

Research Article

Vol. 39, No. 2, 2025, p. 215-227



Weed Management and Growth Characteristics of Two Rice Cultivars under Aerobic Conditions in Sari Township

Seyede Shokoofe Jafarnejad Mozirji¹, Javid Gherekhloo^{1*}, Sima Sohrabi², Asieh Siahmarguee¹, Saeid Hassanpour-Bourkheili¹

1- Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2- Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(*- Corresponding author's Email: gherekhloo@gau.ac.ir)

How to cite this article:

Received: 13-01-2023

Revised: 10-12-2024

Accepted: 08-04-2025

Available Online: 09-07-2025

Jafarnejad Mozirji, S.Sh., Gherekhloo, J., Sohrabi, S., Siahmarguee, A., & Hassanpour-Bourkheili, S. (2025). Weed management and growth characteristics of two rice cultivars under aerobic conditions in Sari township. *Iranian Plant Protection Research*, 39(2), 215-227. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/JPP.2025.80593.1123>

Introduction

Rice (*Oryza sativa* L.) is one of the most important crops cultivated in Iran and in particular, North of the country. In recent years, reduced rainfall and adverse conditions of ground and surface waters has raised concerns about the feasibility of flooded rice cultivation method. On the other hand, yield loss by weeds under aerobic conditions is greater compared with the flooded systems, as weeds will emerge simultaneously with rice plants. Despite the more difficult weed management in aerobic rice as well as the limitations in its consequent cultivation in the same field, aerobic rice cultivation system still remains a feasible strategy to achieve sustainable production of rice under the inevitable adverse climatic conditions in the future. Therefore, the present study was carried out with the aim of evaluating the effect of various chemical management methods on weed control as well as growth characteristics of two rice cultivars of Neda and Fajr under aerobic conditions.

Materials and Methods

The experiment was conducted as a strip plot with three replicates at Dasht-e- Naz field, Sari in 2020-2021. Treatments included two cultivars (Neda and Fajr) and 10 levels of weed management including 1- bispyribac sodium (Novino) herbicide, 2- pendimethalin (Prowl) + bispyribac sodium (Novino) herbicides, 3- pendimethalin (Prowl) + bispyribac sodium (Clean Weed) herbicides, 4- pendimethalin (Stomp) + bispyribac sodium (Novino) herbicides, 5- pendimethalin (Stomp) + bispyribac sodium (Clean Weed) herbicides, 6- pendimethalin (Prowl) + bispyribac sodium (Clean Weed) + bispyribac sodium (Clean Weed) herbicides, 7- pendimethalin (Prowl) + bispyribac sodium (Clean Weed) + bensulfuron methyl (Londax) herbicides, 8- pendimethalin (Prowl) + bispyribac sodium (Novino) + bispyribac sodium (Novino) herbicides, 9- weed-free and 10- weedy check. In weedy checks, weeds were allowed to grow until the end of the growing season. Pre-emergence herbicides of Prowl and Stomp were sprayed 2 days after sowing. Also, Clean Weed and Novino herbicides were applied 21 days after sowing. Finally, 35 days after sowing, Clean Weed, Novino and Londax



©2025 The author(s). This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.

<https://doi.org/10.22067/JPP.2025.80593.1123>

herbicides were sprayed in three-times application of herbicide treatment. Spraying was carried out using a chargeable Matabi knapsack sprayer equipped with a 8003 flat fan nozzle, calibration volume of 200 L ha⁻¹ and 200 KPa pressure. In order to determine the growth characteristics of rice including dry weight, leaf area index and plant height, sampling was done at certain time intervals. Also, dry weight of weeds in each plot was recorded at the mentioned intervals.

Results and Discussion

The greatest plant height in Neda and Fajr was respectively 83.1 and 67.8 cm, which was observed in the weed- free treatment. The plant height varied from 56-73 cm in Neda and 41-60.5 cm in Fajr cultivar in different herbicide treatments. Also, plant height in weedy check in both Neda and Fajr cultivars was significantly lower than other treatments. In both rice cultivars and after the weed- free treatment, the greatest plant height and least time to 50% maximum height was recorded in three- times herbicide application treatments. In the weed- free treatment, leaf area index of Neda and Fajr cultivars reached its peak 71 days after sowing (both at the same time), and was 4.2 and 3.7, respectively. Three- times application of herbicides was ranked next after the weed-free treatment with leaf area indices of 3-3.2 in Fajr and 3.3-3.6 in Neda cultivar. Taking into account the weedy check, weed- free and herbicide treatments, the dry weight of Fajr cultivar ranged from 583.4 to 1640.6 g m⁻², whereas these values in Neda varied between 1121.9 to 1968.4 g m⁻². The results of this study showed that the most common weeds found in the field were velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medik.), musk melon (*Cucumis melo* L.), common purslane (*Portulaca oleracea* L.), barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.) and bermuda grass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). Weed dry weight in weedy check and in the second place, single-herbicide application treatment was higher and increased more rapidly compared with other treatments. The increase in the dry weight of weeds in Fajr was higher than Neda cultivar. Also, next to the weed-free treatment with 5607 kg ha⁻¹, grain yield was the highest when Prowl+ Novino+ Novino (4994 kg ha⁻¹) and Prowl+ Clean Weed+ Clean Weed (5029 kg ha⁻¹) treatments were applied.

Conclusions

Based on the results obtained from this study, cultivation of Neda cultivar as well as three-times application of herbicides (application of pre-emergence herbicide followed by two- times application of a post-emergence herbicide) is recommended to improve the grain yield of rice under aerobic system.

Keywords: Dry weight, Herbicide, Leaf area, Weed flora

مدیریت علف‌های هرز و ویژگی‌های رشدی دو رقم برنج تحت شرایط هوازی در شهرستان ساری

سیده شکوفه جعفرنژاد موزیرجی^۱، جاوید قرخلو^{۲*}، سیما سهرابی^۲، آسیه سیاهمرگویی^۱، سعید حسن پور بورخیلی^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۱۹

چکیده

با توجه به مشکل کم‌آبی و اهمیت ویژه برنج از نظر تغذیه‌ای در ایران، استفاده از کشت هوازی برنج به دلیل مزیت‌های آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، حال آنکه مهار علف‌های هرز در این نظام کشت دشوارتر از شرایط غرقاب می‌باشد، در نتیجه بررسی روش‌های مدیریت شیمیایی برای کاهش جمعیت علف‌های هرز در این شرایط ضروری است. در این بررسی، تأثیر تیمارهای مختلف علف‌کش بر مهار علف‌های هرز در ارقام ندا و فجر به صورت خشکه کاری برنج ارزیابی شد. آزمایش در قالب طرح اسپلیت بلوک با سه تکرار در سال ۱۳۹۹-۱۴۰۰ در مزرعه دشت ناز ساری انجام شد. تیمارها شامل رقم (ندا و فجر) و مدیریت علف‌هرز در ۱۰ سطح (۱- کاربرد علف‌کش بیس‌پیریپاک سدیم (کلین وید) ۲- کاربرد علف‌کش پندی‌متالین (پرول) + بیس‌پیریپاک سدیم (نووینو)، ۳- کاربرد علف‌کش پندی‌متالین (پرول) + بیس‌پیریپاک سدیم (کلین وید)، ۴- کاربرد علف‌کش پندی‌متالین (استومپ) + بیس‌پیریپاک سدیم (نووینو)، ۵- کاربرد علف‌کش پندی‌متالین (استومپ) + بیس‌پیریپاک سدیم (کلین وید)، ۶- کاربرد علف‌کش پندی‌متالین (پرول) + بیس‌پیریپاک سدیم (کلین وید)، ۷- کاربرد علف‌کش پندی‌متالین (پرول) + بیس‌پیریپاک سدیم (کلین وید)، ۸- کاربرد علف‌کش پندی‌متالین (پرول) + بیس‌پیریپاک سدیم (نووینو) + بیس‌پیریپاک سدیم (نووینو)، ۹- تیمار وجین و ۱۰- شاهد آلوده به علف هرز) بودند. طبق نتایج، علف‌های هرز پهن‌برگ گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medik.)، خربزه وحشی (*Cucumis melo* L.) و خرفه (*Portulaca oleracea* L.) شایع‌ترین فلور علف هرز این مزارع را تشکیل دادند. در بررسی صفات رشدی برنج، بیشترین ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ و وزن خشک مربوط به رقم ندا بود. میزان افزایش وزن خشک علف‌های هرز در رقم ندا کمتر از رقم فجر بود. در مجموع، شاهد عاری از علف هرز (۵۶۰۷ کیلوگرم در هکتار) و کاربرد سه مرحله‌ای علف‌کش‌ها در مهار علف‌های هرز، موجب حصول عملکرد بیشتری شدند (۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) و نسبت به کاربرد دو مرحله‌ای و یک مرحله‌ای برتر بود. بنابراین انتخاب رقم مناسب در شرایط وجود علف‌های هرز و همچنین کاربرد سه مرحله‌ای از علف‌کش‌ها بعد از تیمار وجین در افزایش تولید هوازی برنج بسیار اهمیت دارد.

واژه‌های کلیدی: سطح برگ، فلور علف‌هرز، علف‌کش، وزن خشک

مقدمه

بهره‌وری آب با کاهش مصرف آب در حین آماده‌سازی زمین و محدود کردن نشت، نفوذ و تبخیر، کاهش نیاز به نیروی کار و انتشار گازهای گلخانه‌ای در مزرعه برنج بسیار مشهود است. برنج هوازی تیپ جدیدی از برنج است که به خاک هوازی سازگار می‌باشد و وارسته‌های آن می‌توانند عملکردهایی معادل چهار تا شش تن در هکتار شلتوک با مصرف مقادیر متوسط و معقولی از کود را در خاک‌هایی با چنین شرایط رطوبتی تولید نمایند (Nie et al., 2012). برنج هوازی می‌تواند به میزان ۵۰ درصد در مقایسه با برنج غرقاب، آب آبیاری را حفظ و ذخیره نماید. خشکسالی سال‌های اخیر و کاهش میزان

کمبود روزافزون منابع آب منجر به توسعه و پذیرش سیستم برنج هوازی شده است. در این سیستم، صرفه‌جویی در آب ورودی، افزایش

۱- گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی

گرگان، گرگان، ایران

۲- گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

(Email: gherekhloo@gau.ac.ir)

(*)- نویسنده مسئول:

<https://doi.org/10.22067/JPP.2025.80593.1123>

نزولات آسمانی این نگرانی را ایجاد کرده که در صورت تداوم کشت برنج در سال‌های آتی باید در انتظار پایین آمدن سطح آب‌های زیرزمینی بود. کشت مستقیم برنج راهبردی است که می‌تواند کاربرد آب را نسبت به سیستم‌های مرسوم نشاکاری نزدیک به ۴۴ درصد کاهش دهد (Kumar et al., 2009). شایان ذکر است که در کشت مستقیم، عملیات گل خرابی انجام نمی‌شود و بذرها در خاک غرقاب‌شده کشت نمی‌گردد و در کشت هوازی، بوته‌ها در طول فصل به‌صورت غرقاب آبیاری نمی‌شوند (IRRI, 2024).

مشکل علف‌هرز در کشت مستقیم به دلیل هم‌زمان بودن جوانه‌زنی بذر علف‌هرز و بذر برنج، نسبت به دیگر سیستم‌های تولید برنج پیچیده‌تر و جدی‌تر است. خسارت ناشی از علف‌های هرز به برنج قابل توجه می‌باشد، به نحوی که میزان کاهش عملکرد محصول ناشی از رقابت با علف‌های هرز در زراعت برنج ۴۲ تا ۹۶ درصد تخمین زده شده است که بیشترین خسارت در شرایط دیم و روش کشت مستقیم دیده می‌شود (Rashid et al., 2009; Esmaeli et al., 2022). به همین دلیل، کشاورزان مجبور هستند که هزینه و زمان زیادی را برای مهار این گیاهان ناخواسته صرف نمایند. ماهاجان و همکاران (Mahajan et al., 2010) کشت برنج با تراکم بالاتر را برای فایده شدن بر علف‌های هرز پیشنهاد کردند. به علت شباهت ریختشناختی برنج و علف‌های هرز خانواده گندمیان، وجین دستی سخت، وقت‌گیر و با هزینه زیاد است (Anwar et al., 2012). از این رو علف‌کش‌های شیمیایی اگر به‌صورت مناسب قبل و بعد از سبز شدن برنج استفاده

شوند، می‌تواند نتایج رضایت‌بخشی در پی داشته باشد (Singh et al., 2006). به علت تنوع علف‌های هرز در مزارع برنج، استفاده از دو یا چند علف‌کش برای مهار طیف وسیعی از علف‌های هرز ضروری است (Rao et al., 2007). با وجود مشکل علف‌های هرز در برنج هوازی و محدودیت‌ها برای کشت مداوم آن در یک زمین، این نوع کشت همچنان راهبرد مفید برای حفظ پایداری تولید برنج تحت کمبود آب آینده ناشی از تغییرات جهانی آب‌وهوایی می‌باشد. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی اثر تیمارهای مختلف مدیریت شیمیایی برای مهار علف‌های هرز رایج و نیز ویژگی‌های رشدی دو رقم برنج ندا و فجر در شرایط هوازی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در زمینی به مساحت ۱۱۲۰ مترمربع (ابعاد ۱۶ متر در ۷۰ متر) واقع در ایستگاه تحقیقات زراعی دشت ناز ساری مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران انجام شد. ارتفاع آن از سطح دریای آزاد ۱۸ متر و میانگین بارندگی سالانه آن ۷۰۰-۶۰۰ میلی‌متر است. رطوبت نسبی دشت ناز ۷۵ درصد و میانگین حداکثر و حداقل درجه حرارت به ترتیب ۲۷ و ۷/۱ درجه سانتی‌گراد است. قبل از کودپاشی یک نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری تهیه و جهت مشخص نمودن بافت و عناصر موجود در آن در آزمایشگاه خاکشناسی شهرستان بابل تجزیه گردید (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه لایه سطحی خاک (۰-۳۰ سانتی‌متر)

Table 1- Analysis of the soil surface layer (0-30 cm)

Electrical conductivity (dS.m ⁻¹)	pH of saturated paste	Total neutralizing value (dS.m ⁻¹)	Organic carbon (%)	Available phosphorous (ppm)
1.35	7	16	2	17.5
Texture	Silt (%)	Clay (%)	Sand (%)	Available potassium (ppm)
لوم رسی Clay loam	32	32	36	540

پیریپاک سدیم (کلین وید) + بن‌سولفورون متیل (لونداکس) ۸- تیمار علف‌کش پندی‌متالین (پرول) + بیس‌پیریپاک سدیم (نووینو) + بیس-پیریپاک سدیم (نووینو) و در نهایت ۹- تیمار وجین بودند. در هر بلوک سه کرت (که به‌صورت سه در میان بین کرت‌های مورد تیمار قرار گرفته بودند) به‌عنوان شاهد آلوده به علف هرز در نظر گرفته شد و میانگین این سه کرت به‌عنوان خروجی کرت آلوده به علف هرز محاسبه شد. با توجه به مطالعات پیشین (Hejazirad et al., 2023)، کاربرد پیش‌رویشی پندی‌متالین و سپس یک مرحله سم‌پاشی با علف‌کش پس‌رویشی بیس‌پیریپاک سدیم اثربخشی نسبی در کشت هوازی برنج در منطقه دشت‌ناز ساری داشت، هرچند همچنان بین

آزمایش در قالب طرح اسپلیت بلوک (استریپ پلات) با سه تکرار انجام شد. عوامل آزمایشی شامل رقم در دو سطح (ندا و فجر) و مدیریت علف‌هرز در سه سطح (۱- تیمار علف‌کش بیس‌پیریپاک سدیم ۲- تیمار علف‌کش پندی‌متالین + بیس‌پیریپاک سدیم، ۳- تیمار علف‌کش پندی‌متالین (پرول) + بیس‌پیریپاک سدیم (کلین وید)، ۴- تیمار علف‌کش پندی‌متالین (استومپ) + بیس‌پیریپاک سدیم (نووینو) ۵- تیمار علف‌کش پندی‌متالین (استومپ) + بیس‌پیریپاک سدیم (کلین وید) + بیس‌پیریپاک سدیم (کلین وید)، ۶- تیمار علف‌کش پندی‌متالین (پرول) + بیس‌پیریپاک سدیم (کلین وید) + بیس‌پیریپاک سدیم (کلین وید) ۷- تیمار علف‌کش پندی‌متالین (پرول) + بیس-

سدیم، مقایسه اثربخشی محصول خارجی و داخلی بود. تمامی علف‌کش‌ها با دز توصیه‌شده اعمال شدند. مشخصات علف‌کش‌های مورد استفاده در **جدول ۲** ارائه شده است.

مه‌ار علف‌هرز و عملکرد دانه در شرایط عاری از علف‌هرز و شاهد آلوده به علف‌هرز تفاوت وجود داشت. بنابر این در پژوهش حاضر، اثربخشی کاربرد سه مرحله علف‌کش مورد بررسی قرار گرفت. شایان ذکر است که علت انتخاب دو محصول مختلف تجاری بیس‌پیریپاک

جدول ۲- مشخصات علف‌کش‌های استفاده‌شده در پژوهش حاضر

Table 2- Properties of the herbicides applied during the present study

Recommended field rate	Application method	Common name	Formulation	Trade name
10 g ai.ha ⁻¹	Post-Emergence	Bispyribac sodium	SC 10%	Novino
25 g ai.ha ⁻¹	Post-Emergence	Bispyribac sodium	SC 40%	Clean Weed
1360 g ai.ha ⁻¹	Pre-Emergence	Pendimethalin	CS 45.5%	Prowl
990 g ai.ha ⁻¹	Pre-Emergence	Pendimethalin	EC 33%	Stomp
45 g ai.ha ⁻¹	Pre-Emergence	Bensulfuron methyl	DF 60%	Londax

شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت به آونی با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد انتقال و سپس توزین شدند. علف‌های هرز پس از انتقال به آزمایشگاه، شناسایی و توزین آن‌ها انجام شد. برای اندازه‌گیری عملکرد، از هر کرت به مساحت یک مترمربع، بوته‌های کف‌بر شده به آزمایشگاه منتقل شد. دانه‌ها از بوته‌ها جدا شده و عملکرد دانه محاسبه شد.

روند تغییرات شاخص سطح برگ و وزن خشک برنج به ترتیب با استفاده از مدل‌های گاوس سه پارامتره (معادله ۱) و سیگموئیدی سه پارامتره (۲) انجام شد.

$$Y = A_{max} (\exp(-0.5(t-t_{100})/b))^2 \quad (1)$$

که در آن، A_{max} : حداکثر وزن خشک یا سطح برگ، t_{100} : زمان رسیدن به حداکثر وزن خشک یا سطح برگ و b : ضریب معادله است.

$$Y = A_{max} / (1 + \exp(-(t-t_{50})/b)) \quad (2)$$

که در آن، A_{max} : حداکثر وزن خشک یا سطح برگ، t_{50} : زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر وزن خشک یا سطح برگ و b : ضریب معادله است.

توصیف تغییرات وزن خشک علف‌هرز به شکل نمودار Line & Scatter انجام شد. برازش مدل‌ها بر داده‌های سطح برگ و تجمع ماده خشک برنج با استفاده از نرم‌افزار SigmaPlot انجام شد. جهت بررسی معنی‌دار بودن تفاوت بین منحنی‌ها، از خطای معیار (SE) بهره گرفته شد (Knezevic & Datta, 2015). تجزیه داده‌های مربوط به عملکرد دانه با کمک نرم‌افزار SAS v.9.0 و مقایسه میانگین با روش LSD در $p < 0.05$ انجام شد. رسم نمودارها نیز با کمک نرم‌افزارهای SigmaPlot v.12.5 و Excel v. 2013 صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

فلور علف‌هرز

علف‌های هرز مختلفی در آزمایش مشاهده شد، به گونه‌ای که

ابعاد کرت‌ها، دو در شش (۱۲ مترمربع)، فاصله بین ردیف‌ها ۲۵ و فاصله روی ردیف‌ها هشت سانتی‌متر بود. در تاریخ ۳۰ خرداد ۱۳۹۹ آماده‌سازی زمین جهت کاشت با انجام دو بار دیسک به عمق ۲۰ سانتی‌متر و تسطیح مزرعه انجام شد. کودهای نیتروژن (اوره ۴۶ درصد)، فسفر (سوپر فسفات تریپل) و پتاسه (کلور پتاسیم) مورد نیاز طبق دستورالعمل سازمان جهاد کشاورزی استان بین دو مرحله دیسک در مزرعه توزیع شد. آبیاری مزرعه بلافاصله پس از کاشت با استفاده از آبیاری بارانی (جهت جلوگیری از سله بستن خاک) و بعد از سبز شدن گیاهچه‌ها هر هفته دو بار انجام شد.

در کرت‌های شاهد تا پایان فصل به علف‌های هرز اجازه رشد داده شد. علف‌کش‌های پیش‌رویشی پندی‌متالین (پرول) و پندی‌متالین (استامپ) قبل از رویش برنج در تاریخ ۲ تیر و بیس‌پیریپاک (کلین وید) و بیس‌پیریپاک سدیم (نوینو) در مرحله دوم (شروع پنجه‌دهی) (یک ماه بعد از مرحله اول) و بن‌سولفورون متیل (لونداکس)، بیس-پیریپاک سدیم (کلین وید) و بیس‌پیریپاک سدیم (نوینو) در مرحله سوم (۱۰ روز پس از مرحله دوم) اعمال شدند. سم‌پاشی با استفاده از دستگاه سم‌پاش پستی شارژی ماتابی مجهز به نازل بادبزی تخت ۸۰۰۳ با حجم کالیبراسیون ۲۰۰ لیتر در هکتار و فشار پاشش ۲۰۰ کیلوپاسکال انجام شد. مدیریت آفات و بیماری‌ها طبق دستورالعمل کمیته پیش آگاهی با سموم مناسب برای بیماری بلاست از قارچ‌کش بیم و برای آفت ساقه‌خوار از حشره‌کش دیازینون گرانوله انجام شد.

به منظور تعیین شاخص‌های رشد برنج شامل ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ و وزن خشک و نیز وزن خشک علف‌های هرز، پنج مرتبه نمونه‌برداری تخریبی به فواصل ۲۰ روز و ۲۰-۴۰-۶۰-۸۰-۱۰۰ روز بعد از نشاء در طی فصل از هر کرت صورت گرفت. برای ثبت وزن خشک علف‌های هرز نیز نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌برداری با استفاده از یک کوادرات ۰/۵ متر در ۰/۵ متر انجام می‌گرفت. بلافاصله پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، سطح برگ برنج با استفاده از دستگاه سطح‌برگ‌سنج نوری (Delat-T, UK) اندازه‌گیری

علف‌های هرز غالب در مراحل رشد برنج شامل گاوپنبه (*Abutilon theophrasti* Medik.)، خربزه وحشی (*Cucumis melo* L.)، خرفه (*Portulaca oleracea* L.)، تاج‌خروس ریشه‌قرمز (*Amaranthus retroflexus* L.)، پیچک (*Convolvulus arvensis* L.)، تاج‌ریزی سیاه (*Solanum nigrum* L.)، عروسک پشت پرده (*Physalis alkekengi* L.)، سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) و پنجه‌مرغی (*Cynodon dactylon* L.) بودند. در سایر بررسی‌ها نیز علف‌های هرز متداول در مزارع برنج شامل خانواده گندمیان، جگن‌ها و برگ‌پهن‌ها شامل خانواده‌های کاسنی (*Cichorium intybus* L.)، پنی‌رک (*Malva sylvestris* L.)، تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) و ... گزارش شده است که تنوع و تراکم آن‌ها به شرایط آب‌وهوایی، فصل رشد و خاک بستگی دارد. در سطح جهانی، اویارسلام زرد (*Cyperus esculentus* L.)، سوروف (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.)، درنه‌سرخه (*Echinochloa colonum* (L.) Link) و قیاق (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) به‌عنوان مهم‌ترین علف‌های هرز برنج گزارش شده‌اند (Rao et al., 2007). از بین علف‌های هرز مختلف برنج، علف هرز سوروف به‌دلیل شباهت ژنتیکی، ریختشناختی و فنولوژیکی مهم‌ترین علف‌هرز برنج در دنیا محسوب می‌شود (Gibson et al., 2003). گیاه خربزه وحشی به‌دلیل شروع رشد از اردیبهشت ماه تا شهریور ماه پتانسیل بالایی برای حضور همیشگی در مزارع برنج تحت شرایط هوازی دارد (Sohrabi et al., 2014). گاوپنبه، به‌عنوان علف هرز در کشت هوازی برنج توسط درخشان و همکاران (Derakhshan et al., 2015) گزارش شده است. انعطاف‌پذیری ریختشناختی و زایشی به گاو پنبه این امکان را می‌دهد که ساختمان تاج‌پوشش و قسمت‌های زایشی خود را در محیط‌های مختلف مثل تراکم گیاه، زمان جوانه‌زنی و اقلیم تغییر دهد. این انعطاف‌پذیری فنوتیپی و زایشی به توانایی سازگاری و ویژگی‌های رقابتی گاوپنبه کمک می‌کند (Sinha, 2017). توجه به فلور علف‌های هرز مزارع برنج و تغییرات آن‌ها با توجه به تغییر سیستم کاشت در جلوگیری از ظهور علف‌های هرز نوظهور و مهاجم مؤثر است (Sohrabi et al., 2017).

وزن خشک علف‌های هرز در طی فصل رشد

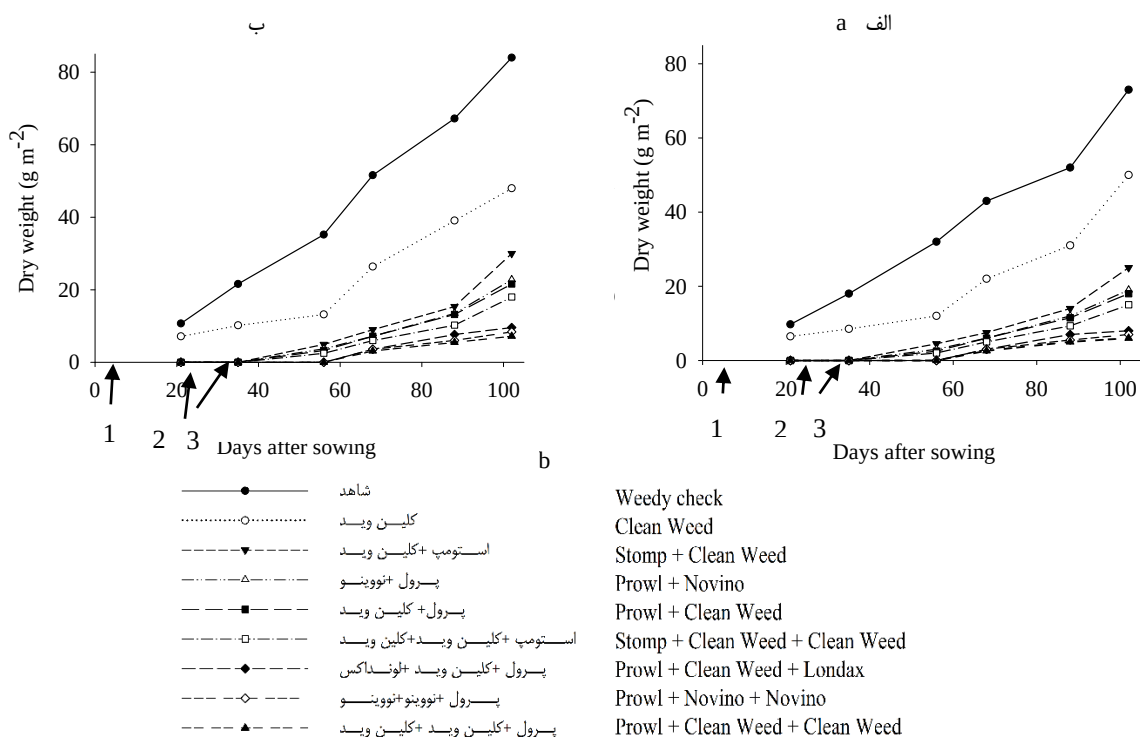
به‌طور کلی، وزن خشک علف‌های هرز در طی فصل رشد افزایشی بود (شکل ۱)، اما سرعت افزایش وزن خشک علف‌های هرز در تیمارهایی که طی سه مرحله (شامل دو روز بعد از کاشت، ۲۱ روز پس از کاشت و ۳۵ روز پس از کاشت) سم‌پاشی اعمال شده بود با کاهش همراه بود. نرخ افزایش وزن خشک علف‌های هرز در تیمارهای عدم سم‌پاشی (شاهد آلوده به علف هرز) و یک مرحله سم‌پاشی با کلین وید با شدت بیش‌تری رو به افزایش بود. میزان

افزایش وزن خشک علف‌های هرز در محیط رقم ندا کم‌تر از رقم فجر بود که این موضوع به ویژگی‌های ژنتیکی ارقام و توانایی رقابتی آن‌ها مرتبط است. به عبارتی، رقم ندا به‌دلیل ویژگی‌های ریخت‌شناختی از جمله ارتفاع بوته، سطح برگ و تاج‌پوشش مناسب منجر به کاهش رشد علف‌های هرز و در نتیجه کاهش وزن خشک علف‌های هرز گردید، به‌طوری‌که وزن خشک علف‌هرز در رقابت با رقم ندا زیر ۸۰ گرم بر مترمربع بود، در صورتی که در رقابت با رقم فجر به بیش از ۸۰ گرم در مترمربع رسید. بنابراین با توجه به توان رقابتی ارقام برنج، می‌توان از ویژگی‌های ارقام در کنترل زراعی و مدیریت تلفیقی علف‌های هرز بهره برد (Rajabian et al., 2017). استفاده از دو یا چند مرحله از علف‌کش‌ها می‌تواند در مهار بهتر علف‌های هرز مؤثر باشد. هنگامی که علف‌کش‌ها به‌صورت مناسب قبل و بعد از سبز شدن برنج استفاده شوند، می‌تواند با نتایج رضایت‌بخشی در مهار علف‌های هرز همراه باشد (Singh et al., 2006). به‌علت تنوع علف‌های هرز در مزارع برنج، استفاده از دو یا چند علف‌کش برای مهار طیف وسیعی از علف‌های هرز ضروری است (Rao et al., 2007). بهبود مدیریت علف‌های هرز در این نوع سیستم کاشت می‌تواند با تلفیقی از روش‌های مدیریتی امکان‌پذیر باشد. در ژاپن به اهمیت توجه به مدیریت بیولوژیکی، زراعی و فیزیکی در کنار کنترل شیمیایی تأکید شده است (Shibayama, 2008).

صفات رشدی برنج

ارتفاع بوته

روند رشد و ارتفاع بوته ارقام برنج در تیمارهای مختلف علف‌کش در شکل ۲ ارائه شده است. همان‌طور که در شکل مشخص است، به‌طور کلی ارتفاع بوته رقم ندا بیش‌تر از ارتفاع بوته رقم فجر می‌باشد. بیش‌ترین ارتفاع بوته رقم ندا ۸۳/۱ و رقم فجر ۶۷/۸ سانتی‌متر و در تیمار وجین دستی مشاهده شد، بنابراین بین ارقام در حدود ۱۵ سانتی‌متر اختلاف وجود داشت. ارقامی که ارتفاع بوته بالاتری دارند با سایه‌اندازی بر علف‌های هرز مجاور خود و سطح زمین مانع از رشد و توسعه علف‌های هرز خواهند شد. ارتفاع بوته رقم ندا در تیمارهای مختلف علف‌کش از ۵۶ تا ۷۳ سانتی‌متر و رقم فجر از ۴۱ تا ۶۰/۵ سانتی‌متر متغیر بود. زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر ارتفاع بوته، در تیمارهایی که سه مرحله علف‌کش استفاده شده بود در رقم فجر در ۴۹/۱-۵۲/۱ و در رقم ندا در ۵۰/۴-۵۱/۵ روز اتفاق افتاد (به عبارتی، رشد رویشی سریع‌تر بوده و توان رقابتی با علف‌های هرز بالاتر است) و در تیمار کلین وید و شاهد به‌دلیل اینکه علف‌های هرز به‌خوبی مهار نشده بود، رشد بوته با تأخیر مواجه شد و اثر منفی آن بر ارتفاع بوته مشاهده گردید. علف‌های هرز به‌دلیل رقابت با گیاه زراعی و استفاده از منابع نور، مواد غذایی خاک و آب منجر به کاهش رشد و ارتفاع بوته می‌شوند.



شکل ۱- وزن خشک علف‌های هرز در ارقام برنج در شرایط هوازی (الف) ندا و (ب) فجر

Figure 1- Dry weight of weeds in Neda (a) and Fajr (b) rice cultivars under aerobic conditions

فلش‌ها نشان‌دهنده زمان اعمال علف‌کش‌ها می‌باشد: ۱- اعمال علف‌کش‌های پرول و استومپ، ۲- اعمال علف‌کش‌های کلین وید و نووینو، ۳- اعمال علف‌کش‌های کلین وید، نووینو و لونداکس

Arrows depict the time of herbicide application. 1- Prowl and Stomp; 2- Clean Weed and Novino; 3- Clean Weed, Novino and Londax

(Zhao et al., 2006).

در یک بررسی، ارتفاع بوته ارقام برنج در شرایط عدم وجود علف هرز از ۱۲۳ تا ۱۶۳ سانتی‌متر متغیر بود، درحالی‌که در شرایط آلوده به علف هرز از ۱۲۲/۷ تا ۱۴۶/۵ سانتی‌متر متغیر بوده است، بنابراین طبق این نتایج، حضور علف‌های هرز به دلیل رقابت با گیاه زراعی منجر به کاهش ارتفاع بوته (که نشان‌دهنده وضعیت رشد رویشی گیاه می‌باشد) خواهد شد (Ala et al., 2014).

شاخص سطح برگ

شاخص سطح برگ در ارقام برنج در شکل ۳ ارائه شده است. نمودار شاخص سطح برگ ارقام بیانگر این مطلب است که رقم ندا از سطح برگ بیش‌تری نسبت به رقم فجر برخوردار بوده و این موضوع به ویژگی ژنتیکی ارقام مرتبط می‌باشد. از طرفی، ارقامی که قدرت رشد و توسعه برگ را دارند، به دلیل سایه‌اندازی مطلوب، سطح زمین را به‌خوبی پوشش داده و از رشد علف‌های هرز ممانعت خواهند کرد. با مقایسه ارقام برنج در تیمار وجین دستی (شاهد) مشخص شد که در

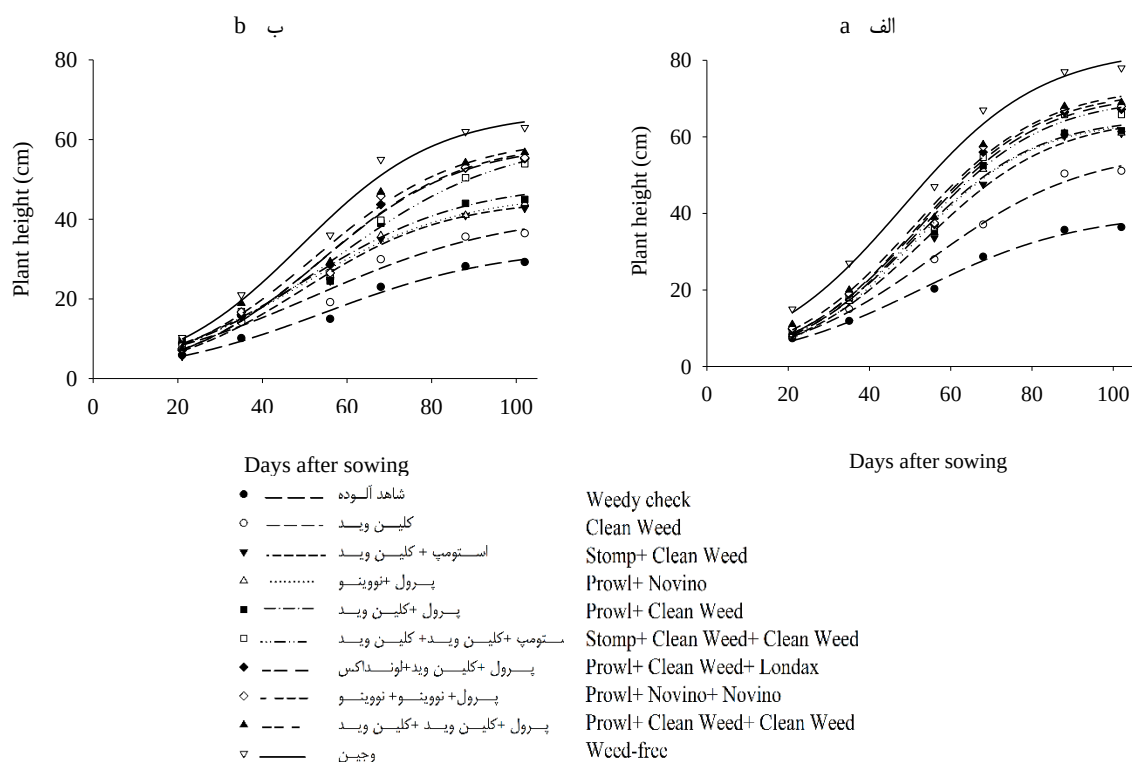
رقم ندا به‌صورت کلی در مدت زمان کم‌تر (یک الی دو روز) به ارتفاع بوته بالاتری رسید که این نشان‌دهنده رشد رویشی (توان رقابتی بالا با علف‌های هرز) مناسب این رقم نسبت به رقم فجر می‌باشد (جدول ۳). نتایج تحقیقات انجام‌شده نشان داده است که ارقام دارای قدرت رویش خوب در اوایل فصل و رشد سریع نسبت به ارقام ضعیف در مقابله با علف‌های هرز برتری دارند (Namuco et al., 2009).

از جمله دلایل توانایی رقابتی ارقام برنج به ارتفاع بوته بیش‌تر، سرعت رشد در ابتدای فصل، تعداد خوشه و وزن خشک برنج ذکر شد و مهار علف هرز راه حل مناسبی برای کاهش هزینه تولید محصول برنج و سرعت رشد اولیه بوته در رقابت با علف‌های هرز بیان شد (Ala et al., 2014). ویژگی‌هایی نظیر ارتفاع بوته، رشد اولیه گیاه زراعی، تعدد پنجه، شاخص سطح برگ، تاج‌پوشش و غیره نقش مهمی در توان رقابتی گیاه در مقابل علف‌های هرز دارد (Namuco et al., 2009). همچنین نتایج تحقیقات انجام‌شده نشان داده است که توان رقابتی ارقام برنج با پتانسیل عملکرد همبستگی بالایی دارد

به‌خوبی صورت نگرفته باشد، بوته‌های برنج در تعداد روزهای کم‌تری (به‌سرعت، زودرسی) به حداکثر (اوج) سطح برگ خود رسیده و سریع‌تر نیز شروع به کاهش می‌کند.

در بررسی مهدوی و همکاران (Mahdavi et al., 2006)، در شرایط غرقاب شاخص سطح برگ ارقام برنج ندا ۵/۷ و رقم فجر ۵/۴۶ گزارش شد. در آزمایش حاضر نیز نتایج نشان داد که رقم ندا سطح برگ بیش‌تری دارد، بنابراین از سایه‌انداز مناسبی برخوردار بوده و قدرت رقابتی گیاه را در مقابل علف‌های هرز افزایش می‌دهد، زیرا این ویژگی از نفوذ نور بر سطح خاک جلوگیری کرده و مانع رشد علف‌های هرز خواهد شد. پیش از این، در یک مطالعه در رابطه با نقش سایه انداز گیاه و تأثیر آن بر توقف رشد علف‌های هرز اشاره شده بود (Chauhan & Johnson 2010).

طی ۷۱ روز (مدت زمان مساوی)، رقم ندا به شاخص سطح برگ ۴/۲ و رقم فجر به شاخص سطح برگ ۳/۷ رسیده است. همچنین شاخص سطح برگ برای تیمارهایی که در سه مرحله از رشد سم‌پاشی صورت گرفته بود، به‌دلیل حذف بهتر علف‌های هرز از مقادیر بالاتری برخوردار بوده و زمان رسیدن به حداکثر سطح برگ نیز طولانی‌تر بود، از طرفی در تیمارهایی که تنها در دو مرحله و یک مرحله سم‌پاشی اعمال شد، سطح برگ کم‌تری وجود داشت و در زمان کم‌تری به حداکثر خود رسید. کاهش زمان رسیدن به حداکثر سطح برگ مطلوب نیست، زیرا به‌طور مثال رقم ندا در تیمار کلین وید پس از حدود ۶۹ روز به شاخص برگ ۱/۹ رسیده و پس از آن روند توسعه سطح برگ کاهش یافته است، این موضوع برای رقم فجر در تیمار کلین وید نیز صدق می‌کند (جدول ۴). به عبارتی، هنگامی که مهار علف‌های هرز



شکل ۲- ارتفاع بوته برنج رقم الف (ندا و ب) فجر در شرایط هوای
Figure 2- Plant height of Neda (a) and Fajr (b) rice cultivars under aerobic conditions

(شاهد آلوده به علف هرز) تا ۱۹۶۸/۴ (وجین دستی) گرم در مترمربع بود (جدول ۵). به‌طور کلی، وزن خشک بوته در رقم ندا در تیمارهای مشابه بیش‌تر از وزن خشک بوته رقم فجر بود که به بالاتر بودن ارتفاع بوته، سطح برگ در رقم ندا و ویژگی ژنتیکی این رقم مرتبط است. با افزایش ارتفاع بوته، جایگاه تشکیل برگ و در نتیجه سطح برگ افزایش یافته و به‌تبع آن با افزایش سطح برگ و فتوسنتز، رشد بوته به‌طور مطلوب‌تری انجام خواهد شد که برآیند این عوامل به

وزن خشک گیاه برنج

روند افزایش وزن خشک تجمعی گیاه برنج در شکل ۴ ارائه شده است. وزن خشک بوته در ابتدای رشد با شیب بیشتری افزایش یافت و پس از رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر وزن خشک با شیب کم‌تری رو به افزایش بود. تغییرات وزن خشک برنج در رقم فجر از ۵۸۳/۴ (شاهد آلوده به علف هرز) تا ۱۶۴۰/۶ (وجین دستی) گرم در مترمربع متغیر بود. دامنه تغییرات وزن خشک برنج در رقم ندا از ۱۱۲۱/۹

افزایش وزن خشک منتهی می‌شود. خصوصیات رقم برنج تعیین‌کننده (2022).
 Esmaeli et al.,) توان رقابتی آن و میزان عملکرد خواهد بود (

جدول ۳- برآورد پارامترهای حاصل از برازش مدل سه پارامتره سیگموئیدی به داده‌های ارتفاع بوته برنج در شرایط هوازی
 Table 3- Parameter estimates obtained from the fitting of three-parameter sigmoidal model to rice plant height data under aerobic conditions

مقادیر داخل پرانتز بیانگر خطای معیار می‌باشد
 Values in pranteses denote standard error

Treatment	Fajr			Neda		
	A _{max} (cm)	B	t ₅₀ (d)	A _{max} (cm)	B	t ₅₀ (d)
Weedy check	33.2 (2.5)	21.2 (4.5)	57.1 (6.3)	40.3 (2.5)	19.7 (2.7)	55.5 (3.8)
Clean Weed	41.9 (2.8)	22.9 (6.3)	54.6 (6.3)	56.9 (2.8)	18.8 (2.0)	53.1 (2.0)
Stomp + Clean Weed	45 (2.7)	16.9 (2.7)	53.9 (5.3)	65.3 (2.4)	16.1 (1.5)	52.6 (3.6)
Prowl + Novino	46.5 (2.3)	18.6 (2.3)	53.7 (5.1)	64.5 (2.2)	14.7 (1.8)	52.0 (2.7)
Prowl + Clean Weed	49.1 (4.0)	18.9 (4.7)	52.6 (8.7)	65 (2.2)	15.2 (2.3)	51.7 (3.2)
Stomp + Clean Weed+ Clean Weed	60.4 (3.5)	20.1 (3.0)	52.1 (4.6)	70.3 (2.3)	15.3 (2.1)	51.5 (2.9)
Prowl + Clean Weed + Londax	59.1 (3.1)	16.6 (2.4)	49.9 (5.9)	71.5 (3.7)	15.5 (2.3)	50.9 (2.8)
Prowl + Novino + Novino	59.7 (2.8)	16.7 (4.0)	49.7 (4.4)	72.2 (3.9)	15.2 (2.2)	50.9 (2.3)
Prowl+ Clean Weed + Clean Weed	60.6 (2.0)	17.0 (3.6)	49.1 (4.7)	73.3 (3.7)	15.7 (2.2)	50.4 (2.8)
Weed-free	67.8 (2.2)	16.1 (2.9)	48.7 (4.9)	83.1 (4.3)	17.0 (2.4)	50.1 (3.0)

A_{max}: حداکثر ارتفاع، b: شیب در نقطه t₅₀؛ t₅₀: زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر ارتفاع بوته
 A_{max}: maximum height; b: slope at t₅₀; t₅₀: time to 50% maximum height

عملکرد دانه

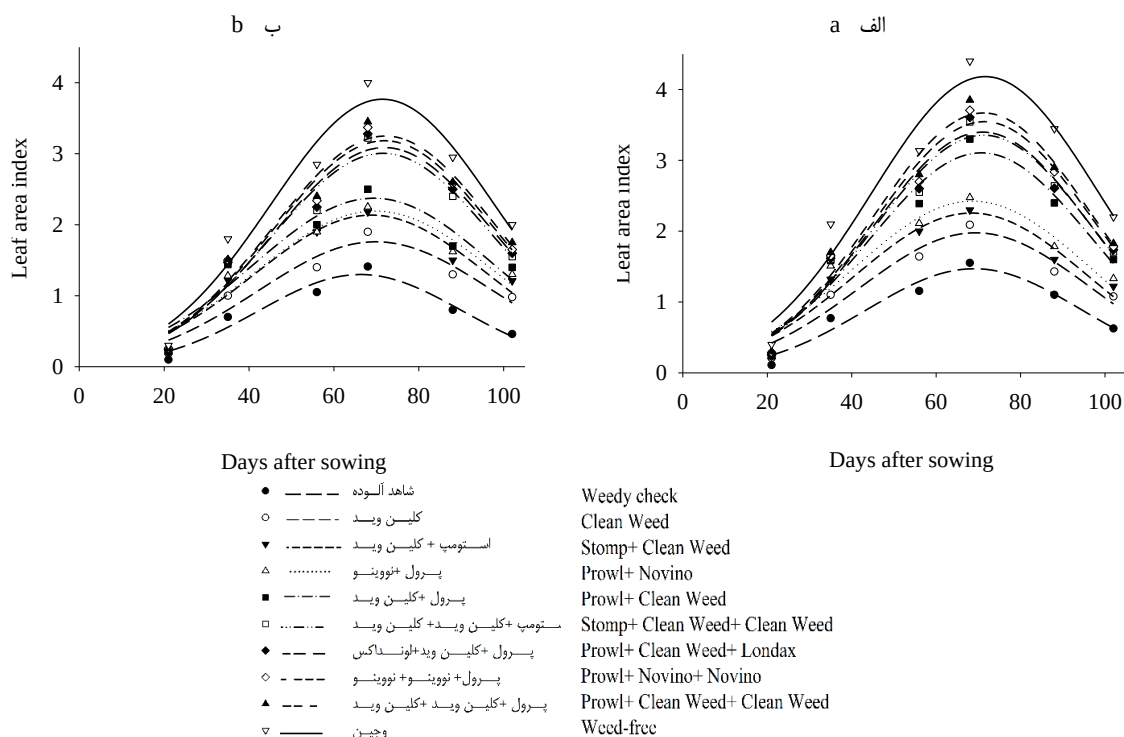
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها اثرات ساده رقم و مدیریت علف هرز بر عملکرد دانه معنی‌دار بودند (p<0.01) (نتایج نشان داده نشده‌اند). عملکرد رقم ندا حدود ۱۵۱۰ کیلوگرم در هکتار بیش‌تر از رقم فجر بود، رقم ندا عملکردی برابر با ۵۲۹۶/۱ کیلوگرم در هکتار و رقم فجر عملکردی برابر با ۳۷۸۶/۴ کیلوگرم در هکتار تولید کردند (شکل ۵-الف). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، رقم ندا به‌دلیل ویژگی‌های رشدی مناسب در رقابت با علف‌های هرز موفق بود و این امر منجر به عملکرد بالاتری نسبت به رقم فجر شد.

تیمار وجین دستی با ۵۶۰۷/۹ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین عملکرد دانه را تولید کرد. در بین تیمارهای علف‌کش، پرول + کلین وید+ کلین وید (۵۰۲۹/۷ کیلوگرم در هکتار)، پرول + نووینو + نووینو (۴۹۹۴/۴ کیلوگرم در هکتار)، پرول + کلین وید + لواندکس (۴۹۸۸/۶ کیلوگرم در هکتار)، استومپ + کلین وید + کلین وید (۴۸۶۹/۵ کیلوگرم در هکتار) به‌طور مشترک در رتبه پس از وجین دستی قرار گرفتند، و تیمارهای استومپ + کلین وید و کاربرد جداگانه

کلین وید به‌ترتیب با ۴۰۲۳/۹ و ۳۸۹۹ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین

عملکرد دانه را تولید کردند (شکل ۵-ب).

کاربرد علف‌کش‌های پرول + کلین وید+ کلین وید (۵۰۲۹/۷ کیلوگرم در هکتار) نسبت به شاهد آلوده به علف هرز (۲۸۵۸/۴ کیلوگرم در هکتار) با ۷۶ درصد افزایش عملکرد همراه بود، درحالی‌که کاربرد یک مرحله کلین‌وید نسبت به شاهد آلوده به علف هرز ۳۶ درصد عملکرد را افزایش داد. کاربرد سه مرحله از علف‌کش در طی فصل رشد با مهار مطلوب علف‌های هرز و حذف اثرات منفی آن، محیط مناسبی را جهت رشد گیاه برنج فراهم کرده و حداکثر عملکرد دانه در این تیمارها حاصل شد. در بررسی اثر روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر خصوصیات زراعی برنج هوازی و ندا در کشت بذری و نشایی، بیش‌ترین وزن خشک برنج در کاربرد علف‌کش بیس-پیریپاک‌سدیم + پندی متالین و تریافامون +پندی متالین مشاهده شد (Hejazirad et al., 2023).



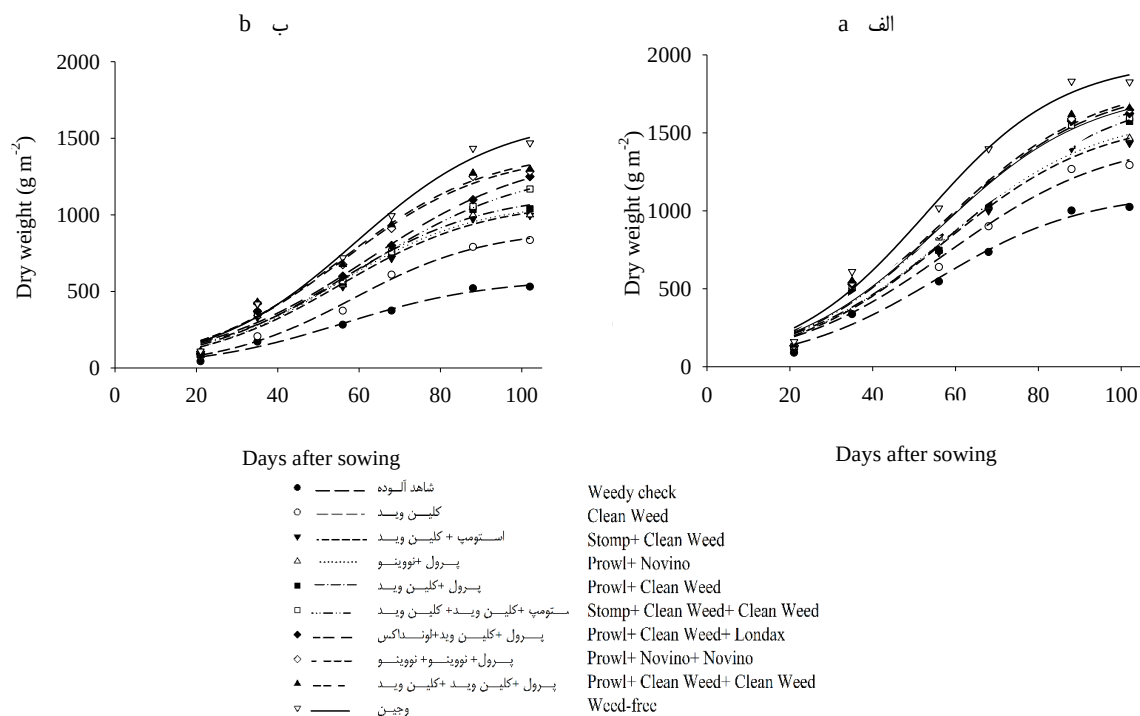
شکل ۳- شاخص سطح برگ برنج رقم الف (ا) و ب) فجر در شرایط هوازی
Figure 3- Leaf area index of Neda (a) and Fajr (b) rice cultivars under aerobic conditions

جدول ۴- برآورد پارامترهای حاصل از برازش مدل سه پارامتره گاوس به داده‌های شاخص سطح برگ برنج در شرایط هوازی
Table 4- Parameter estimates obtained from the fitting of three-parameter Gaussian model to rice leaf area index data under aerobic conditions

مقادیر داخل پرانتز بیانگر خطای معیار می‌باشد.
Values in prantheses denote standard error.

Treatment	Fajr			Neda		
	A _{max}	B	t ₁₀₀ (d)	A _{max}	B	t ₁₀₀ (d)
Weedy check	1.3 (0.1)	23.9 (2.5)	66.2 (3.6)	1.4 (0.1)	25.4 (2.6)	68.9 (3.4)
Clean Weed	1.7 (0.1)	27.7 (3.4)	69.8 (3.0)	1.9 (0.1)	27.4 (2.9)	69.3 (3.8)
Stomp + Clean Weed	2.1 (0.2)	27.7 (3.1)	68.7 (2.8)	2.2 (0.1)	27.6 (2.9)	68.3 (3.6)
Prowl + Novino	2.1 (0.2)	28.4 (3.3)	69.7 (2.9)	2.4 (0.2)	28.2 (3.4)	68.5 (3.0)
Prowl + Clean Weed	2.3 (0.2)	28.3 (3.8)	69.3 (3.4)	2.8 (0.2)	26.4 (2.8)	70.6 (2.5)
Stomp + Clean Weed + Clean Weed	3.0 (0.2)	26.3 (2.9)	71.4 (2.6)	3.3 (0.2)	26.0 (2.4)	71.1 (3.2)
Prowl + Clean Weed + Londax	3.0 (0.2)	26.2 (2.4)	71.8 (2.5)	3.4 (0.2)	25.9 (2.4)	70.9 (2.2)
Prowl + Novino + Novino	3.2 (0.2)	26.2 (2.6)	71.8 (2.6)	3.5 (0.2)	25.9 (2.2)	71.3 (3.5)
Prowl + Clean Weed + Clean Weed	3.2 (0.2)	26.3 (2.6)	72.0 (3.2)	3.6 (0.2)	25.8 (2.2)	71.1 (3.0)
Weed-free	3.7 (0.2)	26.3 (2.6)	71.4 (3.0)	4.2 (0.2)	26.9 (2.7)	71.6 (3.4)

A_{Max}: حداکثر شاخص سطح برگ، b: شیب در نقطه t₁₀₀، t₁₀₀: زمان رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ
A_{max}: maximum leaf area index; b: slope at t₁₀₀; t₁₀₀: time to 100% maximum leaf area index



شکل ۴- وزن خشک برنج رقم الف (ندا و ب) فجر در شرایط هوازی
Figure 4- Dry weight of Neda (a) and Fajr (b) rice cultivars under aerobic conditions

جدول ۵- برآورد پارامترهای حاصل از برازش مدل سه پارامتره سیگموئیدی به داده‌های وزن خشک برنج در شرایط هوازی
Table 5- Parameter estimates obtained from the fitting of three-parameter sigmoidal model to rice dry weight data under aerobic conditions

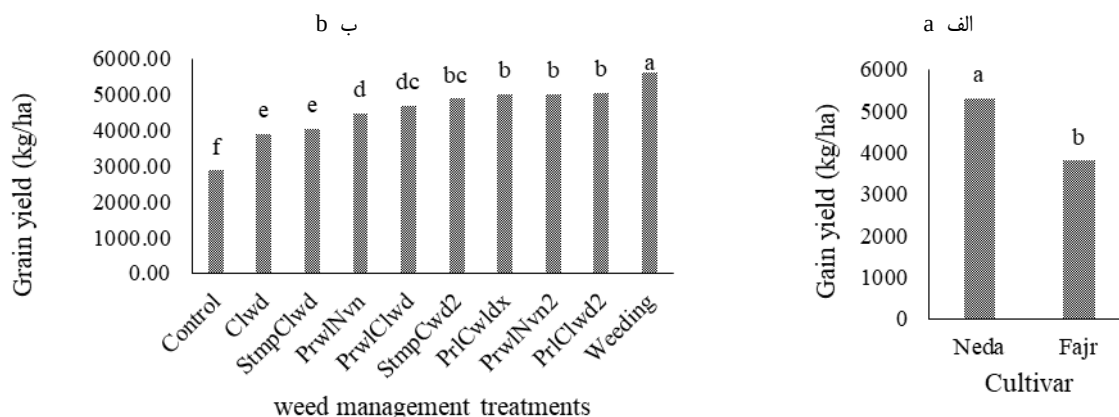
مقادیر داخل پرانتز بیانگر خطای معیار می‌باشد.

Values in prantheses denote standard error.

Treatment	Fajr			Neda		
	A _{max} (g. m ⁻²)	B	t ₅₀ (d)	A _{max} (g. m ⁻²)	B	t ₅₀ (d)
Weedy check	583.4 (51.0)	17.8 (3.5)	56.0 (4.7)	1121.9 (73.2)	17.9 (3.4)	55.4 (4.5)
Clean Weed	887.6 (59.8)	16.3 (2.5)	58.4 (3.3)	1432.6 (72.2)	19.6 (5.0)	58.2 (7.4)
Stomp + Clean Weed	1089.5 (55.5)	17.8 (3.5)	55.4 (4.7)	1599.5 (70.6)	18.6 (4.0)	57.3 (5.6)
Prowl+ Novino	1090.1 (63.4)	17.2 (3.6)	54.2 (4.7)	1623.7 (67.7)	18.5 (3.7)	57.0 (5.2)
Prowl + Clean Weed	1145.5 (66.2)	18.0 (4.0)	55.1 (5.4)	1677.5 (43.2)	17.7 (3.4)	55.8 (4.5)
Stomp + Clean Weed + Clean Weed	1324.0 (62.6)	20.2 (3.8)	61.0 (5.9)	1776.4 (47.5)	17.7 (3.4)	55.8 (4.1)
Prowl + Clean Weed + Londax	1418.5 (58.5)	20.4 (3.9)	62.1 (6.2)	1795.5 (44.2)	18.1 (2.8)	56.2 (3.8)
Prowl + Novino + Novino	1420.8 (60.2)	18.0 (3.6)	56.0 (4.9)	1818.2 (43.5)	18.3 (3.7)	56.7 (5.1)
Prowl+ Clean Weed + Clean Weed	1427.9 (61.5)	17.9 (3.6)	55.8 (4.9)	1826.7 (57.2)	18.3 (3.9)	56.6 (5.3)
Weed-free	1640.6 (57.6)	17.7 (3.2)	59.1 (4.5)	1968.4 (66.3)	16.5 (3.0)	53.9 (3.8)

A_{max}: حداکثر وزن خشک، b: شیب در نقطه t₅₀; t₅₀: زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر وزن خشک

A_{max}: maximum dry weight; b: slope at t₅₀; t₅₀: time to 50% maximum dry weight



شکل ۵- اثر رقم برنج (الف) و تیمارهای علف‌کشی (ب) بر عملکرد دانه برنج در شرایط کشت هوازی
Figure 5- Effect of rice cultivar (a) and herbicide treatments (b) on grain yield under aerobic conditions
Similar letters indicate non-significance at $p < 0.05$.

حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در $p < 0.05$ می‌باشد.

Control: شاهد آلوده به علف هرز، Clwd: کلین وید، StmpClwd: استومپ + کلین وید، PrwlNvn: پرول + نووینو، PrwlClwd: پرول + کلین وید، StmpCwd2: استومپ + کلین وید + کلین وید، PrClwdx: پرول + کلین وید + لونداکس، PrwlNvn2: پرول + نووینو + نووینو، PrClwd2: پرول + کلین وید + کلین وید، Weeding: وجین

Control: weedy check; Clwd: Clean Weed; StmpClwd: Stomp+ Clean Weed; PrwlNvn: Prowl+ Novino; PrwlClwd: Prowl+ Clean Weed; StmpCwd2: Stomp+ Clean Weed+ Clean Weed; PrClwdx: Prowl+ Clean Weed+ Londax; PrwlNvn2: Prowl+ Novino+ Novino; PrClwd2: Prowl+ Clean Weed+ Clean Weed; Weeding: Weed-free treatment.

نتیجه‌گیری

رقابت با رقم ندا کمتر از ۸۰ گرم بر مترمربع بود، در صورتی که در رقابت با رقم فجر به بیش از ۸۰ گرم در مترمربع رسید، بنابراین رقم ندا به دلیل ویژگی‌های ریخت‌شناختی مناسب (ارتفاع بوته بالا، سطح برگ و...) در رقابت با علف‌های هرز موفق بود و این امر منجر به عملکرد بالاتری نسبت به رقم فجر شد. تیمارهای کاربرد سه مرحله علف‌کش به‌طور میانگین بیشترین کاهش وزن علف هرز داشت، در حالی که در تیمار یک مرحله، وزن خشک علف‌هرز کاهش چندانی نسبت به شاهد آلوده به علف هرز نداشت. بنابراین انتخاب رقم مناسب در شرایط وجود علف‌های هرز و همچنین کاربرد سه مرحله‌ای از علف‌کش‌ها بعد از تیمار وجین در افزایش تولید بسیار اهمیت دارد.

براساس نتایج، شایع‌ترین علف‌های هرز این مطالعه پهن برگ‌هایی همچون گاوپنبه، خربزه وحشی و خرفه و باریک برگ‌هایی مانند سوروف و پنجه مرغی بود. در بررسی صفات ریخت‌شناختی برنج، بیشترین ارتفاع بوته، شاخص سطح برگ و وزن خشک در رقم ندا مشاهده شد. میزان افزایش وزن خشک علف‌های هرز در رقم ندا کمتر از رقم فجر بود که این موضوع به ویژگی‌های ژنتیکی رقم و توانایی رقابتی آن‌ها مرتبط است. به عبارتی، رقم ندا به دلیل ویژگی‌های ریخت‌شناختی از جمله ارتفاع بوته، سطح برگ و تاج‌پوشش مناسب به کاهش رشد علف‌های هرز و در نتیجه کاهش وزن خشک علف‌های هرز منجر گردید، به‌طوری‌که وزن خشک علف‌هرز در

References

- Ala, A., AghaAlihani, M., Amiri Larijani, B., & Soufizadeh, S. (2014). Comparison between direct-seeding and transplanting of rice in Mazandaran province: Weed competition, yield and yield components. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(3), 463-475. (in Persian). <https://doi.org/10.22067/gsc.v12i3.22637>
- Anwar, M.P., Juraimi, A.S., Samedani, B., Puteh, A., & Man, A. (2012). Critical period of weed control in aerobic rice. *The Scientific World Journal*, 2012, 603043. <https://doi.org/10.1100/2012/603043>
- Chauhan, B.S., & Johnson, D.E. (2010). Implications of narrow crop row spacing and delayed *Echinochloa colona* and *Echinochloa crus-galli* emergence for weed growth and crop yield loss in aerobic rice. *Field Crops Research*, 117(2-3), 177-182.
- Derakhshan, A., Gharekhloo, J., & Bagherani, N. (2015). Effect of row spacing and herbicide application on the growth indices, yield and yield components of rice in direct seeding. *Journal of Crop Production*, 8(2), 31-49. (in Persian). <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.2008739.1394.8.2.2.4>

5. Esmaeli, M., Ahamadi khatir, M., Abbasi, R., & Kaveh, M. (2022). Evaluation of morphological traits, yield and yield components of different rice cultivars (*Oryza sativa* L.) in direct cultivation in competition with weeds. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 32(2), 145-159. (in Persian). <https://doi.org/10.22034/saps.2021.44978.2650>
6. Gibson, K.D., Fischer, A.J., Foin, T.C., & Hill, J.E. (2003). Crop traits related to weed suppression in water-seeded rice (*Oryza sativa* L.). *Weed Science*, 51(1), 87-93. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2003\)051\[0087:CTRTWS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2003)051[0087:CTRTWS]2.0.CO;2)
7. Hejazirad, P., Gharekhloo, J., Moumeni, A., Bagherani, N., Zeinali, E., & Soltani, F. (2023). Effect of weed management methods on agronomic traits, yield and yield components of Neda and aerobic rice cultivars under seeding and transplanting methods. *Weed Research Journal*, 2, 39-54. (in Persian)
8. IRRI (2024). <http://www.knowledgebank.irri.org/step-by-step-production/growth/water-management/faqs-about-water-management/item/difference-between-dry-seeded-rice-and-aerobic-rice>. Last accessed: 8 Dec 2024.
9. Knezevic, S.Z., & Datta, A. (2015). The critical period for weed control: Revisiting data analysis. *Weed Science*, 63(SP1), 188-202. <https://doi.org/10.1614/WS-D-14-00035.1>
10. Kumar, V., Ladha, J.K., & Gathala, M.K. (2009). Direct drill-seeded rice: A need of the day. Annual Meeting of Agronomy Society of America, Pittsburgh, November 1-5.
11. Mahajan, G., Gill, M.S., & Singh, K. (2010). Optimizing seed rate to suppress weeds and to increase yield in aerobic direct-seeded rice in Northwestern Indo-Gangetic plains. *Journal of New Seeds*, 11(3), 225-238. <http://dx.doi.org/10.1080/1522886X.2010.496109>
12. Mahdavi, F., Esmaeili, M.A., Fallah, A., & Pirdashti, H. (2006). Study of morphological characteristics, physiological indices, grain yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.) landraces and improved cultivars. *Iranian Journal of Crop Science*, 7(4), 280-297. (in Persian).
13. Namuco, O.S., Cairns, J.E., & Johnson, D.E. (2009). Investigating early vigour in upland rice (*Oryza sativa* L.): Part I. Seedling growth and grain yield in competition with weeds. *Field Crops Research*, 113(3), 197-206. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.05.008>
14. Nie, L., Peng, S., Chen, M., Shah, F., Huang, J., Cui, K., & Xiang, J. (2012). Aerobic rice for water-saving agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32(2), 411-418.
15. Rajabian, M., Asghari, J., Ehteshami, M.R., & Yaghoubi, B. (2017). Response of landrace and improved genotypes of rice to weed competition in direct-seeded system. *Iranian Journal of Weed Science*, 13(1), 71-87. (in Persian) .
16. Rao, A.N., Johnson, D.E., Sivaprasad, B., Ladha, J.K., & Mortimer, A.M. (2007). Weed management in direct-seeded rice. *Advances in Agronomy*, 93, 153-255. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(06\)93004-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(06)93004-1)
17. Rashid, M.H., Alam, M.M., Khan, M.A.H., & Ladha, J.K. (2009). Productivity and resource use of direct-(drum)-seeded and transplanted rice in puddled soils in rice-rice and rice-wheat ecosystems. *Field Crops Research*, 113(3), 274-281. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.06.004>
18. Shibayama, H. (2008). Weeds and weed management in rice production in Japan. *Weed Biology and Management*, 1, 53-60. <https://doi.org/10.1046/j.1445-6664.2001.00004.x>
19. Singh, S., Bhushan, L., Ladha, J.K., Gupta, R.K., Rao, A.N., & Sivaprasad, B. (2006). Weed management in dry-seeded rice (*Oryza sativa*) cultivated in the furrow-irrigated raised-bed planting system. *Crop Protection*, 25(5), 487-495. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.08.004>
20. Sinha, M.K. (2017). Studies on weed diversity and its associated phytosociology under direct dry seeded rice systems in Koria District (CG) India. *Advances in Plants and Agriculture Research*, 7(2), 246-252. <https://doi.org/10.15406/apar.2017.07.00248>
21. Sohrabi, S., Rashed Mohassel, M.H., Ghanbari, A., & Gharekhloo, J. (2014). Phenological characteristics of the invasive weed *Cucumis melo*. 26. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und-bekämpfung, 11-13. März 2014 in Braunschweig. <https://doi.org/10.5073/jka.2014.443.025>
22. Sohrabi, S., Gharekhloo, J., & Rashed Mohasel, M.H. (2017). Plant invasion and invasive weeds of Iran. Mashhad University Press, Mashhad, Iran. 192 p. (in Persian)
23. Zhao, D.L., Atlin, G.N., Bastiaans, L., & Spiertz, J.H.J. (2006). Cultivar weed-competitiveness in aerobic rice: Heritability, correlated traits, and the potential for indirect selection in weed-free environments. *Crop Science*, 46(1), 372-380. <https://doi.org/10.2135/cropsci2005.0192>