تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۴ شماره‌ی ۲ الف، اسفند ماه ۹۰

تأثیر تغییر دما بر هدایت روزنه ای و غلظت کلروفیل در گندم

حبیب اله روشنفکر دزفولی [۱*]، مجید نبی پور [۲] ، فواد مرادی [۳] و موسی مسکرباشی [۴]

۱*- **نویسنده‌ی مسؤول:** دانشجوی سابق دکتری و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شهید چمران اهواز
(hroshan 2001@ yahoo.com)

۲و۴- دانشیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- عضو هیأت علمی پژوهشکده‌ی بیوتکنولوژی کشاورزی کرج

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۲ تاریخ پذیرش: ۹۰/۴/۱۵

چکیده

حساس ترین شاخص برای بررسی وضعیت فیزیولوژیکی گیاه به ویژه تحت شرایط تنش، بررسی رفتار روزنه ها است. بر این اساس این تحقیق طی دو سال زراعی ۸۵- ۱۳۸٤ و ۸٦- ۱۳۸۵ در مزرعه ی تحقیقاتی دانشکده ی کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز صورت گرفت. آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار، که کرت های اصلی شامل سه تاریخ کشت (۱۵ آبان، ۵ آذر و ۲۵ آذر) و عامل فرعی سه رقم گندم (فونگ، چمران و استار) بودند. نتایج نشان داد که اختلاف میانگین پتانسیل کل آب برگ پرچم در تیمار تاریخ کشت معنی دار (در سطح ۱٪) بود ولی رقم های مختلف و اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم تفاوت آماری نشان ندادند. تفاوت محتوای رطوبت نسبی در طول پر شدن دانه طی چهار مرحله نمونه برداری در بین تاریخ های مختلف کشت و نیز در بین رقم های مورد بررسی در اغلب نمونه برداری ها، معنی دار بود ولی بین اثر متقابل رقم و تاریخ کاشت اختلاف معنی دار مشاهده نگردید. هدایت روزنه ای در مراحل مختلف دوره پر شدن در بین تاریخ های مختلف کاشت دارای اختلاف معنی دار بود، همچنین هدایت روزنه ای رقم های مورد بررسی در طول این دوره در سطح ۱٪ دارای تفاوت معنی دار بود ولی اثر متقابل آن ها اختلاف معنی دار نداشت. بیش ترین مقاومت روزنه ای در تاریخ کشت سوم مشاهده گردید و مقایسه ی میانگین این صفت در بین رقم های مورد بررسی نشان داد که در اواخر دوره پر شدن دانه، بیش ترین و کم ترین هدایت روزنه ای را رقم فونگ و چمران به ترتیب با ۰/۹۳ و ۰/٦۷ سانتی متر بر ثانیه به خود اختصاص دادند. اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم نشان داد که به استثنای نمونه برداری اول در طول دوره پر شدن دانه عدد SPAD متأثر از تاریخ کاشت بود. مواجه شدن دوره پر شدن دانه با تنش دمای بالای آخر فصل، موجب گردید که مولفه های مؤثر بر عملکرد (پتانسیل کل، محتوای رطوبت نسبی، هدایت روزنه ای و غلظت کلروفیل) در وضعیت مطلوب قرار نگیرند و تغییر در تاریخ کاشت (کشت دیر) که مصادف با دوره پر شدن دانه با هوای گرمتر بود، تأثیر شدیدتری بر وزن دانه نسبت به عملکرد بیولوژیکی داشت. همچنین اثر تاریخ کاشت روی دانه (درسطح احتمال ۱٪) تفاوت معنی داری داشت و بیشترین و کم ترین وزن تک دانه ٤٤/٦۱ و ۳۵/۵۳ میلی گرم به ترتیب در اولین و سومین تاریخ کاشت بود. همچنین کشت زود رقم فونگ با استفاده بهتر از شرایط محیطی بیشترین محصول را نسبت به دو رقم دیگر به دست آورد.

کلید واژه ها: گندم ، هدایت روزنه ای ، غلظت کلروفیل ، پتانسیل آب برگ ، محتوای نسبی رطوبت

مقدمه

عوامل محدود کننده ی فتوسنتز تحت تنش های محیطی به دو گروه تقسیم می شوند، اول عوامل محدود کننده ی روزنه ای، که با بسته شدن روزنه ها در شرایط تنش، غلظت دی اکسید کربن داخل برگ و انتقال به

کلروپلاست کاهش می یابد و فتوسنتز محدود می گردد، دوم عوامل محدود کننده غیر روزنه ای که شامل عوامل مؤثر بر فتوسنتز مانند مقدار کلروفیل (۱۴و۱۶)، مقدار و فعالیت آنزیم روبیسکو (۹)، انتقال الکترون فتوسنتزی، فتوفسفوریلاسیون و مقدار متابولیت ها (۹و۱۲) می باشند.

افزایش مقاومت روزنه ای نشان دهنده کاهش مقدار جذب آب می باشد (۱۷). شواهد نشان می دهد که افزایش مقاومت روزنه ای، سبب کاهش فتوسنتز و در نتیجه روی عملکرد اثر می گذارد (۳). تجزیه مولکول های درشت تر در سلول های گیاهان عالی به منظور گریز از انجام پلاسمولیز و برقراری تورژسانس بر اثر برخی از تنش های محیطی تحقق می یابد. شکسته شدن مولکول های درشت نظیر، نشاسته به ساکارز سپس به گلوکز و فروکتوز موجب منفی تر شدن پتانسیل آب در سلول ها و تنظیم اسمزی و نیز موجب افزایش غلظت قند در سلول می شود (۱۳). انباشت قندهای محلول، واکنش سریعی نسبت به تغییرات میزان محتوای رطوبت نسبی و پتانسیل آب برگ نشان می دهد (۱۰). بنا به گزارش برخی محققین با کاهش RWC در برگ گندم، میزان قندهای محلول افزایش می یابد (۲۳).

محتوای نسبی آب برگ (RWC) در واقع روش بسیار مناسبی برای ارزیابی عملکرد یا اجزای عملکرد برای گزینش ژنوتیپ های مطلوب تحت تنش خشکی است (۲۸). به عقیده برخی پژوهشگران ژنوتیپ هایی از گندم که بدون بستن روزنه های خود توانایی حفظ آب بیش تری دارند برای مناطق خشک مناسب تر هستند (۷). تنش خشکی باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ می شود (۱۹). تحقیقات انجام شده نشان می دهد که سطح برگ پرچم (۲۷) و شاخص محتوای کلروفیل برگ وراثت پذیری بالا داشته، ولی سرعت فتوسنتز وراثت پذیری متوسط تا بالایی (۲۴) را دارند. در شرایط تنش رطوبتی، گیاهانی که دمای سایه انداز پایینی دارند، سرعت تعرق آن ها بیش تر است و توانایی سرعت فتوسنتز، رشد و عملکرد بالاتری دارند. همچنین معلوم شده است که مرحله رشد سنبله (از زمان شروع تشکیل آغازی های سنبله یا برجستگی دوگانه تا مرحله ظهور سنبله) حساس ترین مرحله نسبت به تنش گرما است. این حساسیت احتمالا به واسطه کاهش تشکیل سنبلچه و گلچه در قبل و یا بعد از مرحله تشکیل گره اول ویا گره دوم ساقه می باشد. بررسی دیگر نشان داده است که سهم فتوترمال در تنش گرما از مرحله تشکیل سنبله تا ظهور آن درشرایط مزرعه ۶۹ درصد و در شرایط گلخانه ۹۲ درصد تغییرات عملکرد را به خود اختصاص داده است (۲۲). یکی از عامل های مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی در گیاهان، میزان کلروفیل است. در برخی تحقیقات نشان داده شد که ارقام پاکوتاه گندم سطح برگ پرچم کوچکتر، غلظت کلروفیل بیش تر و ظرفیت تبادل خالص CO_2 بیش تری در مقایسه با ارقام پابلند دارند (۵). دوام فتوسنتز و حفظ کلروفیل در تنش خشکی از جمله شاخص های فیزیولوژیکی مقاومت به تنش محسوب می شود (۲۱). نتایج یک تحقیق روی گندم زمستانه نشان داد که با بروز تنش خشکی، میزان SPAD افزایش یافت و نیز با توجه به وجود رابطه مثبت و قوی بین میزان نیتروژن، کلروفیل و SPAD، افزایش میزان SPAD نشان از میزان کلروفیل در واحد سطح برگ می باشد (۴). هدف از انجام این تحقیق، درک صحیح از چگونگی همبستگی و اهمیت این فاکتورها در عملکرد ارقام مورد استفاده در منطقه و اهمیت نقش هر کدام از مولفه های اندازه گیری در افزایش عملکرد است.

مواد و روش ها

این پژوهش در مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال های ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ اجرا گردید. این مزرعه در جنوب غربی شهر اهواز در عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و۳۸ دقیقه شرقی با ۲۰ متر ارتفاع از سطح دریا واقع شده است. این منطقه جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می شود. میزان

بارندگی در طول دوره آزمایش ۲۲۰/۱ میلی متر و میانگین حداقل درجه حرارت، هشت درجه ی سانتی گراد در دی ماه و میانگین حداکثر دما، ۳۸/۱ درجه سانتیگراد در اردیبهشت ماه بود (جدول ۱). خاک مزرعه دارای بافت لومی شنی، pH آن برابر ۷/۴ و میزان مواد آلی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک، بترتیب ۰/۶۲ و ۰/۰۵۱ درصد و ۸/۷ و ۱۴۸/۳ میلی گرم برکیلوگرم بود. این آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار پیاده گردید. عامل اصلی شامل سه تاریخ کاشت ۱۵ آبان ماه، ۵ آذر و ۲۵ آذر و عامل رقم شامل رقم های استار (دیر رس)، چمران (متوسط رس) و فونگ (زود رس) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. در هر کرت آزمایشی، بذور در هشت خط به طول سه متر و به فاصله ی ۲۰ سانتی متر و با تراکم ۳۰۰ بذر در متر مربع کاشته شد. در آغاز مرحله به ساقه رفتن، در هر واحد آزمایشی جهت مشخص کردن ساقه و سنبله اصلی و نیز اندازه گیری ها در طول نمونه برداری ها و برداشت نهایی، تعداد ۱۰۰ بوته با بستن روبان های قرمز، علامت گذاری شدند. مناسب ترین رژیم کودی و رژیم رطوبتی و نیز سایر مراقبت های لازم که در تحقیقات دیگر برای گیاه گندم در منطقه توصیه گردیده است، برای تمامی کرت ها به طور یکسان اعمال گردید. در این آزمایش بر مبنای نتایج آزمون خاک و بر اساس ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم و۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر به ترتیب از منابع کود اوره، سولفات پتاسیم و سوپر فسفات تریپل به صورت کود پایه استفاده گردید. همچنین ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به صورت سرک در مرحله ی ساقه رفتن مصرف شد.

برای اندازه گیری محتوای رطوبت نسبی، وزن تر برگ پرچم ساقه ی اصلی سه بوته را به وسیله ی ترازوی دقیق اندازه گیری نموده، سپس برگ ها را به قطعات دو سانتی متری تبدیل کرده وبه منظور تعیین وزن تورژسانس (وزن اشباع)، برگ های قطعه قطعه شده را به مدت چهار ساعت در شدت نور کم در داخل آب مقطر قرار داده و مجدداً توزین نموده و در پایان، پس از خشک کردن آن ها در آون ۶۵ درجه ی سانتی گراد، وزن خشک نمونه ها اندازه گیری و RWC از طریق رابطه ی زیر به دست آمد (۲۳ و ۳۰).

/ (وزن خشک – وزن تر) = محتوای رطوبت نسبی (در صد) ۱۰۰ × (وزن خشک – وزن اشباع)

برای تخمین غلظت کلروفیل از دستگاه SPAD استفاده شد، بر این اساس هر چه مقدار SPAD بیش تر باشد نشان دهنده ی غلظت کلروفیل بالاتر است. این عدد همبستگی مثبت و بالایی با مقدار کلروفیل برگ دارد (۸). بر همین اساس گیاهان شاداب تر، عدد SPAD بزرگ تری باید داشته باشند. شیوه عمل و اندازه گیری به این ترتیب بود که در هر بار نمونه برداری، پس از کالیبره کردن دستگاه، در هر کرت آزمایشی، به طور تصادفی از وسط پهنک بالاترین برگ باز شده پنج بوته، اندازه گیری انجام و میانگین اعداد به دست آمده، محاسبه شد (۱). برای اندازه گیری هدایت روزنه ای از دستگاه پرومتر (مدل ELE – انگلستان) استفاده گردید. در هر بار نمونه برداری، پتانسیل آب برگ نیز با استفاده از دستگاه بمب فشار، بر اساس شیوه استاندارد و از برگ انتهایی گیاه، اندازه گیری شد (۲۹). در بوته های علامت گذاری شده از قبل، با حذف ۵۰٪ سنبلچه های سنبله ی اصلی (حذف کامل سنبلچه های یک طرف سنبله و وازلین اندود کردن محل قطع سنبلچه ها جهت جلوگیری از تعرق اضافی) و بدون حذف سنبلچه ها، درصد محدودیت مبداء با استفاده از رابطه SL (source limitation)= [(a-b)/b]× 100 محاسبه گردید (۱) که در رابطه یاد شده، a پتانسیل وزن دانه (در سنبله های تنک شده) و b وزن دانه در سنبله های دست نخورده است. در این تحقیق کلیه ی محاسبات و تجزیه ی آماری و رسم نمودارها از طریق نرم افزار های SAS و Excel انجام پذیرفت و مقایسه ی میانگین ها به روش آزمون

چند دامنه ای دانکن(اثرات اصلی) و آزمون توکی (اثرات متقابل) در سطح ۵ ٪ صورت گرفت.

نتایج و بحث

بررسی روابط آبی در طول دوره پر شدن دانه

اساساً هدف از اندازه گیری پتانسیل کل آب برگ پرچم و نیز محتوای رطوبت نسبی (RWC)، آن بود که در طول دوره پر شدن دانه در رقم های مورد بررسی و نیز در تاریخ کاشت های مختلف، که عموماً توأم با افزایش دما است، علی رغم تأمین کافی آب مورد نیاز، میزان تنش رطوبتی بر گیاه بررسی شود.

نتایج تجزیه ی واریانس پتانسیل آب برگ پرچم در طول دوره پر شدن دانه در چهار مرحله نشان داد که در بین تاریخ های مختلف کاشت، اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ وجود داشت ولی پتانسیل آب برگ پرچم در رقم های مختلف و اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم، تفاوت معنی دار نداشتند (جدول ۲). مقایسه ی میانگین این صفت در طول دوره پر شدن دانه نشان داد که روند تغییرات پتانسیل آب برگ پرچم سیر نزولی داشت و بیش ترین کاهش در اواخر این دوره؛ یعنی ۲۸ روز پس از گل دهی در هر سه تاریخ کاشت رخ داد و نیز در همین مرحله از رشد نیز پتانسیل آب برگ پرچم در تاریخ کاشت سوم با ۲/۸۱- مگاپاسکال، کم ترین مقدار را به خود اختصاص داد.

جدول ۱- متوسط آمار ۵۰ ساله ی هواشناسی شهرستان اهواز از سال ۱۹۵۱ تا ۲۰۰۰ میلادی

توضیح این که ماه های میلادی و شمسی کاملاً بر هم منطبق نبوده و اول ژانویه مصادف با یازدهم دی ماه است
(اخذ از اداره ی کل هواشناسی خوزستان)

ردیف	ماه	متوسط دمای حداکثر (درجه سانتی گراد)	متوسط دمای حداقل (درجه سانتی گراد)	متوسط بارندگی میلی متر	ساعات آفتابی ماهیانه	تبخیر میلی متر
۱	ژانویه	۱۷/۴	۷/۰	۴۸/۳	۱۶۸/۳	۶۹/۶
۲	فبریه	۲۰/۲	۸/۵	۲۷/۰	۱۸۳/۷	۱۰۳/۹
۳	مارس	۲۵/۱	۱۲/۱	۲۹/۵	۱۹۹/۲	۱۷۰
۴	آپریل	۳۲/۱	۱۷/۳	۱۵/۱	۲۲۵/۸	۲۷۷
۵	می	۳۹/۰	۲۲/۵	۵/۲	۲۷۴/۱	۴۴۶
۶	جون	۴۴/۴	۲۵/۵	۰/۴	۳۲۲/۵	۵۷۵
۷	جولای	۴۶/۲	۲۷/۷	۰/۱	۳۲۸/۹	۵۸۶
۸	آگوست	۴۵/۷	۲۶/۹	۰/۰	۳۲۰/۲	۴۸۱
۹	سپتامبر	۴۲/۴	۲۳/۰	۰/۱	۲۹۶/۶	۳۵۸
۱۰	اکتبر	۳۵/۸	۱۸/۱	۷/۲	۲۵۴/۸	۲۴۲
۱۱	نوامبر	۲۶/۴	۱۲/۸	۳۱/۹	۲۰۰/۵	۱۱۹
۱۲	دسامبر	۱۹/۳	۸/۴	۴۷/۲	۱۶۷/۶	۶۹
سالیانه		۳۲/۸	۱۷/۵	۲۱۲	۲۹۴۲/۲	۳۴۹۷

جدول ۲- میانگین مربعات پتانسیل کل آب برگ پرچم در طول دوره ی پرشدن دانه

منابع تغییرات	درجه ی آزادی	۷ روز بعد از گل دهی	۱٤ روز بعد از گل دهی	۲۱ روز بعد از گل دهی	۲۸ روز بعد از گل دهی	متوسط
تکرار	۳	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷	۰/۰۱۳	۰/۰۶۹	۰/۰۰۴
تاریخ کاشت	۲	۰/۹۷**	۲/۲۶**	۰/۹۸**	۳/۵۲**	۱/۵۳**
خطا	۶	۰/۰۰۴	۰/۰۴۹	۰/۰۲۸	۰/۱۲۶	۰/۰۱۷
رقم	۲	۰/۰۰۳	۰/۰۱۳	۰/۰۰۲	۰/۱۳۴	۰/۰۰۵
اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم	۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۶	۰/۰۳۱	۰/۰۰۲
خطا	۱۸	۰/۰۱۵	۰/۰۲۶	۰/۰۳۴	۰/۰۵۳	۰/۰۰۸۹
ضریب تغییرات (٪)		۱۴/۶۳	۱۴/۴۷	۱۴/۵۹	۹/۸۳	۶/۷۹

ns فاقد اختلاف آماری معنی دار ، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱ ٪

نتایج یک تحقیق نشان داد که تحت شرایط آبیاری کافی در طول دوره ی تحقیق، پتانسیل آب برگ پرچم به آهستگی رو به کاهش گذاشت (۲۰). همچنین واردلا[1] (۳۲) دریافت که با طولانی شدن دوره پر شدن دانه، از ۱۲ روز به ۲۰ روز و با افزایش دما، پتانسیل آب برگ پرچم از ۱/۱- مگاپاسکال به ۱/۶- مگاپاسکال تقلیل یافت.

نتایج تجزیه ی واریانس محتوای رطوبت نسبی در طول دوره ی پر شدن دانه در مراحل چهارگانه ی نمونه برداری نشان داد که از نظر این صفت، بین تاریخ های مختلف کاشت تفاوت معنی دار وجود داشت. همچنین محتوای رطوبت نسبی در بین رقم های مورد بررسی در طول این دوره به استثنای مرحله ی سوم نمونه برداری؛ یعنی ۲۱ روز پس از گل دهی تفاوت معنی دار وجود داشت، ولی بین اثر متقابل آن ها اختلاف معنی دار مشاهده نگردید (جدول ۳). مقایسه ی میانگین این صفت در جدول یک نشان داد که محتوای رطوبت نسبی در روز های آغازین بعد از گل دهی در حد اکثر مقدار خود بود و تفاوت بین تاریخ های مختلف کاشت، بسیار معنی دار نبود ولی تا اواخر دوره ی پر شدن دانه روندی کاهشی داشته، به طوری که کم ترین میزان محتوای رطوبت نسبی با ۶۶/۰۶ درصد در ۲۸ روز پس از گل دهی متعلق به تیمار تاریخ کاشت سوم بود. همین روند تغییرات نیز در هر سه رقم در طول دوره ی پر شدن دانه دیده شد و کم ترین میزان محتوای رطوبت نسبی را رقم چمران در اواخر دوره ی پر شدن دانه به میزان ۶۸/۷ درصد، به خود اختصاص داد. نتایج یک پژوهش نشان داد که هر چه محتوای رطوبت نسبی بیش تر باشد، پتانسیل آب برگ پرچم کم تر کاهش یافت؛ یعنی در محتوای رطوبت نسبی ۹۰ درصد، پتانسیل برگ پرچم بین ۰/۵- تا ۱- مگاپاسکال ثبت شد ولی در RWC معادل ۶۰ درصد میزان پتانسیل کل آب برگ پرچم به ۳/۵- مگاپاسکال تقلیل یافت (۳۲).

روند تغییرات وزن دانه و زیست توده به طور قاطعی از روند تغییرات پتانسیل آب برگ و نیز محتوای رطوبت نسبی تبعیت کرد (جدول های ۴ و ۵)، به عبارت دیگر می توان چنین نتیجه گرفت که تأخیر در کشت باعث کاهش پتانسیل آب و نیز محتوای رطوبت نسبی شده و موجب کاهش وزن خشک دانه و زیست توده گردید. همچنین مقایسه ی ارقام نشان داد که علی رغم نبود اختلاف معنی دار از لحاظ پتانسیل آب در بین سه

1- Wardla

جدول ۳- میانگین مربعات محتوای رطوبت نسبی گیاه در طول دوره ی بعد ازگل دهی

منابع تغییرات	درجه ی آزادی	۷ روز بعد از گل دهی	۱٤ روز بعد از گل دهی	۲۱ روز بعد از گل دهی	۲۸ روز بعد از گل دهی	متوسط
تکرار	۳	۱۴/۱۳	۱/۷۴	۱/۱۱	۲۳/۷۸	۱/۴۱
تاریخ کاشت	۲	۱۱۳/۴۱**	۲۲۳/۴۳**	۷۵/۶۷*	۳۷۴/۲۶**	۱۶۲/۹۳**
خطا	۶	۵/۸	۱۷/۸۲	۱۱/۳۳	۱۴/۹۳	۵/۶۱
رقم	۲	۴۰/۹۶*	۶۰/۱۸*	۹/۹۴	۱۳۰/۲۵**	۳/۵۹
رقم ×تاریخ کاشت	۴	۲/۷۶	۱/۹۵	۲/۰۷	۲۱/۵۷	۱/۶۵
خطا	۱۸	۹/۷۴	۱۴/۵۳	۱۲/۸۳	۱۲/۰۲	۲/۲۳
ضریب تغییرات (٪)		۳/۶۴	۴/۵۹	۴/۴	۴/۸۹	۱/۸۶

ns فاقد اختلاف آماری معنی دار ، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱ ٪

جدول ٤- مقایسه‌ی میانگین محتوای رطوبت نسبی گیاه(در صد) در طول دوره ی بعد از گل دهی

تیمار	۷ روز بعد از گل دهی	۱٤ روز بعد از گل دهی	۲۱ روز بعد از گل دهی	۲۸ روز بعد از گل دهی	متوسط
تاریخ کاشت اول	۸۹/۱۳a	۸۸/۰۴a	۸۴/۰۷a	۷۷/۰۲a	۸۴/۵۶a
تاریخ کاشت دوم	۸۵/۰۸b	۸۰/۰۵b	۷۹/۰۵b	۶۹/۶۷b	۷۸/۴۶b
تاریخ کاشت سوم	۸۳/۰۹b	۸۱/۲۲b	۸۱/۳۵ab	۶۶/۰۶c	۷۷/۹۳b
فونگ	۸۷/۸۷a	۸۵/۴۶a	۸۰/۴۹a	۶۹/۳۴b	۸۰/۷۹a
چمران	۸۵/۰۴b	۸۲/۸۶ab	۸۲/۲۸a	۶۸/۷b	۷۹/۷۲a
استار	۸۴/۳۹b	۸۱/۰b	۸۱/۷a	۷۴/۷a	۸۰/۴۵a

در هر ستون، اختلاف میانگین های با حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ ٪ معنی دار نیست.

جدول ۵- مقایسه‌ی میانگین بیوماس، وزن تک دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد دانه در سنبلچه ی متوسط دو سال

تیمار	زیست توده (گرم/ بوته)	وزن تک دانه (میلی گرم)	تعداد دانه در سنبله	تعداد دانه درسنبلچه
تاریخ کاشت اول	۳/۰۲a	۴۴/۶۱a	۴۴/۴۴a	۲/۵۱a
تاریخ کاشت دوم	۲/۷۹b	۴۱/۹۱b	۴۱/۳۹ab	۲/۳۴b
تاریخ کاشت سوم	۲/۷b	۳۵/۵۳c	۳۷/۰۹b	۲/۱۴c
فونگ	۲/۷۹ab	۴۲/۲۲a	۴۴/۸۸a	۲/۵a
چمران	۲/۵۶b	۳۸/۹۵a	۳۸/۷۱b	۲/۲۴b
استار	۳/۱۸a	۴۰/۸۸a	۳۹/۳۲b	۲/۲۴b

در هر ستون، اختلاف میانگین های با حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ ٪ معنی دار نیست.

رقم، کم‌ترین محتوای رطوبت نسبی در رقم چمران منجر به عملکرد پایین تر دانه و زیست توده در این رقم شد، به عبارت دیگر، با بررسی روابط آبی معلوم گردید که علی رغم تأمین کافی آب مورد نیاز، شرایط دمایی حاکم در طول دوره پر شدن دانه، تنش رطوبتی را نیز بر گیاه تحمیل نمود.

بررسی هدایت روزنه ای و غلظت نسبی کلروفیل

حساس‌ترین شاخص برای بررسی تغییرات فیزیو-لوژیک گیاه به ویژه تحت شرایط تنش، بررسی روزنه ها است و در بررسی های متعدد جهت غربال ژنوتیپ های متحمل به گرما، استفاده از صفات فیزیولوژیکی مرتبط، نظیر میزان هدایت روزنه ای برگ گزارش شده است (۲۵).

نتایج تجزیه‌ی واریانس هدایت روزنه‌ای در مراحل مختلف دوره‌ی پر شدن دانه، نشان دهنده‌ی وجود اختلاف معنی دار در بین تاریخ های مختلف کشت در طول این دوره بود (جدول ۶). همچنین هدایت روزنه ای رقم های مورد بررسی در طول این دوره دارای تفاوت معنی دار در سطح ۱٪ بودند. ولی اثر متقابل آن ها فاقد اختلاف معنی دار بود. مقایسه میانگین هدایت روزنه ای نشان داد که در هر سه تاریخ کاشت و سه رقم مورد بررسی، علی رغم وجود اختلاف معنی دار، بیش ترین هدایت روزنه ای تا ۱۴ روز پس از گل دهی مشاهده گردید (جدول ۷)، پس از این مرحله تا پایان دوره ی پر شدن دانه، هدایت روزنه ای هم در بین تاریخ های مختلف کاشت و هم ارقام مورد بررسی سیر نزولی داشتند، مقایسه‌ی میانگین هدایت روزنه‌ای در تاریخ های مختلف همواره نشان داد که بیش‌ترین مقاومت روزنه‌ای در تاریخ کاشت سوم رخ داد، مقایسه‌ی میانگین این صفت در بین رقم های مورد بررسی نشان داد که در اواخر دوره‌ی پر شدن دانه بیش ترین و کم ترین هدایت روزنه ای را رقم های فونگ و چمران به ترتیب با ۰/۹۳ و ۰/۶۷سانتی متر بر ثانیه به خود اختصاص داد.

افزایش دما موجب افزایش مقاومت روزنه‌ای برای انتشار CO_2 شده، در نتیجه غلظت CO_2 درون برگ کاهش یافته و نیز از سرعت فتوسنتز کاسته می شود، همچنین شوک حرارتی با بسته شدن روزنه ها موجب می شود که نسبت CO_2/O_2 کاهش یافته و در نتیجه فعالیت آنزیم اکسیژناز روبیسکو در مقایسه با فعالیت کربوکسیلاز آن افزایش پیدا کند و به این ترتیب میزان تنفس نوری گیاه بیش تر می شود (۲).

بر اساس نتایج آزمایش سال اول، روند تغییرات محدودیت مبدأ در تاریخ کاشت های مختلف از روند تغییرات هدایت روزنه‌ای تبعیت کرد؛ یعنی در تاریخ کشت اول بیش ترین هدایت روزنه‌ای با کم ترین محدودیت مبدأ و در تاریخ کاشت سوم، کم ترین میزان هدایت روزنه‌ای با بیش ترین محدودیت مبدأ مطابقت داشتند ولی مقایسه‌ی ارقام نشان داد که بیش‌ترین هدایت روزنه ای در طول دوره‌ی پر شدن دانه متعلق به رقم (فونگ) بود که بیش ترین محدودیت مبدأ را داشت (جدول ۸)، به نظر می رسد که هدایت روزنه ای بیش تر، منجر به تولید مواد پرورده زیادتر شده و همین عامل موجب افزایش ظرفیت پذیرش مقصد شده، که توسعه‌ی بیش تر مقصد منجر به تشدید محدودیت مبدأ در رقم فونگ گردیده است. همچنین رقم چمران که در اواخر دوره ی پر شدن دانه کم ترین میزان هدایت روزنه ای را دارا بود، درصد محدودیت مبدأ در آن نیز به میزان حداقل رسید. لذا می توان چنین استنباط نمود که رقم فونگ دارای ظرفیت مقصد بالاتری است وافزایش قدرت مبدأ و تولید غذای بیش‌تر در برگ ها می تواند منجر به افزایش بیش تر وزن دانه در این رقم شود ولی در رقم چمران، علی رغم پایین بودن هدایت روزنه ای در مبدأ محدودیت قابل توجهی به وجود نیامد و به دلیل ضعف در مقصد و پایین بودن ظرفیت و کارایی در مقصد وزن دانه ی کم تری در این رقم تولید شده است.

جدول ٦- میانگین مربعات هدایت روزنه‌ای برگ پرچم در طول دوره‌ی بعد از گل‌دهی

منابع تغییرات	درجه ی آزادی	۷ روز بعد از گل دهی	١٤ روز بعد از گل دهی	۲۱ روز بعد از گل دهی	۲۸ روز بعد از گل دهی	متوسط
تکرار	۳	۰/۰۷۲	۰/۰۹۴	۰/۰۱۶	۰/۰۲۰۱	۰/۰۱۸۳
تاریخ کاشت	۲	۰/۳۰۳*	۳/۸۸**	۲/۸۰۳**	۰/۱۶۰*	۰/۷۵۹**
خطا	۶	۰/۰۵۴	۰/۰۹۵	۰/۰۴۷۱	۰/۰۲۱	۰/۰۲۵۲
رقم	۲	۲/۳۸**	۰/۷۶۲**	۱/۲۳۵**	۰/۲۳۳**	۰/۸۶۸**
اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم	۴	۰/۲۰۵	۰/۰۱۹	۰/۰۷۹	۰/۰۰۷	۰/۰۱۰۲
خطا	۱۸	۰/۱۰۷	۰/۰۶۳	۰/۰۴۶	۰/۰۱۷	۰/۰۰۸
ضریب تغییرات (٪)		۱۲/۶۵	۱۰/۱۸	۱۶/۷۶	۱۷/۱۱	۵/۰۵

ns فاقد اختلاف آماری معنی دار ، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱ ٪

جدول ۷- مقایسه میانگین هدایت روزنه‌ای برگ پرچم (سانتی متر بر ثانیه) در طول دوره بعد از گل‌دهی

تیمار	۷ روز بعد از گل دهی	١٤ روز بعد از گل دهی	۲۱ روز بعد از گل دهی	۲۸ روز بعد از گل دهی	متوسط
تاریخ کاشت اول	۲/۴۱b	۳/۱۲a	۱/۸۲a	۰/۸۸a	۲/۰۶a
تاریخ کاشت دوم	۲/۷۲a	۲/۱۴b	۱/۱۵b	۰/۷۹a	۱/۷b
تاریخ کاشت سوم	۲/۶۳ab	۲/۱۳b	۰/۸۸c	۰/۶۵b	۱/۵۷c
فونگ	۲/۹۹a	۲/۷۲a	۱/۶۵a	۰/۹۳a	۲/۰۷a
چمران	۲/۶۵b	۲/۴۵b	۱/۰۴b	۰/۶۷b	۱/۷b
استار	۲/۱۱c	۲/۲۲c	۱/۱۶b	۰/۷۱b	۱/۵۵c

در هر ستون، اختلاف میانگین های با حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ ٪ معنی دار نیست.

جدول ۸- مقایسه‌ی میانگین محدودیت مبدأ (درصد)

تیمار	درصد
تاریخ کاشت اول	۹/۴۶c
تاریخ کاشت دوم	۱۲/۹۸b
تاریخ کاشت سوم	۱۹/۹۱a
فونگ	۱۶/۴۳a
چمران	۱۲/۱۲b
استار	۱۳/۷۹ab

برای هر فاکتور، میانگین های با حروف مشترک در هر ستون با هم اختلاف معنی داری ندارند(آزمون دانکن ۵ ٪)

نتایج تجزیه ی واریانس عدد SPAD طی دوره ی پر شدن دانه نشان داد که در هفتمین روز بعد از گل دهی، عدد SPAD در بین تاریخ های مختلف کاشت، تفاوت معنی دار نداشتند ولی از این مرحله تا پایان دوره ی رشد، دارای اختلاف معنی دار بودند. اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم نشان داد که به استثنای مرحله ی اول نمونه برداری در سایر مراحل پر شدن دانه، عدد SPAD تحت تأثیر آن قرار گرفت (جدول ۹). روند تغییرات عدد SPAD در طول دوره ی پر شدن دانه نشان داد که بیش ترین غلظت نسبی کلروفیل در روز های آغازین پس از گل دهی بود و از این مرحله به بعد روند کاهش عدد SPAD ، نشان از کاهش غلظت کلروفیل و نیز فعالیت فتوسنتزی در تاریخ های مختلف کاشت و ارقام مورد بررسی داشت، به طوری که ۲۸ روز پس از تاریخ کشت اول و سوم به ترتیب با ۴۱/۷۱ و ۳۱/۳۴ ، بیش ترین و کم ترین مقادیر عددی SPAD را به خود اختصاص دادند و نیز بیش ترین و کم ترین عدد SPAD در بین سه رقم به ترتیب ۴۹/۲۱ و ۱۸/۴۴ متعلق به رقم استار و فونگ بود (جدول ۱۰). بر اساس نتایج یک پژوهش، بخشی از کاهش ماده خشک در اثر کاهش فتوسنتز، می تواند به دلیل کاهش در غلظت کلروفیل باشد (۱۵). همچنین نتایج برخی آزمایش ها نشان داده است که عدد SPAD و غلظت کلروفیل همبستگی زیادی با مراحل رشد، ژنوتیپ و شرایط محیطی مزرعه دارد (۳۱). با توجه به وجود ارتباط زیاد بین محتوای کلروفیل برگ و غلظت نیتروژن، امکان تخمین نیاز نیتروژنی گیاه با استفاده از روش کلروفیل متری (SPAD) میسر است (۱۸). لذا تفاوت عددی این شاخص در این آزمایش نشان می دهد که در شرایط محیطی مختلف و تفاوت های ژنتیکی، فعالیت فتوسنتزی در رقم های مورد بررسی، متنوع است و در نتیجه نیاز کودی متفاوتی نیز خواهند داشت.

بررسی همبستگی صفات (جدول ۱۱) نشان داد که محتوای رطوبت نسبی برگ پرچم با هدایت روزنه ای همبستگی مثبت و معنی دار داشت و با افزایش محتوای رطوبت نسبی، هدایت روزنه ای نیز افزایش یافت، ولی محتوای رطوبت نسبی با پتانسیل آب برگ همبستگی منفی و معنی دار داشت، به عبارت دیگر با افزایش قدر مطلق پتانسیل آب برگ (کاهش پتانسیل) محتوای رطوبت نسبی برگ کاهش یافت. همچنین پتانسیل آب برگ با هدایت روزنه ای همبستگی منفی و معنی دار داشت و با افزایش قدر مطلق پتانسیل آب برگ (کاهش پتانسیل)، هدایت روزنه ای کاهش یافت. نتایج برخی پژوهش ها نشان داد که کاهش هدایت روزنه ای و تعرق کم تر، منجر به مصرف آب پایین تر در گیاه و نیز موجب افزایش پتانسیل آب برگ پرچم گردید (۶ و۳۲).

بررسی مقدار هدایت روزنه ای و عدد SPAD نشان داد که همبستگی مثبت و معنی دار بین این دو صفت وجود داشت (جدول ۱۱). به عبارت دیگر با افزایش عدد SPAD هدایت روزنه ای نیز افزایش یافت و با کاهش غلظت کلروفیل، هدایت روزنه ای نیز کاهش یافت. نتایج یک آزمایش نشان داد، غلظت پایین کلروفیل برخی ارقام جو با سازگاری در شرایط گرم و خشک که با هدایت روزنه ای کم مشخص می شود مرتبط است و میزان کم کلروفیل برگ سبب کاهش جذب نور به وسیله ی برگ شده و با بسته شدن روزنه ها (هدایت روزنه ای کم تر)، خسارت گرمای ناشی از تشعشع زیاد در گیاه را کاهش می دهد (۱۱).

روند تغییرات عدد SPAD در تاریخ کشت های مختلف از تغییرات محدودیت مبدأ (جدول ۸) و تجمع ماده ی خشک در دانه و زیست توده و نیز هدایت روزنه ای (جدول ۷) تبعیت کرد و تأخیر در کشت، به تناسب کاهش نسبت کلروفیل در گیاه و نیز افزایش مقاومت روزنه ای موجب افزایش محدودیت در مبدأ و کاهش عملکرد کل و دانه شد. مقایسه ی روند تغییرات عدد SPAD در بین سه رقم مورد مطالعه نشان داد که علی رغم بیش ترین میزان هدایت روزنه ای در رقم فونگ، احتمالاً به علت داشتن حداقل این شاخص، بیش ترین محدودیت مبدأ به این رقم تعلق داشت و عملکرد کل و

جدول ۹- میانگین مربعات غلظت کلروفیل برگ پرچم در طول دوره ی پرشدن دانه عدد (SPAD)

منابع تغییرات	درجه ی آزادی	۷ روز بعد از گل دهی	۱٤ روز بعد از گل دهی	۲۱ روز بعد از گل دهی	۲۸ روز بعد از گل دهی	متوسط
تکرار	۳	۲/۰۳۲	۴/۵۲	۲۰/۴۲	۰/۹۵	۱/۸۳
تاریخ کاشت	۲	۲۳/۰۷۵	۵۹/۴۵*	۶۹۴/۰۶**	۳۳۱/۶**	۱۷۰/۰۴**
خطا	۶	۶/۴۰۹	۸/۶۸	۷/۸۸	۱۵/۶۴	۱/۳۳
رقم	۲	۱۰۱/۶۲۷*	۲۶۳/۸۸**	۱۴۷۷/۲**	۳۰۱۳/۱۲**	۸۶۷/۰۲**
اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم	۴	۲۵/۲۷۶	۵۹/۹۳*	۳۶۹/۸۱**	۴۸۵/۷۸**	۱۳۱/۴۲**
خطا	۱۸	۱۷/۶۳	۱۳/۶۴	۱۰/۴۷	۸/۵۱	۶/۰۳
ضریب تغییرات		۷/۹۳	۷/۱۹	۷/۱۲	۸/۱	۵/۲۹

ns فاقد اختلاف آماری معنی دار ، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱ ٪

جدول۱۰- مقایسه‌ی میانگین غلظت کلروفیل برگ پرچم (عدد SPAD) در طول دوره ی پرشدن دانه

تیمار	۷ روز بعد از گل دهی	۱٤ روز بعد از گل دهی	۲۱ روز بعد از گل دهی	۲۸ روز بعد از گل دهی	متوسط
D1	۵۴/۱۴a	۵۳/۲۸a	۵۳/۹۱a	۴۱/۷۱a	۵۰/۷۶a
D2	۵۱/۴۲a	۴۸/۹۱b	۴۳/۱۸b	۳۵/۰۱b	۴۴/۶۳b
D3	۵۳/۲۴a	۵۱/۸۴ab	۳۹/۲۱c	۳۱/۳۴c	۴۳/۹۱b
F	۵۰/۹۵b	۴۶/۳۴c	۳۳/۲۴c	۱۸/۴۴c	۳۷/۲۴c
C	۵۱/۵۷ b	۵۲/۰۴b	۴۸/۱۱b	۴۰/۴۱b	۴۸/۰۳b
S	۵۶/۲۸a	۵۵/۶۴a	۵۴/۹۴a	۴۹/۲۱a	۵۴/۰۲a
D1 × F*	۵۰/۴ ± ۳/۱۶	۴۹/۹ ± ۳/۰۲	۵۲/۶ ± ۱/۲۸	۳۷/۶ ± ۲/۸۹	۴۷/۶ ± ۰/۹۹
D1 × C	۵۳/۲ ± ۲/۷۵	۵۰/۹ ± ۴/۰۴	۵۱/۹ ± ۲/۶۱	۳۸/۱ ± ۳/۷۴	۴۸/۵ ± ۲/۵۹
D1 × S	۵۸/۸ ± ۲/۱۴	۵۹/۱ ± ۱/۴۸	۵۷/۲ ± ۳/۱۹	۴۹/۵ ± ۴/۷۸	۵۶/۱ ± ۲/۲۱
D2 × F	۵۲/۶ ± ۲/۰۵	۴۶/۶ ± ۳/۸۸	۳۱/۳ ± ۲/۶۵	۱۵/۱ ± ۲/۱۷	۳۶/۴ ± ۲/۰۴
D2 × C	۴۷/۹ ± ۵/۰۹	۴۸/۷ ± ۴/۶۲	۴۶/۴ ± ۳/۵۰	۴۳/۳ ± ۲/۷۷	۴۶/۶ ± ۱/۶
D2 × S	۵۳/۸ ± ۲/۱	۵۱/۵ ± ۲/۴۶	۵۱/۹ ± ۵/۲۱	۴۶/۷ ± ۲/۶۳	۵۰/۹ ± ۱/۳۱
D3 × F	۴۹/۹ ± ۲/۳۶	۴۲/۶ ± ۲/۹۲	۱۵/۹ ± ۲/۴۲	۲/۷ ± ۰/۵۶	۲۷/۸ ± ۱/۴۲
D3 × C	۵۳/۶ ± ۷/۱۹	۵۶/۶ ± ۳/۲۱	۴۵/۹ ± ۳/۸۵	۳۹/۹ ± ۳/۴۸	۴۹/۰ ± ۴/۱۵
D3 × S	۵۶/۳ ± ۲/۵۶	۵۶/۴ ± ۳/۸۵	۵۵/۸ ± ۳/۶۴	۵۱/۵ ± ۲/۵۷	۵۴/۹ ± ۰/۶۴
HSD♣	۱۰/۴۱	۹/۱۶	۸/۰۲	۷/۲۳	۶/۰۹

* : تاریخ کاشت اول = D1 ، تاریخ کاشت دوم = D2 ، تاریخ کاشت سوم = D3 ، فونگ = F ، چمران = C ، استار = S .

♣: تفاوت حقیقی معنی دار

جدول ۱۱- ضرایب همبستگی پتانسیل کل آب برگ، محتوای رطوبت نسبی، هدایت روزنه ای و عدد SPAD

	محتوای رطوبت نسبی RWC	SPAD	پتانسیل کل آب برگ LWP
SPAD	۰/۲۹		
پتانسیل کل آب برگ	-۰/۹۶**	-۰/۱۴	
هدایت روزنه ای	۰/۶۹**	۰/۳۲*	-۰/۴۷**

ns فاقد اختلاف آماری معنی دار ، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱ ٪

دانه نیز تحت تأثیر آن قرار گرفت ولی رقم چمران که دارای عدد SPAD بزرگ تری بود، با وجود داشتن بیش ترین مقاومت روزنه ای، کم ترین محدودیت مبدأ را داشته، لذا محدودیت در ظرفیت و کارایی مقصد در این رقم موجب کاهش وزن دانه در آن شد

نتیجه گیری

مقایسه‌ی نتایج حاصل از بررسی صفات محتوای رطوبت نسبی و پتانسیل آب برگ پرچم نشان داد که پتانسیل آب برگ پرچم در بین ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی دار وجود نداشت ولی از لحاظ محتوای رطوبت نسبی دارای تفاوت معنی دار بودند. نتایج برخی تحقیقات نیز با نتایج این پژوهش مطابقت داشت (۲۶و۲۸)، لذا به نظر می رسد که محتوای رطوبت نسبی نسبت به پتانسیل آب برگ پرچم، شاخص مناسب تری برای غربال گری و گزینش رقم متحمل به تنش، بشمار می آید. محتوای رطوبت نسبی بالاتر به معنی توانایی برگ در حفظ مقادیر بیش تری آب در شرایط تنش است و قدرت تنظیم اسمزی در برخی ارقام، ممکن است توانایی آن ها را در حفظ محتوای رطوبت نسبی بالاتر میسر سازد. کم ترین میزان محتوای رطوبت نسبی را رقم چمران در اواخر دوره ی پر شدن دانه به میزان ۷/ ۶۸ درصد، به خود اختصاص داد. کاهش بیش تر محتوای رطوبت نسبی در اواخر دوره ی پر شدن دانه نشان دهنده ی افزایش دمای اواخر فصل است که حتی آبیاری ها و تأمین رطوبت بالا، نیز تکافوی تعرق شدید و جبران رطوبت از دست رفته را نمی نماید، به خصوص این نقیصه در رقم چمران نیز بیش تر آشکار بود. همبستگی صفات (جدول ۱۱)، نشان داد که بین هدایت روزنه ای و عدد SPAD همبستگی مثبت و معنی دار وجود دارد. روند تغییرات عدد SPAD و هدایت روزنه ای در طول دوره ی پر شدن دانه (همزمان با افزایش دما) به طور همزمان کاهش یافت، به طوری که بیش ترین مقدار عدد SPAD و هدایت روزنه ای در روزهای آغازین پس از گل دهی به ثبت رسید و به تدریج با کاهش غلظت کلروفیل، مقاومت روزنه ای افزایش یافت، به عبارت دیگر با کم شدن غلظت کلروفیل برگ، جذب نور توسط گیاه کاهش یافت و با کاهش هدایت روزنه ای، خسارت گرمای ناشی از تشعشع زیاد کاهش یافته و به صورت یک مکانیسم تحمل به تنش دمای بالا در گیاه عمل شده است. مقایسه ی میانگین این دو صفت (جدول های ۷ و ۱۰) نشان داد که علی رغم تقلیل قابل توجه غلظت کلروفیل رقم فونگ در اوخر دوره ی پر شدن دانه، هدایت روزنه ای این رقم نسبت به دو رقم دیگر بیش تر بود و برعکس با وجود غلظت کلروفیل نسبتاً بالا در رقم های چمران و استار، مقاومت روزنه ای در این دو رقم افزایش یافته است و در واقع با افزایش دما موجب کاهش هدایت روزنه ای و در نتیجه کاهش

غلظت CO_2 درون برگ و سرعت فتوسنتز شده است. بنابراین تغییر در تاریخ کاشت (کشت دیر) که مصادف با دوره ی پر شدن دانه با هوای گرم تر بود، تأثیر شدیدتری بر وزن دانه نسبت به عملکرد بیولوژیکی داشت. لذا تأخیر در کاشت منجر به کاهش ۲۰/۴۵ درصد وزن دانه نسبت به تاریخ کاشت اول گردید.

منابع

۱. حجازی، ا. ، شاهوردی، م. و آرد فروش، ج. ۱۳۸۳. روش های شاخص در تجزیه گیاهی. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۰۱ صفحه.

2. Ahmadi, A., and Baker, D.A. 2001. The effect of water stress on grain filling processes in wheat. Journal of Agriculture Science, 136: 257-269.

3. Atteya, A.M. 2003. Alteration of water relations and yield of corn genotypes in response to drought stress. Journal of Plant Physiology, 29: 63-76.

4. Barraclough, P.B., and Kate, J. 2001. Effect of water stress on chlorophyll meter reading in wheat. Plant Nutrition, 54: 722-723.

5. Bishop, D.L., and Bugbee, B.G. 1998. Photosynthetic capacity and dry mass partitioning in dwarf and semi-dwarf wheat. Journal of Plant Physiology, 153:558- 565.

6. Blum, A., Mayer, J., and Golan, G. 1988. The effect of grain number per ear (sink size) on source activity and its water relations in wheat. Journals Experiment of Botany, 39: 106 – 114.

7. .Blum, A., Gozlan, G., and Mayer, J. 1981. The manifestation of dehydration avoidance in wheat breeding germplasm. Crop Science, 21: 495-499.

8. Brenner, M.L., and Cheikh, N. 1995. The role of hormones in photosynthate partitioning and seed filling. *In*: Davies PJ, ed. Plant hormones. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 649-670.

9. Flexas, J., and Medrano, H. 2002. Drought-inhibition of photosynthesis in C_3-plants:Stomatal and nonstomatal limitation revisited. Annals of Botany, 183: 183-189.

10. Hall, M.H., Shaefer, C.C., and Heichel, G. 1988. Partitioning and mobilization of photosynthate in alfalfa subjected to water deficit. Crop Science, 28: 964- 969.

11. Havaux, M., and Tardy, F. 1999. Loss of chlorophyll with limited reduction of photosynthesis as an adaptive response of Syrian barley landraces to high-drought and heat stress. Australian Journal of Physiology, 26: 569-578.

12. He, J.X., Wang, J., and Liang, H.G. 1995. Effects of water stress on photochemical function and protein metabolism of photosystem II in wheat leaves. Plant Physiology, 93: 771-777.

13. Irrigoyen, J.J., Emerich, D.W., and Sanchez D.M. 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in modulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. Physiologia Plantarum, 84: 55-60.

14. Kicheva, M.L., Tsonev, T.D., and Popova, L.P. 1994. Stomatal and nonstomatal limitation to photosynthesis in two wheat cultivars subjected to water stress. Photosynthetica, 30: 107-116

15. Kolchevskii, K.G., Kocharyan, N.I., and Koroleva, Q.Y. 1990. Effect of salinity on photosynthetic characteristic and ion accumulation in C_3 and C_4 plant of Ararat plain. Photosynthetica. 31: 277-282.

16. Kuroda, M., Qzawa T., and Imagawa, H. 1990. Changes in chloroplast peroxidase activity in relation to chlorophyll loss in barley leaf segments. Plant Physiology. 80: 555-560.

17. Levitt, J., 1980. Response of plants to environmental stresses. Academic Press Inc. (2): 279.

18. Martinez, D.E., and Guiamet, J.J. 2003. Distortion of the SPAD 502 chlorophyll meter readings by changes in irridance and leaf water status. Agronomie. 24: 41-46.

19. Molnar, S., Gaspar, L., Stehi, L., Dulai, S., Sarvari, E., Kiraly, I., Galiba, G., and Molnar-Long, M. 2002. The effects of drought stress on the photosynthetic processes of wheat and of aegilops biuncialis genotypes originating from various habitats. Acta Biologica Szegediensis, 46 (3-4): 115-116.

20. Nicolase, M.E., Gleadow, R.M., and Dalling, M.J. 1985. Effect of post-anthesis drought on cell division and starch accumulation in developing wheat grains. Annals of Botany. 55: 434-444.

21. Pessarkli, M. 1999. Hand Book of Plant and Crop Stress. Marcel Dekkor Inc.

22. Pinter, P.J., Zipoli, G., Reginato, R.J., Jackson, R.D., Idso, S.B., and Homan, J.P 1990. Canopy temperature as an indicator of differential water use and yield performance among wheat cultivars. Agricultural Water Management, 18: 35-48.

23. Rajagopal, V., Balasubramanian, V., and Sinha, K. 1977. Diurnal fluctuation in relative water content nitrate reductase and praline content in water stressed and nonstressed wheat. Plant Physiology, 40: 69-71.

24. Reddy, B.K., Rao, D.M.R., Reddy, M.P., Jayaram, R.H., and Suryanarayana, N. 2003. Variation of chlorophyll content and its relationship with leaf area and leaf yield in wheat. Advances in Plant Sciences, 16: 277-280.

25. Reynolds, M.P., Ortiz–Montasterio, J.I. and McNab, A. 2001. Application of physiology in wheat breeding. CIMMYT, D. F., Mexico, p 230.

26. Ritchie, S.W., Nguyen H.T., and Haladay, A.S. 1990. Leaf water Content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science, 30:105-111.

27. Sattar, A., Chowdhry, M.A., and Kashif, M. 2003. Estimation of heritability and genetic gain of some metric traits in six hybrid population of spring wheat. Asian Journal of Plant Sciences, 2: 495-497.

28. Schonfeld, M.A., Johnson, R.C., Carver, B.F., and Mornhinwag, D.W. 1988. Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. Crop Science. 28:526- 531.

29. Shiferaw, B., and Baker, D.A. 1996. An evaluation of drought screening techniques for Eragrotistef.Tropic Science, 36:74-85.

30. Siddique, M.R.B., Hamid, A., and Islam, M.S. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 41: 35-38.

31. Takebe, M., Yoneyma, T., Inada, K., and Murakam, T.1990. Spectral reflectance ratio of rice canopy for estimating crop nitrogen status. Plant and Soil, 122: 295-297.

32. Wardlaw, I.F. 2002. Interaction between drought and chronic high temperature during kernel filling in wheat in a controlled environment. Annals of Botany. 90: 469- 476.