



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

Evaluation and quantification of some short time ecosystem services in faba bean agroecosystem

Nasir Ahmad Nasrat¹, Hossein Kazemi^{*2}, Fatemeh Sheikh³, Christine Fürst⁴

1. M.Sc. Graduate in Agroecology, Dept. of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR), Gorgan, Iran. E-mail: nasirahmadnasrat100@gmail.com
2. Corresponding Author, Associate Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR), Gorgan, Iran. E-mail: hkazemi@gau.ac.ir
3. Assistant Prof., Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran. E-mail: sheikhfatemeh@yahoo.com
4. Dept. Sustainable Landscape Development, Institute for Geosciences and Geography, Martin-Luther University Halle, Von-Seckendorff-Platz 4, 06120 Halle (Saale), Halle, Germany and German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv) Halle-Jena-Leipzig, Puschstraße 4, 04103 Leipzig, Germany. E-mail: christine.fuerst@geo.uni-halle.de

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 08.12.2021
Revised: 10.15.2021
Accepted: 11.01.2021

Keywords:
Biodiversity,
Ecosystem Services,
Faba bean,
Plant biomass

ABSTRACT

Background and Objectives: The conditions and processes which ecosystem and the species that make up their structure ensure the continuity of human life and meet their needs are defined as the ecosystem service. Evaluating the ecosystems services is the best way to pay the attention of the community and policy makers and try to maintain and improve them. Ecosystem goods and services are generally classified into four groups: provision, regulating, supporting and culture. The aim of this study was to evaluate and quantify some short time ecosystem services in a faba bean agroecosystem of Gorgan region condition.

Materials and Methods: A field experiment was carried out as a randomized complete blocks design with three replications on research farm of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, during 2019-2020. In this experiment, five faba bean cultivars including Feyz, G-faba1-2, Boroujerd, Shadan, and Mahta were considered as experimental treatments. From the during the growth season, some short time ecosystem services were measured and quantified. In order to estimate the provision services, were harvested an area by a quadrat 0.5×0.5 m² at 70% of pod maturity stage. Also, plant diversity sampling was done from each plot using quadrat 0.25×0.25 m² randomly. Data were analyzed using SAS software version 9.1 and the means were compared using LSD test at a probability level of 5%.

Results: The results showed that some services were different in the studied cultivars. According to the results, faba bean cultivation increased soil organic matter in most plots, but there was no significant difference between cultivars in terms of carbon accumulation in plant biomass. Results showed that different faba bean cultivars had significant effects on supply of provision services such as green pod and total biomass in the level of 1% probability. Based on obtained results, Feyz and G-faba1-2 cultivars had the highest value and Boroujerd cultivar had the lowest value of provision services. Also, the amount of grain protein in Mahta (28%) was higher than other cultivars. The results showed that coarse and medium grained-groups had the highest biomass compared to fine grained group due to producing a large volume of foliage, more sunlight absorption

and that resulted the more photosynthesis potential. By assasmet the weeds diversity in the experimental plots, we were identified 10 weed species belonging to 8 families. *Sinapis arvensis* L., *Phalaris minor*, *Veronica persica* and *Polygonum convolvulus* had the highest relative abundance.

Conclusion: In general, coarse bean cultivars along with Mahta medium-grain cultivar provided more ecosystem services than other cultivars. Therefore, these cultivars can be considered in terms of providing more agroecological services for production in Gorgan region.

Cite this article: Nasrat, Nasir Ahmad, Kazemi, Hossein, Sheikh, Fatemeh, Fürst, Christine. 2023. Evaluation and quantification of some short time ecosystem services in faba bean agroecosystem. *Journal of Plant Production Research*, 30 (2), 1-20.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/JOPP.2021.19395.2862

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources



ارزیابی و کمی‌سازی برخی از خدمات کوتاه‌مدت بوم‌سازگان در کشت بوم باقلا

نصیراحمد نصرت^۱، حسین کاظمی^{۲*}، فاطمه شیخ^۳، کریستین فورست^۴

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد آگرواکولوژی، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: nasirahmadnasrat100@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: hkazemi@gau.ac.ir
۳. استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. رایانامه: sheikhfatemeh@yahoo.com
۴. استاد بخش توسعه پایدار چشم‌انداز، دانشگاه مارتین لوتر هاله، آلمان. رایانامه: christine.fuerst@geo.uni-halle.de

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>نوع مقاله:</p> <p>مقاله کامل علمی - پژوهشی</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۱</p> <p>تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۷/۲۳</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۰</p>	<p>سابقه و هدف: شرایط و فرایندهایی که از طریق آن بوم‌سازگان و گونه‌هایی که ساختار آن را تشکیل می‌دهند، تداوم حیات انسان را تضمین کرده و نیازهای او را تامین می‌کنند، تحت عنوان خدمات بوم‌سازگان تعریف شده است. ارزش‌گذاری خدمات بوم‌نظام‌ها، بهترین راهکار جهت جلب توجه جامعه و سیاست‌گذاران و تلاش در جهت حفظ و ارتقاء آن‌ها می‌باشد. کالا و خدمات بوم‌سازگان در مجموع به چهار گروه تامین، تنظیمی، حمایتی و فرهنگی طبقه‌بندی می‌شوند. این مطالعه با هدف ارزیابی و کمی‌سازی برخی از خدمات کوتاه مدت بوم‌سازگان در کشت بوم باقلا در شهرستان گرگان انجام شد.</p>
<p>واژه‌های کلیدی:</p> <p>باقلا، تنوع زیستی، خدمات بوم‌سازگان، زیست‌توده گیاهی</p>	<p>مواد و روش‌ها: این مطالعه به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در سه تکرار انجام شد. پنج رقم باقلا شامل فیض، G-faba1-2، بروجرود، شادان و مهتا به عنوان تیمارهای آزمایش در نظر گرفته شد. در طی فصل رشد، انواع خدمات کوتاه‌مدت بوم‌سازگان شامل خدمات تامین، تنظیمی و حمایتی مورد ارزیابی و کمی‌سازی قرار گرفتند. جهت بر آورد خدمات تامین، در زمان ۷۰ درصد رسیدگی غلاف‌ها، با استفاده از کوادرات ۰/۵×۰/۵ مترمربع و به صورت تصادفی از هر کرت نمونه‌برداری صورت گرفت. تنوع زیستی گیاهی هم طی دو مرتبه (قبل و بعد از وجین گیاهان هرز) با استفاده از کوادرات ۰/۲۵×۰/۲۵ مترمربع به صورت تصادفی انجام شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.</p>

یافته‌ها: نتایج نشان داد که خدمات ارابه شده توسط ارقام مختلف متفاوت می‌باشد. براساس نتایج به دست آمده، کشت باقلا باعث افزایش ماده آلی خاک در اکثر کرت‌ها شد، اما از لحاظ انباشت کربن در زیست‌توده گیاهی اختلاف معنی‌داری بین ارقام مشاهده نشد. از نظر ارابه خدمات تامینی مانند مقدار غلاف سبز و زیست‌توده کل ارقام مختلف باقلا تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد داشتند به طوری که رقم فیض و G-faba1-2، بیش‌ترین مقدار و رقم بروجرد کم‌ترین مقدار را دارا بودند. همچنین میزان پروتئین دانه در رقم مهتا (۲۸ درصد) از سایر ارقام بیش‌تر بود. نتایج نشان داد که ارقام دانه درشت و دانه متوسط به دلیل تولید حجم وسیعی از شاخ و برگ و جذب بیش‌تر نور خورشید و در نتیجه دارا بودن پتانسیل بیش‌تر برای عمل فتوسنتز، مقدار زیست‌توده بیش‌تری در مقایسه با ارقام دانه‌ریز داشتند. با بررسی تنوع گیاهان هرز مزرعه آزمایشی، ۱۰ گونه هرز از ۸ خانواده گیاهی شناسایی شدند. گیاهان خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.)، علف خونی (*Phalaris minor*)، سیزاب ایرانی (*Veronica persica*) و پیچک‌بند (*Polygonum convolvulus*) بیش‌ترین فراوانی نسبی را دارا بودند.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی ارقام دانه درشت باقلا به همراه رقم دانه متوسط مهتا در مقایسه با سایر ارقام خدمات بیش‌تری ارابه می‌دهند. بنابراین این ارقام می‌توانند از نظر ارابه بیش‌تر خدمات بوم‌سازگانی برای کشت در مزارع منطقه گرگان مورد توجه قرار گیرند.

استناد: نصرت، نصیراحمد، کاظمی، حسین، شیخ، فاطمه، فورست، کریستین (۱۴۰۲). ارزیابی و کمی‌سازی برخی از خدمات کوتاه‌مدت بوم‌سازگان در کشت‌بوم باقلا. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۳۰ (۲)، ۱-۲۰.

DOI: 10.22069/JOPP.2021.19395.2862



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

در دو دهه گذشته مفهوم خدمات بوم‌سازگان به‌عنوان مسأله اصلی در برنامه‌ریزی حفاظت و ارزیابی اثرات محیط‌زیستی مورد توجه قرار گرفته است (۱). "شرایط و فرایندهایی که از طریق آن بوم‌سازگان‌های طبیعی و گونه‌هایی که ساختار آن را تشکیل می‌دهند، تداوم حیات انسان را تضمین کرده و نیازهای او را تامین می‌کنند"، تحت عنوان خدمات بوم‌سازگان تعریف شده است (۲). بر این اساس خدمات بوم‌سازگان کالاها و خدمات نهایی از محیط‌زیست هستند (۳) که امروزه به‌طورکلی در شناسایی مناسب و گسترده طیف وسیعی از متغیرهای محیطی برای سیاست‌گذاری و مدیریت و همچنین درک بهتر مزایای ارائه شده توسط جنبه‌های محیطی آن‌ها، استفاده می‌شود (۴). ظرفیت فرآیندهای طبیعی برای ارائه کالاها و خدماتی که نیازهای انسان را به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم برآورده سازد، محدود است (۵). ساده‌ترین راه برای آگاه کردن جامعه و سیاست‌گذاران از اهمیت خدمات بوم‌سازگان‌ها تعیین ارزش آن‌ها می‌باشد. این اطلاعات به جامعه این آگاهی را می‌دهد که برای جبران این خدمات چه هزینه سنگینی باید پرداخت شود (۶).

خدمات بوم‌سازگان تنها تهیه آب و غذا و غیره نیست، بلکه خدمات غیرمصرفی مانند تنظیمی، تفریحی و زیباشناسی را نیز دربر می‌گیرد (۷). این خدمات زمینه تعامل فیزیکی، فرهنگی و اقتصادی انسان را با عرصه‌های طبیعی فراهم می‌نماید. شناخت و طبقه‌بندی این خدمات، راهنمایی برای سیاست‌گذاری و چگونگی استفاده از منابع طبیعی و زمینه مدیریت و سیاست‌گذاری کلان حفاظت و بهره‌گیری از بوم‌سازگان‌ها را فراهم می‌نماید (۸).

کالاها و خدمات بوم‌سازگان به چهار گروه طبقه‌بندی می‌شوند که عبارتند از: خدمات تامینی مانند

غذا، آب، پوشاک، چوب سوخت، منابع ژنتیکی، فیبر، تولیدات زیست-شیمیایی و مواد دارویی، خدمات تنظیمی مانند منافع حاصل از تنظیم فرایندهای بوم‌سازگانی چون تنظیم منابع آب، پالایش آب، کنترل فرسایش، تنظیم کیفیت هوا، تنظیم اقلیم، گرده‌افشانی، کنترل آفات و بیماری‌ها، تنظیم خسارات طبیعی همانند خشکسالی و یا سیلاب‌ها، تغییرات کربن آلی در خاک و گیاه، تولید اکسیژن، خدمات فرهنگی مانند زیباشناسی، گردشگری، تفریحی، تنوع فرهنگی و آموزشی و خدمات حمایتی مانند تولید اولیه، چرخه آب، چرخه عناصر غذایی و پناهگاه حیات وحش و تنوع زیستی (۷).

بزرگ‌ترین بوم‌سازگان‌های مدیریت‌شده در جهان، بوم‌سازگان‌های کشاورزی می‌باشند که عمده مدیریت آن‌ها بر تولید غذا، علوفه، پوشاک و سوخت متمرکز است و در طی فرایند تولید این مواد، انواع مختلف خدمات هم‌چون خدمات تنظیمی، تولیدی، حمایتی و فرهنگی در بوم‌سازگان‌ها نیز شکل خواهند گرفت (۹ و ۱۰). مهم‌ترین عوامل برای جلب توجه به خدمات بوم‌سازگان کشاورزی جهت ایجاد راهکارهای مناسب برای پایداری این خدمات، کمی‌کردن و ارزش‌گذاری آن‌ها می‌باشد. در حقیقت برنامه‌ریزی، حفاظت و بهره‌برداری پایدار از منابع، نیازمند بازگو کردن ارزش کمی خدمات، کارکردها و کالاهای بوم‌سازگان برای برنامه‌ریزان و مدیران اجرایی، اجتماعی و اقتصادی می‌باشد. بنابراین ارزیابی خدمات بوم‌سازگان کشاورزی باید در تصمیم‌گیری‌های مربوط به آینده تولیدات کشاورزی در نظر گرفته شود (۱۱).

امیرنژاد و همکاران (۱۳۹۰) خدمات بوم‌سازگان را به دو بخش خدمات بازاری و غیربازاری طبقه‌بندی نمودند. خدمات بوم‌سازگان غیربازاری آن دسته از خدمات هستند که در بازارهای تجارتي داد و ستد

ارزیابی و پایش نظام‌های کشت حفاظتی و رایج سوبا به این نتیجه رسیدند که بیش‌ترین میزان خدمات تأمینی و تنظیمی از مناطق غربی و مناطق مرکزی شهرستان گرگان به‌دست آمد و کم‌ترین میزان این خدمات از مناطق شمالی، به ویژه منطقه سرخنگلاته حاصل شد (۱۵).

نوربخش و همکاران (۱۳۹۵) در ارزیابی اثر تنوع گونه‌ای بر برخی خدمات بوم‌سازگانی در کشت مخلوط ذرت، سویا و ختمی، نتیجه گرفتند که بیش‌ترین میزان تولید خالص اولیه کربن در بین الگوهای مختلف کشت مربوط به کشت خالص ذرت به میزان $9590/8$ کیلوگرم کربن در هکتار و کم‌ترین میزان آن در کشت خالص سویا معادل $3860/7$ کیلوگرم کربن در هکتار بود (۱۶).

نوارا و همکاران (۲۰۱۹) تأثیر گیاه پوششی بر محتوای کربن آلی خاک را در تاکستان‌ها، باغ‌های زیتون و بادام در آب و هوای مدیترانه‌ای بررسی کردند. نتایج نشان داد که مقدار کربن آلی خاک در مدیریت خاک تحت کشت محصول پوششی بین $0/8$ تا $3/24$ درصد با میانگین $1/20$ درصد متغیر بود، در حالی که تحت مدیریت خاکورزی رایج این مقدار بین $0/19$ و $1/80$ درصد با مقدار متوسط $0/85$ درصد برآورد شد (۱۷). الیلی بارگویی و همکاران (۲۰۲۰) در یک مطالعه ارزیابی کمی شش خدمات بوم‌سازگان در منطقه‌ای به مساحت 6775 کیلومترمربع در شمال غربی فرانسه انجام دادند. آن‌ها نتیجه گرفتند همه خدمات بوم‌سازگان در خاک به‌جز ترسیب کربن و فراهمی نیتروژن گیاهی، شدیداً بهم وابسته بودند که این دو روابط ضعیفی را با بقیه خدمات بوم‌سازگان در خاک داشتند (۱۸). گریث ریگم و ویبیل (۲۰۲۰) متذکر شدند مناطقی که در آن‌ها کاهش خدمات بوم‌سازگان دیده می‌شود عموماً با فشار زیاد جمعیت مواجه‌اند (۱۹).

نمی‌شوند مانند ترسیب کربن، حفاظت آب و خاک و غیره. این خدمات در جمع خدمات غیربازاری قرار گرفته‌اند که در واقع در خارج از خدمات بازاری در کشاورزی مثل محصولات اولیه و ثانویه کشاورزی در نظر گرفته می‌شوند (۱۲). گزارش شده است که نظام مدیریت ارگانیک کشتزارهای سیب‌زمینی و گندم باعث ارائه خدمات بوم‌سازگانی بیش‌تری به ویژه خدمات غیربازاری، در مقایسه با نظام رایج می‌شود. هر چند کاهش عملکرد و ارزش بازاری در مواردی باعث کاهش کل ارزش خدمات کشاورزی ارگانیک می‌شود، اما باید به این نکته توجه کرد که حرکت به سمت کشاورزی ارگانیک و پایدار افزون بر ارائه خدمات غیربازاری بیش‌تر، خدماتی هم‌چون حفظ محیط زیست و تولید غذای سالم را نیز به همراه دارد (۱۱). در مطالعه‌ای کوچکی و همکاران (۱۳۹۵) نشان دادند که سهم نسبی میزان ترسیب کربن در مزارع گندم استان خراسان رضوی نسبت به سایر خدمات بیش‌تر بوده و حدود ۶۲ درصد از کل خدمات را به‌خود اختصاص داده است (۹).

ماهاجان و همکاران (۲۰۲۰) یک مطالعه ۱۳ ساله را برای ارزیابی تأثیر اقدامات حفاظت از خاک و آب بر ترسیب کربن و کیفیت خاک در سه عمق مختلف تحت کشت بادام‌زمینی در شیب ۱۹ درصد انجام دادند. آن‌ها گزارش کردند که ذخیره کربن آلی خاک سبب بهبود میزان ترسیب کربن و فعالیت میکروبی خاک، در مقایسه با شرایط کنترل شده می‌شود (۱۳). شیپانسکی و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که محصولات پوششی می‌توانند مجموعه گسترده‌ای از خدمات بوم‌سازگان را فراهم نمایند. به‌طوری‌که در طول ۳ سال تناوب زراعی، محصولات پوششی ۸ مورد از ۱۱ مورد خدمات بوم‌سازگان را نسبت به نظام کشاورزی بدون محصولات پوششی افزایش داد (۱۴). در مطالعه دیگری موشانی و همکاران (۲۰۲۱) با

است، انجام شد. این مزرعه در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی و متوسط ارتفاع ۱۲۰ متری از سطح دریا قرار دارد. نوع خاک آن لوم رسی سیلتی (۱۰ درصد شن، ۵۲ درصد سیلت و ۳۸ درصد رس)، pH خاک ۶/۶، ماده آلی ۱/۷۲ درصد و هدایت الکتریکی خاک آن ۰/۶۳ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. میانگین درازمدت بارندگی سالانه در منطقه مورد مطالعه حدود ۴۲۲/۵ میلی‌متر و میانگین درازمدت دمای سردترین و گرم‌ترین ماه سال به ترتیب ۷/۹ درجه سانتی‌گراد در بهمن ماه و ۲۸/۵ درجه سانتی‌گراد در مردادماه گزارش شده است. در این منطقه معمولاً یک فصل معتدل و نیمه مرطوب (از اواسط پاییز تا اوایل بهار) و یک فصل نسبتاً گرم و نیمه مرطوب وجود دارد. در طی فصل رشد متوسط دمای بیشینه ۱۸/۹، دمای کمینه ۸/۳، متوسط دما ۱۳/۱ درجه سانتی‌گراد و مجموع تشعشع ۲۹۹۵/۸ از ایستگاه هواشناسی گرگان ثبت شده است (۲۱).

این آزمایش در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با پنج رقم باقلا به نام‌های فیض، G-faba-1-2، بروجرد، شادان و مهتا انجام شد. این ارقام از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان تهیه شد. برای هر کرت زراعی با ابعاد ۴×۳ متر، ۶ ردیف کاشت، فاصله بین بوته‌ها روی هر ردیف ۱۵ سانتی‌متر، فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و عمق کشت ۵ سانتی‌متر و در هر مترمربع ۱۳ الی ۱۴ بوته در نظر گرفته شد. مقدار ۱۰ کیلوگرم در هکتار کود مصرفی به صورت شروع‌کننده (استارتر) از منبع اوره به خاک اضافه شد و بذرها در اواخر آبان ۱۳۹۸ کشت و در اوایل خرداد برداشت شدند. در طی فصل رشد مراقبت‌های لازم از جمله دو مرحله وجین گیاهان هرز (اواخر دی و اوایل اسفند) و آبیاری تکمیلی در یک مرحله (اواسط دی ماه) انجام شد.

باقلا یکی از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی ایران است و این کشور به لحاظ کشت و تولید باقلا مقام دوازدهم را در جهان داراست. سطح زیرکشت گیاه باقلا در ایران حدود ۳۶۰۰۰ هکتار است. استان گلستان که یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان محصولات کشاورزی در سطح کشور می‌باشد، با بیش از ۳۵ درصد سطح زیرکشت و عملکرد متوسط ۱۳ تن در هکتار غلاف سبز و ۱/۵-۲ تن در هکتار دانه خشک، بعد از لرستان مقام دوم کشور را به خود اختصاص داده است. سطح زیرکشت باقلا در استان گلستان حدود ۲۹۵۰ هکتار گزارش شده است که عمده محصول آن به صورت غلاف سبز برداشت می‌شود (۲۰). اکثر کشاورزان گلستانی جهت سرعت بخشیدن به چند کشتی مرسوم منطقه، استفاده بیشتر از منابع و افزایش تولید در واحد سطح، روش‌های ناپایدار و ناسازگار با محیط از جمله انجام خاکورزی رایج، استفاده بی‌رویه کودها و سموم شیمیایی و آتش زدن بقایای محصول قبل، خواسته یا ناخواسته باعث تأثیر سو بر ارایه برخی از خدمات بوم‌سازگان‌های کشاورزی می‌شوند. حیویات به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی با ارایه خدمات بوم‌سازگانی، از نظر حاصل‌خیزی خاک، تأمین نیاز غذایی، سودمندی اقتصادی و دستیابی به نظام کشاورزی پایدار نقش مهمی را می‌توانند در کشاورزی استان گلستان ایفاء نمایند. به‌طورکلی این مطالعه با هدف ارزیابی و کمی‌سازی برخی از خدمات کوتاه‌مدت بوم‌سازگان در کشت بوم باقلا در شهرستان گرگان انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه‌ای: این آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان که در ۸ کیلومتری جاده قدیم گرگان- کردکوی واقع شده

معرفی ارقام باقلا

۳-۴ عدد، تعداد غلاف در بوته ۲۵-۴۰، درصد پروتئین ۲۸-۳۱، مناسب کشت برای مناطق معتدل و معتدل سرد می‌باشد. از نظر مقاومت به بیماری و قابلیت برداشت مکانیزه نسبت به سایر ارقام و لاین‌های باقلا برتری دارد. این رقم اولین رقم بدون تانن و دومنظوره باقلا کشور است و قابلیت استفاده در تغذیه دام، طیور و آبزیان را دارد. کاهش تانن در این رقم باعث می‌شود، جذب و هضم پروتئین، آهن و سایر املاح معدنی افزایش یابد و دانه به‌عنوان یک منبع غنی پروتئین بدون هیچ منعی می‌تواند به مصرف دامداری‌ها و مرغداری‌ها برسد (۲۴).

اندازه‌گیری خدمات بوم‌سازگان: صفات مورد ارزیابی در این آزمایش برخی از خدمات کوتاه‌مدت بوم‌سازگان شامل میزان انباشت کربن در اندام‌های گیاهی، تولید غلاف سبز، تولید زیست‌توده، میزان پروتئین دانه، تنوع زیستی گیاهی، میزان ماده آلی خاک، تعداد گره‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و خدمات فرهنگی بود.

خدمات تامینی: جهت برآورد میزان تولید غلاف سبز، با استفاده از کوادرات 0.5×0.5 مترمربع و به‌صورت تصادفی از هر کرت در زمان ۷۰ درصد رسیدگی غلاف‌ها نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌های برداشت شده توزین گردید. برای برآورد زیست‌توده سبز در زمان ۵۰ درصد گلدهی با استفاده از کوادرات 0.5×0.5 مترمربع و به‌صورت تصادفی از هر کرت نمونه‌برداری صورت گرفت و نمونه‌های برداشت شده در کیسه‌های جداگانه قرار داده شد و توزین گردید. در زمان رسیدگی فیزیولوژیک از هر کرت نمونه‌های گیاهی برداشت، غلاف‌ها از گیاه جدا و در آون در دمای ۷۵ درجه برای مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. پس از آن بذر و غلاف را از هم جدا کرده و جهت اطمینان کامل از خشک بودن، بذور دوباره در آون ۷۵ درجه برای مدت ۲۴ ساعت گذاشته شد و سپس وزن

۱- **رقم فیض:** از گروه ارقام دانه درشت باقلا با وزن صد دانه ۱۴۰-۱۵۰ گرم، تعداد دانه در غلاف ۶-۹ عدد، تعداد غلاف در بوته ۱۰-۱۴، زودرس و مناسب برای مناطق معتدل و نیمه معتدل، شاخص برداشت بالا و عملکرد غلاف سبز ۱۹-۲۴ تن در هکتار و عملکرد دانه خشک ۱۷۰۰-۲۷۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. این رقم نسبت به تاخیر در کاشت متحمل بوده و توانایی جبران کاهش عملکرد را دارد (۲۲).

۲- **G-faba-1-2:** از گروه ارقام دانه درشت باقلا با وزن صد دانه حدود ۱۹۵-۲۰۶ گرم، تعداد دانه در غلاف ۵-۲ عدد، مقاوم به برقرزدگی و سوختگی استمفیلیومی، تعداد غلاف در بوته ۱۰-۱۶، عملکرد غلاف سبز ۱۸-۲۴ تن در هکتار و عملکرد دانه خشک ۱۸۰۰-۲۶۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (۲۲).

۳- **رقم بروجرد:** از گروه ارقام دانه‌ریز، وزن صد دانه ۶۰-۷۵ گرم، تعداد دانه در غلاف ۵-۳، تعداد غلاف در بوته ۲۲-۴۰، عملکرد غلاف سبز ۱۶-۱۲ تن در هکتار، عملکرد دانه خشک ۱۱۰۰-۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و مقاوم به تنش سرما می‌باشد (۲۲).

۴- **رقم شادان:** از گروه ارقام دانه متوسط باقلا با وزن صد دانه حدود ۱۱۰-۱۲۵ گرم، تعداد دانه در غلاف ۳-۴ عدد، تعداد غلاف در بوته ۲۵-۵۰، مقاوم به بیماری لکه برگی باقلا، قابل برداشت مکانیزه، با پتانسیل عملکرد غلاف سبز ۲۰-۲۸ تن در هکتار، عملکرد دانه خشک ۳۰۰۰-۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار، با پایداری عملکرد و با درصد پروتئین زیاد و تانن کم‌تر نسبت به ارقام قدیمی در گروه ارقام کیفی باقلا قرار دارد. هم‌چنین نسبت دانه به غلاف آن بالا بوده و مناسب مصرف به‌صورت لپه است (۲۳).

۵- **رقم مهتا:** از گروه ارقام دانه متوسط باقلا با وزن صد دانه حدود ۱۰۸-۱۱۵ گرم، تعداد دانه در غلاف

گردید. از این بذرها برای اندازه‌گیری میزان نیتروژن دانه براساس روش کج‌لدال استفاده گردید (۲۵ و ۲۶).

خدمات تنظیمی

انباشت کربن در زیست توده گیاهی: جهت محاسبه میزان کربن آلی زیست توده گیاهی، نمونه‌برداری در زمان رسیدگی کامل گیاه با استفاده از کوادرات 0.5×0.5 مترمربع انجام شد و سپس نمونه‌ها در آن در دمای 75°C به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند تا کاملاً خشک شوند. پس از خشک شدن، نمونه‌ها وزن گردید تا مقدار ماده خشک (Yx) هر اندام محاسبه شده و از طریق آن زیست توده خشک کل به دست آمد. از این رو به صورت تصادفی از هر اندام مقداری نمونه برداشت شد. نمونه‌های نهایی به آزمایشگاه منتقل شد. همه نمونه‌ها به صورت جداگانه آسیاب و کاملاً پودر شدند. حدود ۳ گرم از هر نمونه پودر شده در آن در دمای 75°C برای ۲۴ ساعت قرار داده شد تا کاملاً خشک گردد. سپس مقدار ۲ گرم از هر نمونه خشک شده، برداشت و در کوره احتراق الکتریکی به مدت ۳ ساعت در دمای 500°C درجه گذاشته شد تا مواد آلی آن کاملاً بسوزد. پس از سرد شدن، نمونه‌ها با ترازو به دقت 0.0001 توزین شد و وزن خاکستر از وزن نمونه کسر گردید تا وزن ماده آلی از بین رفته به دست آید. این مسیر برای همه نمونه‌ها انجام شد. در انتها با استفاده از رابطه ۱ مقدار کربن موجود در زیست توده گیاهی محاسبه گردید (۲۷).

$$\%OC = M \cdot 0.39 \cdot [(V1 - V2)] / S \quad (2)$$

که در آن، %OC درصد کربن آلی، M نرمالیته فروآمونیم سولفات، V1 فروآمونیم مصرفی برای شاهد (میلی‌لیتر)، V2 فروآمونیم مصرفی برای هر نمونه (میلی‌لیتر)، S وزن نمونه خشک شده در هوای آزاد (گرم) می‌باشد. بعد از محاسبه کربن آلی با استفاده از رابطه ۳ میزان ماده آلی خاک محاسبه گردید.

موجود در زیست توده گیاهی محاسبه گردید (۲۷).

موجود در زیست توده گیاهی محاسبه گردید (۲۷).

$$\%OC = \%OM \times 0.54 \quad (1)$$

در این رابطه، OC و OM به ترتیب مقدار کربن آلی (درصد) و مقدار ماده آلی (درصد) می‌باشد.

اندازه‌گیری ماده آلی خاک: در این آزمایش از روش والکی-بلک (۲۸) برای اندازه‌گیری کربن آلی استفاده شد. کربن آلی خاک با دو بار نمونه‌برداری که در ابتدا

خدمات فرهنگی: طی فصل رشد محصول، کرت‌های آزمایشی توسط عده‌ای پژوهش‌گران و دانشجویان مورد بازدید قرار گرفت. با استفاده از ابزار پرسشنامه و به صورت مصاحبه چهره به چهره داده‌های مورد نیاز جمع‌آوری شد.

تجزیه تحلیل داده‌ها: برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

خدمات تامینی

تولید غلاف سبز: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارقام مختلف از نظر ارایه این نوع خدمت تامینی، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد دارند (جدول ۱). ارقام فیض، G-faba1-2، مهتا، شادان و بروجرد به ترتیب ۲۰۳۰۷، ۱۹۱۳۳، ۱۶۰۶۷، ۱۱۹۸۷ و ۸۹۲۰ کیلوگرم در هکتار، غلاف سبز تولید کردند که رقم فیض و G-faba1-2 بیش‌ترین مقدار و رقم بروجرد کم‌ترین مقدار را دارا بود (جدول ۲). نتایج بیانگر آن است که ارقام دانه درشت در مقایسه با ارقام دانه متوسط و دانه‌ریز از عملکرد بالاتری برخوردار بودند. گزارش شده است که ارقام جدید دانه درشت و دانه متوسط باقلا پتانسیل عملکرد مطلوب، پایداری عملکرد دانه، نسبت دانه به غلاف بالا، تعداد شاخه فرعی بالا و قابلیت همزیستی بالا با باکتری رایزوبیوم و تثبیت زیستی نیتروژن بیش‌تری دارند (۲۲). انتظار می‌رود که ارقام با ارتفاع بوته بیش‌تر به دلیل داشتن تعداد برگ بیش‌تر در طول ساقه و در نتیجه سطح فتوسنتزکننده بیش‌تر، عملکرد بیش‌تری در واحد سطح داشته باشند. در این آزمایش کم‌ترین عملکرد غلاف سبز به دلیل داشتن بخش هوایی ضعیف‌تر مربوط به

$$\%OM = \%OC \times 1.74 \quad (۳)$$

که در آن، %OM درصد ماده آلی خاک و %OC درصد کربن آلی خاک می‌باشد (۲۹).

تعداد گره‌های تثبیت‌کننده نیتروژن: برای محاسبه تعداد گره‌های تثبیت‌کننده در ریشه، در زمان حداکثر گلدهی، به‌طور تصادفی با کوادرات ۰/۵×۰/۵ مترمربع ریشه‌های باقلا از هر کرت انتخاب و با استفاده از بیل از اعماق خاک بیرون آورده شد. سپس به آزمایشگاه تحقیقات زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی منتقل گردید. پس از شستن دقیق ریشه‌ها، تعداد گره‌ها شمارش شد.

خدمات حمایتی

تنوع زیستی: کمی‌سازی تنوع گیاهی طی دو مرتبه (اواخر دی ماه قبل از وجین و اوایل اسفندماه بعد از وجین گیاهان هرز) نمونه‌برداری از هر کرت با استفاده از کوادرات ۰/۲۵×۰/۲۵ مترمربع به صورت تصادفی انجام شد. سپس نوع گونه و تعداد بوته از هر گونه در هر کوادرات ثبت شد. نمونه‌های گیاهان هرز جهت شناسایی به آزمایشگاه گیاهان هرز دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل و شناسایی گردید. در این آزمایش از شاخص هیل (عکس سیمپسون) جهت ارزیابی یکنواختی بین کرت‌ها استفاده شد. این شاخص در دامنه بین ۱ تا S (تعداد گونه‌ها در نمونه) متغیر است (۳۰). برای گیاهان هرز مزرعه باقلا از این شاخص بر طبق رابطه ۴ محاسبه گردید.

$$\frac{1}{D} = \frac{1}{\sum Pi^2} \quad (۴)$$

که در آن، $\frac{1}{D}$ ، N2 هیل، Pi سهم گونه i ام در جامعه می‌باشد (۳۰).

ارزیابی و کمی‌سازی برخی از خدمات کوتاه‌مدت ... / نصیراحمد نصرت و همکاران

تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه نشان می‌دهد. در کشاورزی تولید عملکرد بیش‌تر، همیشه مورد توجه بوده و تمام امکانات و فعالیت‌ها در بوم‌نظام‌های کشاورزی در راستای افزایش عملکرد در واحد سطح به‌عنوان یک خدمت تولیدی مورد توجه قرار می‌گیرد. به‌همین دلیل فعالیت‌های کشاورزی که منجر به افزایش عملکرد می‌گردد، بر سایر خدمات بوم‌نظام‌ها ممکن است اثر منفی هم گذاشته و تعادل ارایه و مصرف خدمات را در یک بوم‌سازگان به‌هم بزند. بنابراین لازم است علاوه بر دستیابی به ارایه مطلوب خدمات تامینی، به ارایه سایر خدمات و نیز تبعات منفی بوم‌نظام‌های کشاورزی هم توجه شود.

تیمار بروجرد بود (جدول ۲). این رقم به عنوان یک رقم دانه‌ریز، با تعداد ۳-۵ دانه در غلاف، وزن صد دانه ۶۰-۷۵ گرم، تعداد غلاف در بوته ۲۲-۴۰، مقاوم به تنش سرما می‌باشد (۲۲). اصولاً تعداد غلاف‌ها را می‌توان یکی از اجزای مهم تشکیل‌دهنده عملکرد دانست، چون در برگیرنده تعداد دانه‌ها و نیز تولیدکننده مواد پرورده مورد نیاز برای افزایش وزن دانه‌ها می‌باشند که در مراحل اولیه پر شدن دانه از طریق فتوسنتز، در رشد و تکامل دانه مشارکت می‌کنند (۳۱). عملکرد حبوبات نتیجه فعالیت تعداد زیادی از فرایندهای رشد است که نهایتاً خود را در برخی از اجزای عملکرد مانند تعداد غلاف در بوته،

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خدمات کوتاه‌مدت بوم‌سازگان در یک کشت بوم باقلا تحت تأثیر رقم.

Table 1. Analysis of variance results (mean square) of short time ecosystem services in a faba bean agroecosystem under different cultivars.

تعداد گره‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در ریشه Nodules number of nitrogen fixation per root	ماده آلی قبل از کاشت SOC before planting	ماده آلی خاک پس از برداشت SOC after harvest	شاخص هیل Hill index	انباشت کربن در گیاه Carbon accumulation in plant	میزان پروتئین دانه Grain protein	زیست توده خشک Total dry biomass	زیست توده سبز Total green biomass	غلاف سبز Green Pod	درجه آزادی df	منبع تغییرات SOV
259.11	0.01	0.007	0.75	0.26	0.06	42000.00	87023040.00	7160746.71	2	بلوک Block
106.33 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.82 ^{ns}	0.10 ^{ns}	4.37 ^{**}	4614666.67*	69214133.30 ^{ns}	69022506.70 ^{**}	4	تیمار Treatment
84.47	0.04	0.02	0.54	0.09	0.39	950266.67	64247973.30	9339946.73	8	خطا Error
17.96	12.20	9.11	27.23	7.98	2.25	16.08	25.04	19.99	-	ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

^{ns} عدم وجود اختلاف معنی‌دار، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

^{ns} non-significant, *,** significant at 5 and 1% probably levels, respectively

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین‌های خدمات کوتاه‌مدت بوم‌سازگان در یک کشت بوم باقلا تحت تأثیر رقم.

Table 2. Results of mean comparison of short time ecosystem services in a faba bean agroecosystem under different cultivars.

تعداد گره‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در ریشه Nodules number of nitrogen fixation per root	ماده آلی قبل از کاشت (درصد) SOC before planting (%)	ماده آلی خاک پس از برداشت (درصد) SOC after harvest (%)	شاخص هیل Hill index (%)	انباشت کربن در گیاه (تن در هکتار) Carbon accumulation in plant (t/ha)	میزان پروتئین دانه (درصد) Grain protein (%)	زیست‌توده خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry total biomass (kg/ha)	زیست‌توده سبز (کیلوگرم در هکتار) Green total biomass (kg/ha)	غلاف سبز (کیلوگرم در هکتار) Green Pod (kg/ha)	رقم Cultivar
46.00 ^a	1.60 ^a	1.81 ^a	3.10 ^a	3.64 ^a	26.98 ^a	5620.00 ^b	35173.00 ^a	20307.00 ^a	فیض Feyz
48.83 ^a	1.79 ^a	1.76 ^a	2.75 ^a	3.98 ^a	26.94 ^a	6493.30 ^{ab}	35173.00 ^a	19133.00 ^a	G-faba1-2
51.00 ^a	1.76 ^a	1.73 ^a	1.80 ^a	4.03 ^a	24.71 ^b	5040.00 ^b	25960.00 ^a	8920.00 ^c	بروجرد Broujerd
48.66 ^a	1.66 ^a	1.66 ^a	3.00 ^a	3.95 ^a	26.84 ^a	5641.70 ^b	27627.00 ^a	11987.00 ^{bc}	شادان Shadan
61.33 ^a	1.79 ^a	1.90 ^a	2.88 ^a	3.65 ^a	28.00 ^a	8000.00 ^a	36067.00 ^a	16067.00 ^{ab}	مهتا Mahta
17.30	0.39	0.30	1.38	0.57	1.18	1835.40	15092.00	5754.20	LSD

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

The means with different letters are significantly difference at 0.05 probability levels according to LSD test

خشک، در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که بیش‌ترین میزان زیست‌توده خشک از رقم مهتا به میزان ۸۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد و کم‌ترین آن مربوط به تیمار بروجرد به میزان ۵۰۴۰ کیلوگرم هکتار بود. این اختلاف ناشی از پر پشت بودن، پتانسیل عملکرد بالای دانه و غلاف سبز، پایداری عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته بیش‌تر در رقم مهتا در مقایسه با رقم بروجرد بود. اخیراً رقم مهتا به عنوان یکی از ارقام جدید باقلا با دانه متوسط، برای کشت در مناطق معتدل و معتدل سرد معرفی شده است. این رقم از

تولید زیست‌توده: در این بررسی ارقام مهتا، فیض، G-faba1-2، شادان و بروجرد به ترتیب با مقادیر ۳۶۰۶۷، ۳۵۱۷۳، ۳۵۱۷۳، ۲۷۶۲۷ و ۲۵۹۶۰ کیلوگرم در هکتار زیست‌توده سبز تولید کردند که رقم مهتا دارای بیش‌ترین میزان تولید زیست‌توده سبز و رقم بروجرد کم‌ترین میزان تولید زیست‌توده سبز را دارا بود، هر چند همه ارقام در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). براساس نتایج، ارقام دانه درشت و دانه متوسط به‌دلیل تولید حجم وسیعی از شاخ و برگ و جذب بیش‌تر نورخورشید و عمل فتوسنتز بیش‌تر، دارای مقدار زیست‌توده سبز بیش‌تری در مقایسه با ارقام دانه‌ریز بودند. در این آزمایش از نظر زیست‌توده

به ترتیب ۱/۹۰، ۱/۸۱، ۱/۷۶، ۱/۷۳ و ۱/۶۶ درصد برآورد گردید. ماده آلی یکی از شاخص‌های مهم کیفیت خاک (۳۲) و منبع تأمین کربن و انرژی ریزجانداران خاک، نگهدارنده و ثبات‌دهنده ذرات خاک به یکدیگر، تأمین‌کننده عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و ریزجانداران خاک و کاهش‌دهنده فرسایش خاک می‌باشد. ماده آلی با بهبود ساختمان خاک و پایداری خاکدانه‌ها و در نهایت افزایش نفوذپذیری خاک، منجر به کاهش تخریب خاکدانه‌ها از طریق عوامل فرسایش‌دهنده مانند آب و باد می‌گردد (۳۳). بنابراین کشت باقلا می‌تواند با افزایش ماده آلی خاک و مقاومت خاکدانه‌ها از فرسایش خاک جلوگیری نماید. اصولاً حبوبات به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات زراعی با آرایه خدمات بوم‌سازگانی، از نظر حاصل‌خیزی خاک، تأمین نیاز غذایی و سودمندی اقتصادی و دستیابی به نظام کشاورزی پایدار نقش مهمی را می‌توانند در استان گلستان ایفاء نمایند.

انباشت کربن در زیست‌توده گیاهی: اصولاً ساده‌ترین و ارزان‌ترین روش برای کاهش انتشار کربن، فرایند انباشت آن توسط گیاه می‌باشد که گیاهان این نقش را توسط عمل فتوسنتز انجام داده و کربن جو را به دام می‌اندازند (۳۴). در این مطالعه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از نظر انباشت کربن در زیست‌توده مشاهده نشد (جدول ۱). میزان انباشت کربن در زیست‌توده ارقام مختلف باقلا شامل بروجرد، G-faba1-2، شادان، مهتا و فیض به ترتیب با میانگین ۴/۰۳، ۳/۹۸، ۳/۹۵، ۳/۶۵ و ۳/۶۴ تن در هکتار به دست آمد. مشخص شد که رقم بروجرد دارای بیش‌ترین و رقم فیض دارای کم‌ترین میزان انباشت کربن در گیاه است (جدول ۲). گزارش شده است بین کربن انباشت شده و نوع گونه گیاهی رابطه مستقیمی وجود دارد به طوری که ضرایب متفاوتی جهت انباشت کربن، برای

لحاظ تعداد غلاف در بوته، درصد پروتئین، مقاومت به بیماری، وزن صددانه و قابلیت برداشت مکانیزه نسبت به سایر ارقام و لاین‌های رایج باقلا برتری دارد (۲۴).

تولید پروتئین: در بررسی درصد پروتئین دانه در پنج رقم تحت کشت باقلا، مشخص شد که ارقام دارای تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشند (جدول ۱). ارقام مهتا، فیض، G-faba1-2، شادان و بروجرد به ترتیب دارای میانگین ۲۸/۰۰، ۲۶/۹۸، ۲۶/۹۴ و ۲۴/۷۱ درصد پروتئین بودند که رقم مهتا با داشتن ۲۸ درصد پروتئین بیش‌ترین میزان و رقم بروجرد با داشتن ۲۴/۷۱ درصد کم‌ترین میزان پروتئین را دارا بودند، اگرچه تیمارهای G-faba1-2، شادان، فیض و مهتا در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). گزارش شده است که در رقم مهتا قابلیت جذب آهن و پروتئین بالاتر از سایر ارقام است و دانه آن به‌عنوان یک منبع غنی پروتئین بدون هیچ معنی می‌تواند به مصرف دامداری‌ها و مرغداری‌ها برسد (۲۴).

خدمات تنظیمی

وضعیت ماده آلی خاک: قبل از اجرای آزمایش میزان ماده آلی در کرت‌های تحت کشت ارقام مهتا، G-faba1-2، بروجرد، شادان و فیض به ترتیب ۱/۷۹، ۱/۷۹، ۱/۷۶، ۱/۶۶ و ۱/۶۰ درصد برآورد گردید (جدول ۲). اما پس از اتمام فصل رشد و بعد از برداشت باقلا، میزان ماده آلی در اکثر کرت‌ها افزایش یافت. نتایج نشان داد که کرت‌های تحت کشت ارقام مهتا و فیض به دلیل تولید زیست‌توده بیش‌تر در مرحله پس از برداشت در مقایسه با مرحله قبل کاشت افزایش بیش‌تری از ماده آلی خاک را به همراه داشتند. هم‌چنین میزان ماده آلی در کرت‌های تحت کشت ارقام مهتا، فیض، G-faba1-2، بروجرد و شادان

رفع نیاز غذایی گیاه و جایگزینی آن با کود شیمیایی نیتروژن از اهمیت خاصی برخوردار است. این جایگزینی از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی در کشاورزی پایدار قابل توجه می‌باشد (۴۱).

خدمات حمایتی: خدمات حمایتی برای محقق شدن انواع دیگر خدمات بوم‌سازگانی ضروری است. اثرات آن‌ها غیرمستقیم است و یا طی یک دوره زمانی طولانی محقق می‌شود، در حالی که تغییرات در دیگر دسته‌های خدمات بوم‌سازگان اثرات مستقیم و سریع دارد (۴۲). با بررسی گیاهان هرز مزرعه آزمایشی قبل و بعد از وجین، ۱۰ گونه هرز از ۸ خانواده گیاهی شناسایی شدند (جدول‌های ۳ و ۴). مشخص شد که گیاهان هرز یک‌ساله گونه‌های غالب مزرعه باقلا هستند. گیاهان هرز خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) با فراوانی نسبی ۸۳/۷۳ درصد و علف خونی (*Phalaris minor*) با فراوانی نسبی ۷/۳۱ درصد در مرحله اول نمونه‌برداری بیش‌ترین فراوانی نسبی را داشتند و در مرحله دوم نمونه‌برداری، گیاهان هرز سیزاب ایرانی (*Veronica persica*)، پیچک بند (*Polygonum convolvulus*) و خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) به ترتیب با ۲۰/۸۰، ۲۰/۱۳ و ۱۸/۷۹ درصد بیش‌ترین میانگین فراوانی نسبی را داشتند (جدول ۴). بررسی‌ها نشان داد که گیاهان هرز شناسایی شده در این مطالعه در اکثر مزارع شهرستان گرگان نیز وجود دارد (۴۳، ۴۴، ۱۵ و ۴۵). به‌طور کلی دانستن وضعیت گیاهان، پویایی مکانی و مدیریت متناسب با مکان، می‌تواند منجر به مدیریت بهتر گیاهان هرز در مزرعه شود. ساختار جوامع گیاهان هرز نقش عمده‌ای در مدیریت، مبارزه و تنظیم تعادل در جمعیت این گیاهان دارد و در افزایش یا کاهش عملکرد گیاه زراعی، می‌تواند نقش اساسی داشته باشد (۴۶).

گونه‌های مختلف ارائه شده است (۳۵ و ۳۶). در تأیید این نتایج پست و کوون (۲۰۰۰) میزان ترسیب کربن را با خصوصیات رشد گونه‌های گیاهی و شیوه‌های مدیریت، نوع عملیات احیایی، کاربری اراضی و شرایط فیزیکی و زیستی خاک مرتبط دانست (۳۷). در همین راستا بولیندر و همکاران (۲۰۰۷) و گیل و همکاران (۲۰۰۲) بیان کردند که میزان انباشت کربن در زیست‌توده اندام‌های هوایی بیش‌تر از زیست‌توده اندام‌های زیرزمینی بود. هر چقدر توان تولید زیست‌توده هوایی در گونه‌ها، مزارع و رویشگاه‌ها بیش‌تر باشد، ذخیره کربن در گیاه و خاک نیز بیش‌تر می‌گردد و در نهایت توانایی انتقال کربن به خاک نیز افزایش می‌یابد. به هر اندازه که سرعت عوامل منجر به تجزیه و هدررفت کربن از گیاه و خاک کم‌تر باشد، بقایای کربن ذخیره شده در بوم‌نظام‌ها بیش‌تر شده و مقدار ترسیب کربن نیز افزایش خواهد یافت (۳۸ و ۳۹). اصولاً نظام‌های زراعی که بتوانند میزان دی‌اکسید کربن کم‌تری را به جوّ نشر کند و از طرفی تولید زیست‌توده بالاتری داشته باشند، می‌تواند به‌عنوان راهکاری پایدار برای کاهش غلظت دی‌اکسید کربن در آینده مدنظر قرار گیرند (۴۰).

تعداد گره‌های تثبیت نیتروژن در ریشه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از نظر تعداد گره اختلاف معنی‌داری بین ارقام مورد بررسی وجود ندارد (جدول ۱). هر چند که رقم مهتا دارای بیش‌ترین تعداد گره و رقم فیض از کم‌ترین تعداد گره‌های تثبیت‌کننده نیتروژن برخوردار بود (جدول ۲). اصولاً میزان نیتروژن تثبیت شده با وزن اندام هوایی گیاهی همبستگی مثبت و معنی‌داری داشته و این صفت می‌تواند به‌عنوان شاخص جهت ارزیابی غیرمستقیم میزان تثبیت نیتروژن مورد استفاده قرار گیرد. تثبیت نیتروژن در فرآیند همزیستی باکتری با گیاهان تیره بقولات به‌عنوان ارائه‌دهنده یک خدمت تنظیمی، در

توان رقابتی کم‌تری با علف‌های هرز دارند، به‌طوری‌که تاج پوشش ارقامی مانند شادان که دیرتر بسته می‌شوند، فضای بیش‌تری برای توسعه گیاهان هرز فراهم می‌کنند. به‌طورکلی یکی از روش‌های مهار گیاهان هرز، انتخاب ارقام مناسب با توان رقابتی بالا است. به نظر می‌رسد که ارقام جدید باقلا مانند مهتا به‌دلیل تولید شاخ و برگ زیاد، ارتفاع زیاد و فرم بوته ایستاده قادر به کنترل تقریبی جمعیت گیاهان هرز می‌باشند و در ارایه خدمت تنظیمی کنترل گیاهان هرز موفق هستند. ویلسی و استریلینگ (۲۰۰۷) در بررسی عوامل مؤثر بر غنا و یکنواختی بیان نمودند که رقابت بین گونه‌های گیاهی بر شاخص غنا و یکنواختی اثر می‌گذارد و موجودیت گونه‌های بیش‌تر در یک منطقه، ساختار پیچیده‌تری به بوم‌نظام‌های طبیعی خواهد داد و در نتیجه این بوم‌نظام‌ها در پاسخ به تغییرات، توانایی بیش‌تری داشته و با ثبات‌تر خواهند بود (۴۷).

یکی از شاخص‌های ارزیابی تنوع زیستی، شاخص هیل می‌باشد که این شاخص را شاخص دو طرفه، هیل (N2) و یا عکس سیمپسون نیز می‌نامند (۳۰). شاخص هیل میزان یکنواختی یا برابری تعداد افراد گونه‌ها را نشان می‌دهد. نتایج تجزیه واریانس مشخص نمود که تیمارها از نظر این شاخص دارای تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۱). به عبارتی دیگر یکنواختی گونه‌ها بین کرت‌ها مشابه بوده و تعداد بوته تقریباً مشابه‌ای از هر گونه مشاهده شده است. براساس نتایج این آزمایش دامنه شاخص هیل بین ۱/۸۰ تا ۳/۱۰ برآورد شد، به‌طوری‌که ارقام فیض، شادان، مهتا، G-faba1-2 و بروجرد به‌ترتیب با مقادیر ۳/۱۰، ۳، ۲/۸۸، ۲/۷۵ و ۱/۸۰ در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲). در این شاخص بیش‌ترین میزان شاخص هیل مربوط به کرت‌های زیرکشت رقم فیض و کم‌ترین آن مربوط به کرت‌های تحت کشت بروجرد بود. به نظر می‌رسد که ارقام دانه متوسط باقلا

جدول ۳- گیاهان گونه‌های هرز کشت بوم باقلا قبل از وجین.

Table 3. Flora of weeds in faba bean fields before weeding.

نام فارسی	نام علمی	نام خانواده	درصد فراوانی نسبی
Persian Name	Scientific name	Family name	Relative abundance (%)
خردل وحشی	<i>Sinapis arvensis</i> L.	Brassicaceae	83.73
علف خونی	<i>Phalaris minor</i>	Poaceae	7.31
پیچک صحرائی	<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae	4.87
یولاف	<i>Avena ludoviciana</i>	Poaceae	2.43
شاه تره	<i>Fumaria officinalis</i> L.	Papaveraceae	1.62

جدول ۴- گیاهان گونه‌های هرز کشت بوم باقلا بعد از وجین.

Table 4. Flora of weeds in faba bean fields after weeding.

درصد فراوانی نسبی Relative abundance (%)	نام خانواده Family name	نام علمی Scientific name	نام فارسی Persian Name
20.80	Scrophulariaceae	<i>Veronica persica</i>	سیزاب ایرانی
20.13	Convolvulaceae	<i>Polygonum convolvulus</i>	پیچک بند
18.79	Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i> L.	خردل وحشی
13.42	Poaceae	<i>Phalaris minor</i>	علف خونی
10.73	Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>	پیچک صحرايي
4.69	Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i> L.	سلمه تره
3.35	Papaveraceae	<i>Fumaria officinalis</i> L.	شاه تره
3.35	Asteraceae	<i>Artemisia annua</i>	گندجارو
2.68	Poaceae	<i>Avena ludoviciana</i>	یولاف
2.01	Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i>	علف هفت بند

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که از لحاظ انباشت کربن در زیست‌توده گیاهی، اختلاف معنی‌داری بین ارقام باقلا مشاهده نشد. از لحاظ میزان ماده آلی خاک، نیز مشخص شد که با کشت باقلا میزان ماده آلی مزرعه آزمایشی در اکثر کرت‌های آزمایشی افزایش یافت. کرت‌های تحت کشت ارقام مهتا و فیض به دلیل تولید زیست‌توده بیشتر در مرحله پس از برداشت در مقایسه با مرحله قبل از کاشت، افزایش بیش‌تری از ماده آلی خاک را به همراه داشتند. ارقام مختلف باقلا از نظر ارایه خدمات تامینی مانند مقدار غلاف سبز نیز تفاوت معنی‌داری داشتند. رقم فیض و G-faba1-2، بیش‌ترین مقدار و رقم بروجرد کم‌ترین مقدار را دارا بودند. میزان پروتئین دانه در مهتا بیش‌تر از سایر ارقام

خدمات فرهنگی: مشخص شد که کشت بوم مورد مطالعه از نظر خدمات فرهنگی، تنها نوع خدمت آموزشی را ارائه می‌دهد. زیرا در طی فصل رشد، تعدادی از دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و برخی از پژوهش‌گران و کارشناسان مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان مزرعه آزمایشی را مورد بازدید قرار دادند. آن‌ها ارقام جدید باقلا را از نزدیک مشاهده و آن‌ها را از نظر ریخت‌شناسی، فنولوژی و فیزیولوژی با هم مقایسه کردند. در همین راستا ناهوئوال و همکاران (۲۰۱۴) بر مدل‌سازی و کمی‌سازی خدمات فرهنگی در ارزیابی خدمات بوم‌سازگان در کنار سایر خدمات تاکید کردند (۴۸).

بوم‌سازگان کشت بوم باقلا ارزش‌گذاری اقتصادی شوند و جهت تعیین و اثرگذاری نوع عملیات کشاورزی بر ارایه خدمات بوم‌سازگانی، تبعات منفی کشت بوم‌ها نیز محاسبه گردد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از حمایت مالی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و همکاری دکتر جاوید قرخلو بابت شناسایی گیاهان هرز قدردانی به‌عمل می‌آید.

بود. به‌طورکلی نتایج بیانگر آن است که ارقام دانه درشت باقلا شامل فیض و G-faba1-2 به همراه رقم دانه متوسط مهتا در مقایسه با سایر ارقام، خدمات بوم‌سازگانی بیش‌تری ارایه می‌دهند. براساس نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌گردد تا ارقام جدید باقلا با توان بیش‌تر ارایه خدمات بوم‌سازگانی، به کشاورزان منطقه جهت کشت معرفی شوند. این امر می‌تواند در دستیابی به پایداری در بوم‌نظام‌های کشاورزی کمک نماید. هم‌چنین جهت جلب توجه مدیران، تصمیم‌گیران و کشاورزان به اهمیت خدمات بوم‌سازگان، پیشنهاد می‌شود تا تمامی خدمات

منابع

- Burkhard, B., Petrosillo, I. & Costanza, R. (2010). Ecosystem Services-Bridging ecology, economy and social sciences. *Ecol. Complex.* 7, 257-259.
- Daily, G. C. (1997). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington. 392p.
- Wallace, K. J. (2007). Classification of ecosystem services: problems and solutions. *Biol. Conserv.* 139, 235-246.
- Danley, B. & Widmark, C. (2016). Evaluating conceptual definitions of ecosystem services and their implications. *Ecol. Econ.* 126, 132-138.
- de Groot, R. S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L. & Willemsen, L. (2010). Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecol. Complex.* 7, 260-272.
- Daily, G. C., Soderqvist, T., Aniyar, S., Arrow, K., Dasgupta, P., Ehrlich, P. R., Folke, C., Jansson, A., Jansson, B. O. & Kautsky, N. (2000). The value of nature and the nature of value. *Sci.* 289 (5478), 395-396.
- Khosravi Mashizi, A. (2015). Ecological assessment of plants in semi-arid regions with emphasis on ecosystem services (Case study: Bardsir, Kerman province). Ph.D. Dissertation, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 158p. [In Persian]
- Mahmoudi, B. (2016). An analysis of international classifications of ecosystem services (Strategy for determining natural ecosystem services). The 5th Conference of the Iranian Islamic Model of Progress, the Basic Model of Progress, Tehran. Pp: 1-10. [In Persian]
- Koucheki, A., Nassiri Mahallati, M., Amin Ghafouri, A., Mahloji, M. & Fallahpour, F. (2017). Economic value of agroecosystem services within wheat fields in Khorasan Razavi province. *J. Agroecol.* 8 (4), 612-627. [In Persian with English abstract]
- Madureira, L., Rambonilaza, T. & Karpinski, I. (2007). Review of methods and evidence for economic valuation of agricultural non-commodity outputs and suggestions to facilitate its application to broader decisional contexts. *Agric. Ecosyst. Environ.* 120 (1), 5-20.
- Mahloujirad, M., Mobaraghi, N., Rezvani Moghadam, P., Parsa, M., Shahnoshi Foroushani, N. & Asadi, Gh. (2016). Comparison of the value of ecosystem services in common and organic wheat and potato fields in Fariman region. *J. Agroecol.* 7 (1), 165-151.

12. Amirnejad, H. & Atai Salut, K. (2011). Economic valuation of environmental resources. Avaye Masih Press. 427p. [In Persian]
13. Mahajan, G. R., Das, B., Manivannan, S., Manjunath, B. L., Verma, R. R., Desai, S., Mukund Kulkarni, R., Marotrao Latore, A., Sale, R., Murgaonkar, D., Patel, K. P., Morajkar, S., Desai, A. & Mulla, H. (2020). Soil and water conservation measures improve soil carbon sequestration and soil quality under cashews. *Int. J. Sediment Res.* 7, 1-17.
14. Schipanski, M. E., Barbercheck, M., Douglas, M. R., Finney, D. M., Haider, K., Kaye, J. P., Kemanian, A. R., Mortensen, M. R., Ryan, M. R., Tooker, J. & White, C. (2014). A framework for evaluating ecosystem services provided by cover crops in agroecosystems. *Agric. Syst.* 125, 12-22.
15. Moushani, S., Kazemi, H., Soltani, A. & Asadi, M.A. (2017). Assessment of weed diversity of soybean fields (*Glycine max* (L.) Merr.) under conservation agriculture (Case study: Gorgan county). The First National Conference on Crop and Horticultural Production. Gonbad Kavous University. Pp: 1432-1437. [In Persian with English abstract]
16. Nurbakhsh, F., Koocheki, A. & Nassiri Mahallati, M. (2016). Evaluation of Species diversity effect on some of agroecosystem services in the intercropping of corn, soybean and marshmallow 2- Yield, Land equivalent ratio, soil microbial respiration and biomass, carbon sequestration potential. *J. Crop Prod.* 9 (1), 49-68. [In Persian with English abstract]
17. Novara, A., Minacapilli, A., Santoro, A., Rodrigo-Comino, J., Carrubba, A., Sarno, M., Venezia, G. & Gristina, L. (2019). Real cover crops contribution to soil organic carbon sequestration in sloping vineyard. *Sci. Total Environ.* 652, 300-306.
18. Ellili-Bargaoui, Y., Walter, C., Lemerrier, B. & Michot, D. (2020). Assessment of six soil ecosystem services by coupling simulation modelling and field measurement of soil properties. *Ecol. Indic.* 121, 107-211.
19. Gret-Regamey, A. & Weibel, B. (2020). Global assessment of mountain ecosystem services using earth observation data. *Ecosyst. Serv.* 46, 101-213.
20. Sheikh, F. & Faizbakhsh, M. (2019). Planting, growing and harvesting of faba bean. Golestan Province Agricultural Education and Natural Resources Research Organization Press. 78p. [In Persian]
21. Meteorology Office of Golestan Province. (2017). Statistics and Information Center. [In Persian]
22. Sheikh, F., Sekhavat, R., Miri, Kh., Astaraki, H. & Aghajani, M. A. (2017). Introduction report of new G-Faba-1-1 coarse faba bean line, suitable for temperate and semi-temperate regions (Feyz cultivar). Golestan Agricultural and Natural Resources Research Center Press. 35p. [In Persian]
23. Sheikh, F., Sekhavat, R., Miri, Kh., Astaraki, H. & Aghajani, M. A. (2017). Introduction of a new line of G-Faba-133, a faba bean resistant to diseases and mechanized harvesting (Shadan cultivar). Golestan Agricultural and Natural Resources Research Center Press. 35p. [In Persian]
24. Sheikh, F., Sekhavat, R., Miri, Kh., Astaraki, H. & Aghajani, M. A. (2017). Introduction of G-Faba-95 WRB2-6, promising faba bean line, medium grain, disease resistant, low tannin and suitable for mechanized harvesting (Mahta cultivar). Golestan Province Agricultural Education and Natural Resources Research Organization Press. 37p. [In Persian]
25. Nelson, D. W. & Sommers, L. E. (1973). Determination of Total Nitrogen in Plant Material. *Agron.* 65 (1), 109-112.
26. Schuman, G. E., Stanley, A. M. & Kuundsen, D. (1973). Automated total nitrogen analysis of soil and plant samples. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 37, 480-481.

27. Khorramdel, S., Rezvani Moghadam, P. & Jafari, L. (2016). Evaluation of carbon sequestration potential of rapeseed fields (*Brassica napus* L.) in Khorasan Razavi province. *J. Crop Prod.* 9 (3), 22-43. [In Persian with English abstract]
28. Walky, A. & Black, I. A. (1934). An examination of digestion method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic and titration method. *Soil Sci.* 37, 29-38.
29. Ghazanshahi, J. (2006). Soil and Plant Analysis. Aij Press. 272p. [In Persian]
30. Ijtihadi, H., Sepehri, A. & Kafi, H. R. (2011). Methods of measuring biodiversity. Ferdowsi University of Mashhad. 226p. [In Persian]
31. Parsa, M. & Bagheri, A. (2008). Pulses. Ferdowsi University of Mashhad Press. [In Persian]
32. Stevenson, F. C., Johnston, A. M., Beckie, H. J., Brandt, S. A. & Townley-Smith, L. (1998). Cattle manure as a nutrient source for barley and oilseed crops in zero and conventional tillage systems. *Can. J. Plant Sci.* 78, 409-416.
33. Honarbakhsh, A. & Hayavi, F. (2017). Laboratory study of splash erosion in different soil textures using rain simulator. *Quantitative Geomorphol. Res.* 6 (3), 151-162.
34. Foroozeh, R., Heshmati, Gh., Ghanbarian, Gh. & Mesbah, H. (2008). Comparing carbon sequestration potential of three shrub species *Heliantemum lippii*, *Dendrostellera lessertii* and *Artemisia sieberi* (Case study: Garibangan region, Fasa). *Environ.* 34 (46), 65-72. [In Persian with English abstract]
35. Frank, A. & Karn, J. (2003). Vegetation indices, CO₂ flux, and biomass for Northern Plains grasslands. *J. Range Manag.* 56 (4), 382-387.
36. Singh, G., Bala, N., Chaudhuri, K. & Meena, R. (2003). Carbon Sequestration potential of common access resources in arid and semi- arid regions of northwestern India. *Indian for.* 129 (7), 859-864.
37. Post, W. M. & Kwon, K. C. (2000). Soil carbon sequestration and land use change: processes and potential. *Glob. Change Biol.* 6, 317-327.
38. Bolinder, M. A., Janzen, H. H., Gregorich, E. G., Angers, D. A. & Vanden Bygaart, A. J. (2007). An approach forestimating net primary productivity and annual carbon inputs to soil for common agricultural crops in Canada. *Agric. Ecosyst. Environ.* 118, 29-42.
39. Gill, R. A., Kelly, R. H., Parton, W. J., Day, K. A., Jackson, R. B., Morgan, J. A., Scurlock, J. M. O., Tieszen, L. L., Castle, J. V., Ojima, D. S. & Zhang, X. S. (2002). Using simple environmental variables to estimate belowground productivity in grasslands. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 11, 79-86.
40. Khorramdel, S., Kouchaki, A., Nasiri Mahallati, M. & Khorasani, R. (2010). The effect of cropping systems management on primary net production and relative carbon allocation coefficients in maize. *J. Agroecol.* 2 (4), 667-680. [In Persian with English abstract]
41. Eivazi, A. R. A., Rezazad, M., Soleimipour, M. & Rezai, M. (2012). Evaluation of potential of biological nitrogen fixation of Rhizobium strains in legume crops in West Azerbaijan province. *Iranian J. Crop Sci.* 13 (4), 627-641. [In Persian]
42. MEA (Millennium Ecosystem Assessment). (2005). Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. 160p.
43. Delavaran, H., Kazemi, H., Gherekhloo, J. & Kamkar, B. (2017). Identification and preparation of weed distribution map of barley fields in Bandar-e-Turkmen county. The First National Conference on Crop and Horticultural Production. Pp: 1445-1449. [In Persian]
44. Jannati Ataie, S., Pirdashty, H., Kazemi, H. & Younesabadi, M. (2017). Mapping the distribution and flora of the weeds in canola fields of Gorgan township by geographic information system (GIS). *J. Plant Protec.* 31 (4), 605-616. [In Persian with English abstract]

45. Sohrabirad, A., Siahmargovi, A., Kazemi, H., Kadriifar, F. & Gerekhloo, J. (2017). The effect of cropping management factors and soil characteristics on population and weed seed bank in soybean fields. *J. Agroecol.* 7 (1), 155-172. [In Persian with English abstract]
46. Bourdot, G. W., Hurrell, G. A. & Saville, D. J. (1998). Weed flora of cereal crops in Canterbury, New Zealand. *N. Z. J. Crop Hort. Sci.* 26, 233-247.
47. Wilsey, B. & Stirling, G. (2007). Species richness and evenness respond in a different manner to propagule density in developing prairie microcosm communities. *Plant Ecol.* 190 (2), 259-273.
48. Nahuelhual, L., Carmona, A., Laterra, P., Barrena, J. & Aguayo, M. (2014). A mapping approach to assess intangible cultural ecosystem services: The case of agriculture heritage in Southern Chile. *Ecol. Indic.* 40, 90-101.