نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۵، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶ ص. ۳۲۷-۳۱۱

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 5, No. 4, Winter 2018, P. 311-327

فراتحلیل پژوهش‌های زراعی زعفران (*Crocus sativus* L.) با تأکید بر مصرف کودهای آلی و عملیات زراعی در ایران

محمود مختاری[۱]، علیرضا کوچکی[۲*] و مهدی نصیری محلاتی[۲]

تاریخ دریافت: ۷ آبان ۱۳۹۴ **تاریخ پذیرش:** ۱۸ آذر ۱۳۹۴

مختاری، م.، کوچکی، ع.، و نصیری محلاتی، م. ۱۳۹۶. فراتحلیل پژوهش‌های زراعی زعفران (*Crocus sativus* L.) با تأکید بر مصرف کودهای آلی و عملیات زراعی در ایران. زراعت و فناوری زعفران، ۵(۴): ۳۲۷-۳۱۱.

چکیده

پژوهش‌های زراعی زعفران در رابطه با تأثیر کودهای آلی (دامی، زیستی و کمپوست) و عملیات زراعی (تراکم، روش، تاریخ و عمق کاشت) سابقه‌ای طولانی در ایران دارد. به دلیل پراکندگی و تفاوت‌های موجود در نتایج آزمایش‌های مختلف، در این بررسی از رهیافت فرا تحلیل استفاده شد. تعداد ۴۷ مطالعه عملیات زراعی و ۴۴ مطالعه کودهای آلی از میان ۲۰۲ مطالعه انتخاب و تجزیه فراتحلیلی شدند. در مطالعات کودهای آلی، برتری کودهای دامی (گاوی) با تأثیر بر افزایش وزن خشک زعفران (g=۱/۴۹۳) با اطمینان ۹۵٪ نسبت به سایر کودها مشاهده شد. مقادیر، ۴۰ تا ۵۰ تن در هکتار کودگاوی، ۲۰ تا ۳۰ تن در هکتار کمپوست که به‌صورت ترکیب با کودهای زیستی (نیتروکسین همراه با باکتری تثبیت‌کننده ازت) استفاده شده بودند، مؤثرتر از مقادیر بالاتر هر یک از این کودها به تنهایی بوده است. مطالعات عملیات زراعی، برتری تراکم کاشت با تأثیر بر افزایش تعداد گل در هکتار را نشان داد. تراکم‌های مطلوب ۵۰ تا ۱۰۰ بنه در مترمربع، میانگین وزن مطلوب هر بنه ۱۰ تا ۲۰ گرم و متوسط وزن بنه مصرفی ۹ تا ۱۲ تن بنه در هکتار به‌دست آمد. روش کشت مناسب، روش ردیفی-کپه‌ای (فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر و روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر) و بهترین تاریخ‌های کاشت، اواخر اردیبهشت تا دهه اول خرداد و مناسب‌ترین عمق کاشت، عمق ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر بوده است. هدف از انجام این فرا تحلیل، درک بهتر مدیریت زراعی و کودی این محصول و ارائه بهترین مدیریت ممکن می‌باشد.

کلمات کلیدی: کود دامی، کود زیستی، کمپوست.

۱- دانشجوی دکتری، اکولوژی گیاهان زراعی، پردیس بین الملل، دانشگاه فردوسی مشهد.
۲- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
(*- نویسنده مسئول: akooch@um.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2017.34691.1124

مقدمه

به‌دلیل وجود اختلاف در انتخاب جامعه، نمونه، متغیرهای مستقل، وابسته، روش‌های آماری به‌کار رفته در مطالعات و طرح‌های آزمایشی، مقایسه بین مطالعات و به‌دست آوردن یک نتیجه منسجم و هماهنگ از میان آن‌ها امری دشوار به‌نظر می‌رسد. این موقعیت وقتی مشکل‌تر می‌شود که تعداد مطالعات روز به روز بیشتر شده و گاه نتایج حاصله از آن‌ها متناقض است (Habibi et al., 2009). در چنین شرایطی، فرا تحلیل یک روش پژوهشی برای پاسخ‌گویی به سؤالات نتایج مطالعات انجام شده قبلی است، سؤالاتی که یک مطالعه به تنهایی نمی‌تواند به آن‌ها پاسخ دهد. فرا تحلیل، علاوه بر اینکه به ترکیب اطلاعات مطالعات می‌پردازد، به مقایسه بین مطالعات توجه می‌نماید و به کشف نتایج جدید از میان مطالعات قبلی می‌پردازد. فرا تحلیل می‌تواند زمینه‌های جدید پژوهش یا سؤالات پژوهشی جدیدی معرفی نماید، حتی ممکن است بتواند برآورد صحیحی از اندازه نمونه برای تحقیقات بعدی به‌وجود آورد (Cooper & Hedges, 1994). پژوهش‌های زراعی زعفران (*Crocus sativus* L.) روز به روز در حال افزایش بوده و با موضوعات مختلف، به ارزیابی عملکرد اقتصادی زعفران پرداخته‌اند، که گاه نتایج به‌دست آمده حتی متناقض نیز بوده است. بهنیا و همکاران (Behnia et al., 1999) و صادقی (Sadeghi, 1988; Sadeghi, 1993) میزان مصرف کودگاوی را ۲۵ تن در هکتار توصیه نموده‌اند. نتایج به‌دست آمده توسط فرهمندفر و همکاران (Farahmandfar et al., 2013) تأثیر کودگاوی با مقادیر ۶۰ تا ۸۰ تن در هکتار را بهتر از سایر مقادیر مصرفی دانسته‌اند و در بعضی موارد کود ورمی کمپوست را مناسب‌تر از کودگاوی و کمپوست در تولید بنه‌های دختری دانسته‌اند. در مطالعه اثر کودهای بیولوژیکی، شیمیایی و تراکم بر عملکرد گل و ویژگی‌های بنه زعفران در سه سال زراعی ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۸، مشخص شد که اثر تیمارهای کودی بر تعداد گل، وزن‌تر و خشک گل و وزن خشک کلاله معنی‌دار بود. بیشترین وزن خشک کلاله در سال دوم و سوم آزمایش در تراکم ۸ تن در هکتار به‌دست آمد (Koocheki et al., 2011a).

در پژوهشی که توسط صادقی (Sadeghi, 1993) انجام شد، نشان داد که بنه‌های بیش از ۸ گرم از درصد گل‌آوری بالایی در ۳ سال اول کشت برخوردار بودند، به‌طوری‌که در سال اول ۳/۵ کیلوگرم، سال دوم ۱۱ کیلوگرم و سال سوم ۲۰ کیلوگرم زعفران خشک در هکتار تولید کردند. صادقی و همکاران (Sadeghi et al., 2003) گزارش نمودند که بهترین زمان کاشت و انتقال بنه به مزارع جدید، اردیبهشت و به‌خصوص خردادماه بود، به‌طوری‌که در سال اول می‌توان ۲/۸ کیلوگرم در هکتار زعفران خشک به‌دست آورد. در مطالعه شاخص‌های بنه‌های دختری زعفران، مشاهده گردید که بیشترین افزایش عملکرد در بنه‌های بیش از ۱۲ گرم در تیمار بنه‌های با وزن‌های مختلف از ۱ تا ۱۲ گرم به‌دست آمد، به‌طوری‌که عملکرد بنه‌های با وزن بیش از ۱۲ گرم و وزن کل بنه‌های زعفران به‌ترتیب تا ۱۰۴ و ۱۰۳ درصد افزایش داشته است (Rezvani-Moghaddam et al., 2013a). نتایج پژوهش کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2013) نشان داد، درنتیجه کاربرد کودهای گاوی و ورمی‌کمپوست، مقدار جذب فسفر در بنه‌های دختری با وزن بیش از ۸ گرم به‌ترتیب ۳ و ۵ برابر افزایش یافت.

در بررسی تراکم مطلوب توسط قلاوند و عبداللهیان نوقابی (Ghalavand & Abdollahian-Noghabi, 2004) تراکم ۵۰ بنه در مترمربع و فاصله ۲۰×۱۰ سانتی‌متر و ۳۰×۱۰سانتی‌متر با بنه ۸ گرم به بالا (۴ تا ۵ تن بنه در هکتار) برای حداکثر عملکرد توصیه شد. نادری درباغشاهی و همکاران (Naderi-Darbaghshahi et al., 2008) نشان دادند که بالاترین

عملکرد و دوره بهره‌برداری زعفران از بالاترین تراکم، ۱۷۷/۶ بنه در مترمربع و عمق کاشت ۲۰ سانتی‌متر به میزان ۵/۰۸ کیلوگرم زعفران خشک در هکتار به‌دست آمد. در پژوهشی ۴ ساله، توسط بهنیا و مختاری (Behnia & Mokhtari, 2009) اثر روش کاشت و تراکم بر میزان عملکرد زعفران در منطقه آبسرد دماوند بررسی و گزارش شد که در ۲ سال اول روش کشت کپه‌ای با ۱۵ بنه در هر کپه به فاصله ۳۰ سانتی‌متر روی ردیف و ۴۰ سانتی‌متر بین ردیف بیشترین محصول را داشت و در دو سال پایانی روش کاشت ردیفی عملکرد بیشتری نشان داد و تیمار برتر در سال ۱۳۸۳، کاشت ردیفی با ۱۰ بنه در ۳۰ سانتی‌متر طول و کاشت کپه‌ای با ۱۵ بنه در ۳۰ سانتی‌متر طول بود. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2011b) تأثیر کشت پرتراکم و عمق کاشت بنه بر ویژگی‌های زراعی زعفران و رفتار بنه‌ها را طی ۲ سال در مشهد بررسی نمودند. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد گل، وزن خشک گل و کلاله در تراکم‌های ۱۹ و ۲۱ تن در هکتار مشاهده شد. بیشترین تعداد بنه در هکتار در عمق ۱۰ سانتی‌متر و کمترین در عمق ۲۰ سانتی‌متر وجود داشت.

مطالعات فرا تحلیل از سال ۱۹۶۵ در علوم و رشته‌های مختلف در جهان در حال انجام است، درحالی‌که در ایران سابقه انجام مطالعات فرا تحلیل از سال ۱۳۸۳ تاکنون می‌باشد و اغلب مطالعات انجام گرفته در حوزه علوم انسانی بوده است (Mehri., 2011). میگوئز و همکاران (Migues et al., 2013) فراتحلیلی بر روی اثر کود نیتروژن بر عملکرد و میزان پروتئین دانه گندم (*Triticum aestivum* L.) که حاصل ۵۹ مطالعه منفرد در کشور آرژانتین از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۸ بود، انجام دادند. نتایج نشان داد که مصرف برگی نیتروژن نسبت به مصرف خاکی در افزایش پروتئین دانه مؤثرتر است. بنگتسون و همکاران (Bengtsson et al., 2005) تأثیر کشاورزی ارگانیک بر بهره‌وری و حفظ تنوع زیستی و بهبود محیط‌زیست انجام دادند و نشان دادند که کشاورزی ارگانیک تأثیر مثبت بر حفظ غنای گونه‌ها در مقیاس بزرگ‌تر از یک واحد مزرعه دارد. در تحقیق دیگری کایر و همکاران (Kiaer et al., 2009) افزایش عملکرد دانه غلات در کشت مخلوطی از ارقام مختلف نسبت به تک‌کشتی هر رقم را در کشور دانمارک فراتحیل نمودند و برتری مخلوط رقم‌ها نسبت به تک‌کشتی را گزارش کردند. در فرانسه نیز فیلیبرت و همکاران (Philibert et al., 2012) فرا تحلیل ارزیابی کیفیت غلات را انجام دادند. در ایران مطالعات فراتحلیل به‌ویژه در حوزه کشاورزی بسیار کم صورت گرفته است. در خصوص تأثیرکودها، کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2014) فراتحلیل پژوهش‌های مربوط به کود شیمیایی و نیتروژنی در تولید غلات در ایران را انجام دادند. فراتحلیل دیگری توسط کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2011c) بر روی تنوع زیستی در ایران انجام گرفت. فراتحلیل بررسی اثر پرایمینگ بذر بر جوانه‌زنی، توسط سلطانی و سلطانی (Soltani & Soltani, 2014) انجام گرفت.

هدف از انجام این فراتحلیل، مقایسه نتایج پژوهش‌های زراعی زعفران در ایران، با تأکید بر اثر کودهای آلی (دامی، زیستی و کمپوست) و اثر عملیات زراعی (تراکم، روش، تاریخ و عمق کاشت) بر عملکرد اقتصادی زعفران و ترکیب نتایج آن‌ها به‌منظور درک بهتر مدیریت زراعی و کودی این محصول و ارائه بهترین مدیریت ممکن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، ابتدا برای جمع‌آوری داده‌های موردنیاز فرا تحلیل، اکثر مطالعات زراعی انجام شده بر روی اثر کودهای آلی (دامی، زیستی و کمپوست) و اثر عملیات زراعی (تراکم، روش، تاریخ و عمق کاشت) بر عملکرد اقتصادی زعفران تا ابتدای سال ۱۳۹۴ در ایران مورد جستجو قرار گرفت. جامعه آماری شامل، پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری، طرح‌های

پژوهشی و مقالات علمی محققان دانشگاهی و مراکز تحقیقاتی کشور در همایش‌های ملی و بین‌المللی بود. بررسی بر اساس اطلاعات کتابخانه‌ای (کتابخانه دانشگاه فردوسی مشهد، کتابخانه ملی ایران، کتابخانه آستان قدس رضوی و غیره) و اطلاعات پایگاه‌های علمی و معتبر داخلی مانند بانک‌های اطلاعاتی نشریات و همایش‌های کشور انجام گرفت. برای دسته‌بندی و کدگذاری مطالعات جمع‌آوری شده، از میان ۲۰۲ مطالعه، اطلاعات شناسنامه‌ای مطالعات، شامل (عنوان پژوهش، نام نویسنده و نویسندگان، محل و طول مدت اجرای پژوهش، سال اجرای پژوهش، سال انتشار) و داده‌های آماری مورد نیاز جهت انجام فرا تحلیل (تعداد تکرارها، درجه آزادی تیمارها (df)، میانگین مربعات تیمارها (MS)، میانگین تیمارهای آزمایش و شاهد، مقادیر آزمون‌های (f,t)، ضرایب رگرسیونی و همبستگی) استخراج شد. پس از کدگذاری، تعداد ۴۷ مطالعه اثر کودهای آلی و ۴۴ مطالعه اثر عملیات زراعی بر عملکرد زعفران که قابلیت انجام فرا تحلیل داشتند، انتخاب و مورد تجزیه فراتحلیل قرار گرفتند. مطالعاتی که داده آماری نداشته یا ناقص بودند از تجزیه فرا تحلیل حذف شدند.

روش آنالیز داده‌ها

برای تجزیه داده‌های جمع‌آوری‌شده در فرا تحلیل، هر مطالعه یا تحقیق به‌عنوان یک داده آماری مورد ارزیابی و محاسبه قرار گرفت و نتایج صفات یا متغیرهای هر یک از این مطالعات که در مکان‌ها و زمان‌های مختلف انجام‌گرفته و به‌صورت جداول تجزیه واریانس، جداول مقایسه میانگین و ضرایب همبستگی و رگرسیونی گزارش‌شده بودند با استفاده از نرم‌افزار جامع فرا تحلیل (Comprehensive Meta-Analysis, version 2) مورد تجزیه قرار گرفتند.

آزمون‌های سطح معنی‌داری و بزرگی اندازه اثر هم به‌صورت منفرد (در یک مطالعه) و هم به‌صورت گروهی (بین همه مطالعات) بررسی شد تا بدین ترتیب فرض صفر مجدداً بررسی، رد یا تأیید گردد (Rosenthal & Dematteo, 2001). ازآنجایی‌که آزمون‌های آماری نمی‌توانند قدرت یا شدت روابط بین متغیرها یا اثرات موردنظر فرا تحلیل‌گر را نشان دهند، همراهی این آزمون‌ها با شاخص‌های اندازه‌گیری اثر ضروری به نظر می‌رسد. مهم‌ترین شاخص‌ها، شاخص‌های گروه d می‌باشد. شاخص‌های گروه d عمدتاً شاخص‌هایی برای اندازه‌گیری تفاوت‌های استاندارد بین میانگین‌ها (تفاوت‌های گروهی) می‌باشد. برای برآورد اندازه اثر گروه d از سه روش یا شاخص استفاده می‌شود که در این تحقیق از روش هجس (g)، استفاده شد (Ghazi-Tabatabaei & Vedadhir, 2010).

اندازه‌گیری اندازه اثر: شاخص‌های مبتنی بر تفاوت‌های گروهی (d)

روش کوهن (Cohen's d)

$$d = \frac{M_1 - M_2}{S_{pooled}} \quad (۱)$$

d= شاخص تفاوت میانگین‌های گروهی کوهن

M_1= میانگین تیمار آزمایش

M_2= میانگین تیمار شاهد

در معادله ۱ صورت کسر تفاضل میانگین‌های تیمارهای آزمایش و شاهد جامعه را در واحدهای اندازه‌گیری اصلی نشان می‌دهد و مخرج کسر ریشه دوم واریانس ادغام شده دو گروه را نشان می‌دهد.

$$\delta_{pooled} = \sqrt{\frac{\delta_1^2 + \delta_2^2}{2}} \quad (۲)$$

δ_{pooled}= واریانس ادغام شده دو گروه

δ_1^2= واریانس تیمار آزمایش

δ_2^2= واریانس تیمار شاهد

شاخص بزرگی اندازه اثر هجس (Hedge's g)

$$g=\frac{M1-M2}{s_{pooled}} \quad (۳)$$

g= شاخص تفاوت میانگین‌های گروهی هجس

M_1= میانگین تیمار آزمایش

M_2= میانگین تیمار شاهد

s_{pooled} = واریانس ادغام شده دو گروه

در این تحقیق تیمارهای کودهای آلی و عملیات زراعی به‌عنوان تیمارهای آزمایش و مقدار صفر کیلوگرم کود یا مقدار کود مصرفی در کشت سنتی و مقدار کودی که در هر مطالعه به‌عنوان شاهد ذکرشده بود به‌عنوان تیمار شاهد انتخاب گردید و برای عملیات زراعی نیز در هر مطالعه، مقدار وزنی، عمق، تاریخ و فاصله‌های کشت سنتی به‌عنوان تیمار شاهد انتخاب گردیدند. در ادامه برای حصول اطمینان بیشتر از محاسبه اندازه اثر نیاز به محاسبه میانگین اندازه اثر و همچنین محاسبه انحراف استاندارد اندازه اثر مطالعات پژوهشی می‌باشد که از دو معادله زیر به ترتیب استفاده‌شده (Rosenthal & Dimatteo, 2001).

متوسط اندازه اثر بر اساس شاخص هجس (g)

$$ES= d_{(average)} = \frac{\sum d_i}{n} \quad (۴)$$

ES= اندازه اثر هجس

d_i= شاخص تفاوت میانگین‌های گروهی هجس

انحراف استاندارد SD در میان مطالعات پژوهشی به شکل زیر محاسبه می‌گردد:

$$SD_{es}= \frac{\sum(di-\bar{d})^2}{n} \quad (۵)$$

SD_{es}=انحراف استاندارد اندازه اثر هجس

n= تعداد مطالعات پژوهشی

$\sum_{(di-\bar{d})}{}^2$= مجموع مجذور انحراف از میانگین تفاوت‌های گروهی

برای محاسبه اندازه اثر گروه‌های d و شاخص هجس (g) از نرم‌افزار (CMA ver:2) که قابلیت فرا تحلیل با چندین فرمت را دارد استفاده شد (Borenstein et al., 2009).

خطای انتشار و کاربرد آزمون آماری تشخیص خطای انتشار

احتمال زیاد وجود دارد که نتایج تحقیقات دارای معنی‌داری مثبت، بیش از سایرین مورد توجه قرار گیرد و یافته‌های آن منتشر شود. فرا تحلیل چنین مطالعاتی منجر به برآورد دست بالای اثرات آزمایش می‌شود. از سوی دیگر تحقیقات دارای اثرات مثبت معنی‌دار ممکن است چندین بار چاپ شده باشد و محقق را به‌وضوح دچار خطا کند که به آن خطای انتشار گویند. آزمون آماری مورد استفاده در این تحقیق بر پایه نمودار قیفی بوده و همگنی و ناهمگنی نمودار قیفی را مورد آزمون قرار می‌دهد. در صورت همگن بودن نمودار قیفی، وجود خطای انتشار را می‌توان رد کرد. در صورت وجود خطای انتشار، جهت حذف سوگیری‌ها به دلیل عدم انتشار داده‌های غیر معنی‌دار یا کمی مطالعات انجام‌گرفته می‌توان با اضافه کردن مطالعات بیشتر یا استفاده از روش‌های آماری که قابلیت حذف خطای انتشار را دارا می‌باشند، این مطالعات را اصلاح کرد تا نتایج به‌دست‌آمده در دامنه‌های محاسبه‌شده قابل‌اطمینان و توصیه باشند (Egger et al., 2001).

نتایج و بحث

نتایج فراتحلیل (جدول ۱) نشان می‌دهد، از مجموع ۴۷ مطالعه مورد بررسی کودهای آلی، ۳۲ اندازه اثر برای کودهای دامی، ۲۱ اندازه اثر برای کودهای زیستی و ۱۰ اندازه اثر برای کمپوست محاسبه شد و از مجموع ۴۴ مطالعه برای عملیات زراعی، ۳۶ اندازه اثر برای تراکم، ۱۴ اندازه اثر برای روش، ۱۶ اندازه اثر برای تاریخ و ۱۱ اندازه اثر برای عمق کاشت، محاسبه گردید.

جدول ۱- مقادیر اندازه اثر کودهای آلی (دامی، زیستی و کمپوست) و عملیات زراعی (تراکم، تاریخ، روش و عمق کاشت) بر عملکرد زعفران در هکتار با اطمینان ۹۵٪

Table 1- Effect of size values of organic fertilizers (manure, biological and compost) and agronomic practices (density, date, method and depth of planting) on yield of saffron (ha), with 95% confidence interval

مدل تصادفی Random model	تعداد مطالعه Number of study	اندازه اثر هجس Hedges effect size	مقدار احتمال p-value	خطای استاندارد Standard error	حد پایین Lower limit	حد بالا Upper limit
کود زیستی بر عملکرد Biofertilizers on yield	21	1.37	0.000	0.212	0.995	1.785
کود دامی بر عملکرد Manure fertilizers on yield	32	0.926	0.000	0.153	0.625	1.226
کمپوست بر عملکرد Compost on yield	10	0.487	0.005	0.221	0.053	0.921
کود زیستی بر تعداد گل Bio-fertilizers on number of flower	8	1.441	0.000	0.327	0.8	2
کود دامی بر وزن خشک زعفران Manure on saffron dry weigh	18	1.493	0.000	0.229	1.043	1.942
کمپوست بر تعداد گل Compost on number of flower	3	1.88	0.000	0.906	0.107	3.651
سن مزرعه بر عملکرد Farm age on yield	4	2.409	0.000	0.159	2.23	2.65
مناطق کاشت بر عملکرد Planting regions on yield	18	0.897	0.000	0.221	0.461	1.33
مقادیر کود بر عملکرد Fertilizers amounts on yield	9	0.345	0.000	0.198	−0.042	0.733
تاریخ کاشت بر عملکرد Planting date on yield	16	0.803	0.000	0.23	0.351	1.254
عمق کاشت بر عملکرد Planting depth on yield	11	0.263	0.457	0.212	−0.15	0.67
تراکم کاشت بر عملکرد Planting density on yield	36	1.012	0.000	0.112	0.793	1.231
روش کاشت بر عملکرد Planting method on yield	14	0.851	0.000	0.228	0.404	1.298
تاریخ کاشت بر تعداد گل Planting date on number of flower	6	2.37	0.000	0.462	1.46	3.27
عمق کاشت بر وزن‌تر گل Planting depth on wet weight of flower	9	0.399	0.045	0.322	− 1.211	0.352
تراکم بر تعداد گل Density on number of flower	16	1.176	0.000	0.188	0.808	1.544
روش کاشت بر تعداد گل Planting methods on number of flower	14	2.082	0.000	0.655	0.797	3.366

اثر کودهای آلی و عملیات زراعی بر عملکرد زعفران معنی‌دار گردید، فقط اثر عمق کاشت بر عملکرد زعفران معنی‌دار نشد. کودهای زیستی بیشترین اثر را بر افزایش تعداد گل (g=۱/۴۴۱)، کودهای کمپوست نیز بیشترین اثر را بر افزایش تعداد گل (g= ۱/۸۸) و کودهای دامی بیشترین اثر را بر افزایش وزن خشک زعفران (g=۱/۴۹۳) داشته‌اند. در میان مطالعات

کودهای آلی کمترین خطای استاندارد در مطالعات کود دامی به‌دست‌آمده است (SE=۰/۱۵۳). در بین عوامل تعدیل‌کننده، عامل سن مزرعه با اندازه اثر (g= ۲/۴۰۹) تأثیر بزرگ‌تری نسبت به مناطق کاشت و مقادیر کودهای مصرفی بر عملکرد اقتصادی زعفران داشته است. اندازه اثر به‌دست‌آمده برای عملیات زراعی کاشت بر عملکرد اقتصادی زعفران در هکتار، برای تراکم کاشت (g=۱/۰۱۲)، روش کاشت (g=۰/۸۵۱)، تاریخ کاشت (g=۰/۸۰۳) و عمق کاشت (g=۰/۲۶۳) بوده است. بیشترین اثر مربوط به تراکم‌های کاشت بوده و کمترین اندازه اثر مربوط به عمق کاشت بوده است. تاریخ کاشت بر افزایش تعداد گل در هکتار (g=۲/۳۷۰)، روش کاشت بر افزایش تعداد گل در هکتار (g=۲/۰۸۲)، تراکم بر افزایش تعداد گل در هکتار (g=۱/۱۷۶) و عمق کاشت بر افزایش وزن‌تر گل در هکتار (g=۰/۳۹۹) مؤثر بوده است. کمترین خطای استاندارد در مطالعات تراکم‌های کاشت به‌دست‌آمده است (SE=۰/۱۸۸).

شکل ۱ نشان می‌دهد، کودهای زیستی و دامی بیشترین اندازه اثر را بر عملکرد اقتصادی زعفران داشتند. ولی دقت مطالعات کودهای دامی بالاتر بوده و مقادیر کودهای دامی را در دامنه به‌دست‌آمده با اطمینان ۹۵٪ می‌توان توصیه نمود.

شکل ۱- تأثیر کودهای زیستی، دامی و کمپوست بر عملکرد زعفران با فاصله اطمینان ۹۵٪، نقاط بیانگر میانگین اندازه اثر و خطوط عمودی نشان‌دهنده دامنه اندازه اثر می‌باشد.

Figure 1- Effect of biological, manure and compost fertilizers on saffron yield with 95% confidence interval, data points show mean effect size and vertical bars are the range of effect size.

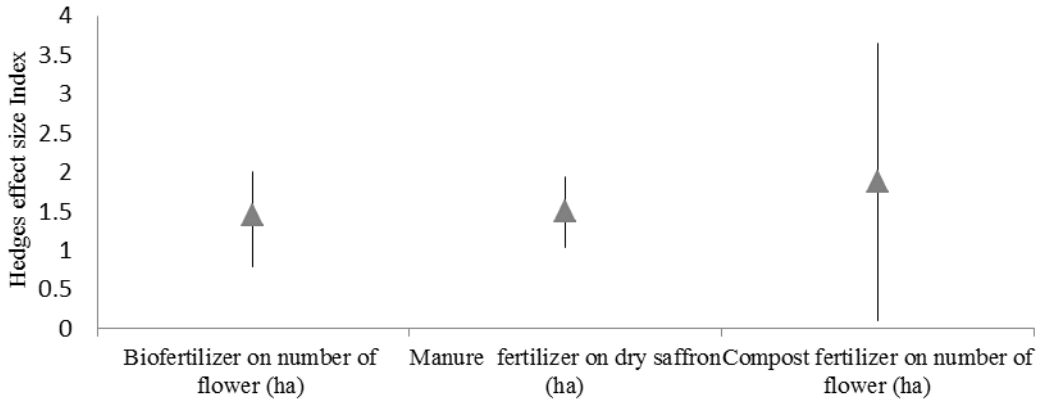
شکل ۲ نشان می‌دهد کود دامی باعث افزایش وزن خشک زعفران در هکتار شده و کودهای زیستی و کمپوست منجر به افزایش تعداد گل در هکتار شده‌اند. با توجه به اندازه اثر بالاتر و دامنه اطمینان کوچک‌تر، اثر مقادیر کودهای دامی بر وزن خشک زعفران در هکتار، قابل توصیه در دامنه به‌دست‌آمده با اطمینان ۹۵٪ بود و برای توصیه نتایج کودهای زیستی و کمپوست، نیاز به انجام مطالعات بیشتر خواهد بود.

شکل ۳ نشان می‌دهد که عامل سن مزرعه، با اندازه اثر بسیار بزرگ‌تر (g=۲/۴۰۹) و دامنه اطمینان کوچک، با اطمینان ۹۵٪، از دو عامل دیگر، تأثیر بیشتری بر عملکرد زعفران ایفا کرد.

شکل ۴ نشان می‌دهد که تاریخ، روش و تراکم کاشت، با تأثیر بر افزایش تعداد گل زعفران در بیشترین اثر را بر عملکرد زعفران، داشت و عمق کاشت که باعث افزایش وزن‌تر گل زعفران در هکتار گردیده کمترین اثر را بر عملکرد اقتصادی زعفران داشته است. نتایج مطالعات تراکم کاشت، به‌دلیل دامنه

اطمینان کوچک‌تر و خطای کمتر نسبت به تاریخ روش و عمق کاشت از دقت بالاتری برخوردار بود.

برای بررسی میزان و چگونگی خطای انتشار (خطای ناشی از انتشار نتایج معنی‌دار مثبت) در فرا تحلیل اثر کودهای آلی و عملیات زراعی، از آزمون آماری همبستگی رتبه‌بندی بگ و مازومدار (Begg & Mazumdar, 1994) استفاده شد. داده‌های جدول ۲ نشان می‌دهد که نتایج ۴۷ مطالعه کودهای آلی (دامی، زیستی و کمپوست)، همگن بوده و خطای انتشار ندارند. با توجه به عدم وجود خطای انتشار می‌توان نتایج فرا تحلیل اثر مقادیر کودهای آلی را در فاصله به‌دست‌آمده با اطمینان ۹۵٪ صحیح و قابل توصیه دانست. نتایج ۴۴ مطالعه عملیات زراعی نشان از عدم همگنی مطالعات تراکم‌ها، تاریخ‌ها و روش‌های کاشت داشت و خطای انتشار را نشان داد. که نیاز به انجام مطالعات بیشتر برای توصیه نتایج لازم است. فقط مطالعات اثر عمق کاشت همگن بوده و عدم وجود خطای انتشار را نشان داد و نتایج آن از اطمینان بالاتری برخوردار بود.

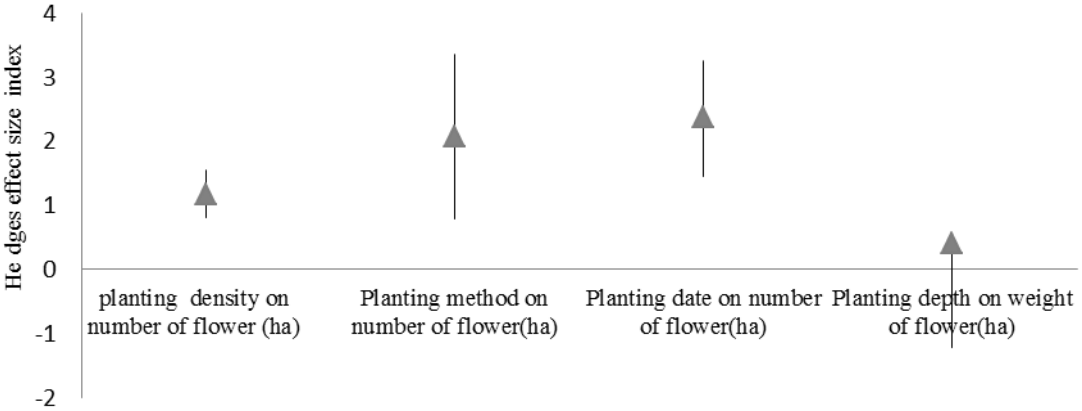


شکل ۲- تأثیر کودهای آلی (زیستی، دامی و کمپوست) بر عملکرد زعفران با فاصله اطمینان ۹۵٪، نقاط بیانگر میانگین اندازه اثر و خطوط عمودی نشان‌دهنده دامنه اندازه اثر می‌باشد

Figure 2- Effect of organic fertilizers (biological, manure and compost) on saffron yield with 95% confidence interval, data points show mean effect size and vertical bars are the range of effect size.

شکل ۳- تأثیر سن مزرعه، مناطق مختلف کاشت و مقادیر مختلف کود بر عملکرد زعفران با فاصله اطمینان ۹۵٪، نقاط بیانگر میانگین اندازه اثر و خطوط عمودی نشان‌دهنده دامنه اندازه اثر می‌باشد

Figure 3- Effect of farm age, planting regions and fertilizer values on saffron yield with 95% confidence interval, data points show mean effect size and vertical bars are the range of effect size.



شکل ٤- تأثیر تراکم، روش، تاریخ و عمق کاشت بنه بر عملکرد زعفران با فاصله اطمینان ۹۵٪، نقاط بیانگر میانگین اندازه اثر و خطوط عمودی نشان‌دهنده دامنه اندازه اثر می‌باشد

Figure 4- Effect of density, method, date and depths of corm planting on saffron yield with 95% confidence interval, data points show mean effect size and vertical bars are the range of effect size.

جدول ۲- آزمون خطای انتشار فرا تحلیل اثر کودهای آلی و عملیات زراعی بر عملکرد زعفران

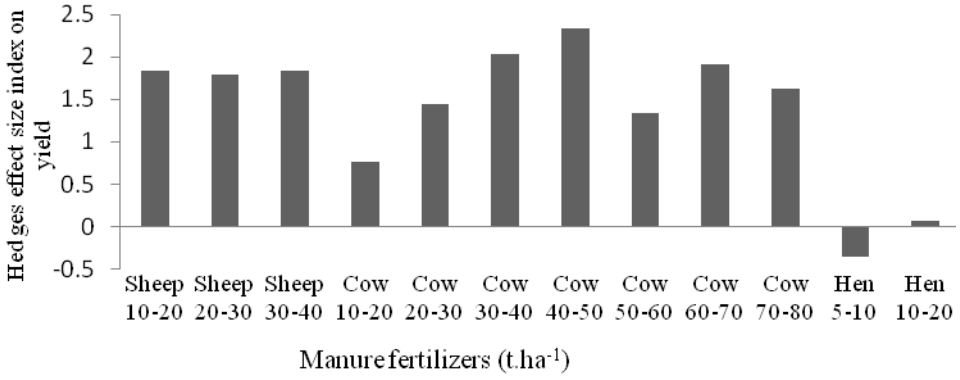
Table 2- Test of bias publication in Meta-analysis of organic fertilizers and agronomical practice effect on yield of saffron

نوع آزمون Type of test	نوع الگو Type of pattern	آماره آزمون Symbol of test	مقدار احتمال P- value	نتیجه آزمون Test result
همبستگی بگ و مازومدار Begg and Mazumdar Correlation	دامی- عملکرد Manure- yield	Z=0.016	P=0.98	همگن Homogeneous
	زیستی- عملکرد Biological- yield	Z=1.90	P=0.06	همگن Homogeneous
	کمپوست- عملکرد Compost- yield	Z=0.53	P=0.59	همگن Homogeneous
	تراکم- عملکرد Density- yield	Z=2.6	P=0.009	ناهمگن Heterogeneous
	روش‌ها- عملکرد Methods - yield	Z=1.86	P=0.05	ناهمگن Heterogeneous
	تاریخ‌ها- عملکرد Dates – yield	Z=2.11	P=0.03	ناهمگن Heterogeneous
	عمق‌ها- عملکرد Depths – yield	Z=0.000	P=1.00	همگن Homogeneous

در میان مقادیر کودهای دامی (شکل ۵) کودهای گاوی به میزان ۴۰ تا ۵۰ تن در هکتار بیشترین اندازه اثر را داشته و کودهای مرغی دارای کمترین اندازه اثر بود. رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani-Moghaddam et al., 2013a) مقدار ۶۰ تن در هکتار کودگاوی در مزارع زعفران را توصیه نمود. محمدزاده و همکاران (Mohammadzadeh et al., 2004) مقادیر ۳۵ تن کودگاوی، ۵۲ تن کود کمپوست، ۱۳ تن کود مرغی را توصیه نمودند. محقق دیگر، مقادیر ۲۵ تن در هکتار کودگاوی را توصیه نمود (Sadeghi, 1988; Sadeghi, 1993).

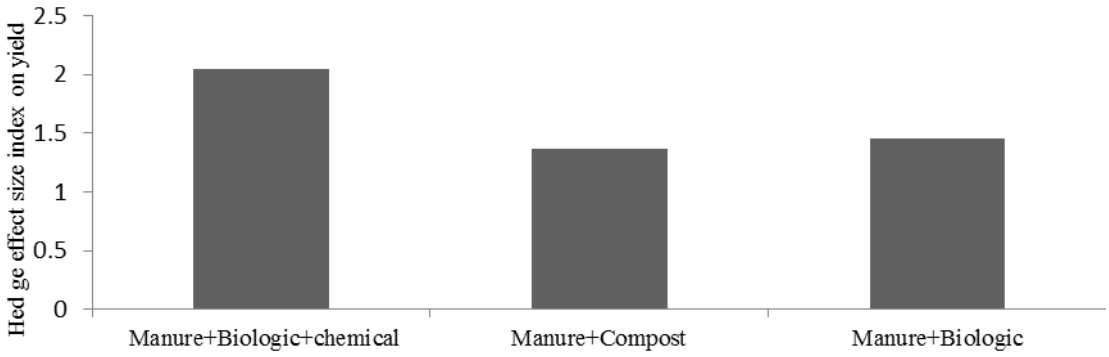
نتایج فرا تحلیل ترکیبات مختلف کودی (شکل ۶) نشان می‌دهد که ترکیب کودهای دامی و زیستی همراه با عناصر شیمیایی بیشترین تأثیر را بر عملکرد اقتصادی زعفران داشت. مطالعات تمپرینی و همکاران (Temperini et al., 2009) در

زمینه تغذیه گیاه زعفران نشان داده که، ۱۶ تا ۸۰٪ تغییرات عملکرد گل به فاکتورهای مربوط به حاصل‌خیزی خاک از جمله میزان ماده آلی، فسفر قابل‌استفاده، نیتروژن معدنی و پتاسیم تبادلی وابسته است. کاربرد کود شیمیایی به‌تنهایی اثر معنی‌داری بر عملکرد زعفران نداشته، ولی استفاده تلفیقی از کودهای گاوی و شیمیایی باعث افزایش تولیدشده است. سابینا و همکاران (Sabina et al., 2012) نشان دادند که کاربرد نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب به میزان، ۹۰، ۶۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار ورمی کمپوست، ۳/۸ تن در هکتار منجر به افزایش بیش از ۵۰٪ عملکرد زعفران (۷/۳۴ کیلوگرم در هکتار) شده است.



شکل ۵- مقایسه میانگین اندازه اثر کودهای مختلف دامی بر عملکرد زعفران

Figure 5- Mean comparison of Hedges effect size for various manure fertilizers effect on saffron yield.



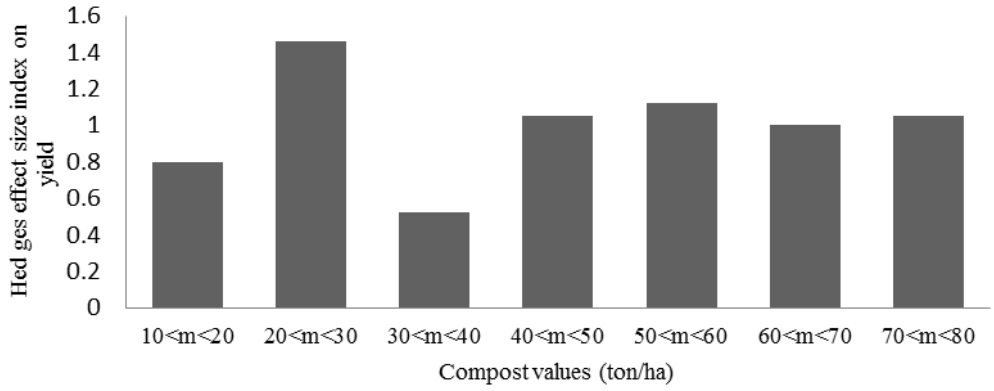
شکل ٦- مقایسه میانگین اندازه اثر ترکیب کودهای آلی (دامی، زیستی و کمپوست) بر عملکرد زعفران

Figure 6- Mean comparison of Hedges effect size of organic fertilizer combination (manure, biological and compost) on saffron yield.

نتایج فراتحلیل مقادیر کود کمپوست بر عملکرد اقتصادی زعفران (شکل ۷) نشان می‌دهد، مقادیر ۲۰ تا ۳۰ تن در هکتار از این کود بیشترین اندازه اثر را داشت. رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani-Moghaddam et al., 2013b) مقدار ۶۰ تن در هکتار کمپوست قارچ را در کشت و کار زعفران توصیه نمودند.

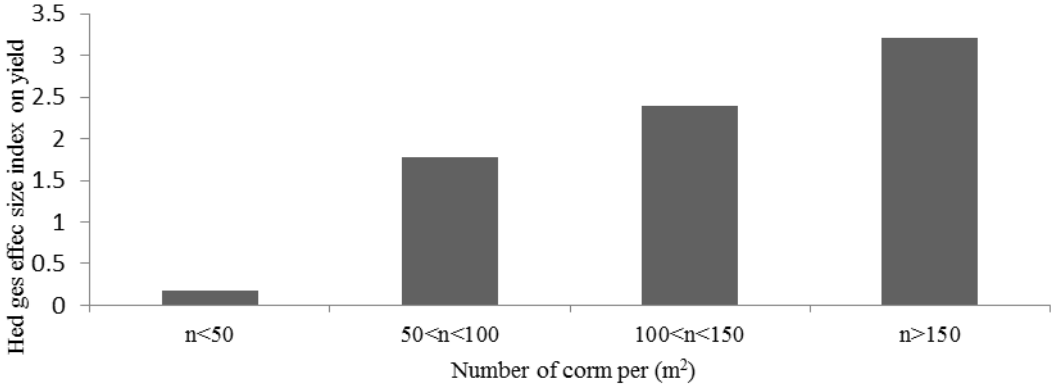
شکل ۸ نشان می‌دهد، ۱۵۰ بنه در مترمربع بیشترین اثر را

بـر افـزایش عملکـرد اقتصـادی داشـت. نـادری‌درباغشـاهی و همکـاران (Naderi-Darbaghshahi et al., 2008) در ایـن زمینه ۱۷۷ بنه در مترمربع را توصیه کردنـد. بهـداد (Behdad, 2005) گزارش کرد که بیشترین عملکـرد در تـراکم ۹۰ بنـه در مترمربع با فواصل کشت ۲۰×۱۰ سانتی‌متر و به‌صورت دو بنه در هر چاله به‌دست آمد. قلاوند و عبداللهیان نوقابی (Ghalavand & Abdollahian-Noghabi, 2004) تـراکم ۵۰ بنـه در مترمربع را بهترین شرایط برای کشت زعفران اعلام کردند.



شکل ۷- مقایسه میانگین اندازه اثر میزان کاربرد کودهای کمپوست بر عملکرد زعفران

Figure 7– Mean comparison of Hedges effect size of applied values of compost fertilizers on saffron yield.



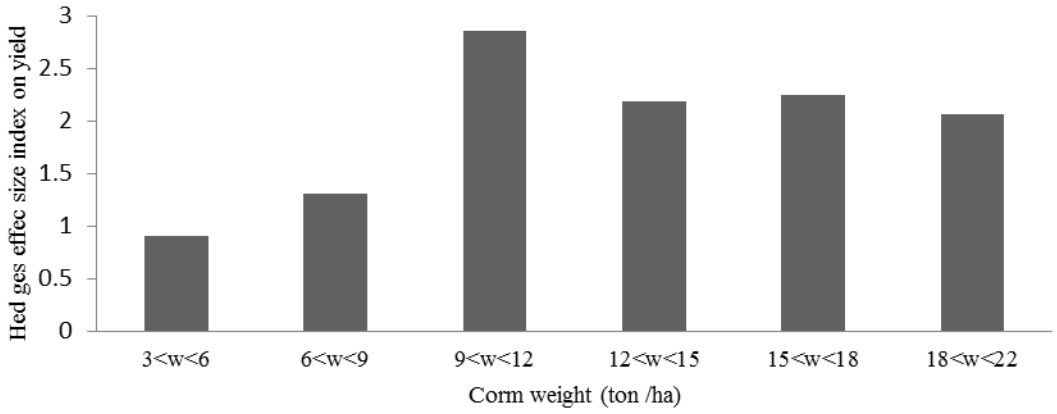
شکل ۸- مقایسه میانگین اندازه اثر تعداد بنه (در مترمربع) بر عملکرد زعفران

Figure 8- Mean comparison of Hedges effect size for effect of corm number per (m^2) on saffron yield.

شکل ۹ نشان می‌دهد که مقادیر ۹ تا ۱۲ تن بنـه در هکتـار بیشترین اثر را بر افزایش عملکرد زعفران داشت. محققین مقدار ۸ تـن بنـه در هکتـار را مطلـوب دانسـته و توصـیه نمودنـد (Koocheki et al., 2011b; Rezvani-Moghaddam et al., 2013b).

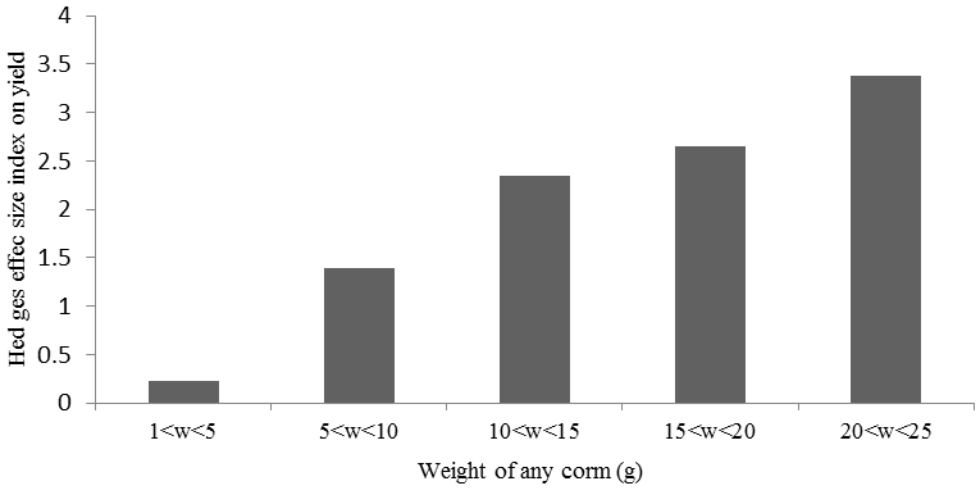
در شکل ۱۰ بنه‌های با وزن ۲۰ تا ۲۵ گـرم دارای بیشـترین اثر بر عملکرد اقتصادی زعفران به‌ویژه در سال اول کاشت بودند. صادقی (Sadeghi, 1993) وزن بنـه بـیش از ۸ گـرم را بـرای درصد بالای گل‌آوری توصیه کردنـد و امیـد بیگـی و همکـاران (Omid-Baegi et al., 2010) گـزارش کردنـد کـه بنـه‌هـای

بالای ۱۵ گرم در سال اول تـا ۷ کیلـوگرم در هکتـار محصـول می‌دهد.



شکل ۹- مقایسه میانگین اندازه اثر وزن بنه مصرفی (تن در هکتار) بر عملکرد زعفران

Figure 9- Mean comparison of Hedges effect size for consumed weight of corm (ton.ha^{-1}) effect on saffron yield.



شکل ۱۰- مقایسه میانگین اندازه اثر وزن هر بنه (گرم) بر عملکرد زعفران

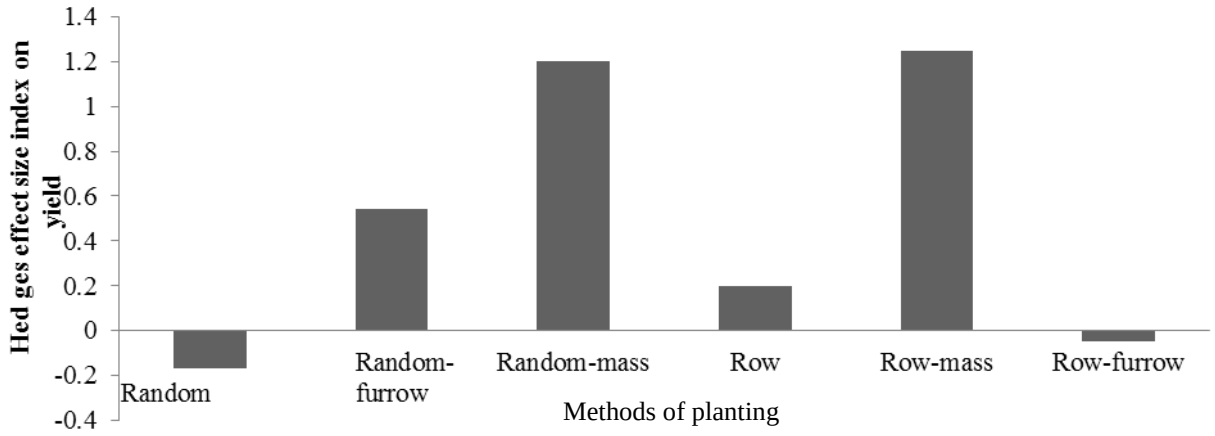
Figure 10- Mean comparison of Hedges effect size of weight of any corm (g) on saffron yield.

شکل ۱۱ نشان می‌دهد، در میان روش‌هـای کاشـت، روش ردیفی- کپه‌ای نسبت به سایر روش‌ها دارای اندازه اثر بیشتر بـر عملکرد اقتصادی زعفران بـود. بهنیـا و مختـاری (Behnia & Mokhtari, 2009) گزارش کردند روش کشت ردیفی با ۱۰ بنه و کپه‌ای با ۱۵ بنه در هر کپه منجر به تولیـد بیشـترین عملکـرد اقتصادی شد؛ که می‌تواند به دلیل تولیـد بنـه دختـری بیشـتری نسبت به سایر روش‌های کشت باشد.

شکل ۱۲ نشان مـی‌دهـد کـه فواصـل ۱۰×۱۰ سـانتی‌متـر بالاترین اثر را بر عملکرد اقتصادی زعفران داشت. فاصله کشـت ۲۰×۱۰ مطلوب‌تر بوده و از دقت بیشتری برخوردار اسـت. بهـداد نیـز فاصـله کاشـت ۲۰×۱۰ سـانتی‌متـر را تأییـد کـرده اسـت (Behdad, 2005).

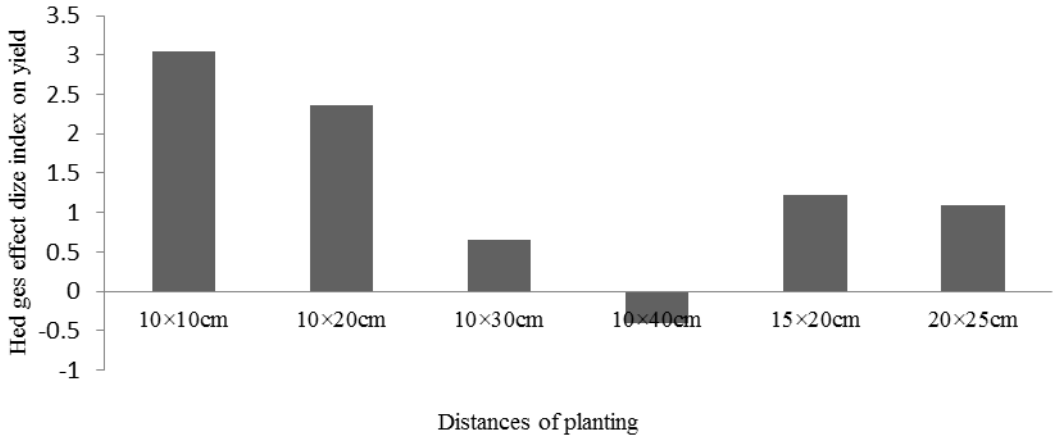
شکل ۱۳ نشان می‌دهد که تاریخ‌های کاشت اردیبهشت تا دهه اول خردادماه دارای اثر بیشتری نسبت به تاریخ‌های کاشت در شهریور تا مهرماه بود، آقازاده و همکاران (Aghazadeh & Hemmatzadeh, 2012) تاریخ کاشت اواخر شهریورماه با عمق کاشت۲۰ سانتی‌متر را در مقایسه با مهرماه در شهرستان ماکو برتر دانسته و رستمی و همکاران (Rostami & Mohammadi, 2013) نیز تاریخ کاشت تیرماه با تراکم ۱۰۰ بنه در مترمربع را در شهرستان ملایر برتر معرفی کرده‌اند. کشت زود باعث تکمیل دوره خواب و رشد جوانه‌های اولیه در طول تابستان شده که می‌تواند باعث افزایش گلدهی در سال اول گردد.

مطالعات مختلف نشان داد که مطلوب‌ترین عمق کاشت، عمق ۲۰- ۱۵ سانتی‌متر بود (شکل ۱۴). در ایران زراعت زعفران با عمق ۲۰-۱۵ سانتی‌متر معمول است (Kafi, 2006). عمق کاشت ۱۰ سانتی‌متر نسبت به عمق‌های دیگر (۱۵ و ۲۰) سانتی‌متر و تراکم ۱۹ و ۲۱ تن بنه در هکتار نسبت به سایر تراکم‌ها (۸، ۱۱، ۱۳، ۱۶) تن بنه در هکتار عملکرد بیشتری داشته است (Koocheki et al., 2011b).



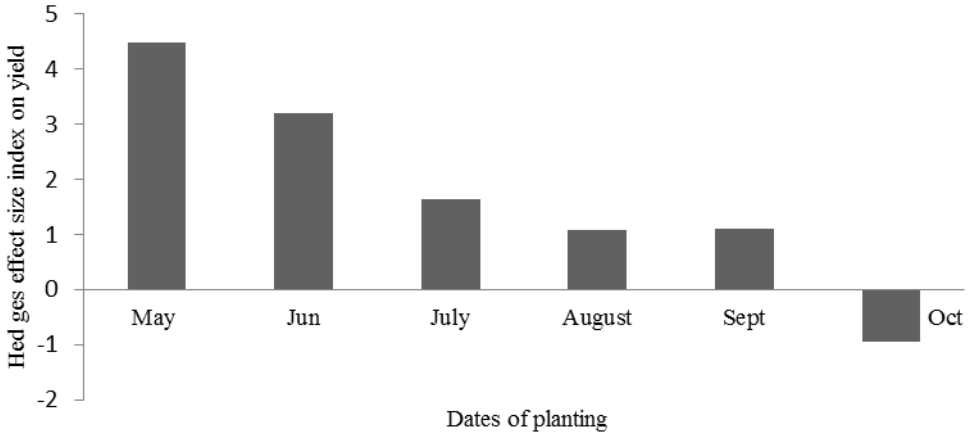
شکل ۱۱- مقایسه میانگین اندازه اثر روش‌های مختلف کاشت بر عملکرد زعفران

Figure 11- Mean comparison of Hedges effect size of different planting methods on saffron yield.



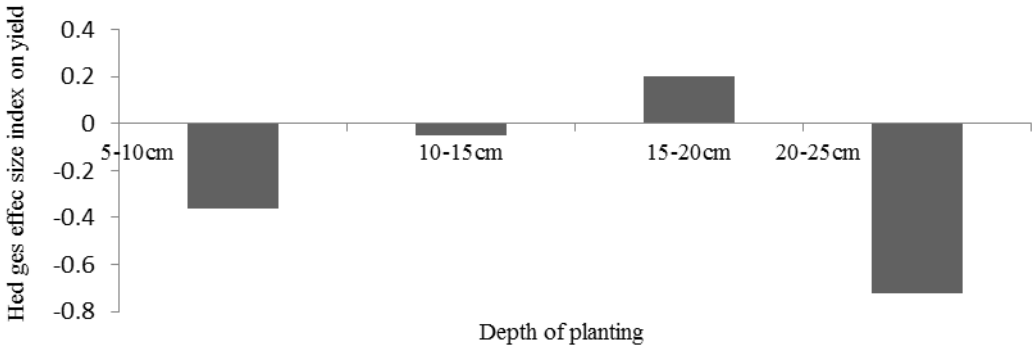
شکل ۱۲- مقایسه میانگین اندازه اثر فواصل کاشت بنه بر عملکرد زعفران

Figure 12- Mean comparison of Hedges effect size of distances of corm planting on saffron yield.



شکل ۱۳- مقایسه میانگین اندازه اثر تاریخ‌های کاشت بنه بر عملکرد زعفران

Figure 13- Mean comparison of Hedges effect size of planting date's on saffron yield.



شکل ١٤- مقایسه میانگین اندازه عمق کاشت بنه بر عملکرد زعفران

Figure 14- Mean comparison of Hedges effect size of corm planting depth on saffron yield.

نتیجه‌گیری

نتایج فرا تحلیل مطالعات زراعی زعفران با تأکید بر اثر کودهای آلی و عملیات زراعی کاشت، نشان داد که معنی‌دار بودن اثر کودهای آلی (دامی، زیستی و کمپوست) و اثر عملیات زراعی (تراکم، تاریخ و روش کاشت) بر عملکرد زعفران مورد تأیید است، درحالی‌که اثر عمق کاشت از این نظر معنی‌دار نشد. با در نظر گرفتن دامنه اندازه اثر و دقت محاسبات، در میان کودهای آلی، به ترتیب، کودهای دامی، کودهای زیستی و کودهای کمپوست بیشترین تأثیر را بر عملکرد زعفران (کلاله و خامه) داشت. در بین صفات عملکردی مورد تجزیه فرا تحلیل، بیشترین تأثیر کودهای دامی بر افزایش وزن خشک زعفران (کلاله و خامه) در هکتار بود و کودهای زیستی و کمپوست بیشتر موجب افزایش تعداد گل زعفران در هکتار شدند. بیشترین تأثیر بر افزایش وزن خشک زعفران را کودهای گاوی داشت و انواع دیگر کودها بر افزایش تعداد گل‌ها تأثیر بیشتری داشتند. ۴۰ تا ۵۰ تن در هکتار کودگاوی و ۲۰ تا ۳۰ تن در هکتار

کمپوست، همراه با کودهای زیستی بسیار مؤثرتر از مقادیر بالای هر یک از این کودها به تنهایی بود. در بین عملیات‌های زراعی مختلف تراکم کاشت دارای بیشترین اندازه اثر بر عملکرد زعفران بود و کمترین اثر مربوط به عمق کاشت بود. تراکم، روش و تاریخ کاشت بر افزایش تعداد گل در هکتار و عمق کاشت بر افزایش وزن‌تر گل در هکتار مؤثر بودند. تراکم مطلوب ۵۰ تا ۱۰۰ بنه در مترمربع، میانگین وزنی مطلوب هر بنه ۱۰ تا ۲۰ گرم و متوسط وزن بنه مصرفی در هکتار ۹ تا ۱۲ تن در هکتار به‌دست آمد. مطلوب‌ترین روش کاشت، روش کاشت ردیفی–کپه‌ای (فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر و روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر) بود. بهترین تاریخ کاشت، اواخر اردیبهشت تا دهه اول خرداد و مناسب‌ترین عمق کاشت، عمق ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر بود. نتایج ۴۷ مطالعه کودهای آلی (دامی، زیستی و کمپوست)، همگن بوده و عدم وجود خطای انتشار را نشان داد. با توجه به عدم وجود خطای انتشار می‌توان نتایج فرا تحلیل اثر مقادیر کودهای آلی را با اطمینان ۹۵٪ صحیح و قابل توصیه دانست. نتایج ۴۴ مطالعه عملیات زراعی نشان از عدم همگنی مطالعات تراکم‌ها، تاریخ‌ها و روش‌های کاشت بود و وجود خطای انتشار را نشان داد؛ که در این زمینه نیاز به انجام مطالعات بیشتر است. نتایج مطالعات اثر عمق کاشت، عدم وجود خطای انتشار را نشان داد و لذا به عمق کاشت توصیه‌شده در این پژوهش می‌توان اعتماد کرد. علاوه بر تفاوت در روش‌های آماری و عدم ارائه نتایج غیر معنی‌دار در مطالعات مختلف، عامل سن مزارع و مناطق مختلف کاشت از جمله دلایل وجود خطای انتشار در مطالعات عملیات زراعی می‌باشد. هدف از انجام این فراتحلیل، مقایسه نتایج پژوهش‌های زراعی زعفران در ایران، با تأکید بر اثر کودهای آلی (دامی، زیستی و کمپوست) و اثر عملیات زراعی (تراکم، روش، تاریخ و عمق کاشت) بر عملکرد اقتصادی زعفران و ترکیب نتایج آن‌ها به‌منظور درک بهتر مدیریت زراعی و کودی این محصول و ارائه بهترین مدیریت ممکن می‌باشد. نتایج فراتحلیل مقادیر کودهای دامی و اندازه عمق کاشت ذکرشده، قابل توصیه برای کشاورزان می‌باشد.

منابع

Aghazadeh, R., and Hemmatzadeh, A. 2012. Effect of planting date, planting depth and distance on vegetative and reproductive variables of saffron in Maku climate. Quarterly of Knowledge of Modern Sustainable Agriculture 8 (1): 1-10. (In Persian with English Summary).

Begg, C.B., and Mazumdar., M. 1994. Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias. Biometrics Journal 50: 1088-1101.

Behdad, M. 2005. Effects of corm density and methods of planting on yield of saffron. The Final Report of the Research Project of Ministry of Agriculture, Research Institute on Seeds and Seedling. (In Persian).

Behnia, M.R., and Mokhtari., M. 2009. Effect of planting methods and corm density in saffron (*Crocus sativus* L.) Available at web site http //:www.sid.ir (verified Jun 2009). (In Persian with English Summary).

Behnia, M.R., Estilai, A., and Ehdaie, B. 1999. Application of fertilizer for increased saffron yield. Journal of Agronomy and Crop Science 182: 9–15. (In Persian with English Summary).

Bengtsson,G., Ahnstoom, 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 to Meta-

Analysis. A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, Cornwall, UK.

Cooper, H.M., and Hedges., LV. 1994. The Hand Book of Research Synthesis. Russell Sage Foundation. New York.

Egger, M., Smith, G.D., and Altman, D.G. 2001. Systematic Reviews in Health Care Meta-analysis in context. BMJ Publishing Group.

Farahmandfar, B., Kelarestaghi, K., and Mohebbi, N. 2013. Effect of different levels of fertilizer, compost, vermicompost and cow on flowering and vegetative traits saffron (*Crocus sativus* L.).The second conference SeedScience and Technology, Islamic Azad University of Mashhad, Iran. Available at web site http://www.civilica.com/Paper-Seed techno 92-101.html. (In Persian with English Summary).

Ghalavnad, A., and Abdollahian-Noghabi, M. 2004. Effect of ecological adaptation and study of row spacing and planting method on land races yield of Iranian saffron. 2"National Symposium of Saffron Gonabad. Iran. (In Persian).

Ghazi-Tabatabaei, M., and Vedadhir, A.A. 2010. Meta-Analysis in Social and Behavioral Research. Press Jameashnasan, Tehran. (In Persian)

Habibi, M., Fadaei, Z.N., Najafi, M., and Fadaei, Z. 2009. Confirmatory factorial structure, reliability and validity of the Achenbuch youth self-report scale (YSR): monozygotic and dyziygotic twins. Journal of Clinical Psychology 1: 1-18. (In Persian).

Kafi, M., and Showket, T. 2006. A comparative study of saffron agronomy and production systems of Khorasan (Iran) and Kashmir (India). On line in http// www.google scholar.

Kiaer, LP., Skovgaard, I.M., and Ostergard, H. 2009. Grain yield increase in cereal variety mixture: A meta-analysis of field trails. Field Crop Research 114: 361-373.

Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., Mohammad-Abadi, A.A., and Jahan, M. 2011a. Evaluatethe effects of biological and chemical fertilizers and density on yield and characteristics of saffron corms (*Crocus sativus* L.). Journal of Agroecology 3 (1): 36-49. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Nassiri- Mahallati. M., Bakhshaee, S., Davari, A., and Zare Zadeh, M. 2014. A meta analysis of nitrogen fertilizer experiments for cereal crops in Iran. Journal of Agrocology 2 (4): 1-21. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Nassiri-Mahlati, M., Moradi, R., and Alizadeh, R. 2011c. Meta-Anlysis of biodiversity in agriculture of Iran. Journal of Agroecology 1 (2): 1-15. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., RezvaniMoghaddam, P., Molafilabi, A., and Seyyedi, S.M. 2013. The effect of high corm density and manure on agronomic characteristics and corm behavior of saffron (*Crocus sativus* L.) in the second year. Journal of Saffron Research 1: 144-155. (In Persian with English Summary).

Koocheki, A., Siahmargoie, A., Azizi, G., and Jahani, M. 2011b. Effect of high corm density and depth of planting on agronomic criteria and corm behavior of saffron. Agroecology Journal 3 (1): 36-49. (In Persian with English Summary).

Mehri, N. 2011. Poverty of meta-analysis in social science in Iran. Available at Web site http://www.SID.ir.(In Persian).

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. DOI: 10.7392/open access.

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, Iran. (In Persian).

Naderi-Darbaghshahi, M.R., Khajeh-Bashi, S.M., Bani-Ateba, S.A.R., and Deh-Dashti, S.M. 2008. The effects of planting method, density and depth on yield and exploitation period of saffron field (*Crocus sativus* L.) in Isfahan. Seed and Plant Journal 24: 643-657. (In Persian with English Summary).

Omid-Baigi, R., Sadeghi, B., Zyaratnia, A., and Ramezani, S.M. 2010. Effect of corm weight on Saffron yield in climate Nishabur. Sonbole Research Monthly 4 (41): 16-17. (In Persian with English Summary).

Philibert, A., Loyceb, C., and Makowski, D. 2012. Assessment of the quality of meta-analysis in agronomy. Agriculture, Ecosystems and Environment 148 (2012): 72– 82.

Rezvani-Moghaddam, P., Khorramdel, S., Ghafori, A., and Shabahang, J. 2013a. Evaluation of growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) affected by spent mushroom compost and corm density. Journal of Saffron Researches 1 (1): 13-26. (In Persian with English Summary).

Rezvani-Moghaddam, P., Koocheki, A., Molafilabi, A., and Seyyedi, M. 2013b. Flower and corm characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by levels of wheat mulch on different dates. Journal of Agroecology 15 (3): 234-246. (In Persian with English Summary).

Rezvani-Moghaddam, P., Mohammad-abadi, A.A., Fallahi, J., Aghhavani, M., and Shajari, M. 2011. Effects of chemical and organic fertilizers on number of corm and stigma yield of saffron (*Crocus sativus*). 59th International Congress and Annual Meeting of the Society for Medicinal Plant and Natural Product Research, Antalya, Turky, 4-9 September, 2011.

Rosenthal, R., and Dematteo, M.R. 2001. Meta-analysis: recent developments in quantitative methods for literature. Annual Review of Psychology 52: 59-82.

Rostami, M., and Mohammadi, H. 2013. The effect of planting date and plant density on the growth and yield of saffron corms in climate Malayer. Journal of Agroecology 5 (1): 27-38. (In Persian with English Summary).

Sabina, N., Nehvi, F.A., Iqbal, A.M., Daron, A., Gowhar, A., and Ngoo, S. 2012. Effect of organic and inorganic sources of fertilizers on growth and yield of saffron (*Crocus sativus* L.) 4th international saffron symposium, Kashmir, India, 22-25 October, 2012.

Sadeghi, B. 1988. Effect of chemical fertilizer and animal manure on leaf crop production and saffron yield. Khorasan, Research Project, Scientific and Industrial Research Organization, Iran. (In Persian).

Sadeghi, B. 1993. Effect of corm weight on flower production of saffron. Research Project, Khorasan Scientific and Industrial Research Organization, Iran 73pp. (In Persian).

Sadeghi, B., Negari, A., and Hattami, M. 2003. Effects of time of planting on saffron flower production. Proceeding of the 3rd National Conference on Saffron, Mashhad. Iran p. 168-171.

Soltani, A., and Soltani, A. 2014. Meta-Analysis of Seed Priming effect on Germination: Case study in Iran.13thIranian Crop Science Congress, Karaj, Iran. 24-26 August, 2014. (In Persian).

Temperini, O., Rea, R., Temperini, A., Colla, G., and Rouphael, Y. 2009. Evaluation of saffron (*Crocus sativus* L.) production in Italy: Effects of the age of saffron fields and plant density. Food Agriculture Journal, Environment 7 (1): 19-23.

Meta-analysis of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomical researches, with an emphasis on the consumption of organic fertilizers and agronomical practices in iran

Mahmoud Mokhtari[1], Alireza Koocheki[2]* and Mehdi Nassiri Mahallati[2]

Submitted: 29 October, 2015 **Accepted:** 9 December, 2015

Mokhtari, M., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2018. Meta-analysis of saffron (*Crocus sativus* L.) agronomical researches, with an emphasis on the consumption of organic fertilizers and agronomical practices in Iran. Saffron Agronomy & Technology 5(4): 311-327.

Abstract

Studies that investigated the impact of organic fertilizers (manure, compost and biological fertilizers) and agronomical practices (density, method, date and depth of planting) on saffron yield have a long history in Iran. Due to the distribution and inconsistency in the results obtained from different studies, a meta-analytic approach was used in the current study. To meet this goal, forty seven organic fertilizer studies and forty four agronomical practice studies were selected from the 202 studies that were gathered and analyzed. The criteria for the selection of studies were the adequacy of data for the present meta-analysis. Among the individual fertilizer studies, manure fertilizer had the highest impact on saffron dry weight (g= 1.493) at 95% confidence interval. The average amount of 40 to 50 $t.ha^{-1}$ of cow manure, 20 to 30 $t.ha^{-1}$ of compost that is used in combination with Biofertilizer (Nitroxin with Nitrogen-fixing bacteria) were more effective than higher amounts of these fertilizers when used alone. Among the agronomical practice studies, plant density had the highest and depth of planting had the lowest effect on economical yield and number of flowers. The optimal density for maximum yield was 50-100 corm per m^2, optimal consumed weight average of 9-12 $t.ha^{-1}$ was observed, and the optimal weight of each corm was 10-20 (g). Among the planting methods, the row-mass method was the most optimal (inter-planting was 20 cm and intra-planting 10 cm). The best planting dates were the end of May and the first decade of Jun. The optimal planting depth was 15-20cm. Homogeneity between organic fertilizer studies was accepted and the homogeneity between agronomical practices except depth of planting studies was accepted. Any observed heterogeneity was caused by factors such as age of farms and different regions that had the most impact on heterogeneity and effect size. The present meta-analysis aims to provide a better understanding of agronomical and fertilizers management and offer the best possible management options for this crop.

Keywords: Biofertilizer, Compost, Manure fertilizers.

1 - Ph.D. Student of Crop Ecology, international campus, Ferdowsi University of Mashhad
2 - Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
(*-Corresponding author Email: akooch@um.ac.ir)
DOI: 10.22048/jsat.2017.34691.1124