Archive of SID

"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد نهم، شماره ٤، زمستان ۱۳۹۹
(ص ۷۳-۵۷)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 9, No.: 4, Winter 2021
(pp: 57-73)
DOI: 10.22034/ijsst.2020.126219.1276
Research Article

اثرات تغذیه نیتروژن و محلول‌پاشی سیتوکینین بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی بذرهای تولیدی گندم در شرایط گرمای انتهای فصل

علی قاطعی[1*]، حمیده آزاد قوجه‌بیگلو[2] و قاسم پرمون[3]

۱. کارشناس و مدرس، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان
۲. کارشناسی ارشد اصلاح گیاهان باغبانی، گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشگاه زابل
۳. دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۱۸)

چکیده

به‌منظور مطالعه خصوصیات جوانه‌زنی بذرهای گندم رقم چمران حاصله از پایه‌های مادری تیمار شده با سطوح مختلف نیتروژن و محلول‌پاشی سیتوکینین تحت تأثیر تنش گرمای انتهای فصل، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل کاربرد مقادیر صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و سه سطح محلول‌پاشی هورمون سیتوکینین (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار) روی گیاه مادری که در دو تاریخ کشت (تاریخ کاشت بهینه و تاریخ کاشت با تأخیر که جهت مواجه شدن گیاه با تنش گرمای انتهای فصل) بودند. نتایج نشان داد که اثرات ساده کود نیتروژن بر تمامی صفات به استثنای وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه، شاخص وزنی قدرت، کارایی و کسر ذخایر بذر و وزن هزار دانه، دارای اثر معنی‌دار بود؛ در حالی که اثر تاریخ کشت بر تمامی خصوصیات جوانه‌زنی (به استثنای وزن خشک ساقه‌چه) معنی‌دار بود. اثر محلول‌پاشی سطوح مختلف هورمون سیتوکینین بر گیاه مادری، تنها بر درصد و یکنواختی جوانه‌زنی، زمان لازم برای ۹۰ درصد جوانه‌زنی، شاخص طولی قدرت و تحرک ذخایر بذر و وزن هزار دانه اثر معنی‌دار نشان داد. نتایج اثرات متقابل نشان داد که تیمار مصرف نیتروژن در تاریخ کشت دیر هنگام (تنش) بیشترین سرعت جوانه‌زنی (۰/۰۳ جوانه در روز) را داشت. بیشترین تحرک (۱/۶ میلی‌گرم در میلی‌گرم) و شاخص قدرت بذر (۱۷/۱۹) از تیمار سطوح بالای نیتروژن و سیتوکینین حاصل شد. اثرات سه‌گانه کود نیتروژن، هورمون سیتوکینین و تاریخ کاشت نیز نشان داد، بیشترین درصد جوانه‌زنی (۱۰۰ درصد) گندم در تاریخ کشت توصیه شده و سطوح بالای سیتوکینین و نیتروژن و کمترین مقدار آن (۶۶ درصد) از تاریخ کاشت دیر هنگام (تنش)، ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و عدم کاربرد سیتوکینین به دست آمد. به طور کلی هورمون سیتوکینین مقاومت به تنش گرمای انتهای فصل گندم و درصد جوانه‌زنی بذر تولیدی را افزایش داد.

کلمات کلیدی: تنش گرمایی، هورمون گیاهی، تاریخ کشت، مؤلفه‌های جوانه‌زنی

Effect of nitrogen nutrition and cytokinin spraying on germination components of wheat seed production in terminal heat stress condition

A. Ghatei[1*], H. Azad[2], Gh. Parmoon[3]

1. Expert and Tutor. Department of Plant Breeding and Biotechnology, Collage of Agriculture, University of Agriculture Khozestan - Khozestan. Iran
2. M.S.C student, Department of Horticulture Plant Breeding, Collage of Agriculture, university of Zabol, Zabol., Iran
3. Ph.D, Department of agronomy and plant breeding, faculty agriculture Mohaghegh Ardebili University, Ardebil, Iran
(Received: Aug. 08, 2019 – Accepted: Jan. 08, 2020)

Abstract

In order to study germination characteristics of wheat seeds Chamran cultivar of wheat obtained from Plant that treated with different levels of nitrogen and spraying cytokinin under heat stress conditions, this research carried out in factorial experiment in randomized complete design with four replications at seed technology laboratory of Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan. In both conditions Normal (optimum planting date) and Terminal heat stress (late planting date), nitrogen (N) was in four levels (0, 75, 150, and 225 kg.ha^{-1}) and cytokinin (Ck) was in three levels (0, 50 and 100 µM). The results showed the simple effects of N fertilizer on all traits, with the exception of hypocotyl and radicle dry weight, weight vigor index, FMOB, SRUE and thousand grain weight were effective significantly. Effect of planting date was effective significantly on all traits, with the exception of hypocotyl dry weight. The cytokinin (Ck) was effective significantly only on germination percentage, germination uniformity, D90, Length vigor index, SRUE and thousand grain weights. Results of interaction showed treatment of N× planting date had the most Germination rate (0.03 per day). The most mobility of seed reserves (1.6 mg per mg seed) and seed vigor (17.19) was obtained from high levels of N×CK treatment. The effect of N ×Ck× planting showed the most germination (100%) was obtained from high levels of N×Ck treatment and the less germination percentage (66%) was obtained from treatment of late planting date and 150 kg ha^{-1} N and without cytokinin. so cytokinin increased the resistance of wheat against terminal heat stress and increased germination percentage of seed produced.

Key words: Heat stress, Plant hormone, planting date, Germination components

* Email: ghateiali@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گندم به‌عنوان یکی از منابع اصلی تأمین غذا در سرتاسر جهان به شمار می‌آیند که سطحی معادل ۲۱۷ میلیون هکتار را به خود اختصاص داده و سالیانه ۷۷۱ میلیون تن تولید می‌شود؛ که سهم ایران در این تولید ۱۴ میلیون تن می‌باشد (FAO, 2017). یکی از ویژگی‌های مهم گیاهان زراعی، زادآوری و تجدید نسل آن‌ها از طریق بذر می‌باشد. بذر به‌عنوان یکی از عوامل مهم در توسعه کشاورزی و افزایش تولید محصولات زراعی است. جوانه‌زنی بذر (ظرفیت، زمان، میزان و همزمانی) از خصوصیات بارز جوانه‌زنی استاندارد یک رقم به شمار می‌آید (Ilona *et al*., 2014). جوانه‌زنی مطلوب بذر و استقرار گیاهچه‌ها اهمیت زیادی در دستیابی به رشد و به‌تبع آن عملکرد مطلوب دارد (Eskandari, 2012). بدین ترتیب، موفقیت در تولید، از یک طرف به جوانه‌زنی کامل و سریع بذرها و از طرف دیگر، به استقرار گیاهچه‌های قوی وابسته است. بذرهایی که جوانه‌زنی مناسب‌تری داشته باشند، می‌توانند در مراحل بعدی رشد گیاهچه‌هایی با بنیه قوی‌تر و سیستم ریشه‌ای توسعه یافته‌تری را تولید کنند (Almansouri *et al*., 2001).

کیفیت و قوه نامیه بذر تحت تأثیر عوامل درونی متعددی نظیر ژنتیک (Hall and Wiesner, 1990)، شرایط محیطی دوران تشکیل بذر روی گیاه مادری (Delouch and Baskin, 1995)، شرایط انبارداری و غیره قرار می‌گیرد. تنش‌های محیطی مثل دما، خشکی و شوری از جدی‌ترین عوامل محدودکننده تولیدات گیاهان زراعی به شمار می‌آیند که موجب کاهش محصولات در سرتاسر جهان شده به‌طوری که این تنش‌ها سبب کاهش ۵۰ درصدی عملکرد گیاهان زراعی از قبیل گندم شده‌اند (Wang *et al*., 2003; Modarresi *et al*., 2011). دما اثرات قابل‌توجهی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی از جمله درصد و سرعت جوانه‌زنی دارد، بنابراین بحرانی‌ترین عاملی است که موفقیت یا عدم موفقیت در استقرار گیاه را تعیین می‌کند (Jami Al-Ahmadi and Kafi, 2007). زکریا و همکاران (Zakaria *et al*., 2009) نشان دادند که کاهش کیفیت بذر در شرایط محیطی نامناسب طی دوره پر شدن دانه می‌تواند علاوه بر کاهش کیفیت و به‌تبع آن کاهش ویژگی‌های جوانه‌زنی، استقرار نامناسب و کاهش دوره رشد را به دنبال داشته باشد.

روش‌های افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی شامل روش‌های اصلاحی و مهندسی ژنتیک و استفاده از مواد تنظیم کننده رشد گیاهی می‌باشد. هورمون‌ها پیام رسان‌های شیمیایی هستند که در محل‌های هدف بر میزان تنظیم و مقدار رشد سلول‌ها در بافت‌های ریشه، ساقه، برگ، جوانه، گل‌ها و میوه‌ها نقش ایفا می‌کنند (Ghorbani Javid *et al*., 2011). سیتوکینین‌ها از جمله مهمترین هورمون‌های گیاهی به شمار می‌آیند که در بسیاری از جنبه‌های رشد و نمو گیاه از جمله تقسیم سلولی، رشد ساقه، پیری برگ، غالبیت انتهایی، روابط مبدأ- مقصد، جذب مواد غذایی، آرایش برگی و آوندی، توسعه گامتوفیت و جنین و همچنین پاسخ به عوامل زنده و غیر زنده نقش دارند (Gajdosova *et al*., 2011). تاثیرات مثبت کاربرد برخی از این مواد در مقابله با اثرات نامطلوب تنش بر گیاهان ارائه شده است (Ghorbani Javid *et al*., 2011). صارمی و همکاران (Sarami *et al*., 2016) در مطالعه خود بر روی گیاه استویا، بیشترین صفت طول ساقه‌چه از تیمار ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین مقدار آن در تیمار یک میلی‌گرم بر لیتر از هورمون سیتوکینین مشاهده کردند.

تغذیه نیتروژنی گیاهان در طول دوره رشد از دیگر عوامل مهم و مؤثر بر تولید گندم است. نیتروژن از عناصر پرمصرف غذایی است که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و نقش اساسی در دستیابی به عملکرد کمی و کیفی بالا در محصولات زراعی ایفا می‌نماید (Foulkes, 1998). مقدار مصرف کود نیتروژن می‌تواند بر رشد و نمو بوته‌ها و تولید ماده خشک مؤثر واقع شود

www.SID.ir

Archive of SID

(Banziger *et al*., 1994; Warraich *et al*., 2002).

تاریخ کاشت عامل مهمی است که تأثیر قابل توجهی بر طول دوره رشد رویشی و زایشی و تعادل بین آن‌ها و در نهایت عملکرد و کیفیت محصول دارد (Singh and Jain, 2005). کاشت به موقع جهت کنترل خسارت ناشی از سرما یا گرما، آفات و استفاده از عامل‌های اقلیمی مؤثر در تولید مانند وقوع زمان گلدهی با دمای محیطی مناسب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Poormombeini, 2011). همچنین تاریخ کاشت مناسب موجب بهره‌گیری بهینه از عوامل اقلیمی مانند دما، رطوبت، طول روز و همچنین تطابق زمان گلدهی و پر شدن دانه با دمای مناسب می‌گردد (Azari and Khajepour, 2003). متقی و همکاران (Mottaghi *et al*., 2012) در مطالعه‌ای تأثیر تاریخ کاشت‌های تأخیری گیاه مادری بر بنیه بذر ارقام بهاره کلزا نشان دادند، بذرهای حاصل از دو تاریخ کاشت از لحاظ وزن هزار دانه، درصد جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه اولیه، ساقه اولیه و گیاهچه، وزن خشک ریشه، ساقه و گیاهچه و شاخص بنیه گیاهچه تفاوت معنی‌داری داشتند.

به‌طور کلی بررسی تأثیر تنش‌های زیستی بر توان تولید و کیفیت محصولات زراعی و همچنین تعیین راهکار مناسب به‌منظور کاهش آثار منفی تنش‌ها و ارتقاء کیفیت محصول تولیدی می‌تواند گام مؤثری در جهت بهبود و توسعه گیاهان زراعی ازجمله گندم به شمار آید. به همین منظور این مطالعه در جهت تعیین تأثیر نیتروژن و سیتوکینین در کاهش اثرات منفی تنش گرمای انتهای فصل بر کیفیت بذر تولیدی گندم صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه خصوصیات جوانه‌زنی بذرهای گندم رقم چمران حاصله از پایه‌های مادری تیمار شده با سطوح مختلف نیتروژن و محلول‌پاشی سیتوکینین تحت تأثیر تنش گرمای انتهای فصل، آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه‌ی آموزشی پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان واقع در ۳۶ کیلومتری شمال شرقی اهواز و در حاشیه شرقی رودخانه کارون با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه و ارتفاع ۲۲ متر از سطح دریا، انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل سطوح مختلف نیتروژن (۰، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع کود اوره) و محلول‌پاشی سیتوکینین در مرحله گرده‌افشانی (به منظور کاهش تاثیرات تنش گرما بر فرآیند گلدهی و تشکیل بذر این مرحله انتخاب شد) با سه غلظت صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار از منبع ماده ۶- بنزیل آمینوپورین بر گیاه پایه مادری و دو تاریخ کاشت شامل شرایط تاریخ کاشت بهینه (یک آذر) و تاریخ کاشت با تأخیر(۳۰ دی جهت مواجه شدن گیاه با تنش گرمای انتهای فصل) بودند.

در این مطالعه هر کرت شامل ۶ خط کشت به طول ۳ متر و فاصله ردیف ۶۰ سانتی متر و فاصله روی ردیف نیز ۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. در بین هر کرت یک متر فاصله و در بین هر بلوک نیز دو متر فاصله در نظر گرفته شد. در مزرعه در هر سطح نیتروژن، یک سوم کود به‌صورت پایه همراه با تهیه زمین و دو سوم دیگر به‌صورت سرک و به‌طور مساوی در ابتدای مرحله ساقه رفتن و قبل از گل‌دهی به گیاهان داده شد. سطوح سیتوکینین به‌صورت محلول‌پاشی دو تا پنج روز پس از گرده‌افشانی (مرحله توسعه آندوسپرم دانه) با استفاده از سمپاش کمری به مقدار یک و نیم لیتر محلول برای هر کرت آزمایش اعمال گردید. بعد از کامل شدن مراحل رشد گیاه و رسیدگی کامل گیاه، بذرهای تولیدی برداشت و جهت بررسی خصوصیات جوانه‌زنی و کیفیت بذر به آزمایشگاه منتقل شد. اطلاعات مربوط به دمای بیشینه و کمینه و همچنین متوسط دما، در دوره زمانی کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک گیاه مادری در جدول ۱

www.SID.ir

Archive of SID

آورده شده است.

به‌منظور ارزیابی مولفه‌های جوانه‌زنی بذرهای پایه مادری، بذرها با محلول هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی و پس از آن چندین نوبت با آب مقطر به‌طور کامل شستشو داده شدند. سپس۲۵عدد بذر داخل پتری دیش‌هایی ۹ سانتی‌متری حاوی ۲ لایه کاغذ واتمن شماره یک قرار داده شد (Hampton and Tekrony, 1995). به هر پتری ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و سپس، پتری دیش‌ها به مدت ۸ روز داخل ژرمیناتور با دمای ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۴۵ درصد قرار داده شدند (ISTA, 2013).

جدول ۱- آمار هواشناسی ماه‌های آزمایش گیاه مادری در منطقه ملاثانی

Table 1- Meteorological Data of month growth native plant in Mollasani area

ماه‌های سال Month	حداقل دما (سانتی‌گراد) Min temperature (˚C)	حداکثر دما (سانتی‌گراد) Max temperature (˚C)	متوسط دما (سانتی‌گراد) Mean temperature (˚C)	مجموع بارندگی (میلی‌متر) Sum precipitation (mm)
آذر November-December	5.6	24.4	15.0	16.0
دی December-January	5.5	18.7	12.1	20.2
بهمن January-February	7.0	17.2	12.1	78.6
اسفند February-March	9.3	23.2	16.3	19.8
فروردین March-April	12.7	30.6	21.7	2.0

بذرها به‌صورت روزانه بازبینی و تعداد بذرهای جوانه‌زده (دارای طول ریشه‌چه ۲ میلی‌متر) ثبت شدند (Bukhtiar and Shaykra, 1990). در پایان دوره آزمایش، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه اندازه‌گیری شد. تعیین وزن هزار دانه با شمارش هزار دانه گندم پس از خشک نمودن به مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۵ درجه و توزین آنها با ترازویی با دقت ۰/۰۰۰۱ انجام گردید. با استفاده از برنامه Germin، درصد و سرعت جوانه‌زنی(R50) و یکنواختی جوانه‌زنی، مدت زمان رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی(D_{10})، مدت زمان رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی(D_{50}) و مدت زمان رسیدن به ۹۰ درصد جوانه‌زنی(D_{90}) محاسبه گردید. این برنامه پارامترهای یاد شده را برای هر تکرار و هر تیمار بذری از طریق درون‌یابی منحنی افزایش جوانه‌زنی در مقابل زمان محاسبه می‌کند. سرعت جوانه‌زنی(R50) (در روز) از طریق رابطه ۱ محاسبه شد (Soltani *et al.*, 2001).

یکنواختی جوانه‌زنی به‌صورت تکمیل زمان برای رسیدن از ۱۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی به ۹۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی (رابطه ۲) محاسبه گردید؛ هر چه عدد به دست آمده این صفت کمتر باشد، نشان دهنده یکنواختی بیشتر جوانه‌زنی است (Soltani *et al.*, 2001).

رابطه ۱

$$R_{50}=1/D_{50}$$

رابطه ۲

$$GU = D_{90} - D_{10}$$

مدت زمان رسیدن به ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی نیز بر اساس فرمول زیر محاسبه شد. در این رابطه N جوانه‌زنی نهایی و ni و nj نیز تعداد بذرهای جوانه‌زده در مدت زمان بین ti تا tj می‌باشد (Coolbear, 1984).

رابطه ۳

$$D_{10,\ 50,\ 90} = ti + [(N/2-ni)\ (tj - ti)]/\ (nj-ni)$$

www.SID.ir

Archive of SID

برای تعیین کارایی ذخایر بذر بعد از پایان دوره جوانه‌زنی وزن خشک گیاهچه‌ها (SLDW) و وزن خشک باقی‌مانده بذرها (FSDW) محاسبه شدند. در نهایت، مقدار استفاده از ذخایر بذر (SRUR)، کارایی استفاده از ذخایر (SRUE) و کسر ذخایر بذر مصرف شده (پویا شده FMOB) بر اساس روابط ۴-۶ محاسبه شدند؛ ISDW که وزن اولیه بذرها خشک است و با کم کردن رطوبت بذرها از وزن اولیه بذرها به دست می‌آید (Soltani *et al.*, 2008).

رابطه ۴ $SRUR= LSDW - FSDW$

رابطه ۵ $SRUE= SLDW/ SRUR$

رابطه ۶ $FMOB=SRUR/ LSDW$

شاخص وزنی و طولی قدرت بذر نیز طبق رابطه‌های زیر محاسبه شد (Abdul-Baki and Anderson, 1973).

رابطه ۷

$$\text{شاخص طولی قدرت} = \frac{\text{جوانه‌زنی} \times \text{طول گیاهچه}}{۱۰۰}$$

رابطه ۸

$$\text{شاخص وزنی قدرت} = \frac{\text{جوانه‌زنی} \times \text{وزن گیاهچه}}{۱۰۰}$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (ver 9.2) انجام گرفت. همچنین برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون Duncan در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص‌های جوانه‌زنی

نتایج نشان داد که اثر تاریخ کاشت، نیتروژن و برهمکنش نیتروژن در تاریخ کاشت در سطح احتمال ۱ درصد بر تمام شاخص‌های جوانه‌زنی(درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی و متوسط زمان لازم برای ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی) بذور تولیدی گندم معنی‌دار بود؛ این در حالی است که اثر سیتوکینین تنها بر درصد جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی و متوسط زمان لازم برای ۹۰ درصد جوانه‌زنی معنی‌دار شد. برهمکنش تاریخ کاشت در سیتوکینین نیز تنها بر درصد جوانه‌زنی و نیتروژن در سیتوکینین علاوه بر درصد جوانه‌زنی بر یکنواختی‌جوانه‌زنی و زمان لازم برای ۱۰ درصد جوانه‌زنی اثرگذار بودند. برهمکنش سه‌گانه تاریخ کاشت در نیتروژن در سیتوکینین نیز بر درصد جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی و زمان لازم برای ۱۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی دارای اثر معنی‌دار بود (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثرات سه‌گانه مربوط به درصد جوانه‌زنی نشان داد، تنش گرمای انتهای فصل موجب کاهش درصد جوانه‌زنی بذرهای تولیدی شده و تغذیه مناسب گیاه مادری با نیتروژن و محلول‌پاشی سیتوکینین موجب کاهش این اثرات منفی شد. در شرایط بدون تنش (تاریخ کاشت بهینه)، کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن و سیتوکینین تأثیر معنی‌داری بر جوانه‌زنی نداشته و جوانه‌زنی بذرهای تولیدی از ۹۶ تا ۱۰۰ درصد متغییر بود. این در حالی بود که کاربرد نیتروژن و سیتوکینین در شرایط تنش سبب بهبود جوانه‌زنی و افزایش مقدار آن‌ها به میزان شرایط بدون تنش شد. بیشترین درصد جوانه‌زنی(۹۸ درصد) در شرایط تنش مربوط به مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۱۰۰ میکرومولار سیتوکینین و کمترین درصد جوانه‌زنی(۶۶ تا ۷۳ درصد) نیز از عدم مصرف نیتروژن و سیتوکینین و همچنین مصرف مقادیر زیاد نیتروژن (۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) و عدم استفاده از سیتوکینین بدست آمد (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌های یکنواختی جوانه‌زنی و متوسط زمان لازم برای رسیدن به ۱۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی نیز نشان داد، تنش انتهای فصل موجب کاهش یکنواختی جوانه‌زنی و

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی بذور تولیدی شد. در شرایط بدون تنش، با افزایش مصرف مقادیر نیتروژن، یکنواختی جوانه‌زنی نیز افزایش و متوسط زمان لازم برای رسیدن به ۱۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی کاهش یافت. همچنین مشاهده شد، کاربرد سیتوکینین در تیمار عدم مصرف نیتروژن دارای اثر مثبت و معنی‌دار بر یکنواختی و متوسط زمان لازم برای رسیدن به ۱۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی بود، ولی با مصرف نیتروژن اثر سیتوکینین خنثی و غیر معنی‌دار شد. بالاترین یکنواختی جوانه‌زنی و پایین‌ترین متوسط زمان لازم برای ۱۰ و ۹۰ درصد جوانه‌زنی از مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن و ۵۰ میکرومولار سیتوکینین بدست آمد که در مقایسه با شاهد به ترتیب ۴۳ ، ۴ و ۲۹ درصد تغییر نشان دادند (جدول ۳). مقایسه میانگین مربوط به اثر متقابل نیتروژن در تاریخ کاشت بر سرعت جوانه‌زنی و متوسط زمان لازم برای رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی نیز نشان داد، در تاریخ کاشت بهینه، مصرف نیتروژن موجب بهبود سرعت جوانه‌زنی شد به‌طوری که بالاترین سرعت جوانه‌زنی (۰/۰۳ جوانه در روز) از مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمد، این در حالی بود که در تاریخ کاشت با تأخیر و تنش گرما، مصرف نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی نداشت (شکل ۱). نتایج مربوط به متوسط زمان جوانه‌زنی نیز عکس سرعت جوانه‌زنی بود به‌طوری که مصرف نیتروژن در شرایط بدون تنش تأثیری بر متوسط زمان جوانه‌زنی نداشته، ولی در شرایط تنش موجب کاهش ۲۰ درصدی متوسط زمان جوانه‌زنی شد (شکل ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر نیتروژن و سیتوکینین برای خصوصیات جوانه‌زنی گندم در شرایط تنش گرمای انتهای فصل

Table 2- Analysis variance of wheat germination characteristics in nitrogen and cytokinin under terminal heat stress

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	میانگین مربعات(MS)					
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی R50	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	D_{10}	D_{50}	D_{90}
تاریخ کشت Planting date (P)	1	3700.16**	0.0017**	41666.25**	1221.86**	9053.02**	57157.97**
نیتروژن Nitrogen (N)	3	556.16**	0.00000926**	1659.35**	159.84**	167.66**	2294.36**
سیتوکینین Cytokinin (CK)	2	297.16**	0.00000379^{ns}	1828.35**	37.22^{ns}	36.21^{ns}	1996.52**
N×P	3	610.83**	0.0000289**	2381.85**	179.71**	286.25**	3674.60**
P×CK	2	156.16**	0.00000467^{ns}	525.07^{ns}	29.66^{ns}	12.42^{ns}	369.55^{ns}
N×CK	6	97.16**	0.00000125^{ns}	399.231*	38.54*	21.16^{ns}	321.49^{ns}
P×N×CK	6	110.83**	0.00000257^{ns}	462.66*	41.93*	33.37^{ns}	524.31*
خطای آزمایشی Error	72	22.83	0.0000017	181.93	17.13	19.42	195.42
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	5.14	6.07	24.42	13.56	9.09	16.30

**،* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی‌دار

**: P<0.01, *: P<0.05, ns: non-significant.

www.SID.ir

Archive of SID

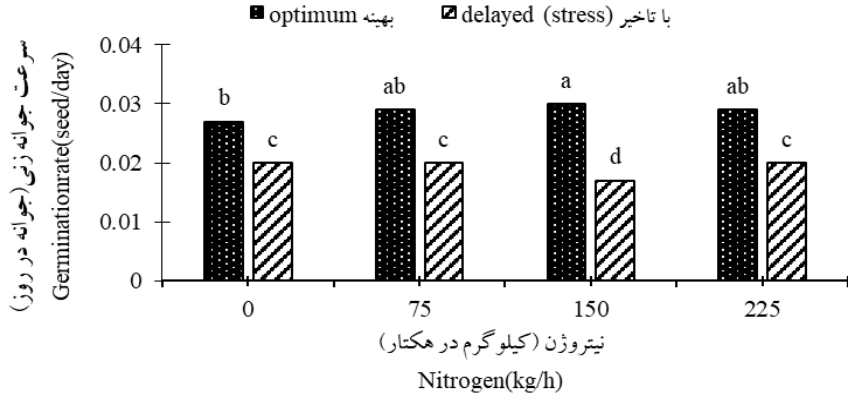
جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات نیتروژن و سیتوکینین بر خصوصیات جوانه‌زنی گندم در تنش گرمای انتهای فصل

Table 3- Means compares effect of nitrogen and cytokinin on germination index of wheat under heat stress conditions

تاریخ کشت Planting date	نیتروژن Nitrogen(kg/h)	سیتوکینین Cytokinin (µM)	درصد جوانه‌زنی(٪) Germination percentage	یکنواختی جوانه‌زنی (ساعت) Germination uniformity (day)	D_{10} (day)	D_{90} (day)
بهینه Optimum	0	0	98.0ab	46.81hi	27.70cd	74.50f-i
		50	99.0ab	45.51h-k	27.12cd	72.63f-j
		100	100.0a	32.33i-l	26.87d	59.20h-j
	75	0	96.0abc	44.83h-l	27.18cd	72.00f-j
		50	100.0a	32.22i-l	26.90d	59.12h-j
		100	100.0a	26.85kl	26.78d	53.63j
	150	0	100.0a	44.03h-l	27.07cd	71.10h-j
		50	99.0ab	29.87i-l	26.84d	56.70ij
		100	100.0a	26.97kl	26.77d	53.74j
	225	0	99.0ab	27.72j-l	26.77d	54.49j
		50	99.0ab	26.45l	26.74d	53.19j
		100	100.0a	29.00i-l	26.74d	55.75ij
با تأخیر(تنش) Delayed (stress)	0	0	73.0f	104.39ab	29.71b-d	134.10b
		50	96.0a-c	67.60e-g	31.40b-d	99.00de
		100	91.0c-e	62.06f-h	29.64b-d	91.70ef
	75	0	90.0c-e	88.01b-d	31.40b-d	119.40bc
		50	93.0c-e	67.00e-g	34.40b	101.40c-e
		100	88.0de	82.59c-e	32.42b-d	115.00b-d
	150	0	94.0a-d	108.26a	47.94a	156.20a
		50	98.0ab	74.10d-f	45.60a	119.70bc
		100	98.0ab	101.29a-c	32.22b-d	133.50b
	225	0	66.0g	46.56h-j	30.48b-d	77.04f-h
		50	69.0gf	54.63gh	31.05b-d	85.68e-g
		100	85.0e	56.09f-h	32.85bc	88.94e-g

در هر ستون حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, the common denominators do not different significantly from the Duncan multiplier test at 5%

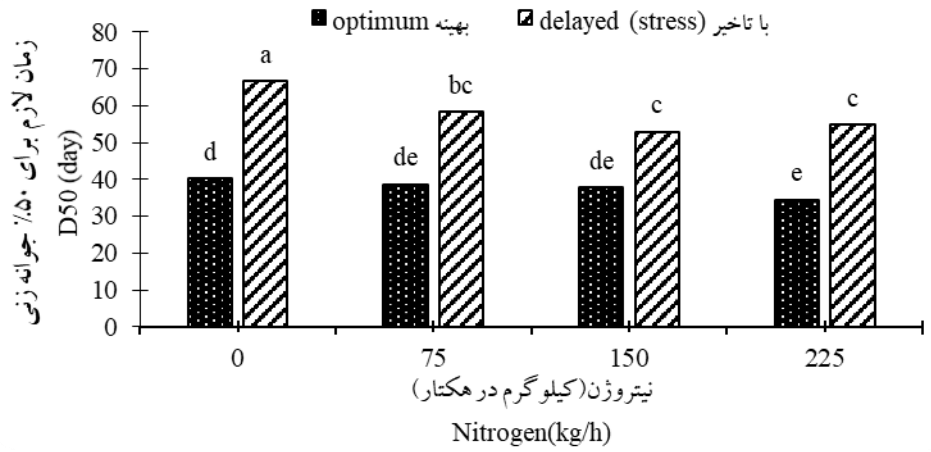


شکل ۱- برهمکنش سطوح نیتروژن و تاریخ کاشت بر سرعت جوانه‌زنی بذور تولیدی گندم

Figure 1- Interaction of nitrogen levels and planting date on germination rate of seed wheat produced

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- برهمکنش سطوح نیتروژن و تاریخ کاشت بر زمان لازم برای ۵۰ درصد جوانه‌زنی بذور تولیدی گندم

Figure 2- Interaction of nitrogen levels and planting date on time of 50% germination of seed wheat produced

چنین به نظر می‌رسد که دلیل کاهش کیفیت بذرهای تولید شده در تاریخ کاشت دوم، به احتمال زیاد به دلیل مواجه شدن بوته‌های مادری در مدت زمان طولانی‌تری با شرایط نامساعد محیطی، از جمله بروز تنش گرما طی مرحله پر شدن دانه بوده است که در نتیجه منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی نهایی شده است (Khoramdel *et al.*, 2014). خان و همکاران (Khan et al., 2007) گزارش کردند که کیفیت بذرهایی که بوته‌های مادری آن‌ها در تمام و یا بخشی از دوره رشد با شرایط نامساعد محیطی مواجه باشند، به میزان زیادی کاهش می‌یابد. دمیر و همکاران (Demir et al., 2010) نیز دریافتند که بروز دماهای بالا طی دوره رشد و پر شدن دانه گوجه‌فرنگی موجب تولید بذرهایی با کیفیت نامطلوب می‌شود که در نتیجه آن درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. نتایج مطالعه تانگ و همکاران (Tang et al., 2006) نیز نشان داد که کیفیت بذرهای تولیدی سویای کاشته شده در تاریخ دیرتر نسبت به تاریخ‌های زودتر بالاتر بود که این امر موجب افزایش درصد جوانه‌زنی می‌شود. آنان دلیل این کاهش کیفیت را به دماهای بالا و رطوبت نسبی پایین طی دوره پر شدن دانه، نسبت دادند.

در تحقیقی اثر سیتوکینین بر درصد جوانه‌زنی ذرت، غلظت صفر میکرومول (شاهد) میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ۶۰/۴۷ درصد بود که این مقدار در غلظت ۵۰ میکرومول میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ۶۱/۵۶ درصد به دست آمد. با افزایش غلظت هورمون سیتوکینین به ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومول میانگین درصد جوانه‌زنی ارقام ذرت افزایش یافت (Rashidi *et al.*, 2016). وارایش و همکاران (Warraich *et al.*, 2002) نیز مشخص کردند که افزایش نیتروژن باعث افزایش درصد جوانه‌زنی نهایی بذرهای گندم گردید. ساوان و همکاران (Sawan *et al.*, 1998) نیز افزایش سرعت جوانه‌زنی بذرهای پنبه با افزایش مصرف نیتروژن روی گیاه مادری را گزارش کردند. ترکیبات نیتروژنه مثل نیترات و تیوره به‌عنوان محرک‌های جوانه‌زنی شناخته می‌شوند. عقیده بر آن است که این مواد احتمالاً با تأثیر روی فیتوکروم‌ها (Batak *et al.*, 2002) یا با اسیدی کردن دیواره‌های سلولی (Karssen and Hillhourst, 1992) یا به‌وسیله فعال کردن مسیر پنتوز فسفات فرایند جوانه‌زنی را تحریک می‌کنند.

رشد گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس صفات تعیین کننده رشد گیاهچه از قبیل طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک آن‌ها نشان داد، اثر اصلی تاریخ کاشت بر طول ساقه‌چه و

www.SID.ir

Archive of SID

ریشه‌چه در سطح ۱ درصد و در وزن خشک ریشه‌چه در سطح ۵ درصد اثرگذار بود. اثر نیتروژن و اثر متقابل نیتروژن در تاریخ کاشت تنها بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه معنی‌دار بود این در حالی بود که اثر سیتوکینین بر هیچ یک از صفات اثرگذار نبود (جدول ۴). با توجه به مقایسه میانگین، تأخیر در کشت باعث کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه شد به طوری که با تغییر کشت از اول آذر ماه به آخر دی ماه صفات ساقه‌چه و ریشه‌چه به ترتیب ۱۱ و ۲۸ درصد کاهش یافتند. مصرف نیتروژن موجب بهبود طول ریشه‌چه و ساقه‌چه شد به‌طوری که در تاریخ کشت بهینه با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به ترتیب ۱۱/۵ و ۱۲ درصد افزایش داشته این در حالی بود که در شرایط تنش با مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن، تغییرات طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به ۸ و ۱۶ درصد تغییر یافت (جدول ۵). همچنین مشاهده شد با تأخیر در کاشت از اول آذر ماه به ۳۰ دی ماه، وزن خشک ریشه‌چه کاهش یافت و از ۷/۱۸ میلی‌گرم به ۴/۲۹ میلی‌گرم کاهش یافت (نتایج بیان نشد).

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر نیتروژن و سیتوکینین در شرایط تنش گرمای انتهای فصل برای خصوصیات گیاهچه گندم

Table 4- Analysis variance of wheat seedling characteristics in nitrogen and cytokinin under terminal heat stress

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	میانگین مربعات(MS)				
		طول ساقه‌چه Hypocotyl length	طول ریشه‌چه Radicle length	وزن خشک ساقه‌چه Dry weight of hypocotyl	وزن خشک ریشه‌چه Dry weight of Radicle	وزن هزار بذر 1000 Seed Weight
تاریخ کشت Planting date(P)	1	49.02**	272.22**	2.56^{ns}	65.01*	2967.03**
نیتروژن Nitrogen(N)	3	3.49**	6.14**	0.27^{ns}	1.28^{ns}	2.46^{ns}
سیتوکینین Cytokinin (CK)	2	0.82^{ns}	3.15^{ns}	0.66^{ns}	0.714^{ns}	233.9**
N×P	3	1.05*	4.96*	1.19^{ns}	2.229^{ns}	5.17^{ns}
P×CK	2	0.06^{ns}	0.97^{ns}	0.9^{ns}	0.872^{ns}	1.97^{ns}
N×CK	6	0.23^{ns}	2.37^{ns}	0.64^{ns}	1.112^{ns}	25.49^{ns}
P×N×CK	6	0.17^{ns}	0.35^{ns}	0.21^{ns}	0.578^{ns}	21.65^{ns}
خطای آزمایشی Error	72	0.38	1.34	0.91	0.839	12.94
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	8.04	14.01	12.97	17.89	10.64

**،* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی‌دار

**: P<0.01, *: P<0.05, ns: non-significant.

طول گیاهچه معیاری از بنیه بذر محسوب می‌شود و در بسیاری از گونه‌های گیاهی همبستگی بین طول گیاهچه و بنیه بذر اثبات رسیده است (Hampton and Tekrony, 1995). طول گیاهچه بذور کلزای حاصل از تاریخ کاشت ۲۰ آبان نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ دی ما از ۱۴/۲ سانتی‌متر به ۹/۵ سانتی‌متر کاهش یافت که معادل ۵۹ درصد بود (Seyedahmadi, 2013). همچنین در اثر تنش گرما قدرت رویش بذرهای مادری از ۱۳/۴۵ به ۲/۷۵ کاهش یافت که معادل ۸۰ درصد بود و نشان دهنده کاهش بیش‌تر قدرت رویش بذر در اثر تنش گرما بود (Seyedahmadi, 2013). ساراسواسی و هارمالینگام (Saraswathy and Dharmalingam, 1992) با مطالعه تأثیر تغذیه گیاه مادری خردل با عناصری مانند نیتروژن و پتاسیم بیان داشتند، درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه،

www.SID.ir

Archive of SID

به‌عنوان شاخصی از بنیه بذر و گیاهچه، با افزایش میزان مصرف این عناصر افزایش یافتند. در آزمایشی پواویکا و ساونی (Polowick and Sawhney, 1998) روی کلزا گزارش نمودند؛ درجه حرارت بالای ۳۲ درجه سانتی‌گراد باعث عقیمی خورجین‌ها و کاهش شدید وزن دانه می‌شود، در این خصوص گزارش‌های مشابه نیز وجود دارد (Hall, 1992; Morrison, 1993). بیدنیگر و همکاران (Bidinger *et al*., 1987) معتقدند طول ریشه‌چه و ساقه‌چه ارزن مرواریدی متأثر از مقدار نیتروژن بذر بوده و افزایش مقدار مصرف نیتروژن برای گیاه مادری منجر به تولید گیاهچه‌هایی با طول بیشتر می‌شود.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر نیتروژن و تنش گرمای انتهای فصل بر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و شاخص طولی قدرت گندم

Table 5- Means compares effect of nitrogen in terminal heat stress conditions on hypocotyl length, radical length and length vigor index of wheat

تاریخ کشت Planting date	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار) Nitrogen(kg/h)	طول ساقه‌چه Hypocotyl length (mm)	طول ریشه‌چه Radical length (mm)	شاخص طولی قدرت Length vigor index
بهینه Optimum	0	7.92cd	9.21b	16.96b
	75	8.29bc	9.98ab	18.04ab
	150	8.65ab	10.31a	18.89a
	225	8.85a	10.29a	19.01a
با تأخیر (تنش) Delayed (stress)	0	7.00e	6.63d	11.87d
	75	6.49e	5.90d	11.15d
	150	6.89e	6.08d	9.67e
	225	7.61d	7.71c	14.80c

در هر ستون حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, the common denominators do not different significantly from the Duncan multiplier test at 5%

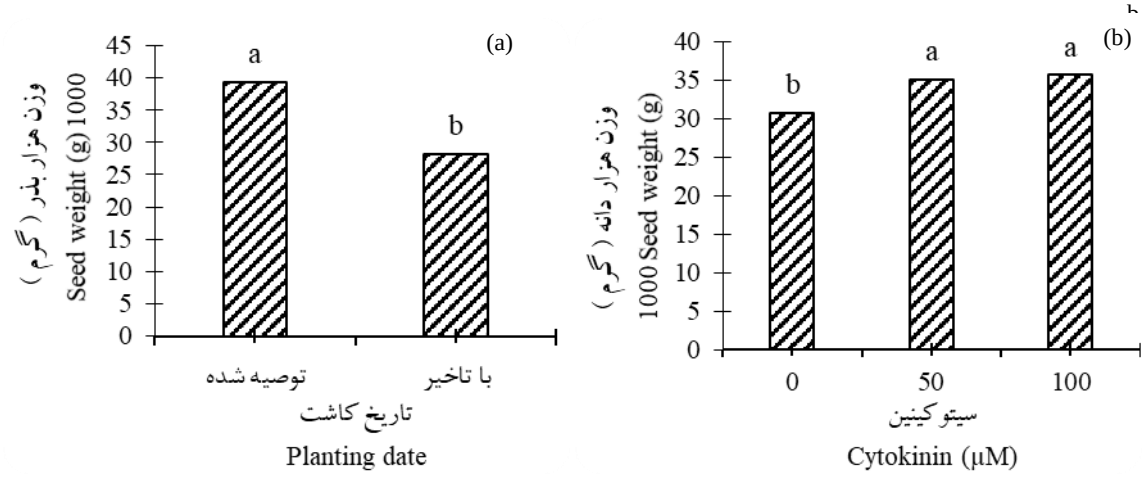
وزن هزار بذر

نتایج تجزیه واریانس وزن هزار بذر تولیدی نشان داد، این صفت تنها تحت تأثیر تاریخ کاشت و کاربرد سیتوکینین قرار گرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد، تأخیر در تاریخ کاشت موجب کاهش ۲۹ درصدی وزن هزار بذر تولیدی شد (شکل ۳، الف). همچنین نتایج نشان داد، کاربرد سیتوکینین بر روی گیاه مادری موجب افزایش وزن هزار بذر شد. در شرایط عدم کاربرد این ماده وزن هزار بذر ۳۰/۶۵ گرم بود که با مصرف ۵۰ و ۱۰۰ میکرومول سیتوکینین به‌ترتیب به ۳۵ و ۳۵/۶ گرم رسید (شکل ۳، ب). کاشت دیر هنگام با توجه به مقارن شدن دوره پر شدن دانه با گرم شدن هوا و وزش بادهای گرم در منطقه آزمایش، موجب کاهش ۲۹ درصدی وزن دانه گردید که با گزارش مورال و همکاران (Moral *et al*., 2003) مطابقت دارد. همچنین وزن دانه به عنوان یکی از اجزای عملکرد، به طور عمده تحت تأثیر ژنوتیپ قرار دارد، ولی در مرحله پر شدن دانه به‌طور قابل ملاحظه‌ای از شرایط محیطی تأثیر می‌پذیرد (Frederick *et al*., 2001; Hossain *et al*., 2003). بین تاریخ کاشت‌های مختلف از نظر وزن هزار بذر اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. بیش‌ترین وزن هزار بذر در تاریخ کاشت ۱۵ آذر ماه و کم‌ترین وزن هزار بذر در تاریخ کاشت ۱۰ دی ماه بدست آمد (Faraji *et al*., 2012).

www.SID.ir

Archive of SID

هورمون سیتوکینین با تأثیر بر دوام سطح برگ از یک طرف و افزایش تعداد سلول‌های آندوسپرم به‌عنوان مقصد فیزیولوژیک از طرف دیگر هر چند به مقدار کم باعث افزایش وزن دانه می‌گردد. فاتیما و همکاران (Fatima *et al.*, 2008) اثر هورمون‌های رشد اکسین و کینتین را بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد نخود بررسی نمودند. نتایج آنها حاکی از افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی و افزایش وزن دانه در هورمون بود.



شکل ۳- تأثیر تاریخ کاشت (a) و سیتوکینین (b) بر وزن هزار بذر تولیدی گندم

Figure 3- Effect of planting date and cytokinin on 1000 Seed weight of wheat produced

شاخص قدرت بذر و کارایی ذخایر

تاریخ کاشت نیز بر شاخص طولی و وزنی قدرت در سطح ۱ درصد دارای اثر معنی‌داری بود، این در حالی است که اثر نیتروژن، سیتوکینین، نیتروژن در تاریخ کاشت و نیتروژن در سیتوکینین تنها بر شاخص طولی قدرت اثرگذار بودند (جدول ۶). مقایسه میانگین تاریخ کاشت در نیتروژن نشان داد، که مصرف نیتروژن موجب افزایش شاخص طولی قدرت شده و این تأثیر با تغییر تاریخ کاشت از اویل آذر به اواخر دی و وقوع تنش گرما در انتهای فصل، افزایش یافت. در شرایط بدون تنش مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن موجب افزایش ۱۲ درصد شاخص طولی قدرت شد، ولی با ایجاد تنش در اثر تغییر تاریخ کاشت، مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن توانست ۲۴ درصد شاخص طولی قدرت را افزایش دهد (جدول ۷). مقایسه میانگین مربوط به برهمکنش نیتروژن در سیتوکینین نیز نشان داد، در سطوح پایین نیتروژن، محلول پاشی سطوح ملایم سیتوکینین(۵۰ میکرو مولار) موجب افزایش تأثیرات مثبت نیتروژن (۲۸ درصد) بر شاخص طولی قدرت شد، ولی در مقادیر بالای نیتروژن کاربرد ۱۰۰ میکرومولار سیتوکینین بیشترین تأثیر(۳۲ درصد) را نشان داد. بالاترین شاخص طولی قدرت از مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن و محلول‌پاشی ۱۰۰ میکرو مولار با میانگین ۱۷/۱۹ به ثبت رسید (جدول ۷). همچنین نتایج نشان داد، تأخیر در تاریخ کاشت موجب کاهش ۲۸ درصد در شاخص وزنی قدرت شد (شکل ۳، الف). یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر بنیه بذر، وقوع تنش روی گیاه مادری در حین تشکیل بذر است که باعث ایجاد بذرهای چروکیده و کوچک شده و قدرت گیاهچه را کاهش می‌دهد (Szira *et al.*, 2008).

نتایج مربوط به تجزیه واریانس کارایی ذخایر نیز نشان داد، اثر تاریخ کاشت، سیتوکینین و نیتروژن در سیتوکینین بر میزان استفاده از ذخایر، کارایی ذخایر و کسر ذخایر معنی‌دار بود (جدول ۶).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- تجزیه واریانس تأثیر نیتروژن و سیتوکینین برای شاخص‌های قدرت و کارایی ذخایر بذر در تنش گرمای انتهای فصل

Table 6- analysis variance of wheat vigor and efficiency of seed reserves in nitrogen and cytokinin under terminal heat stress

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	میانگین مربعات(MS)				
		شاخص طولی قدرت Length vigor index	شاخص وزنی قدرت Weight vigor index	میزان استفاده از ذخایر SRUR	کارایی ذخایر SRUE	کسر ذخایر FMOB
تاریخ کشت Planting date(P)	1	969.01**	6.308**	2.30**	0.616**	0.541*
نیتروژن Nitrogen(N)	3	37.07**	0.090ns	0.619*	0.043ns	0.090ns
سیتوکینین Cytokinin (CK)	2	21.36**	0.0796ns	3.90**	0.366**	0.549**
N×P	3	29.46**	1.185ns	0.533*	0.0282ns	0.0226ns
P×CK	2	4.96ns	0.735ns	0.222ns	0.0444ns	0.109ns
N×CK	6	7.03*	0.292ns	1.28**	0.125**	0.146*
P×N×CK	6	2.20ns	0.358ns	0.254ns	0.0158ns	0.0178ns
خطای آزمایشی Error	72	2.82	0.331	0.170	0.0144	0.032
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	11.16	16.67	10.40	10.73	19.29

**،* و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی‌دار

**: P<0.01, *: P<0.05, ns: non-significant.

تاریخ کاشت موجب کاهش ۲۱ درصدی در کارایی ذخایر و ۳۱ درصد در کسر ذخایر شد (شکل ۴). همچنین برهمکنش نیتروژن در سیتوکینین نشان داد، در شرایط عدم مصرف نیتروژن، کاربرد سیتوکینین موجب کاهش میزان استفاده از ذخایر و کارایی ذخایره شد، ولی تأثیر معنی‌داری بر کسر ذخایر نداشت. با مصرف نیتروژن تأثیرات سیتوکینین نیز مثبت شده و موجب افزایش میزان استفاده از ذخایر و کارایی ذخایر شد. بالاترین میزان استفاده از ذخایر (۲۰/۳۱ میلی‌گرم) و کارایی ذخایر (۱/۶ میلی‌گرم در میلی‌گرم) از مصرف ۱۵۰ کیلوگرم و محلول پاشی ۱۰۰ میکرو مولار سیتوکینین بدست آمد، این در حالی بود که بالاترین کسر ذخایر (۲/۱۸ میلی‌گرم در میلی‌گرم بذر) نیز از این سطح نیتروژن و عدم استفاده از سیتوکینین حاصل شد (جدول ۷).

مقایسه میانگین بر همکنش تاریخ کاشت در نیتروژن مربوط به میزان ذخایر استفاده شده نیز نشان داد، مصرف نیتروژن در شرایط بهینه موجب کاهش میزان استفاده از ذخایر شد، ولی مصرف نیتروژن در شرایط تنش تأثیر معنی‌داری نداشت. بالاترین استفاده از ذخایرِ از شرایط بهینه و عدم مصرف نیتروژن حاصل شد (شکل ۵).

در آزمایشی در ارقام مختلف عدس با افزایش تنش مقدار ذخایر بذری پویا شده، درصد تخلیه بذری و وزن خشک گیاهچه به‌طور خطی کاهش یافت که کاهش در این پارامترها سبب کاهش وزن خشک گیاهچه خواهد شد (Rassam and Dadkhah *et al*., 2013). کاهش فعالیت آنزیم آمیلاز در بذور گیاهان تحت تنش به کاهش تشکیل گلوکز از نشاسته منجر شده است که حاصل آن کاهش سنتز ساکارز شده که این امر موجب کاهش کارایی ذخایر بذر می‌شود (Mehrabi Olaadi *et al*., 2007). همچنین اختلال در هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها در طی فرایند جوانه‌زنی موجب اختلال تحرک ذخایر بذر و کاهش میزان و کارایی ذخایر بذر می‌شود (Kafi *et al*., 2009).

www.SID.ir

Archive of SID

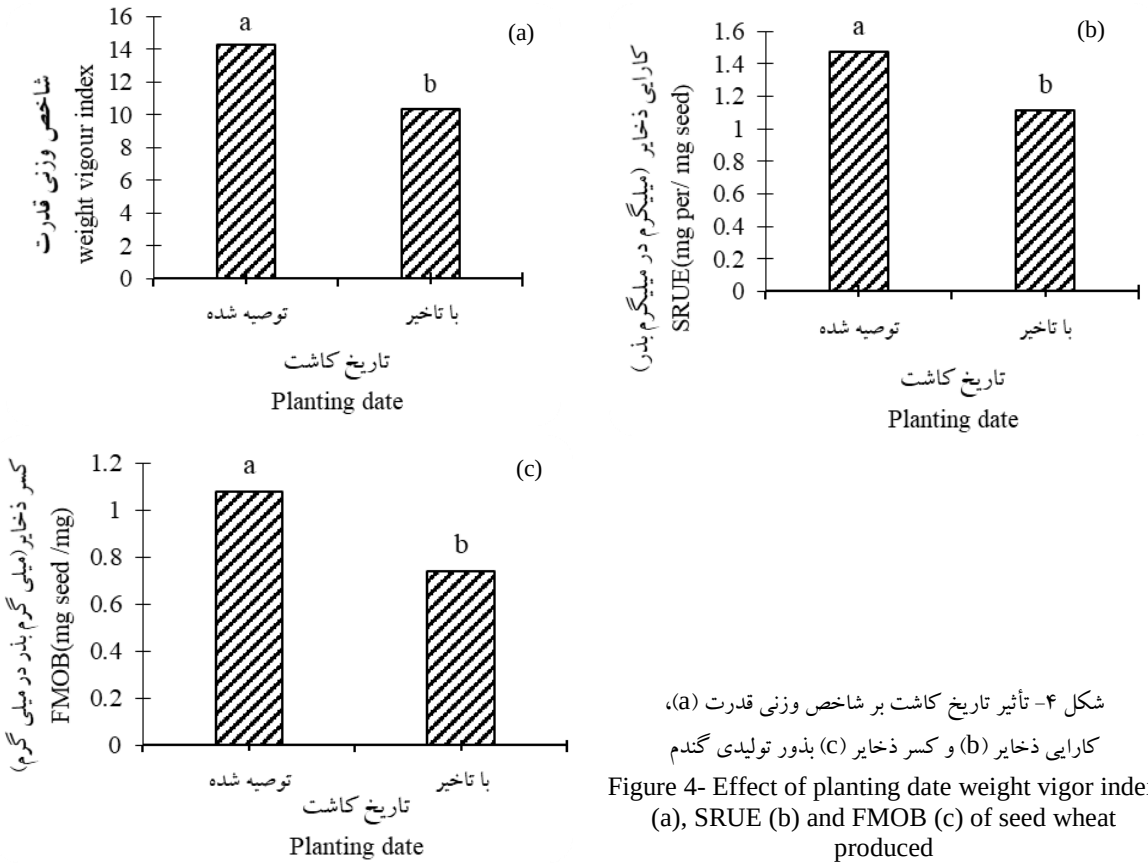
جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل نیتروژن و سیتوکینین بر شاخص‌های گیاهچه و کارایی ذخایر در تنش گرمای انتهای فصل

Table 7- Compares means seedling index and efficiency of seed reserves under level of nitrogen and terminal heat stress conditions

نیتروژن (کیلوگرم بر هکتار) Nitrogen(kg/h)	سیتوکینین Cytokinin (uM)	شاخص طولی قدرت Length vigor index	میزان استفاده از ذخایر (میلی گرم در میلی گرم بذر) SRUR(mg per mg seed)	کارایی ذخایر SRUE	کسر ذخایر FMOB
0	0	12.97g	19.47a-c	1.61a	0.79b
	50	15.57a-c	17.69a-d	1.37a-c	0.75b
	100	14.71c-f	15.45d-f	1.25cd	0.82b
75	0	13.66d--g	12.13fg	1.02de	1.10b
	50	15.17c-e	16.36cd	1.36a-c	0.75b
	100	14.96c-f	16.45cd	1.33bc	0.77b
150	0	13.18fg	8.91g	0.69f	2.18a
	50	13.45e-g	15.90de	1.35a-c	0.77b
	100	16.21a-c	20.31a	1.60ab	0.64b
225	0	16.83ab	12.68ef	0.94ef	1.09b
	50	16.69ab	17.69a-d	1.43a-c	0.72b
	100	17.19a	19.79ab	1.59ab	0.64b

در هر ستون حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, the common denominators do not different significantly from the Duncan multiplier test at 5%

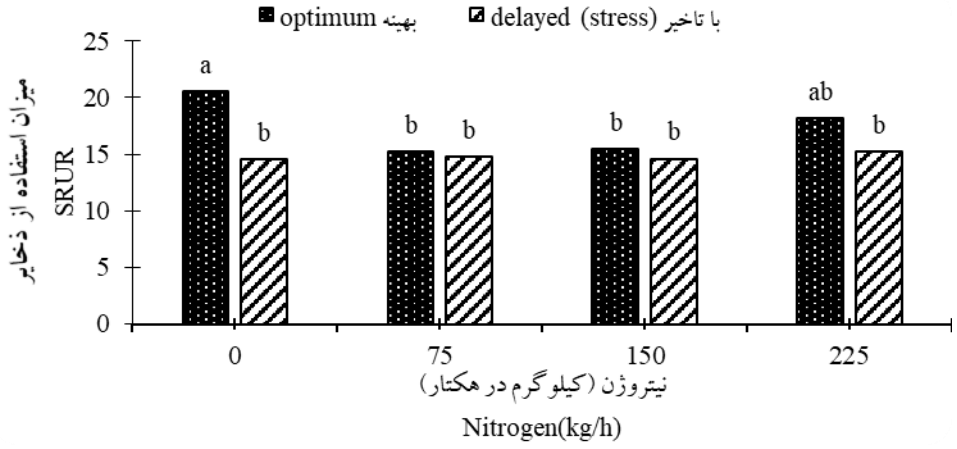


شکل ۴- تأثیر تاریخ کاشت بر شاخص وزنی قدرت (a)، کارایی ذخایر (b) و کسر ذخایر (c) بذور تولیدی گندم

Figure 4- Effect of planting date weight vigor index (a), SRUE (b) and FMOB (c) of seed wheat produced

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- برهمکنش سطوح نیتروژن و تاریخ کاشت بر میزان استفاده از ذخایر بذور تولیدی گندم

Figure 5- Interaction of nitrogen levels and planting date on time of SRUR of seed wheat produced

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بیشترین درصد جوانه‌زنی، تحرک و شاخص قدرت بذور از سطوح بالای نیتروژن و سیتوکینین حاصل شد. می‌توان چنین بیان داشت که بذرهای حاصل از گیاهانی که در مزرعه نیتروژن کافی دریافت کرده بودند، احتمالاً دارای ذخایر غذایی بیشتری بوده و به هنگام بروز تنش گرما نسبت به سایر بذرهای مؤفق عمل کردند و هورمون سیتوکینین نیز با افزایش تأثیر مثبت بر تقسیم سلولی آندوسپرم دانه باعث افزایش رشد دانه و در نتیجه افزایش سرعت جوانه‌زنی دانه گردید. بنابراین هورمون سیتوکینین مقاومت به تنش را در مقایسه با شاهد افزایش داد. در جمع‌بندی نهایی، می‌توان گفت با کاربرد مقدار مناسب نیتروژن و محلول‌پاشی سیتوکینن در مناطق گرمسیر مانند اهواز، می‌توان اثر نامطلوب تنش گرمای انتهای فصل بر جوانه‌زنی و در واقع عملکرد گندم را تا حدودی کاهش داد. با توجه به تأثیر تاریخ کاشت بوته‌های مادری بر ویژگی‌های کیفی بذرهای تولید شده، پیشنهاد می‌شود که به‌منظور اطمینان از جوانه‌زنی و سبز شده بذرها جهت دستیابی به عملکرد مطلوب، تاریخ کاشت بوته‌های مادری باید بر اساس شرایط محیطی به دقت تعیین شود.

منابع

Reference

Abdul-Baki, A.A., and J.D. Anderson. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop Sci. 13: 630-633.

Almansouri, M., J.M. Kinet, and S. Lutts. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Plant Soil. 231: 243-254.

Azari, A., and M.R. Khajepour. 2003. Effect of planting pattern on growth, development, grain yield and yield components in sunflower cv. Kooseh Isfahan in spring planting. J. Agric. Sci. Nat. Res. 7(1): 155-167.

Banziger, M., B. Feil, and P. Stamp. 1994. Competition between nitrogen accumulative and grain growth for carbohydrates during grain filling of wheat. Crop Sci. 34: 440-446.

www.SID.ir

Archive of SID

Batak, I., M. Devic, Z. Giba, D. Grubisic, K. Poff, and R. Konjevic. 2002. The effects of potassium nitrate and NO-donors on phytochrome A- and phytochrome B- specific induced germination of Arabidopsis thaliana seeds. Seed Sci. Res. 12:253-259.

Bidinger, F.R., V. Mahalakshmi, and G.D.P. Rao. 1987. Assessment of drought resistance in pearl millet Pennisetum americanum L. Leeke I Factors affecting yields under stress .II. Estimation of genotype response to stress. Agric. Res. 38:37-59.

Bukhtiar, B., and A. Shaykra. 1990. Drought tolerance in lentil. II. Differential genotypic response to drought. J. Agric. Res. 28: 117-126.

Coolbear, P. 1984. The effect of low temperature pre-sowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. J. Exp. Bot. 35:1609-1617.

Delouch, J.C., and C.C. Baskin. 1995. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Sci. Technol. 1: 427-452.

Demir, I., A. M. Ashirov, and K. Mavi. 2010. Effect of Seed Production Environment and Time of Harvest on Tomato(*Lycopersicon esculentum*) Seedling Growth. Res. J. Seed Sci. 3(3):160-169.

Eskandari, H. 2012. Seed quality variation of crop plants during seed development and maturation. Int. J. Agron. Plant Prod. 3(11): 557-560.

F**AO (Food and Agriculture Organization). 2017.** FAOSTAT database. http://faostat.fao.org/beta/en/. Feher, W. R. 1987. Principles of Cultivar Developent. Macmillan Publishing Company, New York.

Faraji, H., Goodarzi, As., Ulyai, H.R. and M. AzimiGandmani. 2012. Evaluation of yield of some wheat cultivars with respect to sowing date in Nourabad, Momsani. J. Plant Prod. (Sci. J. Agric.). 35 (4): 30-42. (In Persian)

Fatima, Z., Aslam, M. and A. Bano. 2008. Chickpea nitrogen fixation increases production of subsequent wheat in rain red system. Pakistan J. Bot. 40(1): 369-376.

Foulkes, M. J., R. Sylvester-Bradley, and R. K. Scott. 1998. Evidence for differences between winter wheat cultivars in acquisition of soil mineral nitrogen and uptake and utilization of applied fertilizer nitrogen. J. Agric. Sci. (Cambridge). 130: 29-44.

Frederick, J.R., Bauer, P.J., and W.J. Busscher. 2001. Grain yield and yield components of doublecropped winter wheat as affected by wheat and previous soybean production practices. Crop Sci. 41: 778-784.

Gajdosova, S., L. Spichal, M. Kaminek, K. Hoyerova, O. Novak, P.I. Dobrev, and V. Motyka. 2011. Distribution, biological activities, metabolism, and the conceivable function of cis-zeatin-type cytokinins in plants. J. Exp. Bot. 62: 2827-2840.

Ghorbani Javid, M., A. Sorooshzadeh, F. Moradi, S. A. M. Modarre-Sanavy, and I. Allahdadi. 2011. The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. Aust. J. Crop Sci. 5(6): 726-734.

Hall, A.E. 1992. Breeding for heat tolerance. Plant Breed. Rev., 10, 129-168.

Hall, R.D., and L.E. Wiesner. 1990. Relationship between seed vigor tests and field performance of Regard meadow bromegrass. Crop Sci. 30: 967-970.

Hampton, J. M., and D. M. Tekrony. 2005. Handbook of vigour test methods. translated by Dehghanshoar, M. hamidi, A and mobaser, S. Agricultural education publication. (In Persian)

Hampton, J.G., and D.M. Tekrony. 1995. Handbook of vigor test methods. ISTA, Zurich Swirztland.

Hossain, I., Epplin, F.M., and E.G. Krenzer. 2003. Planting date influence on dual-purpose winter wheat forage yield, grain yield, and test weight. Agron. J. 95: 1179-1188.

Ilona Czyczyło- Mysza, I., I. Izabela Marcińska, S. Edyta Skrzypek, K. Cyganek, K. Juzoń1, and M. Karbarz. 2014. QTL mapping for germination of seeds obtained from previous wheat generation under drought. Cent. Eur. J. Biol. 9(4): 374-382.

ISTA, 2013. International rules for seed testing. International Seed Testing Association. Seed Sci. Technol. 21:160-186.

www.SID.ir

Archive of SID

Jami Al-Ahmadi, M. and M. Kafi. 2007. Cardinal temperatures for germination of *Kochia scoparia* L. J. Arid Environ. 68:308-314.

Kafi, M., and M. Rustami. 2009. Effect of drought stress on yield, yield components and oil percentage of safflower cultivars under saltwater irrigation conditions. Iranian J. Agric. Res. 5 (1): 132-112. (In Persian)

Karssen, C.M. and H.W.M. Hillhourst. 1992. Chemical environment of seed germination. Pp 327-348. In: M. Fenner (Ed). Seeds: the ecology of regeneration in plant Communities. Walling ford, CAB International.

Khan, A. Z., H. Khan, A. Ghoneim, R. Khan, and A. Ebid. 2007. Seed quality and vigor of soybean as influenced by planting date, density and cultivar under temperate environment. Int. J. Agric. Res. 2(4): 368-376.

Khoramdel, S., A. Nezami, and A. Mollafilabi. 2014. Evaluation of Germination Characteristics for some Khorasan's Cumin (*Cuminum cyminum* L.) Seed Landraces under Fall Planting Dates. Res. Crop Ecosys. 1(1): 55-67. (In Persian)

Mehrabi Olaadi, A.S., B. Yazdi Samadi, M.R. Naghavi, M. Omidi, and R. Tavakol Afshari, 2007. Effect of Abesic acid and Chitin on seed germination and growth of wheat seedlings under salinity stress. J. Res. Construction. 20 (4): 83-93. (In Persian)

Modarresi, M., W. A. Mohamadi, A. A. Zali, and M. Mardi. 2011. Indices of heat stress tolerance in wheat. Iranian J. Crop Sci. 42(3): 465- 474. (In Persian)

Moral, L.F.G., Y. Rharrabti, D. Villegas, and C. Royo. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediteranean conditions. Agron. J. 95: 266-274.

Morrison, M.J. 1993. Heat stress during reproduction in summer rape. Can. J. Bot. 71: 303–308.

Mottaghi, S., M. Najafi noori, A. H. Shirani rad, A. Hamidi, and F. GHooshchi. 2012. Effect of delayed planting on seed vigour of spring rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars by Standard germination test. Iranian J. Seed Sci. Technol. 1(2): 147-160. (In Persian)

Polowick, P.L. and V.K. Sawhney. 1998. High temperature induced male female sterility in canola (*Brassica napus* L.) Ann. Botand London. 62:83.

Poormombeini, S. 2011. Effect of Planting date and Nutritional solution on growth of Strawberry (Varity selva &Kamaroza) in Ahvaz Climate. Master's Thesis, Shahid Chamran of Ahwaz University. (In Persian)

Rashidi, S., H. Abbasdokht, A. Gholami, and R. Tavakolafshari. 2018. Effect of gibberellin and cytokinin on improvement of germination and degraded traits of maize varieties. Crop Physiol. J. 9 (34). 79-96. (In Persian)

Rassam, G., and A. Dadkhah. 2013. The Effect of drought Stress on germination and heterotrophic seedling growth characteristics of Lentil (*Lens culinaris* Medik). J. Agron. Sci. 6(9): 13-24. (In Persian)

Sarami, R., H. Omidi, and A. A. Bostani. 2016. Effect of auxin and cytokinin on some morphophysiological characteristics of seedlings and germination of stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*). Iranian J. seed Res . 3(2): 57-70. (In Persian)

Saraswathy, S. and C. Dharmaingam. 1992. Mother crop nutrition influencing seed quality of mustard (*Brassica juncea*) grown in the western tract of Tamil Nadu. Seed Res. 20: 88-91. (In Persian)

Sawan, Z. M., B. R. Greeg, and S. E. Yousef. 1998. Influence of nitrogen fertilisation and foliar-applied of p;ant growth retardants and zinc on cotton seed yield, viability and seedling vigour. Seed Sci. Technol. 26: 393-404.

Seyedahmadi, S A. 2013. Evaluation of germination and vigour of parent rape seed which optained in terminal heat and drought stress. 5(17). 61-75. (In Persian)

Singh, R.R., V.P. Sharma, and R.K. Jain. 2005. A planting time and mulching influenced vegetative and reproductive traits in strawberry (*Fragaria ananassa* Duch) in India. Fruits. 60:395-403.

Soltani, A., S. Galeshi, E. Zainali and N. Latifi. 2001. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Sci. Technol. 30: 51-60. (In Persian)

Soltani, E., B. Kamkar, S. Galeshi, and F. Akram-Ghaderi. 2008. The effect deterioration of Seed on the seed and of the depletion of growth of heterotrophic of wheat. J. Agric. Sci. Natural Res. 15(1): (In Persian)

www.SID.ir

Archive of SID

Szira, F., A.F. Balint, A. Borner, and G. Galiba. 2008. Evaluation of drought-related traits and screening methods at different developmental stages in spring barley. J. Agron. Crop Sci. 194: 334-342.

Tang, G., W. Song, L. Xu, Z. Jin, K. Subrahmaniyan, and W. Zhou. 2006. Sowing seasons and drying methods during post-harvest influence the seed vigor of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Acta Physiol. Plantarum. *28*(3): 273-280.

Wang, W., B. Vinocur, and A. Altman. 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme tempretures: toward genetic engineering for stress tolerance. Planta. 218: 1 – 14.

Warraich, E.A., S.M.A. Basra, N. Ahmad, R. Ahmed and M. Aftab. 2002. Effect of nitrogen on grain quality and vigour in wheat (*Triticum aestivum* L.). Int. J. Agric. Biol. 4(4): 517-520.

Zakaria, M.S., H.F. Ashraf, and E.Y. Serag. 2009. Direct and residual effects of nitrogen fertilization, foliar application of potassium and plant growth retardant on Egyptian cotton growth, seed yield, seed viability and seedling vigor. Acta Ecologica Sinica. 29: 116-123.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir