳۰ bcd	۰/۰۲۱۰ bcd	۰/۰۲۰۶ cd	۰/۰۲۳۰ b	۰/۰۲۳۰ b

برای هر میانگره به طور مجزا میانگین‌های دارای حروف مشابه ، تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۵٪ در آزمون دانکن نشان نمی‌دهند.

جدول ۸- مقدار انتقال مجدد بر اساس وزن خشک میانگره های مختلف در ارقام و لاین های جو تحت شرایط نرمال و تنش رطوبتی.

مقدار انتقال مجدد بر اساس وزن خشک میانگره های مختلف (گرم)						
ژنوتیپ	پدانکل		میان گره ماقبل آخر		میانگره های زیرین	
	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش
نصرت	۰/۰۸۴ d	۰/۱۱۰ c	۰/۱۰۵ cd	۰/۱۱۰ cd	۰/۳۰۰ bc	۰/۲۸۰ bc
فجر۳۰	۰/۰۳۶ ij	۰/۰۴۳ hi	۰/۰۸۳ ef	۰/۱۰۰ d	۰/۲۰۰ cd	۰/۲۲۰ bcd
یوسف	۰/۱۳۰ b	۰/۱۶۰ a	۰/۱۷۰ b	۰/۲۶۰ a	۰/۶۱۰ a	۰/۶۴۰ a
موروکو	۰/۰۲۵ j	۰/۰۲۷ j	۰/۰۲۶ g	۰/۰۲۶ g	۰/۱۴۰ d	۰/۱۶۰ d
لاین۶۷	۰/۰۶۷ ef	۰/۰۷۳ de	۰/۰۷۶ f	۰/۱۱۰ cd	۰/۳۱۰ b	۰/۳۱۰ b
لاین۱۷	۰/۰۵۳ gh	۰/۰۵۹ fg	۰/۰۹۷ de	۰/۱۲۰ c	۰/۶۸۰ a	۰/۶۱۰ a
میانگین	۰/۰۶۶	۰/۰۷۹	۰/۰۹۲	۰/۱۲۰	۰/۳۷۰	۰/۳۶۹

برای هر میانگره به طور مجزا میانگین‌های دارای حروف مشابه، تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۵٪ در آزمون دانکن نشان نمی‌دهند.

معنی داری در حداکثر وزن مخصوص پدانکل سایر ارقام نداشت (جدول ۷).

نتایج نشان داد که تنوع قابل توجهی در ارتباط با میزان ماده خشک انتقال یافته از پدانکل (بر اساس وزن خشک و وزن مخصوص) در بین ارقام ولاین های جو تحت شرایط نرمال و تنش رطوبتی وجود دارد. مقدار این انتقال بر اساس وزن خشک، در شرایط نرمال از ۲۵ میلی گرم در رقم موروکو تا ۱۳۱ میلی گرم در رقم یوسف متغییر بود (جدول ۸). نتایج سایر محققان نیز وجود تنوع در بین ارقام را تأیید می کند (Joudi et al, 2012., Ehdaie et al, 2006., Xue et al, 2009., Ehdaie and Waines, 1996). تنش خشکی میانگین انتقال مجدد وزن خشک پدانکل را در ارقام نصرت و یوسف به طور معنی داری افزایش داد. درصد این افزایش در رقم متحمل یوسف بیشتر بود. در عین حال تنش تأثیری در سایر ارقام و لاین ها نداشت (جدول۸). نتایج آزمایشاتGupta و همکاران (2011) نیز نشان داد که تحت تنش خشکی انتقال

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]

مجدد ذخایر ساقه و کارایی انتقال مجدد در ارقام گندم افزایش داشت ولی در رقم متحمل این افزایش بیشتر بود.

با توجه به این که اجزای تشکیل دهنده انتقال مجدد شامل مقدار تجمع ذخایر (حداکثر وزن ساقه پس از گلدهی) و میزان انتقال این ذخایر به دانه (حداقل وزن ساقه در طی پر شدن دانه) می‌باشد(Ehdaie et al., 2006) ، لذا تفاوت مقدار انتقال مجدد بین ارقام مختلف، می‌تواند ناشی از تفاوت یک یا هر دو جزء از اجزای انتقال مجدد باشد. بر این اساس رقمی که دارای توان ذخیره سازی بالاتری نسبت به سایر ارقام باشد، لزوما مقدار انتقال مجدد بالاتری ندارد. به طور مثال اگرچه رقم نصرت در شرایط نرمال رطوبتی دارای حداکثر وزن خشک پدانکل بالاتری نسبت به سایر ارقام می‌باشد و در شرایط تنش همراه با رقم یوسف در گروه اول آماری قرار می گیرد (جدول ٦) ولی میزان انتقال مجدد ذخایر این رقم در هر دو شرایط نرمال و تنش نسبت به رقم یوسف به طور معنی داری پایینتر است (جدول ۸). لذا با وجود تشابه دو رقم نصرت و یوسف در میزان ذخیره سازی مواد در پدانکل، علت بالاتر بودن انتقال مجدد در رقم یوسف احتمالاً به قدرت بالای مخزن در جذب بیشتر مواد از ساقه(Gupta et al., 2011) از یک طرف و فعالیت بیشتر آنزیم های هیدرولیز کننده و انتقال دهنده کربوهیدرات های ساقه از طرف دیگر بر می‌گردد (Zhang et al., 2009). در همین راستا در ارتباط با حداکثر وزن مخصوص پدانکل در شرایط نرمال، با وجودی که ارقام نصرت، یوسف و دو لاین ۱۷ و ٦۷ همگی دارای حداکثر وزن مخصوص مشابهی بوده و از نظر آماری در یک گروه قرار می-گیرند (جدول ۷) ولی میزان انتقال مجدد بر اساس وزن مخصوص پدانکل در رقم نصرت به طور معنی داری پایینتر بود. این موضوع روشن می‌کند که این رقم با وجود داشتن ذخایر بالا، در انتقال این مواد به دانه ضعیفتر از ارقام دیگر عمل کرده و احتمالاً دارای توان پایین مخزن در جذب حداکثر مواد از ساقه می باشد.

میانگره ماقبل آخر: ارقام و لاین‌های جو از نظر حداکثر وزن خشک و وزن مخصوص میانگره ماقبل آخر نیز در شرایط نرمال و تنش تفاوت معنی داری با یکدیگر داشتند. بیشترین و کمترین میزان تجمع وزن خشک میان گره ماقبل آخر در شرایط نرمال و تنش به ترتیب مربوط به ارقام نصرت و موروکو بود. حداکثر وزن خشک میانگره ماقبل آخر در ارقام یوسف، فجر ۳۰ و لاین ٦۷ تحت تنش خشکی افزایش و در لاین ۱۷ کاهش یافت.در عین حال سایر ارقام تحت تنش خشکی تفاوت معنی داری را نشان ندادند (جدول ٦). رتبه بندی ارقام و لاین ها در ارتباط با این صفت نسبتاً مشابه وزن خشک پدانکل صورت گرفت (جدول ۷). مشابه با میزان حداکثر وزن خشک میان گره ماقبل آخر، تنش خشکی حداکثر وزن مخصوص این میانگره را نیز در ارقام یوسف، فجر ۳۰ و لاین ٦۷ افزایش و تأثیر معنی داری در حداکثر وزن مخصوص میان گره ماقبل آخر سایر ارقام نداشت (جدول ۷).

در بین ارقام ولاین های جو تحت شرایط نرمال و تنش رطوبتی تفاوت معنی داری در ارتباط با میزان انتقال مجدد از میانگره ماقبل آخر (بر اساس وزن خشک) مشاهده شد. مقدار این انتقال در شرایط نرمال از ۲٦ میلی گرم در رقم موروکو تا ۱۷۰ میلی گرم در رقم یوسف و در شرایط تنش نیز از ۲٦ (در رقم موروکو) تا ۲٦۰ میلی گرم (در رقم یوسف) متغییر بود (جدول ۸). تنش خشکی میانگین انتقال مجدد وزن خشک میان گره ماقبل آخر را از ۹۲ میلی گرم در شرایط نرمال تا ۱۲۱ میلی گرم در شرایط تنش افزایش داد. مطابق با این نتایج، سعیدی و مرادی (۱۳۹۰) و Gupta و همکاران (2011) نیز درآزمایشات خود نشان دادند که میزان انتقال مجدد از میانگره ماقبل آخر تحت تنش خشکی افزایش داشت. در همین راستا همچنینBonnett و Incoll (1992) نشان دادند که شرایط محیطی از جمله تنش که انتقال اسیمیلات های جاری را در طول پر شدن دانه کاهش می دهند، سبب تقاضای بیشتر ذخیره ساقه در طول پر شدن دانه و درنتیجه افزایش انتقال مجدد آن ها به دانه می‌شوند. با این وجود پاسخ ارقام و لاین ها به تنش خشکی متفاوت از یکدیگر بود به طوری که تنش خشکی میانگین انتقال مجدد وزن خشک میان گره ماقبل آخر را اگرچه در ارقام فجر ۳۰، یوسف، لاین ٦۷ و لاین ۱۷ به طور معنی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]

داری افزایش داد ولی در عین حال تأثیری در دو رقم موروکو و نصرت نداشت (جدول ۸). این تنوع در بین ارقام در پاسخ به تنش خشکی در آزمایشات سایر محققان نیز دیده می شود (جودی و همکاران ۱۳۸۹ و Mohammadi Bazargani *et al,* 2011). همینطور که دیده می‌شود در بین ارقام و لاین های مختلف که تحت تأثیر تنش افزایش داشتند، رقم متحمل یوسف افزایش قابل توجه تری را نشان داد.Gupta و همکاران (2011) نیز در بررسی خود بر روی دو رقم حساس و متحمل گندم نشان دادند که تحت تنش خشکی انتقال مجدد ذخایر ساقه و کارایی انتقال مجدد در هر دو رقم افزایش داشت ولی در رقم متحمل این افزایش بیشتر بود. این افزایش انتقال مجدد تحت تنش می تواند به علت تقاضای بیشتر مخزن در شرایط محدود شدن فتوسنتز جاری باشد، جاییکه Kuhbauch وThome (1989) اعلام کردند که تقاضای مخزن دانه فاکتور اولیه و اصلی تعیین‌کننده انتقال مجدد ساقه می‌باشد.

ارقام و لاین ها در ارتباط با میزان ماده خشک انتقال یافته از میان گره ماقبل آخر (بر اساس وزن مخصوص) کم و بیش رتبه بندی مشابهی با مقدار انتقال مجدد وزن خشک آن میان گره داشتند، به طوری که در هر دو شرایط نرمال و تنش ارقام یوسف و موروکو به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار انتقال مجدد بر اساس وزن مخصوص میان گره ماقبل آخر بودند. تنش خشکی میانگین انتقال مجدد وزن خشک میانگره ماقبل آخر را بر اساس وزن مخصوص افزایش داد. با این وجود پاسخ ارقام و لاین‌ها به تنش خشکی متفاوت از یکدیگر بود. بر این اساس تنش خشکی میانگین انتقال مجدد از میان گره ماقبل آخر (بر اساس وزن مخصوص) را در ارقام نصرت و یوسف و لاین ٦٧ به طور معنی داری افزایش داد و در عین حال تأثیری در سایر ارقام و لاین ها نداشت (جدول ۹).

همانطور که در ارتباط با میانگره پدانکل بحث شد، تفاوت ارقام و لاین‌های جو در از لحاظ میزان انتقال مجدد از میانگره ماقبل آخر نیز وابسته به هر دو جزء انتقال مجدد (میزان تجمع مواد و مقدار انتقال آن به دانه) می‌باشد. برای مثال اگر رقم یوسف را به عنوان پیشتاز هم در تجمع ذخایر در میان گره ماقبل آخر و هم در انتقال این ذخایر به دانه در هر دو شرایط نرمال و تنش کنار بگذاریم؛ در مقایسه سایر ارقام دیده می‌شود که در شرایط تنش اگرچه رقم نصرت دارای حداکثر وزن خشک بالاتری نسبت به دو لاین ۱۷ و٦٧ می‌باشد (جدول ٦) ولی از نظر انتقال مجدد ذخایر، دو لاین ۱۷و ٦٧ مشابه نصرت عمل کرده و احتمالاً به علت داشتن قدرت مخزن بالاتر در جذب ذخایر ساقه نسبت به رقم نصرت ماده خشک بیشتری را به دانه انتقال می‌دهند (جدول ۸). نتایج کم و بیش مشابهی در ارتباط با انتقال مجدد براساس وزن مخصوص میان گره ماقبل آخر دیده می‌شود. در مجموع درارقام مورد بررسی، در بین اجزای تشکیل دهنده انتقال مجدد به خصوص در شرایط تنش جزء دوم (انتقال مواد به دانه) از اهمیت بالاتری بر خوردار است و ارقام صرف داشتن ذخایر بیشتر دارای انتقال مجدد بالاتری نخواهند بود. در همین ارتباط Zhang و همکاران (2009) نیز نشان دادند که در ارقام گندم تحت شرایط تنش، میزان و سرعت انتقال کربوهیدرات‌های محلول ساقه به دانه اهمیت بیشتری نسبت به میزان مطلق این مواد در ساقه داشت.

میانگره‌های زیرین: در بین ارقام و لاین‌های جو در ارتباط با حداکثر وزن و وزن مخصوص میانگره‌های زیرین (تجمع ذخایر) تحت شرایط نرمال و تنش رطوبتی تفاوت معنی دار دیده شد. رقم یوسف و لاین ۱۷ دارای بیشترین حداکثر وزن خشک میانگره های زیرین در هر دو شرایط نرمال و تنش بودند و ارقام موروکو و فجر ۳۰ دارای کمترین مقدار بودند. اگر چه نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری در حداکثر وزن خشک میانگره‌های زیرین ارقام و لاین های جو نداشت ولی مقایسات میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری در دو رقم یوسف و نصرت تحت تنش خشکی نسبت به نرمال نشان داد (جدول٦). نتایج نسبتاً مشابهی در مورد رتبه بندی ارقام و لاین‌ها در ارتباط با وزن مخصوص با وزن خشک میانگره‌های زیرین به دست آمد (جدول ۷).

نتایج نشان داد که تنوع قابل ملاحظه ای در ارتباط با میزان

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]

جدول ۹- مقدار انتقال مجدد بر اساس وزن مخصوص میانگره های مختلف در ارقام و لاین های جو تحت شرایط نرمال و تنش رطوبتی.

مقدار انتقال مجدد بر اساس وزن مخصوص میانگره های مختلف (گرم بر سانتیمتر)						
ژنوتیپ	پدانکل		میان گره ماقبل آخر		میانگره های زیرین	
	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش
نصرت	۰/۰۰۲۳ ^{e}	۰/۰۰۳۵ ^{cde}	۰/۰۰۵٤ ^{f}	۰/۰۰۷۷ ^{de}	۰/۰۰۵۰ ^{b}	۰/۰۰۵٦ ^{b}
فجر۳۰	۰/۰۰۲٤ ^{de}	۰/۰۰۲۵ ^{de}	۰/۰۰٦۵ ^{ef}	۰/۰۰۷۸ ^{de}	۰/۰۰٤٤ ^{bc}	۰/۰۰٤۸ ^{b}
یوسف	۰/۰۰۵٦ ^{b}	۰/۰۰۸۰ ^{a}	۰/۰۱۰۰ ^{bc}	۰/۰۱۷۰ ^{a}	۰/۰۱۰۰ ^{a}	۰/۰۱۱۰ ^{a}
موروکو	۰/۰۰۱۸ ^{e}	۰/۰۰۱۷ ^{e}	۰/۰۰۱۹ ^{g}	۰/۰۰۲۳ ^{g}	۰/۰۰۲۷ ^{c}	۰/۰۰۲۹ ^{c}
لاین٦۷	۰/۰۰٤۷ ^{bc}	۰/۰۰٤۰ ^{bcd}	۰/۰۰۷۰ ^{de}	۰/۰۱۰۰ ^{b}	۰/۰۰۵۳ ^{b}	۰/۰۰۵۲ ^{b}
لاین۱۷	۰/۰۰۳۲ ^{cde}	۰/۰۰۲۹ ^{cde}	۰/۰۰۷٦ ^{de}	۰/۰۰۸۷ ^{cd}	۰/۰۰۹۸ ^{a}	۰/۰۱۰۰ ^{a}
میانگین	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰٦۵	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰٦۲	۰/۰۰٦۵

برای هر میانگره به طور مجزا میانگین‌های دارای حروف مشابه، تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۵٪ در آزمون دانکن نشان نمی‌دهند.

انتقال مجدد از میانگره‌های زیرین (بر اساس وزن خشک و وزن مخصوص) در بین ارقام ولاین‌های جو تحت شرایط نرمال و تنش رطوبتی وجود دارد. بیشترین میزان ماده خشک انتقال یافته از میانگره‌های زیرین تحت هر دو شرایط نرمال و تنش مربوط به رقم یوسف و لاین ۱۷ و کمترین مقدار آن مربوط به رقم موروکو بود (جدول۸). نتایج سایر محققان نیز این تنوع در بین ارقام را تأیید می‌کند (Joudi *et al.*, 2012., Ehdaie *et al.*, 2006., Xue *et al.*, 2009., Ehdaie and Waines, 1996., Ma *et al.*, 2014., Mohammadi Bazargani 2011) تنش خشکی تأثیر معنی داری در انتقال مجدد ماده خشک از میانگره های زیرین (بر اساس هر دو صفت وزن و وزن مخصوص) نداشت.

در مقایسه میزان انتقال مجدد از میانگره‌های مختلف، متوسط انتقال مجدد از میانگره ماقبل آخر (بر اساس وزن خشک) در شرایط نرمال و تنش خشکی به ترتیب ۹۲ و ۱۲۰ میلی گرم بود که نسبت به متوسط انتقال مجدد از میانگره پدانکل به ترتیب ۲۸ و ۳٤ درصد بیشتر بود (جدول ۸). در عین حال متوسط انتقال مجدد ماده خشک از میانگره‌های زیرین تحت هر دو شرایط نرمال و تنش رطوبتی بالاتر از دو میانگره دیگر است که دلیل این امر طول بیشتر این میانگره می‌باشد. متوسط انتقال مجدد از میانگره ها (بر اساس وزن مخصوص) نشان می‌دهد که در یک طول مشخص از میانگره، متوسط انتقال مجدد از میانگره ماقبل آخر به خصوص تحت شرایط تنش خشکی، به مقدار بالایی از سایر میانگره‌ها بیشتر است (جدول ۹). در آزمایشی مشابهJoudi و همکاران (2012) نشان دادند که متوسط انتقال مجدد از میانگره ماقبل آخر در شرایط نرمال ۲٦ درصد بیشتر از متوسط انتقال مجدد از میانگره پدانکل بود که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. همچنین در تحقیق Ma و همکاران (2014) بر روی دو رقم گندم مشخص شد که میان گره ماقبل آخر بیشترین مواد فتوسنتزی را در خود تجمع داده و بالاترین نقش را در ا نتقال مجدد در گیاه متحمل داشت. نتایج مشابهی در مطالعه‌یWardlaw و Willenbrink (1994) بر روی سه رقم گندم گزارش شده است. Daniels و همکاران (1982) در مطالعه بر روی گیاه جو نشان دادند که پدانکل و میانگره ماقبل آخر و برگ غلاف بیشترین ذخیره را دارا می‌باشند. در همین راستاKhoshro و همکاران (2014) نیز نشان دادند که میزان بیشینه انتقال مجدد در دو میان گره پدانکل و میان گره ماقبل آخر در رقم متحمل گندم بیشتر از میان گره های زیرین بود. در آزمایشی دیگر در جو زمستانه گزارش شده که میانگره‌های زیرین بیشترین تخصیص اسیمسلات‌ها در طول پر شدن دانه را دارند (Bonnett and Incoll, 1992a). چنانچه مشاهده می‌شود با توجه به تنوع گسترده موجود در نتایج محققان مختلف، می

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]

توان این طور استنباط کرد که تفاوت های مشاهده شده در رتبه بندی میانگره ها بر اساس میزان تجمع و انتقال ذخایر آنها وابسته به نوع گیاه و ویژگی‌های ذاتی و ژنتیکی ارقام می‌باشد.

در شرایط تنش ارتباط مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه با انتقال مجدد از میانگره پدانکل (r^2=0/9)، میان گره ماقبل آخر (r2= 0/9) و میانگره‌های زیرین (r^2 =0/65) دیده می‌شود. این نتایج نشان می‌دهد که بهبود انتقال مجدد در شرایط تنش همراه با افزایش عملکرد خواهد بود، که این نتایج با نتایج Joudi و همکاران (2012) در مورد گندم همخوانی دارد. به طوریکه در ارقام با انتقال مجدد بالا مانند یوسف، در شرایط تنش و محدود شدن اسمیلاتهای جاری، افزایش انتقال مجدد از میانگره‌ها می‌تواند ثبات عملکرد این رقم را نسبت به سایر ارقام توجیه کند. در این ارتباط Dreccer و همکاران (2009) اشاره کردند که ارقام گندم با ذخایر بالای کربوهیدرات های محلول و انتقال مجدد در مقایسه با انواع با انتقال مجدد کم دارای عملکرد مشابه و یا بالاتر بودند.

کارایی انتقال مجدد: بیشترین میانگین کارایی انتقال مجدد ارقام ولاین های جو تحت هر دو شرایط نرمال و تنش مربوط به میانگره ماقبل آخر بود. میانگره های زیرین و پدانکل در رتبه های دوم و سوم قرار گرفتند. این موضوع با نتایج سعیدی و مرادی (۱۳۹۰) نیز مطابقت دارد. در بین ارقام و لاین های مختلف جو از نظر کارایی انتقال مجدد در تمامی میانگره ها تفاوت معنی داری مشاهده می شود. بیشترین و کمترین کارایی انتقال مجدد به ترتیب مربوط به رقم یوسف با ٤٦ و موروکو با ۲۵ درصد می باشد. کارایی انتقال مجدد در شرایط نرمال، ۱۹ درصد در رقم نصرت تا ٤۰ درصد در رقم یوسف برای پدانکل، ۲۲/٦۸ در رقم موروکو تا ٤۵ درصد در رقم یوسف برای میان گره ماقبل آخر و ۲٤/۵۸ در رقم مروکو تا ٤۳ درصد در لاین ۱۷ برای میانگره های زیرین متغییر بود. بر همین منوال کارایی انتقال مجدد در شرایط تنش، از ۲۰/۳۲ در رقم فجر ۳۰ تا ٤۷ درصد در رقم یوسف برای پدانکل، ۲۸ در رقم موروکو تا ٦۳/۵۹ درصد در رقم یوسف برای میان گره ماقبل آخر و ۲۳/٤۲ در رقم نصرت تا ٤۳ درصد در رقم یوسف برای میانگره های زیرین متغییر بود (جدول ۱۰). پاسخ ارقام و لاین ها و میانگره ها به تنش از نظر کارایی انتقال مجدد متفاوت از یکدیگر بود. این تنوع در پاسخ، در نتایج سایر محققان نیز دیده می‌شود(Joudi *et al.*, 2012., Ehdaie *et al.*, 2006). کارایی انتقال مجدد میانگره‌های پدانکل و میانگره های زیرین تحت تأثیر تنش تغییر معنی داری نکرد، این در حالی است که میان گره ماقبل آخر در ارتباط با این صفت افزایش ۲۰ درصدی را نشان دادند. کارایی انتقال مجدد در شرایط تنش در تعدادی از ارقام و لاین ها افزایش، در تعدادی ثابت و در تعدادی دیگر نیز کاهش یافت(جدول ۱۰). در بین ارقام و لاین ها، کارایی انتقال مجدد میان گره ماقبل آخر رقم متحمل یوسف بیشترین افزایش را (٤۱ درصد) تحت تنش نشان داد. این نتایج در تأیید آزمایشات Gupta وهمکاران (2011)،Ma و همکاران (2014)،Khoshro و همکاران (2014) وSharbatkhari و همکاران (2016) می‌باشد که نشان دادند که تنش خشکی باعث افزایش بیشتر کارایی انتقال مجدد در رقم متحمل می-شود. توانایی بالای تجمع ذخایر ساقه، القاء بالاتر انتقال مجدد و کارایی آن تحت تنش در رقم متحمل نسبت به ارقام حساس، فرضیهAprile و همکاران (2009) وGupta و همکاران (2011) را قوت می‌بخشد که ارقام متحمل نسبت به ارقام حساس، از طرفی دارای توانایی بالاتر سنتز، ذخیره‌سازی و انتقال کربوهیدرات‌های محلول ساقه بوده و از طرف دیگر دارای قدرت بالاتر مخزن برای دریافت این ذخایر می‌باشند، این باعث می‌شود که ارقام متحمل تحت تنش مکانیزم های محافظتی خود را سریعتر و کارآمد از ارقام حساس فعال کنند.

بیشترین میزان ارتباط کارایی انتقال مجدد با عملکرد و اجزای آن مربوط به میانگره ماقبل آخر (r^2=0/83) است که نشان دهنده به کارگیری مکانیزم های کارآمدتر این میانگره در انتقال حداکثر مواد ذخیره شده در آن به منظور پر شدن دانه می باشد. در تحقیق حاضر یک رابطه بسیار نزدیک بین مقدار انتقال مجدد مواد و کارایی انتقال مجدد از میانگره ها دیده شد. برای مثال همبستگی مقدار انتقال مجدد و کارایی انتقال مجدد میانگره ماقبل آخر r^2= 0/98 بود. این بدان مفهوم است که

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]

جدول ۱۰- کارایی انتقال مجدد (درصد) میانگره های مختلف در ارقام و لاین های جو تحت شرایط نرمال و تنش رطوبتی.

ژنوتیپ	کارایی انتقال مجدد (درصد) میانگره های مختلف					
	پدانکل		میان گره ماقبل آخر		میانگره های زیرین	
	نرمال	تنش	نرمال	تنش	نرمال	تنش
نصرت	۱۹/۲۹ f	۲٤/۷٦ de	۲۷/٦۲ f	۳٦/٦ e	۲٥/۲۹ c	۲۳/٤۲ c
فجر۳۰	۲۱/۰۳ def	۲۰/۳۲ ef	٤٦/۱۹ b	٤۳/٦٦ bc	۳۳/۷۲ b	۳٦/٥٤ b
یوسف	۳۹/٥۹ b	٤٦/۸٤ a	٤٤/۹۱ bc	٦۳/٥۹ a	۳٦/٥۱ b	٤۲/۹۸ a
موروکو	۲٥/٥۳ d	۲۳/۹۲ def	۲۲/٦۸ g	۲۷/۹۷ f	۲٤/٥۸ c	۲۷/٥۰ c
لاین٦۷	۳۷/۷۲ b	۳۰/۰۸ c	۳۸/۸٥ de	٤۷/۳٤ b	۲۸/۳۳ c	۲٥/٦۸ c
لاین۱۷	۲٤/۷۸ de	۲۲/۱ def	۳٦/٦۱ e	٤۲/۱۹ cd	٤۳/۰۱ a	٤۲/۳۷ a
میانگین	۲۷/۹۹	۲۸/۰۰	۳٦/۱٤	٤۳/٥٦	۳۱/۹۱	۳۳/۰۸۲

برای هر میانگره به طور مجزا میانگین‌های دارای حروف، تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۵٪ در آزمون دانکن نشان نمی‌دهند.

مقادیر بالا و پایین انتقال مجدد از میانگره ها هماهنگ با کارایی بالا و پایین انتقال مجدد در میانگره های مذکور می‌باشد. به عنوان مثال رقم متحمل یوسف با مقدار انتقال مجدد بالا در بین ارقام و لاین‌های مختلف در شرایط تنش خشکی، از نظر کارایی انتقال مجدد نیز دارای رتبه اول بود. لذا به نظر می‌رسد که اصلاح انتقال مجدد در ارقام و لاین‌های جو مقدار کارایی انتقال مجدد را نیز به طور غیر مستقیم تغییر دهد. نتایج مشابهی در تحقیقات جودی و همکاران (۱۳۸۹) بر روی ارقام گندم مشاهده شد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاضر نشان داد تفاوت قابل ملاحظه ای برای ذخیره سازی و انتقال مجدد کربن در بین ارقام و لاین‌های جو مورد بررسی وجود داشت. خشکی باعث القا انتقال مجدد ذخایر ساقه به دانه در رقم متحمل به خشکی در جو شد و در شرایط تنش کمترین میزان ماده خشک انتقال یافته و کارایی انتقال مجدد در رقم حساس مشاهده شد. از لحاظ مقایسه سهم میانگره های مختلف در کارآیی انتقال مجدد در شرایط تنش خشکی، بین عملکرد دانه و انتقال مجدد از میانگره ماقبل آخر بیشترین ارتباط مشاهده شد.

مطالعه اجزای تشکیل دهنده انتقال مجدد در ارقام جو به خصوص در شرایط تنش نشان داد که داشتن ذخایر بیشتر (جزء اول) همواره کافی نبوده و در بسیاری موارد انتقال مواد به دانه (جزء دوم) از اهمیت بالاتری بر خوردار می‌باشد. در مجموع ارقام متحمل به خشکی نسبت به ارقام حساس، دارای توانایی بالا برای سنتز، ذخیره‌سازی و انتقال کربوهیدرات‌های محلول ساقه بوده و نیز قدرت بالای مخزن برای دریافت این ذخایر می‌باشند. تفاوت ظرفیت ذخیره سازی و نیز قابلیت انتقال مجدد در ارقام مورد بررسی نشان می‌دهد که امکان دست‌ورزی و اصلاح صفات مذکور در فعالیت های به نژادی جو وجود دارد. بدیهی است با توجه به پیچیده بودن و چندژنی بودن روند انتقال مجدد، تغییر این صفات کار آسانی نبوده و نیازمند مطالعات جامع و گسترده است. دخیل بودن عوامل مختلف بر ذخیره‌سازی و انتقال کربن و نیز تفاوت این عوامل از یک گیاه زراعی به گیاه دیگر و یا از یک محیط به محیط دیگر از عوامل مهم دیگر در این موضوع می‌باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان مراتب تشکر خود را دکتر حمیدرضا نیک خواه عضو هیات علمی موسسه تهیه و اصلح بذر و نهال برای در اختیار گذاشتن بذور جو و از پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران به دلیل فراهم آوردن امکانات مالی و اجرایی این پروژه مصوب ابراز می‌دارند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]

منابع:

جودی، م.، احمدی، ع.، محمدی، و.، عباسی، ع.، محمدی، ح.، اسماعیل پور، م.، بیات، ز و بهروز، ت. (۱۳۸۹) بررسی تجمع و آزاد سازی مواد فتوسنتزی ساقه در ارقام زراعی گندم های ایران تحت شرایط فاریاب و تنش خشکی طی فاز رشد زایشی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ٤١ (٢): ٣٢٨- ٣١٥.

سرآبادانی تفرش، ر.، بی همتا، م. ر.، شبر، ز. س.، شهبازی، م.، نقوی، م. ر.، کرمی، ا و دهقانی سانیچ، ح. (۱۳۹۲) اثر تنش خشکی انتهای فصل بر عملکرد و برخی از ویژگی های فیزیولوژیکی چند رقم و لاین جو.مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۲۷(٤): ٥٣٥- ٥٤٩.

سعیدی، م و مرادی، ف. (۱۳۹۰) اثر تنش خشکی پس از گرده افشانی بر انتقال مجدد کربوهیدراتهای محلول از میانگره آخر و ماقبل آخر به دانه های در حال رشد دو رقم گندم نان. مجله علوم زراعی ایران. ۱۳(۳): ٥٦٤-٥٤٨.

Aprile, A., Mastrangelo, A. M., Leonardis, A. M. D., Galiba, G., Roncaglia, E., Ferrari, F., Bellis, L. D., Turchi, L., Giuliano, G. and Cattivelli, L. (۲۰۰۹) Transcriptional Profiling in Response to Terminal Drought Stress Reveals Differential Responses along the Wheat Genome. *BMC Genomics* 10. p. 279.

Austin, R. B., Edrich, J. A., Ford, M. A. and Blackwell ,R. D. (1977) The fat of dry matter, carbohydrates and ^{14}C lost from the leaves and stems of wheat during grain filling. Annals of Botany 41: 1309-1321.

Bidinger, F., Musgrave, R. B. and Fisher, R. A. (1977) Contribution of stored pre-anthesis assimilate to grain yield in wheat and barley. Nature 270: 431-433.

Blum, A. (1998) Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilisation. Euphytica 100: 77-83.

Bonnett, G. D. and Incoll, L. D. (1992a) Effect on the stem of winter barley of manipulating the source and sink during grain filling: Changes in accumulation and loss of mass from internodes. Journal of Experimental Botany 44: 75-82.

Brooks, A., Jenner, C.F. and Aspinall, D. (1982) Effect of water deficit on endosperm starch granules and grain physiology of wheat and barley. Australian. Journal of plant physiology 9: 423–436.

Chang ,T. T., C. F. Konzak. and Zadoks, J. C. (1974) A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14: 415-421.

Cruz-Aguado, J. A., Reyes, F., Rodes, R., Perez, I. P. and Dorado, M. (1999) Effect of source-sink ratio on partitioning of dry matter and ^{14}C-photoassimilate in wheat during grain filling. Annals of botany 83: 655-665.

Cruz-Aguado, J. A., Rodes, R., Perez, I. P. and Dorado, M. (2000) Morphological characteristics and yield componenets associated wiyh accumulation and loss of dry matter in internodes of wheat. Field Crops Res 66: 129-139.

Daniels, R. W., Alcock, W. B. and Scarisbrick, D. H. (1982) A reappraisal of stem reserve contribution to grain yield in spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal* of Agricultural *Science* (Cambridge) 98: 347-355.

Dreccer, M.F., Herwaarden, A.F. and Chapman, S.C. (2009) Grain number and grain weight in wheat lines contrasting for stem water soluble carbohydrate concentration. Field Crops Research 112: 43-54.

Ehdaie, B. and . Waines, J. G. (1996) Genetice variation for contribution of preanthesis assimilates to grain yield in sprin wheat. Journal of Genetics Breeding 50: 47-56

Ehdaie, B., Alloush, G. A., Madore, M. A. and Waines, J. G. (2006) Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. Postanthesis changes in internode dry matter. Crop Science 46: 735-746.

Gallagher, J. N., Biscoe, P. V. and Scott, R. K. (1975) Barley and its environment. V. Stability and grin weight. Journal of Applied Ecology 12: 319-336.

Ghamarnia, H. and Gowing, J. W.(2005) Effect of water stress on three wheat cultivars pp 15-19

Gonzalez, A., Martin, I. and Ayerbe, L. (1999) Barley yield in water-stress conditions The influence of precocity, osmotic adjustment and stomatal conductance. Field crops research 62: 23-34

Guo, P., Baum, M., Grando, S., Ceccarelli, S., Bai, G., Li, R., von Korff, M., Varshney, R. K., Graner, A. and Valkoun, J. (2009) Differentially expressed genes between drought-tolerant and drought-sensitive barley genotypes in response to drought stress during the reproductive stage. Journal of Experimental Botany 60:3531–3544.

Gupta, A. K., Kaur, K. and Kaur, N. (2011) Stem Reserve Mobilization and Sink Activity in Wheat under Drought Conditions . American Journal of Plant Sciences 2: 70-77

Joudi, M., Ahmadi, A., Mohamadi, V., Abbasi, A., Vergauwen, R., Mohammadi, H. and Van den Ende, W. (2012) Comparison of fructan dynamics in two wheat cultivars with different capacities of accumulation and remobilization under drought stress. Physiologia Plantarum 144: 1–12

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]

Khoshro, H.H., Taleei, A., Bihamta, M.R., Shahbazi, M., Abbasi, A and Ramezanpour, S.S. (2014) Expression analysis of the genes involved in accumulation and remobilization of assimilates in wheat stem under terminal drought stress Plant Growth Regulation 74:165-176

Kobata, T., Palta, J. A. and Turner, N. C. (1992) Rete of development of postanthesis water deficits and grainfiling of spring wheat. Crop Science 32: 1238-1242.

Kuhbauch, W. and Thome, U. (1989) Nonstructural carbohydrates of wheat stems as influenced by sink-source manipulations. Journal of Plant Physiology 134: 243-250.

Ma, J., Huang, G.B., Yang, D.L., and Chai, Q. (2014) Dry Matter Remobilization and Compensatory Effects in Various Internodes of Spring Wheat under Water Stress. Crop Science 54:331–339.

Mohammadi Bazargani, M ., Sarhadia, E., Shahnejat Bushehrib, A. A., Matrosc, A., Mockc, H. P., Naghavi, M. R.., Hajihoseinie, V., Mardia, M., Hajirezaeic, M. R., F. Moradid., Ehdaie, B. and Hosseini Salekdeh, G. (2011) A proteomics view on the role of drought-induced senescence and oxidative stress defense in enhanced stem reserves remobilization in wheat. Journal of Proteomics 74 (10): 1959–1973.

Nelson, J. E., K. D. Kephart., Bauer, A. and Connor, J. F. (2001) Growth stress of wheat, barley and wild oat: A strategic step of to timing of field operations. http://weeds.Montana/edu/crop/growth_stages_book/p_2_3_4_5.htm.

Nikkhah, H. R. (2008) Final reports of project evaluation of terminal drought tolerance in barley advanced line and cultivars. Seed and Plant Improvement Institute press. pp 72 (In Persian).

Rawson, H. M. and Evans, L. T. (1971) The contribution of stem reserves to grain development in a range of wheat cultivars of different height. Aust. Journal of agricultural research 22: 851-863.

Ruuska, S.A., Rebetzke, G. J., van Herwaarden, A. F., Richards , R. A., Fettell, N. A., Tabe, L. and Jenkins, C.L.D. (2006) Genotypic variation in water-soluble carbohydrate accumulation in Wheat. Functional Plant Biology 33:799-809.

Samarah, N. H., Alqudah, A. M., Amayreh, J. A. and McAndrews, G. M. (2009) The Effect of Late-terminal Drought Stress on Yield Components of Four Barley Cultivars. Journal of Agronomy & Crop Science 195:427-441.

Sharbatkhari, M., Shobbar, Z., Galeshi, S. and Nakhoda, B. (2016) Wheat stem reserves and salinity tolerance: molecular dissection of fructan biosynthesis and remobilization to grains. Planta. 244(1):191-202

Singh, R. P., Espino, J. H., Rajaram, S. and . Crossa, J. (2001) Grain yield and other traits of tall and dwarf isolines of modern bread and durum wheats. Euphytica 119: 241-244.

Wardlaw, I. and Willenbrink, J. (1994) Carbohydrate storage and mobilization by the culm of wheat heading and grain maturity: the relation to sucrose synthase and sucrose-phosphate synthase. Australian Journal of Plant Physiology 21: 255-271.

Xue, G. P., McIntyre, C. L., Rattey, A. A., van Herwaarden, A. F. and Shorter, R. (2009) Use of dry matter content as a rapid and low-cost estimate for ranking genotypic differences in water-soluble carbohydrate concentrations in the stem and leaf sheath of Triticum aestivum. Crop and Pasture Science 60: 51-59.

Xue, G.P., McIntyre, C.L., Jenkins, C.L., Glassop, D., van Herwaarden, A. F. and Shorter, R. (2008) Molecular dissection of variation in carbohydrate metabolism related to water soluble carbohydrate accumulation in stems of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Physiology* 146: 441–454.

Yang, J. and Zhang, J. (2006) Grain filling of cereals under soil drying. New Phytologist 169:223-236.

Yang, J., Peng, S., Zhang, Z., Wang, Z., Visperas, R. M. and Zhu, Q. (2002) Grain and dry matter yields and partitioning of assimilate in Japonica/Indica hybrid rice. *Crop Science* 42, 766–772.

Yang, J., Zhang, J., Zhu, Q. and Wang, L. (2000) Remobilization of carbon reserves is improved by controlled soil-drying during grain filling of wheat. Crop Science 40: 1645-1655.

Zhang, J., Dell, B., Conocono, E., Waters, I., Setter, T. and Appels, R. (2009) Water deficits in wheat: fructan exohydrolase (1-FEH) mRNA expression and relationship to soluble carbohydrate concentrations in two varieties. New Phytologist 181: 843–850.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]

Evaluation of stem reserves and remobilization in barley lines and cultivars under terminal drought stress

Razieh Sarabadani Tafreshi*[1], Zahra Sadat Shobbar[2], Maryam Shahbazi[3,4] , Mohammadreza Bihamta [5], Mahrokh Sharbatkhari [3]

[1]Department of Agricultural Biotechnology, Payame Noor University, Tehran, Iran
[2] Department of Systems Biology, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
[3] Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[4] Department of Molecular Physiology, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
[5] Department of Agronomy and Plant breeding, Agriculture College, Tehran University, Karaj, Iran
(Received: 19/02/2018, Accepted: 05/09/2018)

Abstract

Terminal drought is regarded as one of the major factors limiting the yield of barley. Under this condition, Barley crops may depend more on stem reserves for grain filling than on current photosynthesis. To investigate the effects of terminal drought on yield, stem reserves and the mechanism of remobilization in six barley breeding lines and genotypes, the experiment was conducted in a split-plot design with three replications (block) at two controlled plots (well-watered and drought stressed. Plants were grown under well-watered conditions until anthesis; the drought treatment was started by withholding water at the anthesis. At seven day intervals after anthesis (in six stages) peduncle, penultimate and lower internodes samples were collected from well-watered and drought-stressed plants. Internodes length, weight and specific weight measured after six days of harvest. The results showed that maximum accumulation and release of stored, was found in penultimate followed by lower internodes. The rate of dry matter translocation was much higher in drought stress condition. Dry matter mobilized from penultimate was significantly correlated with grain yield (r^2= 0.99) in stressed plants. Two barley genotypes Yousef and Moroco had highest and lowest dry matter translocation and remobilization efficiency respectively. Significant genotypic variations for accumulation and remobilization were observed under both conditions indicated that these traits can be manipulated in barley breeding programs.

Keywords: Barley, Terminal drought, Carbon remobilization, Stem reserves

Corresponding author, Email: r.sarabadani@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1398.8.32.24.2]