



Effect of Various Chemical and Organic Mulch Types on Soil Physico-Chemical Characteristics and Qualitative and Quantitative Yield of Saffron in Qaenat Region

Zohre Natavan¹, Rooholla Moradi^{2*}, Mehdi Naghizadeh³ and Nasibeh Pourghasemian²

Article type:

Research Article

Article history:

Submitted: 2 November 2022

Revised: 21 November 2022

Accepted: 20 December 2022

Available Online: 21 January 2023

How to cite this article:

Natavan, Z., Moradi, R., Naghizadeh, M., Pourghasemian, N. 2023. Effect of Various Chemical and Organic Mulch Types on Soil Physico-Chemical Characteristics and Qualitative and Quantitative Yield of Saffron in Qaenat Region. *Saffron Agronomy & Technology*, 10(4): 325-341.

DOI: 10.22048/jsat.2022.368175.1473

Abstract

In order to study the effect of different chemical and organic mulch types on various soil characteristics and qualitative and quantitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.), an experiment was conducted based on a randomized complete block design with three replications at Qaen region in from 2018 to 2019 years. The experimental treatments were the application of various mulch types for weed control (no weed control, hand weeding, transparent polyethylene, black polyethylene, beeswax waste, residues of grape leaf, wheat straw, pomegranate leaf, pistachio leaf, barley straw, and saffron corm dunnage). The results showed that all the treatments except black and transparent polyethylene significantly improved the potassium contents of soil compared to hand weeding treatment. Treatments of beeswax waste (0.083%), pistachio leaf (0.081%), and transparent polyethylene (0.080%) included the highest amount of soil nitrogen. The highest amount of carbon (0.838%) and soil organic matter (1.17%) was also observed in beeswax waste mulch treatment. This treatment also led to soil acidification compared to other treatments. Application of all the mulches except transparent polyethylene caused a significant increase in the stigmas yield of saffron compared to non-weeding conditions. Beeswax waste and wheat straw had the highest stigma yield (4.89 and 4.32 kg ha⁻¹), respectively; these increased the stigma yield by 213% and 177% compared to the no-weeding treatment. Black polyethylene, pomegranate leaf, and grape leaf did not show a significant difference with hand weeding in terms of the stigma yield of saffron. The highest amount of safranal, crocin and picrocrocin in saffron was obtained from the black polyethylene mulch treatment. In general, the results confirmed that the application of all the studied mulches with the exception of transparent polyethylene led to improving soil characteristics and saffron yield compared to no weed control treatment and is recommended to farmers.

Keywords: Safranal, Crocin, Picrocrocin, Polyethylene, Beeswax waste

1- M.Sc. Graduate of Medicinal Plants, Department of Plant Productions, Agricultural Faculty of Bardsir, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

2- Associate Professor, Department of Plant Productions, Agricultural Faculty of Bardsir, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

3- Assistant Professor, Department of Plant Productions, Agricultural Faculty of Bardsir, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran



Corresponding author: r.moradi@uk.ac.ir

© 2022, University of Torbat Heydarieh. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial License (CC BY NC 4.0)

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>).



مقاله پژوهشی

اثر انواع مالچ شیمیایی و آلی بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک و عملکرد کمی و کیفی کلاله زعفران در منطقه قائنات

زهرا ناتوان^۱، روح اله مرادی^{۲*}، مهدی نقی زاده^۳ و نسیم پورقاسمیان^۲

تاریخ دریافت: ۱۱ آبان ۱۴۰۱

تاریخ بازنگری: ۳۰ آبان ۱۴۰۱

تاریخ پذیرش: ۲۹ آذر ۱۴۰۱

ناتوان، ز.، مرادی، ر.، نقی زاده، م.، پورقاسمیان، ن. ۱۴۰۱. اثر انواع مالچ شیمیایی و آلی بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک و عملکرد کمی و کیفی کلاله زعفران در منطقه قائنات. زراعت و فناوری زعفران، ۱۰(۴): ۳۲۵-۳۴۱.

چکیده

به منظور بررسی تأثیر انواع مختلف مالچ شیمیایی و آلی بر خصوصیات مختلف خاک و عملکرد کمی و کیفی زعفران (*Crocus sativus L.*)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه چهار ساله زعفران در شهرستان قاین در بازه زمانی ۱۳۹۷ تا ۱۳۹۹ اجرا شد. تیمارها شامل استفاده از انواع مختلف مالچ برای کنترل علف هرز شامل عدم کنترل، وجین دستی، پلاستیک شفاف و پلاستیک سیاه (به ضخامت ۱۵ تا ۲۰ میکرومتر)، بقایای برگ انگور، کلش گندم، برگ انار، برگ پسته، کلش جو، تفاله موم زنبور عسل و پوشال بنه زعفران (به ضخامت ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر) بود. نتایج نشان داد که همه تیمارهای مورد بررسی به استثنای پلاستیک شفاف و سیاه باعث بهبود پتا سیم خاک نسبت به وجین دستی شدند. تیمارهای تفاله موم زنبور عسل (۰/۰۸۳ در صد)، برگ پسته (۰/۰۸۱ در صد) و پلاستیک شفاف (۰/۰۸۰ درصد) بالاترین میزان نیتروژن خاک را شامل شدند. بیشترین میزان کربن (۰/۸۳۸ درصد) و ماده آلی خاک (۱/۱۷ درصد) نیز در تیمار مالچ تفاله موم زنبور عسل مشاهده شد. این تیمار همچنین باعث اسیدی شدن خاک نسبت به دیگر تیمارها شد. استفاده از کلیه مالچ‌های مورد بررسی بجز پلاستیک شفاف باعث افزایش معنی‌دار عملکرد کلاله زعفران نسبت به شرایط عدم وجین شدند. تفاله موم زنبور عسل و کلش گندم به ترتیب بالاترین عملکرد کلاله (۴/۸۹ و ۴/۳۲ کیلوگرم در هکتار) را دارا بودند، که به ترتیب باعث افزایش ۲۱۳ و ۱۷۷ درصدی عملکرد کلاله نسبت به تیمار عدم وجین شدند. مالچ پلاستیک سیاه، برگ انار و برگ انگور اختلاف معنی‌داری با تیمار وجین دستی از نظر عملکرد کلاله زعفران نشان ندادند. بیشترین میزان ساfranال، کروسین و پیکروکروسین زعفران در تیمار مالچ پلاستیک سیاه بدست آمد. بطور کلی، نتایج تایید نمود که استفاده از کلیه مالچ‌های مورد استفاده به استثنای پلاستیک شفاف منجر به بهبود خصوصیات خاک و عملکرد کلاله زعفران نسبت به عدم وجین شدند و قابل توصیه برای کشاورزان می‌باشند.

کلمات کلیدی: ساfranال، کروسین، پیکروکروسین، پلی اتیلن، تفاله موم زنبور عسل

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته گیاهان دارویی، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- دانشیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان

(* نویسنده مسئول: r.moradi@uk.ac.ir)

مقدمه

زعفران یکی از کارآمدترین گیاهان زراعی از نظر مصرف آب و گیاهی نسبتاً کم توقع از نظر نیاز به عناصر غذایی است (Safari Zareh et al., 2020). امکان بهره برداری طولانی با یک بار کشت و عدم نیاز به ماشین آلات سنگین از دیگر مزایای ورود این گیاه به عنوان گیاهی جایگزین در نظام های زراعی کم نهاده، می باشد (Koocheki, 2013). همچنین ارزآوری فراوان آن مزید اهمیت و لزوم توجه خاص به این گیاه است (Hendizadeh, 2019). بنابراین، زعفران اقتصادی ترین گیاه زراعی تغذیه های در سیستم های کشاورزی کم نهاده در نواحی کشت زعفران در جنوب خراسان است.

مالج های گیاهی، نهاده های زیستی طبیعی هستند که پتانسیل بالقوه در مدیریت علف های هرز را در برخی از گیاهان زراعی و باغی دارند. مالج ها به طور کلی نو سانات دمایی خاک را کاهش داده و جوانه زنی بذر علف های هرز را تقلیل میدهند و نیز با ایجاد مانع فیزیکی رشد علف های هرز را کم خواهند کرد (Margolein et al., 2009). چند نمونه از مالج های شناخته شده، عبارتند: از بقایای گیاهی، برگ ها، قسمت های هرس شده درختان، کود حیوانی، کاغذ، لایه های پلاستیکی، فرآورده های نفتی و سنگ. مالج ها می توانند به دلیل خفه کردن علف های هرز باعث کاهش رشد و تراکم آنها شده و از این طریق سبب افزایش عملکرد محصولات شوند (Kaspar et al., 2007). زمانی که از بقایای گیاهی به عنوان مالج استفاده می شود، این مواد می توانند نقش کود های آلی را برای گیاه بازی کنند (Hosseini et al., 2014). کیو و همکاران (Qiu et al., 2014) چنین اظهار کردند که در زیست بوم کشاورزی، ماده آلی بر بسیاری از عملکردها و فرآیندهای قابل اندازه گیری خاک به آسانی اثر می گذارد. همچنین یانگ و همکاران (Yang et al.,

2012) بیان کردند که ماده آلی علاوه بر اینکه نقش انبار مواد غذایی را دارد، موجب تهویه بهتر خاک و بهبود ظرفیت نگهداری آب می گردد. در کودهای آلی در طی دوره رشد، آزاد شدن عناصر غذایی انجام می گیرد که این امر موجب کاهش آب شویی این عناصر می گردد (Grassi et al., 2015). با افزایش ماده آلی خاک علاوه بر بهبود ویژگی های فیزیکی - شیمیایی خاک، کیفیت خاک و تولیدات گیاهی و توده میکروبی افزایش و فرسایش خاک کاهش می یابد (Zhou et al., 2019). در همین راستا تحقیقات انجام گرفته تایید می کند کودهای شیمیایی به تنهایی عملکرد گل زعفران را افزایش نمی دهند، مگر زمانی که همراه با مواد آلی به کار برده شوند (Fallahi et al., 2018). نتایج آزمایش تاجیک احمدی (Tajik-Ahmadi, 2010) نشان داد که آبیاری تابستانه و استفاده از مالج موجب افزایش نسبی رطوبت خاک و کاهش دمای اطراف کورم ها در مقایسه با سایر تیمارها گشته و موجب افزایش ۱۲ درصدی وزن خشک کالاله نسبت به تیمار شاهد شد. مطالعه رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) در خصوص بررسی اثرات تاریخ و مقادیر کاربرد کاه و کلش گندم بر خصوصیات بنه های دختری و گل انگیزی زعفران نیز اثر مثبت کاربرد ۸ تن مالج در مهرماه را تایید نمود.

از طرفی، امروزه کاربرد بقایای گیاهی بعنوان مالج اهمیت زیادی در مدیریت علف های هرز در راستای گسترش توجه به اصول کشاورزی پایدار دارد. بقایای گیاهی علاوه بر تأثیری که روی بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارند، با اثرات آلوپاتی و جلوگیری از رسیدن نور به سطح خاک، جوانه زنی، استقرار و رشد علف های هرز را کاهش داده و توانایی رقابتی گیاهان را بهبود می بخشند (Khoramdel et al., 2013). علاوه بر این، بقایای گیاهی با تأثیر بر محتوی نیترات

بقایا در متر مربع در زمان پاک گل در اواخر آبان ۱۳۹۷ (چراکه در این زمان، بوته های زعفران به خوبی مشخص بوده و به راحتی می توان مالچ را در بین ردیف ها و فاصله بین بوته ها اعمال کرد)، بین ردیف های زعفران انجام شد و بلافاصله آبیاری صورت گرفت. در تیمار وجین دستی، علف های هرز توسط وجین دستی در کل طول فصل رشد کنترل گردید. در تیمار شاهد نیز، به علف های هرز اجازه رشد تا پایان فصل رشد داده شد. آبیاری زعفران برای کلیه کرت ها بصورت یکسان در ۵ نوبت انجام شد. در سال دوم، اولین آبیاری (بسار آب) در اواخر مهر ۱۳۹۸ انجام شده و پس از ظهور گل خصوصیات عملکردی گل و کلاله مورد ارزیابی قرار گرفت. خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک شامل نیز در آبان ماه ۱۳۹۸ مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور محتوی کربن آلی خاک با روش اکسایش با دیکرومات کجدال (Bremner, 1970)، میزان فسفر قابل دسترس با روش اولسن (Olsen et al., 1954)، پتا سیم قابل دسترس با روش وارلی (Varley, 1966) اندازه گیری شدند.

جهت تعیین خصوصیات کیفی زعفران، متابولیت های ثانویه کلاله های خشک شامل کرو سین (عامل رنگ)، پیکروکرو سین (عامل طعم) و سافرانال (عامل عطر) در آزمایشگاه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی بردسیر کرمان اندازه گیری شد. عصاره گیری از کلاله های خشک زعفران با آب مقطر طبق روش استاندارد (ISO/TS 3632-2 (2003) انجام شد. بدین صورت که حدود ۰/۵ گرم کلاله زعفران از هر تیمار توزین شده و در ارلن با حجم ۵۰۰ میلی لیتر ریخته شد. جهت جلوگیری از رسیدن نور به نمونه ها، ارلن ها با فویل آلومینیومی کاملاً پوشانده شدند. پس از افزودن حدود ۲۰۰ میلی لیتر آب مقطر به کلاله های آسیاب شده، این نمونه ها به مدت یک ساعت بر روی همزن مغناطیسی قرار داده شدند. پس از این مدت، مایع حاصل در یک بالن ۵۰۰ میلی لیتری که در فویل آلومینیومی پیچیده شده بود، به حجم

خاک، تعدیل دمای خاک، ممانعت از نفوذ نور و حفظ محتوی رطوبتی خاک می توانند رشد و نمو علف های هرز را تحت تأثیر قرار دهند (Judice et al., 2007). مالچ های پلاستیکی بیشترین کاربرد را در کشاورزی دارند و براساس کاربرد آنها از رنگ های متفاوتی برخوردارند که در مقیاس وسیعی در زراعت های ردیفی و صیفی مورد استفاده قرار می گیرند (Afshar et al., 2012).

این مطالعه با هدف بررسی تأثیر انواع مختلف مالچ بر خصوصیات مختلف خاک، عملکرد کلاله زعفران و میزان سافرانال، کرو سین و پیکروکرو سین در شرایط آب و هوایی قائن اجرا شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال های زراعی ۹۹-۱۳۹۷ در مزرعه چهار ساله زعفران در شهر ستان قاین، واقع در رو ستای نینگ در ۲۳ کیلومتری جنوب غربی قاین اجرا شد. کاشت بنه ها در مزرعه مورد نظر در خرداد ۱۳۹۳ با فاصله بین ردیف ۲۵ و روی ردیف ۷ سانتی متر انجام شده بود. خاک مزرعه لومی شنی، با شاخص واکنش (pH) ۷/۷، هدایت الکتریکی ۰/۹۵ دسی زیمنس بر متر، کربن آلی ۱/۰۷ درصد، نیتروژن کل ۰/۱ درصد، فسفر ۴/۲ میلی گرم در کیلوگرم و پتاسیم ۵۲۰ میلی گرم در کیلوگرم بود. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل استفاده از انواع مختلف مالچ برای کنترل علف هرز شامل عدم کنترل، وجین دستی، پلاستیک شفاف، پلاستیک سیاه، بقایای برگ انگور، کلش گندم، برگ انار، برگ پسته، کلش جو، تفاله موم زنبور عسل و پوشال بنه زعفران بود.

برای اعمال تیمارها، کرت هایی به ابعاد ۳×۳ متر مشخص شد. اضافه کردن مالچ های پلاستیکی (پلی اتیلن) به ضخامت ۱۵ تا ۲۰ میکرومتر و مالچ های آلی (بصورت تازه) به ضخامت ۵ تا ۱۰ سانتی متر که به طور جداگانه هریک به میزان ۸۰۰ گرم

استثنای کلش جو با میزان ۰/۴۱۷ درصد و وجین دستی با میزان ۰/۵۲۲ درصد باعث افزایش معنی دار در صد کربن آلی نسبت به تیمار عدم کاربرد مالچ شدند (جدول ۲). کاربرد مالچ برگ انار در مقایسه با شاهد میزان کربن آلی خاک را بهبود بخشید و اختلاف معنی داری بین کاربرد این تیمار با پوشال مشاهده نشد.

مقایسه بین تیمارهای مختلف مالچ از نظر ماده آلی خاک نشان داد که بیشترین ماده آلی خاک مربوط به تیمار مصرف برگ پسته با میزان ۱/۴۰ درصد و سپس موم عسل (۱/۱۷ درصد)، مالچ سفید (۱/۰۸ درصد) و برگ انار (۱/۰۴ درصد) بود که به ترتیب ۸۴/۵، ۴۷/۱۶، ۴۲/۲۹ و ۳۷/۰۲ درصد افزایش نسبت به شاهد نشان دادند. اختلاف معنی داری بین تیمار مالچ پلاستیک سفید و برگ انار از نظر این شاخص مشاهده نشد (جدول ۲). همچنین، کمترین میزان ماده آلی در تیمار مالچ پلاستیکی سیاه با میزان ۰/۵۳۸ درصد و وجین دستی با میزان ۰/۶۲۰ درصد مشاهده شد. بطوریکه تیمار مالچ سیاه و وجین دستی میزان این شاخص را به میزان ۲۹/۱۱ و ۱۸/۳۱ درصد نسبت به عدم کنترل علف های هرز کاهش دادند. همچنین تیمارهای پوشال و برگ انگور هم از نظر این شاخص با شاهد اختلاف معنی داری نداشتند.

با توجه به اینکه کربن آلی خاک با عملیات مدیریتی تغییر می کند باید کربن آلی به عنوان یک خصوصیت مهم در بررسی کیفیت خاک لحاظ شود و همچنین به عنوان شاخص های پویای کیفیت خاک لحاظ شود (Saadatfar et al., 2016). نیتروژن در خاک بیشتر به صورت ترکیبات آلی وجود دارد، بنابراین تجمع نیتروژن در خاک با تجمع مواد آلی، رابطه نزدیک دارد (Koocheki & Seyyedi, 2016). بقایای گیاهی با تبدیل شدن به هوموس و افزایش تهویه خاک موجب افزایش مقدار مواد آلی و نیتروژن می شوند (Rafati et al., 2019). بنابراین و طبق نتایج به دست آمده به نظر می رسد در اثر کاربرد مالچ ها

رسانده شد. سپس ۲۰ میلی لیتر از این مایع در یک ارلن ۲۰۰ میلی لیتر با آب مقطر به حجم رسانده شد و مایع حاصل به وسیله پمپ خلأ مخزن هوا و کاغذ صافی سیلیکات (۱ ستات سلولز با قطر ۰/۴۵ میکرومتر) صاف گردید. سپس اندازه گیری جذب نوری محلول با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (مدل SPKOL 2000- UV/Vis) در طول موج های ۲۵۷، ۳۳۰ و ۴۴۰ نانومتر به ترتیب برای پیکروکرو سین، سافرانال و کرو سین انجام شد. نتایج بر اساس حداکثر جذب یک درصد محلول آبی در طول موج های ذکر شده ($E_{\lambda_{max}}^{1\%}$) بر مبنای ماده خشک حداقل طبق معادله ۱-۳ بیان گردید (Molina et al., 2005).

$$E_{\lambda_{max}}^{1\%} = \frac{A_{\lambda_{max}} * 5000}{m (100-H)} \quad (1)$$

در این معادله، $A_{\lambda_{max}}$ عدد قرائت شده از دستگاه اسپکتروفوتومتر، m وزن نمونه کلاله زعفران بر حسب گرم و H درصد رطوبت نمونه ها که ۶/۴۲ در نظر گرفته شد، می باشد. داده های حاصل از آزمایش بر اساس طرح آماری مورد استفاده، توسط نرم افزار SAS (نسخه ۹/۲) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد جهت مقایسه میانگین استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر تیمارهای مختلف مالچ بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک

محتوی کربن و ماده آلی خاک

تیمارهای مختلف مالچ، کربن و ماده آلی خاک را به طور معنی داری ($p \leq 0.01$) تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۱). پایین ترین درصد کربن آلی خاک به ترتیب برای تیمارهای مالچ پلاستیک سیاه و کلش جو به ترتیب با ۰/۴۰۰ درصد و ۰/۴۱۷ درصد بدست آمد و بالاترین درصد کربن آلی به ترتیب با میزان ۰/۸۳۸ و ۰/۸۱۳ درصد به مالچ تفاله موم عسل و مالچ سفید اختصاص داشت. نتایج نشان داد که کلیه مالچ های مورد استفاده به

خاک می‌گردد (Heydarzadeh & Jalalian, 2020). در تحقیقات دیگری اثبات شد که افزون مالچ های آلی به خاک می تواند مواد آلی خاک از جمله کربن آلی را افزایش دهد (Mahmoudabadi et al., 2013). بر اساس مطالعاتی مطالعاتی نشان دادند که با افزایش مقدار کربن آلی، ظرفیت نگهداری رطوبت در اثر تشکیل ژل های حاصل از تجزیه بقایای آلی و ترشحات میکروبی، افزایش یافت (Zolfi Bavariani et al., 2016).

محتوی نیتروژن خاک: بر اساس نتایج تجزیه واریانس مقدار نیتروژن خاک به طور معنی داری تحت تأثیر انواع مالچ ها قرار گرفت ($p \leq 0.01$) (جدول ۱).

بیشترین میزان نیتروژن را تیمارهای تفاله موم عسل، برگ پسته و پلاستیک شفاف به خود اختصاص دادند و سپس تیمارهای برگ انار و کلش گندم از نظر میزان نیتروژن در رتبه های بعدی قرار داشتند (جدول ۲). کمترین میزان نیتروژن هم مربوط به تیمار پوشال (۰/۰۲۸ درصد) بود. همچنین، اختلاف معنی داری از نظر محتوی نیتروژن خاک بین تیمارهای شاهد (وجین دستی)، عدم وجین و برگ انگور مشاهده نشد. میزان تغییرات این عامل هم راستا تغییرات کربن و ماده آلی خاک بود. بر اساس گزارش ذبیحی و پیش بین (Zabihi & Pishbin, 2018) زعفران گیاه کم توقعی است ولی برای رشد به حد متوسطی از عناصر غذایی نیاز دارد، بنابراین شرایط اولیه حاصل خیزی خاک برای این گیاه دارای اهمیت زیادی می باشد. علاوه بر این، زعفران از سال دوم به بعد تولید بنه های جدید کرده که این بنه ها در سطح نزدیکتری به خاک تشکیل شده و از شرایط محیطی از جمله سرما، گرما و تغییرات رطوبتی خاک، تأثیر بیشتری می پذیرند. کود های آلی می توانند برای پایداری کشاورزی مناسب باشند (Monemizadeh et al., 2019). مقدار ماده آلی خاک به دلیل اینکه خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و فرایندهای خاک را شدیداً تحت تأثیر قرار می دهد

در تیمار های تفاله موم عسل، برگ پسته و برگ انار مقدار کربن و ماده آلی خاک افزایش یافته که این موضوع می تواند روی افزایش مقدار نیتروژن خاک نیز مؤثر باشد. چنین به نظر می رسد که تفاله موم عسل، برگ پسته و انار به دلیل تبدیل شدن به هوموس موجب افزایش این شاخص ها شده اند. همچنین در تیمار مالچ پلاستیک سفید به دلیل اینکه مثل شرایط گلخانه ای عمل می کند، بنابراین شاید دلیل افزایش ماده آلی در این تیمار، جذب نور و به دام انداختن نور که موجب افزایش ر شد علف هرز شده (Natavan et al., 2021) و در اواخر فروردین ماه به دلیل گرمای زیاد این بقایا به هوموس تبدیل شده و موجب افزایش این شاخص گردیده اند. از طرفی تیمار مالچ سیاه و پوشال هم با کاهش کربن آلی و ماده آلی موجب کاهش نیتروژن شده اند و می توان دلیل آن را در تیمار مالچ سیاه به دلیل کاهش رشد علف های هرز (Natavan et al., 2021) و در نتیجه کاهش ماده آلی برگشتی به خاک عنوان کرد.

تحقیقات مکاری و افزالی (Makari & Afzali, 2018) نشان داده است که برگرداندن بقایای گیاهی به خاک می تواند باعث بهبود خصوصیات خاک تحت تأثیر اضافه نمودن ماده آلی به خاک شود. همچنین تحقیقات حیدرزاده و جلالیان (Heydarzadeh & Jalalian, 2020) حاکی از آن بود که بقایای گیاهی می تواند نقش مؤثری بر افزایش ماده آلی خاک و کاهش آبشویی نیتروژن داشته باشد. آنها این موضوع را به این امر نسبت دادند که بقایای گیاهی تحت تأثیر تثبیت نیتروژن و آزاد سازی تدریجی آن تحت تأثیر تجزیه بقایای گیاهی در خاک با کاهش آبشویی نیتروژن در مقایسه با خاک لخت می تواند نقش مفید تری در فراهمی بخشی از تقاضای گیاه به این عنصر داشته باشد. از آنجا که بالاترین میزان آبشویی طی پائیز و زمستان رخ می دهد (Mohammadi et al., 2015)، بنابراین کاربرد بقایای گیاهی از طریق ممانعت از آبشویی نیتروژن، منجر به جلوگیری از تلفات آن و موجب تأثیر مثبت بر محتوی نترات

یکی از شاخص‌های مهم کیفیت خاک محسوب می‌شود (Zabihi & Pishbin, 2018).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های فیزیکی-کیمیایی خاک تحت تأثیر مالچ‌های مورد استفاده

Table 1-ANOVA results (mean of squares) of soil physico-chemical characteristics as affected by mulching treatments

منابع تغییر	درجه آزادی	پتاسیم	نیتروژن	فسفر	کربن آلی	ماده آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی
S.O.V	df	K	Total N	P	Organic carbon	Organic matter	pH	EC
تکرار	2	2395.6 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.179 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.007 ^{ns}	0.137 ^{ns}	0.036 ^{ns}
Replicate								
تیمار	10	15138.6 ^{**}	0.022 ^{**}	87.97 ^{**}	0.0743 ^{**}	0.189 ^{**}	3.13 ^{**}	3.22 ^{**}
Treatment								
خطا	20	1834.1	0.009	0.564	0.001	0.005	0.204	0.090
Error								
ضریب تغییرات	-	9.07	6.12	8.49	6.51	8.33	6.26	10.68
C.V. (%)								

*، ** و ns: به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد و عدم معنی‌داری.
ns = Non-significant. * = Significant at 5% level. ** = Significant at 1% level.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات مالچ‌های مختلف بر خصوصیات فیزیکی-کیمیایی خاک

Table 2- Effect of various studied mulches on soil physico-chemical characteristics

تیمارها	پتاسیم	نیتروژن	فسفر	کربن آلی	ماده آلی	واکنش خاک	هدایت الکتریکی
Treatments	K (mg.kg ⁻¹)	N (%)	P (mg.kg ⁻¹)	Organic carbon (%)	Organic matter (%)	pH	EC (ds.m ⁻¹)
موم عسل	430.0 ^e	0.083 ^a	8.74 ^{de}	0.838 ^a	1.17 ^b	4.18 ^c	2.63 ^b
Beeswax							
کلش گندم	475.0 ^d	0.063 ^c	22.08 ^a	0.632 ^{cd}	0.937 ^{de}	7.41 ^a	4.64 ^a
Wheat straw							
وجین دستی	411.0 ^{ef}	0.059 ^{cd}	8.06 ^{de}	0.522 ^e	0.620 ^g	7.30 ^a	2.32 ^{cd}
Hand weeding							
مالچ سیاه	410.0 ^{ef}	0.039 ^f	5.14 ^h	0.400 ^f	0.538 ^g	6.50 ^b	2.39 ^{bc}
Black polyethylene							
برگ انار	490.0 ^c	0.072 ^b	6.79 ^{fg}	0.724 ^b	1.04 ^{cd}	7.32 ^a	2.48 ^{bc}
Pomegranate leaf							
برگ انگور	477.5 ^{cd}	0.056 ^d	5.62 ^{hg}	0.565 ^{de}	0.791 ^f	7.59 ^a	2.21 ^{bc}
Grape leaf							
برگ پسته	610.0 ^a	0.081 ^a	7.72 ^{ef}	0.824 ^a	1.40 ^a	7.58 ^a	2.11 ^c
Pistachio leaf							
کلش جو	510.0 ^c	0.049 ^e	10.60 ^c	0.417 ^f	0.930 ^{de}	7.61 ^a	2.42 ^{bc}
Barley straw							
پوشال زعفران	575.0 ^b	0.028 ^g	12.95 ^b	0.660 ^{bc}	0.810 ^{ef}	7.61 ^a	5.09 ^a
Saffron dunnage							
پلاستیک شفاف	405.0 ^f	0.080 ^a	0.160 ⁱ	0.813 ^a	1.08 ^{bc}	7.39 ^a	2.11 ^c
Transparent polyethylene							
عدم وجین	400.0 ^f	0.056 ^d	9.00 ^d	0.533 ^e	0.759 ^f	7.66 ^a	2.42 ^{bc}
No weed control							

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن نمی‌باشد.

Column means with the same letter are not significantly different by Duncan test ($p \leq 0.05$).

مقادیر فسفر هم مربوط به تیمار مالچ پلاستیک شفاف با ۰/۱۶۰ میلی گرم در کیلوگرم بود که میزان این شاخص را در مقایسه با تیمار عدم وجین حدود ۹۸ درصد کاهش داد. اختلاف معنی داری از نظر میزان فسفر بین تیمارهای موم زنبور عسل، عدم وجین و وجین دستی مشاهده نشد.

فسفر نقش مهمی را در متابولیسم گیاهان در فرآیند انتقال انرژی بازی می کند. فسفر باعث بهبود رشد ریشه، تحریک گلدهی می شود. همچنین کمبود فسفر باعث عقب افتادگی رشد ریشه گیاهان بعلاوه ریشه کم ریشه و تاخیر در گلدهی می شود (Zabihi & Pishbin, 2018). معمولاً فسفر قابل دسترس برای گیاهان به ترکیبات ارگانیک خاک متصل شده اند و یا با میکروارگانیزم های خاک تجمع یافته اند و این درحالی است که محلول خاک حاوی مقدار کمی فسفر است. مواد آلی به علت اثرات سازنده ای که بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی دارند، به عنوان رکن باروری خاک شناخته می شوند (Mashghooli & Jafari, 2016). با توجه به مطب بیان شده و تأکید بر اهمیت و ضرورت مواد آلی می توان چنین استنباط کرد که شاید دلیل افزایش چشمگیر در مالچ کلش گندم، وجود همین مواد آلی کافی در آن بوده که توانسته است فسفر قابل جذب خاک را تا این حد افزایش دهد.

پتاسیم: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تیمارهای مورد بررسی بر مقدار پتاسیم خاک در سطح احتمال یک درصد ($p \leq 0.01$) معنی دار بود (جدول ۱).

نتایج نشان داد که کلیه مالچ های مورد استفاده باعث افزایش معنی دار پتاسیم نسبت به تیمار وجین دستی (شاهد) شدند (جدول ۲). استفاده از برگ پسته با میزان ۶۱۰ میلی گرم در کیلوگرم بیشترین میزان پتاسیم را دارا بود، به طوریکه میزان این عنصر را نسبت به شرایط شاهد حدود ۴۸/۴ درصد افزایش داد. اختلاف معنی داری بین تیمار شاهد (۴۱۱ میلی گرم در کیلوگرم

بررسی ها نشان داده است که بین ماده آلی و نیتروژن خاک و عملکرد گل و کلاله زعفران همبستگی مثبت و بالایی وجود دارد (Feli et al., 2016). از اینرو، افزودن، مالچ های گیاهی، می تواند بر عملکرد این گیاه مؤثر باشد. این اثرات ممکن است در نتیجه افزایش محتوای رطوبت خاک و در نهایت، رشد بهتر گیاه بدلیل افزایش دسترسی به عناصر غذایی باشد (Kamali et al., 2017). با توجه به اینکه کشت زعفران به عنوان مهم ترین گیاه دارویی و ادویه ای در ایران عمدتاً در مناطق خشک و نیمه خشک کشور (مانند استان های خراسان و کرمان) صورت می گیرد (Ramezani et al., 2020). با در نظر گرفتن کمبود مواد آلی خاک در این مناطق مصرف مالچ ها می بایست در تولید این گیاه به طور ویژه مورد توجه قرار گیرد (Khushe Charkh et al., 2020). کاربرد مالچ های در دسترس کشاورزان را می توان به عنوان راهکاری پایدار در زراعت زعفران برای کاهش آبخسویی عناصر غذایی و بویژه نیتروژن به منظور بهبود کارایی مصرف نهاده ها مدنظر قرار داد (Shabahang et al., 2013).

فسفر قابل جذب

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مصرف انواع مالچ ها فسفر خاک را به طور معنی داری ($p \leq 0.01$) تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۱). بیشترین میزان فسفر برای تیمار کلش گندم (۲۲/۰۸ میلی گرم در کیلوگرم) با ۱۷۳/۹ درصد افزایش نسبت به شاهد (وجین دستی) مشاهده شد (جدول ۲). همچنین تیمارهای پوشال با میزان ۱۲/۹ میلی گرم در کیلوگرم و کلش جو با میزان ۱۰/۶۰ میلی گرم در کیلوگرم بعد از تیمار کلش گندم اثر گذارترین تیمارها بر روی این شاخص در مقایسه با شاهد بودند که ۶۰/۶۶ و ۳۱/۵۱ درصد افزایش نسبت به شاهد را داشتند. کمترین

باشد، این تیمار توانسته موجب افزایش قابل توجه میزان پتاسیم گردد. چنین استنباط می‌شود در زمانی که خاک خالی از بقایا باشد، به دلیل کاهش رطوبت در دسترس ریشه، پتاسیم در دسترس گیاه کاهش یافته و پتاسیم موجود خاک توسط گیاه شده که منجر به کاهش میزان این عنصر در خاک می‌شود. رحیمی و همکاران (Rahimi et al., 2019) بیان کردند که در تیمار مخلوط کردن بقایا، کود دامی و نیتروژن با خاک بیشترین میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک حاصل شد. آنها دلیل آن را این طور بیان کردند که کود دامی و بقایا منبع غنیاز عناصر غذایی می‌باشد با تجزیه آنها این عناصر در دسترس خاک قرار می‌گیرد.

شاخص واکنش خاک (pH)

نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی دار تیمارهای مورد بررسی بر این شاخص بودند (جدول ۱). کمترین شاخص واکنش خاک مربوط به تیمار کاربرد موم عسل با دارا بودن ۴/۱۸ و بیشترین اسیدیته مربوط به تیمار شاهد با اسیدیته ۷/۶۶ بود، به طوری که تیمار تفاله موم عسل میزان این شاخص را نسبت به شاهد (وجین دستی) به میزان ۴۲/۷ درصد کاهش داد (جدول ۲).

این شاخص عواملی مانند قابلیت استفاده عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، تحرک عناصر سنگین و فعالیت میکرو ارگانیسم های خاک مؤثر است (Zolfi Bavariani et al., 2016). در تیمار موم عسل میزان pH خاک پایین تر از سایر تیمارها بود که به نظر می‌رسد این موضوع می‌تواند به دلیل زیاد بودن مواد آلی خاک (جدول ۲) باشد که منجر به افزایش جمعیت میکروارگانیسم های خاکزی دخیل در تجزیه مواد آلی شده (به علت افزایش کربن در دسترس آنها جهت تجزیه) و در نهایت سبب کاهش اسیدیته خاک شده است. از طرف دیگر، افزایش اسیدیته خاک در نتیجه کاهش بقایا (نبود بقایا) را معلول

(، مالچ پلاستیک سیاه با میزان ۴۱۰/۰ میلی گرم در کیلوگرم، مالچ پلاستیک سفید با میزان ۴۰۵/۰ میلی گرم در کیلوگرم و عدم وجین با میزان ۴۰۰/۰ میلی گرم در کیلوگرم از نظر عنصر پتاسیم مشاهده نشد. پو شال زعفران و کلش جو، پس از برگ پسته به ترتیب با دارا بودن ۵۷۵/۰ میلی گرم در کیلوگرم و ۵۱۰/۰ میلی گرم در کیلوگرم مؤثرترین تیمار جهت افزایش پتاسیم خاک نسبت به عدم کاربرد مالچ بود. به طوریکه میزان این شاخص را نسبت به شرایط وجین دستی حدود ۴۳/۷ و ۲۷/۵ پی پی ام افزایش داده است.

پتاسیم در کنار دو عنصر نیتروژن و فسفر یکی دیگر از عناصر مورد نیاز گیاهان را تشکیل می‌دهد و در فرآیندهای مهمی چون ساخت پروتئین و فتوسنتز نقش دارد (Mohammadzadeh et al., 2019). در مناطق خشک و نیمه خشک، به دلیل وجود کانی‌های خاص مانند میکا، رس و ایلیت خاک‌ها غنی از پتاسیم هستند (Rahimi et al., 2019). در همین راستا محمدزاده و همکاران (Mohammadzadeh et al., 2019) اظهار داشتند که حدود ۹۸ درصد پتاسیم موجود در خاک به شکل کانی‌های معدنی است که برای گیاهان قابل استفاده نمی‌باشد. در مجموع نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که با توجه به تأثیر مثبتی که تیمارهای مالچ شامل: برگ پسته و کلش جو، برگ انار، برگ انگور، کلش گند و تیمار موم زنبور عسل روی افزایش پتاسیم داشتند، ممکن است افزایش پتاسیم در این تیمارها به دلیل افزایش هوادیدگی کانی‌های حاوی پتاسیم باشد (Jahanara et al., 2018). همچنین به دلیل تأثیر مثبت رطوبت بر افزایش پتاسیم در دسترس گیاه، وجود این مالچ‌ها به دلیل افزایش نگهداری رطوبت، در افزایش پتاسیم خاک دخالت دارد (Mohebbi, 2016). بر اساس این استدلال می‌توان چنین نتیجه گرفت که حتی در تیمار پو شال بنه زعفران هم که ممکن است بر روی خود زعفران دارای اثرات خودآسیبی

نسبت به شاهد (وجین دستی) به میزان ۹/۰۶ درصد کاهش دادند. همچنین، تیمارهای برگ انگور، عدم وجین، مالچ سیاه، کلش جو و برگ انار هیچ تأثیری بر این شاخص نداشته و با شاهد (وجین دستی) هم اختلاف معنی داری از نظر این شاخص نداشتند (جدول ۲).

هدایت الکتریکی خاک نماینده میزان املاح هادی محلول خاک است. شوری خاک یکی از عوامل محدود کننده رشد گیاهان به حساب می آید. افزایش بقایا، پوشش آن و کاهش تبخیر از خاک منطقه ای که در آن اعمال مدیریت وجود دارد، می تواند عامل کاهش دهنده هدایت الکتریکی خاک در این بخش باشد (Mashayekhi et al., 2016). همچنین، نبود مالچ باعث افزایش درجه حرارت خاک و در نتیجه، سبب کم شدن رطوبت خاک شده است. در نتیجه با کاهش رطوبت، غلظت نمک در خاک افزایش و هدایت الکتریکی نیز افزایش می یابد.

عملکرد کمی و کیفی کلاله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد کلاله در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای مورد آزمایش قرار گرفت (جدول ۳).

افزایش سرعت فرسایش سطحی و نزدیکی بی شتر کربنات به سطح خاک می دانند (Jafari et al., 2014). در تمام تیمارهای مورد بررسی هر چند که با شاهد اختلاف معنی داری نداشتند لیکن افزایش اسیدیته هم در هیچ کدام از تیمارها نسبت به شاهد مشاهده نشد که این مسئله می تواند بیانگر تأثیر مثبت تمامی مالچ ها بر روی میزان اسیدیته خاک باشد یا به عبارتی دیگر اگر تیمارهای یاد شده موجب کاهش اسیدیته نشدند، موجب افزایش هم نشده و اثرات نامطلوبی بر این شاخص نگذاشتند.

هدایت الکتریکی

هدایت الکتریکی خاک به طور معنی داری تحت تأثیر تیمارهای مختلف مالچ قرار گرفت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان هدایت الکتریکی مربوط به تیمار مصرف پو شال با میزان ۵/۰۹ دسی زیمنس بر متر بود. و سپس تیمار کلش گندم از نظر میزان هدایت الکتریکی با میزان ۴/۶۴ دسی زیمنس بر متر در مرتبه بعدی قرار داشت ولی از نظر این شاخص با تیمار پو شال بنه اختلاف معنی داری مشاهده نشد. کمترین میزان هدایت الکتریکی نیز به تیمار مالچ سفید و برگ پسته با ۲/۱۱ دسی زیمنس بر متر اختصاص داشت که، به طوریکه تیمار مالچ پلاستیک شفاف و برگ پسته میزان این شاخص را

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد کلاله و خصوصیات کیفی زعفران تحت تأثیر تیمارهای مختلف مالچ
Table 3- ANOVA results (mean of squares) of stigma yield and quality of saffron as affected by mulch treatments

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد خشک کلاله Stigma dry weight	کروسین Crocic	سافرانال Safranal	پیکروکروسین Picrocrocin
تکرار Replicate	2	0.063 ^{ns}	103 ^{ns}	22.31 ^{ns}	39.36 ^{ns}
تیمار Treatment	10	3.08 ^{**}	18235 ^{**}	212 ^{**}	4258 ^{**}
خطا Error	20	0.084	97	13.61	66.32
ضریب تغییرات C.V. (%)	-	8.69	3.18	6.84	8.01

* ** و ns: به ترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح پنج و یک درصد و عدم معنی داری.
ns = Non-significant. * = Significant at 5% level. ** = Significant at 1% level.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات مالچ‌های مختلف بر عملکرد و خصوصیات کیفی کلاله زعفران
Table 4- Effect of various studied mulches on stigma yield and quality of saffron

تیمارها Treatments	عملکرد خشک کلاله Stigma dry weight (kg.ha ⁻¹)	کروسین Crocin (Absorbance of 1% water solution at 440 nm)	سافرانا Safranal (Absorbance of 1% water solution at 330 nm)	پیکروکروسین Picrocrocin (Absorbance of 1% water solution at 257 nm)
موم عسل Beeswax	4.89 ^a	246.7 ^e	29.09 ^c	102.8 ^d
کلش گندم Wheat straw	4.32 ^b	186.0 ^g	21.40 ^e	80.44 ^{fg}
وجین دستی Hand weeding	3.94 ^{bc}	269.7 ^c	25.61 ^d	126.0 ^b
مالچ سیاه Black polyethylene	3.90 ^{bc}	333.8 ^a	36.52 ^a	136.3 ^a
برگ انار Pomegranate leaf	3.61 ^{dc}	182.9 ^g	25.57 ^d	83.68 ^f
برگ انگور Grape leaf	3.46 ^{dc}	178.5 ^g	22.42 ^e	74.44 ^g
برگ پسته Pistachio leaf	3.21 ^d	254.2 ^{de}	34.56 ^{ab}	100.1 ^d
کلش جو Barley straw	3.16 ^d	321.4 ^b	36.49 ^a	125.6 ^b
پوشال زعفران Saffron dunnage	3.13 ^d	225.5 ^f	29.77 ^c	93.4 ^e
پلاستیک شفاف Transparent polyethylene	1.63 ^e	269.2 ^c	30.75 ^c	115.0 ^c
عدم وجین No weed control	1.56 ^e	260.5 ^{cd}	32.02 ^{bc}	104.2 ^d

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن نمی‌باشد.
Column means with the same letter are not significantly different by Duncan test ($p \leq 0.05$).

مالچ سیاه (۳/۹۰ کیلوگرم در هکتار) هر کدام موجب افزایش قابل توجه و معنی‌دار وزن خشک کلاله زعفران در مقایسه با تیمار عدم وجین شدند و بدین ترتیب نقش بسزائی در ارتباط با افزایش وزن خشک کلاله نشان دادند، ولی در عین حال اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نشد (جدول ۴). میانگین وزن خشک کلاله زعفران در تیمارهای برگ انار (۳/۶۱ کیلوگرم در هکتار)، برگ انگور (۳/۴۶ کیلوگرم در هکتار)، برگ پسته (۳/۲۱ کیلوگرم در هکتار)، کلش جو (۳/۱۶ کیلوگرم در هکتار) بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک کلاله

نتایج مقایسه میانگین نشان دهنده برتری تفاله موم زنبور عسل با ۴/۸۹ کیلوگرم کلاله خشک در هکتار در مقایسه با سایر تیمارها بود (جدول ۴). که توانست این شاخص را حدود ۲۱۳ درصد نسبت به عدم وجین و ۲۴/۱۱ درصد نسبت به وجین دستی افزایش دهد. پلاستیک شفاف این شاخص را نسبت به عدم وجین ۴/۴ درصد افزایش داد که این دو تیمار بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر کمترین میزان وزن خشک کلاله را به خود اختصاص دادند. بعلاوه، کاربرد تیمارهای مالچ گندم (۴/۳۲ کیلوگرم در هکتار)، وجین دستی (۳/۹۴ کیلوگرم در هکتار) و

از آنجاییکه دمای بالا طی تابستان تأثیر منفی بر القای گل و کمیت گلدهی زعفران دارد (Molina et al., 2005) و با توجه به نقش مثبت کاربرد بقایای گیاهی در تعدیل درجه حرارت خاک (Zotarelli et al., 2009) چنین به نظر می‌رسد که اعمال این تیمارها به دلیل تأثیر بر دمای خاک و تعدیل آن منجر به بهبود میزان گلدهی زعفران شده است. برخی بررسی‌ها نشان داده است که بقایای گیاهی با تأثیر بر محتوای نیترات خاک، تعدیل دمای خاک، ممانعت از نفوذ نور و حفظ محتوی رطوبتی خاک می‌تواند رشد و نمو علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار دهند (Judice et al., 2007). آزادشهرکی و همکاران (Azadshahraky, 2010) افزایش میزان ماده آلی و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک را در نتیجه حفظ بقایای گندم در سطح خاک مشاهده کردند. لیمون-ارتگا و همکاران (Limon-oretega et al., 2008) گزارش نمودند که مدیریت صحیح مالچ کلس گندم می‌تواند در افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی مانند نیتروژن و نیز بهبود عملکرد گیاهان زراعی تأثیر گذار باشد. دانگا و واکیندیکی (Danga & Wakindik, 2009) نیز اظهار داشتند که کاربرد سطحی کلس گندم، ضمن کاهش فرسایش خاک منجر به افزایش فراهمی عناصر غذایی خاک می‌شود. علاوه بر این حفظ کاه و کلس گندم در سطح خاک می‌تواند در تعدیل درجه حرارت خاک مؤثر باشد، به طوریکه خاک‌های دارای بقایای سطحی در مقایسه با خاک‌های فاقد بقایا در درجه حرارت بالای محیطی دیرتر گرم شده و از سویی دیگر در شب حرارت خود را دیرتر از دست می‌دهند. نتایج آزمایشات بیلاس و همکاران (Bilalis et al., 2003) نشان داد که تأثیر مالچ کاه گندم در توقف رشد علف‌های هرز تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) و نیلوفر پیچ (*Ipomoea tricolor*) بیش از مصرف علف کش بود و اضافه کردن این نهاده‌ها به خاک می‌تواند همچنین تأیید شده است که استفاده از مالچ‌های آلی بانک بذر علف‌های هرز را در خاک کاهش دهد (Gibson et

نسبت به تیمار عدم وجین شدند. اختلاف معنی داری بین عملکرد کلاله در تیمارهای یادشده با تیمار وجین دستی مشاهده نشد.

بطور کلی، نتایج تحقیق نشان داد که همه تیمارهای مالچ مورد استفاده به استثنای مالچ پلاستیک شفاف، تولید کلاله زعفران را نسبت به تیمار عدم کنترل علف هرز بهبود معنی داری بخشیدند. از طرف دیگر، میزان این صفت در زمان استفاده از مالچ‌های تفاله موم زنبور عسل و گندم بطور قابل توجه و معنی داری بیشتر از تیمار وجین دستی علف هرز بوده و مالچ‌های پلاستیک سیاه، برگ انار و انگور اختلاف معنی داری از این نظر با تیمار کنترل کامل علف‌های هرز نشان ندادند. نقش مثبت مالچ پلاستیک سیاه بر خصوصیات مورد بررسی زعفران در این تحقیق به دلیل توانایی این تیمار در کنترل علف هرز است (Natavan et al., 2021). گزارش شده است که استفاده از مالچ پلاستیک سیاه با افزایش دمای خاک (Bennet, 2006)، میزان جذب مواد مغذی به وسیله ریشه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Abbasi et al., 2017)، همچنین، با کنترل مؤثر علف‌های هرز (Lamont, 2005) و حفظ رطوبت خاک (Kasirajan & Ngouajio, 2012) بر رشد گیاه تأثیر بسزایی دارد. تأثیر مثبت مالچ پلاستیک سیاه بر کنترل علف هرز و در نتیجه بهبود عملکرد در پژوهش دیگری تأیید شده است (Ngouajio et al., 2003).

بنظر می‌رسد تفاله موم زنبور عسل نیز به دلیل غنی بودن از مواد غذایی (Pourghasemian et al., 2020)، حفظ مناسب رطوبت خاک (Pourghasemian & Moradi, 2018) و همچنین کنترل مناسب تراکم علف‌های هرز (Natavan et al., 2021) توانست باعث بهبود چشمگیر عملکرد زعفران شود. چنین به نظر می‌رسد که علت افزایش عملکرد کلاله زعفران در شرایط مصرف دیگر مالچ‌های آلی نیز به تأثیر مثبت این مواد بر ویژگی‌هایی فیزیکوشیمیایی خاک مربوط می‌باشد. از طرف دیگر،

از نظر میزان سافرانال نیز بیشترین مقدار در دو تیمار مالچ کلش جو و پلاستیک سیاه م مشاهده شد (جدول ۴). تیمارهای مالچ پسته و عدم کنترل علف هرز در رتبه بعدی از نظر این ماده قرار داشتند. دو تیمار مالچ برگ انگور و کلش گندم نیز کمترین مقدار سافرانال را شامل شدند. میزان این ماده در مالچ های تفاله موم زنبور عسل، پوشال زعفران و پلاستیک سفید بیشتر از تیمار وجین دستی علف های هرز بود.

بالاترین میزان ماده کرو سین در تیمار مالچ پلاستیک سیاه م مشاهده شد که بطور معنی داری بیشتر از دیگر تیمارهای مورد بررسی بود (جدول ۴). تیمارهای برگ انگور، برگ انار و کلش گندم بدون اختلاف معنی دار با یکدیگر کمترین میزان کروسین را شامل شدند. اختلاف معنی داری بین تیمارهای وجین و عدم وجین علف هرز از نظر میزان این ترکیب مشاهده نشد. ترکیبات سافرانال، کروسین و پیکرکروسین جزء متابولیت های ثانویه گیاه هستند. تغییرات متابولیت های ثانویه گیاهی در شرایط مدیریتی مختلف، واکنش های متفاوتی نشان می دهند. در این تحقیق، تغییر محتوی رطوبتی، عناصر غذایی، اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک توسط انواع مختلف مالچ های پلاستیک و آلی پاسخ های متفاوتی از نظر میزان این ترکیبات ثانویه را باعث شدند. در خصوص نقش مثبت مالچ پلاستیک سیاه بر ترکیبات سافرانال، کروسین و پیکرکروسین زعفران می توان به نقش مثبت این تیمار در کنترل علف هرز، افزایش رطوبت در دسترس گیاه و همچنین افزایش دمای خاک در فصل پاییز و زمستان اشاره کرد که هر کدام از این عوامل ممکن است در بروز این نتایج نقش داشته باشند.

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که مصرف بقایای گیاهی و همچنین مالچ پلاستیک سیاه باعث بهبود عملکرد زعفران نسبت

(al., 2011). علاوه بر این، برای محافظت از بنه های زعفران از سرمای زمستان در هلند، کاربرد مالچ کاه غلات توسط برخی محققین توصیه شده است (Soufizadeh et al., 2008). بطور کلی، چنین به نظر می رسد که علت بهبود عملکرد زعفران در شرایط کاربرد بقایای گیاهی علاوه بر فراهمی نیتروژن و دیگر عناصر غذایی، به تأثیر مالچ ها بر ویژگی های نظیر بهبود خصوصیات خاک، تعادل دمایی (به خصوص در طی دوره گل انگیزی در اواسط تابستان) و بهبود محتوی رطوبتی مربوط باشد. همچنین به نظر می رسد که با فراهمی مواد آلی در مقایسه با سایر تیمارها توانسته است نقش مؤثری بر بهبود خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک داشته باشد. بطور کلی، سرعت رشد آهسته، فقدان ساقه هوایی و وجود برگ های سوزنی و باریک زعفران روی سطح خاک (Kafi et al., 2002) می تواند کاهش کارایی مصرف نهاده ها را موجب گردد. از طرف دیگر، با توجه به ضرورت توسعه کشت و کار این گیاه نقدینه، چنین به نظر می رسد که کاربرد بقایای گیاهی در دسترس هم هست را می توان به عنوان راهکاری پایدار برای دستیابی به عملکرد مطلوب و همچنین بهبود کارایی مصرف نهاده ها در این گیاه ارزشمند مدنظر قرار داد (Koocheki et al., 2009).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که هر سه ترکیب پیکرکروسین، سافرانال و کروسین در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای مورد آزمایش قرار گرفتند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان پیکرکروسین در تیمار مالچ پلاستیک سیاه بدست آمد که بطور معنی داری بیشتر از بقیه تیمارها بود (جدول ۴). تیمارهای مالچ جو و وجین دستی بدون اختلاف در رتبه بعدی از نظر میزان پیکرکروسین قرار گرفتند. کمترین میزان این ترکیب نیز در مالچ برگ انگور و کلش گندم م مشاهده شد که نسبت به مالچ پلاستیک سیاه به ترتیب حدود ۴۵ و ۴۱ درصد کمتر بود.

دسی زیمنس بر متر) و فسفر (۲۲/۰۸ میلی گرم در کیلوگرم) خاک را سبب شدند. استفاده از تفاله موم زنبور عسل به شدت منجر به اسیدی شدن خاک شد. بطوریکه pH خاک را از ۷/۶۶ در تیمار شاهد به ۴/۱۸ تغییر داد. استفاده از مالچ پلاستیک سیاه بالاترین میزان کروسین، پیکروکروسین و سافرانال کلاله زعفران را دارا بود. کاربرد مالچ جو از نظر خصوصیات کیفی زعفران در رتبه بعدی قرار داشت. بنابراین، نتایج این تحقیق نشان داد که مالچ های مورد ارزیابی به استثنای پلاستیک شفاف می توانند در بهبود عملکرد زعفران و همچنین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مؤثر باشند.

به تیمار عدم وجین شدند. از نظر وزن خشک کلاله زعفران اختلاف معنی داری بین تیمار وجین دستی (۳/۹۴ کیلوگرم در هکتار) و مالچ های برگ انار (۳/۶۱ کیلوگرم در هکتار)، برگ انگور (۳/۴۶ کیلوگرم در هکتار)، برگ پسته (۳/۲۱ کیلوگرم در هکتار)، کلش جو (۳/۱۶ کیلوگرم در هکتار) مشاهده نشد. همچنین، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک تحت تأثیر معنی دار تیمار های مورد ارزیابی قرار گرفتند. بطوریکه، مالچ تفاله موم زنبور و پس از آن، مالچ برگ پسته بالاترین میزان ماده آلی (به ترتیب ۱/۱۷ و ۱/۴۰ درصد)، کربن آلی (به ترتیب ۰/۸۴ و ۰/۷۲ درصد) و نیتروژن (به ترتیب ۰/۰۸۳ و ۰/۰۸۱ درصد) خاک را دارا بودند. مالچ گندم نیز بیشترین میزان هدایت الکتریکی (۴/۶۴

منابع

- Abbasi, H., Agha Alikhani, M., and Hamzei, J. 2017. Effect of irrigation intervals, black plastic mulch, and biofertilizers on quantitative and qualitative characteristics of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 15: 397-412. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/20.1001.1.20081472.1396.15.2.14.0>
- Afshar, H., Sadrg Haen, S.H., and Mehrabadi, H.R. 2012. Evaluation of application of plastic mulch on water use and seed cotton Yield. Journal of Water and Soil 26: 1421-1427. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22067/jsw.v0i0.19255>.
- Azadshahraky, F., Taghavi, H., and Najafi, H. 2010. Effect of tillage and crop residue management on soil properties and yield of corn in Kerman. Knowledge of Modern Agriculture 6: 1-9. (In Persian with English Summary).
- Bennet, O.L., Ahley, D.A., and Doss, B.D. 2006. Cotton response to black plastic mulch. Agronomy Journal 58: 57-60. <https://doi.org/10.2134/agronj1966.00021962005800010019x>.
- Bilalis, D., Sidiras, N., Economou, G., and Vakali, C. 2003. Effect of different levels of wheat straw soil surface coverage on weed flora in *Vicia faba* L. Crops. Journal of Agronomy and Crop Science 189: 233-241. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.1046/j.1439-037X.2003.00029.x>
- Bremner, J.M. 1970. Nitrogen total, regular Kjeldahl method, In: Methods of Soil Analysis, Part II: Chemical and Microbiological Properties. 2nd ed. Agronomy 9 (1). A.S.A. Inc., S.S.S.A. Inc., Madison Publisher, Wisconsin, USA, pp. 610-616.
- Danga, B.O., and Wikindiki, I.I.C. 2009. Effect of placement of straw mulch a soil conservation, nutrient accumulation, and wheat yield in a bumid Kenyan highland. Journal of Tropical Agriculture 47 (1): 30-36.
- Fallahi, H., and Mahmoodi, S. 2018. Influence of organic and chemical fertilization on growth and flowering of saffron under two irrigation regimes. Saffron Agronomy and Technology 6

- (2): 147-166. (In Persian with English Summary).
<https://doi.org/10.22048/jsat.2017.71511.1207>
- Feli, A., Maleki Farahani, S., and Besharati, H. 2018. The impact of chemical urea fertilizer and different organic and bio-fertilizers on both quantitative and qualitative yield and some soil properties in cultivation of Saffron (*Crocus sativus* L.). *Crops Improvement (Journal of Agricultural Crops Production)* 20: 44-59. (In Persian with English Summary).
<https://doi.org/10.22059/jci.2017.60472>
- Gibson, K.D., McMillan, J., Hallet, S.G., Jordan, T., and Weller, S.C. 2011. Effect of a living mulch on weed seed banks. *Weed Technology* 25: 245-251. <https://doi.org/10.1614/WT-D-10-00101.1>
- Grassi, F., Mastroilli, M., Mininni, C., Parente, A., Santino, A., Scarcella, M., and Santamaria, P. 2015. Posidonia residues can be used as organic mulch and soil amendment for lettuce and tomato production. *Agronomy for Sustainable Development* 35: 679-689. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0268-8>
- Hendizadeh, H., Karbasi, A., Mohtashami, T., and Sahabi, H. 2019. Ranking of socio-economic variables affecting the bilateral trade of Iranian saffron and business partners. *Journal of Saffron Research* (1): 55-67. (In Persian with English Summary).
<https://doi.org/10.22077/jsr.2018.1539.1060>
- Hosseini Bai, S., Blumfield, T.J., and Reverchon, F. 2014. The impact of mulch type on soil organic carbon and nitrogen pools in a sloping site. *Biology and Fertility of Soils* 50: 37-44. <https://doi.org/10.1007/s00374-013-0829-z>
- ISO/TS 3632-2. 2003. Technical Specification. *Crocus sativus* L. Saffron. Ed. ISO, Geneva, Switzerland.
- Jafari, Z., Niknahad, H., Gharmakher, H., and Choogh Komaki, B. 2014. Physical and chemical properties of soil investigate under two range management scenarios (case study: Chut Rangelands in Gonbade Kavoo). *DEEJ* 3 (4) 11-20. (In Persian with English Summary).
<https://doi.org/10.22067/jsw.v34i3.84914>
- Jahanara, N., Karimi, A., and Lakzian A. 2018. Investigation of biotite mineralization by *Aspergillus niger*. Twenty-fifth Iranian Conference on Crystallography and Mineralogy.
- Judice, W.E., Griffin, J.L., Etheredge, L.M., and Jones, C.A. 2007. Effects of crop residue management and tillage on weed control and sugarcane production. *Weed Technology* 21: 606-611. <https://doi.org/10.1614/WT-06-172.1>
- Kafi, M., Rashed, M.H., Koocheki, A., and Mollafilabi, A. 2002. Saffron (*Crocus sativus* L.), Production and Processing Center of Excellence for Agronomy. Faculty of Agriculture Ferdowsi University of Mashad, Iran. (In Persian).
- Kamali, P., Heshmati, Gh., Sepehri, A., and Ahmadi, Sh. 2017. Investigation of the effects of acrylic resin containing clay nanoparticles and plant mulch on the morphological characteristics of pistachio species in Gurpan Esfarayen rangelands. *Iranian Natural Ecosystems Quarterly* 17: 25-39. (In Persian with English Summary).
- Kasirajan, S., and Ngouajio, M. 2012. Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 32: 501-529. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0068-3>
- Kaspar, T.C., Jaynes, D.B., Parkin, T.B., and Moorman, T.B. 2007. Rye cover crop and Gama grass strip effects on No₃ concentration and Load in tile drainage. *Journal of Environmental Quality* 36: 1503-1511. <https://doi.org/10.2134/jeq2006.0468>
- Khoramdel, S., Ghorbani, R., Azizi, H., and Seyyedi, M. 2013. Effect of chemical procedures of weed management on growth characteristics and yield of cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Journal of Agroecology* 4: 922-934. (In Persian with English Summary).

- <https://doi.org/10.22067/jag.v9i4.24273>
- Khushe Charkh, M., Astaraei, A., and Emami, H. 2020. Effect of sewage sludge on the growth and enzymatic activity of basil under drought stress. Fourth National Conference on Agricultural Environmental Sciences and Natural Resources.
- Koocheki, A., and Seyyedi, S.M. 2016. A comprehensive look at nitrogen and phosphorus use efficiency in saffron (*Crocus sativus* L.). Saffron Agronomy and Technology 4: 75-91. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22048/jsat.2016.17359>
- Koocheki, A. 2013. Research on production of Saffron in Iran: Past trend and future prospects. Saffron Agronomy and Technology 1 (1): 3-21. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A., Najibnia, S., and Gani, B. 2009. Evaluation of saffron yield (*Crocus sativus* L.) in intercropping with cereals, pulses, and medicinal plants. Iranian Journal of Field Crop Research 7: 173-182. (In Persian with English Summary).
- Lamont, W.J. 2005. Plastics: Modifying the microclimate for the production of vegetable crops. Horticultural Technology 15: 477-481.
- Limon- Ortega, A., Govaerts, B., and Sayre, K.D. 2008. Straw management, crop rotation, and nitrogen source effect on wheat grain yield and nitrogen use efficiency. European Journal of Agronomy 29: 21-28.
- Mahmoudabadi, M., Rashidi, A., and Fikri, M. 2013. Application of alfalfa residue, poultry manure, and potassium fertilizer on some soil properties and onion yield. Journal of Water and Soil 27 (2): 452-461. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/20.1001.1.20084757.1392.27.2.19.0>
- Makari, S., and Afzali, S.F. 2018. Effect of corn, wheat, and green sugarcane residues on soil properties. Journal of Environment and Water Engineering. 141: 2476-3683. <https://doi.org/10.22034/jewe.2018.113441.1225>
- Margolein, H., Kruidhof, L., Bastiaans, M., and Kropff, J. 2009. Cover crop residue management for optimizing weed control. Plant and Soil 318: 169-184. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9827-6>
- Mashayekhi, R., Emami, H., and Lakzian, A. 2016. Investigation of the effect of biochar and barley plant residues on some soil chemical properties. The First Conference on Agricultural Sciences, Livestock, Natural Resources, Environment, Rural Tourism and Medicinal Plants of Islamic Countries.
- Mashghooli, M., and Hosein Jafari, S. 2016. Classification of vegetation cover-related environmental factors (case study: Gharabagh rangelands of Azarbaijan province). Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology) 28: 995-1005. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/20.1001.1.23832592.1394.28.5.8.1>
- Mohammadi, Gh., Safari pour, M., Iqbal Ghobadi, M., and Najafi, A. 2015. The effect of green manure and nitrogen fertilizer on corn yield and growth indices. Agricultural Knowledge and Sustainable Production 25 (2): 105-124. (In Persian with English Summary).
- Mohammadzadeh, A., Lakzian, A., and Karimi, A.R. 2019. The effect of potassium soluble bacteria on the release of potassium sarzi from biotite. 16th Iranian Soil Science Congress. University of Zanjan.
- Mohebbi, A.H. 2016. The effect of integrated soil fertility management and nutrition on quantitative and qualitative characteristics of date fruit. Journal of Agriculture 18: 851-860. <https://doi.org/10.22092/ijsr.2022.126888>
- Molina, R.V., Valero1, M., Navarrol, Y., Guardiola, J.L., and García-Luis, A. 2005. Temperature effects on flower formation in saffron (*Crocus sativus* L.). Scientia Horticultura 103: 361-379. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.06.005>
- Monemizadeh, Z., Ghasemi, M., and Sadrabadi, R. 2019. Review of organic fertilizers impacts on agriculture of saffron (*Crocus sativus* L.).

- Journal of Land Management 4: 77-55. <https://doi.org/10.22092/lmj.2016.115844>
- Natavan, Z., Moradi, R., Naghizadeh, M., and Pourghasemian, N. 2021. Effect of various chemical and organic mulch types on weed frequency, and growth and yield characteristics of saffron in Qaenat region. *Saffron Agronomy and Technology* 9 (2): 143-158. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22048/jsat.2021.267233.1417>
- Ngouajio, M., McGiffen Jr, M.E., and Hutchinson, C.M. 2003. Effect of cover crop and management system on weed populations in lettuce. *Crop Protection* 22: 57-64. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(02\)00111-4](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(02)00111-4)
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watenabe, F.S., and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorous in soil by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Department of Agriculture Cris, 939. USA.
- Pourghasemian, N., and Moradi, R. 2018. Potential of using beeswax waste as the substrate for borage (*Borago officinalis*) planting in different irrigation regimes. *Journal of Plant Process and Function* 7: 49-65. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/20.1001.1.23222727.1397.7.23.26.9>
- Pourghasemian, N., Moradi, R., Naghizadeh, M., and Landberg, T. 2020. Mitigating drought stress in sesame by foliar application of salicylic acid, beeswax waste, and licorice extract. *Agricultural Water Management* 231: 105997. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105997>
- Qiu, Y., Xie, Z., Wang, Malhi, S.Y., and Ren, J. 2015. Long-term effects of gravel—sand mulch on soil organic carbon and nitrogen in the Loess Plateau of northwestern China. *Journal of Arid Land* 7: 46-53. <https://doi.org/10.1007/s40333-014-0076-7>.
- Rafati, M., Mosleh, M., and Ahmadi, A. 2019. Effects of Azolla combined with organic and inorganic fertilizers on growth index of *Populus deltoids*. *Journal of Environmental Science and Technology* 21: 2-19. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22034/jest.2019.13965>
- Rahimi, A., Douli, B., and Haidarzadeh, S. 2019. The effect of manure application on the quantitative and qualitative characteristics of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivar leattia. *Electronic Journal of Soil Management and Sustainable Production* 8 (1): 143-158. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22069/ejsms.2018.14313.1792>
- Ramezani, S., Aroei, H., Azizi Arani, M., and Ahmadian, A. 2020. Application of irrigation management with the application of organic fertilizers and fine absorbent polymers on economic yield and production of effective materials in *Crocus sativus*. *Saffron Agronomy and Technology* 8: 3-18. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22048/jsat.2019.135749.1304>
- Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., Molafilabi, A., and Seyyedi, S.M. 2013. The effects of different levels of applied wheat straw in different dates on saffron (*Crocus sativus* L.) daughter corms and flower initiation criteria in the second year. *Saffron Agronomy and Technology* 1 (1): 55-70. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22048/jsat.2013.4811>
- Saadatfar, S., Khorasani, R., and Lakzian, A. 2016. Effect of different levels of phosphorus on changes in organic carbon in soil adhering to wheat roots. *Third International Conference on Sustainable Development*.
- Safari Zareh, M., Khajoei Nazad, GH. R., Maghoubi, A.A., and Mohammad Nejad, Gh. 2020. Effects of applied water and superabsorbent polymer on the growth index and yield in saffron. *Environmental Stresses in Crop Sciences* 13: 903-914. <https://doi.org/10.22077/escs.2020.1342.1276>

- Shabahang, J., Khorramdel, S., Amin Ghafari, A., and Gheshm, R. 2013. Effects on management of crop residues and cover crop planting on density and population of weeds and agronomical characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Saffron Research* 1 (1): 57-72. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/20.1001.1.23831529.1396.5.1.1.0>
- Soufizadeh, S., Zond, E., Baghestani, M.A., Kashani, F.B., and Nezamabadi, N. 2008. Integrated weed management in saffron (*Crocus sativus* L.). *Proceeding of the 2nd International Symposium Saffron Biology and Technology*. 5-8 July 2008. p. 63-68.
- Tajik-Ahmadi, A. 2010. Assessing effect of mulch application and summer irrigation on quality and quantity yield of saffron. Master's Thesis, Shahed University.
- Varley, J.A. 1966. Automatic methods for the determination of nitrogen, phosphorus, and potassium in plant material. *Analyst* 91: 119-126.
- Walkley, A., and Black, I. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science Society of America Journal* 37: 29-38.
- Yang, X.Y., Ren, W.D., and Sun, B.H. 2012. Effects of contrasting soil management regimes on total and labile soil organic carbon fractions in a loess soil in China. *Geoderma* 177-178: 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.01.033>
- Zabihi, H.R., and Pishbin, M. 2018. Management of basic nutrients and organic matter in the nutrition of saffron fields. *Journal of Management System* 1 (2): 1-9. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22048/jsat.2022.357060.1466>
- Zhou, Z., Zeng, X., Chen, K., Li, Z., Guo, S., Shanguan, Y., Yu, H., Tu, Sh., and Qin, Y. 2019. Long-term straw mulch effects on crop yields and soil organic carbon fractions at different depths under a no-till system on the Chengdu Plain, China. *Journal of Soils Sediments* 19: 2143-2152. <https://doi.org/10.1007/s11368-018-02234-x>.
- Zolfi Bavariani, M., Ronaghi, A., Karimian, N., Ghasemi, R., and Yasrebi, J. 2016. Effect of poultry manure derived biochars at different temperatures on chemical properties of a calcareous soil. *Journal of Water and Soil Science* 20 (75): 73-86. <https://doi.org/10.18869/acadpub.jstnar.20.75.73>
- Zotarelli, L., Scholberg, J.M., Dukes, M.D., Munoz-Capena, R., and Icerman, J. 2009. Tomato yield, biomass accumulation root distribution and irrigation water use efficiency, and sandy soil as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling. *Agricultural Water Management* 96: 23-34. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2008.06.007>