اثر مدت‌های ماندابی خاک در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

محمداقبال قبادی[۱]، عبدالمهدی بخشنده[۲]، حبیب اله نادیان[۳]، قدرت اله فتحی[۴]، محمد حسین قرینه[۵]، خلیل عالمی سعید[۶] و مختار قبادی[۷]

چکیده

به منظور بررسی اثرهای سطوح مختلف ماندابی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه گندم، آزمایشی در سال‌های ۸۳-۱۳۸۲ و ۸٤-۱۳۸۳ در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. آزمایش از سه عامل رقم (چمران، ویناک و یاواروس)، در دو مرحله رشدی گیاه (شروع پنجه‌زنی و شروع به ساقه‌رفتن) و در مدت‌های (صفر ، ۱۰، ۲۰ و۳۰ روز در شرایط ماندابی) تشکیل شد. نتایج نشان داد که بین ارقام، مراحل شروع دورهٔ ماندابی و مدت‌های مختلف ماندابی از نظر عملکرد و اجزای عملکرد دانه، اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در این آزمایش، رقم ویناک (٤٤٨٥/٤ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد بیشتری نسبت به چمران و یاواروس داشت. ماندابی در مرحله شروع پنجه زنی خسارت بیشتری نسبت به مرحله به ساقه رفتن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه وارد کرد. به ازای هر روز ماندابی عملکرد دانه ۱/٥٦ درصد کاهش یافت. از میان اجزای عملکرد، بیشترین خسارت به تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در واحد سطح و کمترین خسارت را وزن هزار دانه به ترتیب با ۱/۱۱، ۰/۷۰ و ۰/۲۳ درصد به ازای هر روز ماندابی وارد شد. نتایج بدست آمده نشان داد که ماندابی در هر مرحله‌ای از رشد گندم که اتفاق بیفتد، حتی در یک دوره کوتاه، خسارت غیر قابل جبران بر عملکرد و اجزای آن بر جای می‌گذارد.

کلید واژه‌ها: گندم، مدت‌های ماندابی، مراحل رشد گیاه، عملکرد و اجزای عملکرد

مقدمه

حدود ۱۰ درصد از اراضی زراعی ایران و جهان دارای مشکل ماندابی[۱] هستند (۲ و۱۲). ماندابی به دلایل متعددی از جمله بارندگی زیاد، شیب کم زمین، رسی بودن خاک، بالا بودن سطح سفره آب زیرزمینی، تهیه نامناسب زمین و عدم زهکش مناسب اتفاق می‌افتد (۸، ۱۹ و ۲۲). در این حالت آب اضافی در خاک مانع تبادلات گازی ریشه با اتمسفر می‌گردد (۱۸). چون حرکت گازها (به ویژه اکسیژن) در آب محلول در خاک ده هزار مرتبه کندتر از هوا انتشار می‌یابند، این امر به کمبود حدود ۳ درصد می‌رسد و همین مقدار کم را نیز، میکروارگانیسم‌های هوازی و ریشه‌ها در همان مراحل اولیه مانداب مصرف می‌کنند (۶). در شرایط اکسیژن[۸] در محیط ریشه منجر می‌گردد (۱۰). در این شرایط میزان اکسیژن محلول در خاک مانداب به بدون اکسیژن[۹] ، میزان انرژی تولیدی در بافت گیاهان به میزان ۶۵ تا ۹۷ درصد در مقایسه با شرایط هوازی کاهش می‌یابد (۱۴)، و به ریشه و به تبع آن اندام هوایی خسارت می‌زند (۳۰). عدم وجود اکسیژن در خاک برای نوک ریشه، کشنده است، و اگر چه مقدار کم اکسیژن باعث مرگ سریع ریشه نمی‌شود، اما به دلیل کاهش شدید تولید ATP و خود مسمومی (در اثر مواد حاصل از متابولیسم بی‌هوازی) رشد متوقف شده و مرگ سلول‌های

۱- دانشجوی سابق دکتری زراعت، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین اهواز و استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه
(mohammadeghbalghobadi@yahoo.com)
۲و٤- استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین
۳،۵و۶- بترتیب دانشیار و استادیاران دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین
۷- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه

8- Hypoxia
9- Anoxia

تاریخ دریافت: ۸۴/۷/۲۳
تاریخ پذیرش: ۸۶/۶/۲۶

ریشه فرا می‌رسد (۱۷). در طول مدت ماندابی، سرعت رشد نسبی ریشه (۱۵ تا ۷۴ درصد) و اندام هوایی (۶ تا ۲۷ درصد) کاهش می‌یابد (۲۰). کاهش اکسیژن ناشی از ماندابی، آثار چند گانهٔ فیزیولوژیک مانند کاهش جذب آب (۱۱)، تغییر روابط هورمونی ریشه و اندام هوایی (۱۵) و کاهش جذب و انتقال یون‌ها در ریشه‌ها (کمبود مواد غذایی) را به دنبال دارد که باعث کاهش رشد اندام هوایی و ریشه، نقصان ماده خشک و در نهایت افت عملکرد می‌شود (۱۶).

از آثار منفی دیگر ماندابی می‌توان کاهش نیتروژن به وسیلهٔ دنیتریفیکاسیون، آبشویی و تجمع مواد سمی را نام برد (۱۵). مکانیسم‌های تحمل به ماندابی متعددند و به سازگاری‌های فنولوژیک، مرفولوژیک، آناتومیک، تغذیه، متابولیسم (تنفس بی‌هوازی و یا تحمل آن) و خسارت بعد از ماندابی و میزان جبران آن، تقسیم بندی می‌شوند (۲۶). در محصولات زراعی، خسارت ماندابی به مرحله رشدی گیاه، ارتفاع سطح آب، مدت ماندابی، رقم و دمای محیط وابسته است (۷، ۱۰ و ۲۰). در مورد مدت ماندابی، ملهویش و همکاران[1] (۲۱)، اظهار داشته‌اند که دوره‌های کوتاه مدت ماندابی (۱ تا ۲ روز) عملکرد نهایی دانه را کاهش می‌دهد. لک زاده و همکاران (۳) در آزمایشی مدت‌های مختلف ماندابی صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز را بر خصوصیات پنجه‌زنی گندم رقم چمران مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که ماندابی، تعداد پنجه‌ها را کاهش داده و با کاهش تعداد سنبله، باعث کاهش عملکرد دانه به مقدار ۷ تا ۱۱ درصد گردیده است. مالک و همکاران[2] (۱۹) نیز با آزمایشی نشان دادند که حتی دوره‌های کوتاه مدت ماندابی (کمتر از ۳ روز) تأثیر قابل توجه دراز مدتی روی رشد گیاهچه گندم می‌گذارد. اثر ماندابی در مراحل مختلف رشد نیز مورد بررسی قرار گرفته است. بخشنده (۱)، در بررسی اثر ماندابی در مراحل اولیه رشد گندم رقم تیمو[3]، گزارش داده است که مراحل اولیه رشد گندم درمقایسه با مراحل بعدی به ماندابی حساسیت بیشتری دارد. در گندم حساسیت عملکرد دانه و ماده خشک اندام هوایی به ماندابی در مراحل مختلف رشد به ترتیب مرحله جوانه زدن، ظهور گیاهچه، مرحله پنجه زنی، مرحله ساقه رفتن و مرحله پرشدن دانه گزارش شده است (۲۶). پانگ و همکاران[4] (۲۴) در بررسی اثر ماندابی در مرحله ۳ تا ۴ برگی، به این نتیجه رسیدند که رشد ریشه و اندام هوایی کاهش می‌یابد و با افزایش تنش ماندابی، میزان کلروفیل، سرعت اسیمیلاسیون CO_2 و حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II، بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد. نتایج آزمایش‌های محققین نشان می‌دهد که در ارقام گندم حساسیت‌های مختلفی به ماندابی وجود دارد (۱۰). ون گینکل و همکاران[5] (۲۹)، در آزمایش خود ۱۴ گونه گندم بهاره متحمل به ماندابی را معرفی کردند. محققین دیگر نیز در چندین مطالعه، جایگاه کروموزومی ژن‌های مسئول تحمل به ماندابی در گندم را معلوم کردند و اظهار داشتند که آزمایش‌های فیزیولوژیک برای تحمل به ماندابی حائز اهمیت است (۲۷). سیره و همکاران[6] (۲۵) با اعمال پنج هفته ماندابی بر روی ارقام گندم، شش ژنوتیپ متحمل به ماندابی را بر اساس تعداد پنجه، زردی برگ، پیری، باروری، عملکرد دانه و وزن دانه معرفی کردند. محققین دیگر نیز اختلاف معنی‌داری بین ارقام, از نظر عملکرد دانه تحت شرایط ماندابی بدست آورده‌اند (۸ و ۲۲). مالک و همکاران (۱۹) در یک آزمایش گلدانی که مدت‌های ماندابی صفر، ۳، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز را در چند رقم

1- Melhuish *et al.*
2- Malik *et al.*
3- Timmo
4- Pang *et al.*
5- Van Ginkel *et al.*
6- Sayre *et al.*

گندم مورد مقایسه قرار داده بودند، نتیجه گرفتند که در تیمارهای ماندابی، ماده خشک اندام هوایی، تعداد پنجه‌ها، طول برگ پرچمی و میزان نیتروژن برگ، کمتر از شاهد بود. در آزمایش گلدانی دیگری کولاکو و هاریسون[1] (۸) نتیجه گرفتند که دانه‌های هر سنبله، تعداد پنجه، میزان کلروفیل و ارتفاع بوته در اثر ماندابی کاهش می‌یابد و در بررسی مزرعه‌ای روی ۱۵ رقم، خسارت عملکرد بیشتر مربوط به کاهش تعداد پنجه (۴۱ درصد) و دانه در سنبله (۲۰ درصد) بود. کاندون و گیانت[2] (۹) نشان دادند که تحت تأثیر ماندابی, تولید، بقاء و باروری پنجه‌ها کاهش می‌یابد و با کوچک ماندن پنجه‌ها، اندازه دانه کوچک شده و در نهایت عملکرد دانه کاهش می‌یابد. میزان خسارت ماندابی به عملکرد دانه گندم را حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد در مقایسه با شرایط زهکشی مناسب تخمین زده‌اند (۲۲ و ۲۳). با توجه به آنچه ذکر شد و همچنین وجود حدود یک میلیون هکتار از اراضی ماندابی در ایران (۲) و اختصاص بیشترین سطح زیر کشت اراضی ایران به گندم، پژوهش بر روی ارقام گندم مورد کاشت در استان خوزستان در مراحل مختلف رشد و نمو گندم که با فصل ماندابی مزارع همراه بوده و در مدت‌های مختلف، ضروری است و مهمترین هدف این آزمایش، بررسی میزان و زمان خسارت رقم‌های مختلف گندم و عوامل مؤثر بر آن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

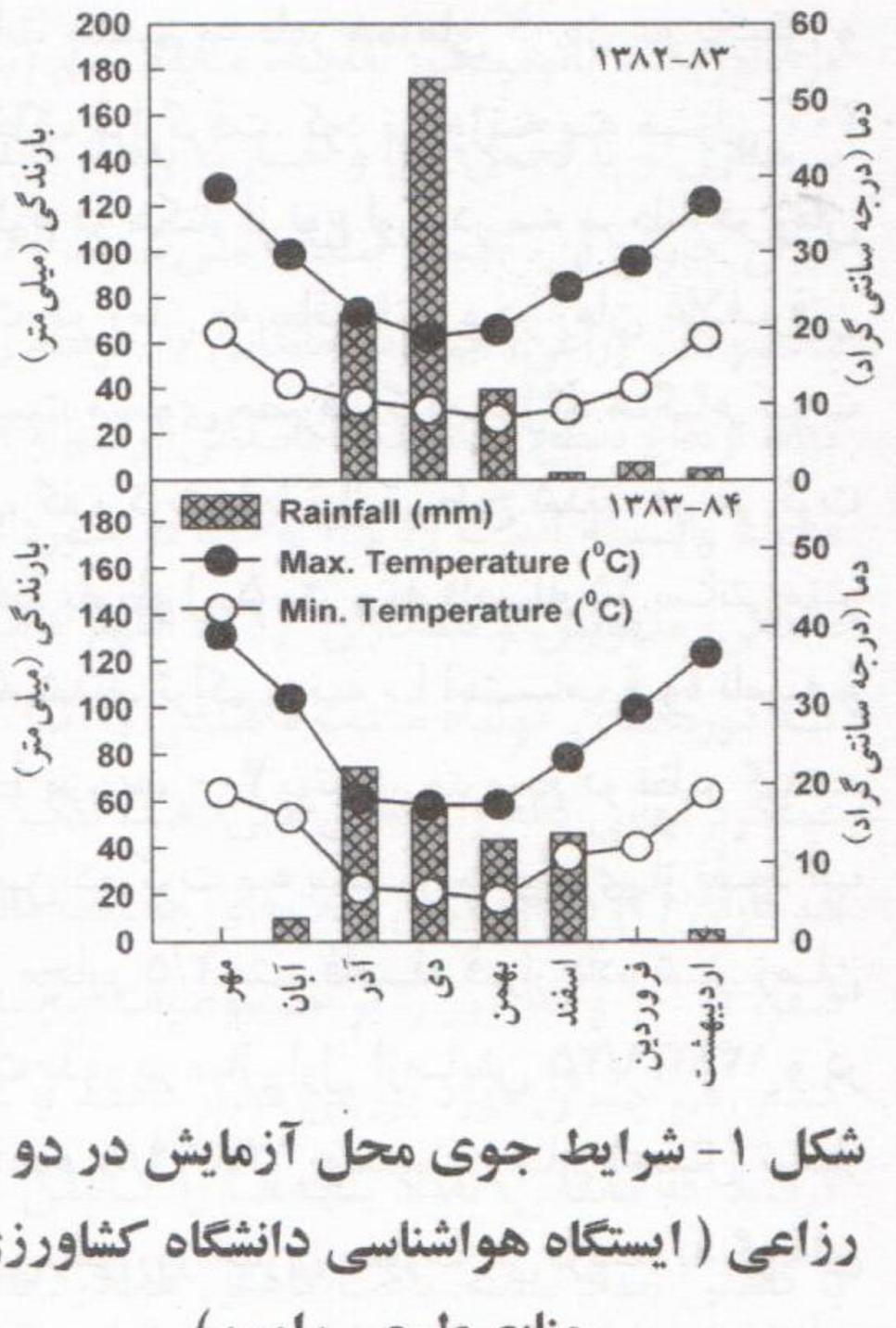
آزمایشی در دو سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ و ۸۴-۱۳۸۳ در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین (ملاثانی) در ۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز در عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه انجام گرفت.

فاکتورها شامل سطوح مختلف ماندابی در چهار سطح صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز، مراحل شروع دورهٔ ماندابی در دو سطح ZGS13[3] (۲۸) (مرحله سه برگی) و ZGS31 (مرحله آغاز ساقه دهی) و سه رقم گندم چمران، ویناک و یاواروس بودند که به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید.

مشخصات هواشناسی محل آزمایش از نظر دما و بارندگی در دو سال زراعی در شکل ۱ آمده است. مزرعه آزمایشی در سال قبل آیش بود. خاک مزرعه، دارای بافت رسی، با میزان نیتروژن ۰/۰۵۶۵ درصد، فسفر ۶ پی‌پی‌ام، پتاس ۱۴۵ پی‌پی‌ام و ماده‌آلی ۰/۱ درصد بود. بر همین اساس میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به طور همزمان در مزرعه پخش و زیر خاک قرارگرفت. کود نیتروژنه به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار از نوع اوره در سه مرحله، در زمان کاشت، در زمان به ساقه‌رفتن و در زمان غلاف‌رفتن به نسبت مساوی مصرف گردید (۴). هنگام کرت بندی، کف کرت‌ها با تراز تسطیح شدند. در هر کرت ۱۰ خط به طول ۵ متر و به فاصلهٔ ۱۵ سانتی‌متر کاشته شدند. تراکم بوته با احتساب قوهٔ نامیه و شرایط مزرعه، ۴۰۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. بین دو کرت به منظور جلوگیری از نفوذ آب کرت مجاور ۲/۵ متر فاصله قرار داده شد. زمان کاشت بذور در سال اول آزمایش ۱۳۸۲/۹/۲۵ و در سال دوم ۱۳۸۳/۹/۸ بودند. در زمان اعمال تیمار ماندابی، هر روز آبیاری صورت می‌گرفت، به گونه‌ای که خاک داخل کرت‌ها (محیط ریشه) اشباع از آب می‌شد. برداشت نهایی در زمان رسیدن کامل دانه در سال اول برای رقم ویناک در ۱۳۸۳/۲/۶ و برای رقم‌های چمران و یاواروس در ۱۳۸۳/۲/۱۰ و در سال دوم برای رقم ویناک در ۱۳۸۴/۲/۳ و برای

1- Collaku and Harison
2- Condon and Giunta
3- Zadoks Growth Stage

رقم‌های چمران و یاواروس در ۱۳۸۴/۲/۱۰ انجام گرفت. عملکرد نهایی دانه با برداشت از یک مترمربع در داخل هر کرت بدست آمد و تعداد کل سنبله‌های یک مترمربع شمارش شدند. تعداد دانه در سنبله از شمارش تعداد دانهٔ ۲۰ سنبله که به طور تصادفی انتخاب شده بود، بدست آمد. جهت تعیین وزن هزاردانه از محصول هر کرت چهار نمونه ۵۰۰ تایی شمارش و وزن گردید. درصد پروتئین دانه گندم با دستگاه (Kjeltec Analyzer) اندازه‌گیری شد. اطلاعات جمع‌آوری شده از آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.



شکل ۱- شرایط جوی محل آزمایش در دو سال زراعی (ایستگاه هواشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین)

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب (دو ساله) در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس این جدول، بین ارقام اختلاف معنی‌دار وجود دارد و عملکرد دانه رقم وینا‌ک با ۴۴۸۵ کیلوگرم در هکتار برتری خود را نسبت به دو رقم دیگر نشان داد (جدول ۲). مرحله شروع ماندابی ZGS13 حساس‌تر از مرحله ZGS31 بوده و باعث کاهش عملکرد دانه به میزان ۱۱ درصد شد. حساسیت مراحل اولیه رشد به تنش ماندابی توسط بخشنده (۱) و ستر و واترز[1] (۲۶) نیز گزارش شده است. بین دو سال آزمایش، عملکرد دانه دارای تفاوت معنی‌داری بود، به گونه‌ای که در سال دوم حدود ۹/۵ درصد افزایش عملکرد مشاهده شد. نتایج نشان داد که در این آزمایش به ازای هر روز ماندابی عملکرد دانه ۱/۵۶ درصد (۸۶/۸ کیلوگرم در هکتار با R2 = ۰/۸۶) کاهش یافته است (شکل ۲).

از بررسی اثر سال و سایر آثار متقابل (جدول‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و۶) مشخص می‌گردد که در سال دوم اگرچه تعداد سنبله در مترمربع تغییر معنی‌داری با سال اول نداشته است ولی با افزایش تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله و وزن هزاردانه، میزان عملکرد سال دوم افزایش داشته است. اثر متقابل شروع دوره ماندابی در مدت‌های ماندابی (S×D) معنی‌دار شده است (جدول ۱) و مدت‌های ۱۰، ۲۰ و۳۰ روز ماندابی در مرحله ZGS13 دارای کاهش بیشتری نسبت به مرحله ZGS31 می‌باشند (جدول ۶).

عملکرد بیولوژیک

از نظر عملکرد بیولوژیک، بین ارقام اختلاف بسیار معنی‌داری وجود داشت و رقم‌های وینا‌ک و چمران نسبت به رقم یاواروس برتری داشتند. همچنین عملکرد بیولوژیک در مرحله شروع ماندابی ZGS13 کمتر از مرحله ZGS31 بود و بترتیب با افزایش مدت ماندابی، عملکرد بیولوژیک کاهش یافت. عملکرد بیولوژیک در سال دوم بیشتر از سال اول بود. اثر متقابل سال و رقم معنی‌دار نشد، به عبارت دیگر افزایش عملکرد بیولوژیک در دو سال

1- Setter and Waters

جدول ۱ – تجزیه واریانس مرکب دو ساله عملکرد و اجزای عملکرد (میانگین مربعات)

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	تعداد سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه	وزن دانه در سنبله	پروتئین دانه
سال (Y)	۱	۸۷۰۴۰۳۳/۳**	۲۷۳۹۸۹۶۳۳/۳**	۵۰۱۲/۲^{ns}	۴۱۲/۳۳**	۵۲/۱۱۵**	۰/۷۷۲**	۰/۱۳۵^{ns}
خطای سال	۶	۳۱۹۱۶۲/۱	۱۶۷۴۳۸۳/۰۹	۲۰۶۳/۲	۱/۲۷	۱/۵۹۲	۰/۰۰۵	۰/۲۴۱
رقم (V)	۲	۲۳۳۵۹۷۲/۴**	۱۰۶۵۳۱۹۸/۴**	۱۳۳۰۶۳/۲**	۲۵۵/۹۸**	۱۱۳۲/۳۹۲**	۰/۸۶۲**	۹/۴۹۰**
اثر متقابل Y×V	۲	۶۸۶۸۰۹/۹*	۸۱۸۴۵۳/۶^{ns}	۲۸۰۲۸/۵**	۱۱۷/۹۵**	۲۴/۷۸۰**	۰/۲۱۲**	۰/۰۷۱^{ns}
شروع ماندابی (S)	۱	۱۱۸۰۰۸۳۳/۳**	۴۱۵۳۳۸۰۲/۱**	۶۹۷۲/۱*	۲۴۶/۰۹**	۴/۴۰۱^{ns}	۰/۴۴۹**	۰/۱۸۴^{ns}
اثر متقابل Y×S	۱	۶۴۱۷۱۸/۸*	۳۵۹۷۰۷۵/۰*	۵۲۶۰/۵^{ns}	۵۳/۳۰**	۱۷/۳۲۲*	۰/۱۵۰**	۰/۰۱۷^{ns}
اثر متقابل V×S	۲	۳۴۹۵۴۷/۴^{ns}	۲۱۴۸۳۴۴/۳^{ns}	۲۳۶۹/۵^{ns}	۰/۵۰^{ns}	۶/۱۵۶^{ns}	۰/۰۱۲^{ns}	۱/۶۳۵**
اثر متقابل Y×V×S	۲	۵۶۲۰۷/۸^{ns}	۲۹۱۷۴۵/۳^{ns}	۱۰۷۴/۶^{ns}	۳/۵۷^{ns}	۵/۶۷۳^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۲۳۶^{ns}
مدت ماندابی (D)	۳	۶۹۶۷۷۷۰۰/۷**	۲۹۱۱۵۲۲۳۱/۳**	۷۷۵۰۲/۰**	۱۰۵۶/۴۹**	۸۶/۹۶۴**	۲/۱۹۶**	۳۱/۸۱۶**
اثر متقابل Y×D	۳	۱۱۲۳۴۳۷/۵**	۶۹۴۹۹۳/۱^{ns}	۶۷۴/۳^{ns}	۶۸/۶۳**	۳/۱۰۱^{ns}	۰/۱۴۷**	۰/۴۴۵^{ns}
اثر متقابل V×D	۶	۴۱۴۲۲۹/۳*	۱۲۳۷۹۹۰/۱^{ns}	۲۰۷۷/۵^{ns}	۱۸/۷۰**	۸/۵۹۴*	۰/۰۶۵**	۰/۴۰۳^{ns}
اثر متقابل Y×V×D	۶	۲۹۴۵۳۰/۷^{ns}	۹۶۲۸۵۹/۲^{ns}	۶۸۳/۸^{ns}	۷/۲۳^{ns}	۱/۳۵۴^{ns}	۰/۰۱۳^{ns}	۰/۱۱۹^{ns}
اثر متقابل S×D	۳	۱۷۲۴۲۶۲/۵**	۱۳۱۲۱۸۰۶/۳**	۱۸۷۲/۹^{ns}	۴۵/۷۵**	۱/۵۵۶^{ns}	۰/۰۷۷**	۰/۹۱۳*
اثر متقابل Y×S×D	۳	۵۸۴۳۴۷/۹*	۳۰۳۶۹۲۶/۴*	۵۰۴/۵^{ns}	۹/۸۱^{ns}	۱/۲۹۳^{ns}	۰/۰۲۵^{ns}	۰/۲۸۵^{ns}
اثر متقابل V×S×D	۶	۱۴۸۶۶۴/۱^{ns}	۲۵۲۵۹۸/۴^{ns}	۱۵۳۹/۴^{ns}	۲/۲۵^{ns}	۴/۲۰۸^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۱۱۶^{ns}
اثر متقابل Y×V×S×D	۶	۷۶۳۹۹/۵^{ns}	۳۱۹۵۹۶/۷^{ns}	۳۹۳/۸^{ns}	۱/۹۶^{ns}	۱/۱۰۴^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۱۶۳^{ns}
اشتباه مرکب	۱۳۸	۱۵۰۶۰۹/۹	۹۰۲۹۷۱/۴	۱۵۱۲/۸	۵/۰۰۶	۳/۵۵۷	۰/۰۱۴	۰/۲۹۸
ضریب تغییرات (درصد)	–	۹/۱۰	۹/۹۲	۱۰/۲۲	۸/۶۷	۴/۴۳	۱۰/۷۴	۵/۱۴

^{ns}، * و ** بترتیب عدم تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد احتمال.

دارای روند یکسانی بوده است. در این آزمایش به ZGS13 کمتر از مرحله ZGS31 بود و به ترتیب با افزایش مدت ماندابی، عملکرد بیولوژیک کاهش یافت. عملکرد بیولوژیک در سال دوم بیشتر از سال اول بود. اثر متقابل سال و رقم معنی‌دار نشد، به عبارت دیگر افزایش عملکرد بیولوژیک در دو سال دارای روند یکسانی بوده است. در این آزمایش به ازای هر روز ماندابی عملکرد بیولوژیک ۱/۴۵ درصد (۱۷۸ کیلوگرم در هکتار با R^2 = ۰/۸۷) کاهش یافت (شکل۲).

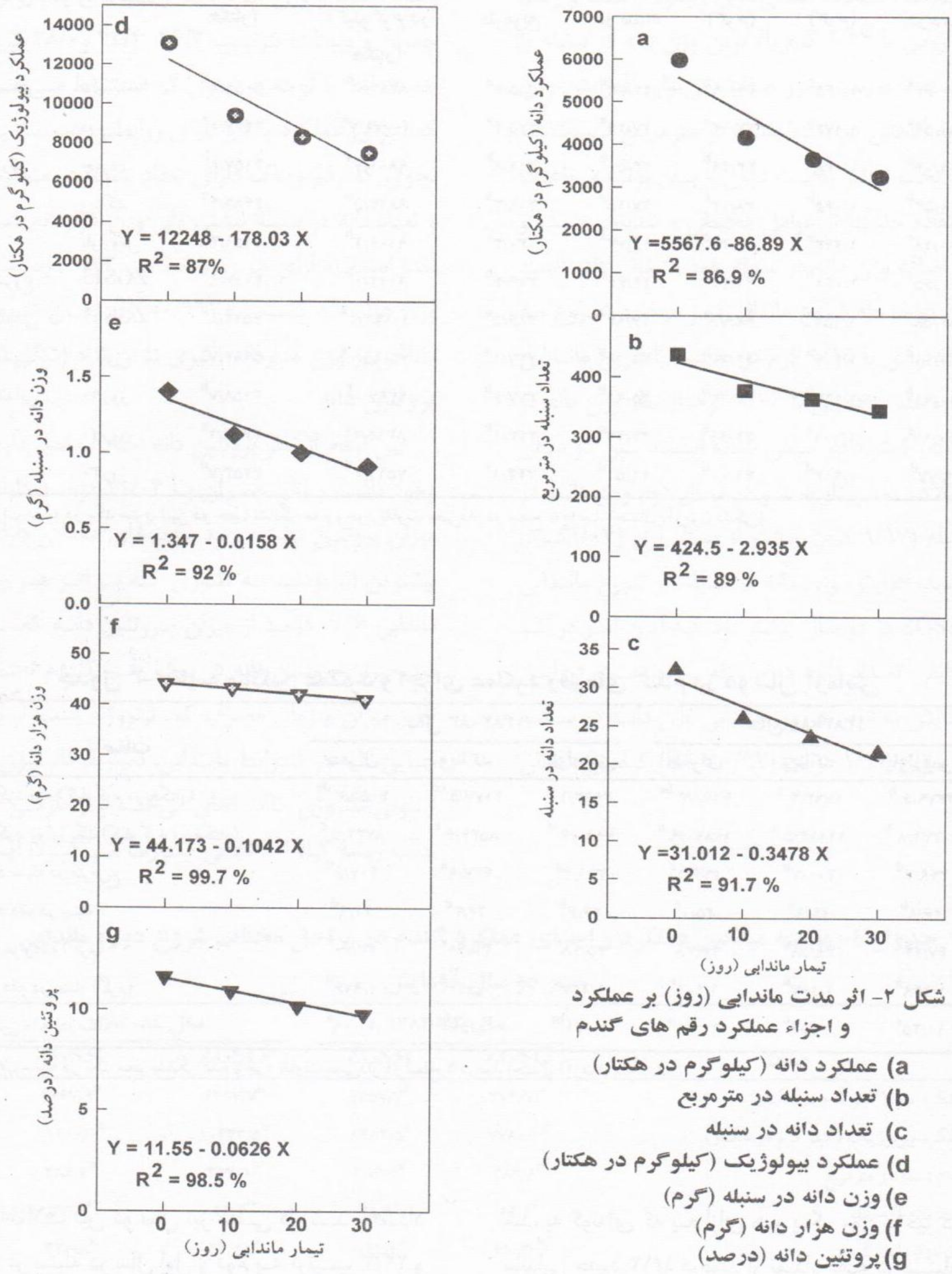
تعداد سنبله در متر مربع

از نظر تعداد سنبله در مترمربع بین رقم‌ها، شروع دوره ماندابی و مدت ماندابی اختلاف معنی‌دار بدست آمد. رقم ویناک و رقم یاواروس با ۴۱۹/۳ و ۳۳۰/۳ سنبله در متر مربع بترتیب بالاترین و کمترین تعداد سنبله را داشتند. بین شروع دوره‌های ماندابی اختلاف معنی‌دار وجود داشت و نشان داد که ماندابی در مرحله شروع پنجه زنی نسبت به مرحله شروع ساقه رفتن خسارت بیشتری به تعداد سنبله در مترمربع وارد کرده است. این موضوع توسط لک زاده و همکاران (۵) نیز گزارش شده است. به این ترتیب مدت ماندابی شدیدترین تأثیر را بر تعداد سنبله داشت، به گونه‌ای که در تیمار شاهد، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز ماندابی به ترتیب ۴۳۷/۱، ۳۷۷/۶، ۳۶۳/۱ و ۳۴۴/۱ سنبله تولید شده است، که مدت‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز نسبت به شاهد بترتیب به میزان ۱۳/۶، ۱۷/۰ و ۲۱/۳ درصد کاهش یافت (جدول ۷). به عبارت دیگر به ازای هر روز ماندابی حدود سه سنبله در مترمربع (R^2 = ۰/۸۹) کاهش داشته است (شکل۲). از بررسی برهمکنش عوامل (جدول‌های ۴، ۵ و۶) مشخص می‌گردد که تعداد سنبله در رقم‌های چمران و ویناک در سال دوم کاهش داشته است و این کاهش بر اثر ماندابی در مرحله شروع پنجه زنی و در مدت‌های ماندابی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز صورت گرفته است. با توجه به پایین‌تر بودن دمای هوا در ماه‌های دی و بهمن سال ۸۴-۱۳۸۳ نسبت به سال قبل از آن، می‌توان کاهش تولید سنبله در سال دوم را که نتیجه کاهش تعداد پنجه است به مجموعهٔ کاهش دما در سال دوم در مرحله شروع پنجه‌زنی، ماندابی و کاهش نیتروژن خاک از طریق آبشویی نسبت داد. فرانک و باور[1] (۱۳) نیز نقش دما و کود نیتروژنی را در سرعت نمو رأس ساقه[2] و افزایش تعداد پنجه در مرحله رشد رویشی مؤثر دانسته‌اند.

تعداد دانه در سنبله

همان طوری که در جدول‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ نشان داده شده‌است، بین رقم‌ها از نظر تعداد دانه در سنبله اختلاف معنی‌دار وجود داشت و رقم ویناک برتر بود. بین دو مرحله شروع ماندابی نیز، مرحله شروع به ساقه رفتن دارای تعداد دانه در سنبله بیشتری بود. حساسیت مرحله شروع پنجه‌زنی به تنش ماندابی، کمبود مواد غذایی، آبشویی نیتروژن و دما به وسیله محققین دیگر نیز گزارش شده است (۱، ۱۳ و ۲۶). در گندم تیپ بهاره چون طول دوره رویشی کوتاه است و مرحله تولید گلچه هم قبل از اتمام این دوره آغاز می‌گردد، پس مدت‌های ماندابی طولانی۱۰ تا ۳۰ روز می‌تواند باعث کاهش تعداد سنبلچه در سنبله و کاهش تعداد گل در سنبلچه شود. میزان این خسارت در مرحله پنجه زنی بیش از مرحله شروع به ساقه رفتن است که می‌تواند تعداد دانه در سنبلچه را کاهش دهد. این موضوع در آزمایش قبادی و بخشنده (۳) با بررسی مراحل نموی ارقام گندم گزارش شده است. در این آزمایش هر قدر مدت ماندابی طولانی‌تر گردید، کاهش تعداد دانه در سنبله بیشتر شد، به گونه‌ای که به ازای هر یک روز تأخیر در ماندابی حدود ۱/۱۲ درصد از تعداد دانه در سنبله کاسته شده است (شکل ۲).

1- Frank and Baure
2- Apex development



شکل ۲- اثر مدت ماندابی (روز) بر عملکرد و اجزاء عملکرد رقم های گندم

a) عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
b) تعداد سنبله در مترمربع
c) تعداد دانه در سنبله
d) عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
e) وزن دانه در سنبله (گرم)
f) وزن هزار دانه (گرم)
g) پروتئین دانه (درصد)

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد در تیمارهای مختلف

تیمارها		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه (گرم)	وزن دانه در سنبله (گرم)	پروتئین دانه (درصد)
سال	اول	۴۰۵۱/۹^{b}	۸۳۸۲/۶^{b}	۳۸۵/۶^{a}	۲۴/۳۳^{b}	۴۲/۰۹^{b}	۱/۰۴۵^{b}	۱۰/۶۴^{a}
	دوم	۴۴۷۷/۸^{a}	۱۰۷۷۱/۷^{a}	۳۷۵/۴^{a}	۲۷/۲۶^{a}	۴۳/۱۳^{a}	۱/۱۷۲^{a}	۱۰/۵۹^{a}
رقم	چمران	۴۱۵۷/۸^{b}	۹۸۰۱/۷^{a}	۳۹۱/۸^{b}	۲۳/۵۰^{b}	۴۳/۴۹^{b}	۱/۰۳۸^{b}	۱۱/۰۴^{a}
	ویناک	۴۴۸۵/۴^{a}	۹۸۲۳/۵^{a}	۴۱۹/۳^{a}	۲۷/۱۵^{a}	۳۸/۰۳^{c}	۱/۰۴۵^{b}	۱۰/۵۳^{b}
	یاواروس	۴۱۵۱/۴^{b}	۹۱۰۶/۲^{b}	۳۳۰/۳^{c}	۲۶/۷۳^{a}	۴۶/۳۱^{a}	۱/۲۴۳^{a}	۱۰/۲۸^{c}
شروع	ZGS13	۴۰۱۶/۹^{b}	۹۱۱۲/۰^{b}	۳۷۴/۴^{b}	۲۴/۶۶^{b}	۴۲/۴۶^{a}	۱/۰۶۱^{b}	۱۰/۶۵^{a}
ماندابی	ZGS31	۴۵۱۲/۸^{a}	۱۰۰۴۲/۲^{a}	۳۸۶/۵^{a}	۲۶/۹۳^{a}	۴۲/۷۶^{a}	۱/۱۵۷^{a}	۱۰/۵۸^{a}
مدت	۰ روز	۵۹۸۴/۷^{a}	۱۳۰۸۵/۰^{a}	۴۳۷/۱^{a}	۳۲/۲۹^{a}	۴۴/۱۰^{a}	۱/۴۰۴^{a}	۱۱/۶۱^{a}
ماندابی	۱۰ روز	۴۱۵۸/۷^{b}	۹۳۹۷/۰^{b}	۳۷۷/۶^{b}	۲۵/۹۱^{b}	۴۳/۲۳^{b}	۱/۱۱۷^{b}	۱۰/۹۱^{b}
	۲۰ روز	۳۶۶۲/۲^{c}	۸۳۱۵/۲^{c}	۳۶۳/۱^{b}	۲۳/۴۷^{c}	۴۲/۱۱^{c}	۱/۰۰۱^{c}	۱۰/۱۷^{c}
	۳۰ روز	۳۲۵۳/۷^{d}	۷۵۱۱/۴^{d}	۳۴۴/۱^{c}	۲۱/۵۱^{d}	۴۱/۰۰^{d}	۰/۹۱۳^{d}	۹/۷۷^{d}

حروف مشابه در یک ستون (بین دو خط) نشانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد احتمال (آزمون دانکن).

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد رقم‌های گندم در دو سال آزمایش

صفات	سال ۸۳-۱۳۸۲			سال ۸۴-۱۳۸۳		
	چمران	ویناک	یاواروس	چمران	ویناک	یاواروس
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۴۰۵۵/۳^{de}	۴۱۷۷/۵^{cd}	۳۹۲۳/۱^{e}	۴۲۶۰/۳^{bc}	۴۷۹۳/۴^{a}	۴۳۷۹/۶^{b}
عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	۸۷۳۲/۵^{c}	۸۵۳۴/۶^{c}	۷۸۸۰/۶^{d}	۱۰۸۷۰/۹^{a}	۱۱۱۱۲/۵^{a}	۱۰۳۳۱/۸^{b}
تعداد سنبله در مترمربع	۴۰۷/۶^{b}	۴۳۷/۹^{a}	۳۱۱/۳^{e}	۳۷۶/۱^{c}	۴۰۰/۷^{b}	۳۴۹/۳^{d}
تعداد دانه در سنبله	۲۱/۹^{d}	۲۴/۳^{c}	۲۶/۶^{b}	۲۵/۰^{c}	۲۹/۹^{a}	۲۶/۸^{b}
وزن هزاردانه (گرم)	۴۳/۶۰^{c}	۳۷/۴۹^{e}	۴۵/۱۸^{b}	۴۳/۳۸^{c}	۳۸/۵۸^{d}	۴۷/۴۴^{a}
وزن دانه در سنبله (گرم)	۰/۹۷۶^{d}	۰/۹۲۴^{d}	۱/۲۳۷^{a}	۱/۱۰۱^{c}	۱/۱۶۷^{b}	۱/۲۴۹^{a}
پروتئین دانه (درصد)	۱۱/۰۹^{a}	۱۰/۵۲^{bc}	۱۰/۳۱^{bc}	۱۰/۹۸^{a}	۱۰/۵۴^{b}	۱۰/۲۵^{c}

حروف مشابه در یک سطر نشانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد احتمال (آزمون دانکن).

اختلاف بین دو سال نیز معنی دار شد و تعداد دانه در سنبله در سال اول و دوم به ترتیب ۲۴/۳ و ۲۷/۲ بدست آمد. نموی ارقام گندم گزارش شده است. در این آزمایش هر قدر مدت ماندابی طولانی‌تر گردید، کاهش تعداد دانه در سنبله بیشتر شد، به گونه‌ای که به ازای هر یک روز تأخیر در ماندابی حدود ۱/۱۲ درصد از تعداد دانه در سنبله کاسته شده است (شکل ۲).اختلاف بین دو سال نیز معنی دار شد و تعداد دانه در سنبله در سال اول و دوم به ترتیب ۲۴/۳ و ۲۷/۲ بدست آمد.

وزن دانه در سنبله

با توجه به نتایج، از نظر وزن دانه در سنبله بین رقم‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت و رقم یاواروس با ۱/۲۴ گرم بالاترین وزن دانه در سنبله را داشت. با بررسی سایر صفات می‌توان افزایش وزن را به کاهش در تعداد سنبله در مترمربع نسبت داد که تحت تأثیر رقابت درون و بین بوته‌ای باعث استفاده حداکثر از عوامل محیطی و تغذیه‌ای شده و در اضافه وزن دانه در سنبله خود را نشان داده است. بین دو مرحله شروع ماندابی نیز مرحله شروع به ساقه رفتن با ۱/۱۵ گرم در مقایسه با شروع ماندابی در مرحله پنجه‌زنی با ۱/۰۶ گرم، از نظر وزن دانه در سنبله، کمتر دچار تنش شده است. بین دو سال اختلاف معنی‌دار شد و در سال دوم وزن دانه در سنبله (۱/۱۷ گرم) بیشتر از سال اول (۱/۰۴گرم) گردید. افزایش وزن دانه در سنبله در شروع ماندابی ZGS31 در دو سال بیشتر بود که این امر در اثر افزایش تعداد دانه در سنبله بوده است. در این آزمایش به ازای هر روز ماندابی وزن دانه در سنبله به میزان ۱/۱۷ درصد (R^2 = ۰/۹۲) کاهش نشان داد.

وزن هزار دانه

از نظر وزن هزاردانه, بین ارقام اختلاف معنی‌دار وجود داشت و وزن هزاردانهٔ رقم‌های یاواروس، چمران و ویناک بترتیب ۴۶/۳، ۴۳/۴ و۳۸/۰ گرم بدست آمد. با توجه به جدول ۲, استنباط می‌شود که اجزای عملکرد با هم دارای روابطی هستند به نحوی که رقم ویناک دارای تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبلهٔ بیشتر، ولی وزن هزاردانه کمتر شده است. به ازای هر روز ماندابی، ۰/۲۳ درصد از وزن هزار دانه کاسته شد (R^2=۰/۹۹). زمان شروع ماندابی بر وزن هزاردانه تأثیری نشان نداد (شکل ۲)

پروتئین دانه

بین ارقام از نظر پروتئین دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت و رقم چمران با ۱۱/۰۴ درصد دارای میزان پروتئین بیشتری بود. مدت‌های ماندابی دارای بیشترین اثر بودند به طوری که بر اثر هر روز ماندابی ۰/۰۶ درصد از میزان پروتئین دانه کاسته شد. میزان پروتئین دانه در یک رقم گندم تحت تأثیر میزان و زمان مصرف کود نیتروژنه است. از آن جایی که در شرایط ماندابی، دنیتریفیکاسیون و آبشویی نیتروژن خاک اتفاق می‌افتد و از طرفی در جذب ریشهٔ گیاه اختلالاتی صورت می‌گیرد، این

جدول ٤- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گندم در مراحل مختلف شروع دوره ماندابی در دو سال آزمایش

صفات	سال ۸۳-۱۳۸۲		سال ٨٤-١٣٨٣	
	ZGS13	ZGS31	ZGS13	ZGS31
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۳۷۴۶/۲^{c}	۴۳۵۷/۷^{b}	۴۲۸۷/۷^{b}	۴۶۶۷/۹^{a}
عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	۷۷۸۰/۶^{d}	۸۹۸۴/۵^{c}	۱۰۴۴۳/۵^{b}	۱۱۱۰۰/۰^{a}
تعداد سنبله در مترمربع	۳۸۴/۸^{a}	۳۸۶/۴^{a}	۳۶۴/۱^{b}	۳۸۶/۶^{a}
تعداد دانه در سنبله	۲۲/۶^{c}	۲۵/۹^{b}	۲۶/۶^{b}	۲۷/۸^{a}
وزن هزاردانه (گرم)	۴۱/۶۴^{b}	۴۲/۵۴^{a}	۴۳/۲۸^{a}	۴۲/۹۸^{a}
وزن دانه در سنبله (گرم)	۰/۹۶۹^{c}	۱/۱۲۲^{b}	۱/۱۵۲^{ab}	۱/۱۹۳^{a}
پروتئین دانه (درصد)	۱۰/۶۶^{a}	۱۰/۶۲^{a}	۱۰/۶۳^{a}	۱۰/۵۵^{a}

حروف مشابه در یک سطر نشانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد احتمال (آزمون دانکن).

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گندم در سطوح مختلف ماندابی در دو سال آزمایش

صفات	سال ۸۳-۱۳۸۲				سال ۸٤-۱۳۸۳			
	۰ روز	۱۰ روز	۲۰ روز	۳۰ روز	۰ روز	۱۰ روز	۲۰ روز	۳۰ روز
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۵۹۷۵/۴^{a}	۳۹۴۱/۲^{c}	۳۲۸۲/۹^{d}	۳۰۰۸/۳^{e}	۵۹۹۴/۱^{a}	۴۳۷۶/۲^{b}	۴۰۴۱/۶^{c}	۳۴۹۹/۱^{d}
عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	۱۲۰۱۶/۲^{b}	۸۱۹۳/۷^{e}	۶۹۶۰/۴^{f}	۶۳۶۰/۰^{g}	۱۴۱۵۳/۷^{a}	۱۰۶۰۰/۴^{c}	۹۶۷۰/۰^{d}	۸۶۶۲/۹^{e}
تعداد سنبله در مترمربع	۴۳۶/۸^{a}	۳۸۵/۲^{b}	۳۶۸/۶^{bc}	۳۵۱/۷^{cd}	۴۳۷/۴^{a}	۳۶۹/۹^{bc}	۳۵۷/۷^{cd}	۳۳۶/۵^{d}
تعداد دانه در سنبله	۳۲/۵^{a}	۲۴/۳^{d}	۲۰/۹^{e}	۱۹/۵^{f}	۳۲/۰^{a}	۲۷/۵^{b}	۲۶/۰^{c}	۲۳/۴^{d}
وزن هزاردانه (گرم)	۴۳/۷۰^{ab}	۴۲/۸۲^{bc}	۴۱/۷۴^{c}	۴۰/۱۰^{d}	۴۴/۵۰^{a}	۴۳/۶۵^{ab}	۴۲/۴۷^{c}	۴۱/۹۰^{c}
وزن دانه در سنبله (گرم)	۱/۴۲۰^{a}	۱/۰۴۵^{d}	۰/۸۸۸^{c}	۰/۸۳۰^{e}	۱/۳۸۹^{a}	۱/۱۹۰^{b}	۱/۱۱۴^{c}	۰/۹۹۷^{d}
پروتئین دانه (درصد)	۱۱/۵۷^{a}	۱۱/۰۱^{b}	۱۰/۲۹^{c}	۹/۷۱^{e}	۱۱/۶۶^{a}	۱۰/۸۱^{b}	۱۰/۰۵^{cd}	۹/۸۴^{de}

حروف مشابه در یک سطر نشانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد احتمال (آزمون دانکن).

جدول ٦- مقایسه میانگین اثرات شروع دوره ماندابی و مدت ماندابی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم

صفات	ZGS13				ZGS31			
	۰ روز	۱۰ روز	۲۰ روز	۳۰ روز	۰ روز	۱۰ روز	۲۰ روز	۳۰ روز
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	۵۹۹۲/۵^{a}	۳۹۴۲/۹^{c}	۳۲۷۲/۰^{e}	۲۸۶۰/۴^{f}	۵۹۷۷/۰^{a}	۴۳۷۴/۵^{b}	۴۰۵۲/۵^{c}	۳۶۴۷/۰^{d}
عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	۱۳۴۰۳/۷^{a}	۸۶۹۴/۱^{de}	۷۵۷۲/۰^{f}	۶۷۷۸/۳^{g}	۱۲۷۶۶/۲^{b}	۱۰۱۰۰/۰^{c}	۹۰۵۸/۳^{d}	۸۲۴۴/۵^{e}
تعداد سنبله در مترمربع	۴۳۸/۵^{a}	۳۷۳/۴^{bc}	۳۵۵/۲^{c}	۳۳۰/۷^{d}	۴۳۵/۷^{a}	۳۸۱/۷^{b}	۳۷۱/۱^{bc}	۳۵۷/۵^{c}
تعداد دانه در سنبله	۳۲/۵^{a}	۲۴/۷^{c}	۲۱/۵^{e}	۱۹/۸^{f}	۳۲/۰^{a}	۲۷/۰^{b}	۲۵/۴^{c}	۲۳/۲^{d}
وزن هزاردانه (گرم)	۴۳/۷۴^{ab}	۴۳/۲۴^{bc}	۴۱/۸۷^{de}	۴۱/۰۰^{e}	۴۴/۴۶^{a}	۴۳/۲۳^{bc}	۴۲/۳۵^{cd}	۴۱/۰۱^{e}
وزن دانه در سنبله (گرم)	۱/۴۱۰^{a}	۱/۰۶۸^{c}	۰/۹۱۲^{de}	۰/۸۵۱^{e}	۱/۳۹۸^{a}	۱/۱۶۲^{b}	۱/۰۹۰^{c}	۰/۹۷۵^{d}
پروتئین دانه (درصد)	۱۱/۶۴^{a}	۱۰/۷۵^{c}	۱۰/۲۸^{d}	۹/۹۲^{ef}	۱۱/۵۹^{a}	۱۱/۰۷^{b}	۱۰/۰۶^{de}	۹/۶۲^{f}

حروف مشابه در یک سطر نشانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد احتمال (آزمون دانکن).

جدول ۷- کاهش عملکرد و اجزای عملکرد در مدت‌های مختلف ماندابی نسبت به شاهد (درصد)

مدت ماندابی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه	وزن دانه در سنبله	پروتئین دانه
۰ روز (شاهد)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۰ روز ماندابی	۶۹/۵	۷۱/۸	۸۶/۴	۸۰/۲	۹۸/۰	۷۹/۵	۹۴/۰
۲۰ روز ماندابی	۶۱/۲	۶۳/۵	۸۳/۰	۷۲/۷	۹۵/۵	۷۱/۳	۸۷/۶
۳۰ روز ماندابی	۵۴/۴	۵۷/۴	۷۸/۷	۶۶/۶	۹۳/۰	۶۵/۰	۸۴/۱

شرایط باعث کاهش میزان نیتروژن در خاک و گیاه و کاهش رشد ریشه و اندام هوایی و در نتیجه کاهش پروتئین دانه می‌شود (شکل ۲).

نتیجه‌گیری

از نتایج این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری نمود که طول مدت ماندابی، بیش از مرحله ماندابی بر عملکرد و اجزای عملکرد اثر سوء داشته است، به طوری که حتی دوره‌های کوتاه ۱۰ روز ماندابی باعث خسارت قابل توجهی شدند. مرحله شروع پنجه زنی (ZGS13) نسبت به مرحله شروع به ساقه رفتن (ZGS31) نسبت به ماندابی حساس‌تر بود. همچنین رقم ویناک در این آزمایش به شرایط ماندابی متحمل‌تر از رقم‌های چمران و یاواروس خود را نشان داد. تاریخ کاشت و دمای محیط نیز در طول دوره ماندابی مؤثر بودند. به طور کلی ماندابی از طریق کاهش تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه باعث کاهش عملکرد دانه گردید. کاهش ۱/۵۶ درصدی عملکرد دانه در اثر هر روز ماندابی در درجه اول بر اثر خسارت ماندابی به وزن دانه در سنبله (۱/۱۲ درصد به ازای هر روز ماندابی) که باعث کاهش وزن دانه در سنبله با ۱/۱۷ درصد برای هر روز ماندابی بوده و در درجه دوم به تعداد سنبله در متر مربع (کاهش ۰/۶۹ درصد به ازای هر روز ماندابی) ایجاد شده است. از میان اجزاء عملکرد، تنش ماندابی کمترین خسارت را بر وزن هزار دانه (۰/۲۳ درصد به ازای هر روز ماندابی) وارد کرده است. همان طوری که قبلاً نیز اشاره شد، دلیل شدت خسارت بر تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع ناشی از شکل‌گیری آنها در اوایل دورهٔ رشد و نمو گیاه است، ولی وزن هزار دانه که در اواخر نمو گیاه شکل می‌گیرد، کمتر دچار چنین خسارتی شده است. به بیان دیگر، در مراحل اولیه رشد، سرعت رشد بالاتر است و ماندابی همزمان با کاهش دما در زمستان باعث افت رشد ریشه، جذب مواد غذایی و در نتیجه کاهش رشد و نمو اندام‌های هوایی گندم می‌گردد. این شرایط باعث کاهش پنجه زنی و بقای آنها، تعداد دانه در سنبله و در نهایت عملکرد دانه گردیده است.

سپاسگزاری

بدینوسیله از کمک و راهنمایی های خانم مهندس کاظمی تشکر و قدردانی می شود. از همکاری صمیمانه مسؤلین محترم آزمایشگاه های زراعت، فیزیولوژی گیاهان زراعی، خاکشناسی، پژوهشکده، آقایان دکتر گیلانی، مهندس پارسایی تبار و خانم مهندس برزگر و همچنین مدیریت و کارکنان محترم شرکت کشت و صنعت فردای سبز جنوب سپاسگزاری به عمل می آید.

منابع

۱. بخشنده، ع. ۱۳۷۷. تأثیر دوره‌های مختلف آب ماندگی در مراحل اولیه نمو گندم بر روی جوانه زنی، رشد و نموگندم رقم Timmo. چکیده مقالات پنجمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، صص ۶۲۶-۶۲۵.

۲. سیادت، ح. و سعادت، س. ۱۳۷۷. اثر سوءآب‌ماندگی سطحی و تهویه ضعیف خاک در تولید گندم. ماهنامه علمی - تخصصی کشاورزی زیتون، شماره ۱۳۷، صص ۵۳-۵۱.

۳. قبادی، م. الف و بخشنده، ع. ۱۳۷۸. بررسی اثر تقسیط کود ازت بر مراحل نموی رأس ساقه دو رقم گندم. نشریه تحقیقات نهال و بذر، جلد ۵ شماره ۳، صص ۲۳۰-۲۱۸.

۴. قبادی، م. الف. و بخشنده، ع. ۱۳۷۸. بررسی اثر تقسیط کود نیتروژنه از نوع کود اوره و اوره با پوشش گوگردی بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم. فصلنامه علمی – پژوهشی دانشور. سال ۷ شماره ۲۶ مکرر، صص ۳۴-۲۷.

۵. لک زاده، الف.، کاشانی، ع.، بخشنده، ع. و مامقانی، ر. ۱۳۸۱. بررسی تغییرات تعداد پنجه گندم رقم چمران تحت تأثیر دوره‌های ماندابی در مراحل مختلف نمو. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، صص ۲۶۵-۲۶۴.

6. Arshad, M., and Frankenberger, N.T.J. 1990. Production and stability of ethylen in soil. Biology and Fertility of Soils, 10: 29-34.

7. Bao, X. 1997. Study on identification stage and index of waterlogging tolerance in various wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.). Acta Agriculture Shanghai, 13(2): 32-38.

8. Collaku, A., and Harison, S.A. 2002. Losses in wheat due to waterlogging. Crop Science, 42: 444-450.

9. Condon, A.G., and Giunta, F. 2003. Yield response of restricted-tillering wheat to transient waterlogging on duplex soil. Australian Journal of Agricultural Research, 54(10): 957-967.

10. Davies, M.S., and Hillman, G.S. 1988. Effect of soil flooding on growth and grain yield of tetraploid and hexaploid species of wheat. Cereal Research Common, 12: 135-141.

11. Drew, M.C., Cobb, B.G., Johanson, J.R., Andrews, D., Morgan, P.W., Jordan, W., and He, C. G. 1994. Metabolic acclimation of root tips to oxygen deficiency. Annals of Botany, 74: 281-286.

12. FAO. 2002. http://www.fao.org/waicent/FAOINFO/AGRICULT/agl/agll/gaez/nav.html on March 18. 2002.

13. Frank, A.B., and Bauer, P. 1983. Cultivar, nitrogen, and soil water effects on spring wheat. Agronomy Journal, 76: 656-660.

14. Gibbs, J., and Greenway, H. 2003. Review: Mechanisms of anoxia tolerance in plants. I. Growth, survival and anaerobic catabolism. Functional Plant Biology, 30: 353-363.

15. Huang, B.R., Johanson, J.W., Nesmith, D.S., and Bridges, D.C. 1994. Growth, physiological and anatomical response of 2 wheat genotypes to waterlogging and nutrient supply. Journal of Experimental Botany, 45: 193-202.

16. Huang, B., Johnson, J.W., Nesmith, S., and Bridges, D.C. 1995. Nutrient accumulation and distribution of wheat genotypes in response to waterlogging and nutrient supply. Plant and Soil, 173:47-54.

17. Jackson, M.B., and Ram, P.C. 2003. Physiological and molecular basis of susceptibility and tolerance of rice plants to complete submergence. Annal of Botany, 91: 227-241.

18. Levitt, J., 1980. Responsees of plants to environmental stresses. Vol. II. Water, Radiation, Salt and Other Stresses. 2nd Ed, Academic Press, New York. pp: 440.

19. Malik, A.I., Colmer, T.D., Lambers, H., Setter, T.L., and Schotemeyer, M. 2002. Short- term waterlogging has long- term effects on the growth and physiology of wheat . New Phytologist, 153: 225- 236.

20. Malik, A.I., Colmer, T.D., Lambers, H., Setter, T.L., and Schotemeyer, M. 2001. Changes in physiological and morphological traits of roots and shoots of wheat in response to different depths of waterlogging. Australian Journal of Plant Physiology, 28: 1121-1131.

21. Melhuish, F.M., Humphreys, E., Muirhead, W.A., and White, R.J.H. 1991. Flood irrigation of wheat on a transitional red-brown earth. 1. Effect of duration of ponding on soil water, plant growth, yield and N uptake. Australian Journal of Agricultural Research, 42: 1023-1035.

22. Musgrave M.E., and Ding, N. 1998. Evaluating wheat cultivars for waterlogging tolerance. Crop Science, 34: 90-97.

23. Musgrave, M.E. 1994. Waterlogging effects on yield and photosynthesis in 8 winter wheat cultivares. Crop Science, 34: 1314-1318.

24. Pang, J., Zhou, M., Mendham, N., and Shabala, S. 2004. Growth and physiological responses of six barley genotypes to waterlogging and subsequent recovery. Australian Journal of Agricultural Research, 55(8): 895-906.

25. Sayre, K.D., Van Ginkel, M., Rajaram, S., and Monasterio, I. 1994. Tolerance to waterlogging losses in spring bread wheat, effect of time of onset on expression. Colorado State University. in Annual Wheat Newsletter, 40: 165-171.

26. 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.

27. Taeb, M., Koebner, R.M.D., and Forster, B.P. 1993. Genetic variation for waterlogging tolerance in the Triticeae and chromosomal location of genes conferring waterlogging tolerance in *Thinopyrun elongatum*. Genome, 36: 825-830.

28. Tottman, D.R., Makepeace, R.J., and Broad, H. 1979. An explanation of the decimal code for the growth stages of cereals, with illustrations. Annals of Applied Biology, 93: 221-234.

29. Van Ginkel, M., Rajanram, S., and Thijseen, M. 1991. Waterlogging in wheat: Germplasm evaluation and metodology development. *in* The 17th regional wheat workshop for easern. Central and Southern Africa, *eds:* Tanner, D. G. and Wangi, W. M. P:115-124. Nakuru, Kenya. Sept. 16-19, 1991.

30. Vartapetian, B.B., and Jakson, M.B. 1997. Plant adaptations to anaerobic stress. Annals of Botany, 79: 3-20.

Effect of Waterlogging Durations at Different Growth Stages of Wheat on Yield and Yield Components

M.E. Ghobadi[1], A. Bakhshandeh[2], H. Nadian[3], G. Fathi[4], M.H. Gharineh[5], K. Alami-saied[6] and M. Ghobadi[7]

Abstract

In order to study the effects of different waterlogging durations (0, 10, 20 and 30 days) in growth stages (tillering and stem elongation stages) on yield and yield components of wheat cultivars (Chamran, Vee/Nac and Yavaros), a field experiment was carried out in Ramin Agriculture and Natural Resources University during 2003-2004 and 2004-2005. The experimental design was a factorial according to a RCBD with four replications. Results showed that yield and yield components were significantly affected by cultivars, growth stages and waterlogging durations. Vee/Nac cultivar (with 4485.4 kg/ha) was the superior cultivar. Response of tillering stage to waterlogging was higher than stem elongation stage. Grain yield decrease was 1.56% per day for waterlogging. Among yield components, grain number per spike, spike number and 1000-grain weight were the most susceptible to waterlogging. Their losses due to waterlogging were 1.11, 0.70 and 0.23% per day respectively. The results demonstrated that even short-period (10 days) of waterlogging, had considerable long-term effects on the growth, grain yield and yield components of wheat cultivars.

Keywords: *Wheat, Waterlogging durations, Growth stages, Yield and Yield Components*

1- Assistant professor, Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran. (mohammadeghbalghobadi@yahoo.com)
2,4- professors, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahwaz, Iran.
3- Associate professor, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahwaz, Iran.
5,6- Assistant professors, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahwaz, Iran.
7- Assistant professor Faculty of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran.