



اثر عمق کاشت و تنش خشکی کوتاه مدت بر سرعت سبز شدن و قابلیت ترمیم گیاهچه‌های گندم و ارتباط آنها با بنیه جوانه‌زنی و مقاومت به خشکی

- محسن سعیدی، دانشجوی دوره دکتری تخصصی و عضو باشگاه پژوهشگران جوان کشور
- علی احمدی، هیات علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
- کاظم پوستینی، هیات علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
- علی‌اشرف جعفری، هیات علمی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع

تاریخ دریافت: فروردین ماه ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: آذرماه ۱۳۸۴

Email: saeidi_mohsen@yahoo.com

چکیده

رطوبت خاک یکی از عوامل محدود کننده جوانه زنی و سبز شدن گیاهان زراعی و در نهایت شکل گیری عملکرد در مناطق خشک و نیمه خشک (مانند ایران) است. در چنین شرایطی انتخاب ارقام مقاوم به خشکی از اهمیت زیادی برخوردار است. این بررسی در این راستا و در سه سطح مزرعه‌ای، گلخانه‌ای و آزمایشگاهی و بر روی ژنوتیپ‌های مختلف گندم با سابقه اصلاحی متفاوت شامل: ارقام اصلاح شده داخلی در اثر عمل انتخاب (امید، سرداری، روشن)، ارقام اصلاح شده داخلی-خارجی در اثر عمل هیبریداسیون (آزادی، فلات، قدس) و چهار لاین (3-5593/2، 3-5806، 6-6452/2-7007) بودند. تجزیه واریانس اثرات پتانسیل‌های اسمزی متفاوت بر خصوصیات جوانه زنی نشان داد که: اثر متقابل سطوح مختلف پتانسیل اسمزی و ژنوتیپ‌ها بر روی خصوصیات جوانه زنی مانند درصد، سرعت و بنیه جوانه زنی و وزن تر و خشک ریشه چه و ساقه چه به شدت معنی دار شده است. پتانسیل اسمزی اثر معنی داری بر روی طول ریشه چه و ساقه چه داشت ولی ژنوتیپ‌های مختلف تفاوت معنی دار از نظر طول ریشه چه و ساقه چه نداشتند. در بین صفات مورد مطالعه بنیه جوانه زنی بیشترین ضریب همبستگی با درصد سبز شدن در سطح مزرعه را دارا بود و بین سایر خصوصیات جوانه زنی با عملکرد در سطح مزرعه ضریب همبستگی معنی داری بدست نیامد. نتایج حاصل از مقایسات گروهی نشان دادند که گروه ژنوتیپ‌های اصلاح شده داخلی دارای بنیه جوانه زنی بالاتری نسبت به دو گروه دیگر بود ولی تفاوت معنی داری بین آنها از نظر سرعت و درصد جوانه زنی بدست نیامد.

کلمات کلیدی: گندم، عمق کاشت، کولتویتیل، درصد و سرعت سبز شدن، قدرت ترمیم.

Pajouhesh & Sazandegi No 69 pp: 77-86

The effect of sowing depth and short periods of water stress on ability of wheat seedlings recovery and their correlation with seedling vigor and drought tolerance

By: M. Saeidi, PhD Student and member of young Resear Chers club of Iran, A. Ahmadi and K. Poustini, Members of Scientific Board of Agricultural College of Tehran University, A. A. Jafari Members of Research Institute of Forests and Rangelands.

To evaluate the ability of genotypes to emerge from different sowing depth and the ability of genotypes to tolerate different periods of water stress at tillering stage and their relationships with seedling vigor, yield and drought resistance,

10 genotypes of wheat were selected and studied in a series of field, greenhouse and laboratorial experiments. These genotypes included Improved Indigenous (II) genotypes (Sardary, Roushan, Omid), Improved Indigenous Foreign Crossed (IIFC) (Azadi, Falat, Qods) and four Indigenous lines (IL) (5593/2-3, 6452-6, 5806-3, 7007/2-6). Based on the drought sensitivity/resistance indices, Qods, Azadi and Roushan were considered as resistance, Omid, Falat, Sardary, 5593/2-3 and 5806-3 as semi-resistance and 6452-6 and 7007/2-6 as sensitive genotypes. The percentage and the speed of emergence reduced significantly with increase in sowing depth. Omid, Roushan, Sardary and 5593/2-3 genotypes showed the highest percentage and speed of emergence. Under period of water stress in tillering stage among Sardary, Omid, Falat and Qods genotypes, sardary did not recover upon rewatering and died while falat showed the highest level of recovery. In this experiment Sardary was evaluated as a sensitive and Falat as a tolerant genotypes. Table of correlation coefficients did not show a significant correlation between emergence traits with yield and drought resistance.

Keywords: Wheat, Depth of sowing, Coleoptile, Germination and speed of germination, Recovery.

مقدمه

ایران در عمق نسبتاً زیادی (که گاهی به بیش از ۱۰ سانتی‌متر می‌رسد) می‌کارند. قرن‌ها انتخاب ناآگاهانه توسط زارعین (از طریق ایجاد بستر بذری با کلوخه‌های درشت) سبب پیدایش توده‌هایی از بذر گندم گردیده است که می‌توانند در شرایط کاشت سنتی سبز شوند. این گونه گندم‌ها دارای غلاف ساقه‌چه طولی هستند که بذر را قادر می‌سازد از اعماق بیشتری سبز شود. لاقل در رابطه با گندم، توانایی سبز شدن ارقام پاکوتاه گندم در کاشت عمیق پایین است.

انتخاب برای اندازه بزرگتر بذر در گندم دوروم و گندم زراعی موجب حصول سبز شدن بیشتر در کشت‌های عمیق‌تر می‌شود (۱۶). عموماً ارقام پابلند گندم طول کلئوپتیل بلندتری نسبت به ارقام پاکوتاه دارند (۲). Fick و Qualset (۱۲) در این ارتباط معتقدند که ژنهای پاکوتاهی همان‌گونه که باعث کاهش طول ساقه می‌شوند روی کلئوپتیل نیز تأثیر گذاشته و باعث کوتاهی طول کلئوپتیل هم می‌شوند.

در حالی که پسابیدیگی گیاه و در نتیجه نابودی کامل آن در مناطق خشک و حتی نیمه خشک نادر نیست، آنچه در این موارد اتفاق می‌افتد این است که گیاهان با دوره‌هایی از تنش با مدت و شدت‌های مختلف روبرو می‌شوند که هر دوره با تأمین مجدد رطوبت خاتمه می‌یابد. بنابراین آگاهی از واکنش گیاه نسبت به تأمین مجدد رطوبت بعد از دوره‌های تنش با شدت و مدت زمان مختلف در مراحل مختلف رشد بسیار مهم است (۱۳). در همین ارتباط افلاطونی و همکاران (۱)، ۹ رقم گندم را در محیط گلخانه و مزرعه مورد بررسی قرار دادند. در شرایط گلخانه، پس از کشت بذر ارقام مختلف در گلدان و رساندن رطوبت خاک تا حد ظرفیت مزرعه، بین ۵۵-۶۲ روز بعد از آخرین آبیاری، علائم پژمردگی دائم در ارقام ظاهر گردید. پتانسیل ماتریک خاک گلدان‌ها در مرحله پژمردگی دائم بین ۹- تا ۱۰/۷- بار بود. ارقام بیستون و سرداری در مرحله گیاهچه تنش بیشتر از ۱۰- بار را تحمل نمودند. طول و وزن ریشه این دو رقم بیشتر از سایر ارقام بود. ۹ رقم مذکور در دو منطقه الیگودرز و همدان نیز مورد مطالعه قرار گرفتند. ارقام بیستون، سرداری و امید دارای عملکرد دانه بیشتری نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه بودند. در آزمایش دیگری که به وسیله Angus و Moncur (۶) انجام شد، آنها مشاهده کردند که با افزایش تنش، علائم

ناکافی بودن رطوبت لازم جهت جوانه‌زنی در لایه‌های سطحی خاک و به دنبال آن تنش خشکی در مرحله گیاهچه‌ای یکی از عوامل مهم در عدم استقرار مطلوب گیاهچه‌ها در مناطق خشک می‌باشد. در چنین شرایطی توان خروج جوانه‌ها از عمق‌های بیشتر خاک همراه با تحمل خشکی در مرحله رشد گیاهچه از ویژگی‌های مهم مرتبط با استقرار مطلوب گیاهچه می‌باشد. در مناطق خشک کشاورز سعی می‌کند بذر را در محیطی بکارد که رطوبت خاک برای سبز شدن بذر کافی باشد. در چنین شرایطی برای اینکه اطمینان بیشتری از استقرار گیاه داشته باشد، عمق کاشت بین ۸ تا ۱۲ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود. این در حالی است که در شرایط مطلوب رطوبتی عمق مناسب کاشت حدود ۲ تا ۴ سانتی‌متر می‌باشد (۱۶). عمق کم باعث سبز شدن غیر یکنواخت گیاه می‌گردد زیرا بذر معمولاً خیلی سریع خشک می‌شود و نمی‌تواند جوانه بزند. کاشت عمیق‌تر نیز باعث تأخیر در سبز شدن، افزایش خطر خسارت آفات و امراض به گیاهچه‌ها شده و اگر عمق کاشت خیلی زیاد باشد، گیاه را ضعیف می‌کند و ممکن است گیاه سبز نشود (۷). در ارتباط با کاشت عمقی بذر فیک و کوالست مشاهده کردند که کاشت بذر در عمق ۱۰ سانتی‌متری، سبز شدن گیاه را به اندازه ۴۰٪ کاهش داده است (۱۲). بهرحال در برخی شرایط گرم و خشک کاشت عمقی‌تر بذر برای کاهش خسارت ناشی از خشک شدن سطحی خاک بر روی جوانه‌زنی ضرورت پیدا می‌کند. در مواردی که کاشت بذر قبل از بارندگی در خاک‌های خشک صورت می‌گیرد، عمق کاشت را عمیق‌تر از معمول می‌گیرند. زیرا این موضوع باعث می‌شود که با ریزش باران‌های سبک که برای رشد گیاهچه‌ها کافی نیست، بذرها نتوانند جوانه بزنند. در چنین حالت‌هایی، طول کلئوپتیل از اهمیت وافری برخوردار بوده و یکی از مهمترین فاکتورهایی است که روی سبز شدن بذرها تأثیر می‌گذارد (۵، ۱۲، ۱۸). Cornish و Hindmarch (۹) نیز در این رابطه، همبستگی بین اندازه بذر و طول کلئوپتیل Bhatt و Evans (۱۰) اثرات آن را روی بنیه بذر مورد بررسی قرار داده‌اند.

در بعضی گیاهان دیده شده که رابطه نزدیکی بین ارتفاع گیاه و عمقی که بذر می‌تواند در آن سبز شود وجود دارد. این خصوصیت در توده‌های محلی گندم دیم ایران نیز دیده می‌شود (۴). بذر گندم را در زراعت سنتی

با آزمایشات مزرعه‌ای خاک مورد نیاز جهت کاشت ژنوتیپ‌های مختلف از مزرعه تهیه شد. در ادامه به منظور از بین بردن سایر بذور احتمالی، خاک قبل از کاشت به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۰-۸۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد. سپس گلدانها با قطر دهانه ۱۳ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر از این خاک پر شدند. هر گلدان برای یک ژنوتیپ خاص در یک عمق کاشت به عنوان یک واحد آزمایشی مدنظر قرار گرفت. به این ترتیب در هر بلوک ۴۰ گلدان قرار داده شد. در هر گلدان نیز از هر رقم حدود ۲۰ عدد بذر کاشته شد. به محض کاشت بذور آبیاری گلدان‌ها به منظور شروع عمل سبزشدن انجام شد. آبیاری‌های بعدی بر حسب نیاز صورت گرفت. کل دوره آزمایش حدود ۳۰ روز بطول انجامید. یادداشت برداری‌ها از روز سوم شروع شد و تا زمانی ادامه یافت که نتیجه سه یادداشت برداری متوالی یکسان بود و خروج گیاهچه از خاک ملاک سبزشدن در سطح خاک قرار گرفت. به این ترتیب محاسبه درصد و سرعت سبزشدن میسر گردید. سرعت سبزشدن طبق فرمول ارائه شده توسط Belcher و Miler (۸) به صورت فرمول ۱- محاسبه شد:

$$R_s = \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{D_i} \quad (\text{فرمول-۱})$$

R_s = سرعت سبزشدن (تعداد بذور سبز شده در روز)، S_i = تعداد بذورهای سبز شده در هر شمارش D_i = تعداد روز تا شمارش n ام و n دفعات شمارش می‌باشد.

همچنین به منظور بررسی قدرت ترمیم ژنوتیپ‌های مختلف گندم شامل: سرداری، روشن، امید، فلات و قدس انتخاب شدند. لازم به ذکر است که به خاطر اهمیت بیشتر ارقام نسبت به لاین‌ها و از طرف دیگر محدودیت فضایی محیط اجرای آزمایش از ارقام در این بررسی استفاده شد. تحت دوره‌های کوتاه مدت تنش رطوبتی در مرحله پنجه‌زنی و در گلخانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار به اجرا درآمد. بدین ترتیب در هر تکرار تعداد هفت گلدان برای هر رقم در نظر گرفته شد و تعداد ۲۰ عدد بذر از هر رقم در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱۳ و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر حاوی خاک مزرعه که قبلاً به مدت ۲۴ ساعت در محدوده دمایی ۱۰۰-۸۰ درجه جهت حذف سایر بذور احتمالی قرار گرفته بود، کاشته شدند. سپس جهت یکنواخت بودن تعداد بوته‌ها بعد از سبز شدن بذور، ۱۵ عدد بذر در هر گلدان باقی گذاشته شد و بقیه حذف شدند. آبیاری گلدان‌ها تا ۱۵ روز بعد از سبزشدن (مرحله ۶-۵ برگی) انجام شد و از این پس آبیاری گلدان‌ها قطع شد. بعد از گذشت پنج روز از قطع آبیاری و با ظهور علائم پژمردگی در اکثر ارقام مورد بررسی از هر رقم، در هر تکرار یک گلدان (مجموعاً چهارگلدان برای هر رقم) آبیاری شده و بقیه گلدانها تحت تنش رطوبتی باقی ماندند. صبح روز بعد از آبیاری وضعیت ترمیم هر یک از ارقام طبق جدول ۱- به صورت کمی در آمده و این گلدان‌ها از آزمایش حذف شدند. سه روز بعد یعنی هشت روز بعد از اعمال آخرین آبیاری، سری دوم گلدان‌ها یعنی یک گلدان دیگر از هر رقم در هر تکرار نیز آبیاری شدند و میزان قدرت ترمیم آنها همانند مرحله قبل با مراجعه به جدول ۱- به صورت

پیچیدگی و لوله‌ای شدن در برگ‌ها ظاهر می‌شود و زمانیکه پتانسیل آبی گیاه زیر ۸- تا ۱۰- بار می‌رسد، در ساعات وسط روز گیاهان پژمردگی بارزی را از خود نشان می‌دهند. هنگامی که پتانسیل آبی گیاه به ۱۵- بار یا کمتر می‌رسد، پژمردگی به‌طور شبانه روزی ادامه می‌یابد. در پتانسیل ۳۰- بار، برگ‌های جوان بالا شروع به نشان دادن علائم پژمردگی می‌کنند و وقتی که این پتانسیل به ۴۰- بار می‌رسد، فقط یک یا دو برگ انتهایی گندم سبز باقی می‌مانند.

این تحقیق به منظور مطالعه توان سبزشدن ژنوتیپ‌های مختلف گندم با سابقه اصلاحی متفاوت از اعماق مختلف، تحمل تنش خشکی و قدرت ترمیم آنها پس از اعمال سطوح مختلف تنش خشکی در مرحله گیاهچه‌ای صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال ۱۳۸۰ و در قالب مجموعه‌ای از آزمایش‌های مزرعه‌ای و گلخانه‌ای اجرا شد. آزمایش مزرعه‌ای به منظور بررسی عملکرد و مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌های مختلف بصورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران طرح ریزی شد. رژیم رطوبتی (آبیاری معمولی و تنش آبی) به عنوان فاکتور اصلی و ۱۰ ژنوتیپ شامل: سرداری، امید، روشن (ارقام اصلاح شده با منشاء داخلی)، آزادی، فلات، قدس (ارقام اصلاح شده در اثر هیبریداسیون ژنوتیپ‌های داخلی و خارجی) و ۳-۵۹۳/۲، ۶-۴۵۲، ۳-۵۸۰۶ و ۶-۷۰۰۷/۲ (توده‌های بومی) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. آخرین آبیاری همزمان در هر دو تیمار کنترل و تنش در مرحله اواخر ساقه‌روی انجام شد. پس از آن آبیاری تیمار شاهد براساس عرف منطقه انجام شد. در حالیکه تیمار تنش براساس پتانسیل آبی خاک و به کمک منحنی رطوبتی خاک مزرعه آزمایشی آبیاری شد. پتانسیل آبی خاک بلافاصله قبل از آبیاری اول، دوم و سوم در تیمار تنش به ترتیب ۱/۰۰-، ۲/۵۱- و ۳/۱۶- مگا پاسکال بود. برای تعیین عملکرد نهایی دانه و عملکرد بیولوژیک، ۱/۵ متر از خطوط کاشت هر کرت در پایان آزمایش و پس از رسیدگی فیزیولوژیک برداشت شد و با استفاده از عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط کنترل و تنش رطوبتی شاخص‌های مقاومت به خشکی به شرح ذیل محاسبه شدند (۱۱):

$$TOL = Y_p - Y_s \quad MI = \frac{Y_s - Y_p}{Y_s} \quad STI = \frac{(Y_s * Y_p)}{(Y_p)^2} \quad GMP = \sqrt{(Y_s * Y_p)}$$

$$SSI = \frac{Y_p}{Y_s} \quad SI = 1 - \frac{Y_p}{Y_s}$$

که Y_s و Y_p به ترتیب عملکرد هر کدام از ژنوتیپ‌ها تحت شرایط کنترل و تنش رطوبتی می‌باشند.

به منظور بررسی پتانسیل طول کولتوپتیل ژنوتیپ‌های مختلف گندم (ذکر شده در بالا) در چهار عمق کاشت متفاوت شامل: ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ سانتی‌متر از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار استفاده شد. به منظور مطابقت داشتن بیشتر نتایج این آزمایش

جدول ۱- مقیاس نمره‌دهی به ژنوتیپ‌های مختلف بعد از آبیاری مجدد و مشاهده وضعیت بازگشت (Recovery) هر یک از ژنوتیپ‌ها

میزان نمره	حالت عمومی بوته‌های ارقام مختلف بعد از آبیاری مجدد
۱۰	شاداب بودن کل برگ‌ها
۷/۵	پژمرده یا لوله‌ای ماندن ۰/۲۵ برگ‌های بالایی و ظاهر شدن علائم زردی در برگ‌های پایینی
۵	پژمردگی یا لوله‌ای ماندن ۵۰٪ برگ‌های بالایی و خشک شدن ۲۵٪ برگ‌های پایینی
۲/۵	پژمردگی تمامی برگ‌ها و خشک شدن ۵٪ برگ‌های پایینی
۰	خشک شدن تمامی برگ‌ها

جدول ۲. مقایسه میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف گندم تحت تیمارهای تنش و شاهد رطوبتی و شاخص‌های مقاومت و حساسیت به خشکی. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن ($\alpha=0.05$) صورت گرفته و اعداد با حروف مشترک با هم تفاوت معنی‌دار ندارند

ژنوتیپ‌ها	$\times Yp$	Ys	TI	SSI	MP	GMP	STI
سرداری	۵۰۷۵ ab	۴۶۲۶ abc	۴۴۸ a	-۰/۰۸ a	۴۸۵۱ bc	۴۷۷۴ bc	۰/۸۳ bc
روشن	۶۰۹۱ ab	۴۸۹۵ abc	۱۱۹۶ a	۱/۱۸ a	۵۴۹۳ ab	۵۴۱۶ ab	۱/۰۵ ab
امید	۵۲۳۲ ab	۳۹۴۸ c	۱۲۸۴ a	۱/۳۴ a	۴۵۹۰ bc	۴۴۸۳ bc	-۰/۷۲ bc
آزادی	۶۴۹۵ a	۵۶۹۳ a	۸۰۲ a	۰/۴۰ a	۶۰۹۴ a	۵۹۸۳ a	۱/۲۸ a
فلات	۵۰۰۷ ab	۴۱۴۱ abc	۸۶۶ a	۱/۰۰ a	۴۵۷۴ bc	۴۵۰۴ bc	-۰/۷۵ bc
قدس	۶۳۶۲ a	۵۶۱۱ ab	۷۵۰ a	۰/۶۸ a	۵۹۸۶ a	۵۹۳۶ a	۱/۲۸ a
۵۵۹۳/۳-۲	۴۷۶۲ ab	۳۸۹۶ c	۸۶۶ a	۱/۱۰ a	۴۳۲۹ c	۴۳۰۲ bc	۰/۶۶ bc
۶-۶۴۵۲	۴۷۲۷ ab	۳۸۹۴ c	۸۳۲ a	۱/۱۱ a	۴۳۱۰ c	۴۲۸۵ bc	۰/۶۵ c
۳-۵۸۰۶	۴۸۸۹ ab	۴۱۶۰ abc	۷۲۹ a	-۰/۹۵ a	۴۵۲۴ bc	۴۵۰۲ bc	-۰/۷۳ bc
۷۰۰۷/۶-۲	۴۳۵۸ b	۳۷۲۸ c	۶۳۱ a	۰/۴۶ a	۴۰۴۳ c	۳۹۷۶ c	۰/۵۸ c

* Potential Yield - Stress Yield -Tolerance Index -Stress Susceptibility Index
 Mean Productivity - Geometric mean productivity -Stress Tolerance Index-

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس درصد وسرعت سبزشدن ژنوتیپهای مختلف گندم از اعماق مختلف. ns- نشاندهنده معنی دار نبودن** - نشان دهنده معنی دار بودن در سطح ۰/۰۱* - نشان دهنده معنی دار بودن در سطح ۰/۰۵*

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد سبزشدن	سرعت سبزشدن
ژنوتیپ	۹	۴۳/۵۳ ^{ns}	۰/۲۱۳ ^{ns}
عمق کاشت	۲	۱۶۵۷/۶۸ ^{ns}	۱۴/۹۶ ^{ns}
ژنوتیپ × عمق کاشت	۱۸	۲/۷۴ [*]	۰/۰۲۰ ^{ns}
خطا	۵۸	۱/۳۳	۰/۰۱۳
ضریب تغییرات (C.V)		۱۰/۳۲	۹/۱۴

بتوانند ژنوتیپهایی را که در هر دو محیط تنش و شاهد رطوبتی عملکرد بالایی داشته‌اند را گزینش کنند (۱۱)، در این بررسی شاخص‌های تحمل تنش، میانگین هندسی بهره‌وری و بهره‌وری متوسط دارای این ویژگی بودند. بر این اساس از بین ژنوتیپ‌های انتخاب شده ارقام قدس، آزادی و روشن که دارای بیشترین Ys و کمترین درصد تغییرات عملکرد دانه (به استثناء رقم روشن) در شرایط تنش رطوبتی نسبت به شرایط عدم تنش رطوبتی (شاهد) بودند، به عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم انتخاب شدند و لاین‌های ۳-۵۵۹۳/۲، ۶-۶۴۵۲-۶، ۶-۷۰۰۷/۲ حساسترین ژنوتیپ‌ها و ارقام فلات، امید و سرداری و لاین ۳-۵۸۰۶ نیز به عنوان ژنوتیپ‌های نیمه حساس تشخیص داده شدند (جدول ۲).

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس به منظور بررسی توان سبزشدن ژنوتیپ‌های مختلف از عمق کاشت‌های مختلف در جدول ۳- بیان شده است. ژنوتیپ‌ها از لحاظ درصد و سرعت سبزشدن با هم اختلاف معنی‌داری داشتند و عمق کاشت نیز اثر معنی‌داری بر روی درصد و سرعت سبزشدن ژنوتیپ‌های مختلف گذاشت. در این ارتباط Lindstrom و همکاران (۱۵) در بررسی روی بذور ارقام مختلف گندم در عمق کاشت‌های مختلف مشاهده نمودند که افزایش عمق کاشت باعث کاهش معنی‌دار درصد و سرعت سبزشدن می‌شود. اثر متقابل بین ژنوتیپ‌ها و اعماق کاشت نیز بر روی درصد سبزشدن معنی‌دار شد. اما این اثر بر روی سرعت سبزشدن ژنوتیپ‌های مختلف معنی‌دار نشد (جدول ۳). نتایج مقایسه‌های میانگین سبزشدن برای اعماق مختلف نشان داد که ژنوتیپ‌های مختلف در عمق کاشت ۴ سانتی‌متر بالاترین درصد و سرعت سبزشدن و در عمق کاشت ۱۲ سانتی‌متری پایین‌ترین درصد و سرعت سبزشدن را دارا بوده و در عمق ۱۶ سانتی‌متر هم هیچکدام از ژنوتیپ‌ها جوانه نزدند (شکل ۱). نتایج مقایسات میانگین ژنوتیپ‌های مختلف گندم مشخص کردند که ارقام امید، سرداری، روشن و لاین

کمی در آمد این روال در روزهای ۱۱، ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷ روز بعد از آخرین آبیاری نیز دنبال شد. به این ترتیب، قدرت ترمیم ارقام در سطوح مختلف تنش خشکی ارزیابی شد.

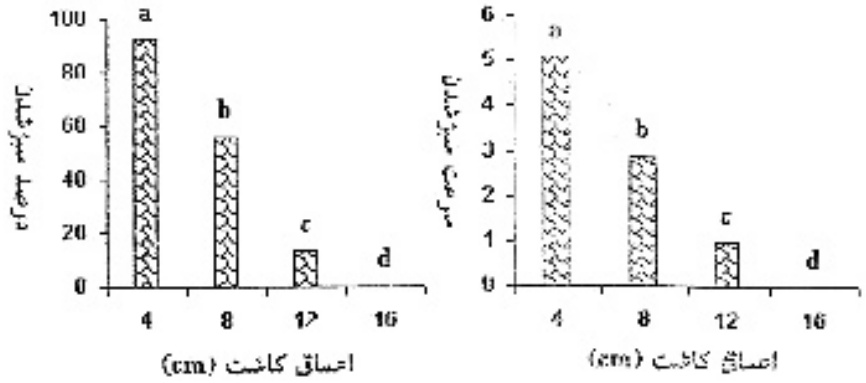
نتایج و بحث

تجزیه واریانس عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش نشان داد که ارقام آزادی و قدس بالاترین و لاین‌های ۶-۷۰۰۷/۲، ۶-۶۴۵۲-۶، ۳-۵۵۹۳/۲ همراه با رقم امید پایین‌ترین عملکرد را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). اگرچه بین ارقام از نظر عملکرد تحت شرایط عدم تنش تفاوت معنی‌داری دیده نشد اما آزمون چند دامنه‌های دانکن قادر به تفکیک ارقام مختلف از لحاظ عملکرد شد. به نوعی که ارقام آزادی و قدس بالاترین و لاین ۶-۷۰۰۷/۲ پایین‌ترین عملکرد دانه دارا بودند. با توجه به اینکه بهترین شاخص‌های تعیین ارقام مناسب جهت مناطق خشک آنهایی هستند که

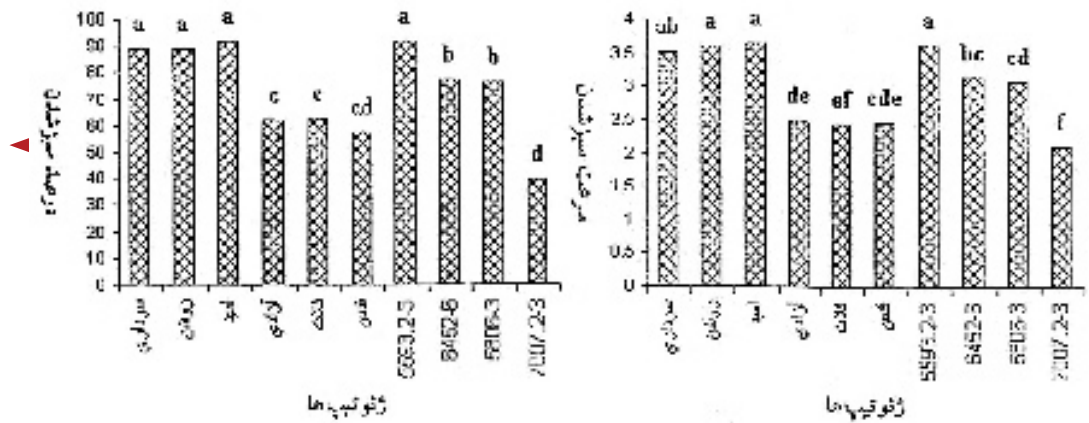
جدول ۴. شیب کاهش درصد سبزشدن ژنوتیپ‌های مختلف گندم در عمق‌های ۸ و ۱۲ سانتی‌متر نسبت به عمق کاشت ۴ سانتی‌متر.

ژنوتیپ‌ها	۸	۱۲
سرداری	- ۲۷/۵۸	- ۶۵/۵۲
روشن	- ۳۱/۵۰	- ۶۸/۵۰
امید	- ۲۸/۵۰	- ۶۵/۰۰
آزادی	- ۵۰/۰۰	- ۹۴/۴۴
فلات	- ۵۲/۳۷	- ۸۸/۸۸
قدس	- ۵۲/۹۴	- ۹۴/۱۲
۳ - ۵۵۹۳/۲	- ۳۵/۰۰	- ۷۱/۶۷
۶ - ۶۴۵۲	- ۳۷/۹۲	- ۸۴/۲۱
۳ - ۵۸۰۶	- ۳۲/۷۳	- ۷۹/۹۷
۶ - ۷۰۰۷	- ۵۶/۲۵	- ۹۵/۸۳

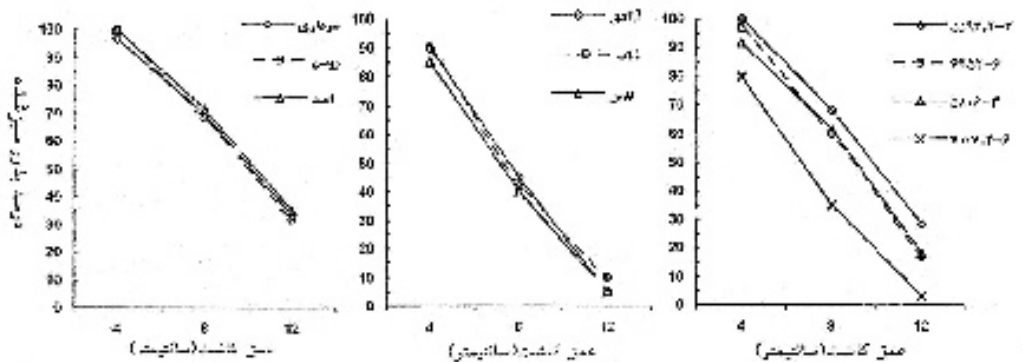
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر عمق مختلف روی درصد و سرعت سبز شدن. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن ($\alpha=0.05$) صورت گرفته و ستون‌ها با حروف مشترک با هم تفاوت معنی‌دار ندارند



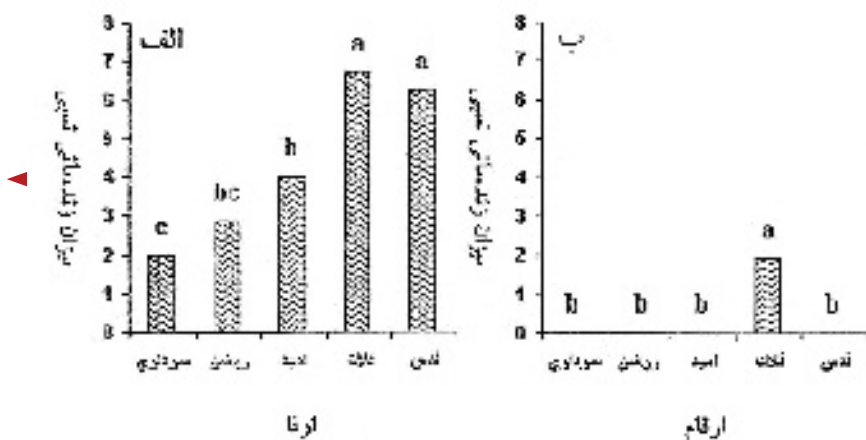
شکل ۲- مقایسه میانگین درصد و سرعت سبز شدن ژنوتیپ‌های مختلف گندم. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن ($\alpha=0.05$) صورت گرفته و ستون‌ها با حروف مشترک با هم تفاوت معنی‌دار ندارند.



شکل ۳- بررسی اثر متقابل بین ژنوتیپ‌ها و عمق کاشت از نظر تعداد بذور سبز شده.



شکل ۴- مقایسه میانگین ارقام مختلف گندم از لحاظ قدرت بازگشت (Recovery) در روزهای ۱۳ (الف) و ۱۷ (ب) بعد از قطع آبیاری. مقایسه میانگینها به روش دانکن ($\alpha=0.05$) صورت گرفته و ستونها با حروف مشترک با هم تفاوت معنی دار ندارند.

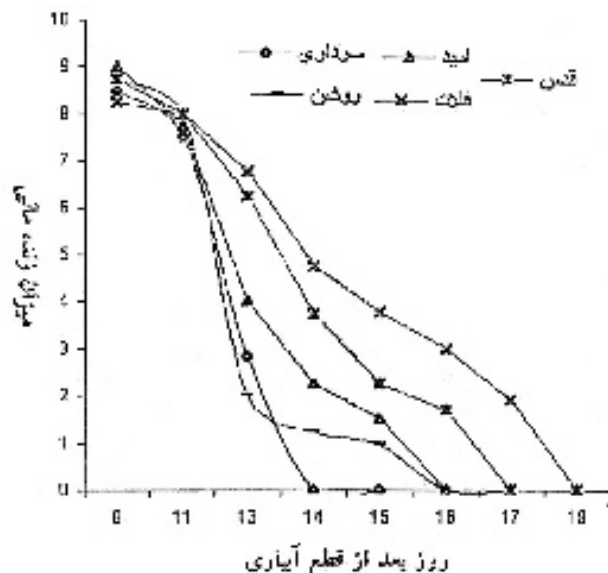


با هم تفاوت معنی دار داشتند. در این شرایط ملاحظه شد که ژنوتیپ ۶-۷۰۰۷/۲ در این عمق کاشت کمترین درصد سبز شدن را نسبت به بقیه ژنوتیپ ها داراست. این ژنوتیپ در کلیه عمق کاشت های مورد بررسی کمترین درصد سبز شدن و بیشترین شیب کاهش درصد سبز شدن را از خود نشان داد و حساسترین ژنوتیپ در بین ژنوتیپ های موجود در مواجهه با عمق کاشت های بالاتر از چهار سانتی متر تشخیص داده شد. به طور کلی بیشترین شیب کاهش درصد سبز شدن را در عمق کاشت های مختلف ژنوتیپ های ۶-۷۰۰۷/۲، آزادی و فلات، قدس و دارا بودند و ژنوتیپ ۳-۵۵۹۳/۲، سرداری، روشن و امید کمترین شیب کاهش درصد سبز شدن را در عمق کاشت های مختلف از خود نشان دادند (جدول ۴). این بررسی همبستگی بالایی را بین ارتفاع ساقه و درصد سبز شدن از اعماق مختلف نشان داد به نوعی که ژنوتیپ های پابلند ۳-۵۵۹۳/۲، سرداری، روشن و امید بیشترین درصد جوانه زنی را در عمق کاشت های مختلف داشتند (در زمان گلدهی ارتفاع ساقه ارقام مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت و مشخص شد که ارقام گروه اصلاح شده داخلی و لاین ۳-۵۵۹۳/۲ بلندترین، ارقام گروه اصلاح شده داخلی خارجی و لاین ۶-۷۰۰۷/۲ کوتاه ترین ارتفاع ساقه را داشته اند). Trethowan و همکاران (۱۷) نیز نشان دادند که ارقام دارای پتانسیل کولتوپتیل بزرگتر ارتفاع ساقه بیشتری نیز داشته اند و در نهایت درصد جوانه زنی بالاتری نیز از عمق کاشت های مختلف داشتند.

ژنوتیپ های امید، آزادی و ۳-۵۵۹۳/۲ با توجه به نتایج مقایسات میانگین ها بالاترین و ژنوتیپ های فلات و ۶-۷۰۰۷/۲ پایین ترین سرعت جوانه زنی را در عمق کاشت های مختلف داشتند (شکل ۲). به منظور مقایسه ژنوتیپ های مختلف با سابقه اصلاحی متفاوت از لحاظ پتانسیل طول کولتوپتیل، مقایسه گروهی بین گروه های اصلاح شده داخلی، اصلاح شده داخلی خارجی و لاین ها انجام شد (جدول ۵). نتایج حاصله نشان دادند تفاوت معنی دار بین گروه ها از لحاظ درصد سبز شدن و سرعت سبز شدن وجود دارد. نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین ها نشان دادند که ارقام گروه اصلاح شده داخلی نسبت به دو گروه ارقام اصلاح شده داخلی خارجی و لاین ها درصد سبز شدن بالاتری داشته و ارقام اصلاح شده داخلی خارجی کمترین درصد سبز شدن را از اعماق مختلف از خود نشان دادند. این مطلب موافق با Heisay و Lantican (۱۴) و Trethowan

۳-۵۵۹۳/۲ به ترتیب بالاترین و لاین ۶-۷۰۰۷/۲ و رقم قدس به ترتیب پایین ترین درصد سبز شدن را دارا بودند (شکل ۲).

بررسی اثرات متقابل عمق کاشت و ژنوتیپ ها (شکل ۳) حاکی از این بود که ژنوتیپ های مختلف گندم عکس العمل یکسانی نسبت به افزایش عمق کاشت نشان ندادند و با شیب های متفاوتی با افزایش عمق کاشت در درصد بذره های سبز شده کاهش نشان دادند. لازم به ذکر است که کلیه ژنوتیپ های مورد استفاده قرار گرفته در شرایط مطلوب رطوبتی در آزمایشگاه حدود ۹۹٪ جوانه زنی داشتند اما وقتی که این بذرها در در عمق کاشت های مختلف مورد بررسی قرار گرفتند حتی در عمق کاشت مطلوب ۴ سانتی متری نیز



شکل ۵. روند زندهمانی ارقام شامل: ارقام اصلاح شده داخلی (سرداری، امید، روشن) و ارقام اصلاح شده داخلی خارجی (فلات و قدس)

جدول ۵. جدول تجزیه واریانس مقایسات گروهی برای درصد و سرعت سبزشدن از اعماق مختلف برای ژنوتیپ‌های مختلف گندم. NS - نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن** - نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۰/۰۱* - نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۰/۰۵*

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد سبزشدن	سرعت سبزشدن
گروه‌ها	۲	۴۲/۵۵**	۰/۶۸*
عمق‌های مختلف	۲	۴۹۵/۶۸**	۱/۱۵**
عمق‌های مختلف*گروه‌ها	۴	ns۹۱/۲	۰/۶۷ ns
خطا	۱۸	۱/۰۹	۰/۱۲
ضریب تغییرات(C.V/%)		۹/۳۲	۱۱/۵۶

جدول ۶. مقایسه میانگین گروه‌های مختلف گندم (اصلاح شده داخلی، داخلی خارجی و لاین‌ها) جهت سرعت و درصد سبزشدن از اعماق مختلف. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن ($\alpha=0.05$) صورت گرفته و اعداد با حروف مشترک با هم تفاوت معنی‌دار ندارند

گروه‌های مختلف گندم	درصد سبزشدن	سرعت سبزشدن (تعداد بذر جوانه زده در روز)
اصلاح شده داخلی	۱۳/۴۸۹ a	۳/۲۱ a
اصلاح شده داخلی خارجی	۹/۱۴ c	۳/۱۳ a
لاین‌ها	۱۱/۰۰ b	۲/۰۷ b

جدول ۷. روابط همبستگی بین درصد و سرعت سبزشدن از اعماق با تعدادی از صفات مورد مطالعه در سطح مزرعه و آزمایش تست جوانه‌زنی در آزمایشگاه با پلی اتیلن گلایکول (PEG). ** - نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۰/۰۱* - نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۰/۰۵*

عملکرد بیوماس (g/m ²)	عملکرد دانه (g/m ²)	بنیه جوانه زدن تحت تنش خشکی (PEG)	درصد جوانه زدن تحت تنش خشکی (PEG)	سرعت سبزشدن از اعماق مختلف کاشت (Ger/day)*	درصد سبزشدن از اعماق مختلف کاشت
					درصد سبزشدن از عمق‌های مختلف کاشت
					سرعت سبزشدن از عمق‌های مختلف کاشت
					درصد جوانه‌زدن تحت تنش خشکی (PEG)
					بنیه جوانه‌زدن تحت تنش خشکی (PEG)
					عملکرد دانه (g/m ²)
					عملکرد بیولوژیک (g/m ²)

Germination per Day -*

جدول ۸- جدول تجزیه واریانس قدرت بازگشت (Recovery) تحت شرایط تنش رطوبتی در ۵ رقم مختلف گندم. ** نشان دهنده معنی دار بودن در سطح ۰/۰۱.

منابع تغییرات	درجه آزادی	روز ۱۳	روز ۱۷
رقم	۴	۱۷/۲۶**	۲/۸۸**
خطا	۱۵	۱/۰۵۱	۰/۰۰۸
ضریب تغییرات (C.V)		۲۳/۴۶	۲۳/۵۴

در مورد رقم فلات قابل مشاهده بود. به نوعی که این رقم روز ۱۷ بعد از قطع آبیاری به خوشه رفته بود. این موضوع نشان دهنده تسریع مراحل نمو گیاه در شرایط تنش خشکی می باشد. حساس ترین رقم در این شرایط (مرحله پنجه زدن) نسبت به اعمال تنش خشکی رقم سرداری بود که در روز ۱۴ بعد از قطع آبیاری از بین رفت و مقاوم ترین رقم نیز فلات بود که تا ۱۸ روز بعد از قطع آبیاری در مقابل ناملایمات ناشی از تنش خشکی مقابله نمود. ۱۸ روز بعد از قطع آبیاری این رقم نیز قدرت بقاء خود را از دست داد (شکل ۵). آنچه عموماً در مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران اتفاق می افتد آن است که گیاهان با دوره هایی از تنش با مدت و شدت های مختلف روبرو می شوند که هر دوره با تامین مجدد رطوبت خاتمه می یابد. بنابراین آگاهی از توان بقاء گیاه در چنین شرایطی جهت انتخاب ژنوتیپ یا رقم مقاوم برای اهداف اصلاحی مهم است.

نتایج کلی حاصل از این بررسی نشان دادند که ژنوتیپ ها با پتانسیل طول کولتوپتیل بالا مانند سرداری و روشن از قدرت ترمیم گیاهچه پایینی در مرحله پنجه زنی در مواجهه با دوره های کوتاه مدت تنش رطوبتی برخوردار بوده اند. در عوض ژنوتیپ ها با پتانسیل طول کولتوپتیل کمتر مانند فلات و قدس از لحاظ قدرت ترمیم گیاهچه از دیگر ژنوتیپ های مورد بررسی برتر بوده اند. این مسأله بوضوح نشان می دهد که در صورتی که هدف از مقایسه چند ژنوتیپ گزینش بهترین ژنوتیپ برای یک منطقه خاص باشد، مسأله انتخاب ژنوتیپ ها پیچیده بوده و باید براساس عامل نامساعد محیطی غالب و خصوصاً زمان وقوع آن عامل انجام شود. از طرفی بین پتانسیل طول کولتوپتیل و عملکرد در سطح مزرعه نیز همبستگی مثبت و معنی داری بدست نیامد. ضریب همبستگی بین خصوصیات سبزشدن با عملکرد در شرایط تنش و کنترل در سطح مزرعه و همچنین شاخص های حساسیت/مقاومت به خشکی معنی دار نشد. این مطلب نشان دهنده این واقعیت است که عملکرد در شرایط تنش و شاهد تحت کنترل عوامل زیادی است و این خصوصیات به تنهایی همبستگی معنی داری با عملکرد در این شرایط ندارند.

منابع مورد استفاده

- ۱- افلاطونی، م.، غ. سرمدنیا و ن. ش. محبت علی. ۱۳۶۹؛ اثر کمبود آب در رشد و عملکرد ارقام مختلف گندم، مجله علوم و صنایع غذایی، جلد ۴ شماره ۲، ۳-۱۶.
- ۲- خواجه پور، م. ۱۳۸۰؛ اصول و مبانی زراعت، چهار دانشگاهی واحد صنعتی

و همکاران (۱۷) است که بیان کرده اند ارقام پاکوتاه طول کولتوپتیل کوتاهتری نسبت به ارقام پابلند دارند. از لحاظ سرعت سبزشدن از اعماق مختلف در سطح مزرعه ارقام اصلاح شده داخلی و داخلی خارجی با هم تفاوت معنی داری نداشته و لاین ها پایین ترین سرعت سبزشدن را از خود نشان دادند (جدول ۶).

نتایج بدست آمده از جدول ضرایب همبستگی (جدول ۷)، همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد بیوماس با صفات درصد و سرعت سبزشدن نشان دادند اما همبستگی معنی دار بین این صفات با عملکرد دانه بدست نیامد. در همین ارتباط عبدی (۳) نیز همبستگی مثبت و معنی داری بین سرعت سبزشدن از سطح مزرعه و عملکرد بیوماس در سطح مزرعه در چندین جنس از خانواده گرامینه بدست آورد. معنی دار نبودن ضرایب همبستگی بین درصد و سرعت سبزشدن با عملکرد در شرایط مزرعه را می توان به متعدد بودن عوامل تاثیر گذار بر عملکرد خصوصاً در مراحل گلدهی و بعد از آن مربوط دانست.

نتایج حاصله از جدول تجزیه واریانس قدرت ترمیم گیاهچه در مرحله پنجه زنی نشان دادند که تا ۱۱ روز بعد از قطع آبیاری تفاوت معنی داری بین ارقام مختلف وجود ندارد. ولی از روز ۱۱ بعد از قطع آبیاری ارقام با هم تفاوت معنی دار نشان دادند (جدول ۸). به همین خاطر نتایج حاصل از تجزیه واریانس قدرت بقاء گیاهچه های مختلف در روزهای ۱۳ و ۱۷ بعد از قطع آبیاری در این بررسی ذکر شده است. لازم به ذکر است که تمامی ارقام مورد بررسی در پایان آزمایش (روز ۱۸ بعد از قطع آبیاری) از بین رفتند. در روز ۱۳ بعد از قطع آب آبیاری ارقام فلات و قدس به ترتیب بالاترین میانگین را از لحاظ ترمیم به حالت شاداب اولیه در مرحله پنجه زنی در مقایسه با دیگر ارقام دارا بودند و در این مرحله رقم سرداری حساس ترین رقم نشان دادند (شکل ۵ الف). ۱۷ روز بعد از قطع آبیاری، ارقام قدس، سرداری، امید و روشن در اثر اعمال تنش شدید خسارت شدید دیدند و با آبیاری مجدد نیز از این پس نتوانستند به حالت شاداب اولیه دست یابند (شکل ۵ ب). Gupta (۱۳) دلیل این حالت را که گیاهان حتی بعد از رسیدن به حالت آماس. اعمال عادی خود را نمی توانند از سر بگیرند را بین رفتن قابلیت بهبود روزنه ها می داند. به هر حال رقم فلات در این شرایط توانست حدوداً ۲۵ درصد شادابی اولیه خود را بدست آورد (شکل ۵) و آبیاری منظم از این پس بوته ها را قادر ساخت که شادابی خود را به طور ۱۰۰ درصد باز یابند ولی اثرات سوء این تنش به صورت عبور سریع از مرحله پنجه زنی به ساقه روی

- اصفهان، چاپ چهارم، ۳۸۶ صفحه.
- ۳ - عبدی، ن. ۱۳۷۹؛ بررسی تنوع و روند زوال نمونه‌های بذور برخی گونه‌های مرتعی در بانک ژن منابع طبیعی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- ۴ - نورمحمدی، ق.، ع. سیادت، ع. کاشانی (۱۳۸۰). زراعت غلات، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۴۴۶ صفحه.
- 5- Allan , R.E. 1980; Influence of semi – dwarfism and Genetic background on stand establishment of wheat. *Crop Sci* . 20: 634 – 638 .
- 6.Angus, J.F. and M.W. Moncur .1977; Water stress and phenology in wheat. *Aust . J.Agric .Res* . 28: 177 – 181.
- 7-Arnon , I. 1972; Crop production in dry regions (2 vols). Leonard hill , London. 683pp.
- 8-Belcher , E.W. and L. Miller . 1974; Influence of substrate moisture level on the germination of sweetgum and pine seed. *Proceeding of the Association of Official Seed Analysis* . 65: 88 – 89.
- 9-Cornish, P.S. and S. Hindmarsh. 1988 ; Seed size influences the coleoptile length of wheat. *Aust. J. Exp. Agric* . 28: 521 – 523.
- 10-Evans , L.E and G.M. Bhatt.1977; Influence of seed size protein content and cultivar on early seedling vigation wheat. *Can . J. Plant Sci*. 57: 929 – 935.
- 11-Fernandez , G.C. 1992; Effective selection critaria for assessing plant stress tolerance. in proceeding of an sympo , Taiwan.13-16 aug.1992.by.G.Kuo.AVRDC.
- 12-Fick , G.N and C.O. Qualset .1976; Seedling emergence coleoptile length and plant hight relationships in crosses of dwarf and standard –height wheats. *Euphytica*. 25: 679 – 684.
- 13-Gupta , V.S. 995; Production and improvement of crop for drylands , Oxford and IBH pub.co., new Delhi. 431pp.
- 14-Heisey , P.W. and M.A. Lantican . 1999 ; Assessing the benefits of international wheat breeding research. *CIMMYT 1998 – 1999 world wheat facts and trends*. PP ,19 – 26.
- 15-Lindstrom , M.J. , R.I. Papendick and F.E. Koehler. 1967; A model to predict winter wheat emergence as affected by soil temperature, water potential and depth of planting. *Agron. J*. 68: 137 – 141.
- 16-Paulsen , G.M. 1987; Wheat stand establishment, in Heyne, E.G.(Ed.), wheat and wheat improvment ,2nd edition. American soc. Exp. Agron. Agronomy monograph No 13, PP. 387 – 389.
- 17-Trethowan , R.M. , R.P. Singh , J. Huerta – Espino , J. Crossa and M. VanGinkel . 2001;Coleoptile length variation of near – isogenic Rht lines of modern CIMMYT bread and durum wheats. *Field Crops Research*. 70: 167 – 176.
- 18-Whan , B.R. 1976 ; The emergence of semi–dwarf and standard wheat and its association with coleoptile length. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husbandry*16: 411 – 416.

