Archive of SID

اثرتنش سرمازدگی در مراحل مختلف فنولوژیک بر رشد و عملکرد نخود سیاه

محمد رضا چائی چی[۱] و سعیده ملکی فراهانی [۲]

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش موقت سرما در مراحل مختلف فنولوژیک بر ویژگی های رویشی و زایشی نخود سیاه (تیپ دسی)، تعداد ۵ نمونه ازاکوتیپ های موجود در کلکسیون طرح حبوبات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران در مراحل مختلف رشد (شش برگی، ابتدای گلدهی، آغاز غلافبندی و آغاز پرشدن دانه) تحت تنش سرمازدگی قرار گرفتند. تنش سرمازدگی باعث کاهش ارتفاع و افزایش تعداد شاخه در گیاه گردید. اعمال تنش در مراحل مختلف رشد، وزن زیست توده و تعداد غلاف در بوته نخود را نسبت به شاهد (بدون تنش) کاهش داد. تنش سرمازدگی در مراحل رشد زایشی نخود (ابتدای گلدهی و آغاز غلافبندی) اثرات منفی شدیدتری بر روی عملکرد دانه (به ترتیب ۱/۰۶۳ و ۱/۰۷ گرم در بوته) و اجزای عملکرد نسبت به مرحله ابتدایی رشد (۱/۱۹٤ گرم در بوته) داشت. واکنش اکوتیپ های مختلف نخود نسبت به تنش در مراحل مختلف رشد متناسب با ویژگی های ژنتیکی آنها و شرایط آب و هوایی محل جمع آوری با یکدیگر متفاوت بود. اکوتیپ ٤۲٦۹ با تولید زیست توده هوایی بیشتر (۵/۷۷ گرم در بوته) و به تبع آن تامین مواد فتوسنتزی زیادتر توانست با تولید دانه های ریزتر و با دارا بودن ویژگی هایی مانند تولید بیشتر بذر در غلاف (۰/۷۹) و بذر در بوته (۱٦/٤٦)، نسبت به سایر اکوتیپ های مورد بررسی مقدار دانه بیشتری در بوته در شرایط تنش سرمازدگی تولید نماید. مرحله R_2 (آغاز غلافبندی) حساسترین مرحله رشد گیاه نسبت به تنش سرماست و تنش در مرحله R_3 (مرحله پرشدن دانه) که اواخر دوره رشد گیاه است تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه در بوته نداشت. با توجه به واکنش اکوتیپ ٤۲٦۹ نسبت به تنش سرمازدگی می توان از این اکوتیپ در کشت زمستانه استفاده کرد. در مورد اکوتیپ های حساس باید تاریخ کاشت را طوری تنظیم کرد که گیاه در مرحله گلدهی و غلافبندی با سرمای دیررس بهاره مواجه نگردد.

کلید واژه ها: نخود سیاه، تنش سرمازدگی ، مراحل رشد، عملکرد بذر، اجزاء عملکرد

مقدمه

دانه حبوبات با داشتن حدود ۳۲- ۱۸ درصد پروتئین نقش مهمی در تامین مواد پروتئینی مورد نیاز انسان دارند (۳). ایران طبق آمار سال ۲۰۰۳ فائو از نظر سطح زیر کشت در مقام سوم در دنیا و از نظر تولید کل مقام چهارم دنیا را احراز کرده است (۱۱). نخود یکی از مهمترین محصولات زراعی است که در مناطق سردسیر و نیمه خشک ایران کشت می شود. عامل محدود کننده تولید در این مناطق عوامل اقلیمی (سرما و خشکی) و ژنوتیپ می باشد (۲۲). گیاهان زراعی تنها زمانی می توانند کمترین ریسک شوند که در شرایط دمایی نزدیک به دمای مناسب برای هر یک از مراحل نموی گیاه طی فصل رشد مورد کشت و کار قرار گیرند (۵).

تولید نخود در چهار منطقه اصلی جغرافیایی در جهان انجام می گیرد. این مناطق عبارتند از شبه قاره هند، غرب آسیا – شمال آفریقا (وانا)[۳] ، شرق آفریقا و آمریکا. تنش درجه حرارت پایین معمولا در منطقه غرب آسیا- شمال آفریقا وجود دارد که احتمال وقوع آن با تغییر تاریخ کاشت از بهار به زمستان و همچنین با افزایش ارتفاع مناطق تولید

۱- دانشیار گروه زراعت پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (rchaichi@ut.ac.ir)

۲-دانشجوی دوره دکتری زراعت، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

3- West Asia and North Africa (WANA)

تاریخ دریافت: ۸۴/۴/۸

تاریخ پذیرش: ۸۶/۳/۲۱

www.SID.ir

Archive of SID

نخود، افزایش می یابد (۱). آیولد و همکاران[1] (۶) در تحقیقی بر روی اثر تاریخ کاشت و درجه حرارت بر جوانه زنی، سبز شدن و عملکرد دانه نخود گزارش کردند که بالاترین درصد جوانه زنی و طویلترین ریشه ها در ۲۰ درجه سانتی گراد بدست می آید و اکوتیپ های نخود از نظر جوانه زنی تحت شرایط سرما در آزمایشگاه با هم تفاوتی ندارند. سرینی واسان و همکاران[2] (۲۴) اظهار داشتند که دماهای پایین در زمان گلدهی باعث ریزش گل در بیشتر اکوتیپ های نخود می شود. مشاهدات مزرعه ای در ماههای آذر و دی و همچنین آزمایشات انجام شده در اتاقک رشد در درجه حرارتهای ۱۵ درجه در روز و ۵ درجه سانتی گراد در شب نشان داد که تنوع ژنتیکی شدیدی بین اکوتیپ های نخود به لحاظ شکل ظاهری گل، قدرت تولید و رشد گامت های جنسی (قدرت جوانه زنی، اندازه دانه گرده و تخمدان) و نحوه عمل آنها (جوانه زدن گرده و رشد لوله آن، قدرت باروری و زنده ماندن تخمدان و غیره) وجود دارد. همچنین سرینی واسان و همکاران (۲۳) بیان داشتند که بیشتر کولتیوارهای کاشته شده نخود در مناطقی که دما به زیر ۱۰ درجه سانتی گراد کاهش می یابد به گلدهی ادامه می دهند اما غلافها بارور نمی شوند. در تحقیقاتی که در حیصار[3] (یک منطقه نیمه گرمسیری) در شمال هند، برای تعیین خسارت تنش سرمازدگی و تشخیص تنوع ژنتیکی در تولید غلاف و تشکیل بذر در دمای پایین بر روی اکوتیپ های نخود انجام گرفت، از اکوتیپ های زودرس و دیررس استفاده شد. همزمان با آغاز گلدهی تمام اکوتیپ ها در معرض تنش سرمازدگی قرار گرفتند تا مقاومت به سرمای آنها ارزیابی شود. تنوع ژنتیکی شدیدی هم در مزرعه و هم در محیطهای کنترل شده مشاهده گردید (۲۳). دو لاین اصلاح شده پیشرفته زودرس (۸۸۵۰۲ و ICCV ۸۸۵۰۳) به تعداد مناسب غلافهای بارور در دوره های کوتاه سرما تولید کردند، اما رشد دانه در آنها محدود بود. مطالعات انجام شده بر روی چند اکوتیپ نخود در محیط کنترل شده نشان داد که اگر درجه حرارت روز از ۲۰ درجه سانتی گراد تجاوز نماید، غلاف ها می توانند در شب در ۵-۰ درجه سانتی گراد نیز تشکیل شوند (۲۳). در تحقیقات بعمل آمده بر روی اکوتیپ های مقاوم و حساس نخود در کشت زمستانه و بهاره، کلیه اکوتیپ های حساسی که در ماه اکتبر کاشته شده بودند در اثر سرمازدگی نابود شدند. این پدیده مبیین آنست که گیاه در مراحل انتهایی رشد رویشی در مقایسه با مراحل ابتدایی آن نسبت به سرما حساستر است (۱۷). در مناطق دارای آب و هوای مدیترانه ای جنوب غربی استرالیا عملکرد نخود در اثر سرمازدگی در طی دوره گلدهی کاهش می یابد که علت آن عقیم شدن گلها گزارش شده است (۱۵). اگرچه کشت تاخیری در صد عقیمی گل و پوکی غلاف را که در ارتباط با دماهای پایین است، کاهش می دهد اما کاهش عملکرد بذر معمولا با کاهش رطوبت خاک محدود می شود که در مناطق مدیترانه ای پدیده ای معمول است (۲۶). گلدهی زود هنگام عملکرد خوبی خواهد داد زیرا نمو غلاف و پر شدن دانه زودتر شروع می شود و از تنش رطوبت نهایی خاک احتراز می کند (۱۳). بنابراین مقاومت به سرمازدگی در مرحله گلدهی در نخود خصوصا در مناطق مدیترانه ای اهمیت دارد. زیرا در این مناطق به منظور سود بردن از مزایای کاشت زود هنگام (استفاده بیشتر از رطوبت خاک)، گیاه بیشتر در معرض سرمای بهاره در دوره گلدهی قرار می گیرد. امروزه مهمترین اهداف اصلاح نخود عبارتند از افزایش عملکرد اکوتیپ های موجود از طریق افزایش قابلیت های ژنتیکی و یا حذف اثرات زیانبار بیماریها، آفات، خشکی و سرما. تولید و یا انتخاب

1- Auld *et al.*
2- Srinivasan *et al.*
3- Hisar

www.SID.ir

Archive of SID

اکوتیپ های زودرس که دارای مقاومت چند جانبه نسبت به تنش های زنده و غیرزنده می باشند برای پاسخگویی به نیاز کشاورزان الزامی است (۱۷).

کشت نخود در منطقه کرج یا بصورت کشت پنهان[1] (انتظاری) در آذر ماه صورت می گیرد و یا در اسفند ماه پس از پایان یخبندان زمستان انجام می شود (۴). در هر دو حالت این گیاه در طول دوره رویش در معرض سرمای بهاره قرار می گیرد. تنش موقت سرما در طول دوره رشد گیاه می تواند اثرات متفاوتی را در الگوی رشد و چگونگی عملکرد آن داشته باشد. در بررسی مطالعات انجام شده پیشین تحقیق بر روی واکنش رشد رویشی و زایشی نخود سیاه نسبت به تنش موقت سرما (که در مناطق کشت نخود بصورت سرمای بهاره اتفاق می افتد) کمتر به چشم می خورد. لذا در این بررسی هدف آن بود که واکنش اکوتیپ های امید بخش نخود سیاه که در مطالعات قبلی محصول بیشتری را نسبت به سایر ارقام تولید کرده بودند، نسبت به تنش مقطعی سرما مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی مقاومت به سرمای موقت ۵ اکوتیپ[2] از اکوتیپ های امید بخش نخود سیاه (تیپ دسی)، آزمایشی در گلخانه طرح حبوبات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران صورت گرفت. آزمایش به صورت اسپلیت پلات و در قالب بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار پیاده شد. پنج اکوتیپ نخود سیاه به شماره های (پیروز) ۵۴۳۶، (کاکا) ۵۱۳۲، ۴۳۴۸، ۴۲۶۹ و ۴۴۸۸ موجود در کلکسیون طرح حبوبات دانشکده کشاورزی که در مطالعه پوستینی (۲) به عنوان بهترین ارقام معرفی شده بودند به عنوان پلات اصلی و ۵ مرحله تنش سرمازدگی شامل: شاهد (بدون تنش)، V (تنش در مرحله ۶ برگی)، R_1 (تنش در مرحله آغاز گلدهی) R_2 (تنش در مرحله آغاز غلافبندی) و R_3 (تنش در مرحله پر شدن دانه) به عنوان پلاتهای فرعی در نظر گرفته شدند برای کشت از گلدانهای سفالی (با ظرفیت ۳ کیلو گرم خاک) استفاده شد و ۲۶۳۷ گرم خاک با بافت ماسه ای رسی لومی (شن: ۵۵/۶٪، رس: ۲۳/۶٪ و سیلت: ۲۰/۸٪) در هر گلدان ریخته شد. خاک مورد استفاده قبل از پر شدن در گلدانها به لحاظ عناصر معدنی مورد نیاز آزمایش و با مقدار کود لازم مخلوط گردید کلیه اکوتیپ های نخود سیاه در تاریخ ۷۸/۹/۵ در هر گلدان به تعداد ۵ بذر و در گلخانه کشت شدند و تا انتهای دوره رشد کلیه تیمارها بطور یکسان آبیاری شدند. نظر به اینکه اکوتیپ های مورد مطالعه به لحاظ وقوع پدیده های فنولوژیک با هم یکسان بودند، پس از رسیدن آنها به مرحله ۴ برگی گیاهان هر تیمار در حد ۲ بوته در گلدان تنک گردیدند.

برای اجرای آزمایش از یک گلخانه شیشه ای مجهز به سیستم گرم کننده استفاده شد. در داخل گلخانه هیچ گونه تیمار روشنایی خاصی اعمال نگردید. با بستن دریچه های سقفی گلخانه در شب سعی شد تا ضمن تعدیل شرایط حرارتی داخل گلخانه نسبت به محیط طبیعی خارج، مقدار جریان هوا به حداقل ممکن کاهش یابد. چنانچه در طول روز (خصوصا" از ساعت ۱۲ الی ۳ بعد از ظهر) درجه حرارت گلخانه نسبت به محیط خارج افزایش محسوس می یافت، با استفاده از سیستم خنک کننده و باز کردن دریچه ها درجه حرارت داخل مجددا" تعدیل می شد. درجه حرارت گلخانه در طول دوره رشد گیاهان در حد ۲±۱۲ درجه سانتی گراد و مقدار رطوبت نسبی آن در حد ۵٪±۶۵٪ متغیر بود. آبیاری تیمارها تا پایان رشد فیزیولوژیک (زمانی که افزایش ماده خشک متوقف می شود و فتوسنتز خالص برابر صفر می شود) ادامه پیدا کرد و کلیه بوته ها در تاریخ ۷۹/۳/۲۷ برداشت شدند. برای

1- Hidden Culture
2- Accession

www.SID.ir

Archive of SID

اعمال تنش موقت سرما در هریک از مراحل فنولوژیک مورد نظر، ابتدا به منظور تطابق گیاه با شرایط طبیعی، کلیه گلدانهای حاوی هر تیمار برای مدت ۲۴ ساعت به محیط خارج گلخانه انتقال یافتند. با توجه باینکه محدوده دماهای سرمازدگی در مناطق کشت نخود بین ۱/۵ و ۱۵ درجه سانتی گراد می باشد (۱۲)، پس از سپری شدن دوره تطابق، کلیه تیمارها به سردخانه منتقل شدند و به مدت ۳۶ ساعت در دمای ۲±۴ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. در این آزمایش صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، وزن خشک شاخ و برگ، تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در غلاف، تعداد بذر در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد بذر در بوته اندازه گیری شد. محاسبات آماری توسط نرم افزار MSTATC انجام شد و نمودارهای مربوطه توسط برنامه Excel رسم گردید. میانگین ها نیز به روش LSD در سطح ۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

اثر اکوتیپ، مراحل تنش سرمازدگی و اثرات متقابل آنها (در سطح ۱٪) بر روی ارتفاع بوته معنی دار بود (جدول ۱). رقم (پیروز) ۵۴۳۶ بطور میانگین در سطوح مختلف تنش، ارتفاع کمتری نسبت به ۴ اکوتیپ دیگر (کاکا) ۵۱۳۲، ۴۳۴۸، ۴۲۶۹ و ۴۴۸۸ داشت (جدول۲). تنش سرمازدگی در مرحله V (۶ برگی) و R_2 (آغاز غلافبندی) روی ارتفاع بوته اثر معنی داری نشان داد به طوری که ارتفاع بوته نسبت به شاهد (بدون تنش) کاهش یافت. در مراحل R_2 و R_3 ارتفاع بوته با شاهد (بدون تنش) اختلاف معنی داری نشان نداد (جدول ۲). به نظر می رسد در مرحله R_3 که مرحله رشد زایشی گیاه است تنش سرمازدگی روی ارتفاع اثری نمی گذارد چون تقریبا گیاه رشد رویشی را به پایان رسانده و تنش روی آن که یک صفت رویشی است اثر نمی گذارد. ارتفاع بوته اکوتیپ ۴۲۶۹ تحت تاثیر تیمار سرمازدگی در مرحله R_2 (آغاز غلافبندی) افزایش یافت ولی ارتفاع سایر اکوتیپ ها در مرحله R_2 نسبت به شاهد (بدون تنش) اختلاف معنی دار داشت و کاهش یافت.

افزایش ارتفاع بوته علاوه بر افزایش زیست توده که به طور غیر مستقیم روی عملکرد بذر موثر است، عملیات برداشت مکانیزه نخود را نیز تسهیل می نماید (۱۷). میانگین ارتفاع بوته تمام اکوتیپ ها در مرحله V (۶ برگی) نسبت به شاهد (بدون تنش) کاهش یافت (جدول ۳).

بنابراین تنش در مرحله V (۶ برگی) باعث کاهش ارتفاع بوته شده است. به لحاظ اینکه نخود یک گیاه رشد محدود است و معمولا حداکثر افزایش ارتفاع را در مرحله رشد رویشی بدست می آورد، بنابراین تنش در مرحله رشد رویشی باعث نقصان در افزایش ارتفاع آن می شود اما تنش در مراحل زایشی روی ارتفاع گیاه اثر نمی گذارد. کریستیانسن و استی جان[1] (۸) نیز اظهار داشته اند که سرمازدگی در مراحل اولیه رشد باعث کاهش ارتفاع بوته می شود.

تعداد شاخه در بوته

اثر اکوتیپ نخود سیاه، مراحل تنش سرمازدگی و اثرات متقابل آنها در سطح ۱٪ بر روی تعداد شاخه در بوته معنی دار شد (جدول ۱). رقم (پیروز) ۵۴۳۶ به طور میانگین تعداد شاخه در بوته بیشتری (۱۱ شاخه در بوته) نسبت به اکوتیپ های دیگر داشت و اکوتیپ ۴۴۸۸ کمترین تعداد شاخه را (۶ شاخه در بوته) تولید کرد (جدول ۲). تنش سرمازدگی در مرحله V باعث شد که بطور میانگین تعداد شاخه در بوته نسبت به شاهد (بدون تنش) افزایش یابد. ولی تنش در مرحله R_2 تعداد شاخه را نسبت به شاهد (بدون تنش) کاهش داد (جدول ۲).

1- Christiansen & St John

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس اثر اکوتیپ و مراحل مختلف تنش سرمازدگی بر روی خصوصیات رویشی و زایشی ۵ اکوتیپ نخود سیاه

منابع تغییر / صفات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد شاخه در بوته	وزن خشک ساقه	تعداد غلاف در بوته	تعداد بذر در غلاف	تعداد بذر در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بذر (گرم)
اکوتیپ های نخود سیاه	۴	۱۰۰/۵۵۰**	۵۹/۸۴۱**	۷/۲۰۵**	۶۶/۶۷۴$^{n.s}$	۰/۲۰۱**	۱۲۳/۶۵۴**	۱۱۵۸/۳۷۵**	۰/۸۳۴**
مراحل تنش سرمازدگی	۴	۴۹/۷۰۷**	۱۲/۱۱۴**	۳/۳۸۷**	۱۰۴/۱۹۶**	۰/۰۷۸**	۵۳/۲۴۲**	۵۶۳/۴۵۷**	۱/۰۴۵**
اکوتیپ نخود سیاه × مراحل مختلف تنش سرمازدگی	۱۶	۸۰/۲۷۷**	۲۸/۳۷۶**	۶/۵۹۱**	۱۲۳/۵۰۲**	۰/۱۳۹**	۹۵/۸۲۶**	۱۵۷۴/۴۰۱**	۱/۴۹۵**

** اثر معنی داری تیمار در سطح ۱٪، n.s اثر تیمار معنی دار نیست.

جدول۲- مقایسه میانگین$^{\times}$ صفات مختلف اکوتیپ های نخود سیاه و مراحل مختلف تنش سرما

تیمار / صفات	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد شاخه در بوته	وزن خشک ساقه (گرم)	تعداد غلاف در بوته	تعداد بذر در غلاف	تعداد بذر در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بذر (گرم)
اکوتیپ های نخود سیاه								
پیروز ۵۴۳۶	۳۰/۳۵۳^{b}	۱۱/۱۹۸^{a}	۴/۲۴۲^{b}	۱۴/۹۱۹^{a}	۰/۵۶۷^{b}	۹/۸۲۹^{cd}	۸۴/۵۰۲^{ab}	۱/۱۹۴^{b}
کاکا ۵۱۳۲	۳۵/۹۳۲^{a}	۷/۳۷۶^{cd}	۴/۲۷۹^{b}	۲۰/ ۰۵۰^{a}	۰/۷۲۴^{a}	۱۲/۷۳۷^{b}	۹۸/۸۰۲^{a}	۱/۳۰۳^{b}
۴۳۴۸	۳۷/۲۱۶^{a}	۸/۶۰۴^{bc}	۵/۰۳۳^{ab}	۱۹/۴۱۴^{a}	۰/۵۲۳^{b}	۱۲/۰۵۹^{bc}	۹۱/۳۹۲^{a}	۱/۰۵۸^{b}
۴۲۶۹	۳۵/۳۹۸^{a}	۹/۳۰۹^{b}	۵/۷۷۷^{a}	۲۰/۱۱۶^{a}	۰/۷۹۴^{a}	۱۶/۴۵۷^{a}	۸۹/۴۷۲^{a}	۱/۶۹۵^{a}
۴۴۸۸	۳۵/۳۰۱^{a}	۵/۸۸۳^{d}	۴/۱۵۶^{b}	۱۸/۲۳۹^{a}	۰/۵۵۶^{b}	۸/۹۴۵^{d}	۷۴/۷۷۵^{b}	۱/۲۴۳^{b}
مراحل تنش سرما								
شاهـــد(بدون تنش)	۳۵/۹۵۰^{a}	۸/۰۲۸^{bc}	۵/۳۳۱^{a}	۲۱/۶۲۹^{a}	۰/۶۱۰^{b}	۱۳/۲۳۴^{ab}	۸۸/۳۱۱^{bc}	۱/۵۱۴^{a}
V (تنش در مرحله ۶ برگی)	۳۲/۳۵۳^{b}	۹/۶۶۵^{a}	۴/۴۸۰^{bc}	۱۶/۴۱۹^{b}	۰/۷۱۱^{a}	۱۱/۸۹۵^{ab}	۹۰/۱۸۲^{ab}	۱/۱۹۴^{b}
R_1 (تنش در مرحله آغاز گلدهی)	۳۵/۸۴۸^{a}	۹/۰۹۰^{ab}	۴/۲۱۱^{c}	۱۷/۱۲۳^{b}	۰/۷۱۴^{a}	۹/۶۷۵^{b}	۹۶/۳۹۱^{a}	۱/۶۵۰^{a}
R_2 (تنش در مرحله آغاز غلافبندی)	۳۳/۴۴۴^{b}	۷/۰۹۰^{c}	۴/۴۰۴^{bc}	۱۶/ ۳۴۵^{b}	۰/۵۶۵^{b}	۱۰/۷۲۹^{b}	۸۴/۱۳۵^{bc}	۱/۰۶۳^{b}
R_3 (تنش در مرحله پر شدن دانه)	۳۶/۶۰۶^{a}	۸/۴۹۷^{ab}	۵/۰۶۱^{ab}	۲۱/۲۲۳^{a}	۰/۵۶۴^{b}	۱۴/۴۳۰^{a}	۷۹/۹۲۵^{c}	۱/۰۷۰^{b}

* میانگین های مربوط به هر صفت در تیمارهای مختلف که دارای حروف مشترک می باشند در سطح ۵٪ تفاوت معنی دار ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- اثرات متقابل تیمارهای سرما و اکوتیپ بر روی صفات مختلف نخود سیاه

مراحل تنش	اکوتیپ	ارتفاع بوته	تعداد شاخه در	وزن خشک	تعداد غلاف در	تعداد بذر در غلاف	تعداد بذر در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بذر (گرم)
شاهـــــد (بدون تنش)	۵۴۳۶	۳۴/۳	۱۶/۶۱	۶/۳۷	۱۶/۷۴	۰/۶۹۵	۱۳/۸۳	۹۴/۱۱	۲/۷۴
	۵۱۳۲	۳۷/۳	۵/۹۴	۴/۹۲	۲۳/۰۷	۰/۶۳	۱۱/۴۹	۱۲۲/۱۸	۱/۴
	۴۳۴۸	۳۵/۵۴	۸/۶۸	۷/۷۹	۲۴/۶۸	۰/۶۱	۱۵/۳۴	۹۴/۴۶	۱/۴۹
	۴۲۹۶	۳۳/۸۷	۴/۶۸	۳/۴۳	۲۳/۵۱	۰/۳۴	۱۰/۱۷	۴۶/۷۶	۰/۶۶
	۴۴۸۸	۳۸/۷۲	۴/۲	۴/۱۲	۲۰/۱۳	۰/۷۶	۱۵/۳۱	۸۴/۰۲	۱/۲۶
V (تنش در مرحله ٦ برگی)	۵۴۳۶	۲۸/۲۲	۱۱/۲	۳/۵۷	۱۶/۸	۰/۶۶۷	۱۴/۶۵	۷۲/۶۵	۰/۵۲
	۵۱۳۲	۳۷/۳	۷/۲۸	۴/۲۱	۱۵/۹	۰/۷۸	۱۲/۶۶	۹۵/۲۹	۱/۱۹
	۴۳۴۸	۳۳/۱۳	۷/۲۸	۴/۲۸	۲۱/۹	۰/۴۸	۱۰/۹۹	۸۰/۹۷	۱/۳۱
	۴۲۹۶	۲۷/۲۱	۱۳/۰۲	۶/۲۴	۱۴/۵۱	۱/۱۲	۱۸/۰۱	۱۰۲/۹	۱/۸۴
	۴۴۸۸	۳۵/۸۹	۹/۵۳	۴/۰۷	۱۲/۹۶	۰/۴۹	۳/۱۵	۹۹/۰۸	۱/۰۹
R_1 (تنش در مرحله آغاز گلدهی)	۵۴۳۶	۲۵/۸	۸/۲۸	۴	۲/۲۴	۰/۴۷۱	۱/۴۹	۵۸/۴	۰/۷۴
	۵۱۳۲	۴۱/۵۴	۱۰/۶۸	۲/۶۸	۲۲/۵۱	۰/۹۳	۱۴/۳۴	۱۱۰/۷۴	۱/۶۳
	۴۳۴۸	۴۰/۰۳	۹/۹۹	۴/۲۳	۱۶/۴۸	۰/۹	۱۳/۲۸	۱۱۱/۳۵	۱/۵۱
	۴۲۹۶	۳۲/۳	۱۲/۹۴	۶/۵۸	۱۵/۴	۰/۱۷۹	۱۲/۴۳	۱۲۵/۲۱	۲/۲۱
	۴۴۸۸	۳۹/۵۵	۳/۵۳	۳/۵۵	۲۸/۹۶	۰/۴۷	۶/۸۱	۷۶/۲۳	۲/۱۳
R_2 (تنش در مرحله آغاز غلافبندی)	۵۴۳۶	۳۲/۶۳	۶/۹۴	۲/۸۴	۱۸/۰۷	۰/۵۱۳	۹/۳۳	۱۱۶/۵۸	۱/۱۴
	۵۱۳۲	۲۷/۸۷	۷/۰۲	۴/۱۹	۱۴/۱۸	۰/۷۴	۸/۰۱	۸۰/۵۱	۰/۷
	۴۳۴۸	۳۳/۸۷	۵/۶۸	۳/۴۸	۷/۸۷	۰/۲۱	۳/۳۴	۷۲/۵۴	۰/۲۸
	۴۲۹۶	۴۶/۲۱	۹/۶۸	۸/۱۹	۲۷/۳۴	۰/۹۸	۲۷/۸۴	۱۰۳/۸۸	۲/۷۵
	۴۴۸۸	۲۶/۶۱	۶/۱۱	۳/۳۱	۱۴/۲۷	۰/۳۶	۵/۴۲	۴۷/۱۵	۰/۴۳
R_3 (تنش در مرحله پر شدن دانه)	۵۴۳۶	۳۰/۸	۱۲/۹۴	۴/۴	۲۰/۷۴	۰/۴۹	۹/۸۳	۸۰/۷۶	۰/۸
	۵۱۳۲	۳۵/۶۳	۵/۹۴	۵/۳۸	۲۴/۵۷	۰/۵۲	۱۷/۱۶	۸۵/۲۶	۱/۵۸
	۴۳۴۸	۴۳/۴۸	۱۱/۳۶	۵/۳۷	۲۶/۱۵	۰/۴	۱۷/۳۲	۹۷/۶۱	۰/۶۷
	۴۲۹۶	۳۷/۳۹	۶/۲	۴/۴۳	۱۹/۸	۰/۷۲	۱۳/۸۱	۶۸/۵۹	۱
	۴۴۸۸	۳۵/۷۱	۶/۰۲	۵/۷۱	۱۴/۸۴	۰/۶۷	۱۴/۰۱	۶۷/۳۸	۱/۲۸
LSD (P=0.05)		۴/۱۹	۲/۹۵	۱/۸۱۲	۲/۷۰۹	۰/۲۲۹	۶/۰۵۳	۲۳/۹۳۴	۰/۵۹

www.SID.ir

Archive of SID

رقم (پیروز) ۵۴۳۶ در تیمار شاهد (بدون تنش) و R_3 بیشترین تعداد شاخه در بوته را داشت. تعداد شاخه در بوته اکوتیپ های مختلف در مرحله V اختلاف معنی داری با شاهد (بدون تنش) نشان داد به طوری که در این مرحله تعداد شاخه در بوته افزایش یافت. اکوتیپ ۴۴۸۸ بیشترین حساسیت را نسبت به تنش سرمازدگی در این خصوص در مرحله R_1 (آغاز گلدهی) نشان داد و تعداد شاخه آن نسبت به سایر اکوتیپ ها بطور معنی داری کاهش یافت (جدول ۳).

کاهش ارتفاع بوته و افزایش تعداد شاخه در بوته در برخی اکوتیپ ها نشان می دهد که این اکوتیپ ها به تنش سرمازدگی حساس می باشند. اکوتیپ های مناسب برای کشت زمستانه از ارتفاع بیشتر و تعداد شاخه کمتری برخوردارند (۱۴). لذا اکوتیپ هایی که با تنش سرما مواجه شدند و ارتفاع بوته شان کاهش و تعداد شاخه در بوته شان افزایش یافت برای کشت بهاره مناسب اند اثر تنش سرمازدگی در مرحله رشد رویشی بر روی تعداد شاخه در بوته نسبت به مراحل زایشی بیشتر بود. در اکوتیپ ۴۲۶۹ بر خلاف سایر اکوتیپ ها با تنش سرمازدگی در مراحل R_1 , V, و R_2 تعداد شاخه در بوته نسبت به شاهد (بدون تنش) افزایش یافت (به ترتیب ۱۳، ۱۲ و ۹ در مقابل ۴ شاخه در بوته) که این پدیده مبین تنوع ژنتیکی شدید بین اکوتیپ های مورد بررسی در این تحقیق می باشد. حساسیت هر یک از مراحل رشدی به سرمازدگی به ژنوتیپ گیاه بستگی دارد (۱۰).

وزن خشک شاخ و برگ (ساقه)

اثر اکوتیپ نخود سیاه، مراحل تنش سرما زدگی و اثر متقابل اکوتیپ در مراحل مختلف تنش سرمازدگی روی وزن خشک شاخ و برگ (در سطح ۱٪) معنی دار شد (جدول ۱). اکوتیپ ۴۲۶۹ با ۶ گرم میانگین وزن خشک در سطوح مختلف تنش بیشترین وزن خشک را نسبت به اکوتیپ های دیگر داشت (جدول ۲). تنش سرمازدگی در مراحل R_1, V و R_2 به طور میانگین باعث کاهش وزن خشک نسبت به شاهد (بدون تنش) شد (جدول ۳).

وزن خشک اکوتیپ های مختلف در مراحل R_1، V و R_2 با شاهد (بدون تنش) اختلاف معنی داری نشان داد درحالیکه وزن خشک اکوتیپ ۴۲۶۹ در این مراحل نسبت به شاهد (بدون تنش) افزایش یافت (جدول ۲). افزایش وزن خشک ۴۲۶۹ را می توان به افزایش ارتفاع و تعداد شاخه در بوته بیشتر آن نسبت داد. خصوصیات ژنتیکی و شرایط خاص محیطی که این اکوتیپ از آن جمع آوری شده می تواند، توجیه کننده واکنش خاص این گیاه نسبت به تنش سرما زدگی باشد (۱۷). وقوع تنش سرمازدگی در مرحله R_3 هیچ گونه تاثیری بر عملکرد زیست توده نخود نداشت. حصول این نتیجه را می توان با توقف یا حداقل کاهش شدید رشد رویشی در این مرحله از زندگی گیاه تبیین نمود. در مراحل رویشی تنش سرما زدگی اثر منفی روی رشد گیاه و تولید ماده خشک دارد. تولید ماده خشک کمتر، رشد زایشی را کاهش می دهد که در عوض عملکرد بالقوه را کاهش خواهد داد.

تعداد غلاف در بوته

اثر اکوتیپ بر روی تعداد غلاف در بوته معنی دار نشد. اثر تنش سرمازدگی و اثر متقابل اکوتیپ نخود سیاه در مراحل مختلف تنش سرمازدگی بر روی تعداد غلاف در بوته (در سطح ۱٪) معنی دار شد (جدول ۱). تنش سرمازدگی در مراحل فعال رشد (R_1, V و R_2) تعداد غلاف در بوته را نسبت به شاهد (بدون تنش) کاهش داد ولی تعداد غلاف در بوته در مرحله R_3 با شاهد (بدون تنش) اختلاف معنی داری را نشان نداد (جدول ۲).

واکنش اکوتیپ های مختلف نخود سیاه نسبت به تنش سرمازدگی درخصوص صفت تعداد غلاف در بوته بسیار متنوع بود به طوری که تعدادی از اکوتیپ ها در واکنش به تنش در یک مرحله خاص

www.SID.ir

Archive of SID

دارای تعداد غلاف بیشتر و تعدادی در همان مرحله تعداد غلاف کمتری را نسبت به شاهد (بدون تنش) تولید کردند. این پدیده با توجه به متفاوت بودن منشاء جمع آوری نخودها و خصوصیات مختلف ژنتیکی آنها خصوصا" واکنش آنها نسبت به سرما قابل توجیه است (جدول ۳).

کاهش تعداد غلاف در بوته در مراحل تنش R_1, V و R_2 حساسیت این مراحل را نسبت به سرما نشان می دهد چرا که ظرفیت گیاه برای تشکیل غلاف و بذر به مقدار فتوسنتز در این مراحل بستگی دارد (۲۴). از طرفی در مرحله V و R_1 تعداد بذر در غلاف در اثر تنش سرمازدگی افزایش یافت. این پدیده بخوبی واکنش گیاه در مقابل شرایط نامساعد بیرونی را تبین می کند و تخصیص انرژی رویشی به زایشی را به نمایش می گذارد (۱۰). در مناطقی که درجه حرارت در دوره رشد نخود به زیر ۱۰ درجه سانتی گراد کاهش می یابد، بسیاری از اکوتیپ های نخود به گلدهی ادامه می دهند ولی غلاف تولید نمی کنند (۲۳). تنوع ژنتیکی و واکنش متفاوت اکوتیپ های مختلف نخود نسبت به سرما در تولید غلاف توسط تحقیقات مختلفی تایید شده است (۲۴). در این خصوص (تولید غلاف) اکوتیپ های زودرس تر نسبت به اکوتیپ های دیر رس برتری نشان می دهند (۲۳). این تنوع واکنش در اکوتیپ های مورد مطالعه در این تحقیق نیز مشاهده گردید بطوریکه تنش موقت سرما در مرحله آغاز گلدهی (R_1) به علت ریزش گلها (۲۳) موجب کاهش تولید غلاف در سه اکوتیپ ۴۳۴۸، ۴۲۶۹ و (پیروز) ۵۴۳۶ شد در حالی که در همین شرایط اکوتیپ ۴۴۸۸ غلاف بیشتری را نسبت به شاهد (بدون تنش) تولید نمود.

تعداد بذر در غلاف

اثر اکوتیپ نخود سیاه، اثر مراحل مختلف تنش سرمازدگی و اثر متقابل آنها بر روی تعداد بذر در غلاف در سطح ۱٪ معنی دار شد. به طور میانگین تعداد بذر در غلاف اکوتیپ های (کاکا) ۵۱۳۲ و ۴۲۶۹ بیشتر از اکوتیپ های (پیروز) ۵۴۳۶، ۴۳۴۸ و ۴۴۸۸ بود (جدول ۲). به طور میانگین تعداد بذر درغلاف در مراحل تنش V و R_1 نسبت به شاهد (بدون تنش) به طور معنی داری افزایش یافت ولی در مراحل R_2 و R_3 تعداد بذر در غلاف نسبت به شاهد (بدون تنش) تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۲).

تعداد بذر در غلاف اکوتیپ ۴۲۶۹ در مراحل مختلف تنش (V, R_1, R_2 و R_3) افزایش معنی داری نسبت به شاهد (بدون تنش) نشان داد. در مرحله V بیشترین تعداد بذر در غلاف مشاهده شد (جدول ۳).

اکوتیپ های (کاکا) ۵۱۳۲ و ۴۳۴۸ بیشترین تعداد بذر در غلاف را بواسطه تنش سرمازدگی در مرحله R_1 (آغاز گلدهی) تولید کردند (شکل ۵). افزایش بذر در غلاف در اکوتیپ های مقاوم در مقایسه با اکوتیپ های حساس در شرایط تنش سرمازدگی می تواند به واسطه قدرت بیشتر دانه گرده در جوانه زنی و رشد لوله آن و همچنین قابلیت باروری تخمدان این اکوتیپ ها در درجه حرارت های پایین باشد (۲۴). با توجه به کاهش ارتفاع و تولید زیست توده در اثر تنش در مراحل R_1 و V به نظر می رسد که گیاه انرژی بیشتری را به فعالیت های زایشی اختصاص می دهد (۱۰).

تعداد بذر در بوته

اثر اکوتیپ نخود سیاه، اثر مراحل مختلف تنش سرمازدگی و اثر متقابل آنها بر روی تعداد بذر در بوته در سطح ۱٪ معنی دار شد (جدول ۱). به طور میانگین تعداد بذر در بوته در سطوح مختلف تنش برای اکوتیپ ۴۲۶۹ بیشتر از اکوتیپ های دیگر بود (جدول ۲). تعداد بذر در بوته در مرحله تنش R_3 بیشتر از سایر مراحل (R_1 و R_2) بود (جدول ۲). تنش در مراحل R_1 و R_2 اگرچه باعث کاهش تعداد بذر در بوته شد ولی با شاهد (بدون تنش) تفاوت

www.SID.ir

Archive of SID

معنی داری را نشان نداد. به سبب تنش سرمازدگی تعداد بذر در بوته در مرحله V در اکوتیپ ۴۲۶۹ افزایش یافت ولی در اکوتیپ ۴۴۸۸ تعداد بذر در بوته نسبت به شاهد (بدون تنش) کاهش داشت (جدول ۳). تنش در مرحله R_1 تعداد بذر در بوته اکوتیپ های ۴۴۸۸ و (پیروز) ۵۴۳۶ را نسبت به شاهد (بدون تنش) کاهش داد. سایر اکوتیپ ها در مرحله R_2 نسبت به شاهد (بدون تنش) اختلاف معنی داری نشان دادند به طوری که اکوتیپ ۴۲۶۹ در این مرحله بیشترین تعداد بذر در بوته را داشت و نسبت به شاهد (بدون تنش) افزایش معنی داری نشان داد ولی این صفت در سایر اکوتیپ ها کاهش داشت. در مرحله R_3 اختلاف معنی داری در تعداد بذر در بوته اکوتیپ های مختلف نسبت به شاهد (بدون تنش) دیده نشد. در این مرحله با کاهش رشد زایشی و تکمیل مرحله دانه بندی، وقوع تنش سرمازدگی صرفاً حرکت مواد فتوسنتزی به دانه و پایان رشد فیزیولوژیک را تسریع می کند و لطمه ای به تعداد دانه تولید شده در گیاه وارد نمی آید (۲۳).

وزن هزار دانه

اثر اکوتیپ نخود سیاه، مراحل مختلف تنش سرمازدگی و اثر متقابل اکوتیپ نخود سیاه در مراحل مختلف تنش سرمازدگی (در سطح ۱٪ معنی دار شد) (جدول ۱). به طور میانگین وزن هزار دانه اکوتیپ ۴۴۸۸ نسبت به سایر اکوتیپ ها کمتر بود (جدول ۲). تنش در مرحله R_2 و R_3 به طور میانگین وزن هزار دانه را نسبت به R_1 کاهش داد (جدول ۲).

وزن هزار دانه در اکوتیپ ۴۲۶۹ در مراحل مختلف تنش سرما زدگی نسبت به شاهد (بدون تنش) تفاوت معنی داری نشان داد به طوری که در مرحله R_1 بیشترین وزن هزار دانه برای این اکوتیپ مشاهده شد. در رقم (پیروز) ۵۴۳۶ نیز وزن هزار دانه در مراحل مختلف تنش سرمازدگی با شاهد (بدون تنش) تفاوت معنی داری نشان داد به طوری که در مرحله R_2 نسبت به شاهد (بدون تنش) افزایش و در مرحله R_1 کاهش داشت (جدول ۳). احتمالا در اکوتیپ ۴۲۶۹ افزایش وزن هزار دانه در مرحله R_1 بعلت کاهش تعداد دانه های تولید شده در گیاه (۲۴) و کاهش معنی دار وزن هزاردانه اکوتیپ ۵۱۳۲ در مرحله R_3 بعلت اختلال در انتقال مواد ذخیره ای از ساقه و سایر اندامهای رویشی به دانه ها می تواند باشد.

عملکرد بذر در بوته

اثر اکوتیپ نخود سیاه، اثر مراحل مختلف تنش سرما و اثر متقابل آنها بر روی عملکرد بذر (در سطح ۱٪) معنی دار شد (جدول ۱). اکوتیپ ۴۲۶۹ با ۳۰ درصد اضافه تولید، بیشترین عملکرد بذر را نسبت به سایر اکوتیپ ها داشت (جدول ۲).

تنش در مرحله R_2, V و R_3 تاثیر منفی روی عملکرد بذر داشت و آنرا نسبت به شاهد (بدون تنش) کاهش داد. تنش در مرحله R_1 عملکرد بذر را افزایش داد ولی این افزایش نسبت به شاهد (بدون تنش) معنی دار نبود (جدول ۳). رقم (پیروز) ۵۴۳۶ در تیمار شاهد (بدون تنش) بیشترین عملکرد بذر را داشت ولی در اثر تنش سرمازدگی در مراحل R_1,V, R_2 و R_3 عملکرد بذر آن به طور معنی داری کاهش یافت. در اکوتیپ ۴۲۶۹ عملکرد بذر در تیمار شاهد (بدون تنش) کمترین بود ولی در مراحل مختلف تنش سرمازدگی بخصوص R_2 عملکرد بذر افزایش یافت (جدول ۲). کاهش تعداد بذر در بوته در اکوتیپ های حساس با تنش در مراحل R_1 و R_2 نشان می دهد که سرما در مراحل آغاز گلدهی و آغاز غلافبندی تاثیر منفی و بازدارنده ای بر روی تشکیل بذر و پر شدن دانه دارد. کاهش تعداد بذر در بوته در این مرحله از تنش را می توان به تعداد غلاف کمتر و همچنین تولید دانه های گرده بدون قدرت باروری اوول نسبت داد. کاهش رشد لوله دانه گرده و همچنین کاهش شدید قدرت باروری

www.SID.ir

Archive of SID

تخمک نیز از مهمترین عوامل کاهش تولید دانه در اکوتیپ های حساس نخود تحت تاثیر تنش سرمازدگی بیان شده است (۹، ۲۴). عقیم بودن دانه گرده در درجه حرارت های پایین در دوره گلدهی عامل اصلی ضعف بذرها و میوه می باشد. کاهش باروری دانه گرده در شرایط تنش، بیشتر مربوط به مرفولوژی بساک (۲۵) و میزان پرولین دانه گرده است (۷، ۱۶). در اکوتیپ ۴۲۶۹ تنش سرمازدگی در مرحله R_2 باعث شد که علاوه بر افرایش تعداد بذر در غلاف و بذر در بوته، وزن هزار دانه آن نیز افزایش یابد. این امر باعث افزایش عملکرد بذر در این اکوتیپ شد در صورتی که در سایر اکوتیپ های تنش در مرحله R_2 تعداد بذر در بوته را به شدت کاهش داد و به تبع آن عملکرد بذر نیز کاهش یافت. اکوتیپ ۴۲۶۹ با تولید زیست توده هوایی بیشتر (ارتفاع و تعداد شاخه های بیشتر) و به تبع آن تامین مواد فتوسنتزی فراوانتر توانست با تولید دانه های ریزتر و با دارا بودن خصوصیاتی مانند تولید بیشتر بذر در غلاف و بذر در بوته، نسبت به سایر اکوتیپ های مورد بررسی مقدار دانه بیشتری در بوته در شرایط تنش سرمازدگی تولید نماید. مرحله R_2 (آغاز غلافبندی) حساسترین مرحله رشد گیاه نسبت به تنش سرماست. مقاومت به سرما با پیشرفت رشد گیاه از جوانه زنی به سمت مرحله گلدهی کاهش می یابد (۱۷ ، ۲۷). دماهای سرمازدگی می توانند در تمام مراحل فنولوژیکی، رشد و بنیه نخود را محدود کنند اما خسارت آن به عملکرد در مراحل زایشی بیشتر است. تنش در مرحله R_3 (مرحله پرشدن دانه) که اواخر دوره رشد گیاه است تاثیر معنی داری در عملکرد بذر در بوته نداشت. اکوتیپ ۴۲۶۹ عکس العملی معکوس نسبت به سایر اکوتیپ ها در برابر تنش سرمازدگی از خود نشان داد همان طور که سرینی واسان و همکاران (۲۴) اظهار داشتند که حساسیت نخود به سرمازدگی می تواند به تکامل گونه ها به عنوان گیاه بهاره یا زمستانه نسبت داده شود، تا حدودی می توان واکنش متفاوت این اکوتیپ نسبت به سایر اکوتیپ ها را به منشاء جمع آوری گیاه (اردبیل)، خصوصیات اقلیمی محل جمع آوری و یا فرآیندهای سازگاری تدریجی گیاه به کاهش درجه حرارت و صفات فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی آن نسبت داد.

سپاسگزاری

بودجه تحقیقاتی این پروژه از محل اعتبارات طرح مستمر حبوبات تامین گردیده است که بدینوسیله مجری طرح مراتب تشکر و قدردانی خود را نسبت به مسئولین محترم امور پژوهشی دانشکده کشاورزی و دانشگاه تهران ابراز می دارد.

منابع

۱. باقری، عبدالرضا. نظامی، احمد و سلطانی، مسعود. ۱۳۷۹. اصلاح حبوبات سرمادوست برای تحمل به تنش ها. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۴۴۵ ص.

۲. پوستینی، ک.۱۳۶۴. بررسی خواص کیفی وکمی اکوتیپ های مختلف نخود در رابطه با سرما و میزان آب. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ۱۵۵ ص.

۳. مجنون حسینی، ن. ۱۳۷۲. حبوبات در ایران. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، ۲۴۰ ص.

www.SID.ir

Archive of SID

۴. مرادی، ر. ۱۳۷۳. مقایسه عملکرد و اجزاء عملکرد در کیفیت دانه نخود در کشت انتظاری و بهاره اکوتیپ های نخود. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۱۴۲ ص.

۵. میرمحمدی میبدی، س.ع. ۱۳۷۹. جنبه های فیزیولوژیکی و بهنژادی تنش های سرما و یخ زدگی گیاهان زراعی (تالیف). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳۰۰ ص.

6. Auld, D.L., Bettis, B.L., Corck, J.E., and Kephart K.D. 1988. Planting date and tempera-ture effects on germination, emergence and seed yield of chickpea. Agronomy Journal. 80: 909- 914

7. Brooking, I.R. 1976. Male sterility in *Sorghum bicolor*.Moench induced by low night temperatures. I.Timing of the stage of sensivity .Australian Journal of Plant Physiology 3: 589- 596.

8. Christiansen, M.N., and St John, J.B. 1984. Chemical modification of plant response to temperature extremes. In: Bioregulators: Chemistry and Uses. American Chemistry Society. Washington, D. C. USA, pp: 235-243.

9. Clark, H.J., 2001. Improving tolerance to low temperature in chickpea. In: 4 th European Conference on Grain Legumes.Towards the sustainable production of Healthy food, Feed and Novel Products Cracow, Poland, pp: 34-35.

10. Croser, J.S. Clarke, H.J. Siddique, K.H.M., and Khan, T.N. 2003. Low temperature stress: Implications for Chickpea (*Cicer arietinum* L.) improvement. Critical Reviews in Plant Sciences, 22(2): 185-219.

11. FAO. "FAOSTAT DATABASE" Food and Agriculture Organization of the United Nations. http//apps.11.org/lim500/nphapp.pl. Production Crops.

12. Graham, D., and Patterson, B.D. 1982. Responses of plants to low, nonfreezing temperatures: proteins, metabolism and acclimation. Annual Review of Plant Physiology. 33: 347- 372.

13. Leport, L. Turner, N.C., French, R.J., Barr, M.D., Duda, R., Davies, L., Tennat, D., and Siddique, K.H.M. 1999. Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in Meditrranean- type environment. Europian Journal of Agronomy. 11: 279-291.

14. Saccardo, F. and Calcagno, F. 1990. Consideration of chickpea plant ideotypes for spring and winter sowing. CIHEAM- Option Mediterranneennes. www. Ciheam.Org

15. Siddique, K.H.M., and Sedgley, R.H. 1986. Chickpea *Cicer arietinum* L., a potential grain legume for southwestern Australia: seasonal growth and yield. Australian Journal of Agricultural Research. 37: 245-261.

16. Simon, E.W. Minchin, A., Menamin, M.M., Mc., and Smith, J. M. 1976. The low temperature limit for seed germination. New phytologist. 77: 301-311.

www.SID.ir

Archive of SID

17. Singh, K.B. 1997. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Field Crops Research, 53: (1-3) 161-170.

18. Singh, K.B., Malhotra, R.S., and Saxena, M.C. 1989. Chickpea evaluation for cold tolerance under field conditions. Crop Science. 29: 282-285.

19. Singh, K.B. Malhotra, R.S., Saxena, M.C., and Bejiga, G. 1995. Additional sources of tolerance to cold in cultivated and wild *Cicer* species. Crop science. 35(5): 1491-1497.

20. Singh, K.B., Malhotra, R.S., Saxena, M.C., and Bejiga, G. 1997. Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in Mediterranean Region. Agronomy Journal. 89: 112-118

21. Singh, K.B., Ocampo, B., and Robertson, L.D. 1998. Diversity for abiotic and biotic stress resistance in the wild annual Cicer species. Genetic Resource Crop Evolution. 45: 9-17.

22. Soltani, A., Ghassemi-Golezani, k., Khooie, F.R., and Moghadam, M. (1999). A simple model for chickpea growth and yield. Field Crops Research. 62: 213-224.

23. Srinivasan, A., Johansen, C., and Saxena, N.P. 1998. Cold tolerance during early reproductive growth of chickpea (*Cicer arietinum* L.): Characterization of stress and genetic variation in pod set. Field Crops Research. 57: 181-193.

24. Srinivasan, A., Saxena, N.P., and Johansen, C. 1999. Cold tolerance during early reproductive growth of chickpea (*Cicer arietinum* L.): Genetic variation in gamete development and function. Field Crops Research. 60: 209-222.

25. Suzuki, S.1982. Cold tolerance in rice with special reference to floral characters .II. Relations between floral characters and the degree of cold tolerance in segregating generations. Journal of Breeding. 32: 9-15.

26. Turner, N.C., Wright, G.C., and Siddique, H .M. 2001. Adaptation of grain legumes (pulses) to water-limited environments. Advanced Agronomy. 71: 193-231.

27. Wery, J. 1990. Adaptation to frost and drought stress in chickpea and implication in plant breeding. In: Present status and future Prospects of chickpea crop production and Improvement in Mediterranean Countries, pp: 77-85.

www.SID.ir