ارزیابی شاخص‌های رشد در گندم تحت شرایط تنش غرقابی

سید کیوان مرعشی*[۱] و جی اس چین چانیکار[۲]

۱) عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، گروه زراعت، اهواز، ایران.
۲) استاد دپارتمان گیاه‌شناسی دانشگاه پونا، پونا، هندوستان.

* **نویسنده مسئول مکاتبات:** Marashi_47@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۷/۲۷ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۹/۲۹**

چکیده

به منظور بررسی و تجزیه و تحلیل شاخص‌های رشد و کمیت‌های مؤثر بر آن‌ها آزمایشی در مزرعه‌ی آموزشی – پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز در سال زراعی ۱۳۸۷- ۱۳۸۶ و ۱۳۸۸- ۱۳۸۷ انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل بررسی سه رقم گندم (چمران، دز و ویناک)، مدت غرقابی (۰، ۷ و ۱۴ روز) و تنش غرقابی در مراحل مختلف رشد شامل تنش در مرحله‌ی ابتدای پنجه‌دهی (ZG۲۱)، تنش در مرحله ابتدای ساقه رفتن (ZG۳۱) وتنش در مرحله ابتدای آبستنی (ZG۴۵) بود. در بین ارقام مورد استفاده طول دوره‌ی رشد رقم ویناک حدود ۲ هفته کوتاه‌تر از سایر ارقام بود. دراین آزمایش از طرح آماری فاکتوریل در قالب بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار استفاده شد. نتایج نشان داد افزایش مرحله غرقابی به طور معنی‌دار باعث کاهش تعداد پنجه در مترمربع و LAI (شاخص سطح برگ) شد. این کاهش خصوصاً زمانی بود که تنش در مراحل ZG۲۱ و ZG۳۱ به کار رفت. بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد پنجه در مترمربع و LAI به ترتیب در ارقام چمران و ویناک مشاهده شد. NAR (سرعت جذب خالص) زمانی که تنش غرقابی در مراحل ZG۲۱ و ZG۳۱ به کار رفته بود کاهش معنی‌دار یافت ولی اثر مدت غرقابی معنی‌دار نبود. بیش‌ترین NAR در رقم ویناک مشاهده شد. TDM (کل ماده خشک گیاه) و CGR (سرعت رشد محصول) با افزایش مدت غرقابی و زمانی که تنش در مراحل ZG۲۱ و ZG۳۱ به کار رفته بود به طور معنی‌دار کاهش یافت. بیش‌ترین CGR در مراحل اولیه رشد مربوط به رقم ویناک و کم‌ترین TDM در انتهای دوره رشد در رقم ویناک مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: تنش غرقابی، شاخص‌های رشد، گندم.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

در دنیای امروز، گندم محصول عمده‌ی غذایی به شمار می‌رود. مصرف گندم در ۳۰ سال گذشته به حدود ۶۳۹ میلیون تن در سال رسیده است (Anonymous, 2010). تولید گندم در جهان هر ساله تحت تأثیر استرس‌های محیطی نظیر آلودگی هوا، حرارت، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، باد و رطوبت خاک نظیر خشکی و یا تنش غرقابی قرار می‌گیرد (Gupta and Gupta, 2005). تنش غرقابی به حالتی از زمین اطلاق می‌گردد که سطح خاک به دلیل بارندگی و یا آبیاری زیاد خصوصاً در اثر نفوذپذیری کم و یا نامناسب بودن توپوگرافی به حالت اشباع می‌رسد Samad et al., 2001 ; Ashraf and Harris, 2006). تقریباً حدود ۱۰٪ کل اراضی جهان هر ساله تحت تأثیر تنش غرقابی قرار می‌گیرند (Michael, 2009 Setter and Waters ,2003 ;). در ایران حدود یک میلیون هکتار زمین زراعی و در استان خوزستان در حدود ۱۲۰ هزار هکتار هر ساله تحت تأثیر تنش غرقابی قرار می‌گیرند (سیادت و سعادت، ۱۳۷۷). مطالعات نشان می‌دهد که سرعت حرکت اکسیژن در آب حدود ۱۰/۰۰۰ مرتبه کم‌تر از هوا می‌باشد. در چنین شرایطی گیاهان و میکردارگانیسم‌ها با کمبود اکسیژن درخاک مواجه می شوند(Colmer, 2003). تنفس هوازی در ریشه گیاهان در حضور اکسیژن مشاهده می‌گردد. در شرایط کمبود اکسیژن چرخه تری کربو کسیلیک اسید (چرخه کربس) نمی‌تواند فعال باشد و ATP فقط از طریق گلیکولیز و یا تخمیرمواد آلی تولید می‌شود. در جریان عمل تخمیر فقط ۲ مولکول ATP به ازای هر مولکول قند هگزور تولید می‌شود (۶٪ میزان ATPتولید شده در جریان تنفس هوازی) که در مقایسه با ۳۶ مولکولATP تولید شده درجریان عمل تنفس هوازی بسیار کم می‌باشد. لذا صدمه به متابولیسم ریشه در اثر فقدان ATP مشاهده می‌شود (کافی همکاران، ۱۳۷۹). بسته شدن روزنه‌ها به دلیل کاهش پتانسیل آب برگ و پژمرده شدن برگ‌ها از جمله عوامل دیگر مؤثر بر کاهش میزان تنفس در شرایط غرقابی می‌باشد. همچنین در شرایط غرقابی گاز H_2S در اثر فعالیت باکتری‌های بی هوازی تولید می‌گردد. این گاز یکی از عوامل کاهش دهنده میزان تنفس در گیاهان می‌باشد (Liao and Lin, 2001; Setter and Waters, 2003 کافی و همکاران، ۱۳۷۹). مطالعات نشان می‌دهد میزان فتوسنتز و تعرق در ساعت اولیه‌ی تنش غرقابی در اثر بسته شدن روزنه‌ها کاهش می‌یابد. این حالت در اثر کاهش نفوذپذیری ریشه و کاهش پتانسیل آب برگ مشاهده می‌گردد(; Saqib, 2002 Riche, 2004). همچنین در بسیاری از تحقیقات مشاهده شده است که در شرایط غرقابی میزان فتوسنتز به دلیل اختلال در فعالیت برخی از آنزیم‌ها نظیر Ribulose carboxylase و PEP carboxylase، اختلال در انتقال الکترون در فتوسیستمII و یا به دلیل کاهش در میزان کلروفیل تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Yordanova and Popova, 2007 ;Yordanova and Popova, 2001; Musgrave,1994). در شرایط غرقابی متابولیسم کربوهیدرات‌ها به دلیل اختلال در ارتباط بین منبع- مخزن تحت تأثیر قرار می‌گیرد(Yordanova et al.,2005). در شرایط غرقابی سرعت پیر شدن

Archive of SID

www.SID.ir

برگ‌ها به دلیل انتقال عناصر غذایی (N,P,K) به برگ‌های جوان افزایش می‌یابد (Samad et al., 2001 ; کافی و همکاران، ۱۳۷۹). and VanhoyMusgrave (۱۹۸۹) بیان کردند سرعت جذب خالص (NAR) در شرایط غرقابی افزایش ولی سرعت رشد نسبی (RGR) و طول عمر برگ (LAD) کاهش می‌یابد. et al.Musgrave, (۱۹۹۱) در آزمایش دیگری اظهار داشتند که با وجود متفاوت بودن فتوسنتز در شرایط هوازی و غیر هوازی، NAR تغییر نمی‌کند. همچنین در آزمایشی گزارش شده است که NAR به دلیل بسته شدن روزنه‌ها و کاهش هدایت روزنه ای کاهش می‌یابد (Linkemer et al., 1998).

با توجه به موارد فوق و سایر اثرات تنش غرقابی در گیاهان، بررسی و تجزیه و تحلیل شاخص‌های رشد و کمیت‌های مؤثر بر آن‌ها می‌توانند به عنوان یک ابزار مناسب در ارزیابی عملکرد مورد استفاده قرار گیرند. لذا در این پژوهش برخی از این کمیت‌ها در گندم مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در شرایط مزرعه‌ای در دو سال زراعی ۱۳۸۷- ۱۳۸۶ و ۱۳۸۸- ۱۳۸۷ در مزرعه آموزشی پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل بررسی سه رقم گندم (چمران، دز و ویناک)، مدت غرقابی (۰، ۷ و ۱۴ روز) و تنش غرقابی در مراحل مختلف رشد شامل تنش در مرحله ابتدای پنجه‌دهی (ZG۲۱)، تنش در مرحله ابتدای ساقه رفتن (ZG ۳۱) وتنش در مرحله ابتدای آبستنی (ZG ۴۵) بود (Zadoks, 1974). در بین ارقام مورد استفاده طول دوره رشد رقم ویناک حدود ۲ هفته کوتاه‌تر تراز سایر ارقام بود. در این آزمایش از طرح آماری فاکتوریل در قالب بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار استفاده شد. این آزمایش شامل ۸۱ کرت آزمایشی و هر کرت شامل ۷ خط به طول ۶ متر بود. تراکم کشت ۴۰۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. بافت خاک از نوع سیلتی کلی لوم و EC خاک ۲/۹ میلی موس بود. کاشت گیاهان در یکم آذر ماه هر سال زراعی انجام شد. اعمال تنش غرقابی بوسیله آبیاری مداوم کرت‌ها بر اساس تیمار مورد نظر انجام گرفت. تعداد پنجه در گیاه بر اساس شمارش تعداد پنجه‌ها در ۰/۵ متر طولی از هر کرت آزمایشی انجام شد. شاخص سطح برگ (LAI) بر اساس نمونه برداری از ۰/۵ متر طولی از هر کرت آزمایشی، تراکم بوته در هکتار و با استفاده از روش Tracing محاسبه گردید. تجمع ماده خشک گیاه(TDM) در ۰/۵ متر طولی از هر کرت آزمایشی و پس از خشک کردن گیاهان در آون در دمای ^{o}C ۷۰ به مدت ۴۸ ساعت تعیین شد. محاسبه CGRو NAR به کمک روابط زیر انجام شد (سرمدنیا و کوچکی،۱۳۶۹) :

سرعت رشد محصول **(CGR)=1/GA * (W2-W1)(T2-T1)**

(NAR)- سرعت جذب خالص **=(W2-W1)(T2-T1 NAR(* (Ln LA2-Ln LA1)(LA2-LA1)**

Archive of SID

www.SID.ir

که در آن:

سطح برگ: **LA** سطح زمین: **GA** زمان: **T** وزن: **W**

محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار کامپیوتری Mstatc انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمایش نشان داد که با افزایش مدت غرقابی تعداد پنجه درمتر مربع در مراحل مختلف رشد به طور معنی‌دار کاهش یافت (جدول۱). کاهش تعداد پنجه خصوصاً زمانی افزایش یافت که تنش غرقابی در مراحل ۲۱ ZG و۳۱ ZG به کار رفته بود. کاهش تعداد پنجه در مراحل ۲۱ ZG و۳۱ ZG نسبت به مرحله ۴۵ ZGبه دلیل خسارت بیش‌تر به مریستم‌های تولید کننده پنجه در گیاه بود. Belford et al. (۱۹۸۵) در تحقیقی بر روی گندم دلیل اصلی کاهش عملکرد در شرایط تنش غرقابی در مرحله پنجه‌دهی را کاهش تعداد پنجه‌های بارور ذکر کردند. Robertson et a (۲۰۰۹) در ارزیابی ۱۴ روز غرقابی در ۲۲ روز پس از کاشت گندم بیان کردند که رشد پنجه ۱و ۲ بشدت محدود می‌گردد و تولید پنجه‌های جدید با ۹ روز تأخیر انجام می‌شود. در مطالعه دیگری بر روی ژنوتیپ‌های مختلف گندم، متوسط کاهش تولید پنجه در شرایط غرقابی به مدت ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز در مرحله ۴-۳ برگی ۴۱٪ گزارش گردید (Collaku and Harrison 2002). نتایج آزمایش همچنین نشان داد ارقام مورد بررسی از لحاظ تعداد پنجه اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۱). بیشترین تعداد پنجه در مراحل مختلف رشد در رقم چمران و کم‌ترین تعداد در رقم ویناک مشاهده شد.

شاخص سطح برگ (LAI)

نتایج آزمایش نشان داد که LAI با افزایش مدت غرقابی خصوصا تنش غرقابی در مرحله ۲۱ ZG و۳۱ ZG به طور معنی‌دار کاهش یافت (جدول۲). Pang et al. (۲۰۰۴) کاهش LAI را به دلیل زرد شدن برگ‌ها در شرایط غرقابی اعلام کردند. بیان شده است که تنش غرقابی منجر به نکروزه شدن برگ‌ها می‌گردد (Gupta and Gupta, 2005). همچنین گزارش شده است تنش غرقابی در افزایش سرعت پیر شدن برگ‌ها به دلیل انتقال عناصر (N، P و K) از برگ‌های مسن به برگ‌های جوان می‌گردد (Samad et al., 2001 ; کافی و همکاران، ۱۳۷۹). Jiang et al.,(2002) اعلام کردند که افزایش سرعت پیری در برگ‌ها به دلیل کاهش فعالیت برخی آنزیم‌ها نظیر super oxide dismutase catalase و دو آنزیم کلیدی فعال دیگر در برگ پرچم (membrane lipid peroxide elimination) می‌باشد. نتایج آزمایش همچنین نشان داد سه رقم مورد بررسی تفاوت معنی‌دار از لحاظ LAI دارند (جدول۲). بیش‌ترین LAI در۹۰ روز پس از جوانه‌زنی مشاهده شد. در این مرحله یش‌ترین LAI در رقم چمران و کم‌ترین مقدار در رقم ویناک مشاهده شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱: مقایسات میانگین برای تعداد پنجه در متر مربع

تیمارها	زمان بعد از سبز شدن			
رقم	۶۵ روز	۹۰ روز	۱۲۵ روز	۱۴۵ روز
چمران	۷۴۲/۹ a	۲۴۰/۰ a	۹۰/۳ a	۶۲/۵ a
دز	۶۵۲/۵ b	۲۲۲/۵ b	۵۱/۱ b	۴۳/۳ b
ویناک	۵۶۰/۵ c	۱۰۸/۸ c	۲۲/۴ c	۱۵/۰ c
مرحله غرقابی				
ZG ۲۱	۵۹۸/۰c	۱۵۰/۱c	۴۸/۹c	۳۲/۳b
ZG ۳۱	۶۲۸/.b	۱۸۷/۲ b	۵۳/۵ b	۳۵/ ۷ b
ZG ۴۵	۷۳۰/۰ a	۲۳۳/۹ a	۶۱/۴ a	۵۲/۷ a
مدت غرقابی				
صفر روز (شاهد)	۷۳۰/۰ a	۲۴۰/۶ a	۶۶/۶ a	۵۲/۷ a
۷ روز	۶۳۳/۴ b	۱۸۲/۶ b	۵۲/۴ b	۳۶/۷ b
۱۴ روز	۵۹۲/۵c	۱۴۸/۰c	۴۵/۱c	۳۱/۴c

مقادیر میانگین با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشند.

جدول ۲: مقایسات میانگین برای شاخص سطح برگ (LAI)

تیمارها	زمان بعد از سبز شدن		
رقم	۶۵ روز	۹۰ روز	۱۲۵ روز
چمران	۳/۶۰ a	۵/۲۱ a	۱/۶۰ a
دز	۳/۳۷ b	۴/۷۶ b	۱/۵۵ b
ویناک	۲/۴۱ c	۴/۱۴ c	۰/۴۷ b
مرحله غرقابی			
ZG ۲۱	۲/۸۴b	۴/۴۲ b	۱/۱۷a
ZG ۳۱	۳/۰۴ b	۴/۶۰ b	۱/۲۲ a
ZG ۴۵	۳/۵۰ a	۵/۰۴ a	۱/۲۴ a
مدت غرقابی			
صفر روز (شاهد)	۳/۵۷ a	۵/۰۷ a	۱/۳۳ a
۷ روز	۳/۰۵ b	۴/ ۶۴ b	۱/۲۰ b
۱۴ روز	۲/۷۶c	۴/ ۴۲ b	۱/۰۹c

مقادیر میانگین با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

تجمع ماده خشک (TDM)

TDM درمراحل مختلف رشد با افزایش مدت غرقابی به طور معنی‌دار کاهش یافت (جدول ۳). بیش‌ترین کاهش TDM زمانی بود که تنش در مراحل ZG ۲۱ و ZG ۳۱ به کار رفت. کاهش TDM به دلیل کاهش تعداد پنجه، سطح برگ و سرعت رشد محصول (CGR) می‌باشد. Sharma and Swarup (۱۹۸۸) در یک تحقیق بر روی گندم (سنین ۲۵ روزه) دلیل کاهش رشد در شرایط غرقابی به مدت ۲، ۴ و ۶ روز را کاهش تعداد پنجه و ارتفاع گیاه ذکر کردند. Bakshandeh (۱۹۸۹) بیان کرد تنش غرقابی برای ۲۴ ساعت در مرحله ۳ برگی تأثیر بر رشد اندام هوایی و زیر زمینی گندم ندارد ولی تنش در زمان کاشت و مرحله‌ی یک و نیم برگی به طور معنی‌دار رشد رویشی گندم را کاهش می‌دهد. Katashi et al. (۲۰۰۷) کاهش ماده خشک گیاهچه‌های گندم و جو را در مرحله یک برگی به ترتیب ۷۳ و ۵۹ درصد در شرایط ۱۲ روز تنش غرقابی اعلام کردند. Pang et al.(۲۰۰۴) نیز در آزمایش خود به کاهش رشد اندام هوایی و زیرزمینی واریته‌های جو (سنین دو هفته) در شرایط تنش غرقابی به مدت سه هفته اشاره کردند. نتایج همچنین نشان داد ارقام مورد آزمایش اختلاف معنی‌دار از لحاظ TDM دارند (جدول ۳). در این آزمایش بیش‌ترین TDM در ۱۲۵ روز پس از جوانه‌زنی مشاهده شد. در این مرحله بیش‌ترین TDM در ارقام چمران و دز و کم‌ترین مقدار در رقم ویناک مشاهده گردید.

جدول ۳: مقایسات میانگین برای تجمع ماده خشک (TDM)(g/m^2)

تیمارها	زمان بعد از سبز شدن			
رقم	۶۵ روز	۹۰ روز	۱۲۵ روز	۱۴۵ روز
چمران	۵۷۴/۶۶ b	۱۱۰۲/۰۱ b	۱۲۹۶/۲۰ a	۱۱۰۳/۶۶ a
دز	۵۵۵/۰۳ b	۱۱۱۶/۱۴ b	۱۲۲۳/۹۲ a	۹۹۴/۶۴ b
ویناک	۶۵۰/۳۵ a	۱۱۹۴/۲۵ a	۱۰۷۴/۵۹ b	۹۲۵/۸۱ c
مرحله غرقابی				
ZG ۲۱	۵۰۴/۳۵ b	۱۰۲۶/۵۷ c	۱۰۹۴/۶۱ b	۹۰۴/۱۸ c
ZG ۳۱	۶۳۰/۵۱ a	۱۱۰۴/۴۸ b	۱۱۶۸/۶۱ b	۹۹۳/۸۲ b
ZG ۴۵	۶۴۵/۱۸ a	۱۲۸۱/۳۷ a	۱۳۳۱/۷۴ a	۱۱۲۶/۱۱ a
مدت غرقابی				
صفر روز (شاهد)	۶۴۳/۸۱ a	۱۲۷۲/۳۴ a	۱۳۷۵/۴۰ a	۱۱۳۵/۱۲ a
۷ روز	۵۸۰/۱۸ b	۱۱۰۳/۴۵ b	۱۱۵۲/۳۲ b	۹۷۵/۲۳ b
۱۴ روز	۵۵۶/۰۶b	۱۰۳۸/ ۲۳ b	۱۰۶۵/۳۲ c	۹۱۴/ ۲۱b

مقادیر میانگین با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

سرعت رشد محصول (CGR)

CGR عبارت است افزایش وزن یک اجتماع گیاهی در واحد سطح زمین در واحد زمان. CGR با واحد گرم در متر مربع در روز بیان می‌شود. معمولا CGR در اوایل دوره‌ی رشد کم، ولی به تدریج مقدار آن افزایش می‌یابد. بیش‌ترین CGR غالباً در مرحله گل‌دهی مشاهده می‌شود و پس از آن مقدار آن به دلیل ریزش و زرد شدن برگ‌ها کاهش می‌یابد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۹). مطالعات نشان می‌دهد که مقدار CGR بستگی به میزان تشعشع خورشیدی دارد. ضمناً یک رابطه‌ی مستقیم بین عملکرد و CGR در ارقام گندم مشاهده شده است به گونه‌ای که بیش‌ترین عملکرد در ارقام گندم در شرایط CGR زیاد مشاهده شده است (Krishna ,1998). نتایج آزمایش نشان داد که افزایش مدت غرقابی منجر به کاهش معنی‌دار CGR در مراحل مختلف رشد گردیده است(جدول ۴). بیش‌ترین کاهش زمانی بود که تنش در مراحل اولیه رشد (ZG ۲۱و ZG ۳۱) به کار رفته بود. کاهش CGR به دلیل کاهش تعداد پنجه و شاخص سطح برگ بود. زیرا این امر منجر به کاهش نور دریافت شده توسط گیاهان در واحد سطح زمین گردیده است. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد ارقام مورد بررسی در۶۵ و ۱۲۵ روز پس از جوانه‌زنی اختلاف معنی‌دار از لحاظ CGR داشتند (جدول ۴). بیش‌ترین CGR در مراحل اولیه‌ی رشد (۶۵ روز پس از سبز شدن) در رقم ویناک به دلیل زودرسی بودن گیاه و در نتیجه افزایش سرعت رشد در آن مشاهده شد ولی در ۱۲۵ روز پس از سبز شدن مقدار CGR در رقم ویناک به دلیل دوره رشد کوتاه‌تر کم‌تر از سایر ارقام گندم بود.

سرعت جذب خالص (NAR)

NAR عبارت است از مقدار مواد ساخته شده‌ی خالص در واحد سطح برگ در واحد زمان. NAR با واحد گرم در متر مربع در روز بیان می‌شود(Gupta and Gupta, 2005 ; سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۹). نتایج آزمایش نشان داد که اثر مدت غرقابی برNAR مشابه به تیمار بدون تنش غرقابی (شاهد) بود و از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول ۵). این امر به دلیل کاهش تعداد پنجه و شاخص سطح برگ در گیاهان تحت تنش بود. زیرا در چنین حالتی اثر سایه‌اندازی برگ‌ها بر یکدیگر کاهش یافته و در نتیجه نور دریافتی در واحد سطح برگ افزایش می‌یابد و مشابه به تیمار بدون تنش غرقابی خواهد شد. نتایج آزمایش همچنین نشان داد که کاهش NAR در شرایطی که تنش غرقابی در مراحل رشدی ZG ۲۱ و۳۱ ZG به کار رفته بود نسبت به تیمار تنش درمرحله ZG۴۵ معنی‌دار بود. کاهش معنی‌دار NAR به دلیل خسارت زیاد به برگ درمراحل ZG ۲۱ و۳۱ ZG (بند ۲) و درنتیجه کاهش شدید نور دریافتی در آن‌ها بود. مقایسه ارقام گندم در ۶۵ و ۹۰ روز پس از سبز شدن نیز نشان داد که NAR در رقم ویناک به دلیل کم‌تر بودن تعداد پنجه و شاخص سطح برگ نسبت به سایر

Archive of SID

www.SID.ir

ارقام گندم بیش‌تر بود(جدول ۵). زیرا در چنین شرایطی اثر سایه‌اندازی برگ‌ها کم‌تر از سایر ارقام خواهد بود. مقایسه‌ی ارقام گندم در ۱۲۵ روز پس از سبز شدن نشان داد که مقدار NAR به دلیل زودرس بودن رقم ویناک کم‌تر از سایر ارقام بود.

جدول ۴: مقایسات میانگین برای سرعت رشد محصول (CGR)(گرم در متر مربع در روز)

تیمارها	زمان بعد از سبز شدن		
رقم	۶۵ روز	۹۰ روز	۱۲۵ روز
چمران	۱۷/۴۹ b	۲۱/۰۹ a	۵/۵۴ a
دز	۱۶/۸۳ b	۲۲/۴۴ a	۳/۰۷ a
ویناک	۲۰/۷۵ a	۲۱/۷۵ a	-۳/۴۱ b
مرحله غرقابی			
ZG ۲۱	۱۵/۱۵ b	۲۰/۸۸ b	۱/۹۴a
ZG ۳۱	۱۹/۳۴ a	۱۸/۹۵ b	۱/۸۲ a
ZG ۴۵	۱۹/۸۴ a	۲۵/۴۴ a	۱/۴۳ a
مدت غرقابی			
صفر روز (شاهد)	۱۹/۷۸ a	۲۵/۱۳ a	۳/۰۲ a
۷ روز	۱۷/۶۷ b	۲۰/۸۹ b	۱/۴۱ b
۱۴ روز	۱۶/ ۸۷b	۱۹/ ۲۶ b	۰/ ۷۶ c

مقادیر میانگین با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشند.

جدول ۵: مقایسات میانگین برای سرعت جذب خالص (NAR)

تیمارها	زمان بعد از سبز شدن		
رقم	۶۵ روز	۹۰ روز	۱۲۵ روز
چمران	۹/۸۴ b	۴/۹۵ b	۱/۱۸ a
دز	۹/۷۸ b	۵/۷۴ b	۰/۹۶ a
ویناک	۱۴/۴۷ a	۷/۵۱ a	-۱/۶۴ b
مرحله غرقابی			
ZG ۲۱	۹/ ۷۷b	۶ /۴۱a	-۰/۰۹a
ZG ۳۱	۱۲/۵۵ a	۵/۲۲ b	۰/۴۲ a
ZG ۴۵	۱۱/۷۷ a	۶/۵۸ a	۰/۱۷ a
مدت غرقابی			
صفر روز (شاهد)	۱۱/۳۹ a	۶/۳۹ a	۰/۴۵ a
۷ روز	۱۰/۸۹ a	۵/۸۹ a	۰/۱۴ a
۱۴ روز	۱۱/۸۲ a	۵/۹۲a	-۰/۰۹a

مقادیر میانگین با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

- **حکمت شعار، ح.،۱۳۷۲.** فیزیولوژی گیاهان در شرایط دشوار. انتشارات نیکنام. تبریز.

- **سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع.، ۱۳۶۹.** فیزیولوژی گیاهان زراعی. جهاد دانشگاهی مشهد. مشهد.

- **سیادت، ح. و سعادت، و. س.، ۱۳۷۷.** اثر سوء آب ماندگی سطحی و تهویه ضعیف خاک در تولید گندم، ماهنامه علمی تخصصی کشاورزی زیتون. شماره ۱۳۷. آذر و دی ۱۳۷۷. ص ۵۳- ۵۱.

- **قبادی، م. ا.،۱۳۸۵.** اثر تنش غر قابی بر عملکرد وسیستم ریشه ای ارقام گندم. پایان نامه دکتری. دانشگاه رامین. اهواز.

- **کافی، م.، اسکندر زند، ب. ک.، شریفی، ح. ر. و گلدانی، م.، ۱۳۷۹.** فیزیولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

-Anonymous ,2010. Grain market report. No. 396.

-Ashraf, M. and Harris, P.J.C., 2006. Abiotic Stresses, plant resistance through breeding and molecular approaches. First Indian Reprint. Food Product Press. Pp. 1-725.

-Bakshandeh, A. ,1989. Effect of waterlogging at early stage of crop development on the growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). MSc dissertation. Uni Reading. U.K.

-Belford R.K., Cannell, R.Q. and Thomson, R.J. ,1985. Effects of single and multiple waterloggings on the growth and yield of winter wheat on a clay soil. J. Sci. Food Agri., 36:142-156.

-Collaku, A. and Harrison, S.A. ,2002. losses in wheat due to waterlogging. Crop Sci., 42: 444-450.

-Colmer, T.D. ,2003. Long-distance transport of gases in plants: a perspective on internal aeration and radial oxygen loss from roots. Plant, Cell & Environment.Volume 26 Issue 1, Pages 17 – 36.

-Gupta, N.K. and S. Gupta ,2005. plant physiology. oxford and IBH publishing Co. Pvt. Ltd.

-Jiang, D., Tao Q. and Zhang, G. ,2002. Effect of waterlogging on senescence of flag leaf and root of wheat yangmai. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao 13:1519-1521.

-Katashi, K., Yumi, S., Hiroyuki. K. and Atsushi, O. ,2007. Specific variation in shoot growth and root traits under waterlogging conditions of the seedlings of tribe triticeae including Mizutakamoji (*Agropyron humidum*). Plant Prod Sci 10: 91-98.

Archive of SID

www.SID.ir

-**Krishna, K.R. ,1998.** Science of field crop production. Oxford &IBH Pub. Co. Pvt.Ltd. p 433.

-Liao, C.T. and Lin C.H. ,2001. Physiological adaptation of crop plant to flooding stress. Proc Natl. Sci. Counc. ROC. (B) 25:148-157.

-Michael, B.J. ,2009. the impact of flooding stress on plants and crops. Available in: http://www.plantstress.com/Articles/waterlogging_i/waterlog_i.htm.

-Musgrave, M.E., 1994. Waterlogging effects on yield and photosynthesis in eight winter wheat cultivars. Crop Sci., 34: 1314-1318.

-Musgrave, M. E. and Vanhoy, M.A., 1989. A growth analysis of waterlogging damage in mung bean (Phaseolus aureus). Can J Bot. 67:2391-5.

-Musgrave, M. E., Alston, G., Hopkins, J.R. and Christine, J. D., 1991. Oxygen insensitivity of photosynthesis by waterlogged *Apios Americana*. 31(1): 117-124.

-Pang, J., Zhou, M., Mendham, N. and Shabala, S. ,2004. Growth and physiological responses of six barley genotypes to waterlogging and subsequent recovery. Austra. J. Agric. Res., 55(8):895–906.

-Przywara, G., Stepniewski, W., Stepniewska, Z., Brzezinska, M. and Wlodarczyk, T. ,2001. Influence of oxygen conditions on the yield and mineral composition of triticale cv. Jago. Int. Agrophysics. 15: 273-277.

-Riche,C.J. ,2004. Identification of soybean cultivates tolerance to waterlogging through analyses of leaf nitrogen con concentration. Msc. dissertation. Department of agronomy and environment management. Louisiana State University. U.S.A.

-Robertson, D., Zhang, H., Palta, J.A., Colmer, T. and Turner, N.C. ,2009. Waterlogging affects the growth, development of tillers, and yield of wheat through a severe, but transient, N deficiency. Crop and Pasture Sci., 60(6):578–586.

-Samad, A., Meisner, C.A., Saifuzzaman, M. and Ginkel, M.V. ,2001. Waterlogging tolerance. In [Reynolds, M.P. J.I. Ortiz-Monasterio, and A. Mc nab, Application of physiology in wheat breeding. CIMMYT- Mexico]. P.P.136-144.

-Saqib, M. ,2002. Selection and characterization of wheat genotypes against salinity and waterlogging. Ph.D dissertation. Department of soil science, university of agriculture Faisalabad (Pakistan).

-Setter, T.L. and Waters, I. ,2003. Review of prospects for germplasm improvement for waterlogging tolerance in wheat, barley and oats. plant and soil. 253: 1-34.

Archive of SID

www.SID.ir

-Sharma, D.P. and Swarup, A. ,1988. Effects of short-term flooding on growth yield mineral composition of wheat on sodic soil under field conditions. Plant and Soil 107: 137-143.

-Yordanova, R. Y. , Uzunova A. N. and Popova, L. P. ,2005. Effects of short-term soil flooding on stomata behaviour and leaf gas exchange in barley plants. Biologia Plantarum Journal. 49(2): 317-319.

-Yordanova, R.Y. and Popova, L.P. ,2001. Photosynthetic response of barley plants to soil flooding. Photosynthetica 39: 515-520.

-Yordanova, R.Y. and Popova, L.P. ,2007. Flooding-induced changes in photosynthesis and oxidative status in maize plants. Acta Physiol Plant 29(6): 535-541.

-Zadoks, J.C., Chang, T.T. and Konzak, C.F., ,1974."A decimal code for the growth stage of cereals," Weed Res., 14: 415- 421.

Archive of SID

www.SID.ir