10.22092/rafhc.2023.357075.1293

نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی
جلد ۱۲، شماره ۱، سال ۱۴۰۲

نیلوفر، رقم آزادگرده افشان جدید کلزای زمستانه برای کشت در مناطق سرد و معتدل سرد

Nilofar, A New Winter Open Pollinated Variety of Rapeseed for Cultivation in Cold and Mild Cold Regions

بهرام علیزاده[۱]، عباس رضایی زاد[۲]، حسن امیری اوغان[۳]، سیامک رحمانپور[۴]، غلامحسین شیر اسماعیلی[۵]، محمد یزدان دوست همدانی[۶]، فرناز شریعتی[۴]، ناصر فرشاد قدیمی[۷]، معرفت مصطفوی راد[۸]، امیر حسین شیرانی راد[۱]، حسین صادقی[۶]، محمد رضا جهانسوز[۹] و اسدالله زارعی سیاه بیدی[۱۰]

۱،۳و۴- به ترتیب، استاد، دانشیار و استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۲ و ۱۰- به ترتیب، دانشیار و استادیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه ایران.
۵- استادیار، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.
۶- استادیار، موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، کرج، ایران.
۷- استادیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خوی، ایران.
۸- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، رشت، ایران.
۹- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۸

چکیده

علیزاده، ب.، رضایی زاد، ع.، امیری اوغان، ح.، رحمانپور، س.، شیر اسماعیلی، غ. ح.، یزدان دوست همدانی، م.، شریعتی، ف.، فرشاد قدیمی، ن.، مصطفوی راد، م.، شیرانی راد، ا. ح.، صادقی، ح.، جهانسوز، م. ر.، و زارعی سیاه بیدی، ا. ۱۴۰۲. نیلوفر، رقم آزادگرده افشان جدید کلزای زمستانه برای کشت در مناطق سرد و معتدل سرد. **نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی۱۲ (۱): ۱۶- ۱.**

رقم نیلوفر(R15) حاصل انتخاب و خالص‌سازی تک بوته‌ها در نسل‌های در حال تفکیک مربوط به تلاقی Symbol×Orient است. طی پنج سال متوالی، انتخاب تک بوته‌ها تا رسیدن به لاین خالص به روش شجره‌ای ادامه و در نسل F4 لاین‌های خالص گزینش شدند. در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ تعداد ۸۴ لاین خالص شده به همراه رقم شاهد اوکاپی در قالب آزمایش مقدماتی از نظر عملکرد دانه در کرج بررسی شدند. نتایج نشان داد که رقم نیلوفر با متوسط عملکرد ۳۳۵۲ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با رقم شاهد اوکاپی با عملکرد ۱۸۳۳ کیلوگرم در هکتار، برتری ۴۵ درصدی داشت. در آزمایش تعیین ارزش زراعی در شش ایستگاه تحقیقاتی اقلیم سرد و معتدل سرد کشور شامل کرج، اصفهان، همدان، اسلام‌آبادغرب، خوی و اراک طی دو سال زراعی ۹۱-۱۳۸۹، رقم نیلوفر با میانگین عملکرد دانه ۳۷۸۳ کیلوگرم در هکتار ضمن کسب رتبه اول، نسبت به شاهد اوکاپی ۱۶/۱ درصد برتری عملکرد داشت. رقم نیلوفر در تاریخ کاشت تأخیری و قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی به بعد در کرج طی

دو سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۱، با میانگین عملکرد دانه ۱۹۸۶ کیلوگرم در هکتار وکارائی مصرف آب ۰/۶۲ کیلوگرم بر مترمکعب، نسبت به همین صفات در شاهد اوکاپی به ترتیب ۱۸ و ۱۷/۷ درصد برتر بود. میزان گلوکوزینولات این لاین کمتر از ۱۰ میکرومول در گرم ماده خشک و میزان اسید اروسیک روغن آن کم‌تر از حد مجاز (دو درصد) بود. نتایج پروژه تحقیقی ترویجی در استان کرمانشاه نشان داد که میانگین عملکرد دانه رقم نیلوفر در دو منطقه سراب نیلوفر و ماهیدشت ۴۰۰۴ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به رقم شاهد اوکاپی ۱۴/۸ درصد برتری نشان داد. با توجه به پتانسیل عملکرد بالا و ویژگی‌های زراعی مطلوب، در سال ۱۳۹۹ لاین R۱۵ با نام نیلوفر معرفی و برای کشت در مناطق سرد و معتدل سرد کشور توصیه گردید.

واژه‌های کلیدی: پایداری، کلزا، عملکرد دانه، معرفی رقم

نویسنده مسئول: arezaizad@yahoo.com تلفن: ۰۸۳۳۸۳۵۱۰۲۱

مقدمه

کلزا (*Brassica napus L.*) سومین گیاه مهم روغنی جهان است که از دانه آن برای تأمین روغن خوراکی، کنجاله و سوخت استفاده می‌شود و طی سالیان اخیر افزایش تقاضا برای سوخت‌های زیستی باعث شده که میزان تولید دانه این محصول به بیش از ۷۰ میلیون تن در سال برسد (Anonymous, 2019). ویژگی‌های خاص این گیاه همانند سازگاری با شرایط مختلف آب و هوایی، ارزش تناوبی بالا، دارا بودن ژنوتیپ‌های بهاره و پاییزه، عملکرد بالاتر روغن در واحد سطح و سایر مزایای دیگر به عنوان نقطه امیدی برای تأمین بخشی از روغن خوراکی مورد نیاز کشور به شمار می‌آید (Alizadeh *et al*., 2019).

بر اساس آخرین آمار انتشار یافته از سوی سازمان خوار و بار جهانی (فائو) سطح برداشت شده، میزان تولید و عملکرد دانه کلزا در دنیا در سال ۲۰۱۹ به ترتیب ۳۴ میلیون هکتار، ۷۰/۵ میلیون تن و ۲۰۷۲ کیلوگرم در هکتار برآورد شده است (Anonymous, 2020) و در ایران بر اساس آمارنامه سالیانه وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ به ترتیب ۱۸۳ هزار هکتار، ۲۹۵ هزار تن و ۱۶۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده است (Anonymous, 2019).

کلزا از نظر مواد ژنتیکی و تعدد ارقام در سطح پایینی قرار دارد. این موضوع به محدود بودن پراکنش جغرافیایی و مراکز تنوع کلزا و فرآیند انتخاب و اهلی شدن آن برمی‌گردد (Friedt and Snowdon, 2006). اکثر ارقام جدید کلزا که از دو ویژگی اسید اروسیک و گلوکوزینولات پایین برخوردار هستند از دو رقم بهاره کلزا با نام‌های لیهو(Liho) و برونووسکی (Bronowski) منشاء گرفته‌اند و بنابراین افزایش تنوع ژنتیکی در کلزا از اهمیت زیادی برخوردار است (Hasan *et al*., 2006).

وارد کردن مواد ژنتیکی و ارقام جدید همواره به عنوان یکی از راهکارهای کوتاه مدت برای استفاده از تجارب سایر کشورها به‌ویژه برای محصولاتی نظیر کلزا که بومی کشور نیستند می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در دهه گذشته برای توسعه کشت کلزا در کشور بیشتر از وارد کردن ژنوتیپ‌های خارجی استفاده می‌شد ولی طی سالیان اخیر محققان داخلی اقدام به دورگ‌گیری، سلکسیون و خالص‌سازی لاین‌های اصلاحی کرده‌اند و این تلاش‌ها منجر به تولید لاین‌ها و ارقام پرمحصول و سازگار کلزا با شرایط اقلیمی کشور شده است، به طوری که رقم آزادگرده‌افشان احمدی در سال ۱۳۹۳، نیما در سال ۱۳۹۶ و نفیس در سال ۱۳۹۷ برای مناطق سرد و معتدل سرد کشور آزادسازی شدند (Alizadeh *et al*., 2019; Alizadeh *et al*., 2020).

عملکرد دانه مهم‌ترین صفت اصلاحی کلزا می‌باشد که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی زیادی می‌باشد. پایداری عملکرد دانه نیز صفت مهمی است که میزان تولید یک محصول را در مقیاس کلان قابل پیش‌بینی می‌کند (Diepenbrock, 2000). اطلاعات در مورد

روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد و دیگر عوامل در تعیین شاخص‌های انتخاب و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر همواره از اهمیت زیادی برخوردار بوده است. در بسیاری از گزارش‌ها صفات تعداد خورجین در واحد سطح (تعداد خورجین در بوته و تعداد بوته در واحد سطح)، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه به عنوان اجزای تعیین‌کننده عملکرد کلزا گزارش شده‌اند (Diepenbrock, 2000). تعداد خورجین در بوته همواره به عنوان یک شاخص انتخاب برای عملکرد مطرح بوده است اما باید در نظر داشت که وراثت‌پذیری این صفت معمولاً پایین است و تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد و انتخاب بر اساس این صفت کارایی چندانی ندارد (Richard and Thurling, 1978).

با توجه به اهمیت تنوع ژنتیکی مواد آزمایشی و نقشی که این تنوع در افزایش تولید و کنترل آفات و بیماری‌ها دارد، معرفی ارقام جدید کلزا ضروری است و در پژوهش حاضر نیز سعی گردید که رقم جدیدی برای اقلیم سرد و معتدل سرد معرفی شود که از پتانسیل عملکرد بالایی برخوردار باشد و نتیجه آن معرفی رقم جدید نیلوفر بود.

مواد و روش‌ها

رقم نیلوفر حاصل انتخاب از تک بوته‌های تلاقی Symbol×Orient می‌باشد. در سال زراعی ۱۳۸۳ تعداد ۸ رقم زمستانه کلزا شامل اوکاپی، فورناکس، اورینت، جرمینو، مودنا، سیمبل، اس. ال. ام. ۰۴۶ و کلورت که دارای منشأهای مختلف و صفات مطلوب ازجمله عملکرد بالا و مقاومت به سرما بودند انتخاب و در یک بلوک دورگ‌گیری جهت انجام تلاقی و تولید نسل‌های در حال تفکیک استفاده شدند.

در سال بعد نتاج F۱ حاصل از تلاقی یک‌طرفه والدین فوق در کرج کشت شده و به کمک پاکت‌گذاری برروی بوته‌ها عمل ایزولاسیون و خودگشنی انجام و ۲۸ جمعیت F۲ به دست آمد. از مرحله F۲ به بعد روش انتخاب به صورت شجره‌ای و تک بوته‌های انتخابی براساس خصوصیات فنوتیپی همانند جوانه‌زنی سریع‌تر، گلدهی زودتر، رسیدگی زودتر، مقاومت به ورس و خورجین‌های درشت‌تر غربال شدند. در نسل‌های در حال تفکیک، بذور هر بوته در پنج خط پنج متری و با تراکم پایین در تاریخ کاشت نرمال کشت گردید و انتخاب در نسل‌ها به صورت تک بوته انجام گرفت. خالص‌سازی و انتخاب تک بوته‌ها تا نسل F۴ (سال ۱۳۸۷) ادامه داشت و درنهایت تعداد ۸۴ لاین خالص گزینش شدند.

تعداد ۸۴ لاین خالص در مرحله F4 به همراه رقم شاهد اوکاپی در قالب آزمایش مقدماتی عملکرد دانه به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در کرج بررسی شدند.

در آزمایش تعیین ارزش زراعی در اقلیم سرد و معتدل سرد کشور، رقم نیلوفر به همراه ۲۰ لاین برتر منتخب در مرحله F5 و شاهد اوکاپی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه

تکرار در مناطق کرج، اراک، اسلام‌آبادغرب، اصفهان، همدان و خوی طی دو سال زراعی ۹۱-۱۳۸۹ بررسی شدند.

ارزیابی واکنش سه لاین امیدبخش K1، R۱۵ و L۱۰۹ به کشت‌های تأخیری در شرایط تنش خشکی آخر فصل و تاریخ کاشت‌های مختلف طی دو سال زراعی (۹۳-۱۳۹۱) در کرج صورت گرفت. برای محاسبه کارایی مصرف آب بر اساس عملکرد دانه در آزمایش فوق، از معادله زیر استفاده شد :

$$WUE = \frac{Y}{V}$$

در معادله فوق WUE کارائی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب) ، Yعملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و V مقدار کل آب مصرفی (مترمکعب در هکتار) است.

واکنش لاین‌های امیدبخش K1، L109 و نیلوفر همراه ارقام زرفام و اوکاپی به عنوان شاهد به چهار تاریخ کاشت ۲۵ شهریور و چهارم، چهاردهم و بیست وچهارم مهرماه طی دو سال زراعی ۹۳-۱۳۹۱ در کبوترآباد اصفهان مورد ارزیابی قرار گرفت.

آزمایش تحقیقی ترویجی رقم نیلوفر به همراه رقم اوکاپی به عنوان شاهد در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در دو مکان در استان کرمانشاه اجرا شد. هر رقم به مساحت ۱/۵ هکتار و در قطعات جداگانه و در کنار هم کشت شد. در زمان برداشت هر رقم به طور جداگانه توسط کمباین برداشت و میزان دانه برداشت شده توزین و عملکرد به صورت کیلوگرم در هکتار تعیین شد.

آزمایش انتخاب مشارکتی رقم شامل رقم جدید نیلوفر و برخی ارقام رایج ایرانی و خارجی در ۱۲ ایستگاه تحقیقاتی منطقه سرد و معتدل سرد کشور شامل پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در استان البرز در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد.

درصد روغن، میزان گلوکوزینولات کل دانه و کنجاله و درصد اسیدهای چرب تشکیل دهنده روغن رقم نیلوفر و شاهد اوکاپی در سال ۱۳۹۸ در آزمایشگاه ملی روغن بخش تحقیقات دانه های روغنی تعیین گردید.

برای تعیین پایداری عملکرد دانه لاین‌های مورد بررسی از روش گزینش هم زمان عملکرد دانه و پایداری (Kang, 1993) استفاده شد.

نتایج و بحث

در آزمایش مقدماتی عملکرد، رقم جدید نیلوفر با متوسط عملکرد ۳۳۵۲ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با رقم شاهد اوکاپی با عملکرد ۱۸۳۳ کیلوگرم در هکتار، برتری ۴۵ درصدی داشت و در زمره لاین‌های برترآزمایش بود (Javidfar, 2010). در این آزمایش برخی اجزای مهم عملکرد دانه رقم جدید نیلوفر همچون تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی و تعداد دانه در خورجین شاخه‌های فرعی بیشتر از شاهد اوکاپی بود و این موضوع باعث برتری عملکرد دانه نیلوفر نسبت به اوکاپی بود. تعداد خورجین درشاخه‌های فرعی و تعداد دانه در خورجین شاخه‌های فرعی برای رقم نیلوفر به ترتیب ۷۳

و۲۶ و برای رقم اوکاپی به ترتیب با ۵۵ و ۲۴ بود.

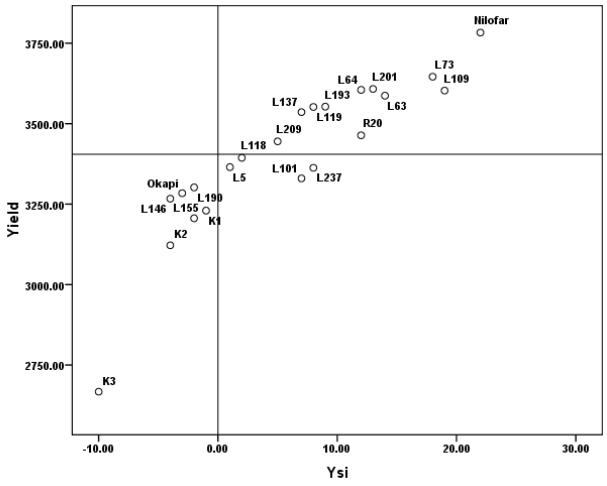
نتایج آزمایش تعیین ارزش زراعی لاین‌های امیدبخش کلزای زمستانه در شش منطقه کرج، اصفهان، همدان، اسلام‌آبادغرب، خوی و اراک طی دو سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ و ۹۱-۱۳۹۰ نشان داد رقم نیلوفر با متوسط عملکرد ۳۷۸۳ کیلوگرم در هکتار رتبه اول میانگین عملکرد را داشته و نسبت به رقم شاهد اوکاپی با متوسط عملکرد ۳۲۸۴ کیلوگرم در هکتار ۱۶/۱ درصد برتری عملکرد دانه نشان داد (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) لاین‌های کلزا در آزمایش تعیین ارزش زراعی درشش منطقه سرد و معتدل سرد کشور در دو سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۸۹

Table 1. The mean grain yield ($kgha^{-1}$) of rapeseed lines in value of cultivation and use (VCU) project in 6 cold and mild cold regions of the country in two crop years of 2010-2012

Line	خوی Khoi	کرمانشاه Kermanshah	کرج Karaj	اصفهان Esfahan	همدان Hamadan	اراک Arak	میانگین Mean	رتبه عملکرد Yield Rank	درصد تغییر نسبت به شاهد Change% compare to check
K1	1981	4223	2569	3741	4259	2852	3270	18	100.3
K2	2382	3917	2876	2396	3793	3394	3126	21	95.9
K3	1848	3332	2122	2088	3173	2698	2543	22	78.0
L101	2813	3849	2592	3056	4346	3638	3382	13	103.8
L109	2486	4009	2784	3962	4954	3489	3614	4	110.9
L118	2147	4303	2702	2997	4532	3602	3380	14	103.7
L119	2534	4266	2451	3263	4801	4008	3553	8	109.0
L137	2399	4040	2696	3419	4485	4383	3570	7	109.5
L146	2624	4158	2300	3146	4163	3496	3314	15	101.7
L155	2390	4303	2602	3242	4200	2554	3215	20	98.6
L190	2650	3822	2416	3160	4272	3389	3285	17	100.8
L193	2557	4501	2181	3402	4519	4371	3588	6	110.1
L201	2968	3968	2434	3856	5016	3378	3603	5	110.5
L209	3007	3796	2746	3349	4190	3903	3498	10	107.3
L237	2381	4536	2246	3756	4127	3297	3390	12	104.0
L5	2647	3724	2382	3069	4054	3966	3307	16	101.4
L63	2569	4189	3319	3931	4028	3654	3615	3	110.9
L64	2495	4642	2792	3414	4189	4511	3674	2	112.7
L73	2925	3638	2830	3054	4418	4286	3525	9	108.1
Okapi (check)	2458	3772	2122	3288	4137	3780	3259	19	100.0
Nilofar	3804	4522	2628	3717	4219	3808	3783	1	**116.1**
R20	2729	3956	2635	3467	4233	3766	3464	11	106.3

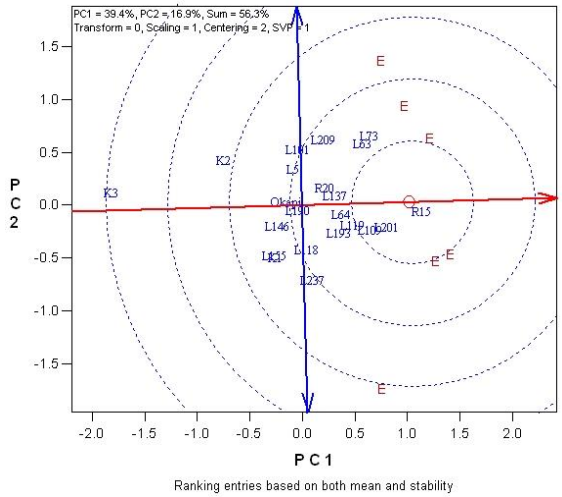
نتایج تجزیه پایداری به روش گزینش همزمان عملکرد دانه و پایداری (Kang, 1993) نشان داد که رقم نیلوفر با بیشترین نمره YSi (Kang, 1993) به عنوان پرمحصول‌ترین و پایدارترین ژنوتیپ در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی شناخته شد (شکل۱). مقادیر بالای YSi نشان دهنده عملکرد بالا به همراه پایداری عملکرد می باشد.



شکل۱- نمودار پراکنش لاین‌های زمستانه کلزا بر حسب عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و آماره پایداری عملکرد (YSi) در دو سال زراعی ۹۱-۱۳۸۹.

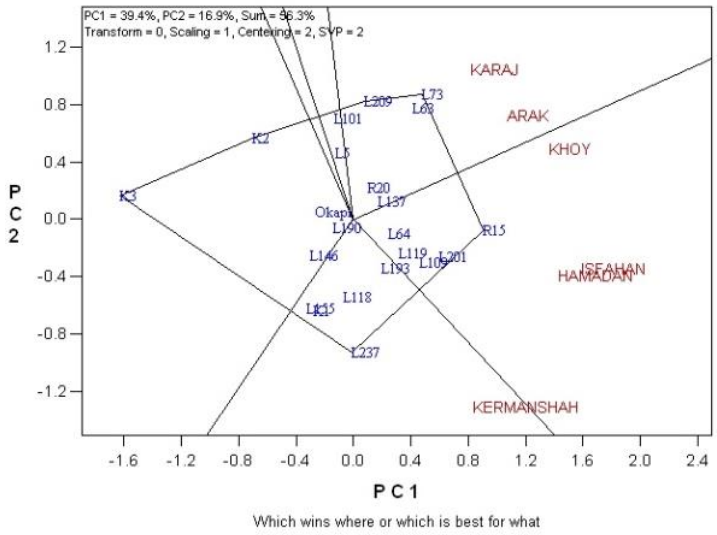
Figure 1. Distribution chart of winter rapeseed lines according to seed yield ($kgha^{-1}$) and yield stability parameter (YSi) in two crop years 2010-2012.

تجزیه بای پلات نشـــان داد که رقم نیلوفر (لاین R15) با کمترین فاصـــله از ژنوتیپ ایده‌آل بهترین ژنوتیپ برای انتخاب اســـت (شـــکل ۲). رقم نیلوفر (لاین R15) در عین حال با قرارگرفتن در راس چنـدضـــلعی مربوط بـه ابرمحیط در برگیرنده ایستگاه‌های همدان، خوی و کرمانشاه بیشترین سازگاری خصوصی به این مناطق را نیز دارا بود (شکل ۳).



شکل۲- نمودار پراکنش لاین‌های زمستانه کلزا برحسب عملکرد دانه و پایداری در تجزیه GGE-Biplot.

Figure 2. Distribution diagram of rapeseed winter lines according to grain yield and stability in GGE-Biplot analysis



شکل ۳- چند ضلعی GGE biplot برای تعیین ابر مناطق به روش GGE biplot.

Figure 3. Polygonal GGE biplot to determine mega-regions by GGE biplot method

نتایج حاصل از ارزیابی واکنش لاین‌های امید بخش کلزا به کشت تأخیری در شرایط تنش خشکی آخر فصل در کرج طی دو سال زراعی ۹۳-۱۳۹۱ نشان داد که رقم نیلوفر در تاریخ کاشت تأخیری ۱۰ آبان ماه و شرایط آبیاری معمول (میزان آب مصرفی ۴۴۸۰ مترمکعب در هکتار) با میانگین عملکرد ۲۸۱۸ کیلوگرم در هکتار و کارائی مصرف آب ۰/۶۳ کیلوگرم بر مترمکعب، بیشترین عملکرد دانه و کارآیی مصرف آب را به خود اختصاص داد، در حالی که عملکرد دانه رقم شاهد اوکاپی ۲۱۵۵ کیلوگرم در هکتار و کارایی مصرف آب آن ۰/۴۸ کیلوگرم بر مترمکعب بود. افزون براین، رقم نیلوفردر تاریخ کاشت تأخیری ۱۰ آبان ماه و شرایط قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی به بعد (میزان آب مصرفی ۳۲۰۰ مترمکعب در هکتار) با میانگین عملکرد دانه ۱۹۸۶ کیلوگرم در هکتار و کارائی مصرف آب ۰/۶۲ کیلوگرم بر مترمکعب، به ترتیب بالاترین عملکرد دانه و کارآیی مصرف آب را در شرایط اعمال توام تنش‌های کشت تأخیری و خشکی آخر فصل نشان داد، در حالی که وضعیت رقم شاهد اوکاپی ۱۶۲۶ کیلوگرم در هکتار و ۰/۵۱ کیلوگرم بر مترمکعب بود (Shirani Rad *et al*., 2015).

نتایج آزمایش بررسی تأثیر زمان کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد لاین‌های امید بخش کلزا طی دو سال زراعی ۹۳-۱۳۹۱ در کبوترآباد اصفهان نشان داد اثر متقابل تاریخ کاشت×رقم بر وقوع مراحل نمو مختلف، تعداد خورجین در بوته و عملکرد دانه لاین‌های مورد بررسی کلزا معنی‌دار بود. در تاریخ کاشت ۲۵ شهریور ماه، لاین L۱۰۹ با تولید ۳۶۴۸ کیلوگرم در هکتار، در

تاریخ کاشت چهارم مهر ماه رقم نیلوفربا تولید ۳۶۴۵ کیلوگرم در هکتار و در تاریخ کاشت چهاردهم مهرماه نیز رقم ن یلوفربا تولید ۳۳۳۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کردند. رقم نیلوفردارای پتانسیل و ثبات عملکرد مناسبی در هر سه زمان کاشت بود و از نظر سازگاری با شرایط منطقه نسبت به سایر لاین‌ها برتری داشت (Shiresmaili, 2014).

نتایج پروژه تحقیقی ترویجی در استان کرمانشاه نشان داد که میانگین عملکرد دانه رقم نیلوفر در دو منطقه سراب نیلوفر و ماهیدشت ۴۰۰۴ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به رقم شاهد اوکاپی با عملکرد دانه ۳۴۱۱ کیلوگرم در هکتار ۱۴/۸ درصد برتری نشان داد (Javidfar, 2010). تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه برای رقم نیلوفر به ترتیب ۱۶۵، ۲۴، ۴/۱ گرم و برای اوکاپی ۱۴۰، ۲۳ و ۳/۹ گرم بود (Javidfar, 2010).

نتایج بررسی آزمایش انتخاب مشارکتی رقم اجرا شده در ۱۲ منطقه سرد و معتدل سرد در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ نشان داد که رقم نیلوفر، رقم ناتالی، نپتون، لاین KS7 و الویس به ترتیب با میانگین عملکرد ۳۳۸۷، ۳۳۰۰، ۳۰۹۷، ۳۰۸۷ و ۳۰۳۸ کیلوگرم در هکتار برترین لاین‌ها بودند (جدول۲).

نتایج آزمایش انتخاب مشارکتی رقم در دانشگاه تهران در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ نشان داد که رقم نیلوفردر مقایسه با ارقام خارجی و داخلی و شاهد اوکاپی رتبه اول عملکرد را دارا بود و با تولید ۵۴۷۹ کیلوگرم دانه در هکتار نسبت به رقم شاهد اوکاپی ۹ درصد برتری عملکرد نشان داد (جدول ۳). در این آزمایش رقم نیلوفر از وزن هزار دانه بیشتری نسبت به شاهد اوکاپی برخوردار بود به طوری که وزن هزار دانه رقم جدید نیلوفر و اوکاپی به ترتیب ۴/۳ و ۳/۶ گرم بود.

نتایج بررسی جنبه های کیفی

نتایج تجزیه ترکیب اسیدهای چرب رقم نیلوفر و رقم اوکاپی به همراه استانداردهای ارائه شده توسط کمیته بین المللی کدکس(codex)، در جدول ۴ ارائه شده است. درصد هر یک از اسیدهای چرب مربوط به هر دو ژنوتیپ در محدوده تعیین شده توسط کمیته کدکس و مطابق با استاندارد است. نتایج نشان داد که میزان اسید اروسیک هر دو ژنوتیپ کمتر از حد مجاز آن (۲ درصد) بود. مقدار گلوکوزینولات کل کنجاله ارقام نیلوفر و اوکاپی به ترتیب ۱۴/۸ و ۵/۸ میکرومول بر گرم کنجاله لندازه‌گیری شد که هر دو کمتر از حد مجاز آن (۲۰ میکرومول بر گرم کنجاله) است. به‌طور کلی، کیفیت دانه ارقام نیلوفر و اوکاپی به لحاظ ترکیب اسیدهای چرب روغن و گلوکوزینولات کنجاله در حد استاندارد است.

جدول ۲- نتایج عملکرد دانه ارقام و لاین‌های کلزای زمستانه در آزمایش انتخاب مشارکتی رقم (PVS) در ۱۲ منطقه سرد و معتدل سرد کشور در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵

Table 2. Seed yield results of winter rapeseed cultivars and lines in participatory variety selection project (PVS) in 12 cold and mild cold regions of the country in the crop year 2016-2017

رقم Variety	رزن Razan	همدان Hamadan	البرز Alborz	اراک Arak	فراهان Farahan	شیراز Shiraz	چناران Chenaran	جوین Join	تبریز Tabriz	اسکو Osco	کرمانشاه Kermanshah	کنگاور Kangavar	میانگین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Mean grain yield ($kgha^{-1}$)	رتبه عملکرد دانه Grain yield rank
Natalie	2500	2500	3900	2420	3134	4121	2236	4041	2970	3000	4444	4333	3300	2
Danube	2600	2500	3950	-	1128	3532	2628	3500	2800	1200	4012	4267	2920	9
GKH3705	2200	2100	3200	2070	1375	2997	1875	3235	2860	-	3888	4198	2727	15
Artist	2500	2400	3900	2510	1700	4740	2944	2208	2900	1500	4606	4012	2993	7
Hydromel	2700	2500	3850	1990	1346	3821	2667	2583	2620	1500	4506	4300	2865	11
Alonso	2400	2200	3750	3230	1500	3929	2332	2166	2050	1800	4526	5516	2950	8
Expower	2500	2100	3350	2050	1750	3500	2639	3114	2900	-	4753	4538	3018	6
Elvis	2300	2400	3300	2210	4464	2200	2013	2125	3100	3500	4115	4732	3038	5
Neptune	2300	2200	4350	1450	2500	3230	2542	3028	2710	4000	4320	4538	3097	3
Zarfam	2000	1900	2900	2350	4300	-	2722	3250	2430	1500	4047	4333	2885	10
Gabriella	2300	2200	3750	2290	1308	2100	2264	2824	3100	-	4444	4049	2784	14
Ahmadi	2000	2000	3900	2070	3194	2372	805	2791	2510	3800	3950	4047	2787	13
KS7	2400	2500	3400	2260	3332	2900	1583	3035	3050	-	4630	4867	3087	4
Nilofar	2100	2000	2600	4020	2500	3600	2361	4270	-	-	5350	5071	3387	1
Okapi	2000	1800	3950	2130	1000	2900	2792	2083	2620	3500	4580	4124	2790	12

جدول ۳- نتایج عملکرد دانه و روغن در آزمایش انتخاب مشارکتی رقم(PVS) دانشگاه تهران در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷

Table 3. The results of seed and oil yield in the participatory variety selection project (PVS) of Tehran University in the crop year 2017-2018

نام رقم و لاین Variety/ Line	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kgha^{-1}$)	رتبه عملکرد دانه Grain yield rank	درصد روغن Oil%	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield ($kgha^{-1}$)
Nilofar	5479	1	**44.9**	2460
Daryot	5453	2	44.5	2536
Neptone	5441	3	43.5	2365
1009	5381	4	46.4	2499
Nima	5264	5	44.9	2361
Nafis	5223	6	45.9	2395
Atora	5212	7	46.1	2401
Okapi	5000	8	45.6	2280
1008	4978	9	44.4	2208
Ritmo	4651	10	46.3	2152

جدول ۴- میزان روغن، گلوکوزینولات دانه و پروفیل اسیدهای چرب (٪) رقم نیلوفر و شاهد اوکاپی

Table 4. oil content, seed glucosinolate and fatty acid profile (%) of Nilofar variety and Okapi (check)

Qualitative characteristics	ویژگی های کیفی	Cox		Nilofar	Okapi
		Minimum	Maximum		
Oil content	(%) میزان روغن	-	-	44.8	44.5
Whole grain glucosinolate (micromol/g)	گلوکوزینولات کل دانه کنجاله (میکرومول بر گرم)	0	20	11.4	4.4
Whole meal glucosinolate (micromol/g)	گلوکوزینولات کل کنجاله (میکرومول بر گرم)	0	20	14.8	5.8
Oleic acid	اسید اولئیک	51	70	63.4	62.1
Stearic acid	اسید استاریک	0.8	3.0	1.5	1.7
Palmitoleic acid	اسید پالمیتولئیک	nd	0.6	0.1	0.05
Palmitic acid	اسید پالمیتک	2.5	7.0	5.7	5.4
Linoleic acid	اسید لینولئیک	15.0	30.0	19.3	19.2
Linolenic acid	اسید لینولنیک	50	14	26	6.9
Arashidic acid	اسید آراشیدیک	0.2	1.2	0.2	0.2
erucic acid	اسید اروسیک	nd	2.0	0.9	1.3

nd: غیرقابل تشخیص

خصوصیات زراعی رقم جدید نیلوفر در مقایسه با رقم شاهد اوکاپی

نیلوفر یک رقم زمستانه کلزا است که ضمن داشتن عملکرد دانه مناسب از پایداری عملکرد دانه در مناطق سرد و معتدل سرد ایران برخوردار است. میانگین عملکرد دانه رقم نیلوفر و رقم شاهد اوکاپی براساس نتایج آزمایشات به زراعی، به نژادی، تحقیقی ترویجی و انتخاب مشارکتی رقم اجرا شده در مناطق سرد و معتدل سرد به ترتیب ۳۷۴۱ و ۳۱۹۸ کیلوگرم در هکتار

برآورد شـد. برتری عملکرد دانه نیلوفر نسبت به اوکاپی ناشـــی از برتری اجزای عملکرد همانند وزن هزار دانه و تعداد خورجین در شـــاخه های فرعی می‌باشـد. در شـرایط کشـت تأخیری نیز عملکرد دانه نیلوفر از شـاهد اوکاپی بیشـتر بود. ضـمنا رقم نیلوفر از ارتفاع بوته بیشتری نسبت به اوکاپی برخوردار بود. سـایر ویژگی های زراعی نیلوفر در جدول ۵ درج شده است.

جدول ۵- ویژگی‌های زراعی رقم جدید نیلوفر در مقایسه با رقم شاهد اوکاپی

Table 5- Agronomic characteristics of the new variety of Nilofar in comparison with check variety of Okapi

characteristic	خصوصیت	نیلوفر Nilofar	اوکاپی Okapi
Origin	منشأ	Iran ایران	France فرانسه
Variety type	نوع رقم	آزادگرده افشان Open pollinated	Open pollinated آزادگرده افشان
Grain yield (kg/ha)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	3741	3198
yield stability	پایداری عملکرد	Very well بسیار خوب	Average متوسط
1000 seed weight (gr)	وزن هزار دانه (گرم)	4.1	3.4
oil yield (kg/ha)	عملکرد روغن(کیلوگرم در هکتار)	1675	1424
Days to maturity	تعداد روز تا رسیدگی	243	247
Plant height (cm)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	152	127
tolerant to delay planting	تحمل کشت تأخیری	۲۰/۵ درصد بیشتر از شاهد 20.5% more than check	
Water use efficiency	کارآیی مصرف آب	۲۰/۴ درصد بیشتر از شاهد 20.4% more than check	

توصیه ترویجی

نیلوفر رقم جدید کلزا است که برای کشت در اقلیم سرد و معتدل سرد کشور مناسب است. که با عنایت به عملکرد مناســب، کاملا توانایی رقابت با هیبریدهای خارجی کلزا را دارد. این رقم برای کشـت در اسـتان‌های البرز، کرمانشـاه، آذربایجان غربی و شـــرقی، زنجان، خراســـان رضـــوی، مرکزی، لرســـتان و همدان توصـــیه می‌شـــود. برای دســـتیابی به عملکرد بالا در این رقم رعایت اصـــول زراعی همانند تهیه بســـتر، تاریخ کشـت، تراکم بوته، عمق کشـت، آبیاری، مبـارزه بـا علف‌هـای هرز و آفـات و بیمـاری‌هـا ضـروری اسـت. تهیه بسـتر بذر برای رقم نیلوفر شـامل شـخم، دیسـک و ماله زدن می‌باشـد. در زمـان تهیـه بســـتر برای جلوگیری از کوبیـدگی خـاک بـایـد از تـردد بـیـش از انـدازه ادوات کشـاورزی پرهیز شـود. توصـیه می‌شـود برای کنترل علف‌هـای هرز ازعلفکش‌هـای پیش از کاشـــت هماننـد ترفلان بـه مقـدار ۲/۵ لیتر در هکتار و مخلوط نمودن آن با دیسـک تا عمق ۱۰ تا ۱۲ سـانتی‌متر خاک اسـتفاده شـود. هنگام اســـتفاده از علف‌کش ترفلان خاک باید دارای رطوبـت کـافی برای جوانه‌زنی بـذور علف‌هـای هرز باشـــد. جهت کنترل علف‌های هرز باریک

برگ توصیه می‌شود در مرحله ۴ برگی و در شرایطی که میانگین دمای شبانه روز کمتر از ۱۲ درجه سلسیوس نباشد از علف‌کش اختصاصی باریک‌برگ‌ها استفاده شود. مناسب‌ترین تراکم بوته برای رقم نیلوفر ۵۰ تا ۶۰ بوته در متر مربع می‌باشد و برای دستیابی به این تراکم میزان مصرف بذر ۴ تا ۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. مناسب‌ترین تاریخ کشت برای رقم نیلوفر در مناطق سرد، ۱۰ شهریور تا ۲۰ شهریور و برای مناطق معتدل سرد ۲۰ شهریور تا هفته اول مهر می‌باشد. در صورت کشت تأخیری تا هفته اول مهر در اقلیم سرد و اواسط مهرماه در اقلیم معتدل سرد رقم نیلوفر می‌تواند عملکرد اقتصادی تولید نماید. تغذیه مناسب نقش مهمی در دستیابی به پتانسیل عملکرد رقم نیلوفر دارد. مقدار کودهای مصرفی بر اساس نوع و حاصلخیزی خاک متغیر می‌باشد و توصیه‌های لازم می باید بر اساس آزمون خاک انجام می‌گیرد. توصیه می‌شود کود نیتروژنه در سه مرحله بصورت تقسیط استفاده شود. تقسیط اول قبل از کشت و همزمان با آماده‌سازی زمین و یا ترجیحا پس از کشت و در مرحله دو برگی استفاده شود و تقسیط‌های دوم و سوم به ترتیب در مرحله ساقه‌دهی و غنچه‌دهی استفاده شود. در هنگام استفاده از کود سرک نیتروژنه استفاده ترکیبی از اوره و سولفات آمونیوم مورد تاکید می باشد.

References

Alizadeh, B., Rezaizad, A., Yazdandoost Hamdani, M., Rahmanpour, S., Javadfar, F., Amiri Oghan, H., Shariati, F., Shirani-Rad, A. H., Majd Nasiri, B., Khadim Hamzah, H. R., Pasban Islam, B., Naser Ghadimi, F., Shirasmaili, G. H., Azizi, M., Khayavi, M., Sadeghi, H., and Hosni, F. 2020. Nafis, a new variety of rapeseed for cultivation in cold and mild cold regions of the country. Research Achievements for Field and Horticulture crops. 9(1): 1-12. (In Persian).

Alizadeh, B., Yazdandoost Hamdani, M., Rezaizad, A., Azizinia, Sh., Khiavi, M., Shirani-Rad, A. H., Javidfar, F., Pasban Islam, B., Mostafavi Rad, M., Shariati, F., Rahmanpour, S., Alam Khomram, M. H., Majd Nasiri, B., Amiri Oghan, H., and Zarei Siah Bedi, A. 2019. Nima, a new variety of winter rapeseed for cultivation in cold and mild cold regions of Iran. Research Achievements for Field and Horticulture crops. 8(1): 61-76 .(In Persian).

Anonymous. 2020. Statistical Year Book of Agricultural Crops. 1st Volume: Filed Crops. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran. (in Persian). 97 pp.

Anonymous. 2019. Available at [http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E]

Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.), a review. Field Crop Res. 67: 35-49. Doi.org/10.1016/S0378-4290(00)00082-4

Francis, T. R., and Kanenberg, L. W. 1987. Yield stability studies in short-season maize.

I. A descriptive method for grouping genotypes. Can. J. Plant Sci. 58: 1029-1034. Doi.org/10.4141/cjps78-157

Friedt, W., and Snowdon, R. 2006. Oilseed Rape In: Vollmann, J. and Rajcan, H. (eds) Handbook of plant breeding. Oil crops, Springer, Dordrecht Heidelberg London New York, pp 91-126

Hasan, M., Seyis, F., Badani, A. G., Pons-Kuhnemann, J., Lu, H. S., Friedt, W., and Snowdon, R. J. 2006. Surveying genetic diversity in the *Brassica napus* gene pool using SSR markers. Gen. Resources and Crop Evol. 53: 793–802. DOI:10.1007/s10722-004-5541-2

James, K. M., Brown, R., and Steven, P. 2019. Yield instability of winter oilseed rape modulated by early winter temperature. Scientific reports 9: 6953. Doi.org/10.1038/s41598-019-43461-7

Javidfar, F. 2010. Final report of the research project for evaluation and preliminary yield comparison of rapeseed winter lines. Seed and Plant Improvement Institute No. 36789. 41 pages. (In Persian).

Javidfar, F. 2010. The final report of the research project for the production of pure lines from separating population of the winter varieties of rapeseed. Seed and Plant Improvement Institute. No. 36790. 36 pages. (In Persian).

Kang, M. S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: Consequences for growers. Agron. J. 85: 754-757. DOI:10.2134/agronj1993.00021962008500030042x

Rai, B., Gupta, S. K., and Pratap, A. 2007. Breeding Methods. In: Gupta, SK., Delseny M. and Kader, GC. (eds.) Rapeseed Breeding. Elsevier, Amsterdam.

Rezaizad, A. 2017. The final report of the extension research project yield comparison of the new rapeseed line R15 with the Okapi variety in the farmer's farms in the cold temperate regions of Kermanshah province. Seed and Plant Improvement Institute. No. 59160. 17 pages .(In Persian).

Richard, R. A., and Thurling, N. 1978. Variation between and within species of rapeseed (*Brassica campestris* and *B. napus*) in response to drought stress. II. Growth and development under natural drought stresses. Aust. J. Agric. Res. 29(3): 479-490

Shirasmaili, G. H. 2014. Final report of the extension research project investigating the effect of planting time on yield and yield components of promising rapeseed lines. Seed and Plant Improvement Institute. No. 46871. 36 pages. (In Persian).

Shirani Rad, A. H., Pasban Islam, B., Rezaizad, A., Azizi, M., and Shariati, F. 2015. The final report of the research project of introduction of rapeseed cultivars tolerant to terminal drought stress. Agricultural research, education and promotion organization. Seed and Plant Improvement Institute. No. 48565. 50 pages. (In Persian).

Nilofar, A New Winter Open Pollinated Variety of Rapeseed for Cultivation in Cold and Mild Cold Regions

B. Alizadeh[1], A. Rezaizad[2], H. Amiri Oghan[3], S. Rahmanpour[4], Gh. H. Shiresmaeili[5], M. Yazdandoost Hamadani [6], F. Shariati[4], N. FarshadGhadimi[7], M. Mostafavi Rad[8], A. H. Shirani Rad[1], H. Sadeghi[6], M. R. Jahansouz[9] and A. Zareie Siyahbidi[10]

1, 3 and 4. Professor, Associate Professor and Assistant Professor, respectively, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

2 and 10. Associate Professor and Assistant Professor, respectively, Crop and Horticultural Science Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education center, Kermanshah, Iran.

5. Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Esfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Esfahan, Iran.

6. Assistant Professor, Seed and Plant Certification and Registration Institute, Agriculture Research Education and Extension Organization, Karaj, Iran.

7. Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research Station, Khoy, Iran

8. Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran

9. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

ABSTRACT

Alizadeh, B., Rezaizad, A., Amiri Oghan, H., Rahmanpour, S., Shiresmaeili, Gh. H., Yazdandoost Hamadani, M., Shariati, F., FarshadGhadimi, N., Mostafavi Rad, M., Shirani Rad, A. H., Sadeghi, H., Jahansouz, M. R., and Zareie Siyahbidi, A. 2023. Nilofar, A New Winter Open Pollinated Variety of Rapeseed for Cultivation in Cold and Mild Cold Regions. **Research Achievements for Field and Horticulture Crops Journal 12 (1): 1-16. (in Persian).**

The new oilseed rape cultivar Nilofar (R15), is the result of screening and purifying single plants in segregating generations derived from the cross "Symbol×Orient". During five years of consecutive cultivation, screening of single plants was continued to access pure lines using pedigree method and pure lines were selected in F4 generation. During cropping season 2008-2009, 84 pure lines were evaluated in preliminary yield trial.

Results showed that Nilofar variety with a mean yield of 3352 $kgha^{-1}$ had higher grain yield by 45% compared to the Okapi control variety with a mean grain yield of 1833 $kgha^{-1}$. In the Value for Cultivation and Use (VCU) trial in six research stations of cold and mid cold regions of Iran including Karaj, Isfahan, Hamedan, Islam abad-e- gharb, Khoy and Arak during two cropping seasons 2009-2011, Nilofar variety with an average grain yield of 3783 $kgha^{-1}$, ranked first and had 16.1% grain yield more than the Okapi. Under delayed sowing date and stopping irrigation from silique development stage in Karaj during two cropping seasons 2012-2014, Nilofar with 1986 $kgha^{-1}$ and 0.62 kgm^{-3} in term of grain yield and water use efficiency, respectively, was superior to Okapi with 1626 $kgha^{-1}$ grain yield and 0.62 kgm^{-3} water use efficiency. The glucosinolate content of Nilofar variety was less than 10 $\mu molg^{-1}$ of dry matter and the erucic acid content of the oil was less than 2%. The results of the extension research project in Kermanshah province showed that the mean grain yield of the Nilofer variety at two sites of Sarab Nilofer and Mahidasht was 4004 $kgha^{-1}$, which was 14.8% higher than the Okapi control cultivar. Due to its high grain yield potential and appropriate agronomic characteristics, line R15 was released under the name of Nilofar and is recommended for cultivation in the cold and mild cold regions of Iran.

Keywords: Cultivar release, Grain yield, Oilseed rape, Stability

Corresponding author: arezaizad@yahoo.com **Tel.:** +988338351021

Received: 07 February , 2023
Accepted: 24 June, 2022