

Relative Yield, Sustainability Index and Comparative Advantage of Common bean Cultivation in Iran

Introduction Amir Hooshang Jalali ^{1*}  | Froud Salehi ¹  |

1*. Associate Professor , Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran. E-mail: ah.jalali@areeo.ac.ir

1. Associate Professor , Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran. E-mail: f.salehi@areeo.ac.ir

The concept of sustainability is mainly used as a measure of the temporal or spatial invariance of specific characteristics. Therefore, sustainability can be expressed as the stability of agricultural outputs, especially yield, over long periods of time or in different spatial environments. The idea of applying sustainability analysis methods to cropping systems is not new, however, it does not seem to have been addressed as it deserves. Yield sustainability analyses have gained more importance in recent years, as the increase in climate variability caused by climate change is also associated with a decrease in crop yield sustainability. For example, among the eight crops studied, beans have shown the greatest sensitivity to temperature increase scenarios caused by climate change. Some studies have shown that yield instability in legumes is 30% higher than in spring and autumn cereals. There are two dominant approaches to the comparative advantage index. The first approach is based on the costs and benefits of products, and the second approach is based on the performance and production of products. The first approach often includes economic and monetary aspects, and the second approach includes technical aspects of production. For example, in a study based on the production of crops, watermelon, cucumber, potato, onion, tomato, and rainfed wheat were found to be efficient in terms of performance and had a comparative advantage in production; and the products of irrigated wheat, irrigated barley, grain corn, long-grain rice, and short-grain rice did not have a comparative advantage in production compared to the entire country.

Materials and Methods

Official statistics from the Ministry of Agricultural Jihad were used to obtain bean yields from (2010-2011) to (2020-2021) and were the source of information necessary for this research. Yield, relative yield, yield sustainability index, and cumulative comparative advantage were among the items measured in this study. Provincial data were tested using a randomized complete block design with 10 replications (years) and compared means using Duncan's range test. Although changes in genotypes, crop management, economic factors, and weed and pest control vary from year to year, the principle of yield stability calculations does not distort the results, but to reduce these effects, the number of base years was only 10 years. The minimum number of years to measure yield stability indices is 4 years. Usually, there are two opinions on dealing with outliers in yield stability studies: one is that these data should be eliminated, and some believe that these data should be retained because they reflect biotic and abiotic stresses in the studies. In the present study, there were no outliers due to the limited number of years of evaluation, and therefore all data were retained for the provinces.

Results and Discussion

Yield, relative yield, sustainability index, and comparative advantage were the factors evaluated in this study. The yield range of bean seeds fluctuated from 940 kg ha⁻¹ in South Khorasan to 2816 kg/ha in Zanjan. 58 percent of the 31 bean-producing provinces had a yield of less than 2 tons ha⁻¹. In terms of relative bean yield index, the provinces of the country are divided into three groups, with only 48.4



percent of the provinces having a relative yield of more than 100. Provinces such as Fars, Zanjan, Chaharmahal and Bakhtiari, Isfahan, and Markazi had bean yields of more than 2 tons/ha, and at the same time, the yield sustainability index in them was more than 0.7. In terms of relative advantage in area, only 5 provinces had a comparative advantage, and in these provinces a significant level of cultivation was devoted to bean crops. The relative yield advantage was more than 1 in 9 provinces and more than 2 in 3 provinces. The cumulative comparative advantage of bean cultivation in the country showed that the provinces of East Azerbaijan, Chaharmahal and Bakhtiari, Zanjan, Fars, Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad, Lorestan and Markazi have cumulative comparative advantage for bean cultivation. According to the results obtained, it is suggested that policies for bean production in the country be made according to similar indicators of this research.

Conclusion

Having a reasonable future to produce crops depends on having a correct analysis of the past of these crops. Monitoring yield, relative yield, yield stability and comparative advantage of production are among the tools for analyzing the past of crops. During a decade of bean cultivation in the country, the range of bean seed yield has fluctuated from 940 kg ha⁻¹ in South Khorasan to 2816 kg ha⁻¹ in Zanjan among the 31 bean-producing provinces, however, 58% of the producing provinces still have a yield of less than 2 tons ha⁻¹. The relative yield of beans in 15 provinces of the country has been more than 100. In terms of yield stability, only 16% of the bean-producing provinces have both had a yield of more than 2 tons/ha and have maintained this yield over time, so the yield fluctuations in most of the producing provinces have been high. In terms of relative advantage, only 5 provinces had a comparative advantage, and in these provinces a significant level of cultivation has been devoted to the bean crop. The relative advantage of yield in 9 provinces was more than 1 and in 3 provinces more than 2. If both the level and yield are the basis of the relative advantage (cumulative relative advantage), the provinces of East Azerbaijan, Chaharmahal and Bakhtiari, Zanjan, Fars, Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad, Lorestan and Markazi have such an advantage for bean cultivation. According to the results obtained, the strengths and weaknesses of bean production in each province are specific to that province and can be traced through the indicators presented in this article.

Keywords: Pulses, Area, Yield, Cumulative comparative advantage

عملکرد نسبی، شاخص پایداری و مزیت نسبی کشت لوبیا در ایران

امیرھوشنگ جلالی*^۱ | فرود صالحی^۲

*^۱. دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران. رایانامه: ah.jalali@areeo.ac.ir

*^۲. نویسنده مسئول

^۲. دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران، رایانامه: f.salehi@areeo.ac.ir

چکیده

پژوهش حاضر با استفاده از آمار ۱۰ ساله (۱۳۸۹-۱۳۹۰) تا (۱۳۹۹-۱۴۰۰) تولید لوبیا در استان‌های مختلف کشور انجام شد. عملکرد، عملکرد نسبی، شاخص پایداری و مزیت نسبی مواردی بودند که در این پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفتند. دامنه عملکرد دانه لوبیا از ۹۴۰ کیلوگرم در هکتار در خراسان جنوبی تا ۲۸۱۶ کیلوگرم در هکتار در زنجان در نوسان بوده است. ۵۸ درصد از ۳۱ استان تولیدکننده لوبیا عملکرد کمتر از ۲ تن در هکتار داشته‌اند. از نظر شاخص عملکرد نسبی لوبیا استان‌های کشور به سه گروه تقسیم می‌شوند که فقط ۴۸/۴ درصد از استان‌ها عملکرد نسبی بیش از ۱۰۰ داشته‌اند. استان‌هایی مثل فارس، زنجان، چهارمحال و بختیاری، اصفهان و مرکزی عملکردهای لوبیای بیش از ۲ تن در هکتار داشته و در عین حال شاخص پایداری عملکرد در آن‌ها نیز بیش از ۰/۷ بود. از دید مزیت نسبی سطح، صرفاً ۵ استان دارای مزیت نسبی بودند و در این استان‌ها سطح قابل‌توجهی به کشت لوبیا اختصاص داده شده است. مزیت نسبی عملکرد در ۹ استان (چهارمحال و بختیاری، زنجان، خراسان شمالی، فارس، قم، کردستان، گلستان، لرستان و مرکزی) بیش از ۱ و در ۳ استان (کهگیلویه و بویر احمد، گیلان و مازندران) بیش از ۲ بوده است. مزیت نسبی تجمعی کشت لوبیا در کشور نشان داد استان‌های آذربایجان شرقی، چهارمحال و بختیاری، زنجان، فارس، کهگیلویه و بویر احمد، لرستان و مرکزی دارای مزیت نسبی تجمعی برای کشت لوبیا هستند. با توجه به نتایج پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاری‌ها برای تولید لوبیا در کشور با توجه به شاخص‌های مشابه این پژوهش انجام گردد.

واژه‌های کلیدی: حبوبات، سطح، عملکرد، مزیت نسبی تجمعی

مقدمه

محققین پیش‌بینی می‌کنند که حبوبات در آینده جایگاه فزاینده‌ای در سامانه‌های کشت، چه در مناطق کمتر توسعه‌یافته و چه در مناطق توسعه‌یافته جهان، خواهند داشت. دلیل اصلی این پیش‌بینی این است که حبوبات می‌توانند چندین نقش اساسی شامل تولید دانه برای مصرف انسان، فراهم آوردن امکان افزایش حاصلخیزی خاک به دلیل بقایای غنی از مواد مغذی آن و عامل کلیدی در خوراک دام ایفا نمایند (Sinclair & Vadez, 2012). بر اساس آمار سال ۲۰۲۴ میلادی سطح زیر کشت لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در ایران ۸۴/۳ هزار هکتار با میانگین عملکرد ۱/۹ تن در هکتار بوده که مجموعاً تولیدی بالغ بر ۱۶۰/۸ هزار تن داشته است. درحالی‌که در چند سال اخیر مصرف سرانه لوبیا به ازاء هر

فرد در روز در ایران کمتر از ۵ گرم بوده در کشورهایی مثل ترکیه و آمریکا این عدد بیش از ۸ گرم است (FAO, 2026). در فاصله زمانی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۹ متوسط سطح زیر کشت لوبیا در ایران برابر ۱۰۳/۷ هزار هکتار با تولید ۲۲۲/۵ هزار تن بوده و در برنامه توسعه هفتم کشور پیش‌بینی شده سطح زیر کشت این محصول به ۱۰۵ هزار هکتار و تولید آن از ۲۸۱ هزار تن در سال اول برنامه به ۳۰۸ هزار تن در سال آخر برنامه برسد. معمولاً استان‌های فارس، لرستان و مرکزی بیشترین سطوح کشت لوبیا در کشور را به خود اختصاص می‌دهند (Jalali et al., 2026).

مفهوم پایداری عمدتاً به‌عنوان معیاری برای اندازه‌گیری تغییرناپذیری زمانی یا مکانی ویژگی‌های خاص استفاده می‌شود؛ بنابراین، پایداری را می‌توان به‌عنوان ثبات خروجی‌های کشاورزی، به‌ویژه عملکرد، در دوره‌های زمانی طولانی یا در محیط‌های مکانی مختلف بیان کرد (Uruty et al., 2016). ایده به‌کارگیری روش‌های تجزیه و تحلیل پایداری در سامانه‌های کشت، جدید نیست با این وجود به نظر نمی‌رسد آن گونه که شایسته است به آن پرداخته شده باشد (Piepho, 1998). تحلیل‌های پایداری عملکرد در سال‌های اخیر اهمیت بیشتری یافته‌اند، زیرا افزایش تغییرپذیری آب‌وهوای ناشی از تغییرات اقلیمی با کاهش پایداری عملکرد محصولات نیز مرتبط است. به‌عنوان مثال از میان هشت محصول زراعی مطالعه شده، لوبیا بیشترین حساسیت را به سناریوهای افزایش دمای ناشی از تغییر اقلیم نشان داده است (Moemeni & Zibaei, 2013). برخی از پژوهش‌ها نشان داده است که ناپایداری عملکرد در حبوبات ۳۰ درصد بیش از غلات بهاره و پاییزه است (Reckling et al., 2018).

به‌طورمعمول برای بیان بلندمدت تغییرات عملکرد تنها از مواردی مانند میانگین عملکرد و ضریب تغییرات استفاده می‌شود که برای ارزیابی جامع پایداری عملکرد ناکافی هستند زیرا از یک‌سو عوامل محیطی مانند بارندگی، دما و تابش خورشیدی در سال‌های مختلف بسیار متفاوت بوده و از سوی دیگر این شاخص‌ها معمولاً قادر به تفکیک نوسانات کوچک مکرر از نوسانات بزرگ و نادر نمی‌باشند (Zhang et al., 2022). شاخص پایداری عملکرد با در نظر گرفتن میانگین عملکرد سال موردنظر، میانگین کل سال‌ها، میانگین مربعات، انحراف معیار و بیشینه عملکرد در بین سال‌ها تصویر روشن‌تری از ثبات عملکرد در گذر زمان ارائه می‌دهند (Pal & Sahu, 2008). به عنوان مثال شاخص پایداری عملکرد گندم برای ۲۱ کشور در پژوهشی صورت پذیرفت و نتایج نشان داد کاهش پایداری عملکرد در ۱۴ کشور مشاهده شده است (Calderini & Slafer, 1998). در حالی که شاخص پایداری، عملکرد یک محصول را در گذر زمان در یک منطقه رصد می‌کند، شاخص عملکرد نسبی عملکرد یک محصول را در مقایسه با عملکرد همان محصول در سایر مناطق جغرافیایی مورد مقایسه قرار می‌دهد. این شاخص در حقیقت مناطق

کارآمد کشت^۱ (شاخص عملکرد نسبی بیش از ۱۰۰) را از مناطق با کارآمدی کمتر تفکیک می‌نماید (Otung & Akpaeti, 2016). در رابطه با شاخص مزیت نسبی دو نوع نگرش غالب وجود دارد. نگرش اول مبتنی بر هزینه‌ها و منفعت‌های محصولات و نگرش دیگر مبتنی بر عملکرد و تولید محصولات است. نگرش اول غالباً جنبه‌های اقتصادی و ریالی و نگرش دوم جنبه‌های فنی تولید را در بر می‌گیرد. به عنوان مثال در پژوهشی مبتنی بر تولید محصولات زراعی هندوانه، خیار، سیب‌زمینی، پیاز و گوجه‌فرنگی و گندم دیم از نظر عملکرد دارای کارایی و از مزیت نسبی در تولید برخوردار بوده‌اند؛ و محصولات گندم آبی، جو آبی، ذرت دانه‌ای، برنج دانه بلند و برنج دانه کوتاه در مقایسه با کل کشور دارای مزیت نسبی در تولید نبوده‌اند (Rahmani, 2006).

علیرغم اهمیت بالای کشت حبوبات، سطح کشت لوبیا در دنیا رو به کاهش است. مشکلات برداشت، عدم ثبات قیمت و جایگزینی آن با سایر محصولات از دلایل این کاهش سطح محسوب می‌شوند، بنابراین نوسانات سطح و تولید در این شرایط دور از ذهن نبوده و ارزیابی عملکرد نسبی، پایداری عملکرد و مزیت نسبی تولید در گذر زمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در پژوهش حاضر سعی شده وضعیت تولید محصول لوبیا در کشور به‌طور مقایسه‌ای (عملکرد نسبی)، پایداری عملکرد محصول لوبیا در گذر زمان و مزیت نسبی تولید این محصول در مقایسه با سایر محصولات زراعی برای استان‌های مختلف کشور مورد توجه قرار داده شود.

مواد و روش‌ها

آمارنامه‌های رسمی وزارت جهاد کشاورزی در سال‌های زراعی (۱۳۹۰-۱۳۸۹) تا (۱۴۰۰-۱۳۹۹) برای به دست آوردن عملکرد لوبیا استفاده شد. شاخص عملکرد نسبی با توجه به رابطه شماره ۱ و شاخص ثبات عملکرد بر اساس رابطه شماره ۲ محاسبه شدند.

$$YI = (Y/\bar{Y}) \times 100 \quad (1)$$

$$YSI = (Y - \delta) / Y_{\max} \quad (2)$$

در این رابطه‌ها Y ، $\bar{Y}$ ، δ و $Y_{\max}$ به ترتیب عملکرد، میانگین عملکرد، انحراف معیار، سال و بیشینه عملکرد طی یک دوره می‌باشد. اعداد عملکرد نسبی دامنه‌ای از کمتر یا بیش از ۱۰۰ دارد که اعداد بالاتر از ۱۰۰ بیانگر وضعیت مطلوب (بیش از میانگین کل) و اعداد کمتر از ۱۰۰ بیانگر وضعیت نامطلوب است. در فرمول شاخص پایداری عملکرد اعداد به دست آمده هرچه قدر به عدد ۱ نزدیک‌تر باشند بیانگر وضعیت مطلوب‌تر پایداری عملکرد هستند (Piepho, 1998). شاخص مزیت نسبی تجمعی محصول لوبیا با توجه به رابطه ۳ به دست آمد (Saeidifar, 2013):

$$RCA = \frac{\text{میزان سطح زیر کشت (یا عملکرد در هکتار) محصول زراعی (یا باغی) در استان i ام}}{\text{میزان سطح زیر کشت (یا عملکرد در هکتار) کل محصولات زراعی (یا باغی) در استان i ام}} \times \frac{\text{میزان سطح زیر کشت (یا عملکرد در هکتار) محصولات زراعی (یا باغی) کشور}}{\text{میزان سطح زیر کشت (یا عملکرد در هکتار) کل محصولات زراعی (یا باغی) کشور}}$$

1 - Efficiency

(۴)

$$G = \sqrt{RCA_1 * RCA_2}$$

RCA_1 : مزیت نسبی سطح زیر کشت لوبیا

RCA_2 : مزیت نسبی عملکرد در هکتار لوبیا

در رابطه‌های فوق RCA مزیت نسبی است که یک‌بار بر اساس سطح و یک‌بار بر اساس عملکرد به دست می‌آید. G شاخص مزیت نسبی ترکیبی (سطح و عملکرد) است.

داده‌های استانی با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تکرار (سال‌ها) آزمون و مقایسه میانگین‌های به روش دانکن انجام شد. مواردی مانند تغییرات ژنوتیپ‌ها، مدیریت زراعی، عوامل اقتصادی و مبارزه با علف‌های هرز و آفات که در سال‌های مختلف متفاوت‌اند اگرچه اصل محاسبات مربوط به پایداری عملکرد را محدودش نمی‌کند (Reckling et al., 2021) ولی برای کاهش این اثرات تعداد سال‌های مبنا فقط ۱۰ سال در نظر گرفته شد. حداقل سال‌ها برای اندازه‌گیری شاخص‌های ثبات عملکرد ۴ سال است (Piepho, 1998). معمولاً برای برخورد با داده‌های پرت در آزمایش‌های بررسی ثبات عملکرد دو عقیده وجود دارد یکی اینکه این داده‌ها حذف شود و برخی معتقدند می‌بایست این داده‌ها به دلیل انعکاس تنش‌های زیستی و غیر زیستی در بررسی‌ها حفظ شوند. در پژوهش حاضر از آزمون شاپیرو ویلک^۱ جهت برازش توزیع نرمال استفاده شد و بر اساس نتایج، داده‌های پرت وجود نداشت و بنابراین تمام داده‌ها برای استان‌ها حفظ گردید.

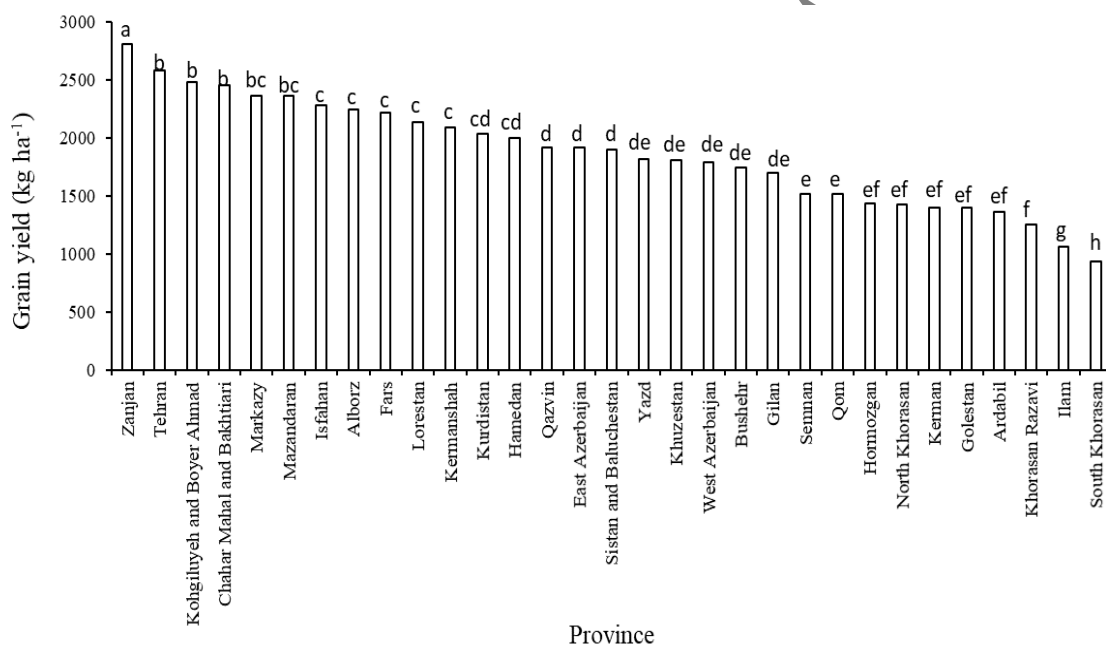
نتایج و بحث

عملکرد دانه

میانگین عملکرد دانه لوبیا در یک دوره ده‌ساله در استان‌های مختلف ایران در شکل ۱ ارائه شده است. دامنه عملکرد دانه لوبیا از ۹۴۰ کیلوگرم در هکتار در خراسان جنوبی تا ۲۸۱۶ کیلوگرم در هکتار در زنجان در نوسان بوده است. با توجه به اینکه انتظار می‌رود استان‌های زنجان، خوزستان، گیلان، مرکزی، لرستان و فارس از جمله استان‌هایی باشند که در برنامه توسعه هفتم کشور بیشترین سطوح کشت لوبیا را به خود اختصاص دهند، استان‌های گیلان و خوزستان دارای عملکردهای کمتر از ۲ تن در هکتار هستند. باید توجه داشت عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا با توجه به محیط کشت متفاوت است. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط می‌تواند باعث شود ژنوتیپ‌هایی که در یک مکان عملکرد بالایی دارند، در سایر مکان‌ها به

1 - Shapiro-Wilk Test

یک شکل عمل نکنند که این امر توصیه ارقام را برای محیط‌های مختلف محدود می‌کند (Ligarreto–Moreno & Pimentel–Ladino, 2022)؛ بنابراین انتظارات عملکرد لوبیا برای هر منطقه می‌بایست با توجه به پتانسیل‌های همان ناحیه تعریف شود. به جز شرایط محیطی، مدیریت‌های اعمال شده برای کشت نیز از دلایل تفاوت عملکرد در نواحی مختلف است که تا حد زیادی می‌توان نسبت به اصلاح آن اقدام نمود. مواد آلی خاک، کاربرد کودهای شیمیایی و آب در دسترس از جمله مهم‌ترین این عوامل مدیریتی محسوب می‌شوند (Dianatmanesh et al., 2022).



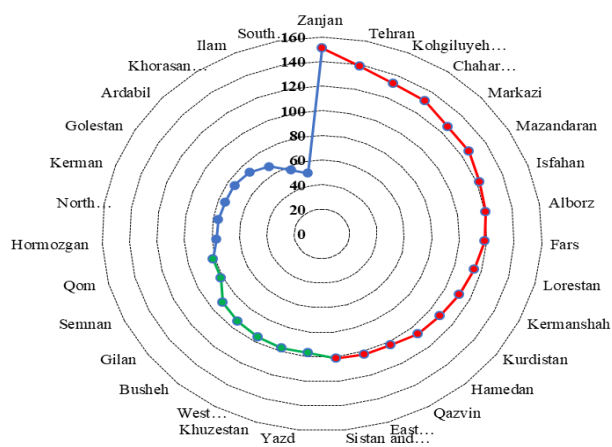
شکل ۱- میانگین عملکرد دانه لوبیا در یک دوره ده‌ساله در استان‌های مختلف ایران
Figure 1- Average bean seed yield over a ten-year period in different provinces of Iran

عملکرد نسبی

همان‌گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود استان‌های کشور را از نظر شاخص عملکرد نسبی لوبیا می‌توان به سه گروه تقسیم کرد. گروه اول شامل استان‌های زنجان، تهران، کهگیلویه و بویراحمد، چهارمحال و بختیاری، مرکزی، مازندران، اصفهان، البرز، فارس، لرستان، کرمانشاه، کردستان، همدان، قزوین، آذربایجان شرقی و سیستان و بلوچستان استانی‌هایی هستند که عملکرد نسبی بیش از ۱۰۰ دارند. استان زنجان با شاخص عملکرد نسبی ۱۵۰/۴۸ در رأس این استان‌ها قرار دارد. گروه دوم شامل استان‌های یزد، خوزستان، آذربایجان غربی، بوشهر، گیلان، سمنان و قم است که شاخص عملکرد نسبی ۸۰-۱۰۰ دارند. سه استان اول این گروه یعنی استان‌های یزد، خوزستان و آذربایجان غربی به ترتیب با عملکرد نسبی ۹۷/۲۶، ۹۶/۷۶ و ۹۵/۷۱ این پتانسیل را دارند که خود را به گروه اول ملحق نمایند. گروه سوم شامل استان‌های هرمزگان، خراسان

شمالی، کرمان، گلستان، اردبیل، خراسان رضوی، ایلام و خراسان جنوبی هستند که شاخص عملکرد نسبی در آن‌ها دامنه‌ای از ۵۰/۲۴ تا ۷۶/۷۱ دارد. بررسی شاخص عملکرد نسبی در حقیقت شکاف موجود بین عملکرد هر ناحیه (استان) با میانگین کل کشور را نشان می‌دهد؛ بنابراین نتایج بیانگر آن است که ۱۵ استان از ۳۱ استانی که کشت لوبیا در آن‌ها انجام می‌شود متوسط عملکردی پایین‌تر از عملکرد کشوری دارند. دلیل این مسئله در هر ناحیه ممکن است متفاوت باشد ولی تغییرات اقلیمی و اثرات خاص آن در برخی از نواحی از دلایل عمومی در این رابطه بوده است (Mostafav et al., 2020). افزایش عملکرد محصول غالباً نتیجه اصلاح نباتات و توسعه شیوه‌های زراعت جدید است، در حالی که کاهش شکاف عملکرد با پذیرش نوآوری‌های شنا

زراعی به عنوان یک عامل برای شاخص به‌ویژه برای تصمیم‌گیری پژوهش حاضر برای تولید محصول داد محصولات زراعی مختلف در ۲۰۲۶.

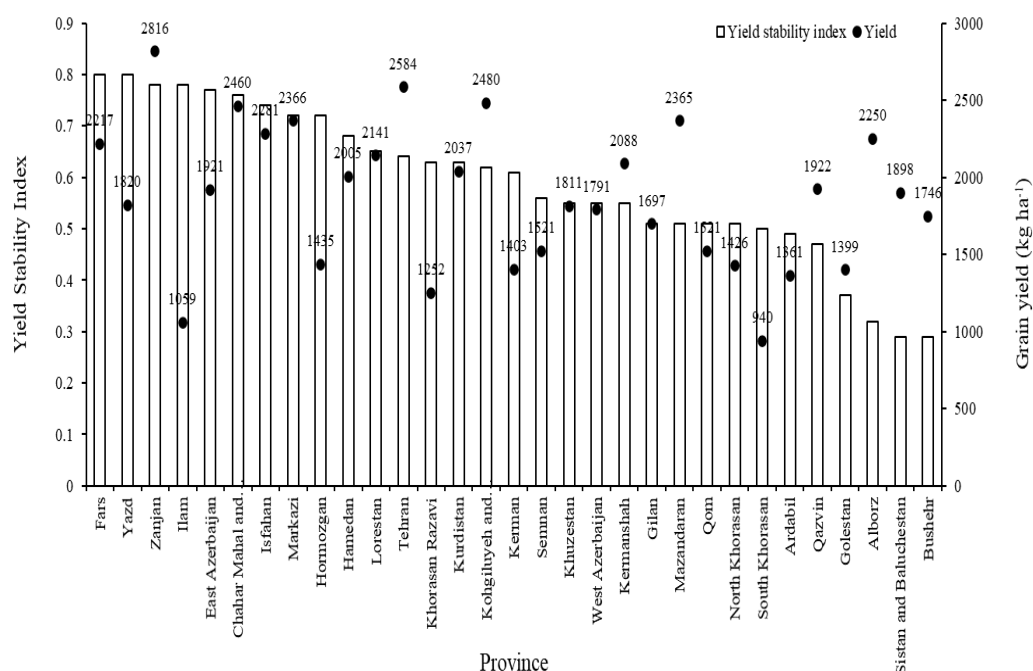


شکل ۲- شاخص عملکرد نسبی لوبیا در استان‌های مختلف ایران
Figure 2- Relative yield index of beans in different provinces of Iran

پایداری عملکرد

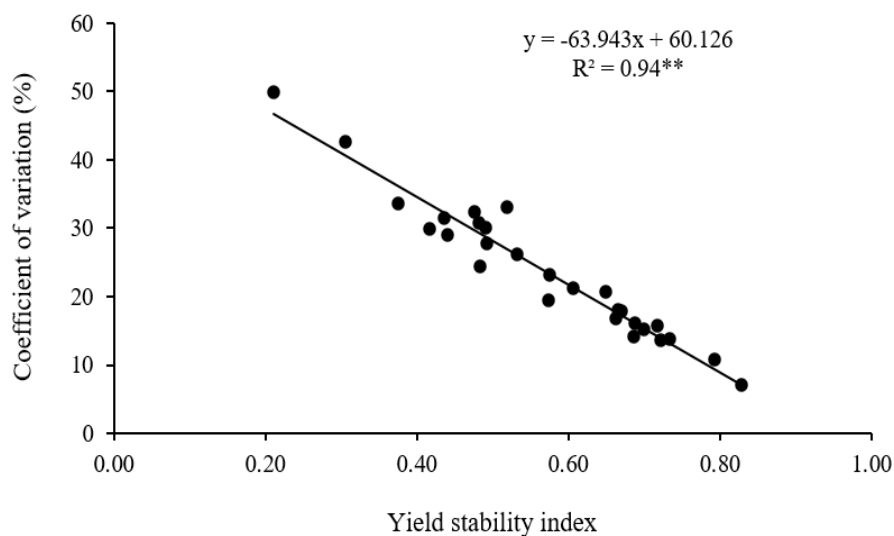
داشتن عملکرد بالا اگرچه در بسیاری از مواقع یک مزیت محسوب می‌شود ولی حفظ این عملکرد در گذر زمان و ایجاد یک ثبات در تولید از اهمیت بیشتری برخوردار است. استان‌هایی مثل فارس، زنجان، چهارمحال و بختیاری، اصفهان و مرکزی عملکردهای لوبیای بیش از ۲ تن در

هکتار داشته و در عین حال شاخص پایداری عملکرد در آن‌ها نیز بیش از ۰/۷ است (شکل ۳). به تولید لوبیا در این استان‌ها در گذر زمان می‌توان اطمینان داشت. استان‌های همدان، لرستان، تهران، کردستان و کهگیلویه و بویر احمد با وجود عملکرد بیش از ۲ تن در هکتار با افت شاخص پایداری عملکرد به کمتر از ۰/۷ مواجه هستند. شاخص پایداری عملکرد در این استان‌ها دامنه‌ای از ۰/۶۲ تا ۰/۶۸ دارد و به نظر می‌رسد با کمی اعمال مدیریت می‌توانند از پایداری عملکرد مناسبی نیز برخوردار باشند. عملکرد لوبیا در استان‌هایی مثل یزد، ایلام، آذربایجان شرقی و هرمزگان ۵-۱/۲ تن در هکتار است ولی پایداری عملکرد در آن‌ها هنوز بیش از ۰/۷ می‌باشد. این مطلب بیانگر آن است که سطح متوسطی از عملکرد با پایداری نسبتاً بالا در گذر زمان حفظ شده است. این استان‌ها می‌بایست اقدامات اساسی‌تری برای افزایش عملکرد نسبت به گروه قبل انجام دهند. مابقی استان‌های کشور با داشتن عملکرد بیش از ۱/۵ تن در هکتار (سمنان، خوزستان، آذربایجان غربی، گیلان و قم) و یا کمتر از ۱/۵ تن در هکتار شاخص پایداری عملکرد کمتر از ۰/۶ دارند که ریشه‌یابی عدم پایداری نیاز به بررسی همه‌جانبه (اقلیمی و مدیریتی) دارد. در حقیقت شاخص پایداری عملکرد، عملکرد سالانه‌ای را که به‌طور معقولی به روند عملکرد در یک دوره زمانی معین نزدیک است را کمی‌سازی می‌کند (Bacsi and Hollósy, 2019). این کمیت به تعیین راهکارهای مدیریتی برای بهبود تولید کمک می‌کند. به این صورت پایداری را می‌توان به عنوان ثبات خروجی‌های کشاورزی، به‌ویژه عملکرد، در دوره‌های زمانی طولانی یا در محیط‌های مکانی مختلف معرفی کرد. این مفهوم به‌ویژه در رابطه با کشت حبوبات اهمیت دارد، زیرا این محصولات نسبت به سایر محصولات پایداری عملکرد کمتری دارند (Reckling et al., 2021). در پژوهشی در مناطق مختلف هندوستان شاخص پایداری عملکرد موردبررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد این شاخص در برخی مناطق به علت کود دهی نامناسب بسیار پایین (۰/۰۷) و در مناطق دیگر با اجرای تناوب صحیح و مدیریت تغذیه از مقادیر بالایی (۰/۷۲ تا ۰/۹۱) برخوردار بود (Wanjari et al., 2004). باید توجه داشت که پایین بودن شاخص پایداری عملکرد به معنی افزایش ریسک تولید آن محصول است (Macholdt et al., 2020).



شکل ۳- شاخص پایداری عملکرد لوبیا در استان‌های مختلف ایران
Figure 2- Yield stability index of beans in different provinces of Iran

در فرمول مربوط به شاخص پایداری عملکرد از میانگین مربعات خطا استفاده شده است، به همین دلیل برخی پژوهشگران معتقدند اطمینان لازم در رابطه با نتایج بدست آمده به این صورت وجود دارد (Taylor et al., 1999) با این وجود برای اطمینان از نتایج بدست آمده در رابطه با شاخص پایداری عملکرد، ارتباط این شاخص با ضریب تغییرات بررسی شد (شکل ۴). رابطه منفی معنی دار بین شاخص پایداری عملکرد و ضریب تغییرات مشاهده شد (0.94^{***})، بنابراین استان‌هایی که شاخص پایداری عملکرد بالاتری داشتند کمترین ضریب تغییرات را نیز تجربه کرده اند. در واقع شاخص پایداری عملکرد مستقل از میانگین‌ها بوده است.



شکل ۴- رابطه بین شاخص پایداری عملکرد و ضریب تغییرات
Figure 4- Relationship between yield stability index and coefficient of variation

مزیت نسبی (سطح، عملکرد و تجمعی)

از میان استان‌های کشور استان‌های خوزستان، سیستان و بلوچستان، کهگیلویه و بویر احمد، لرستان و مرکزی به ترتیب با شاخص مزیت نسبی سطح ۶/۶۷، ۲/۴۹، ۱/۱، ۶/۸۵ و ۴/۷۳ بالاترین اعداد را به خود اختصاص دادند و در مابقی استان‌ها این عدد پایین‌تر از ۱ است (جدول



۱). این مطلب بیانگر آن است که در تعداد محدودی از استان‌های کشور لوبیا سهم قابل توجهی از سطح محصولات زراعی منطقه خود را به خود اختصاص می‌دهند. در پژوهشی در تگزاس شاخص مزیت نسبی سطح محصول پنبه عدد $6/78$ را به خود اختصاص داد در حالی که این عدد برای ذرت کمتر از $0/35$ بود. گاهی این شاخص به عنوان شاخص مزیت نسبی مقیاس^۱ نیز نامیده می‌شود (Yang et al., 2019). در پژوهش دیگری در چین مشخص شد، علاوه بر مناطق سنتی تولیدکننده سویا که مزیت نسبی سطح کمتری داشتند، برخی از مناطق تولیدی که در ابتدا دارای مزیت نسبی بودند، پس از سال ۲۰۰۰ میلادی به مکان‌های نامطلوب سقوط کرده‌اند. در مناطق تولید دارای مزیت نسبی سطح کشت به صورت نسبتاً متمرکز توزیع شده، در حالی که مناطق تولیدی دارای کمترین مزیت نسبی نسبتاً پراکنده بودند (Wang et al., 2020).

شاخص مزیت نسبی عملکرد که گاهی از آن به عنوان شاخص مزیت نسبی کارایی^۲ نیز یاد می‌شود در استان‌های چهارمحال و بختیاری، زنجان، خراسان شمالی، فارس، قم، کردستان و گلستان، لرستان و مرکزی کمی بیش از عدد ۱ است و در سه استان کهگیلویه و بویر احمد، گیلان و مازندران عددی بیش از ۲ و در مابقی استان‌ها کمتر از ۱ می‌باشد (جدول ۱). این مطلب بیانگر آن است که در بسیاری از استان‌های کشور اقدامات انجام‌شده در زمینه افزایش عملکرد لوبیا هنوز نتوانسته است جایگاه واقعی خود را کسب نماید. در بسیاری از کشورها اطلاعات مربوط به شاخص مزیت نسبی کارایی در یک دوره زمانی به عنوان مبنای علمی برای سیاست‌گذاری‌های تولید در نظر گرفته شده و منابع موجود، سطح علمی و فناوری و سرمایه‌گذاری منطقه، شیوه سازمان‌دهی محلی تولید و کیفیت کارکنان از عوامل تأثیرگذار بر این شاخص محسوب می‌شوند (Ferrero et al., 2018). البته گاهی سیاست‌های کلان یک کشور می‌توانند اثرات ژرف بر شاخص‌های مزیت نسبی داشته باشند. به عنوان مثال اجرای سیاست‌های درهای باز^۳ در چین موجب تغییرات مثبت اساسی در شاخص‌های مزیت نسبی در استان‌های این کشور شد (Wang et al., 2020). پژوهشی در خراسان نشان داد از نظر مزیت نسبی گندم دیم، جو آبی، شلتوک، گندم آبی، عدس دیم و نخود دیم در رتبه‌های اول تا ششم قرار گرفته‌اند. در این پژوهش لوبیا قرمز آبی فاقد مزیت نسبی برای تولید بود. پایین بودن عملکرد و هزینه‌های زیاد دلایلی بود که باعث عدم مزیت نسبی این محصول شده بود (Shahnoushi Froshani et al., 2007). به این نکته نیز باید توجه داشت که مزیت نسبی تولید محصولات زراعی با فرمول‌های متعددی موردسنجش قرار می‌گیرد و ممکن است نتایج متفاوتی نیز به دست آید.

جدول ۱- مزیت نسبی سطح، مزیت نسبی عملکرد و مزیت نسبی تجمعی لوبیا در استان‌های مختلف ایران

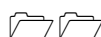
Table 1- Area comparative advantage, yield comparative advantage, and cumulative comparative advantage of beans in different provinces of Iran

نام استان Province name	مزیت نسبی سطح Comparative advantage of surface	مزیت نسبی عملکرد Comparative advantage of yield	مزیت نسبی تجمعی Cumulative comparative advantage
آذربایجان شرقی East Azerbaijan	0.881	1.3	1.05

1 - Scale Advantage Index

2 - Efficiency Advantage Index

3 - Reform and Opening Up



آذربایجان غربی West Azerbaijan	0.199	0.796	0.386
اردبیل Ardabil	0.637	0.803	0.697
اصفهان Isfahan	0.873	0.816	0.829
البرز Alborz	0.158	0.474	0.248
ایلام Ilam	0.093	0.82	0.267
بوشهر Bushehr	0.004	0.191	0.023
تهران Tehran	0.021	0.661	0.101
چهارمحال و بختیاری Chaharmahal and Bakhtiari	0.046	1.23	2.16
خراسان جنوبی South Khorasan	0.084	0.66	0.162
خراسان رضوی Razavi Khorasan	0.89	0.67	0.236
خراسان شمالی North Khorasan	0.791	1.13	0.974
خوزستان Khuzestan	6.67	0.647	0.689
زنجان Zanjan	0.245	1.18	2.76
سمنان Semnan	0.015	0.75	0.4
سیستان و بلوچستان Sistan and Baluchestan	2.49	0.736	0.102
فارس Fars	0.289	1.01	1.58
قزوین Ghazvin	0.053	0.65	0.418
قم Ghom	0.046	1.08	0.225

ادامه جدول ۱- مزیت نسبی سطح، مزیت نسبی عملکرد و مزیت نسبی تجمعی لوبیا در استان‌های مختلف ایران

Continue Table 1- Area comparative advantage, yield comparative advantage, and cumulative comparative advantage of beans in different provinces of Iran

نام استان Province name	مزیت نسبی سطح Comparative advantage of surface	مزیت نسبی عملکرد Comparative advantage of yield	مزیت نسبی تجمعی Cumulative comparative advantage
کردستان Kurdistan	0.335	1.024	0.575

کرمان Kerman	0.286	0.548	0.369
کرمانشاه Kermanshah	0.083	0.943	0.238
کهگیلویه و بویر احمد Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad	1.1	2.36	1.55
گلستان Golestan	0.125	1.13	0.364
گیلان Gilan	0.218	2.09	0.595
لرستان Lorestan	6.85	1.07	2.7
مازندران Mazandaran	0.173	2.02	0.557
مرکزی Markazi	4.73	1.51	2.65
هرمزگان Hormozgan	0.046	0.088	0.06
همدان Hamedan	0.302	0.843	0.478
یزد Yazd	0.15	0.608	0.282

مزیت نسبی تجمعی کشت لوبیا در کشور نشان داد استان‌های آذربایجان شرقی، چهارمحال و بختیاری، زنجان، فارس، کهگیلویه و بویر احمد، لرستان و مرکزی دارای مزیت نسبی تجمعی برای کشت لوبیا هستند (جدول ۱). البته باید به این نکته توجه نمود که آمار لوبیا در کشور به صورت مجموع بوده و تفکیکی برای انواع لوبیا (قرمز، سفید و چیتی) ارائه نمی‌شود. چه‌بسا در برخی از استان‌ها برخی از انواع لوبیا دارای مزیت نسبی کشت باشند. پژوهشی در استان مرکزی نشان داد کشت انواع لوبیا در این استان دارای مزیت نسبی تجمعی بوده ولی درآمد خالص کشت لوبیاچیتی نسبت به انواع لوبیا قرمز و لوبیا سفید بیشتر بوده است (Einolahi, & Kalaei et al., 2011). در پژوهش دیگری در استان لرستان کشت لوبیا قرمز و چیتی دارای مزیت نسبی تجمعی بالایی بود. در این پژوهش اشاره شده است که تحقق مزیت نسبی در گرو الزامات فناورانه، اکولوژیکی، انسانی، مدیریتی و سیاسی است و کشورها در جهت حفظ مزیت نسبی محصولات کشاورزی خود باید به پیشرفت فناوری توجه ویژه داشته باشند (Rahmati et al., 2019). پژوهشی در چین در رابطه با ۱۴ استان این کشور برای اندازه‌گیری مزیت نسبی سطح، مزیت نسبی عملکرد و مزیت نسبی تجمعی انجام شد و نتایج نشان داد از نظر مزیت نسبی سطح ۶ استان، از نظر مزیت نسبی عملکرد ۱۰ استان و از نظر مزیت نسبی تجمعی ۹ استان دارای مزیت نسبی بودند. مزیت‌های نسبی گزارش شده برای سایر محصولات زراعی کاملاً متفاوت بود. در این بررسی داشتن مزیت نسبی به عنوان شاخصی برای تخصیص منابع و استفاده بهینه از آن‌ها پیشنهاد شد (Zhong et al., 2001).

نتیجه‌گیری

داشتن آینده‌ای منطقی برای تولید محصولات زراعی منوط به داشتن تحلیل صحیح از گذشته این محصولات است. رصد عملکرد، عملکرد نسبی، پایداری عملکرد و مزیت نسبی تولید از جمله ابزار تحلیل گذشته محصولات است. در طول یک دهه کشت لوبیا در کشور از میان ۳۱ استان تولیدکننده لوبیا دامنه عملکرد دانه لوبیا از ۹۴۰ کیلوگرم در هکتار در خراسان جنوبی تا ۲۸۱۶ کیلوگرم در هکتار در زنجان در نوسان بوده است، با این وجود هنوز ۵۸ درصد از استان‌های تولیدکننده عملکرد کمتر از ۲ تن در هکتار دارند. عملکرد نسبی لوبیا در ۱۵ استان کشور بیش از ۱۰۰ بوده است. از دید پایداری عملکرد فقط ۱۶ درصد از استان‌های تولیدکننده لوبیا هم عملکرد بیش از ۲ تن در هکتار داشته‌اند و هم این عملکرد را در گذر زمان به صورت پایدار نگاه داشته‌اند، بنابراین نوسانات عملکرد در اکثر استان‌های تولیدکننده بالا بوده است. از دید مزیت نسبی سطح صرفاً ۵ استان دارای مزیت نسبی بودند و در این استان‌ها سطح قابل توجهی از کشت به محصول لوبیا اختصاص داده شده است. مزیت نسبی عملکرد در ۹ استان بیش از ۱ و در ۳ استان بیش از ۲ بوده است. اگر سطح و عملکرد هر دو مبنای مزیت نسبی قرار گیرند (مزیت نسبی تجمعی) استان‌های آذربایجان شرقی، چهارمحال و بختیاری، زنجان، فارس، کهگیلویه و بویر احمد، لرستان و مرکزی دارای چنین مزیتی برای کشت لوبیا هستند. با توجه به نتایج به دست آمده نقاط ضعف و قوت تولید لوبیا در هر استان ویژه همان استان بوده و از طریق شاخص‌های مطرح شده در این مقاله قابل ردیابی است. لازم به ذکر است متأسفانه در کشور ما آمار تفکیک شده‌ای از عملکرد و سطوح کشت انواع لوبیا (قرمز، سفید، چیتی) وجود ندارد و حتی آمار لوبیا چشم بلبلی در بخش سایر حبوبات وارد می‌شود. امید است با تولید آمار تفکیک شده تصویر روشن تری از تولید انواع لوبیا در کشور حاصل گردد.

سپاسگزاری: نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان برای همکاری و تأمین اعتبار لازم جهت این پژوهش سپاسگزاری نمایند.

References

- Bacsi, Z. & Hollósy, Z. (2019). The yield stability index reloaded–The assessment of the stability of crop production technology. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 84(4) 319-331. <https://hrcak.srce.hr/228921>
- Calderini, D.F. & Slafer, G.A. (1998). Changes in yield and yield stability in wheat during the 20th century. *Field Crops Research*, 57(3):335-347. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(98\)00080-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(98)00080-X)
- Dianatmanesh, M., Kazemeini, S.A., Bahrani, M.J., Shakeri, E., Alinia, M., Amjad, S.F., Mansoor, N., Pocza, P., Lalarukh, I., Abbas, M.H. & Abdelhafez, A.A. (2022). Yield and yield components of common bean as influenced by wheat residue and nitrogen rates under water deficit conditions. *Environmental Technology & Innovation*, 28, p.102549. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102549>
- Einolahi, M. & Kalaei, A. (2011). Studying the comparative advantage of bean production in Markazi Province. *Journal of Agricultural Research*, 92, 63-72. (In Persian). <https://ecc.isc.ac/showJournal/22846/29086/527408>
- FAO. (2026). FAOSTAT, Crops and livestock products, <https://www.fao.org/faostat/en/#data>



- Ferrero, R., Lima, M., & Gonzalez-Andujar, J. L. (2018). Crop production structure and stability under climate change in South America. *Annals of Applied Biology* 172(1), 65-73. <https://doi.org/10.1111/aab.12402>.
- Fischer, R. A. (2015). Definitions and determination of crop yield, yield gaps, and of rates of change. *Field Crops Research*, 182, 9-18. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.12.006>
- Jalali, A.H., Daneshian, J., Hassanpanah, D., Darabi, A., & Salehi, F. (2026). The potentials and challenges of producing potatoes, onions, tomatoes, and irrigated pulses in the national's cropping pattern program. Seed and Plant Improvement Research Institute (SPII). Final Research Report, 152pp. (In Persian with English Abstract) <https://fipakportal.areeo.ac.ir/?LRef=266f975b-5a25-410b-ad7e-6375fe7dbba8>.
- Jamini, D., Vafaie, F., & Dehghani, A. (2026). Identifying the poles of production of high consumption strategic agricultural products in Iran. *Consumer Behavior Studies Journal*, 12(3), 1-22. (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22034/cbsj.2024.139678.2595>.
- Ligarreto–Moreno, G. & Pimentel–Ladino, C. (2022). Grain yield and genotype x environment interaction in bean cultivars with different growth habits. *Plant Production Science*, 25(2), 232-241. <https://doi.org/10.1080/1343943X.2021.1981141>
- Macholdt, J., Styczen, M.E., Macdonald, A., Piepho, H.P. & Honermeier, B. (2020). Long-term analysis from a cropping system perspective: yield stability, environmental adaptability, and production risk of winter barley. *European Journal of Agronomy*, 117, p.126056. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126056>.
- Moemeni, S., & Zibaei, M. (2013). Potential impacts of climate change on agriculture in Fars Province. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 27,169-179. <https://doi.org/10.22067/jead2.v0i0.29418>
- Mostafavi, M.J., Hooshmand, M. & Nassiri Mahallati, M. (2020). Evaluation of the long-term trend and yield stability of pulse crops in Iran. *Iranian Journal of Pulses Research*, 11, 196-214. <https://doi.org/10.22067/ijpr.v12i1.77599>.
- Otung, I.A. & Akpaeti, A.J. (2016) .Identification of efficient cropping zones for cassava production in Nigeria. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 8(2):1-7. <https://doi.org/10.9734/JAERI/2016/26821>
- Pal, S. & Sahu, P.K. (2008). On assessment of sustainability of crops and cropping system—some new measures. *Journal of sustainable agriculture*, 31(3), 43-54. https://doi.org/10.1300/J064v31n03_05
- Piepho, H.P. (1998). Methods for comparing the yield stability of cropping systems. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 180(4), 193-213. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.1998.tb00526.x>
- Rahmani, R. (2017). Studying the comparative advantage of agricultural products in Khuzestan Province. *Journal of Economics and Agricultural Development*, 2, 141-150. (In Persian) <https://document.unaux.com/65085/html>
- Rahmati, M., Pahlevani, R. & Rashno, Z. (2019). Evaluation and determination of the comparative advantage of legumes in Lorestan province. *Dryland Legumes Extension Journal*, 2(1),41-51. (In Persian). https://dpcj.areeo.ac.ir/article_123195.html

- Reckling, M., Ahrends, H., Chen, T.W., Eugster, W., Hadasch, S., Knapp, S., Laidig, F., Linstädter, A., Macholdt, J., Piepho, H.P. & Schiffrers, K. (2021) Methods of yield stability analysis in long-term field experiments. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(2), p.27. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00681-4>.
- Saeidifar, A. (۲۰۱۳). Determining the comparative advantage of agricultural and horticultural products in the country's provinces. *Economic Journal*, 13, 47-64. <https://www.ensani.ir/file/download/article/20140902120339-9662-223.pdf>
- Shahnoushi Froshani, N., Ghrbani, M., Dehghanian, S. & Azarinfar, Y. 2007. Comparative advantage analysis of cereals and legumes in Khorasan Province. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 4: 19-1. (In Persian). <https://profdoc.um.ac.ir/paper-abstract-1006043.html>
- Sinclair, T.R. & Vadez, V. (2012). The future of grain legumes in cropping systems. *Crop & Pasture Science*, 63(6), 501-512. <https://doi.org/10.1071/CP12128>
- Taheri, M., Rezaverdinejad, V., Behmanesh, J., Abbasi, F., & Baghani, J. (2020). Spatial Analysis of Water Productivity Index at Major Wheat Production Centers of IRAN. *Journal of Water Research in Agriculture*, 34(2), 217-227. (In Persian). <https://wra.areeo.ac.ir>
- Taylor, S.L., Payton, M.E. & Raun, W.R. (1999). Relationship between mean yield, coefficient of variation, mean square error, and plot size in wheat field experiments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 30(9-10), 1439-1447. <https://doi.org/10.1080/00103629909370298>
- Urruty, N., Tailliez-Lefebvre, D., & Huyghe, C. (2016). Stability, robustness, vulnerability, and resilience of agricultural systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(1), 15. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0347-5>
- Wang, Y., Xu, S., Li, G. & Wang, S. (2020). August. Study on comparison of the advantages of different soybean producing areas in China from a temporal and spatial perspective. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1592, No. 1, p. 012073). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1592/1/012073>.
- Wanjari, R.H., Singh, M.V. & Ghosh, P.K. (2004). Sustainable yield index: An approach to evaluate the sustainability of long-term intensive cropping systems in India. *Journal of Sustainable Agriculture*, 24(4), 39-56. https://doi.org/10.1300/J064v24n04_05
- Yang, Z., Yu, M. & Lovell, A. (2019). Economics of Comparative Advantage: Evidence from Upland Cotton Production in Texas in 1997-2016. *Texas Journal of Agriculture and Natural Resources*, 32, 1-11. https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=Economics+of+Comparative+
- Zhang, L., Yuan, J., Zhang, M., Zhang, Y., Wang, L., & Li, J. (2022). Long term effects of crop rotation and fertilization on crop yield stability in southeast China. *Scientific Reports*. 12(1), 14234. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17675-1>
- Zhong, F., Xu, Z. & Fu, L., (2001). Regional comparative advantage in China's main grain crops. Australian National University, 19pp. <https://openresearch-repository.anu.edu.au/items/767346dc-6c50-4a0e-8445-881f6168dfa6>

پیش از دانش