10.22092/rafhc.2013.100150

نشریه علمی- ترویجی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی
جلد ۲، شماره ۴، سال ۱۳۹۲

سارال، رقمی جدید برای توسعه کشت پاییزه نخود در مناطق دیم سردسیر کشور

همایون کانونی[۱]، یداله فرایدی[۲]، سیدحسین صباغ‌پور[۱]، داوود صادق‌زاده اهری[۲]، محمدرضا شهاب[۳]، مسعود کامل[۱]، علی سعید[۱]، علی‌اکبر محمودی[۱]، پیام پزشکپور[۱]، خشنود نورالهی[۱]، مقصود حسنپور حسنی[۲]، محسن مهدیه[۳]، سامان بهرامی کمانگر[۱]، فرشید محمودی[۴]، محمد نعمتی‌فرد[۵] و محمد قاسمی[۵]

۱- اعضاء هیأت علمی مراکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، همدان، زنجان، آذربایجان غربی، خراسان رضوی، لرستان، ایلام و کرمانشاه
۲- اعضاء هیأت علمی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، مراغه
۳- کارشناسان مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، مراغه
۴- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم، سرارود کرمانشاه
۵- کارشناسان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۱

چکیده

کانونی ه، فرایدی ی، صباغ‌پور س ح، صادق‌زاده اهری د، شهاب م ر، کامل م، سعید ع، محمودی ع ا، پزشکپور پ، نورالهی خ، حسنپور حسنی م، مهدیه م، بهرامی کمانگر س، محمودی ف، نعمتی‌فرد م، قاسمی م، (۱۳۹۲) سارال، رقمی جدید برای توسعه کشت پاییزه نخود در مناطق دیم سردسیر کشور. **نشریه یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی ۲ (۴):** ۲۷۶ - ۲۶۵.

انتخاب و معرفی ارقام نخود که پرمحصول بوده و در عین حال برای کاشت پاییزه در مناطق سرد و مرتفع مناسب باشند از اهمیت زیادی برخوردار است. رقم سارال (Sel93TH24460) دو رگ حاصل از تلاقی ILC8617 × ILC3470 در مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ICARDA) است. این ژنوتیپ از سال ۱۳۷۹ تا سال ۱۳۸۹ در آزمایش‌های مختلف از جمله آزمایش‌های بین‌المللی، مقدماتی، پیشرفته و سازگاری و مطالعات مربوط به مقاومت به بیماری‌های برق‌زدگی و پژمردگی فوزاریوم در ایستگاه‌های تحقیقاتی و همچنین در مزارع کشاورزان در کشت پاییزهٔ مناطق سردسیر کشور مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج، رقم سارال با میانگین عملکرد ۱/۴ تن در هکتار، نسبت به شاهدهای جم، آرمان و ILC482 به ترتیب ۱۵، ۳۴ و ۱۰ درصد افزایش عملکرد داشت و سرمای ۱۶- درجه سانتیگراد را در شرایط مزرعه به خوبی تحمل نمود. در شرایط کنترل شده این رقم از تحمل قابل توجهی در برابر دماهای زیر صفر برخوردار بود و در آزمایش تحقیقی- تطبیقی (آنفارم) برتری آن به اثبات رسید. با توجه به نتایج فوق و نتیجه آزمایش میزان پروتئین، نخود سارال جهت کشت پاییزه در مناطق سردسیر غرب و شمال غرب کشور انتخاب و معرفی گردید.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، مقاومت به سرما و نخود زراعی.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: hkanouni@yahoo.com

مقدمه

نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) طی سالیان متمادی تحت گزینش طبیعی برای تحمل سرما قرار داشته و علت اصلی توسعهٔ کشت آن در نواحی مدیترانه‌ای نیز همین امر بوده است (۱۴). مجموع سطح زیر کشت، تولید و عملکرد نخود در ایران به‌ترتیب ۴۱۲۰۰۰ هکتار، ۲۰۵۰۰۰ تن و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار است (۲). در مناطق دیم و به‌خصوص در نیمه غربی ایران، نخود به دلیل قرار گرفتن در تناوب با گندم و جو دیم، نقش بسیار مهمی در حفظ و پایداری کشاورزی این مناطق ایفا می‌کند (۱). نخود از دیرباز به عنوان یک محصول بهاره در اقلیم‌های معتدل و مدیترانه‌ای کشت می‌شده است، چرا که ارقام موجود فقط سرمای ملایم را تحمل می‌کنند. بر اساس مطالعات انجام شده در مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ایکاردا)، تغییر زمان کاشت نخود از بهار به پاییز در اقلیم‌های مدیترانه‌ای باعث افزایش عملکرد خواهد شد (۹). مطالعه انجام شده در داخل کشور حاکی از آن است که عملکرد نخود در کشت پاییزه ۷۰-۶۰ درصد بیشتر از عملکرد آن در کشت بهاره است (۴). برای کشت نخود پاییزه بایستی زمان کاشت از بهار به اوایل پاییز تغییر یابد و از ارقام متحمل به سرما و مقاوم به بیماری برق‌زدگی استفاده شود. بهره حاصل از به کارگیری کشت نخود پاییزه حدوداً برابر با یک میلیون تن اضافه تولید جهانی برآورد شده است (۱۳). بنابراین انتخاب و معرفی رقم جدید برای کشت پاییزه نخود در مناطق سردسیر دیم کشور می‌تواند به افزایش درآمد کشاورزان کمک شایان توجهی نماید.

تغییر زمان کاشت نخود از بهار به پاییز در مناطق مدیترانه‌ای، به‌دلیل حساسیت ارقام به دماهای پایین و بیماری‌های قارچی از جمله برق‌زدگی محدود شده است (۱۶). غالب برنامه‌های به‌نژادی با تنوع ژنتیکی کم در خزانه ژنی نخود و تعدادی از تنش‌های غیر زیستی مانند دمای پایین در هنگام گلدهی و غلاف‌دهی مواجه هستند، که باعث ناپایداری عملکرد در بسیاری از مناطق رایج تولید نخود (اغلب در عرض‌های جغرافیایی بین ۲۰ و ۴۰ درجه) می‌شوند (۱۰). از آنجایی که مقاومت به سرما در شرایط مزرعه از مرحله جوانه‌زنی تا گل‌دهی کاهش می‌یابد، تعیین مرحله فنولوژیکی در تعیین پاسخ محصول به سرما اهمیت زیادی دارد (۱۱). بررسی‌ها نشان می‌دهد که در کاشت پاییزه طول دوره رشد گیاه افزایش می‌یابد و مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه در شرایط رطوبتی مناسبتری سپری می‌شود (۶ و ۱۵).

در حال حاضر فعالیت‌های به‌نژادی نخود بر روی هرمی کردن ژن‌ها برای مقاومت و تحمل به سرما، خشکی، شوری، بیماری‌های قارچی و آفت غلافخوار در ژرم‌پلاسم‌های برتر تمرکز دارد (۱۶). تنش سرما از تنش‌های مهم غیرزنده و از عوامل اصلی کاهش میزان تولید گیاهان زراعی در طول فصل رشد است. دما یکی از عوامل مهم محیطی است که گسترش و پراکنش

موجودات زنده را تعیین می‌نماید. خطرات دمایی معمولاً مربوط به نوسانات آن است که بیشترین خسارت را بر گیاهان زراعی وارد می‌سازد (۱۵).

در آزمایش‌های بررسی تحمل سرما در شرایط مزرعه، بقای گیاهان در مزرعه پس از زمستان به‌عنوان معیار ارزیابی تحمل به سرما مورد تأکید قرار گرفته است (۱۵). فرایدی در مطالعه ۲۲ ژنوتیپ نخود در مزرعه، سه لاین Sel95TH1745، Sel95TH1716 و Sel96TH11439 که برودت طبیعی ۱۴/۵- درجه سانتی‌گراد را در شرایط بدون پوشش برف تحمل نمودند به عنوان لاین‌های متحمل به سرما معرفی کرد (۴). با وجود برتری آزمایش‌های مزرعه‌ای، به‌دلیل وجود تنوع مکانی و زمانی وقوع سرما، در این گونه ارزیابی‌ها مشکلات خاصی از جمله امکان عدم وجود زمستان‌های مطلوب از نظر شرایط به‌گزینی وجود دارد. همچنین درصد بقای گیاهان در مزرعه تا حد زیادی به میزان پوشش برف، دما، رطوبت و سایر عوامل محیطی بستگی دارد (۱۲).

نظر به افزایش چشمگیر عملکرد نخود در کشت پاییزه، این پژوهش با هدف گزینش ارقام و لاین‌های پرمحصول متحمل به سرما که دارای سایر صفات مطلوب مانند مقاومت به بیماری برق زدگی، تیپ و ارتفاع بوته مناسب و درشتی دانه باشند انجام شد.

مواد و روش‌ها

نخود رقم سارال (لاین Sel93TH24460)، از دورگ‌گیری ILC8617 × ILC3470 در مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک (ICARDA) حاصل شد و در سال ۱۳۷۸ در قالب آزمایش‌های بین‌المللی به ایران ارسال گردید. این ژنوتیپ از سال ۱۳۷۹ تا سال ۱۳۸۹ در مطالعات مختلف از جمله آزمایش‌های بین‌المللی، مقدماتی، پیشرفته و سازگاری و مطالعات مربوط به مقاومت به بیماری‌های برق‌زدگی و پژمردگی فوزاریوم در ایستگاه‌های تحقیقاتی و همچنین در مزارع کشاورزان در کشت پاییزه مناطق سردسیر کشور مورد ارزیابی قرار گرفت.

بررسی‌های اولیه در قالب خزانه بین‌المللی لاین‌های نخود متحمل به سرما (CICTN[1]) در مراغه، ارومیه و کردستان بصورت کشت پاییزه در شرایط دیم اجرا شد. طی این آزمایش‌ها از روش امتیازدهی برای تعیین لاین‌های متحمل به سرما استفاده شد (جدول ۱). در سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۴ آزمایش‌های مقایسه عملکرد بر اساس خصوصیات تیپ ایده‌آل نخود انجام شد (۱۲) و لاین‌های برتر گزینش شدند. در این آزمایش‌ها صفاتی مانند تعداد روز از کاشت تا گلدهی و رسیدگی، مقاومت به سرما، مقاومت به بیماری برق‌زدگی، ارتفاع بوته، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر مورد

1. Chickpea International Cold Tolerance Nursery

جدول ۱- نمره‌دهی تحمل به سرما با استفاده از دستورالعمل ایکاردا (۹)

واکنش	علائم	نمره تحمل سرما
مقاوم	عدم مشاهده خسارت	۱
متحمل	خسارت جزیی، ۲۰-۱۱ درصد از برگچه‌ها علایم رنگ‌پریدگی و تا ۲۰ درصد شاخه‌چه‌ها علائم رنگ‌پریدگی و خشک شدن را نشان می‌دهند، عدم از بین رفتن بوته‌ها.	۳
متوسط	۶۰-۴۱ درصد از برگچه‌ها و ۴۰-۲۱ درصد از شاخه‌چه‌ها علائم رنگ‌پریدگی و خشکی را نشان می‌دهند، مرگ ۲۵ درصد از بوته‌ها.	۵
حساس	۹۹- ۸۱ درصد از برگچه‌ها و ۸۰-۶۱ درصد از شاخه‌چه‌ها علائم رنگ‌پریدگی و خشکی را نشان می‌دهند، مرگ ۵۰-۲۶ درصد از بوته‌ها.	۷
بسیار حساس	مرگ ۱۰۰ درصد بوته‌ها.	۹

توجه قرار گرفتند.

به منظور بررسی خصوصیات زراعی و سازگاری لاین‌های امیدبخش نخود متحمل به سرما در شرایط دیم و تعیین پایداری عملکرد آن‌ها، آزمایشی به مدت سه سال زراعی (۸۸-۱۳۸۵) در ایستگاه‌های کرمانشاه، کردستان، مراغه، زنجان و ارومیه اجرا گردید. در این آزمایش، ۱۹ لاین نخود سفید به همراه ارقام آرمان، جم و ILC482 به عنوان شاهد مورد بررسی قرار گرفتند.

در سال ۱۳۸۵ در راستای همکاری‌های مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور و مرکز بین‌المللی ایکاردا آزمایشی تحت عنوان بررسی خصوصیات زراعی و سازگاری لاین‌های نخود تیپ کابلی در شرایط زارعین حوضه رودخانه کرخه در استان‌های کرمانشاه و لرستان به مدت دو سال(۸۷-۱۳۸۵) اجرا شد. در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ یک آزمایش تحقیقی- تطبیقی لاین‌های Sel93TH24460، FLIP00-75C و FLIP00-78C، Sel95TH1716 و جم، با این هدف که بتوان از بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه لاین مناسبی برای کشت پاییزه نخود در مناطق سردسیر دیم معرفی کرد، انجام گردید. همچنین در سال ۱۳۸۶ در مراغه و کرمانشاه طی دو آزمایش مقاومت ارقام و لاین‌های نخود سفید نسبت به بیماری پژمردگی فوزاریوم با استفاده از روش نمره‌دهی ۵-۱ ارزیابی گردیدند.

به منظور بررسی اثر دماهای مختلف یخبندان (۰، ۵-، ۱۰-، ۱۵- و ۲۰- درجه سانتی‌گراد) بر سنین مختلف (۱، ۳ و ۶ هفتگی) ارقام و لاین‌های مختلف نخود (هفت ژنوتیپ شامل FLIP0084، ILC 482، ILC 533، FLIP0075، Sel93TH 24460، ILC 3279 و Sel98TH11439)، آزمایشی در شرایط کنترل شده (اطاقک سرما) ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه در سال ۱۳۹۱ اجرا شد. در این بررسی با یادداشت‌برداری از تعداد بذرهای سبز شده قبل از تیمار سرما (P_1) و تعداد گیاه باقیمانده پس از تیمار سرما (P_2) و حاصل تقسیم P_2 بر P_1، نسبت مقاومت به سرما

(FRR[1]) در ژنوتیپ‌های آزمایشی به دست آمد و در تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت (۱۵). همچنین کیفیت پس از پخت و درصد پروتئین دانه لاین‌های تحت مطالعه بر اساس روش اکمل خان و همکاران در سال ۱۳۹۱ در ایستگاه مراغه انجام شد (۷).

نتایج و بحث

نتایج آزمایشات مقدماتی و پیشرفته

در آزمایش مقدماتی سال ۱۳۸۰ در کردستان، رقم سارال (لاین Sel93TH24460) با عملکرد دانهٔ ۹۲۸ کیلوگرم در هکتار در کلاس بالاتر از شاهد جم قرار گرفت و با اخذ بالاترین نمره تحمل سرما (CTR=1) جزو لاین‌های مقاوم به سرما گروه‌بندی شد، در حالی‌که شاهد حساس به سرما از بین رفت. ضمناً هیچگونه علایم بیماری برق‌زدگی در این لاین مشاهده نشد. در آزمایش سال ۸۱-۱۳۸۰، در کردستان و مراغه در شرایط بدون پوشش برف با حداقل دمای ۱۷- درجه سانتی‌گراد، رقم سارال نمره تحمل به سرما برابر ۵ (CTR=5) اخذ نمود. در این آزمایش هیچ لاینی نمره ۱ یا ۳ را نداشت و عملکرد دانه رقم سارال برابر با ۱۴۶۳ کیلوگرم در هکتار بود، که با اختلاف معنی دار در کلاس بالاتر از شاهد گروه‌بندی شد.

نتایج آزمایش سازگاری (۸۶-۱۳۸۳) که در ۱۲ محیط انجام شد نشان داد که رقم مورد بحث با میانگین عملکرد ۱۳۰۰ کیلوگرم در هکتار جزو لاین‌های پر محصول بود و از سازگاری و پایداری بالایی برخوردار بود. در این آزمایش لاین‌هایی مانند FLIP 98-108C و ILC8262 نیز تحمل خوبی به تنش سرما داشتند ولی عملکرد آن‌ها کمتر از نصف عملکرد دانه در رقم سارال بود.

تجزیه واریانس مرکب آزمایش سازگاری لاین‌های امیدبخش نخود متحمل به سرما (۸۸-۱۳۸۵) نشان داد که اثر سال برای برخی از صفات معنی‌دار بود و اثر متقابل رقم× سال برای عملکرد، وزن ۱۰۰ دانه، ارتفاع بوته، تعداد روز از کاشت تا گل‌دهی و تعداد روز از کاشت تا رسیدگی معنی‌دار به‌دست آمد (جدول تجزیه واریانس ارایه نشده است). این امر نشان داد که واکنش ژنوتیپ‌ها در محیط های مورد بررسی متفاوت بوده و به نظر می‌رسد ژنوتیپ‌ها سازگاری اختصاصی داشته باشند (۵ و ۸).

در مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تعدادی از لاین‌ها از جمله Sel93TH24460، FLIP00-75C و FLIP00-78C علاوه بر خصوصیات بارز برای تحمل سرما، از عملکرد دانه بالایی نیز برخوردار بودند (جدول ۲). میانگین تحمل سرما در ژنوتیپ‌های آزمایشی نشان داد که لاین‌های Sel93TH24460 و FLIP 00-78C در کلاس مقاوم (CTR =۱) قرار گرفتند. میانگین کل عملکرد دانه (۱/۱۰۳ تن در هکتار) نشان داد که هفت ژنوتیپ عملکرد بالاتری از میانگین کل داشتند.

1. Frost Resistance Ratio

جدول ۲- میانگین صفات و برخی آماره‌های پایداری در آزمایش بررسی خصوصیات زراعی و سازگاری لاین‌های امیدبخش نخود متحمل به سرما در شرایط دیم (۱۳۸۸-۱۳۸۵)

ردیف	نام لاین یا رقم	CTR	تعداد روز تا گل‌دهی	تعداد روز تا رسیدگی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	b_i©	درصد ضریب تغییرات
۱	X9TH5K10	۲a	a۲۱۴/۸a	۲۴۵/۵a	۱/۶a	۲۰/۲a	۲۶/۶a	۳۷/۳a	۱/۰۳۱bc	۰/۷۳	۱۷/۳۴
۲	FLIP 97-211C	۲a	a۲۱۵/۶a	۲۴۵/۱a	۱/۵a	۱۷/۸c	۲۹/۹a	۳۸/۶a	۰/۹۷۶bc	۱/۳۹*	۲۶/۹۶
۳	Sel93TH 24460 (سارال)	۱a	a۲۱۲/۴a	۲۴۳/۵a	۱/۴b	۱۸/۱c	۲۸/۰c	۲۷/۵d	۱/۳۶۶a	۰/۸۲	۲۰/۰۷
۴	FLIP 93-255C	۲a	a۲۱۳/۳a	۲۴۴/۶a	۱/۶a	۱۹/۴b	۳۰/۴b	۳۰/۵bc	۱/۰۵۲b	۱/۷۳*	۲۸/۹۷
۵	Flip 98-108C	۴b	a۲۰۸/۸a	۲۴۱/۸a	۱/۳b	۱۵/۶d	۳۰/۶b	۳۲/۹bc	۰/۸۹۱c	۰/۷۴	۲۲/۵۵
۶	Sel93TH24477	۲a	a۲۰۹/۸a	۲۴۲/۰a	۲/۵a	۱۵/۱e	۲۸/۰c	۳۲/۴bc	۱/۰۷۵b	۱/۴۱*	۲۸/۹۹
۷	ILC 8262	۳a	a۲۱۰/۴a	۲۴۲/۰a	۲/۵a	۱۸/۲b	۳۱/۳a	۲۸/۸ d	۱/۱۳۲b	۰/۹۱	۱۹/۴۶
۸	Sel96TH11439	۳a	b۲۰۲/۱b	۲۷۳/۱b	۱/۱b	۱۴/۰e	۲۷/۸cd	۲۸/۷c	۱/۰۶۴b	۰/۴۸	۲۰/۹۹
۹	FLIP 97-26C	۳a	a۲۱۴/۹a	۲۴۵/۱a	۱/۴ab	۱۸/۱c	۳۳/۵a	۳۶/۸a	۰/۹۷۲c	۰/۹۳	۲۴/۵۳
۱۰	ILC 8617	۳a	a۲۱۵/۰a	۲۴۵/۸a	۱/۳b	۱۷/۳cd	۲۸/۸c	۲۷/۴d	۱/۱۴۶b	۱/۰۱	۱۸/۲۳
۱۱	Sel95TH1716	۲a	b۲۰۴/۶b	۲۳۷/۸a	۱/۳b	۱۵/۱de	۲۶/۰d	۲۸/۳c	۱/۱۶۲b	۰/۸۹	۲۴/۳۳
۱۲	FLIP 00-75C	۲a	a۲۱۳/۴a	۲۴۳/۴a	۱/۴ab	۱۸/۴c	۲۹/۵bc	۲۸/۳c	۱/۲۷۳a	۱/۱۸	۲۳/۶۲
۱۳	FLIP 97-32C	۳a	۲۱۷/۰a	۲۴۵/۵a	۱/۲b	۱۷/۳e	۳۱/۶a	۳۶/۰a	۱/۰۳۷b	۰/۵۷	۱۶/۳۲
۱۴	FLIP 99-48C	۳a	۲۱۵/۲a	۲۴۵/۱a	۱/۳b	۱۴/۸de	۳۰/۵b	۳۶/۹a	۰/۹۹۱c	۱/۰۳	۱۶/۶۳
۱۵	FLIP 00-6C	۳a	۲۱۲/۸a	۲۴۱/۸a	۱/۱b	۱۴/۰e	۳۱/۱a	۳۳/۷b	۱/۰۵۱b	۱/۰۸	۱۹/۴۳
۱۶	Sel93TH24469	۳a	۲۱۰/۹a	۲۴۱/۸a	۱/۵a	۱۷/۹c	۲۷/۵cd	۲۹/۴c	۰/۹۸۵bc	۱/۰۵	۱۵/۲۶
۱۷	FLIP 00-78C	۱a	۲۱۱/۸a	۲۴۲/۶a	۱/۲b	۱۴/۳e	۳۰/۰ b	۳۱/۳bc	۱/۲۴۲a	۱/۳۱*	۲۰/۲۳
۱۸	FLIP 00-82C	۲a	۲۱۰/۵a	۲۴۳/۶a	۱/۵a	۱۶/۵d	۳۰/۹a	۳۳/۹b	۱/۱۲۲b	۱/۱۵	۲۰/۲۸
۱۹	FLIP 96-90C	۲a	۲۱۴/۰a	۲۴۴/۹a	۱/۶a	۱۹/۲b	۲۶/۹cd	۲۶/۶d	۱/۱۶۸b	۱/۴۱*	۲۰/۰۷
۲۰	JAM	۳a	۲۱۳/۰a	۲۴۳/۵a	۱/۴ab	۱۴/۹de	۲۶/۵cd	۳۰/۸c	۱/۲۲۹a	۱/۲۸*	۲۱/۳۴
۲۱	ARMAN	۳a	۲۱۴/۳a	۲۴۳/۸a	۱/۵a	۱۶/۹d	۲۶/۶cd	۲۹/۸c	۱/۰۳۵bc	۰/۳۵	۲۰/۸۵
۲۲	ILC 482	۲a	۲۱۴/۶a	۲۴۳/۹a	۱/۳b	۱۴/۲e	۲۹/۵bc	۲۸/۸c	۱/۲۸۲a	۰/۸۲	۱۹/۵۴
	LSD (۵ درصد)	۲/۴۵	۲۱۲/۲	۲۴۳/۲	۱۶/۵	۱/۵۰	۲۹/۳	۳۱/۴	۱/۱۰۳		
	انحراف معیار	۱/۹۰	۱۱/۰۲	۸/۲۴	۱/۱۱	۰/۴۱	۲/۲۶	۲/۱۸	۰/۱۵۱		

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد CTR: نمره تحمل به سرما © $t = \frac{b1}{\sqrt{v(b1)}}$ ،

میانگین وزن ۱۰۰ دانهٔ لاین‌ها و ارقام آزمایشی ۳۱/۴ گرم بود. در بررسی حاضر، میانگین وزن ۱۰۰ دانه رقم سارال متوسط و حدود ۲۷/۵ گرم بود. تحقیقات انجام گرفته و مرور منابع نشان داد که در نخود وزن ۱۰۰ دانه با خصوصیت تحمل به سرما رابطه عکس دارد (۱۰ و ۱۶).

رقم زراعی ایده‌آل، رقمی است که با متوسط عملکرد بالا و واریانس متوسط پایین، به دامنه وسیعی از شرایط کشت در یک منطقه زراعی سازگار باشد (۱۲). در این تحقیق، به منظور مقایسه ژنوتیپ‌ها از نقطه نظر پایداری، از آماره‌های ضریب رگرسیون و ضریب تغییرات محیطی استفاده شد (جدول ۲). به طوری که ملاحظه می‌گردد براساس این روش ژنوتیپ‌های Sel93TH24460 و FLIP00-75C جزو ژنوتیپ‌های خوب با سازگاری مناسب به شرایط محیطی مختلف بودند و لاین FLIP00-78C به عنوان ژنوتیپ دارای سازگاری خصوصی در محیط‌های مطلوب شناسایی شد. در شرایط دیم سازگاری عمومی از اهمیت زیادی برخوردار است، لذا استفاده از ضریب تغییرات می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ‌های دارای سازگاری عمومی مفید باشد (۶). نتایج نشان داد که از بین لاین‌های یاد شده، ژنوتیپ ایده‌آل ژنوتیپی است که از بیشترین عملکرد و پایداری مناسب برخوردار باشد. بنابراین لاین شماره ۳ (رقم سارال) به عنوان لاین برتر شناسایی گردید.

واکنش رقم سارال به بیماری‌های قارچی

در هر دو آزمایش انجام شده در مراغه و کرمانشاه در سال ۱۳۸۶، لاین Sel93TH24460 (رقم سارال) دارای مقاومت متوسط (MR) به پاتوتیپ‌های موجود از بیماری فوزاریوم در منطقه مذکور بود. علاوه بر این در کشت زمستانه که بهترین شرایط برای شیوع بیماری برق‌زدگی (دمای پایین و رطوبت نسبی بالا) فراهم است، لاین مذکور کمترین میزان علایم بیماری را نشان داده و در وضعیت حاضر، در برابر پاتوتیپ‌ها و نژادهای موجود، لاینی مقاوم برای سال های شیوع بیماری برق‌زدگی محسوب می‌گردد (۳).

نتایج آزمایشات تحقیقی -تطبیقی

در آزمایش شرایط زارع در حوضه رودخانه کرخه (کرمانشاه و لرستان) که به مدت دو سال (۱۳۸۴-۸۶) در دو شرایط بهاره و پاییزه اجرا شد، رقم سارال در کشت پاییزه عملکرد بسیار مطلوب (بیش از یک تن در هکتار) داشته و در کلاس بالاتر از شاهد قرار گرفت. در آزمایش شرایط زارع که طی سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در مراغه انجام شد، رقم مزبور با عملکرد ۹۸۰ کیلوگرم در هکتار جزو لاین‌های پر محصول بود و با اختلاف معنی‌دار بالاتر از شاهد جم قرار گرفت (۳).

براساس نتایج آزمایش‌های قبلی، تحقیق دیگری در سال ۱۳۸۸ بر روی تعدادی از لاین‌ها از جمله سارال، FLIP00-75C،

FLIP00-78C، Sel95TH1716 و رقم شاهد جم در شرایط زارع استان کردستان انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد که رقم سارال برتری محسوسی نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشته و با میانگین ۱۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین عملکرد دانه لاین‌ها و ارقام نخود در آزمایش تحقیقی- تطبیقی کردستان (۱۳۸۸-۱۳۸۹)

ژنوتیپ	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	کلاس آماری
Sel93TH24460 (سارال)	۱۴۱۶/۷	A
FLIP 00-75C	۱۱۷۹/۶	AB
رقم جم (شاهد)	۱۱۶۳/۰	B
FLIP 00-78C	۱۱۵۰/۷	B
Sel95TH1716	۹۵۵/۰	B

نتایج آزمایش‌های تکمیلی

نتایج تحمل به سرمای ژنوتیپ‌های آزمایشی تحت شرایط اطاقک سرما نشان داد که تأثیر عامل سن گیاهچه بر تحمل به سرما از نظر آماری معنی‌دار نبود، ولی بیشترین و کمترین تحمل به سرما به ترتیب در سنین ۳ و ۶ هفتگی مشاهده شد. عامل شدت سرما تأثیر بسیار معنی‌داری بر تحمل به سرمای ژنوتیپ‌های مورد بررسی داشت و با افزایش شدت سرما از صفر درجه سانتیگراد به سمت ۲۰- درجه سانتیگراد، تحمل به سرما در ژنوتیپ‌ها کاهش یافت. اثر ژنوتیپ نیز بسیار معنی دار بود و در مجموع رقم جدید سارال با نسبت مقاومت به سرما معادل ۰/۸۹ نسبت به سایر لاین‌های آزمایشی برتری داشت و از تحمل سرمای مطلوب و قابل قبولی برخوردار بود (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین نسبت مقاومت به سرمای ژنوتیپ‌های نخود تحت شرایط کنترل شده (اطاقک سرما) در ایستگاه مراغه (سال ۱۳۹۱)

ردیف	ژنوتیپ	نسبت مقاومت به سرما
۱	ILC 3279	۰/۶۱c
۲	Sel93TH24460 (سارال)	۰/۸۹a
۳	FLIP 0075	۰/۶۳bc
۴	ILC 533 (شاهد حساس به سرما)	۰/۴۷d
۵	ILC 482	۰/۷۰b
۶	FLIP 0084	۰/۸۶a
۷	Sel 98TH11439	۰/۸۵a
	LSD (یک درصد)	۰/۱۰
	LSD (۵ درصد)	۰/۰۸۰

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.
*: نسبت مقاومت به سرما (تعداد گیاه باقیمانده پس از تیمار سرما تقسیم بر تعداد گیاه سبز شده قبل از اعمال سرما)

همچنین نتایج نشان داد که در دمای ۱۵- و ۲۰- درجه سانتی‌گراد، نسبت مقاومت به سرما رقم سارال به ترتیب برابر ۰/۸۹ و ۰/۷۴ بود که نسبت به سایر ژنوتیپ‌های آزمایشی برتری محسوسی نشان داد (جدول ۴ و ۵).

نتایج ارزیابی میزان پروتیین دانه، زمان پخت (دیگ معمولی و دیگ زودپز) و شکل ظاهری

دانه پس از پخت نشان داد که میزان پروتیین دانه رقم سارال ۲۶/۸ درصد بود که در مقایسه با ارقام اصلاح شده دیگر نظیر جم، آرمان و آزاد (به ترتیب با میزان پروتیین دانه ۲۶/۲ درصد ، ۲۵/۷ درصد و ۲۳/۹ درصد) ارزش تغذیه‌ای بالاتری داشت. همچنین نتایج نشان دهنده زودپزی رقم سارال (در حد ارقام شاهد) بوده و از نظر شکل ظاهری پس از پخت، این رقم نسبت به رقم جم برتری داشت (جدول ۶).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل دمای زیر صفر × ژنوتیپ بر نسبت مقاومت به سرمای ژنوتیپ‌های نخود تحت شرایط کنترل شده (اطاقک سرما) در ایستگاه مراغه (سال ۱۳۹۱)

ردیف	ژنوتیپ	نسبت مقاومت به سرما در شدت‌های مختلف دمای زیر صفر				
		صفر	-۵	-۱۰	-۱۵	-۲۰
۱	ILC 3279	۰/۸۶ab	۰/۷۹ab	۰/۸۴ab	۰/۵۰fg	۰/۰۶j
۲	Sel93TH24460 (سارال)	۰/۹۴ab	۰/۹۷a	۰/۹۲ab	۰/۸۹ab	۰/۷۴ab
۳	FLIP 0075	۰/۹۴ab	۰/۸۲ab	۰/۸۶ab	۰/۵۱fg	۰/۰۴j
۴	ILC 533 (شاهد حساس به سرما)	۰/۸۹ab	۰/۶۴cd	۰/۴۶gh	۰/۳۶hi	۰/۰۰j
۵	ILC 482	۰/۸۹ab	۰/۸۸ab	۰/۹۰ab	۰/۶۶bc	۰/۱۷ij
۶	FLIP 0084	۰/۹۷a	۰/۹۸a	۰/۹۷a	۰/۸۶ab	۰/۵۳ef
۷	Sel 98TH11439	۰/۸۶ab	۰/۹۸a	۰/۹۶a	۰/۸۷ab	۰/۶۰de

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۶- نتایج ارزیابی میزان پروتئین دانه، میانگین زمان پخت (دیگ معمولی، دیگ زودپز) و شکل ظاهری رقم سارال در مقایسه با ارقام معرفی شده و رایج نخود دیم

ردیف	ژنوتیپ	زمان پخت		کیفیت پس از پخت*	درصد پروتئین دانه
		دیگ زود پز (دقیقه)	دیگ معمولی (ساعت)		
۱	جم	۳۵	۳/۳۰	۲	۲۶/۲
۲	آرمان	۳۰	۳/۳۰	۱	۲۵/۷
۳	Sel93TH 24460 (سارال)	۳۵	۳/۳۰	۱	۲۶/۸
۴	آزاد	۳۵	۳/۰۰	۱	۲۳/۹

* : این صفت به میزان لهیدگی دانه‌ها و جداشدن پوسته آنها پس از پخت مربوط می‌شود (۱= با لهیدگی و جدا شدن جزیی پوسته دانه و با کیفیت بسیار خوب، ۲= با مقدار کم لهیدگی و جدا شدن پوسته دانه و دارای کیفیت خوب، ۳= لهیدگی بیش از ۱۰ درصد و کمتر از ۳۰ درصد دانه‌ها پس از پخت و کیفیت متوسط، ۵= کیفیت نامطلوب با لهیدگی و جدا شدن پوسته بیش از ۳۰ درصد دانه‌ها)

توصیه ترویجی

متوسط عملکرد جهانی نخود ۷۲۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد بالقوهٔ آن معادل ۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در هند و ۴۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در سوریه به ثبت رسیده است (۱۲)، که ۶-۷ برابر میانگین عملکرد جهانی است. این

موضوع نشان می‌دهد که کشاورزان با استفاده از ارقام مناسب و به‌کارگیری دستورالعمل‌های فنی ارائه شده به راحتی می‌توانند انتظار عملکردهای بالاتر از رکوردهای فعلی را داشته باشند(۱۴).

نخود رقم سارال اولین رقم مقاوم به سرما و مناسب برای کشت پاییزه در مناطق دیم سردسیر کشور است (شکل ۱). این رقم ژنوتیپی مطلوب از لحاظ عملکرد دانه، تحمل به سرما، پروتیین دانه و بیماری برق‌زدگی بوده و کاشت آن به کشاورزان نخودکار در نواحی سردسیر غرب کشور توصیه می‌شود. زمان کاشت نخود رقم سارال در این مناطق، همانند زمان کاشت گندم دیم در اواسط مهر ماه با دستگاه عمیق‌کار بوده و لازم است در بهار سال بعد مراقبت‌های زراعی مانند مبارزه با علف‌های هرز، آفات و بیماری‌های احتمالی انجام شود. ضمناً قبل از کاشت ضدعفونی بذر با قارچکش مناسب ضروری است. علاقمندان به کاشت نخود رقم سارال برای اطلاعات بیشتر و تهیه بذر می‌توانند به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان و یا مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور (مراغه) مراجعه کنند.

شکل ۱- بوته نخود پاییزه رقم سارال در وضعیت کاملاً شاداب در زیر برف در اواسط اسفند ماه

سپاسگزاری

ضمن تشکر فراوان از مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم و مراکز تحقیقاتی دست اندرکار اجرای این پژوهش، لازم است از آقایان ارسلان بهزادی، صادق شهبازی، ایرج کرمی، سعید نظری، عوض عباسی و سرکار خانم مهندس سارا علیپور به جهت همکاری صمیمانه در اجرای پروژه‌های تحقیقاتی تشکر و قدردانی گردد.

منابع

۱- **باقری ع، زند ا، پارسا م (۱۳۷۶)** حبوبات: تنگناها و راهبردها. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۹۶ صفحه

۲- **صباغ پور س ح (۱۳۹۲)** مشکلات عمده و توصیه‌های فنی برای افزایش تولید حبوبات دیم در مناطق سرد کشور. مجموعه مقالات پنجمین همایش ملی حبوبات کشور. گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه تهران و قطب علمی حبوبات ایران. کرج، صفحات ۱۸-۱۳

۳- **صباغ پور س ح، محمودی ف، ربیعی و، هاشمی و (۱۳۸۸)** نتایج تحقیقات به‌نژادی حبوبات دیم سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷. مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم، ۹۸ صفحه

۴- **فرایدی ی (۱۳۸۸)** گزارش نهایی پروژه بررسی خصوصیات زراعی و سازگاری لاین‌های نخود متحمل به سرما درشرایط دیم. مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم. شماره ۸۸/۹۳۷/۱۵، ۴۶ صفحه

۵- **کانونی ه، نعمتی فرد م (۱۳۹۲)** اثر زمان کاشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه و برخی صفات زراعی دو ژنوتیپ نخود کابلی در کشت پائیزه در شرایط دیم. مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۹ (۲):۲۰۰-۱۸۵

۶- **کانونی ه، طالعی ع، خلیلی م (۱۳۸۶)** تجزیه پایداری عملکرد دانه و وزن صد دانه در ژنوتیپ‌های نخود زراعی در شرایط دیم. مجله نهال و بذر ۲۳ (۳): ۲۹۷-۳۱۰

7. **Akmal Khan M, Akhtar N, Ullah I, Jaffery S (1995)** Nutritional evaluation of desi and kabuli chickpeas and their products commonly consumed in Pakistan. Int. J. Food and Nutrition 46: 215-223
8. **Allard RW, Bradshaw AD (1984)** Implications of genotype- environmental interaction in applied plant breeding. Crop Sci. 4: 503-508
9. **ICARDA (2000)** Legume international nurseries and trials (CICTN-00), Aleppo, Syria, 14 p
10. **Kanouni H, Khalily M, Malhotra RS (2009)** Assessment of cold tolerance of chickpea at rainfed highlands of Iran. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 5 (2): 250-254
11. **Malhotra RS, Saxena MC (1993)** Screening for cold and heat tolerance in cool-season food legumes. In: KB Singh and MC Saxena (eds.), Breeding for stress tolerance in cool-season food legumes. John Wiley and Sons, Chichester, UK pp: 429-438
12. **Saccardo F, Calcagno F (1990)** Consideration of chickpea plant ideotypes for spring and winter sowing. In: Saxena MC, JI Cubero and J Wery (eds.) Present status and future prospects of chickpea crop production and improvement in the mediterranean countries. Options Méditerranéennes- Série Séminaires-n°9-CIHEAM, Paris, pp: 35-41
13. **Saxena MC (1984)** Agronomic studies on winter chickpea. In: M C Saxena and K B Singh (eds) Ascochyta blight and winter sowing of chickpeas, Martinus Nijhoff, The Hague, The Netherlands, 288 p
14. **Singh KB, Saxena MC (1999)** Chickpeas, The tropical agriculturalist. MAC

MILLAN Education LTD, UK. pp: 30-43

15. **Wery J (1990)** Adaptation to frost and drought stress in chickpea and implications in plant breeding. In: Saxena MC, JI Cubero and J Wery (eds.) Present status and future prospects of chickpea crop production and improvement in the mediterranean countries. Options Méditerranéennes- Série Séminaires-nº9- CIHEAM, Paris, pp: 77-85
16. **Yadav SS, Redden RJ, Chen W, Sharma B (2007)** Chickpea breeding and management. CAB, International. Wallingford, UK, 638 p