دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره نهم، شماره ۱۶، بهار و تابستان ۱۴۰۳
http://arpe.gonbad.ac.ir

بررسی خصوصیات فیزیولوژیکی مؤثر بر تیپ ایده‌آل برنج (*Oryza sativa*) در شرایط مطلوب (غرقاب)

حدیثه فرامرزی کوهسار[1*]، حسین صبوری[2]
[1]کارشناس کشاورزی مرکز خدمات شهرستان مینودشت
[2]استاد گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۰۵

چکیده

مقدمه: کارشناسان اصلاح نباتات برای انتخاب اهداف اصلاحی خود از بین صفات فیزیولوژیکی مختلف، در جستوجوی صفات بارز موثر بر عملکرد هستند این موضوع منجر به پیدایش مفهومی به نام تیپ ایده‌آل شده است. دستیابی به نوع ایده‌آل گیاهان زراعی مستلزم استفاده از روش های آماری مناسب است. هدف این تحقیق معرفی روش استفاده از مدل سازی رگرسیونی برای تعیین تیپ ایده‌آل گیاهان زراعی بر روی گیاه برنج می باشد. در برنامه های اصلاحی، برآورد میزان عملکرد بسیار مهم است و این موضوع بر اساس تغییر در صفات مؤثر گیاه که با استفاده از مدل‌سازی رگرسیونی قابل شناسایی است. در اصلاح نباتات همبستگی بین صفات از اهمیت ویژه ای برخوردار است، زیرا میزان و نوع رابطه بین دو یا چند صفت را تعیین می کند. همبستگی بین صفات مختلف می‌تواند به محققین در انتخاب صفاتی که مستقیم و غیر مستقیم بر عملکرد موثرند کمک کند.

مواد و روش‌ها: برای این منظور، مطالعه‌ای بر روی ۱۲۴ لاین نسل نهم دو رقم برنج اهلومی طارم و درفک در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو فصل زراعی در دانشگاه گنبدکاووس انجام شد. آبیاری تا مرحله حداکثر پنجه زنی در شرایط بدون تنش (غرقابی) انجام شد. از این مرحله تا پایان دوره رشد آبیاری به طور کامل قطع شد. از بین صفات اندازه گیری شده با استفاده از رگرسیون گام به گام، چهار صفت وزن بوته، وزن خوشه، وزن ۱۰۰ دانه و شاخص برداشت شناسایی شدند که بیشترین نقش را در افزایش عملکرد داشتند. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت.

نتایج: همبستگی بین صفات انتخاب شده و میزان افزایش عملکرد مورد ارزیابی قرار گرفت و میزان افزایش عملکرد (درصد) ناشی از آن صفت نسبت به افزایش کل عملکرد محاسبه شد. با توجه به همبستگی منفی بین شاخص برداشت و وزن بوته، سه فرضیه مورد بررسی قرار گرفت. در صورتی که همبستگی بین شاخص برداشت و وزن بوته شکستنی نباشد، تغییرات عملکرد ایدئوتیپ ۱۱۲۵٫۵ کیلوگرم در هکتار افزایش می‌یابد. اگر با افزایش وزن بوته، شاخص برداشت در حد متوسط بماند، ۸۵۰/۷۸ کیلوگرم در هکتار افزایش می یابد و اگر همبستگی بین وزن بوته و شاخص برداشت شکستنی باشد، ۱۴۸/۵ کیلوگرم در هکتار افزایش می یابد. روش مورد

*نویسنده مسئول: hadiseh8350@gmail.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]
[DOI: 10.22034/arpe.9.16.56]

استفاده در این تحقیق با توجه به محسوس بودن تفاوت های ژنتیکی لاین ها می تواند راهی برای حرکت اصلاح کنندگان به سوی افزایش عملکرد در ارقام برنج باشد.

نتیجه‌گیری کلی: هدف این مقاله معرفی روش استفاده از مدل‌سازی رگرسیونی در تعیین تیپ ایده‌آل گیاه زراعی برنج است و با توجه به همبستگی منفی بین دو صفت شاخص برداشت و وزن بوته سه فرضیه مطرح شد. نتایج نشان داد اگر در ارتباط صفات انتخاب شده تغییر ایجاد شود باعث افزایش عملکرد خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: اصلاح نباتات، رگرسیون گام به گام، شاخص برداشت، عملکرد، وزن بوته

مقدمه

برنج با نام علمی *Oryza sativa* L. یکی از گیاهان زراعی یک‌ساله و مهم در ایران است (FAO, 2020) که ۵/۴۳ درصد از کل سطح زیرکشت گیاهان زراعی معادل ۵۹۷۵۰۳ هکتار را تشکیل می‌دهد و مجموع تولید آن در ایران ۳۲۰۶۰۶۱ تن است، متوسط تولید عملکرد ۵۳۶۶ کیلوگرم در هکتار است (Iran's Ministry Agricultura, 2020). برنج دومین غله مهم دنیاست و از لحاظ تولید دانه بعد از گندم رتبه دوم را به خود اختصاص داده است. تقریباً تمامی برنج تولید شده به مصرف غذایی انسان می‌رسد (Kumari *et al*., 2022). بـرنج و مشـتقات آن ۶۰ تا ۷۰ درصـد انرژی مورد نیاز مردم را تأمین می‌کنـد (Marathi *et al*., 2012).

با توجه به افزایش جمعیت کره زمین تقاضای شدید غذایی از طریق افزایش سطح زیرکشت در برنج قابل توجیه نخواهد بود. از این‌رو، باید به تولید و اصلاح ارقامی از برنج با کارایی تولید بالا پرداخته شود (Zargaran and Limouchi, 2021). عملکرد دانه برنج نیز حاصل ارتباط بسیاری از فرآیندهای حیاتی در مرحله نمو گیاهی است و هیچ فرآیندی به تنهایی کلید دسترسی به حداکثر عملکرد نیست، برای دستیابی به یک رقم با عملکرد بالا باید تمامی اجزاء دخیل در عملکرد به‌طور مناسبی در نظر گرفته شود (Ashworth *et al*., 2015). لذا رسیدن به تیپ ایده‌آل گیاهان زراعی مستلزم استفاده از روش‌های آماری مناسب است. در اصلاح نباتات به ژنوتیپ‌هایی ایده‌آل گفته می‌شود که در طیف وسیعی از شرایط محیطی، از ثبات عملکرد بالایی برخوردار باشند (Kanouni *et al*., 2022). به عنوان مثال محققان دریافتند که وزن خوشه و تعداد دانه در خوشه بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد دانه در برنج دارند (Yadi *et al*., 2021). لذا باید صفاتی در برنج که نقش بارزی در افزایش عملکرد دارند را تقویت کرد. در زمینه روابـط و همبسـتگی بـین صـفات، در گیاهان مختلف، تحقیقـات زیادی انجام شده است (Saberi-Riseh *et al*., 2022; Gerrano and Thungo, 2020; Krisnawati *et al*., 2022)

در مطالعه‌ای بر روی ۲۰ رقم کلزا مشاهده شد که هفت صفت مهم روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، درصد روغن و عملکرد روغن در افزایش عملکرد بیش‌ترین نقش را داشتند. با تعیین سهم نسبی هر صفت در میزان عملکرد دانه کلزا مشخص شد که روز تا رسیدگی فیزیولوژیک ۱/۱۶ درصد، عملکرد بیولوژیک ۱۰/۲۳ درصد، تعداد دانه در خورجین ۰/۵۹ درصد، وزن هزار دانه ۰/۸۲ درصد، شاخص برداشت ۱۲/۱۰ درصد، درصد روغن ۲۱/۳۷ درصد و عملکرد روغن ۵۳/۷۲ درصد از تغییرات عملکرد ژنوتیپ‌های کلزا را توجیه می‌کنند (Biabani *et al*., 2021). در پژوهشی با هدف بررسی صفات کمی مرتبط با عملکرد دانه و ارتباط آن‌ها با یکدیگر و انتخاب مهم‌ترین صفات موثر بر عملکرد دانه در هیبریدهای ذرت، نتایج نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفت عملکرد دانه با صفات طول دانه، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، طول بلال و تعداد ردیف در بلال مشاهده

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.56]

شد (Shojaei *et al*., 2022). مطالعات بر روی تیپ ایده‌آل با استفاده از رگرسیون گام‌به‌گام بر روی گیاه آویشن نشان داد که صفات سطح تاج‌پوشش و کاروتنوئید بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد داشتند (Taghipour and Ashraf Mehrabi, 2021; Golestani, 2022).

در مطالعه‌ای بر روی ۱۶ صفت مختلف در برنج، صفات وزن خشک خوشه، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، تعداد دانه در خوشه، فاصله گره اول تا گره دوم ساقه و فاصله طوقه تا اولین گره، را به‌عنوان صفات موثر بر عملکرد دانه معرفی کردند. محققین در بررسی ۱۳ رقم برنج آزاد شده در شمال ایران دریافتند که روز تا طویل شدن ساقه، طول برگ پرچم، تعداد پنجه در بوته، وزن بیولوژیک در مرحله گرده‌افشانی، حداکثر ماده‌ی خشک و شاخص برداشت از مهم‌ترین صفات تعیین کننده‌ی عملکرد دانه هستند (Haghshenas *et al*., 2022). روش‌های مختلفی برای تعیین صفات مطلوب و تیپ ایده‌آل در گیاهان زراعی ارائه شده است (Kazerani *et al*., 2018). یکی از این روش‌ها، تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام است که با کمک آن می‌توان صفات مناسب را جهت انتخاب در برنامه‌های اصلاحی و برای افزایش عملکرد دانه در برنج شناسایی کرد (Vidal *et al*., 2022). لذا این تحقیق با هدف دستیابی به تیپ ایده آل برنج در شمال ایران انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش روابط میان عملکرد دانه با صفات کمی و مورفولوژیکی نسل نهم (F9) حاصل تلاقی ارقام برنج اهلمی طارم و درفک در طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس با طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴۵ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۹۶ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی با ارتفاع ۵۲ متر از سطح دریای آزاد در طی دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ کشت شد. برای تهیه خزانه، ابتدا لاین‌ها که شامل ۱۲۴ عدد بودند، در گلدان‌های پنج لیتری در گلخانه کشت شدند و روزانه دو مرتبه آبیاری صورت می‌گرفت. در گلخانه دو مرحله کود کامل NPK (۲۰ درصد نیتروژن، ۲۰ درصد فسفر و ۲۰ درصد پتاسیم و ۴۰ درصد دیگر شامل مواد حامل و ریز مغذی‌های دیگر) مخصوص برنج به گیاهچه‌ها داده شد. پس از تصادفی کردن محل نشاء لاین‌ها در واحدهای آزمایشی با تعداد چهار نشاء و هر نشاء شامل سه گیاهچه روی پنج ردیف به طول دو متر و با فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر بر اساس تراکم ۱۶ بوته در مترمربع با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مذکور در شرایط غرقاب کشت شدند. طبق نتایج آزمون خاک کود نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، نصف در زمان کاشت و مابقی در مرحله پنجه‌زنی و کود فسفره به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در ابتدای کاشت داده شد. در طول دوره رشد مراقبت‌های زراعی لازم از قبیل وجین و کنترل علف‌های هرز (با علف‌کش بنتازون) اعمال شد. آبیاری در شرایط بدون تنش به صورت غرقاب در طول دوره رشد لاین‌ها انجام شد.

در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، اندازه‌گیری صفات مورد بررسی شامل وزن بوته، ارتفاع بوته، تعداد خوشه در بوته، طول، عرض و مساحت برگ پرچم خوشه اصلی، طول خروج غلاف خوشه اصلی، قطر و طول ساقه خوشه اصلی، وزن کل خوشه‌ها، وزن خوشه اصلی، وزن کل ساقه‌ها، تعداد دانه‌ی پر و پوک در خوشه اصلی، وزن دانه‌ی پر و پوک در خوشه اصلی، تعداد خوشه‌چه اولیه و ثانویه در خوشه اصلی، وزن صددانه، وزن دانه پر در خوشه، شاخص برداشت، روز تا گل‌دهی، روی ۵ بوته اندازه‌گیری شد. با استفاده از تجزیه رگرسیون صفات غیر مؤثر یا کم اثر روی عملکرد را در مدل رگرسیونی حذف نموده و تنها صفاتی را که میزان قابل ملاحظه‌ای از تغییرات عملکرد را توجیه می‌کردند، شناسایی شدند. سپس همبستگی بین صفات منتخب و میزان افزایش عملکرد مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان افزایش عملکرد (درصد)

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.56]

ناشی از آن صفت نسبت به کل افزایش عملکرد، محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارSAS (نسخه‌ی ۹/۴) انجام شد (Souza *et al*., 2018).

نتایج و بحث

مطابق با جدول ۱ در بین ژنوتیپ‌ها، اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری برای صفات مورد مطالعه وجود داشت. وجود مقادیر حداقل و حداکثر برای صفات مختلف در شرایط محیطی و زراعی اعمال شده یکسان بر روی ارقام، نشان‌گر تنوع ژنتیکی است، به این معنا که به وسیله اصلاح می‌توان آن صفت را بهبود داد. این موضوع می‌تواند بستری را فراهم نماید تا بهترین لاین، با توجه به شرایط منطقه برای کشت تعیین گردد.

جدول ۱- مجموعه صفات مورد ارزیابی و موثر بر عملکرد در شرایط غرقاب

Table 1- List of investigated thaits affecting the yield in conditions of flooding

صفات	Traits	واحد Unit	میانگین Mean	بیشترین Max	کمترین Min
وزن بوته‌ها	Weight plant (WP)	g/m^2	1960.	4556.85	993.75
ارتفاع بوته‌ها	Plant height (PH)	cm	117.81	168.767	76.833
تعداد خوشه در بوته	Clusters per plant (CP)	cm	24.860	54	10
مساحت برگ	Leaf area (LA)	cm	22.47	86.247	11.946
طول خروج غلاف	Sheath exit length (SHL)	cm	5.927	18.45	0.65
قطرساقه اصلی	Main stem diameter (MSD)	cm	3.662	5.987	2.1776
طول خوشه	Cluster length (CL)	cm	26.426	35.833	18.916
وزن کل خوشه ها	Total cluster weight (TWC)	gr	32.52	81.528	13.046
وزن خوشه اصلی	Weight of the main cluster (WMC)	gr	2.772	4.846	1.468
وزن کل ساقه	Total stem weight (TWS)	gr	45.097	94.965	19.249
تعداد دانه پر	Full seeds (FS)	gr	175.93	329.66	80.667
تعداد دانه پوک در خوشه اصلی	Hollow seeds (HS)	gr	15.41	116	0.333
وزن دانه پر	Full grain weight (FGW)	gr	0.113	0.502	0.0253
تعداد خوشه چه	Small clusters (SC)	gr	10.676	23.166	5.833
تعداد خوشه چه ثانویه	Secondary clusters (SC)	gr	23.61	47.5	8
وزن صد دانه	100 Seed weight (TSW)	gr	4.239	11.533	1.786
وزن دانه پر در بوته	Full grain weight (FGW)	gr	3.513	6.489	1.329
شاخص برداشت	Harvest index (HI)	%	35.39	80.5	14.167

انتخاب مدل عملکرد: با توجه به این‌که با افزایش تعداد متغیر در مدل تا سه متغیر R^2 به سرعت افزایش یافت و بعد از آن اضافه شدن متغیر ثابت ماند بنابراین مدل نهایی عملکرد سه متغیره انتخاب شد که عبارت بود:

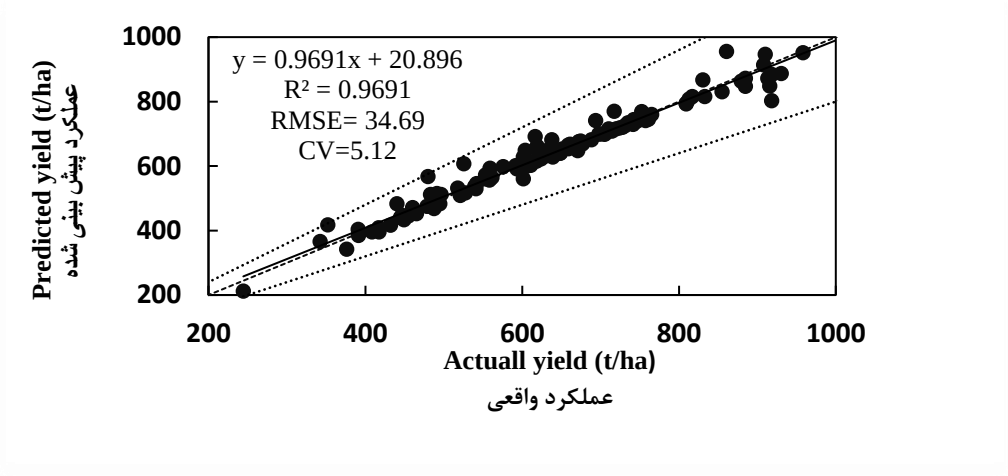
$$y=-19.25+0.2325WP+0.2030TSW+0.6006HI \qquad (1)$$

که در آن Y، عملکرد بر حسب کیلوگرم دانه در هکتار؛ WP، وزن بوته؛ TSW، وزن صددانه و HI، شاخص برداشت هستند است که در ادامه به بررسی تک تک این صفات پرداخته خواهد شد. شکل یک ارتباط بین عملکرد پیش‌بینی شده و عملکرد واقعی را نشان می‌دهد. میزان MSE و R^2 نشان‌دهنده بالا بودن دقت این مدل است (RMSE= 34.69, R2=

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.56]

0.9691) و می‌توان از آن در تخمین میزان عملکرد و تعیین سهم هر متغیر استفاده کرد. طبق نتایج حاصل شده می‌توان استنباط نمود که با دقت در آزمایشات و مدیریت مناسب، تغییر قابل توجهی در عملکرد قابل مشاهده است به گونه‌ای که عملکرد واقعی به میزان پیش‌بینی شده آن نزدیک‌تر شود.



شکل ۱- رابطه بین عملکرد پیش بینی شده و واقعی

(خط توپر، معرف خط ۱:۱ و خطوط نقطه چین بالا و پایین به ترتیب بیانگر خط ۱:۱/۱۵ و ۱:۰/۸۵ می‌باشد)

Figure 1- Relationship between predicted and actual yield

(Continuous line is line 1:1 and upper and lower dashed lines are 1:1.15 and 1:0.85, respectively

صفات مؤثّر بر عملکرد و ارتباط بین آن‌ها: در این قسمت ابتدا به بررسی صفات مؤثر بر عملکرد که در مدل سه متغیره وارد شده‌اند، پرداخته و سپس ارتباط بین این صفات با استفاده از تجزیه همبستگی مورد تحلیل قرار می‌گیرد. مقدار میانگین، حداکثر و حداقل متغیرهای وارد شده در مدل عملکرد در جدول ۱ ارائه شده است ضرایب همبستگی بین صفات مدل رگرسیونی عملکرد دانه در جدول ۲ آورده شده است. طبق نتایج حاصل شده بین عملکرد دانه و سه صفت مؤثری که طی رگرسیون گام به گام انتخاب شدند. رابطه معنی‌داری وجود داشت. از میان سه صفت، بین صفت DWP وTWC در سطح ۵ درصد رابطه مثبت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲).

جدول ۲- همبستگی بین صفات انتخاب شده موثر بر عملکرد

Table 2- The correlations between selected affecting the yield in conditions of flooding

صفات Traits	عملکرد بیولوژیک Weight plant	وزن کل خوشه‌ها Total cluster weigh	شاخص برداشت Harvest index
عملکرد بیولوژیک Biological yeild	1		
وزن کل خوشه‌ها Total cluster weigh	0.70**	1	
شاخص برداشت Harvest index	-0.31**	0.19*	1

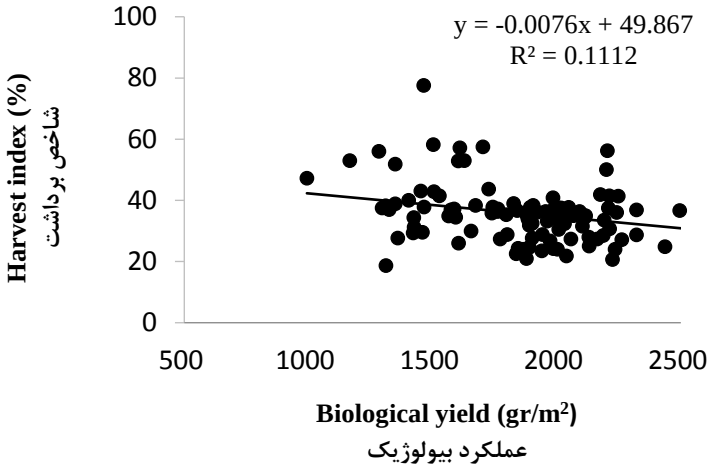
ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.56]

به کارگیری مدل عملکرد و تعیین تیپ ایده‌آل: مشخصات صفات به صورت مقادیر متوسط، حداقل، حداکثر و بهترین مقداری که می‌تواند در مدل رگرسیونی عملکرد قرار گیرد در جداول ۳ تا ۵ آمده است، بهترین حالت برای صفات با اثر مثبت شامل وزن بوته (WP)، وزن خوشه (TSW)، مقدار حداکثر بوده و برای صفت شاخص برداشت (HI) در حد متوسط بود. با توجه به مقادیر متوسط و حداکثر صفت وزن بوته در ژنوتیپ ها (جدول ۱) و ضریب رگرسیونی این صفت۱۰/۲۳۲۵ ست، مقادیر عملکرد در حالت‌های متوسط و بهینه این صفت محاسبه و مقدار افزایش عملکرد ناشی از آن ۶۰۱/۹۴ کیلوگرم در هکتار و ۵۳/۴۷ از کل افزایش عملکرد، برای صفت وزن خوشه با توجه به ضریب رگرسیونی آن در معادله تولید ۵/۷۷ است، مقدار افزایش عملکرد ۲۴۸/۸۳ کیلوگرم در هکتار و معادل ۲۲/۱۰ درصد از کل افزایش عملکرد، و برای شاخص برداشت با ضریب رگرسیونی ۱۵/۱۵، با توجه به مقادیر محاسبه شده در حالت‌های متوسط و بهینه عملکرد، مقدار افزایش عملکرد، ۲۷۴۸۱ کیلوگرم برآورد گردید که ۲۴/۴۱ درصد از کل افزایش عملکرد را شامل می‌شود. برای HI با توجه به سه فرضیه مقدار افزایش عملکرد محاسبه شد.



شکل ۲- ارتباط بین عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت
Figure 2- Relationship between harvest index (%) and biological yield (gr/m^2)

فرضیه اول: با توجه به همبستگی منفی معنی‌دار بین DWP و HI، همبستگی بین این دو صفت قابل شکستن نباشد: مقدار متوسط وزن بوته ۶۴/۹۱۱ بود که در مدل رگرسیونی عملکرد جهت بدست آوردن متوسط عملکرد به همراه دو صفت دیگر قرار گرفت. با توجه به وجود همبستگی منفی بین عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت و فرض بر این که این رابطه قابل شکستن نباشد، مقدار حداکثر شاخص برداشت به عنوان بهترین حالت در معادله وارد نشد۰ (جدول ۳)یک رابطه بین شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک (شکل ۲). با استفاده از این معادله عملکرد قرار داده شد (برابر۱۹/۹۷۶). با قرار گرفتن شاخص براشت محاسبه شده در مدل رگرسیونی تولید،میزان عملکرد ۲۷۴/۸۱ کیلوگرم کاهش یافت که معادل ۲۴/۴۱ درصد از کل عملکرد بود.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]
[DOI: 10.22034/arpe.9.16.56]

جدول ۳- مقدار عملکرد در حالت های متوسط و بهترین مقادیر صفات به همراه مقدار و درصد تغیر عملکرد ناشی از هر صفت
(با فرض اینکه ارتباط منفی حداکثر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت قابل شکستن نباشد)

Table 3-Yield in state of the mean and the best amount of each trait in addition to the amount and percentage of change
(Assuming that the negative correlation between the biological yield and harvest index is not breakable)

	صفات Traits					عملکرد Yeild			
	ضریب در مدل Estimate	میانگین Mean	کمترین Mini	بیشترین Max	بهترین Best	میانگین Mean	بهترین Best	تغییرات Gap	درصد تغییرات Gap %
عرض از مبدا Intercept	-475.59	1	1	1	1	-475.59	-475.59	0	
عملکرد بیولوژیک Biological yeild	0.232	1968	993.75	4557	4557	457.56	1059.50	601.94	70.7517
وزن کل خوشه‌ها Total cluster weigh	5.077	32.517	13.05	81.53	81.53	165.08	413.92	248.83	29.24
شاخص برداشت Harvest index	15.015	35.028	14.17	77.5	35.028	525.96	525.96	0	0
عملکرد Yeild	-	672.8	244.4	1296.7	-	673.021	1523.8	850.78	100

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.56]

فرضیه دوم با فرض اینکه با افزایش DWP ، HI در حد متوسط بماند: با توجه به فرض در این حالت شاخص برداشت در تیپ ایده‌آل برابر با مقدار آن در حالت متوسط و معادل ۳۵/۲ درصد خواهد بود. بنابراین مقدار عددی این صفت در عملکرد مناسب و متوسط برابر خواهد بود و این صفت سهمی در افزایش عملکرد مناسب نسبت به عملکرد متوسط، نخواهد داشت. عدم وجود همبستگی بین دو صفت بدین معنی است که می‌توان صفتی را بهبود بخشید، بدون اینکه هیچ اثری بر صفت دیگر داشته باشد (Faraji *et al*, 2012). در این حالت درصد سهم صفات وزن بوته و وزن خوشه در افزایش عملکرد به ترتیب برابر ۷۰/۷۵۱ و ۲۹/۲۴۸ درصد خواهد بود (جدول ۴) این فرض نشان می دهد که عملکرد در تیپ ایده‌آل نسبت به حالت متوسط به میزان ۷۸/۸۵۰ کیلوگرم در هکتار قابل افزایش خواهد بود (از عملکرد متوسط ۶۷۳/۲ به ۱۵۲۳/۸۰ کیلوگرم در هکتار) باجمع بندی محاسبات فوق،در این فرض،عملکرد تیپ ایده آل،نسبت به عملکرد متوسط،به میزان ۱۱۲۵/۵کیلوگرم افزایش (ازعملکرد متوسط ۶۷۳/۲ به ۱۷۹۸/۶کیلوگرم در هکتار) است.

فرضیه سوم با توجه به همبستگی منفی معنی‌دار بین DWP و HI ، همبستگی بین این دو صفت قابل شکستن باشد: می‌توان میزان عملکرد را در حالت مناسب ۱۴۸۸/۵۲ کیلوگرم افزایش داد. متوسط شاخص برداشت معادل ۳۵/۲ و حداکثر شاخص برداشت ۷۷/۵ است. با قرار گرفتن بالاترین شاخص برداشت در تیپ ایده‌آل مشاهده می گرددکه در تیپ ایده‌آل عملکرد ۱۴۸۸/۲ کیلوگرم در هکتار (از عملکرد متوسط ۶۷۳/۲ به ۲۱۶۱/۵۴ کیلوگرم در هکتار) یعنی ۴۲/۸۴۳ کیلوگرم در هکتار نسبت به فرض پیشین، افزایش خواهد یافت (جدول ۵). سهم هر یک از صفات وزن بوته، وزن خوشه و شاخص برداشت در افزایش عملکرد به ترتیب ۷۱۷۲/۴۳۹،۱۶/۴۰و ۴۲/۸۴۳۷درصد خواهد بود. همبستگی بین صفات در اصلاح نباتات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا میزان و نوع رابطه بین دو یا چند صفت را اندازه‌گیری می‌کند. این همبستگی‌ها بسته به اینکه مثبت یا منفی باشند بر روی مسیر گزینش تاثیر می‌گذارند. همبستگی‌های مثبت بین صفات مفید، به لحاظ اینکه شدت گزینش را محدود نمی‌کند، مناسب است اما در حالت همبستگی منفی گزینش صفات حول میانگین امری اجباری است. عدم وجود همبستگی بین دو صفت بدین معنی است که می‌توان صفتی را بهبود بخشید، بدون اینکه هیچ اثری بر دیگری داشته باشد (Haghshenas *et al*., 2022).

افزایش عملکرد، از طریق افزایش ماده خشک تولید شده در مزرعه یا افزایش سهم عملکرد اقتصادی (شاخص برداشت) و یا هر دو بالا می رود. در غلات دانه ریز، عمدتاً افزایش از طریق افزایش شاخص برداشت است به عبارتی گیاه قسمت زیادی از ماده خشک خود را به عملکرد اقتصادی یا دانه اختصاص می‌دهد (Rahemi *et al*., 2020). شاخص برداشت معیاری از کارایی انتقال مواد فتوسنتزی تولید شده در گیاه به دانه است (Dastan *et al*., 2019). لذا همبستگی این صفات با سایر اجزای عملکرد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین همبستگی منفی و معنی‌دار بین HI و DWP بدین معنی است که با افزایش هر کدام از این دو صفت، دیگری کاهش می‌یابد. یعنی چنانچه هدف افزایش DWP باشد و برای این منظور انتخاب صورت گیرد، HI کاهش خواهد یافت و بالعکس. لذا جمع کردن مقدار بالای این دو متغییر در یک ژنوتیپ مشکل است. به ویژه اگر این رابطه منفی، از نوع ژنتیکی و به دلیل پیوستگی ژنتیکی باشد. همبستگی صفات می‌تواند ناشی از پیوستگی ژنتیکی یا وجود یک اثر متقابل ژنتیکی با یک جزء محیطی باشد (Ambula *et al*., 2022). در مطالعه‌ای بر روی ارقام جو دریافتند که شاخص برداشت با تمام اجزای عملکرد همبستگی منفی داشت. همچنین (Jain *et al*., 2022) با بررسی لاین‌های پیشرفته در نخود بیان داشتند که بین بیومس کل و شاخص برداشت همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده شد (r=0.67**).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.56]

جدول ۴- مقدار عملکرد در حالت های متوسط و بهترین مقادیر صفات به همراه مقدار و درصد تغیر عملکرد ناشی از هر صفت
(با فرض اینکه با افزایش عملکرد بیولوژیک وشاخص برداشت در حد متوسط بماند)

Table 4- Yield in state of the mean and the best amount of each trait in addition to the amount and percentage of change
(Assuming that with increasing biological yield, stay harvest index at moderate level)

	صفات Traits						عملکرد Yield		
	درصد تغییرات Gap %	تغییرات Gap	بهترین Best	درصد تغییرات Gap %	تغییرات Gap	بهترین Best	درصد تغییرات Gap %	تغییرات Gap	بهترین Best
عرض از مبدا Intercept	-475.59	1	1	1	1	-475.59	-475.5	0	
عملکرد بیولوژیک Biological yeild	0.232	1968	993.75	4557	4557	457.56	1059.50	601.94	70.751
وزن کل خوشه‌ها Total cluster weigh	5.077	32.517	13.05	81.53	81.53	165.08	413.927	248.83	29.248
شاخص برداشت Harvest index	15.015	35.028	14.17	77.5	35.02	525.96	525.96	0	0
عملکرد Yeild	-	672.85	244.45	1296.7	-	673.02	1523.80	850.78	100

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.56]

جدول ۵- مقدار عملکرد در حالت‌های متوسط و بهترین مقادیر صفات به همراه مقدار و درصد تغییر عملکرد ناشی از هر صفت
(با فرض اینکه همبستگی بین حداکثر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشته شکسته شود)

Table 5- Yield in state of the mean and the best amount of each trait in addition to the amount and percentage of change
(Assuming that the negative correlation between the biological yield and harvest index is breakable)

	Traits صفات							Yield عملکرد	
	Estimate ضریب در مدل	Mean میانگین	Minimum کمترین	Maximum بیشترین	Best بهترین	Mean میانگین	Best بهترین	Gap تغییرات	Gap% درصدتغییرات
عرض از مبدا Intercept	-475.59	1	1	1	1	-475.59	-475.59	0	
عملکرد بیولوژیک Biological yeild	0.2325	1968	993.75	4557	4557	457.56	1059.502	601.94	40.438
وزن کل خوشه‌ها Total cluster weigh	5.077	32.517	13.05	81.53	81.53	165.08	413.92	248.83	16.717
شاخص برداشت Harvest index	15.015	35.028	14.17	77.5	77.5	525.962	1163.701	637.73	42.84
عملکرد Yeild	-	672.855	244.45	1296.77	-	673.021	2161.541	1488.519	100

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.56]

اگر چه روش‌های مختلفی جهت رسیدن به تیپ ایده‌آل گیاهان زراعی وجود دارد که اکثراً برای دستیابی به تیپ ایده‌آل سه غله اصلی گندم، ذرت و برنج مورد استفاده قرار گرفتند (Haghshenas *et al*., 2022). اما به نظر می‌رسد روش استفاده در این تحقیق ساده و کاربردی باشد. به عنوان مثال در روش معمول برای ارزیابی صفات، مقایسه عملکرد لاین‌های همسان و نزدیک به همسان گیاهان صورت می‌گیرد و یا در روشی دیگر انتخاب در جهت انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها از نظر صفاتی صورت می‌گیرد که متخصص به صورت تجربی آنها را درک کرده باشد که در هر صورت نیاز به چندین سال کار آزمایشگاهی و مزرعه‌ای است و بسیار زمان‌بر است (Yadi *et al*., 2022). استفاده از مدل‌های گیاهان زراعی زمانی قابل قبول است که مدل آزمون شده‌ای برای منطقه موجود باشد. روش‌های آماری مناسب و به طور خاص روش مورد استفاده در این تحقیق به علت اینکه به اختلافات ژنتیکی بین ارقام توجه دارد و در صورتی که با گستره‌ی مناسبی از ارقام اصلاح شده و غیر اصلاح شده در طی چندین سال انجام شود، می‌تواند راهگشای متخصصان اصلاح نباتات در جهت حرکت به سمت تیپ ایده‌آل گیاهان زراعی باشد.

مطالعات بر روی ارقام کلزا نشان داد که صفات روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، درصد روغن و عملکرد روغن بیشترین تأثیر بر عملکرد دانه را دارند(Biabani *et al*., 2021). شجاعی و همکاران (Shojaei *et al*., 2022) دریافتند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین صفت عملکرد دانه با صفات طول دانه، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، طول بلال و تعداد ردیف در بلال وجود دارد. گلستانی (Golestani, 2022) بیان داشت که صفات سطح تاج‌پوشش و کاروتنوئید بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد دارند. تقی پور و اشرف مهرابی (Taghipour and Ashraf Mehrabi, 2021) صفات وزن خشک خوشه، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، تعداد دانه در خوشه، فاصله گره اول تا گره دوم ساقه و فاصله طوقه تا اولین گره، را به عنوان صفات موثر بر عملکرد دانه معرفی کردند. حق‌شناس و همکاران (Haghshenas *et al*., 2022) روز تا طویل شدن ساقه، طول برگ پرچم، تعداد پنجه در بوته، وزن بیولوژیک در مرحله گرده‌افشانی، حداکثر ماده‌ی خشک و شاخص برداشت را به عنوان مهم‌ترین صفات تعیین کننده‌ی عملکرد دانه معرفی کردند. عوامل زیادی بر تغییرات عملکرد در مزرعه در طول دوره رشد تأثیر می‌گذارند. اهمیت هر عامل در هر منطقه با نوع محصول تغییر می‌کند. عامل اصلی افزایش عملکرد در مزرعه، پذیرش فناوری‌های جدید از جمله ارقام جدید است. در واقع، ایمن‌ترین و سریع‌ترین راه برای افزایش عملکرد در مزرعه، کاهش خلاء عملکرد از طریق پذیرش فناوری‌های جدید در مدیریت زراعی و اصلاح نباتات است. علاوه بر این، تحقیقات زراعی نقش اساسی در کاهش خلاء عملکرد دارند. بنابراین، استفاده از ارقام در شالیزارها به شدت به تناوب زراعی، به ویژه تاریخ کاشت در خزانه، سن نشاء، تاریخ نشاءکاری و دوره رشد ارقام برنج وابسته است (Dastan *et al*., 2019).

نتیجه‌گیری کلی

هدف اصلی این مقاله معرفی روش استفاده مدل‌سازی رگرسیونی در تعیین تیپ ایده‌آل گیاهان زراعی است اما به‌نظر می‌رسد روش استفاده شده بسیار ساده و کاربردی باشد. در این مطالعه با استفاده از مدل‌سازی رگرسیونی به تعیین تیپ ایده‌آل برنج پرداخته شد و سه صفت وزن بوته، وزن خوشه و شاخص برداشت در افزایش عملکرد بیشترین نقش را داشتند. با توجه به همبستگی منفی موجود بین دو متغیر شاخص برداشت و وزن بوته برای تعیین تیپ ایده‌آل فرضیاتی مطرح شد. نتایج نشان داد چنانچه ارتباط و همبستگی موجود بین برخی صفات دستخوش تغییرات قرار گیرد، می‌توان از آن به نفع عملکرد استفاده کرد. اگر همبستگی موجودبین صفات شاخص برداشت و وزن بوته قابل شکستن نباشد عملکرد تیپ

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.56]

ایده‌آل نسبت به متوسط عملکرد ۱۱۲۵/۵ (از ۶۷۳/۲ به ۱۷۹۸/۶) کیلوگرم در هکتار افزایش خواهد یافت. در صورتی که مقدار وزن بوته و شاخص برداشت در حد متوسط بماند، عملکرد تیپ ایده‌آل ۸۵۰/۷۸ (از ۶۷۳/۲ به ۱۵۲۳/۸) کیلوگرم در هکتار افزایش می‌یابد و چنانچه همبستگی بین وزن بوته و شاخص برداشت شکسته شود،مقدار افزایش عملکرد ۱۴۸/۵ (از ۶۷۳/۲ به ۲۱۶۱/۵) کیلوگرم در هکتار خواهد بود. نتایج روش مورد استفاده در این تحقیق به علت اینکه به اختلافات ژنتیکی بین ارقام توجه دارد، می‌تواند راهگشای متخصصان اصلاح نباتات در جهت حرکت به سمت تیپ ایده‌آل گیاهان زراعی باشد.

منابع

Ambula K.V., James O., Charimbu M.K. 2022. Evaluation of yield and yield components of advanced Kenyan barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes. African Journal of Biological Sciences, 4 (2), 46-56.

Ashworth A.J., West C.P., Allen F.L., Keyser P.D., Weiss S.A., Tyler D.D., Taylor A.M., Warwick K.L., Beamer K.P. 2015. Biologically fixed nitrogen in legume intercropped systems: comparison of nitrogen-difference and nitrogen-15 enrichment techniques. Agronomy, Soil and Environmental Quality, 107 (6): 2419-243.

Biabani A., Foroughi A., Karizaki A.R., Rassam G.A., Hashemi M., Afshar R.K. 2021. Physiological traits, yield, and yield components relationship in winter and spring canola. Journal of the Science of Food and Agriculture, 101 (8): 3518-3528. (In Persian).

Dastan S., Ghareyazie B., Mohsenpor M., Abdollahi S. 2019. Field trial evidence of non-transgenic and transgenic Bt. rice genotypes in north of Iran. Journal of Genetic Engineering and Biotechnology, 18 (1): 1-14. (In Persian).

Faraji A., A. Raisi S. Hezarjeribi , S. Mobasher. 2012. Oil Crops. Noruzi First edition. Seed and Plant Improvement Institute, 542 p. (In Persian).

Gerrano A.S., Thungo Z.G. 2022. Phenotypic description of elite cowpea (*Vigna ungiculata* L. Walp) genotypes grown in drought-prone environments using agronomic traits. Heliyon, e08855.

Golestani M. 2022. Investigation the relationships among agronomic and physiological traits of Thymus daenensis subsp. daenensis ecotypes under salt stress condition. Iranian Journal of Field Crop Science, 52 (3): 261-271. (In Persian).

Haghshenas H., Soltani A., Ghanbari Malidarreh A., Ajam Norouzi H., Dastan S. 2020. Selecting the ideotype of improved rice cultivars using multiple regression and multivariate models. Archives of Agronomy and Soil Science, 66 (8): 1134-1153. (In Persian).

Iran's Agricultural Ministry. 2020. Annual Statistics of Agricultural Production (available at: www.maj.ir)

Jain N., Babbar A., Kumawat S., Yadav R.K., Asati R. 2022. Correlation and path coefficient analysis in the promising advance chickpea lines. The Pharma Innovation Journal, 11 (5): 2124-2128 .

Kanouni H., Sadeghzadeh Ahari D., Saeid A., Shobeiri S.S., Mahdieh M., Haji Hasani M., Sotoudeh-Maram K., Beheshti Danalou M. 2021. Investigation of grain yield stability of Desi type chickpea across different environments and introducing promising lines. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 31 (1): 295-312. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.56]

Kazerani B., Navabpour S., Sabouri H., Ramezanpour S.S., Zaynali Nezhad K., Eskandari A. 2018. Determination of the best selection indices in mutant lines of rice at different moisture conditions. Journal of Crops Improvement, 20 (1): 173-189. (In Persian).

Krisnawati A., Sundari T., Adie, M.M. 2022. Variation in pod shattering resistance among black soybean genotypes associated with agronomic traits. In AIP Conference Proceedings, 2462 (1): 020014.

Kumaria J., Mahatmana K.K., Sharmaa S., Singhb A.K., Adhikaric S., Bansala R., Yadavb, M.C. 2022. Recent advances in different omics mechanism for drought stress tolerance in rice. Russian Journal of Plant Physiology, 69 (18): 1-12.

Marathi B., Guleria S., Mohapatra T. 2012. QTL analysis of novel genomic regions associated with yield and yield related traits in new plant type based recombinant inbred lines of rice (*Oryza sativa* L.). BMC Plant Biology, 12: 137.

Mirzaee M., Moieni A., Ghanati F. 2013. Effect of drought stress on proline and soluble sugar content in canola (*Brassica napus* L.) seedlings. Iranian Journal of Biology, 26 (1): 90-98.

Rahemi Karizaki A., Rezaei, H., Gholizadeh A., Nakhzari A., Naeemi M. 2020. Study of the response of rainfed wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in semi-arid and semi-humid regions of Golestan Province. Iranian Journal of Field Crops Research, 17 (4): 579-590. (In Persian).

Saberi-Riseh R., Dashti H., Gholizadeh-Vazvani M. 2022. Association between agronomic traits and molecular markers with take-all disease severity in bread wheat *Triticum aestivum*. Journal of Crop Protection, 11 (1): 39-59. (In Persian).

Shojaei S., Mostafavi K., Khosroshahli M., Bihamta M.R., Ramshini H. 2022. Study of quantitative traits related to grain yield stability in maize using multivariate statistical methods and graphical analysis. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, (In Persian).

Sousa D.P., Souza P.J.O.P., Silva Farias V.D., Caldas Nunes H.G., Ferreira D.P., Novoa J.V.P., Alves de Lima M.J. 2018. Radiation use efficiency for Cowpea subjected to different irrigation depths under the climatic conditions of the Northeast of Para State. Revista Brasileira de Meteorologia, 33 (4): 579 587.

Taghipour Z., Ashraf Mehrabi A. 2021. Evaluation of phenotypic diversity, transgressive segregation and agro- morphological trait relations in generated populations from cross-breeding of Iranian rice cultivars. Iranian Journal of Field Crop Science, 51 (3): 33-45. (In Persian).

Vidal A.K.F., Daher R.F., Freitas R.S., Stida W.F., Lédo F.J.D.S., Silva V.B.D., Entringer G.C., Tardin F.D., Gravina G.D.A., Vivas M., Souza A.G.D. 2022. Growth curve in elephant grass genotypes based on morpho-agronomic traits for energy production. Chilean Journal of Agricultural Research, 82 (1): 78-87.

Yadi R., Heravan I.M., Sharifabad H.H. 2022. Selection of ideotypes to increase potential yield of rice cultivars using multivariate models. Romanian Agricultural Research, 39. (In Persian).

Zargaran Khouzani M.R., Limouchi K. 2021. Evaluation of relationships between chemical and biochemical traits with grain yield of rice genotypes through stepwise regression model in northern Khouzestan province. Journal of Plant Production Science, 11 (1): 50-62. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

[DOI: 10.22034/arpe.9.16.56]