



The Impact of Various Soil Fertilizers on Yield and Growth Criteria of Saffron: a Meta-Analysis of Field Studies

Surur Khorramdel^{1*}, Mahmoud Mokhtari² and Hoda Latifi³

Submitted: 5 January 2022

Revised: 14 March 2022

Accepted: 9 April 2022

Available Online: 15 May 2022

How to cite this article:

Khorramdel, S., Mokhtari, M., and Latifi, H. 2022. The Impact of Various Soil Fertilizers on Yield and Growth Criteria of Saffron: a Meta-Analysis of Field Studies. *Saffron Agronomy & Technology*, 10(2): 129-147.

DOI: 10.22048/jsat.2022.323216.1449

Abstract

A meta-analysis aims to provide knowledge and better understand the phenomena under study. The statistical technique of a large collection of analysis results from individual studies for the purpose of integrating the findings. We conducted a global meta-analysis to evaluate the effect of various fertilizers on saffron yield using data obtained from peer-reviewed publications. Accordingly, 71 studies represent 14 on biofertilizers, 16 on compost, 14 on humic acid, 26 on chemical fertilizers (NPK), and 16 on integrated fertilizers. Based on the results, the largest effect size was related to the impact of humic acid on the dried weight of stigma ($g=3.434$). After humic acid, biofertilizer, chemical fertilizer, and compost were computed in the next ranks. The standard error for compost ($E = 0.101$) was calculated less, with higher accuracy, so it is recommended with a 95% confidence interval. Based on the results of Begg and Mazumdar correlation, all studies except humic acid on the dried weight of stigma, humic acid on fresh weight of stigma, manure on flower numbers, and chemical fertilizers on the dried weight of stigma and chemical fertilizers on fresh weight of flower were homogeneous. Among the application of manure rates, 60 t cow manure per ha and 5 t poultry manure per ha had the highest and lowest effects, respectively. The meta-analysis results for compost rates on the dried weight of stigma indicated that 60 t per ha had the maximum impact. The highest effect of humic acid on the dried weight of stigma was computed at 30 kg.ha⁻¹. Based on the results, it seems that there is no good long-term plan to resolve existing problems of soil fertilizers in saffron production systems, and most of the experiments are based on the researcher's opinion, ease of implementation, or following published articles in credible journals. Generally, the meta-analysis results provide a basis for conducting trade-off analyses to support the fertilizer management and development strategies based on available scientific findings.

Keywords: Begg and Mazumdar correlation, Confidence interval, Effect size.

1 – Associate Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

2 – Assistant Professor, Department of agriculture, Qaenat Branch, Islamic Azad University, Qaenat, Iran

3 – PhD student in Agroecology, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad

(* - Corresponding author Email: khorramdel@um.ac.ir)

مقاله پژوهشی

اثر حاصلخیزکننده‌های مختلف خاک بر خصوصیات رشد و عملکرد زعفران: فراتحلیل مطالعات مزرعه‌ای

سرور خرم دل^{۱*}، محمود مختاری^۲ و هدا لطیفی^۳

تاریخ دریافت: ۱۵ دی ۱۴۰۰

تاریخ بازنگری: ۲۳ اسفند ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۲۰ فروردین ۱۴۰۱

خرم دل، س.، مختاری، م. و لطیفی، ه. ۱۴۰۱. اثر حاصلخیزکننده‌های مختلف خاک بر خصوصیات رشد و عملکرد زعفران: فراتحلیل مطالعات مزرعه‌ای. زراعت و فناوری زعفران، ۱۰(۲): ۱۴۷-۱۲۹.

چکیده

هدف از فراتحلیل شناخت دقیق از نتایج پژوهش‌های مورد بررسی می‌باشد. این روش آماری تحلیل مجموعه‌ای از مطالعات بوده که با هدف تلفیق یافته‌ها انجام می‌شود. به دلیل پراکندگی و تفاوت در نتایج آزمایشات تأثیر حاصلخیزکننده‌های خاک بر عملکرد زعفران، در این بررسی از روش فراتحلیل استفاده شد. بر این اساس، ۷۱ مطالعه انتخاب شدند که ۱۴ مطالعه مربوط به کود زیستی، ۱۶ مطالعه کمپوست، ۱۴ مطالعه اسید هیومیک، ۱۶ مطالعه کود دامی، ۲۶ مطالعه کودهای شیمیایی (NPK) و ۱۶ مطالعه تلفیق کودها بودند. بر اساس نتایج، بیشترین اندازه اثر مربوط به تأثیر اسید هیومیک بر عملکرد کلاله خشک ($g=3/434$) بود. پس از اسید هیومیک، کودهای زیستی، شیمیایی و کمپوست در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. خطای استاندارد کمپوست ($E=0/101$) کمترین مقدار و با دقت بالاتر محاسبه شد، بنابراین با فاصله اطمینان ۹۵٪ قابل توصیه است. بر اساس نتایج آزمون همبستگی بگ و مازومدار، کلیه مطالعات بجز اسید هیومیک بر عملکرد خشک کلاله، اسید هیومیک بر عملکرد تر کلاله، کود دامی بر تعداد گل، کود شیمیایی بر وزن کلاله خشک، کود شیمیایی بر عملکرد گل تر همگن بودند. در میان مقادیر مصرف کودهای دامی، بالاترین و پایین‌ترین اندازه اثر به ترتیب برای ۶۰ تن کود گاوی در هکتار و ۵ تن در هکتار کود مرغی محاسبه شد. نتایج فراتحلیل مصرف مقادیر کود کمپوست بر عملکرد خشک کلاله زعفران نشان داد، مقدار ۶۰ تن در هکتار بیشترین اندازه اثر را دارد. بیشترین اندازه اثر مقادیر اسید هیومیک بر عملکرد کلاله خشک برای ۳۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. با توجه به نتایج، به نظر می‌رسد که مطالعات انجام شده در زمینه اثر حاصلخیزکننده‌های خاک بر زعفران فاقد برنامه‌ریزی بلندمدت برای رفع مشکلات می‌باشد و بیشتر بر حسب سلیقه، سهولت اجرا و یا تقلید از منابع خارجی انجام شده است. بر این اساس، نتایج این مطالعه مبنایی برای تجزیه و تحلیل مدیریت کود و ارائه راهبردهای توسعه‌ای بر اساس یافته‌های علمی موجود فراهم می‌نماید.

کلمات کلیدی: اندازه اثر، فاصله اطمینان، همبستگی بگ و مازومدار

۱- دانشیار گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استادیار گروه کشاورزی، واحد قاینات، دانشگاه آزاد اسلامی، قاینات، ایران

۳- دانشجوی دکتری آگرواکولوژی، گروه آگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

*-نویسنده مسئول: khorrandel@um.ac.ir

مقدمه

فراتحلیل^۱، تحلیل مجموعه‌ای بزرگ از نتایج آماری مطالعات مختلف به منظور یکپارچه سازی یافته‌های آنها است (Izanlo & Habibi, 2011). هدف این نوع تحلیل به دست آوردن اطلاعات بیشتر از یافته‌های موجود بوده که با ترکیب نتایج مطالعه‌های کوچک‌تر و یک یا چند آنالیز آماری حاصل می‌شود (Matthews et al., 2012; Rotundo & Westgate, 2009). اصطلاح فراتحلیل اولین بار توسط گلاس (Glass, 1976) مطرح شد. ابتدا این روش آماری در مطالعات روانشناسی و پزشکی مورد استفاده قرار گرفت و سپس با مطالعات هجس و همکاران (Hedges et al., 1999) در بوم‌شناسی نیز به کار گرفته شد. استفاده از فراتحلیل در علوم کشاورزی روش نسبتاً جدیدی بوده که تاکنون کمتر به آن پرداخته شده است (Rotundo & Westgate, 2009; Rosenberg et al., 2004).

فراتحلیل در مقایسه با روش مرور نظامند^۲ و مرور روایتی^۳ دارای مزایایی است. این روش عینی‌تر از روش‌های مرور سنتی است. محققى که با این روش آماری، پژوهش‌های مرتبط با یک موضوع خاص را بررسی می‌کند، احتمال کمتری برای پیش‌داوری‌های ذهنی دارد. در این روش همچنین بعلمت این‌که هدف محقق شناخت عوامل دخیل در اندازه اثر است، به ارتباط بین مطالعات به واسطه روش‌های آماری توجه می‌شود (Izanlo & Habibi, 2011). البته در کنار مزایایی که این روش نسبت به سایر روش‌ها دارد، دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشد.

در فراتحلیل، تفاوت‌های کیفی بین مطالعات، نادیده انگاشته شده و در واقع این تفاوت‌ها بصورت کمی تبدیل شده و تأثیر آنها

به عنوان متغیر تعدیل‌کننده بررسی می‌شود. یکی دیگر از اشکالات مهم این روش در خصوص استفاده از نوع مطالعات است. بدین ترتیب که اغلب، یافته‌های معنی‌دار در مجلات و کتاب‌های علمی چاپ می‌شود و ممکن است برخی از نتایج غیرمعنی‌دار در مطالعه فراتحلیل گنجانده نشود (Soltani & Soltani, 2014).

با این وجود، اخیراً استفاده از روش فراتحلیل در علوم زراعی رو به گسترش است. میگوئز و همکاران (Migues et al., 2013) فراتحلیلی روی ۵۹ مطالعه جداگانه بر روی اثر کود نیتروژن بر عملکرد و میزان پروتئین دانه گندم از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۸ در آرژانتین انجام داده‌اند.

در فنلاند، یک فراتحلیل ۸۰ ساله بر روی کاربرد کودهای فسفره انجام شد (Valkama et al., 2009). فراتحلیل دیگری توسط یادجیان و همکاران (Yahdjian & Sala, 2010) در آرژانتین بر روی محدودیت نیتروژن در اکوسیستم‌های مناطق خشک صورت گرفت. فراتحلیل، تأثیر کشاورزی ارگانیک بر بهره‌وری و حفظ تنوع زیستی و بهبود محیط زیست نیز توسط بنگتسون و همکاران (Bengtson et al., 2005) انجام گرفت. بر این اساس مشخص است فراتحلیل علاوه بر این به ترکیب اطلاعات مطالعات مختلف می‌پردازد، به مقایسه بین مطالعات نیز توجه می‌نماید و می‌تواند برای تحقیقات بعدی نیز فراهم آورد (Cooper & Hedges, 1994).

با این وجود، جستجو در سایت‌های مختلف نظیر SID، Magiran، علم‌نت و Google نشان داده است که تاکنون مقالات اندکی در رشته کشاورزی با استفاده از این روش آماری در ایران منتشر شده است (Mahrokht et al., 2021).

۱- Meta-analysis

۲- Systemic review

۳- Narrative review

(2011b) ضمن گزارش عدم تأثیر معنی‌دار کود زیستی نیتروکسین در افزایش وزن گل و نیز وزن کلاله خشک زعفران، اظهار داشتند که کود شیمیایی دلفارد نیز نقش مؤثری در افزایش معنی‌دار شاخص‌های ذکر شده داشت. بر این اساس مشخص است که انتخاب روش آماری مناسب می‌تواند نتایج مطالعات را یکپارچه نموده و پس از آنالیزهای مربوطه، نتیجه‌ای واحد را ارائه نماید.

بنابراین، با توجه به اهمیت تأثیر عوامل زراعی و به‌ویژه حاصلخیزکننده‌ها بر رشد و عملکرد گل و بنه زعفران و از طرفی ماهیت مطالعات فراتحلیل از نظر مقایسه و ارائه برآورد صحیحی از اندازه مطالعات، هدف از انجام این مطالعه فراتحلیل، مقایسه نتایج پژوهش‌های زراعی زعفران در ایران با تأکید بر اثر حاصلخیزکننده‌های خاک (شامل کودهای زیستی، کمپوست، اسید هیومیک، دامی، شیمیایی و تلفیقی از کودها) بر صفات مهم زراعی مورد مطالعه گیاه زعفران چون وزن خشک کلاله، وزن تر گل، تعداد گل، عملکرد خشک کلاله، عملکرد تر کلاله و عملکرد تر گل بود.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش از پروتکل ROSES^۱ استفاده شد. این پروتکل توسط هادوی و همکاران (Haddaway et al., 2018) برای مطالعات محیط‌زیستی و بوم‌شناسی معرفی شد. این روش شامل سه مرحله جستجو، غربالگری و آماده‌سازی مطالعات برای ورود به فرآیند فراتحلیل است (Delbaz et al., 2021). برای شناسایی و جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز در اجرای فراتحلیل، کلیه مطالعات انجام شده و موجود بر روی زعفران طی ۲۰ سال گذشته (۱۴۰۰-۱۳۸۰) با استفاده از پایگاه‌های علمی معتبر داخلی و خارجی مورد جستجو قرار گرفت. پس از

Khaliliaqdam et al., 2018; Delbaz et al., 2021; Mokhtari et al., 2018; Jahan & Nassiri Mahallati, 2019; Mahdavi Amiri & Kambouzia, 2021; Razaji et al., 2020; Soltani & Soltani, 2015).

از آنجا که انتشار پژوهش‌های زراعی زعفران (*Crocus sativus* L.) که با موضوعات مختلف به ارزیابی اقتصادی عملکرد زعفران پرداخته‌اند، روز به روز در حال افزایش است و با توجه به اینکه این گیاه ارتباط تنگاتنگی با ارزش‌های اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و زیست‌محیطی جوامع کشاورزی تولیدکننده خرده مالک داشته و از دیرباز، تولید، فرآوری، تجارت و مصرف این ادویه ارزشمند در قالب دانش بومی جوامع سنتی شکل گرفته است (Koocheki et al., 2011a)، بنابراین بررسی تأثیر کاربرد حاصلخیزکننده‌های خاک بر عملکرد و خصوصیات رشدی این گیاه، مسئله‌ای با اهمیت و مورد تأکید است. بررسی مطالعات مختلف گاه‌ نشان دهنده تناقض در نتایج حاصل از پژوهش‌های زعفران است. در همین راستا نقدی بادی و همکاران (Naghdi-Badi et al., 2011) به اثر مثبت کود اوره در افزایش طول کلاله، تعداد و طول برگ و نیز عملکرد کلاله خشک زعفران اشاره کردند. رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani-Moghaddam et al., 2011) بیشترین عملکرد گل تر و نیز کلاله خشک را در تیمارهای کودهای شیمیایی و دامی گزارش کردند. چاجی و همکاران (Chaji et al., 2013) گزارش کردند که با افزایش سطح فسفر، وزن بنه‌های دختری زعفران افزایش و تعداد آن‌ها کاهش یافت. اما با افزایش میزان نیتروژن، وزن بنه‌های دختری کاهش و تعداد آن‌ها افزایش یافت. در مطالعه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر گلدهی زعفران، بیشترین افزایش در تعداد گل و نیز وزن خشک کلاله زعفران در نتیجه کاربرد کود دامی مشاهده شد (Jahan et al., 2007).

در تحقیقی دیگر کوچکی و همکاران (Koocheki et al.,)

شد (Ghazi-Tabatabaei & Vedadhir, 2010).

برای محاسبه اندازه اثر، شاخص‌های مبتنی بر تفاوت‌های گروهی (d) با استفاده از روش کوهن (Cohen's) از معادله ۱ محاسبه شد (Ghazi-Tabatabaei & Vedadhir, 2010).

$$d = \frac{M_1 - M_2}{\delta_{pooled}} \quad (1)$$

در این معادله، d = شاخص تفاوت میانگین‌های گروهی کوهن، M_1 = میانگین تیمار و M_2 = میانگین شاهد می‌باشد. در معادله ۱، صورت کسر تفاضل میانگین‌های جامعه در واحدهای اندازه‌گیری اصلی و مخرج کسر، ریشه دوم واریانس ادغام شده دو گروه را نشان می‌دهد. جهت محاسبه واریانس ادغام شده دو گروه از معادله ۲ استفاده شد.

$$\delta_{pooled} = \sqrt{\frac{\delta_1^2 + \delta_2^2}{2}} \quad (2)$$

در این معادله، δ_{pooled} = واریانس ادغام شده دو گروه، δ_1^2 = واریانس تیمار و δ_2^2 = واریانس شاهد می‌باشد.

برای محاسبه شاخص بزرگی اندازه اثر هجس (Hedge's g) از معادله ۳ استفاده شد.

$$g = \frac{M_1 - M_2}{\delta_{pooled}} \quad (3)$$

در این معادله، g = شاخص تفاوت میانگین‌های گروهی هجس، M_1 = میانگین تیمار، M_2 = میانگین شاهد و δ_{pooled} = واریانس ادغام شده دو گروه می‌باشد.

در این پژوهش، تیمارهای کودی بعنوان تیمار و عدم کاربرد کود به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. در ادامه برای حصول اطمینان از اندازه اثر میانگین اندازه اثر و همچنین انحراف استاندارد اندازه اثر در میان مطالعات با استفاده از معادله‌های ۴ و ۵ محاسبه شد.

جستجو و جمع‌آوری مطالعات موجود، برای شناسایی و کدگذاری بر اساس روش کوپر و هجس (Cooper & Hedges, 1994) فرم‌هایی طراحی و اطلاعات و داده‌های مورد نیاز مربوط به صفات مورد مطالعه زعفران شامل وزن خشک کلاله، وزن گل تر، تعداد گل، عملکرد کلاله خشک، عملکرد کلاله تر و عملکرد گل تر از مطالعات چاپ شده استخراج گردید. داده‌های آماری (چون نوع طرح آزمایشی، تعداد تکرار، درجه آزادی تیمار، میانگین مربعات تیمار، میانگین تیمار و شاهد، مقادیر آزمون‌های (F و t) و ضرایب رگرسیونی و همبستگی) و اطلاعات شناسنامه‌ای مطالعات شامل مشخصات پژوهش (شامل عنوان پژوهش، نام نویسندگان و نویسندگان، محل، طول مدت و سال اجرا و سال چاپ) استخراج شد. بر اساس پروتکل مربوطه، ۷۱ مطالعه شرایط ورود به فراتحلیل را دارا بودند.

تحلیل آماری در فراتحلیل از دو بخش معناداری و محاسبه اندازه اثر تشکیل می‌شود. معناداری آماری نشان می‌دهد که آیا ارتباط و اختلاف مشاهده شده بین گروه‌های مطالعه تنها با شانس و تصادف بوده است (فر ضیه صفر، H_0) یا خیر (فر ضیه مخالف، H_1). میزان این احتمال توسط p-value محاسبه شده و نشان‌دهنده این است که تفاوت یا ارتباط مشاهده شده تا چه میزان بر اساس شانس بوده است (Delbaz et al., 2021).

از آنجا که آزمون‌های آماری نمی‌توانند قدرت یا شدت روابط بین متغیرها یا اثرات مورد نظر فراتحلیل‌گر را نشان دهند، لذا همراهی این آزمون‌ها با شاخص‌های اندازه‌گیری اثر، ضروری به نظر می‌رسد. اندازه اثر در حقیقت تفاوت بین شاخص مورد مطالعه در شاهد و آزمایش را نشان می‌دهد. برای محاسبه اندازه اثر بر اساس نوع مطالعات ورودی، روش‌های مختلفی ارائه شده است. مهمترین آن‌ها، شاخص‌های گروه d بوده و عمدتاً برای اندازه‌گیری تفاوت استاندارد بین میانگین‌ها (تفاوت‌های گروهی) استفاده می‌شود. برای محاسبه اندازه اثر گروه سه روش مورد استفاده قرار می‌گیرد که در این مطالعه از روش هجس استفاده

نمودار را مورد آزمون قرار می‌دهد. در صورت همگن بودن نمودار کیفی می‌توان وجود خطای انتشار را رد کرد. اما برای قضاوت صریح باید از آزمون آماری استفاده نمود.

آزمون همبستگی رتبه‌ای بگ و مازومدار وابستگی بین اندازه‌های اثر و واریانس نمونه‌ها را برر سی می‌کند. آماره آزمون، آماره Z بوده که دارای توزیع نرمال بوده و مرسوم است که مقادیر معنی‌داری دو طرفه آزمون گزارش شود. مقادیر معنی‌داری در واقع مقدار آزمون آماری احتمالی است که میزان سازگاری داده‌های نمونه را با فرض صفر (وجود تقارن در نمودار کیفی) اندازه می‌گیرد که می‌توان فرض صفر را رد یا تأیید نمود.

در نهایت، برای محاسبه اندازه اثر گروه‌های d، r و شاخص اندازه اثر هجس (g) از نرم‌افزار Comprehensive Meta-Analysis, version 2 (Borenstein et al., 2009) استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج فراتحلیل در رابطه با تأثیر کاربرد حاصلخیزکننده‌های خاک (شامل کودهای زیستی، کمپوست، اسید هیومیک، کود دامی، کود شیمیایی و تلفیقی از کودها) بر صفات مورد مطالعه گیاه زعفران از جمله وزن خشک کلاله، وزن تر گل، تعداد گل، عملکرد خشک کلاله، عملکرد تر کلاله و عملکرد تر گل در جدول ۱ ارائه شده است.

$$SE = d_{average} = \frac{\sum di}{n} \quad (4)$$

در این معادله، SE = متوسط اندازه اثر بر اساس روش کوهن، n = تعداد مطالعه و d_i = شاخص تفاوت میانگین‌های گروهی هجس می‌باشد.

انحراف استاندارد (SD) در مطالعات از طریق معادله ۵ محاسبه گردید.

$$SD_{se} = \frac{\sum (di - \bar{d})^2}{n} \quad (5)$$

ممکن است نتایج تحقیقاتی که دارای معنی‌داری مثبت هستند، بیش از سایر مطالعات مورد توجه قرار گیرد و وجود چنین مطالعاتی در فراتحلیل منجر به برآورد دست بالای اثرات آزمایش‌ها شود. از سوی دیگر، ممکن است چنین تحقیقاتی چندین بار چاپ شده باشند و محقق را دچار خطا کند که به آن خطای انتشار گفته می‌شود (Mokhtari et al., 2018). یکی از روش‌های تشخیص خطای انتشار استفاده از نمودار کیفی است. نمودار کیفی به عنوان بخشی از فراتحلیل توسط لایت و پیلمر (Light & Pillemer, 1984) معرفی شد. نمودار کیفی بر این حقیقت استوار است که وزن آماری مطالعه با افزایش اندازه نمونه افزایش می‌یابد.

بنابراین، مطالعات با اندازه نمونه کوچک، به صورت گسترده در پایین نمودار پراکنده می‌شوند و مطالعات با اندازه نمونه بزرگ‌تر در قسمت بالای نمودار و نزدیک به میانگین اثر هستند. در صورت عدم وجود خطا، نمودار شبیه به قیف بر عکس می‌شود و در صورت وجود خطا نمودار کیفی به صورت غیر متقارن در می‌آید (Rothstein et al., 2005). آزمون آماری مورد استفاده در این تحقیق بر پایه نمودار کیفی بوده و همگنی و ناهمگنی

جدول ۱- مقادیر اندازه اثر کودهای مختلف بر عملکرد زعفران در هکتار با فاصله اطمینان ۹۵٪

Table 1- Values of effect size for different fertilizers on saffron yield per ha with 95% confidence interval

مدل (تصادفی) Model (random)	تعداد مطالعه Numbers of study	اندازه اثر هجس Hedges effect Size	مقدار P p-value	خطای استاندارد Standard error	حد پایین Lower limit	حد بالا Upper limit
کود زیستی بر وزن خشک کلاله Bio-fertilizer on the dried weight of stigma	7	1.442	0.000	0.301	0.852	2.032
کود زیستی بر تعداد گل Bio-fertilizer on flower numbers	14	0.159	0.046	0.079	0.003	0.315
کود زیستی بر عملکرد خشک کلاله Bio-fertilizer on the dried weight of stigma	9	1.904	0.000	0.152	1.605	2.202
کود زیستی بر عملکرد تر کلاله Bio-fertilizer on fresh weight of stigma	3	1.492	0.000	0.169	1.160	1.824
کمپوست بر وزن خشک کلاله Compost on the dried weight of stigma	7	0.592	0.001	0.178	0.242	0.941
کمپوست بر وزن تر گل Compost on fresh weight of the flower	7	0.348	0.015	0.143	0.068	0.628
کمپوست بر تعداد گل Compost on flower numbers	16	0.383	0.000	0.073	0.240	0.527
کمپوست بر عملکرد خشک کلاله Compost on the dried weight of stigma	10	1.294	0.000	0.101	1.095	1.492
کمپوست بر عملکرد تر کلاله Compost on fresh weight of stigma	3	1.102	0.000	0.166	0.777	1.427
کمپوست بر عملکرد تر گل Compost on fresh weight of the flower	8	0.269	0.004	0.093	0.088	0.451
اسید هیومیک بر وزن خشک کلاله Humic acid on the dried weight of stigma	8	0.541	0.000	0.117	0.312	0.770
اسید هیومیک بر وزن تر گل Humic acid on fresh weight of flower	6	0.102	0.378	0.116	-0.125	0.329
اسید هیومیک بر تعداد گل Humic acid on flower numbers	14	0.053	0.472	0.074	-0.091	0.197
اسید هیومیک بر عملکرد خشک کلاله Humic acid on the dried weight of stigma	5	3.434	0.000	0.368	2.712	4.156
اسید هیومیک بر عملکرد تر کلاله Humic acid on fresh weight of stigma	4	2.387	0.000	0.227	1.943	2.831
اسید هیومیک بر عملکرد تر گل Humic acid on fresh weight of flower	7	0.421	0.000	0.117	0.192	0.651
کود دامی بر وزن خشک کلاله Manure on the dried weight of stigma	8	0.790	0.000	0.177	0.444	1.136
کود دامی بر وزن تر گل Manure on fresh weight of flower	8	2.551	0.000	0.149	2.259	2.843
کود دامی بر تعداد گل Manure on flower numbers	16	0.178	0.008	0.067	0.046	0.310
کود دامی بر عملکرد خشک کلاله Manure on the dried weight of stigma	8	0.535	0.000	0.138	0.263	0.806
کود دامی بر عملکرد تر کلاله Manure on fresh weight of stigma	7	0.779	0.000	0.138	0.508	1.05
کود دامی بر عملکرد تر گل Manure on fresh weight of flower	11	0.338	0.000	0.086	0.170	0.506

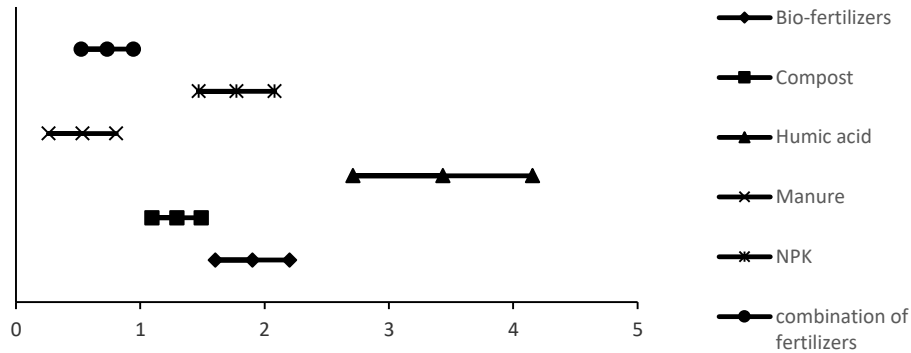
کود شیمیایی (NPK) بر وزن خشک کلاله	Chemical fertilizers (NPK) on the dried weight of stigma	11	1.775	0.000	0.156	1.469	2.081
کود شیمیایی (NPK) بر وزن تر گل	Chemical fertilizers (NPK) on fresh weight of the flower	6	0.441	0.001	0.131	0.185	0.697
کود شیمیایی (NPK) بر تعداد گل	Chemical fertilizers (NPK) on flower numbers	26	0.259	0.000	0.069	0.123	0.395
کود شیمیایی (NPK) بر عملکرد خشک کلاله	Chemical fertilizers (NPK) on the dried weight of stigma	12	0.927	0.000	0.167	0.599	1.255
کود شیمیایی (NPK) بر عملکرد تر کلاله	Chemical fertilizers (NPK) on fresh weight of stigma	3	0.068	0.846	0.349	-0.617	0.753
کود شیمیایی (NPK) بر عملکرد تر گل	Chemical fertilizers (NPK) on fresh weight of the flower	8	0.145	0.389	0.168	-0.184	0.474
تلفیق کودها بر وزن خشک کلاله	Integrated fertilizers on the dried weight of stigma	10	1.349	0.000	0.169	1.017	1.681
تلفیق کودها بر وزن تر گل	Integrated fertilizers on the fresh weight of the flower	5	0.840	0.000	0.211	0.426	1.254
تلفیق کودها بر تعداد گل	Integrated fertilizers on flower numbers	18	0.430	0.000	0.083	0.267	0.593
تلفیق کودها بر عملکرد خشک کلاله	Integrated fertilizers on the dried weight of stigma	9	0.735	0.000	0.107	0.526	0.945
تلفیق کودها بر عملکرد تر کلاله	Integrated fertilizers on fresh weight of stigma	3	0.168	0.167	0.122	-0.07	0.406

دا شدند. اثر کمپوست بر کلیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود و بیشترین اندازه اثر مربوط به تأثیر کمپوست بر عملکرد کلاله خشک ($g=1/294$) می‌باشد. تأثیر اسید هیومیک بر کلیه صفات بجز تعداد و وزن گل تر معنی‌دار بود. تأثیر کود دامی بر کلیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود و بیشترین اندازه اثر برای کود دامی بر وزن گل تر ($g=2/551$) بدست آمد. همچنین نتایج بررسی‌ها در خصوص اثر کود شیمیایی بر صفات مورد مطالعه نشان داد که در کلیه صفات بجز عملکرد گل تر معنی‌دار بود و بیشترین اندازه اثر مربوط به تأثیر کود شیمیایی بر وزن کلاله خشک ($g=1/775$) می‌باشد. بیشترین خطای استاندارد در مطالعات اسید هیومیک ($E=0/368$) و کمترین خطای استاندارد

از مجموع ۷۱ مطالعه مورد بررسی، ۱۴ مطالعه بر روی کود زیستی، ۱۶ مطالعه مربوط به کمپوست، ۱۴ مطالعه بر روی اسید هیومیک، ۱۶ مطالعه مربوط به کود دامی، ۲۶ مطالعه برای کودهای شیمیایی و ۱۶ مطالعه در خصوص تلفیقی از کودها بودند.

بر اساس نتایج، بیشترین اندازه اثر مربوط به تأثیر اسید هیومیک بر عملکرد کلاله خشک ($g=3/434$) و کمترین اندازه اثر مربوط به تأثیر اسید هیومیک بر تعداد گل ($g=0/053$) می‌باشد. همچنین نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد اثر کود زیستی بر کلیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود و کودهای زیستی بیشترین اندازه اثر را بر عملکرد کلاله خشک ($g=1/904$)

در مطالعات کود دامی ($E=0/067$) بدست آمد (جدول ۱). دامی، کود شیمیایی و تلفیقی از کودها بر عملکرد خشک کلاله اندازه اثر کاربرد کود زیستی، کمپوست، اسید هیومیک، کود در شکل ۱ نشان داده شده است.



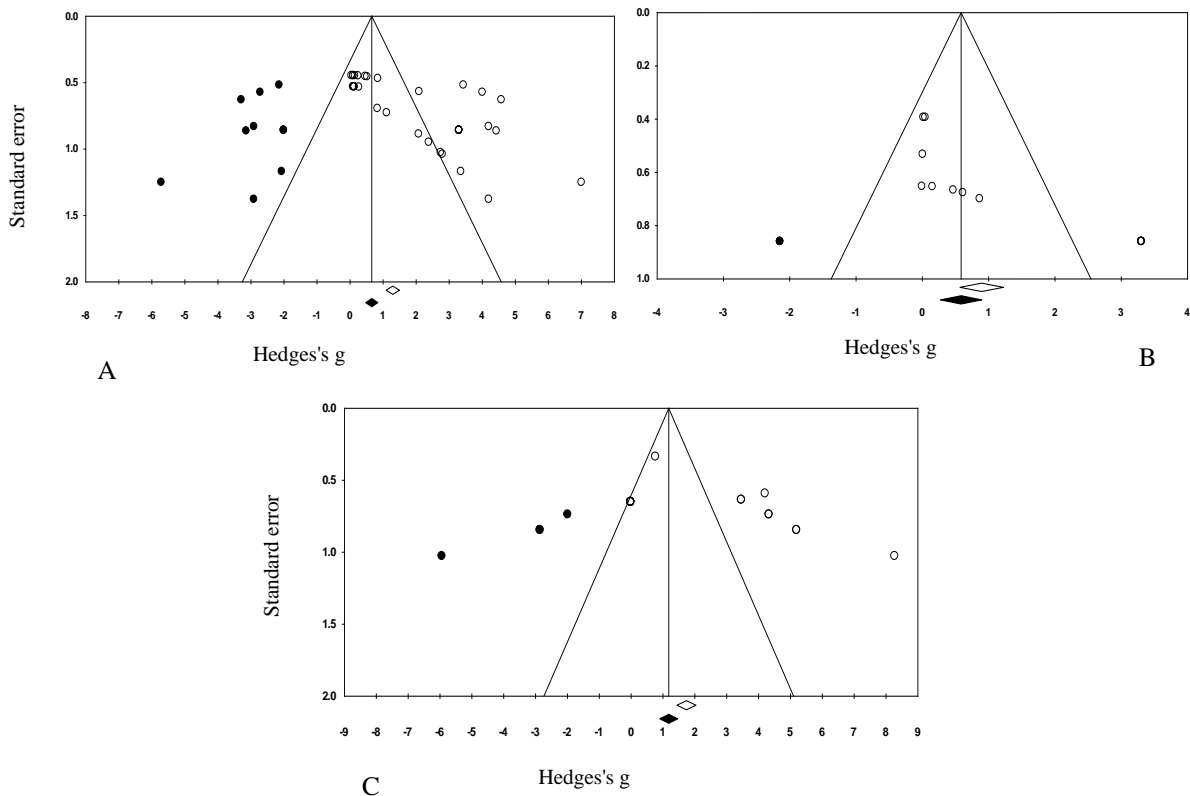
شکل ۱- تأثیر کودهای مختلف بر عملکرد کلاله خشک زعفران با فاصله اطمینان ۹۵٪

Figure 1- Effect of different fertilizers on stigma dried yield of saffron with 95% confidence interval.

مختلف شامل کمپوست، شیمیایی و زیستی بر عملکرد خشک کلاله را نشان می‌دهد. در شکل ۲-الف تقارن نسبی در مطالعات کمپوست دیده می‌شود. بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت، دقت این مطالعه نیز به سایر مطالعات در وضعیت مطلوبی قرار دارد و مطالعات سوگیری (خطای انتشار) را نشان می‌دهند. در شکل ۲-ب تقارن نسبی در مطالعات کود شیمیایی مشاهده شده و همچنین این مطالعات خطای انتشار پایینی دارند و با فاصله اطمینان ۹۵٪ قابل توصیه می‌باشد. شکل ۲-الف و ج نشان‌دهنده خطای انتشار در مطالعات کمپوست و کود زیستی می‌باشد. این مطالعات دارای سوگیری (خطای انتشار) بوده که ممکن است به علت خطای انسانی مانند تمایل محقق برای بدست آوردن نتایج از پیش تعیین شده با حجم نمونه کم باشد (Razaji et al., 2020).

اسید هیومیک دارای بیشترین اندازه اثر است، اما از طرفی خطای استاندارد آن نیز نسبت به سایر کودها بیشتر می‌باشد. در بین کودهای سازگار و هم‌نوا با طبیعت، اسید هیومیک به عنوان اسید آلی بدون اثرات منفی باعث بهبود ساختار فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و به دلیل دارا بودن ترکیبات هورمونی، اثر مثبت قابل ملاحظه‌ای بر شاخص‌های کمی و کیفی گو نه‌های مختلف گیاهی دارد (Sabzevari et al., 2010). نتایج احمدی و امینی‌فرد (Ahmadi & Aminifard, 2018) نیز مؤید نقش مثبت اسید هیومیک است، به طوری که تأثیر معنی‌دار اسید هیومیک بر صفات مربوط به گل (شامل تعداد و عملکرد کل گل تر و عملکرد کلاله تر و خشک) در این مطالعه حاصل شد.

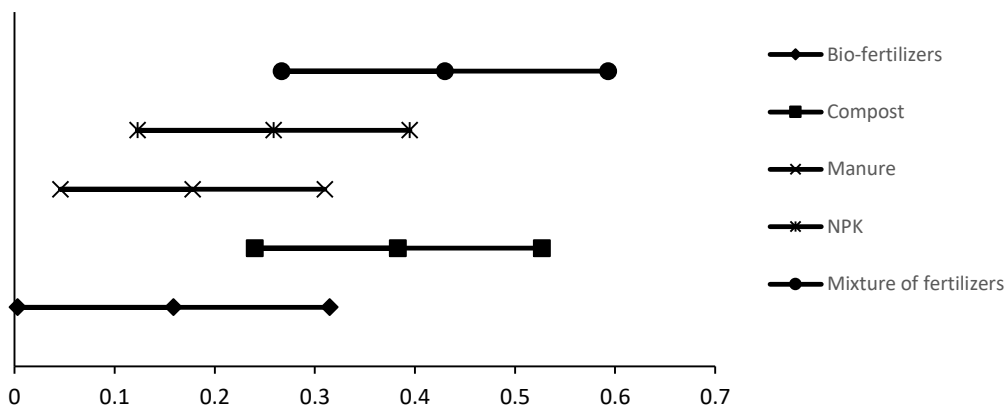
اندازه اثر کودهای زیستی، شیمیایی و کمپوست در رتبه‌های بعدی قرار دارند و با توجه به اینکه خطای استاندارد مطالعات کمپوست ($E=0/101$) از دو مطالعه دیگر کمتر است، مشخص می‌شود که دارای دقت بیشتری می‌باشد (شکل ۱). شکل‌های ۲ الف، ب و ج نمودارهای کیفی تأثیر کودهای



شکل ۲- نمودارهای کیفی اثر کمپوست (الف)، کود شیمیایی (ب) و کود زیستی (ج) بر عملکرد خشک کلاله زعفران
 Figure 2- Funnel graphs for stigma dried yield of saffron as affected by compost (A) and chemical fertilizer (B), and bio-fertilizer (C).

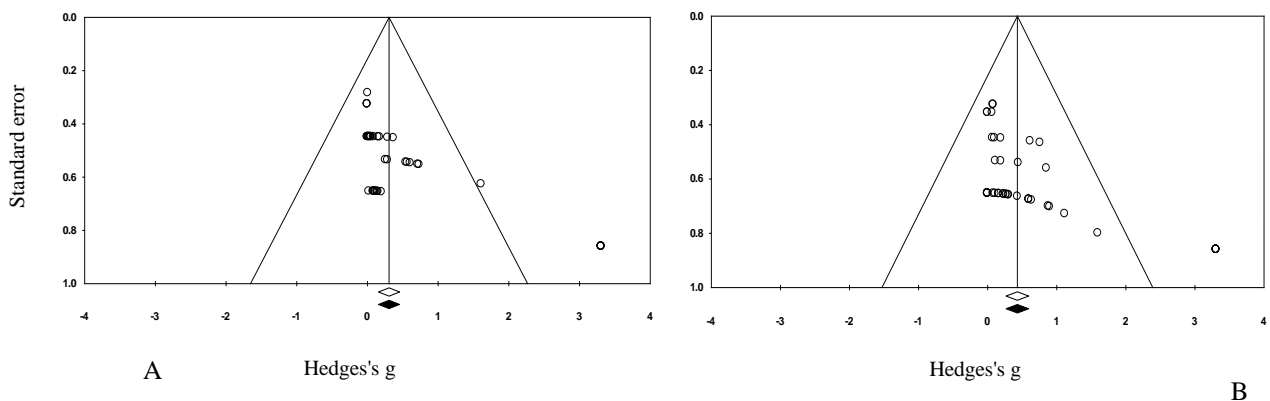
معرفی نمودند. این محققین همچنین مصرف کود دامی به میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار در ترکیب با اوره (۴۶٪) به صورت محلول را عامل افزایش تولید بانه گل دهنده بالای ۵ گرم دانستند. برخی دیگر از مطالعات نیز تأثیر مثبت تلفیق کودها بر عملکرد را نشان می‌دهند، به طوری که نتایج شهریار و همکاران (Shahriary et al., 2018) نشان دادند که استفاده همزمان از اسید هیومیک، ورمی کمپوست و سطوح بالای NPK، تعداد گل را افزایش داد. شکل‌های ۴ الف و ب نمودارهای کیفی تأثیر تلفیقی کودها و کمپوست بر تعداد گل را نشان می‌دهد.

همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است که مطالعات ترکیبی از کودها و کمپوست بیشترین اندازه اثر را بر تعداد گل زعفران داشته‌اند. خطای استاندارد مطالعات ترکیبی از کودها و کمپوست به ترتیب برابر با ۰/۰۸۳ و ۰/۰۷۳ محاسبه شد و از دقت بالایی برخوردار است. نتایج محققین دیگری نیز برتری تلفیقی از کودها را نسبت به کاربرد هر کدام بطور مجزا تأیید می‌کند. در همین راستا، نحوی و همکاران (Nehvi et al., 2010) کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار ورمی کمپوست همراه با کود دامی را مناسب‌ترین تیمار برای تولید بیشترین عملکرد بانه



شکل ۳- تأثیر کودهای مختلف بر تعداد گل زعفران با فاصله اطمینان ۹۵٪

Figure 3- Effect of different fertilizers on flower numbers of saffron with 95% confidence interval.



شکل ۴- نمودارهای کیفی تأثیر پذیری تعداد گل زعفران در برابر تلفیقی از کودها (الف) و کمپوست (ب)

Figure 4- Funnel graph, flower number affected by Mixture of fertilizers (A) and compost (B).

مثبت) در فرا تحلیل اثر کاربرد کود زیستی، کمپوست، اسید هیومیک، کود دامی، کود شیمیایی و تلفیقی از کودها بر صفات مورد مطالعه از آزمون همبستگی رتبه‌ای بگ و مازومدار استفاده شد. نتایج آزمون همبستگی رتبه‌ای بگ و مازومدار در جدول ۲ نشان داده شده است.

در شکل ۴-الف و ب تقارن در مطالعات ترکیبی از کودها و کمپوست مشاهده شد و همچنین این مطالعات خطای انتشار پایینی دارند و با فاصله اطمینان ۹۵٪ قابل توصیه می‌باشند. همان‌طور که پیش‌تر نیز ذکر شد، برای بررسی میزان و چگونگی خطای انتشار (خطای ناشی از انتشار نتایج معنی‌دار

جدول ۲- آزمون خطای انتشار فراتحلیل اثر کودهای مختلف بر عملکرد گل زعفران با استفاده از آزمون بگ و مازومدار

Table 2- Test of bias publication in Meta-analysis of different fertilizers on yield and growth criteria of saffron on stigma dried yield of saffron by using Begg and Mazumdar correlation

نوع الگو Type of pattern	آماره آزمون Symbol of test	مقدار (p) P- value	Tau	نتیجه آزمون Test result
کود زیستی - وزن کلاله خشک Bio-fertilizer - stigma dried weight	z=1.885	P=0.031	0.56	همگن Homogeneous
کود زیستی - تعداد گل Bio-fertilizer - flower number	z=4.014	P=0.000	0.53	همگن Homogeneous

کود زیستی - عملکرد کلاله خشک Bio-fertilizer - stigma dried yield	z=4.342	P=0.000	0.67	همگن Homogeneous
کود زیستی - عملکرد کلاله تر Bio-fertilizer - fresh stigma yield	z=3.753	P=0.000	1	همگن Homogeneous
کمپوست - وزن کلاله خشک Compost - stigma dried weight	z=4.886	P=0.000	0.85	همگن Homogeneous
کمپوست - وزن گل تر Compost - flower fresh weight	z=3.501	P=0.000	0.63	همگن Homogeneous
کمپوست - تعداد گل Compost on flower numbers	z=6.639	P=0.000	0.68	همگن Homogeneous
کمپوست - عملکرد کلاله خشک Compost on stigma dried yield	z=4.786	P=0.000	0.56	همگن Homogeneous
کمپوست - عملکرد کلاله تر Compost - fresh stigma yield	z=3.977	P=0.000	0.88	همگن Homogeneous
کمپوست - عملکرد گل تر Compost - fresh flower yield	z=5.274	P=0.000	0.72	همگن Homogeneous
اسید هیومیک - وزن کلاله خشک Humic acid - stigma dried weight	z=5.632	P=0.000	0.94	همگن Homogeneous
اسید هیومیک - وزن گل تر Humic acid - flower fresh weight	z=4.232	P=0.000	0.78	همگن Homogeneous
اسید هیومیک - تعداد گل Humic acid - flower number	z=4.475	P=0.000	0.56	همگن Homogeneous
اسید هیومیک - عملکرد کلاله خشک Humic acid - stigma dried yield	z=1.878	P=0.030	0.46	ناهمگن Heterogeneous
اسید هیومیک - عملکرد کلاله تر Humic acid - fresh stigma yield	z=1.988	P=0.023	0.46	ناهمگن Heterogeneous
اسید هیومیک - عملکرد گل تر Humic acid - fresh flower yield	z=4.613	P=0.000	0.82	همگن Homogeneous
کود دامی - وزن کلاله خشک Manure fertilizer - stigma dried weight	z=4.197	P=0.000	0.66	همگن Homogeneous
کود دامی - وزن گل تر Manure fertilizer - flower fresh weight	z=4.688	P=0.000	0.69	همگن Homogeneous
کود دامی - تعداد گل Manure fertilizer on flower numbers	z=1.335	P=0.090	0.13	ناهمگن Heterogeneous
کود دامی - عملکرد کلاله خشک Manure fertilizer - stigma dried yield	z=5.804	P=0.000	0.85	همگن Homogeneous
کود دامی - عملکرد کلاله تر Manure fertilizer - fresh stigma yield	z=6.4	P=0.000	0.98	همگن Homogeneous
کود دامی - عملکرد گل تر Manure fertilizer - fresh flower yield	z=3.96	P=0.000	0.50	همگن Homogeneous
NPK - وزن کلاله خشک NPK - stigma dried weight	z=1.584	P=0.056	0.24	ناهمگن Heterogeneous
NPK - وزن گل تر NPK - flower fresh weight	z=3.172	P=0.000	0.67	همگن Homogeneous
NPK - تعداد گل NPK - flower number	z=7.727	P=0.000	0.82	همگن Homogeneous
NPK - عملکرد کلاله خشک NPK - stigma dried yield	z=4.727	P=0.000	1	همگن Homogeneous
NPK - عملکرد کلاله تر NPK - fresh stigma yield	z=1.566	P=0.058	1	همگن Homogeneous

NPK - عملکرد تر گل NPK - fresh flower yield	z=0.000	P=0.5	0	ناهمگن Heterogeneous
ترکیب کودها - وزن خشک کلاله The mixture of fertilizers - stigma dried weight	z=3.835	P=0.000	0.61	همگن Homogeneous
ترکیب کودها - وزن تر گل The mixture of fertilizers - fresh flower weight	z=3.233	P=0.000	0.69	همگن Homogeneous
ترکیب کودها - تعداد گل The mixture of fertilizers - flower number	z=7.219	P=0.000	0.76	همگن Homogeneous
ترکیب کودها - عملکرد خشک کلاله The mixture of fertilizers - stigma dried yield	z=5.205	P=0.000	0.67	همگن Homogeneous
ترکیب کودها - عملکرد تر کلاله The mixture of fertilizers - fresh stigma yield	z=3.460	P=0.000	0.62	همگن Homogeneous

بر تعداد گل، کود شیمیایی (NPK) بر عملکرد خشک کلاله، اثر کاربرد کود شیمیایی (NPK) بر عملکرد تر کلاله، ترکیب کودها بر تعداد گل همگن بوده و خطای انتشار ندارند و می‌توان در این موارد نتایج فراتحلیل در این موارد در فواصل بدست آمده با اطمینان ۹۵٪ را صحیح و قابل توصیه دانست ($Tau > 0.75$). در سایر موارد که ضریب همبستگی تای کندال بین ۰/۵ و ۰/۷۵ است ($0.5 < Tau < 0.75$)، نیز نتایج همگن بوده اما برای توصیه بهتر است که مطالعات بیشتری انجام شود (جدول ۲).

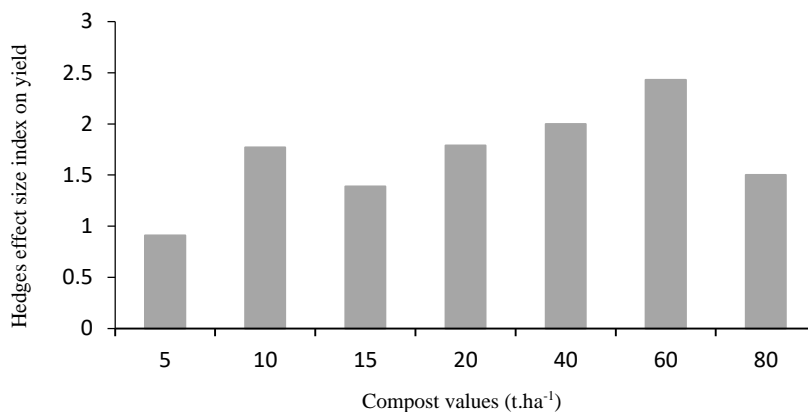
نتایج فراتحلیل اثر کاربرد مقادیر کود کمپوست بر عملکرد زعفران نشان می‌دهد که مقدار ۶۰ تن در هکتار بیشترین اندازه اثر را دارد (شکل ۵). با توجه به فقیر بودن خاک‌های ایران از نظر میزان ماده آلی در اکثر نقاط کشور به ویژه در مناطق زعفران کاری و بر اساس نتایج مقالات مورد بررسی مشخص است که کاربرد مقادیر بالای کود دامی تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های کمی و کیفی زعفران دارد. در این راستا، رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani-Moghaddam et al., 2012) نیز مقدار ۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ را توصیه نموده‌اند. فرهنگ‌دفر و همکاران (Farahmand-Fard et al., 2011) در پژوهشی دیگر نشان دادند که بیشترین وزن تر کلاله با مصرف ۶۰ تن در هکتار کمپوست و بیشترین وزن خشک کلاله نیز در سطح ۴۰ تن در هکتار کمپوست حاصل شد. قلی‌زاده و همکاران (Gholizade et al., 2016) نیز با بررسی

مطالعات مربوط به اثر اسید هیومیک بر عملکرد خشک و تر کلاله، اثر کود دامی بر تعداد گل، اثر کود شیمیایی (NPK) بر وزن کلاله خشک و عملکرد گل تر خطای انتشار داشته و ناهمگن بوده و برای توصیه نیاز به مطالعات بیشتر دارند (جدول ۲). بالاتر بودن خطای انتشار در برخی مطالعات می‌تواند به عوامل مختلف انسانی چون نحوه جمع‌آوری، ثبت و محاسبه داده‌ها، عوامل زراعی مانند خصوصیات مختلف خاک و اقلیم مناطق کشت، سن مزرعه و تفاوت در روش‌های کاشت داشت و برداشت مرتبط باشد که بر عملکرد و سایر خصوصیات رشدی زعفران نیز تأثیرگذار است. مختاری و همکاران (Mokhtari et al., 2018) با بررسی فراتحلیل تأثیر سن مزرعه بر عملکرد زعفران دریافتند که این تأثیر معنی‌دار است، به عبارتی ممکن است نتایج مطالعات مزارع زعفران با سن‌های مختلف در فراتحلیل مورد بررسی و آنالیز قرار گیرد که همین امر می‌تواند خطای انتشار و یا پایین بودن ضریب همبستگی تای کندال را توجیه نماید.

مطالعات مربوط به اثر مصرف کمپوست بر وزن خشک کلاله، اثر کاربرد کمپوست بر عملکرد تر کلاله، اثر مصرف کمپوست بر عملکرد تر گل، اسید هیومیک بر وزن خشک کلاله، اثر کاربرد اسید هیومیک بر وزن تر گل، اثر اسید هیومیک بر عملکرد تر گل، کود دامی بر عملکرد خشک کلاله، اثر کاربرد کود دامی بر عملکرد تر کلاله، اثر مصرف کود شیمیایی (NPK)

در افزایش رشد بانه و عملکرد گل زعفران داشته باشند. در پژوهشی دیگر ۵۲ تن کود کمپوست توصیه شد و مقادیر بالاتر مضر اعلام گردید (Mohammadzadeh, 2004).

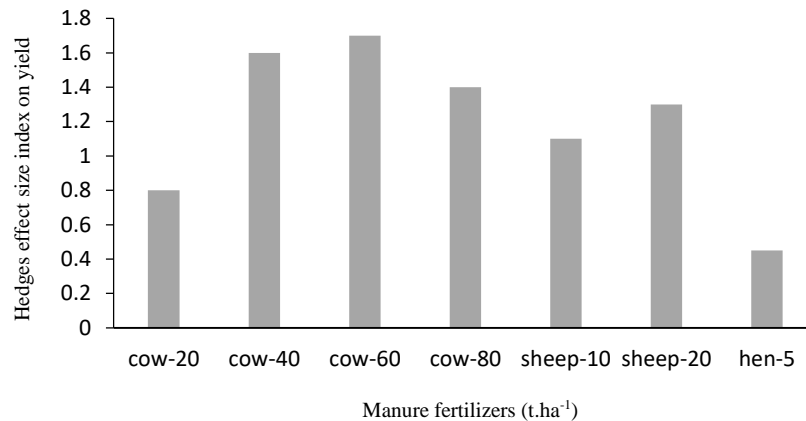
تأثیر چهار سطح کمپوست زباله شهری (صفر، ۵، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار) بر رشد بانه و عملکرد زعفران توصیه نمودند استفاده از کمپوست زباله شهری ۱۰ تن در هکتار و بانه های مادری درشت ۱۲-۸ گرم به عنوان مؤثرترین تیمارها می توانند نقش مؤثری



شکل ۵- مقایسه اندازه اثر میزان کاربرد کود کمپوست بر عملکرد خشک کلاله زعفران

Figure 5- Comparison of Hedges effect size of compost fertilizer rates (t.ha⁻¹) on stigma dried weight of saffron.

در میان مقادیر کودهای دامی، کاربرد کود گاوی به میزان ۶۰ تن در هکتار بیشترین اندازه اثر و مصرف کود مرغی با سطح ۵ تن در هکتار کمترین اندازه اثر را داشته است (شکل ۶). محققین دیگر نیز مقدار ۶۰ تن در هکتار کود گاوی را توصیه نموده اند (Farahmand-Fard et al., 2012; Rezvani- Moghaddam et al., 2013). محمدزاده (Mohammadzadeh, 2004) مقادیر ۳۵ تن کود گاوی و ۱۳ تن کود مرغی را توصیه نموده و مقادیر بالاتر را مضر اعلام کرده اند. در پژوهشی دیگر تأثیر مقادیر سطوح کود گاوی (۰، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ تن در هکتار) بر عملکرد زعفران در پژوهشی دو ساله مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت محققین به منظور دستیابی به عملکردهای اقتصادی بالاتر و افزایش بهره وری، مصرف ۴۰ تن در هکتار کود گاوی را توصیه نمودند (Esmaeilian & Amiri, 2019).

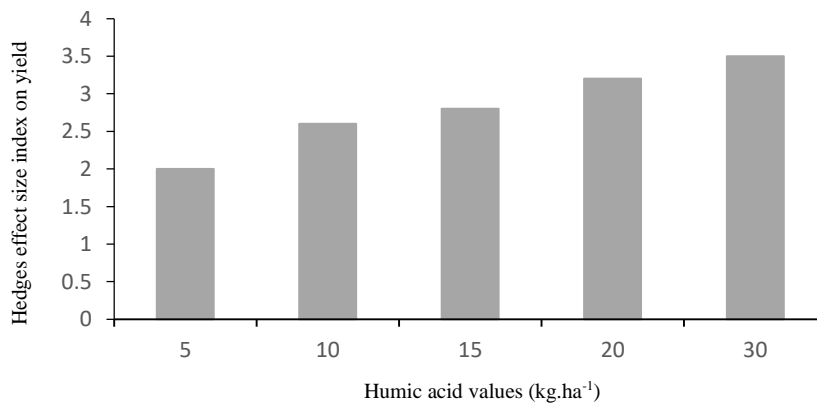


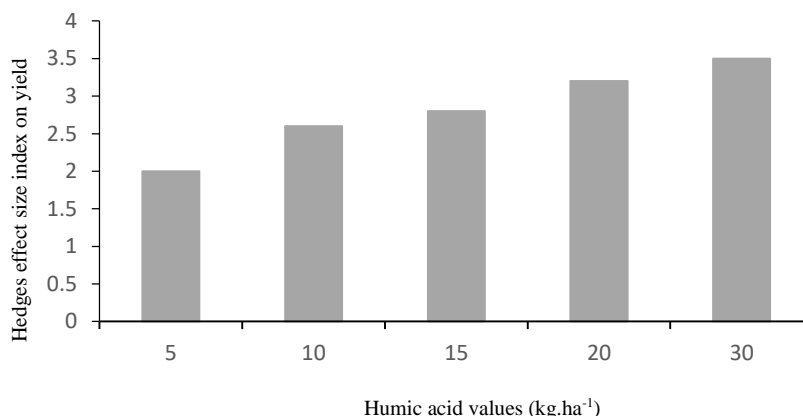
شکل ۶- مقایسه اندازه اثر مقایر مختلف کود دامی بر عملکرد خشک کلاله زعفران
Figure 6- Comparison of Hedges effect size for various rates of manure on saffron yield.

هیومیک بدست آمد.

نتایج فراتحلیل ترکیبات مختلف کودی شکل ۸، نشان می‌دهد که ترکیب کودهای کمپوست و شیمیایی (NPK) بیشترین تأثیر را بر عملکرد زعفران دارد. فعلی و همکاران (Feli et al., 2018) نیز در کشت زعفران کاربرد تلفیقی ورمی کمپوست به همراه ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره را جهت افزایش عملکرد گیاه و بهبود ویژگی‌های خاک توصیه نمودند. در پژوهشی دیگر بیشترین میزان عملکرد زعفران با مصرف کود ورمی کمپوست، کود زیستی و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره بدست آمد و کمترین میزان عملکرد زعفران مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و کود زیستی بود.

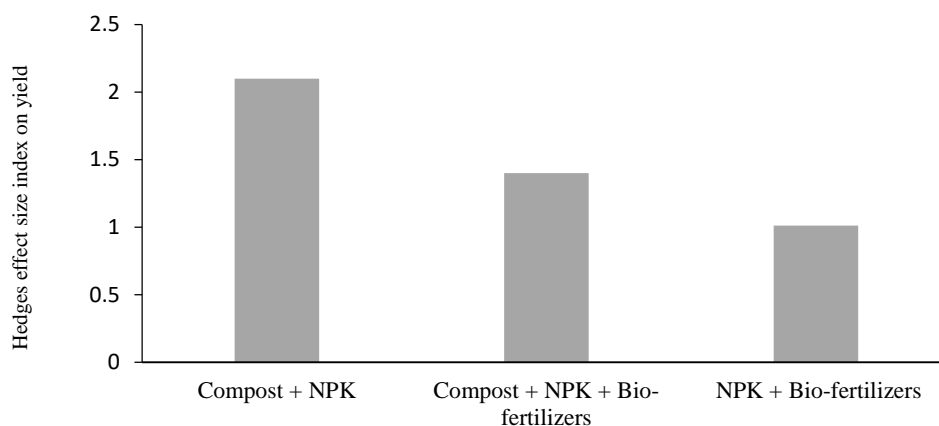
بیشترین اندازه اثر مقادیر اسید هیومیک مربوط به سطح ۳۰ لیتر در هکتار است (شکل ۷)، اما نتایج آزمون همگنی بگ و مازومدار در جدول ۲ نشان می‌دهد که مطالعات از یکنواختی برخوردار نبوده و جهت توصیه نیاز به انجام آزمایشات مختلف با فرمولاسیون‌های مختلف و مزارع متعدد می‌باشد. نتایج مطالعه گردکانه و همکاران (Gerdakaneh et al., 2020) نشان داد که بیشترین عملکرد کلاله خشک (۲/۴۵ کیلوگرم در هکتار) در تلفیق ۲۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک گرانوله و سه لیتر کود سافرون در هکتار به روش محلول‌پاشی به دست آمد. احمدی و امینی‌فرد (Ahmadi & Amini-fard, 2018) تأثیر ۴ سطح اسید هیومیک (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ لیتر در هکتار) را بر عملکرد زعفران بررسی نمودند و بیشترین عملکرد کلاله خشک (۰/۰۲۹ گرم در مترمربع) با مصرف ۱۵ لیتر در هکتار اسید





شکل ۷- مقایسه اندازه اثر مقادیر مختلف اسید هیومیک بر عملکرد خشک کلاله زعفران

Figure 7- Comparison of Hedges effect size of different values of humic acid (kg.ha⁻¹) on saffron stigma dried yield.



شکل ۸- مقایسه اندازه اثر تلفیقی کودها (کمپوست، NPK و کود زیستی) بر عملکرد خشک کلاله زعفران

Figure 8- Comparison of Hedges effect size for integrated fertilizers (compost, NPK, and bio-fertilizers) on stigma dried yield saffron.

نتیجه گیری

همچنین تأثیر کود شیمیایی بر وزن تر و تعداد گل معنی دار بوده است. اندازه اثر کاربرد اسید هیومیک بر عملکرد کلاله خشک دارای بیشترین مقدار است و از طرفی دارای بیشترین خطای استاندارد نیز میباشد. اندازه اثر کود زیستی، کود شیمیایی و کمپوست در رتبه‌های بعدی قرار دارند و با توجه به اینکه خطای استاندارد مطالعات کمپوست (E=۰/۱۰۱) از دو مطالعه دیگر کمتر است، دارای دقت بیشتری می‌باشد. بر اساس نتایج آزمون

تأثیر حاصلخیزکننده‌های خاک (کود زیستی، کمپوست، اسید هیومیک، کود دامی، کود شیمیایی و تلفیقی از کودها) بر صفات مورد مطالعه (وزن خشک کلاله، وزن گل تر، تعداد گل، عملکرد کلاله خشک، عملکرد کلاله تر و عملکرد گل تر گیاه زعفران) از طریق فراتحلیل مورد بررسی قرار گرفت. تأثیر کلیه کودها بر همه صفات بجز تأثیر اسید هیومیک بر وزن تر و تعداد گل و

مربوط به سطح ۳۰ کیلوگرم در هکتار است. بیشترین اندازه اثر مقادیر اسید هیومیک بر عملکرد کلاله خشک در این فراتحلیل مربوط به سطح ۳۰ کیلوگرم در هکتار بود که این امر نیاز به انجام مطالعات بیشتر با فرمولاسیون‌های مختلف اسید هیومیک برای توصیه نهایی را آشکار می‌نماید. در نهایت، با توجه به نتایج این مطالعه فراتحلیل به نظر می‌رسد که مطالعات انجام شده در زمینه اثر حاصلخیزکننده‌های خاک بر زعفران فاقد برنامه‌ریزی بلندمدت برای رفع مشکلات می‌باشد و بیشتر مطالعات بر حسب سلیقه، سهولت اجرا و یا تقلید از منابع خارجی انجام شده است.

سپاسگزاری

بودجه این تحقیق از محل اعتبار طرح پژوهش شماره ۴۴۹۷۹ مورخ ۱۳۹۶/۰۷/۱۰ توسط معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد تأمین شده که بدین‌وسیله سپاسگزاری می‌شود.

همبستگی رتبه‌ای بگ و مازومدار کلیه مطالعات بجز مطالعات اسید هیومیک بر عملکرد خشک کلاله، اسید هیومیک بر عملکرد تر کلاله، کود دامی بر تعداد گل، کود شیمیایی (NPK) بر وزن کلاله خشک، کود شیمیایی (NPK) بر عملکرد گل تر همگن هستند. بالا بودن خطای انتشار در برخی مطالعات می‌تواند به سن مزرعه، اقلیم و خطای محقق مرتبط باشد که هر کدام از این عوامل بر عملکرد و سایر خصوصیات رشدی زعفران تأثیرگذار هستند. همچنین خطای انتشار ممکن است بعلاوه تمایل محقق برای بدست آوردن نتایج از پیش تعیین شده با حجم نمونه کم باشد. در میان مقادیر کودهای دامی، کود گاوی به میزان ۶۰ تن در هکتار بیشترین اندازه اثر و کود مرغی با سطح ۵ تن در هکتار کمترین اندازه اثر را داشته است. نتایج فراتحلیل مقادیر کود کمپوست بر عملکرد خشک کلاله زعفران نشان می‌دهد، مقدار ۶۰ تن در هکتار بیشترین اندازه اثر را دارد. بیشترین اندازه اثر مقادیر اسید هیومیک بر عملکرد کلاله خشک

منابع

- Ahmadi, A., and Aminifard, M.H. 2018. Effects of foliar spraying humic acid on some morphological characteristics and flower yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Saffron Research (semi-annual)* 6 (1): 17-26. (In Persian with English Summary).
- Bengtson, G., Ahnstoorn, J., and Weibull, A.H. 2005. The effects of agronomic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42: 261-269.
- Borenstein, M., Hedges, L., Higgins, J.P.T., and Rothstein, H.R. 2009. *Introduction Meta-Analysis*. A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, Cornwall, UK.
- Chaji, N., Khorassani, R., Astarai, A., and Lakzian, A. 2013. Effect of phosphorous and nitrogen on vegetative growth and production of daughter corms of saffron. *Journal of Saffron Research* 1: 1-12. (In Persian with English Summary).
- Cooper, H.M., and Hedges, L.V. 1994. *The Handbook of Research Synthesis*. Russell Sage Foundation. New York.
- Delbaz, R., Ebrahimian, H., Abbasi, F., and Nazi Ghameshlou, A. 2021. Meta-analysis of surface and drip fertigation effectiveness on crop yield, fertilizer, and water productivity. *Journal of Water Research in Agriculture* 35 (2): 139-150. (In Persian with English Summary).
- Esmailian, Y., and Amiri, M.B. 2019. Investigation the effect of manure and planting pattern on some flower and corm quantitative traits of saffron (*Crocus sativus* L.) in Gonabad climatic conditions. *Journal of Saffron Agronomy and Technology* 6 (4): 429-444. (In Persian with English Summary).

- Farahmand-Fard, B., Bakhsh- Kolarestaghi, K., and Mohebbi, N. 2011. The effect of different levels of compost, vermicompost, and cow manure on flowering and some vegetative characteristics of saffron. In the First National Conference on New Topics in Agriculture, Yazd, Iran, 8 November 2011. (In Persian).
- Feli, A., Maleki Farahani, S., and Besharati, H. 2018. The effect of urea fertilizer and different organic and bio-fertilizers on quantitative and qualitative yield and some soil properties in Saffron cultivation. *Journal of Crop Improvement* 20 (2): 345-356.
- Gerdakaneh, M., Amini, E., and Khan Ahmadi, M. 2020. Effects of soil and foliar spraying applications of humic acid on qualitative and quantitative properties of Saffron. *Journal of Saffron Research* 8 (1): 71-84. (In Persian with English Summary).
- Ghazi-Tabatabaei, M., and Ghazi-Tabatabaei, A. 2010. *Meta-Analysis in Social and Behavioral Research*. Sociologists Publications. Tehran. (In Persian).
- Gholizade, Z., Aminifard, M.H., and Sayyari, M.H. 2017. Evaluating the effects of municipal waste compost and corm weight on qualitative characteristics and secondary metabolites of saffron (*Crocus sativus* L.). *The Plant Production (Scientific Journal of Agriculture)* 40 (3): 53-64.
- Haddaway, N.R., Macura, B., Whaley, P., and Pullin, A.S. 2018. ROSES reporting standards for Systematic Evidence Syntheses: Pro forma, flow-diagram, and descriptive summary of the plan and conduct of environmental systematic reviews and systematic maps. *Environmental Evidence* 7: 7.
- Hedges, L.V., Gurevitch, J., and Curtis, P.S. 1999. The meta-analysis of response ratios in experimental ecology. *Ecology* 80 (4): 1150-1156.
- Izanlo, B., and Habibi, M. 2011. Application of meta-analysis in social and behavioral science: a review of advantages, disadvantages, and methodological issues. *Current Research in Behavioral Sciences* 9: 70-82.
- Jahan, M., and Jahani, M. 2007. The effects of chemical and organic fertilizers on saffron flowering. *Acta Horticulture* 739: 81-86.
- Jahan, M., and Nassiri Mahallati, M. 2021. Meta-analysis of the effect of super-absorbent application on crop yield in Iran. *Iranian Journal of Field Crops Research* 17 (2): 207-220. (In Persian with English Summary).
- Khaliliaqdam, N., Hasanai, R., and Mir-Mahmoodiand, T. 2018. Meta-analysis of some effective factors on wheat production in Iran. *Journal of Agricultural Crops Production* 20 (1): 191-204. (In Persian with English Summary).
- Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., and Mohammad Abadi, A.A. 2011a. Investigation on the effect of biofertilizer, chemical fertilizer, and plant density on yield and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Water and Soil* 25: 196–206.
- Koocheki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., and Mohamad abadi, A.A. 2011b. The effect of high density and depth of planting on agronomic characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) and corms behavior. *Agroecology* 3: 36- 40. (In Persian with English Summary).
- Light, R., and Pillemer, D. 1984. *Summing up. The science of reviewing research*. Harvard University Press, Cambridge.
- Mahdavi-Amiri, B., and Kambouzia, J. 2021. Validation of the effect of increasing CO2 concentration on the yield of wheat using meta-analysis method. *Environmental Sciences* 18 (4): 87-108. (In Persian with English Summary).
- Mahrokh, A., Golzardi, F., Azizi, F., Mofidian, S.M., Zamanian, M., Rahjoo, V., Torabi, M., and Soltani, E. 2021. Agronomical factors

- analysis on grain maize yield decreasing in Iran with meta-analysis method. *Journal of Crop Improvement* 23 (1): 73-86. (In Persian with English Summary).
- Matthews, S., Noli, E., Demir, I., Khajeh-Hosseini, M., and Wagner, M.H. 2012. Evaluation of seed quality: from physiology to international standardization. *Seed Science Research* 22: S69-S73.
- Migues, F.H., Perez, A.A., Frasco, J.A., and Zapiola, M.L. 2013. Meta-analysis of nitrogen fertilization effects on Wheat grain protein in Argentina. *Open Science Repository Agriculture*, online. e70081981.
- Mohammadzadeh, A.R., and Ahmadpoor, A. 2004. The effect of organic matter from different sources on yield of flowers of Saffron. *Research of Agricultural Extension and Education, Research Project, Institute of Soil and Water Research*. (In Persian).
- Mokhtari, M., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2018. Meta-analysis of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomical research, with an emphasis on the consumption of organic fertilizers and agronomical practices in Iran. *Journal of Saffron Agronomy and Technology* 5 (4): 311-327. (In Persian with English Summary).
- Naghdi Badi, H., Omid, H., Golzad, A., Torabi, H., and Fotooqian, M.H. 2011. Change in crocin, safranal, and picrocrocin content and agronomical characters of saffron (*Crocus sativus* L.) under biological and chemical of phosphorous fertilizers. *Journal of Medicinal Plants* 10 (40): 58-68. (In Persian with English Summary).
- Nehvi, F.A., Lone, A.A., Khan, M.A., and Maghdoomi, M.I. 2010. Comparative study on effect of nutrient management on growth and yield of saffron under temperate conditions of Kashmir. *Acta Horticulturae* 850. Third International Symposium on Saffron: Forthcoming Challenges in Cultivation, Research, and Economics, 165–170.
- Razaji, A., Panknejad, F., Moarefi, M., Mahdavi Damghani, A., and Nabi Ilkaee, M. 2020. Meta-analytical study of the effect of drought stress on cotton's performance and its components in Iran. *Journal of Crop Ecophysiology* 14 (1): 157-172. (In Persian with English Summary).
- Rezvani-Moghaddam, P., Khorramdel, S., Aminghafori, A., Shabahang, J., and Asadi, G.A. 2012. The effects of mushroom compost rate and corm density on corm yield and stigma yield of saffron (*Crocus sativus* L.) In 4th International Saffron Symposium, Kashmir, India, 22-25 October 2012.
- Rezvani-Moghaddam, P., Mohammad-abadi, A.A., Fallahi, J., and Aghhavani Shajari, M. 2011. Effects of chemical and organic fertilizers on number of corm and stigma yield of saffron (*Crocus sativus* L.). In 59th International Congress and Annual Meeting of the Society for Medicinal Plant and Natural Product Research. Antalya, Turkey, 4th-9th September 2011.
- Rosenberg, M.S., Garrett, K.A., Su, Z., and Bowden, R.L. 2004. Meta-analysis in plant pathology: synthesizing research results. *Phytopathology* 94 (9): 1013-1017.
- Rothstein, H.R., Sutton, A.J., and Borenstein, M. 2005. *Publication Bias in Meta-analysis*. John Wiley and Sons, Ltd.
- Rotundo, J., and Westgate, M.E. 2009. Meta-analysis of environmental effects on soybean seed composition. *Field Crops Research* 110: 147–156.
- Sabzevari, S., Khazaie, H.R., and Kafi, M. 2010. Study on the effects of humic acid on germination of four wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Iranian Field Crop Research* 8 (3): 473-480. (In Persian with English Summary).
- Shahriary, R., Rezvani Moghaddam, P., Jahan, M., and Khorasani, R. 2018. The effects of nutrition management on saffron (*Crocus sativus* L.) stigma and flower yield. *Journal of Saffron*

- Agronomy and Technology 6 (2): 181- 196.
- Soltani, E., and Soltani, A. 2014. Necessity of using meta-analysis in field crops researches. Journal of Crop Production 7 (3): 203-216.
- Soltani, E., and Soltani, A. 2015. Meta-analysis of seed priming on seed germination, seedling emergence and crop yield: Iranian studies, International Journal of Plant Production 9 (3): 1735-8043. (In Persian with English Summary).
- Valkamaa, E., Uusitalo, R., Ylivainio, K., Virkajärvi, P., and Turtola, E. 2009. Phosphorus fertilization: A meta-analysis of 80 years of research in Finland. Agriculture Ecosystem and Environment 130: 75-85.
- Yahdjian, L., and Sala, O.E. 2010. Size of precipitation pulses controls nitrogen transformation and losses in an arid Patagonian ecosystem. Ecosystems 13: 575-585.