

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Scheduling a Crop Rotation Program for Potato Based On Some Environmental Considerations

Kazemi, K.^{1*} and Eskandari², H.

1 and 2. Assistant Professor and Associate Professor, Respectively, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran.

*: Corresponding Author Email: Kamyar.kazemi@pnu.ac.ir

Received: 2024/12/12

Accepted: 2025/04/18

Introduction

Potato, as the fourth most important food crop in the world after rice, wheat and maize, play a crucial role in global food security. Monoculture of potato is an important obstacle for achieving high tuber yield. In other words, when potato is successively planted, continuous cropping is occurred, resulting in poor growth and development and low tuber yield and quality. Crop rotation, defining as growing a series of unrelated crops sequentially over time on the same land, is an agronomical method for increasing yield. For achieving positive effects of crop rotation, crops involved in rotation must be carefully selected. Impacts of crop rotation on potato yield and quality may be a function of the rotational crops. To increase the yield of potato tuber, plants including oat, fava bean, barley, potato, maize, canola, alfalfa and wheat have been suggested to be in crop rotation with potato. However, in the arrangement of these plants in crop rotations, only the increase in tuber production has been considered and the environmental impacts of these plants have not been taken into account. Therefore, in this study it has been tried to find out and suggest the best plants (among the eight plants whose positive effects on the yield of potato tubers have been confirmed) for crop rotation with potato (in a four-year period) based on their impacts on human health, ecosystems, and environmental resources.

Materials and Methods

Impact analysis of crops on human health, ecosystems and resources was carried out using SimaPro vr 9.5.0. Method used for comparison was ReCiPe 2016 endpoint (H) V1.08/world (2010) H/A/characterization. The environmental damage data of plants was calculated based on the production of one kg of plants.

Results and Discussion

Regarding human health, canola caused the greatest damage followed by wheat and fava bean. The lowest damaged belonged to alfalfa which was 93.18% lower than that of canola. Canola also had highest negative impact on ecosystems followed by fava bean and oat. The results revealed that the impact of all eight crops on resources was negligible (lower than 1.0 mPt). However, canola damage to resources was higher than that of the rest crops. In general, regarding all three damage categories, canola is the most unsuitable plant for crop rotation with potatoes, while the lowest damage belonged to alfalfa, oats and potato. Therefore, a four-year crop rotation based on the lowest damage to human health, ecosystems and environmental resources can be suggested as follow: Potato- alfalfa- potato- oat.

Conclusion

Therefore, a four-year crop rotation based on the lowest damage to human health, ecosystems and environmental resources can be suggested as follow: Potato- alfalfa- potato- oat.

Keywords: Ecosystem, Environmental Resources, Human Health, Tuber Yield

Citations: Kazemi, K. and Eskandari, H. (2025). Scheduling a Crop Rotation Program for Potato Based On Some Environmental Considerations. *Plant Production Technology*, 25(1), 29-36.

<https://doi.org/10.22084/ppt.2025.30250.2145>

© 2022 The Author(s). Bu- Ali Sina University Publication. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Online ISSN: 2476-5651

Print ISSN: 2476-6321

طرح ریزی برنامه تناوب زراعی سیب زمینی براساس برخی ملاحظات زیست محیطی

Scheduling a Crop Rotation Program for Potato Based On Some Environmental Considerations

کامیار کاظمی^{۱*} و حمداله اسکندری^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۹

(مقاله پژوهشی)

چکیده

سیب زمینی، بعد از گندم، برنج و ذرت چهارمین گیاه مهم از نظر امنیت غذایی است. تناوب زراعی نیز نقش مهمی در دستیابی به حداکثر عملکرد محصول دارد. برای افزایش عملکرد غده سیب زمینی، گیاهان یولاف، باقلا، جو، سیب زمینی، ذرت، کانولا، یونجه و گندم برای قرار گرفتن در تناوب پیشنهاد شده‌اند. با این حال، قرارگیری این گیاهان در تناوب زراعی با سیب زمینی تنها ناظر به افزایش محصول بوده است و اثرات زیست محیطی گیاهان مورد توجه قرار نگرفته است؛ بنابراین، در مطالعه حاضر اثرات زیست محیطی هشت گیاه زراعی پیشنهاد شده مورد ارزیابی قرار گرفت تا بهترین گیاهان برای قرارگیری در تناوب زراعی با سیب زمینی با در نظر گرفتن تأثیر آن‌ها بر سلامت انسان، منابع محیطی و اکوسیستم‌ها معرفی شود. بدین منظور، اثرات زیست محیطی گیاهان فوق با استفاده از نرم افزار سیمپرو (Vr 9.5) مورد ارزیابی قرار گرفت. بیشترین خسارت وارده به سلامت انسان توسط کانولا و سپس گندم و باقلا ایجاد شد. این در حالی است که یونجه، کمترین سطح خسارت به سلامت انسان (۹۳/۱۸ درصد کمتر از کانولا) را داشت. کانولا، همچنین، بیشترین سطح خسارت به اکوسیستم‌ها را نیز ایجاد کرد. اثر هر هشت گیاه بر مصرف منابع محیطی، ناچیز بود. به طور کلی، با در نظر گرفتن هر سه طبقه خسارت (سلامت انسان، اکوسیستم‌ها و منابع محیطی) کانولا، نامناسب‌ترین گیاه برای قرارگیری در تناوب زراعی با سیب زمینی است و کمترین خسارت به یونجه، یولاف و سیب زمینی اختصاص داشت. بر این اساس، می‌توان یک برنامه تناوب زراعی چهارساله را به صورت (سیب زمینی، یونجه، سیب زمینی، ذرت) برای به حداقل رساندن خسارات زیست محیطی پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: اکوسیستم، منابع محیطی، سلامت انسان، عملکرد غده

ارجاع به مقاله: کاظمی، ک. و اسکندری، ح. (۱۴۰۴). طرح ریزی برنامه تناوب زراعی سیب زمینی براساس برخی، مجله فناوری تولیدات گیاهی، ۲۵(۱)،

<https://doi.org/10.22084/ppt.2025.30250.2145/> ۳۶-۲۹

حق نشر متعلق به نویسنده (گان) است و نویسنده تحت مجوز Commons Creative License

Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>) به مجله اجازه می‌دهد مقاله‌ی چاپ شده را در

سامانه به اشتراک بگذارد، منوط بر اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.



شاپا الکترونیکی: ۵۶۵۱-۲۴۷۶

شاپا چاپی: ۶۳۲۱-۲۴۷۶

۱ و ۲. به ترتیب استادیار و دانشیار، گروه علمی کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

Email: Kamyar.kazemi@pnu.ac.ir

*: نویسنده مسئول

۱. مقدمه

سیب زمینی یک گیاه زراعی با ارزش است به طوری که بعد از گندم، برنج و ذرت، از نظر تأثیر بر امنیت غذایی جهانی در رتبه چهارم اهمیت قرار دارد (Qin et al., 2022). به علاوه، ترکیب اسیدهای آمینه آن با در نظر گرفتن نیازهای تغذیه‌ای انسان، در سطح مطلوب قرار دارد (Amini et al., 2017). سیب زمینی، در جهان در سطح وسیعی کشت می‌شود و یک گیاه زراعی پرمحصول به‌شمار می‌رود به طوری که تولید کالری و پروتئین توسط آن دو برابر گندم و برنج (در سطح یک هکتار) گزارش شده است (Nasrollahzadeh and Sedaghat, 2017).

یکی از موانع مهم در تولید سیب زمینی، تک‌کشتی است. تک‌کشتی، زمانی رخ می‌دهد که در یک قطعه زمین زراعی و در طی سال‌های متوالی تنها یک گیاه کشت شود. تک‌کشتی، باعث کاهش رشد و نمو و کاهش عملکرد و کیفیت سیب زمینی می‌شود (Liu et al., 2023). گزارش شده است که تک‌کشتی‌های متوالی سیب زمینی منجر به کاهش فعالیت میکروبی و افت کیفیت خاک از نظر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نیز می‌شود (Gao et al., 2021). از طرف دیگر، تک‌کشتی، علاوه بر افزایش جمعیت بیمارگرها، حساسیت سیب زمینی به آنها را نیز افزایش می‌دهد. بنابراین، برای حصول اطمینان از کشت موفق سیب زمینی، اعمال تناوب زراعی برای کاهش معایب تک‌کشتی ضروری است.

تناوب زراعی، که به صورت کشت تعدادی از گیاهان غیرمرتبط با هم (از نظر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی) در طول سال‌های متوالی در یک قطعه زمین زراعی تعریف می‌شود، از طریق تأثیر بر خاک، کاهش رشد علف‌های هرز و بیمارگرها باعث بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی، از جمله سیب زمینی، می‌شود (Payne, 2015). گزارش شده است که قرارداد گندم و جو در تناوب زراعی با سیب زمینی عملکرد غده را در مقایسه با قرارداد شبدرقمرز در تناوب زراعی حدود ۱۶ درصد بهبود می‌بخشد (Jiang et al., 2022). در مطالعه دیگری، برای افزایش تولید غده سیب زمینی پیشنهاد شده است که گیاهان گندم، یونجه و کانولا در تناوب‌های سه و چهارساله با سیب زمینی قرار بگیرند (Ramona et al., 2011). یولاف و باقلا نیز به عنوان گیاهانی

معرفی شده‌اند که می‌توانند جهت افزایش عملکرد غده، در تناوب زراعی با سیب زمینی باشند (Qin et al., 2022). همچنین سیب زمینی و ذرت (Liu et al., 2023) به عنوان گیاهانی با اثرات مثبت برای افزایش عملکرد غده سیب زمینی جهت قرار گرفتن در تناوب زراعی پیشنهاد شده‌اند.

پایداری بلندمدت سیستم‌های تولید سیب زمینی، آن دسته از استراتژی‌های مدیریتی را می‌طلبد که هم از نظر اقتصادی و زراعی و هم از نظر زیست‌محیطی پایدار باشد. در واقع، پیامدهای زیست‌محیطی نامطلوبی که در کنار تولید گیاهان زراعی ایجاد می‌شود، بر اهمیت توجه به ملاحظات زیست‌محیطی در پرورش محصولات زراعی افزوده است. ارزیابی چرخه حیات^۱، یک روش قوی و مفید برای بررسی اثرات زیست‌محیطی یک فرایند تولید است که در یک رویکرد جامع، تمامی مراحل تولید محصولات را ارزیابی می‌کند (Esfahani et al., 2018). در گندم، اثرات زیست‌محیطی کشت دیم و آبی براساس ارزیابی چرخه حیات بررسی و نتیجه گرفته شد که کشت دیم گندم به دلیل عملکرد دانه پایین‌تر، اثرات بیشتری بر محیط زیست دارد (Taki et al., 2018). ارزیابی چرخه حیات تولید ذرت در مناطق گرمسیری نشان داد که بیشترین اثر زیست‌محیطی تولید ذرت بر ایجاد سمیت برای اکوسیستم‌های آبی است و مصرف کودهای شیمیایی نقش مهمی در این سمیت دارد (Hossein et al., 2024). در پنبه نیز، ارزیابی چرخه حیات نشان داد که آبیاری و استفاده از آفت‌کش‌ها از عوامل اصلی اثرات زیست‌محیطی تولید پنبه هستند (Chapagain et al., 2006).

در بررسی‌های انجام شده، هشت گیاه سیب زمینی، جو، باقلا، ذرت، یولاف، گندم، بونجه و کانولا برای حفظ و بهبود عملکرد غده برای قرار گرفتن در تناوب زراعی با سیب زمینی پیشنهاد شده‌اند. با این حال، قرارگیری این گیاهان در تناوب زراعی با سیب زمینی تنها با در نظر گرفتن اثر آنها بر عملکرد غده مورد توجه قرار گرفته است، ولی اثرات احتمالی زیست‌محیطی که کشت این گیاهان به دنبال دارد در نظر گرفته نشده است. بر این اساس، در تحقیق حاضر تلاش شده است که گیاهان پیشنهاد شده برای قرار گرفتن در تناوب زراعی با سیب زمینی از نظر اثرات زیست‌محیطی (با ارزیابی چرخه

1. Life Cycle Assessment = LCA

حیات) مورد مقایسه قرار بگیرند و گیاهانی که دارای کمترین اثرات منفی بر محیط زیست هستند جهت طرح ریزی برنامه تناوب زراعی سیب زمینی معرفی شوند.

۲. مواد و روش ها

برای مقایسه اثرات زیست محیطی هشت گیاه پیشنهاد شده برای قرارگیری در تناوب زراعی با سیب زمینی (شامل جو، باقلا، ذرت، یولاف، گندم، بونجه، کانولا و سیب زمینی) از نرم افزار سیمپرو (ورژن ۹/۵) استفاده شد. برای این منظور، هر کدام از گیاهان به عنوان یک فرایند تولید در نرم افزار تعریف گردید. سپس داده های مربوط به تولید هر کدام از گیاهان از پایگاه داده ای اکو اینونت (Eco invent 3- allocation, cut off by classification- system ReCiPe 2016 Endpoint (H) v 1.08/world) استفاده از روش (2010)) مقایسه شدند. در نهایت، لیست سیاهه انتشار و اثرات گیاهان بر سه طبقه سلامت انسان، اکوسیستم ها و منابع محیطی تهیه گردید تا براساس آن بهترین گیاه برای قرارگیری در تناوب زراعی با سیب زمینی (براساس کمترین خسارت زیست محیطی) معرفی گردد.

۳. نتایج و بحث

نتایج نشان داد که کاشت سیب زمینی، جو، باقلا، ذرت، یولاف، گندم، بونجه و کانولا بر ۲۲ طبقه از مجموع طبقات منابع محیطی، سلامت انسان و اکوسیستم ها تأثیرگذار است (جدول ۱). اثر یولاف و بونجه بر سمیت زایی (غیرسرطانزا) (طبقه شانزدهم) و اثر گندم و ذرت بر مصرف آب (با ملاحظات سلامت انسان) منفی بود که نشان دهنده ی مثبت بودن اثرات این گیاهان بر محیط زیست در این طبقات می باشد. اثر گیاهان بررسی شده بر سایر طبقات زیست محیطی مثبت بود که نشان دهنده اثر منفی زیست محیطی آنها می باشد (جدول ۱). بیشترین و کمترین خسارت وارده به منابع محیطی به ترتیب از طرف کانولا و بونجه بود. درصد خسارتی که بعد از کاشت

کانولا به محیط زیست وارد می شود ۹۳/۱۸ درصد بیشتر از بونجه به دست آمد. بعد از کانولا، بیشترین خسارت وارد شده به منابع محیطی به باقلا و یولاف قرار داشت. با این حال، تأثیر این گیاهان بر منابع محیطی اگرچه حدود ۲۵ درصد بیش از بونجه بود ولی نسبت به کانولا حدود ۶۵ درصد خسارت کمتری به محیط زیست وارد کردند (شکل ۱). روند مشابهی در مورد اثر گیاهان بررسی شده بر اکوسیستم ها مشاهده گردید به طوری که نتایج نشان داد که تولید کانولا بیشترین و تولید بونجه کمترین خسارت زیست محیطی را به دنبال دارد (شکل ۱). روند تأثیر در مورد اثر تولید یولاف و باقلا بر اکوسیستم ها، مشابه اثرات آنها بر منابع محیطی بود بدین معنی که این گیاهان از نظر اثر اکوسیستمی نیز بیشترین خسارت زیست محیطی را (بعد از کانولا) به دنبال داشتند. با این حال، اثر منفی تولید باقلا و یولاف بر اکوسیستم ها بیش از اثر آنها بر منابع محیطی بود (شکل ۱). تأثیر سیب زمینی بر اکوسیستم ها همانند بونجه، ناچیز بود. نتایج نشان داد که همانند اثر بر منابع محیطی و اکوسیستم ها، تولید کانولا بیش از سایر گیاهان بر سلامت انسان تأثیر منفی داشت. بونجه نیز همانند سایر طبقات، در مقایسه با سایر گیاهان، اثر منفی کمتری بر سلامت انسان به دنبال داشت. با این حال، اثر منفی گندم بر سلامت انسان در رده دوم قرار گرفت. به عبارت دیگر، گندم که نسبت به یولاف و باقلا تأثیر منفی کمتری بر اکوسیستم ها و منابع محیطی داشت، در مورد سلامت انسان، تأثیر منفی آن بیشتر بود (شکل ۱). به طور کلی و با توجه به نتایج به دست آمده می توان گفت که از نظر ملاحظات زیست محیطی، کانولا بیشترین اثرات منفی را بر منابع محیطی، اکوسیستم ها و سلامت انسان داشت و برای قرار گرفتن در تناوب زراعی با سیب زمینی قابل توصیه نیست ولی از آنجا که بونجه، ذرت و سیب زمینی اثرات منفی کمتری بر محیط زیست داشتند، می توان آنها را در تناوب زراعی با سیب زمینی استفاده کرد تا ضمن به دست آوردن عملکرد غده مناسب، از تخریب محیط زیست نیز تا حد زیادی جلوگیری شود.

Table 1: The impact of crop species on different category of environmental health

Impact category		Unit	Crops							
			Potato	Barley	Fava bean	Maize	Oat	Wheat	Alfalfa	Canola
1	Global warming, human health	daily	3.26E-7	3.67E-7	7.38E-7	4.9E-7	7.1E-7	4.42E-7	1.17E-7	1.51E-6
2	Global warming, terrestrial ecosystems	species. Yr	9.84E-10	1.11E-9	2.22E-9	1.48E-9	2.14E-9	1.33E-9	3.52E-10	4.56E-9
3	Global warming, freshwater ecosystems	species. Yr	2.69E-14	3.02E-14	6.08E-14	4.03E-14	5.85E-14	3.64E-14	9.6E-15	1.25E-13
4	Stratospheric ozone depletion	daily	1.43E-9	3.88E-9	9.2E-9	4.71E-9	7.2E-9	4.87E-9	9.29E-10	1.57E-8
5	Ionizing radiation	daily	5.8E-11	3.49E-11	6.5E-11	4.85E-11	9.68E-11	4.5E-11	1.95E-11	5.63E-10
6	Ozone formation, human health	daily	1.4E-9	1.61E-9	2.71E-9	1.56E-9	2.37E-9	1.82E-9	4.74E-10	4.73E-9
7	Fine particulate matter formation	daily	5.63E-7	1.15E-6	1.34E-6	1.19E-6	1.2E-6	1.45E-6	3.03E-7	2.77E-6
8	Ozone formation, terrestrial ecosystems	species. Yr	2.04E-10	2.34E-10	3.92E-10	2.26E-10	3.44E-10	2.64E-10	6.99E-11	6.95E-10
9	Terrestrial acidification	species. Yr	9.47E-10	2.53E-9	2.6E-9	2.44E-9	2.24E-9	3.24E-9	6.27E-10	5.71E-9
10	Freshwater eutrophication	species. Yr	1.63E-10	1.09E-10	1.39E-10	1.03E-10	3.89E-10	1.2E-10	4.55E-11	3.51E-10
11	Marine eutrophication	species. Yr	1.6E-12	8.67E-12	7.35E-12	4.85E-12	2.21E-11	1.02E-11	1.45E-13	2.04E-11
12	Terrestrial eco-toxicity	species. Yr	3.14E-11	1.09E-11	1.95E-11	1.08E-11	2.16E-11	1.28E-11	5.33E-12	6.01E-11
13	Freshwater eco-toxicity	species. Yr	2.29E-11	7.03E-12	1.07E-11	7.22E-12	2.81E-11	9.56E-12	2.73E-12	3.96E-11
14	Marine eco-toxicity	species. Yr	2.79E-12	1.42E-12	2.17E-12	1.46E-12	5.68E-12	1.89E-12	5.62E-13	7.61E-12
15	Human carcinogenic toxicity	daily	6.31E-8	5.98E-8	8.92E-8	6.64E-8	9.26E-8	6.92E-8	2.57E-8	2.22E-7
16	Human non-carcinogenic toxicity	daily	2.19E-7	1.12E-6	6.91E-7	6.81E-7	-4.48E-7	1.55E-6	-2.18E-8	1.71E-6
17	Land use	species. Yr	3.92E-9	1.7E-8	2.79E-8	1.43E-8	2.68E-8	1.71E-8	4.07E-9	2.25E-8
18	Mineral resource scarcity	USD	0.000518	0.000268	0.000386	0.000231	0.00067	0.000306	0.000183	0.0014
19	Fossil resource scarcity	USD	0.0254	0.0212	0.0325	0.0192	0.0322	0.0239	0.00808	0.0896
20	Water consumption, human health	daily	1.28E-7	5.71E-10	6.98E-10	-1.14E-8	3.91E-8	-2.74E-8	5.1E-10	1.05E-8
21	Water consumption, terrestrial ecosystem	species. Yr	8.31E-10	4.63E-12	6.95E-12	1.92E-11	2.44E-10	3.74E-11	3.51E-12	1.23E-10
22	Water consumption, aquatic ecosystems	species. Yr	1.05E-13	6.8E-16	2.04E-15	6.44E-14	4.83E-14	1.48E-13	2.82E-16	8.2E-15

Comparing processes; Method: ReCiPe 2016 Endpoint (H) v1.08/Characterization

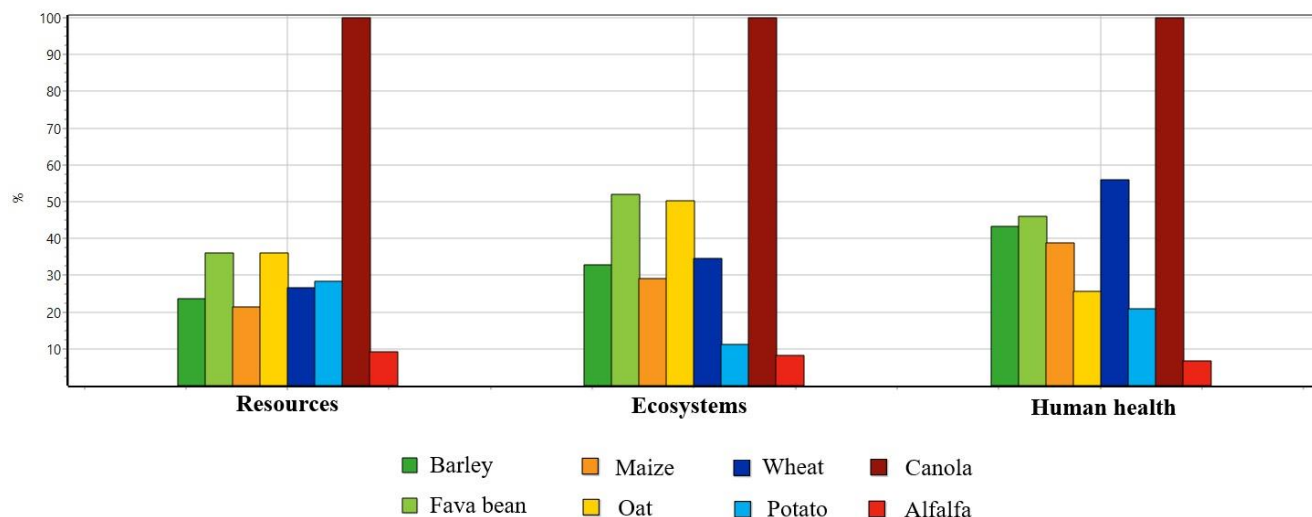


Fig. 1: Effect of eight proposed crop on resources, ecosystems and human health

۴. نتیجه گیری کلی

یونجه نیز کمترین تأثیر زیست محیطی را دارا بود. با در نظر گرفتن اثرات زیست محیطی گیاهان معرفی شده، می توان گیاهان سیب زمینی، یونجه و ذرت را برای قرارگیری در تناوب زراعی با سیب زمینی پیشنهاد داد.

از بین گیاهانی که برای قرار گرفتن در تناوب زراعی با سیب زمینی معرفی شدند، کانولا، بیشترین تأثیر منفی را بر سه طبقه منابع محیطی، اکوسیستم ها و سلامت انسان داشت. تولید

۵. منابع

- Amini, R., Dabbagh Mohammadi-Nasab, A. and Mahdavi, S. (2017). Effect of organic fertilizers in combination with chemical fertilizer on tuber yield and some qualitative characteristics of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Agroecology*, 9(3), 734-748. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jag.v9i3.47608>
- Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y., Savenije, H. H. G. and Gautam, R. (2006). The water foot print of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries. *Ecological Economics*, 60(1), 186-203. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.11.027>
- Esfahani, S.M.J., Naderi Mahdei, K., Saadi, H. and Dourandish, A. (2018). Evaluate the Environmental Impact of Silage Corn Production in South Khorasan Province. *Journal of Agroecology*, 10(1), 281-298. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jag.v10i1.60850>
- Gao, Z., Hu, Y., Han, M., Xu, J., Wang, X., Liu, L., Tang, Z., Jiao, W., Jin, R., Liu, M., Guan, Z. and Ma, Z. (2021). Effects of continuous cropping of sweet potatoes on the bacterial community structure in rhizospheric soil. *BMC Microbiology*, 21 (1), 102. <https://doi.org/10.1186/s12866-021-02120-6>
- Hossein, H. Y., Aizpanah, A., Namdari, M. and Shirkhani, H. 2024. Environmental life cycle assessment of corn production in tropical regions. *Scientific Reports*, 14, 20036. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70923-4>
- Jiang, Y., Nyiraneza, J., Noronha, C., Mills, A., Murnaghan, D., Kostic, A. and Wyand, S. (2022). Nitrate leaching and potato tuber yield response to different crop rotations. *Field Crops Research*. 288, 108700. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108700>
- Liu, Y., Li, Z., Li, Y., Liu, Z., Chen, F., Bi, Z., Sun, C., Tang, C., Yao, P., Yuan, A., Zhang, J., Gan, Y., Bai, J. and Zhang, X. (2023). Impact of extended dryland crop rotation on sustained potato cultivation in Northwestern China. *Resources, Conservation & Recycling*. 197, 107114. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107114>
- Nasrollahzadeh As, A. and Sedaghat, G. (2017). Effects of planting depth and irrigation disruption on yield and yield components in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Crop Science Research in Arid Regions*. 1(1), (In Persian). <https://doi.org/10.22034/csrar.01.01.09>
- Payne, R.W. (2015). The design and analysis of long-term rotation experiments. *Agronomy Journal*. 107 (2), 772-785. <https://doi.org/10.2134/agronj2012.0411>
- Taki, M., Soheili-Fard, F., Rohani, A., Chen, G. and Yildizhan, H. (2018). Life cycle assessment to compare the environmental impacts of different wheat production systems. *Journal of Cleaner Production*, 191, 195-207. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.173>

- Qin, J., Bian, C., Duan, S., Wang, W., Li, G. and Jin, L. (2022). Effects of different rotation cropping systems on potato yield, rhizosphere microbial community and soil biochemical properties. *Frontiers in Plant Science*. 13, 999730. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.999730>
- Ramona, M. M., Volkmar, K., Doug, A., Derksen, A., Byron Irvine, R., Khakbazan, M., McLaren, D., Monreal, M.A., Moulin, A. P. and Tomasiewicz, D. T. (2011). Effect of Rotation on Crop Yield and Quality in an Irrigated Potato System. *American Journal of Potato Research*. 88, 346-359. [https://doi.org/ 10.1007/s12230-011-9200-9](https://doi.org/10.1007/s12230-011-9200-9)