Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 52, No 3, Autumn 2021 (55-65)
DOI: 10.22059/IJFCS.2020.300038.654705

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۲، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۴۰۰ (ص۶۵-۵۵)

اثر انواع کود دامی بر ویژگی‌های کمی و کیفی کلزا در شرایط آبیاری با پساب تصفیه شده شهری

معروف خلیلی*[۱]، مریم چائی‌چی[۲]، ابوالفضل توسلی[۳]، محمدرضا نقوی[۳]
۱و۲و۳- به‌ترتیب دانشیار، دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار، بخش کشاورزی، دانشگاه پیام نور ایران

(تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۱/۱۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۱۵)

چکیده

به‌منظور مطالعه اثر انواع کودهای دامی و آبیاری با پساب تصفیه شده شهری زابل، آزمایشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در شرایط مزرعه به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل نوع آبیاری در دو سطح I_1: آبیاری با آب معمولی و I_2: آبیاری با پساب تصفیه شده شهری به‌عنوان فاکتور اصلی و نوع کود دامی در چهار سطح M_1: بدون مصرف کود، M_2: کود گاوی (۴۰ تن در هکتار)، M_3: کود گوسفندی (۳۰ تن در هکتار) و M_4: کود مرغی (۲۰ تن در هکتار) به‌عنوان فاکتور فرعی بودند. نتایج آزمایش نشان داد که آبیاری با پساب تصفیه شده شهری منجر به افزایش ۱۰/۷۴ درصدی ارتفاع بوته، ۳۱/۴۸ درصدی تعداد شاخه‌های فرعی و ۹/۷۰ درصدی تعداد خورجین در بوته شد و در بین کودهای دامی نیز مصرف کود مرغی نسبت به کود گوسفندی و گاوی، به‌ترتیب به میزان ۱۲/۴۱ و ۱۴/۰۰ درصد ارتفاع بوته، ۲۱/۹۰ و ۲۲/۲۰ درصد تعداد شاخه‌های فرعی و ۵/۹۲ و ۷/۶۶ درصد تعداد خورجین در بوته را افزایش داد. از طرف دیگر، برای تیمارهای آبیاری با پساب مشاهده شد که بیشترین عملکرد علوفه تازه، علوفه خشک، عملکرد دانه و عملکرد روغن کلزا به‌ترتیب با میانگین ۱۰۲۴۹، ۹۹۲، ۲۷۶۹ و ۸۹۴ کیلوگرم در هکتار در تیمار کود مرغی به‌دست آمد. مطالعه همبستگی صفات نشان داد که عملکرد دانه کلزا با اکثر صفات اندازه‌گیری شده همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت که در این بین، بیشترین همبستگی بین عملکرد دانه با عملکرد روغن مشاهده شد. در مجموع از نتایج پژوهش چنین نتیجه‌گیری می‌شود که آبیاری با پساب تصفیه شده شهری و مصرف کود مرغی، بهترین تیمار جهت دستیابی به عملکرد بیشتر علوفه، دانه و روغن کلزا بوده است، اما برای توصیه آن به کشاورزان منطقه پیشنهاد می‌شود که طرح توجیه اقتصادی آن انجام شود و پس از آن به‌عنوان یک الگوی مناسب به کشاورزان منطقه توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، پساب، روغن، عملکرد، گیاه روغنی.

Effect of manure types on quantitative and qualitative characteristics of rapeseed in the irrigation condition with treated municipal wastewater

Marouf Khalili*[1], Maryam Chaeichi[2], Abolfazl Tavassoli[3], Mohammad Reza Naghavi[3]
1,2,3. Department of Agriculture, Payame Noor University of Iran
(Received: March 30, 2020 - Accepted: September 5, 2020)

ABSTRACT

To study the effect of manure and treated municipal wastewater of Zabol, Iran, on quantitative and qualitative characteristics of rapeseed, an experiment was conducted under farm condition in 2016-2017. Experiment was performed as a split-plot based on a randomized complete block design with three replications. Experimental treatments were included irrigation at two levels, I_1: irrigation with normal water, and I_2: irrigation with treated municipal wastewater as the main factors and type of manures at four levels, M_1: no fertilizer application, M_2: cow manure (40 tons per hectare), M_3: sheep manure (30 tons per hectare) and M_4: poultry manure (20 tons per hectare) as sub-factors. Results showed that irrigation with treated municipal wastewater led to 10.74% increase in plant height, 31.48% in the number of sub-branches and 9.70% in the number of capsules per plant. Among different type of manures, application of poultry manure compared to sheep and cow manure increased 12.41% and 14.00% of plant height, 21.90% and 22.20% of the number of sub-branches and 5.92% and 7.66% the number of pods per plant. On the other hand, in irrigation with treated municipal wastewater treatments, it was observed that the highest yields of fresh and dry forages and grain and oil yields were 10249, 992, 2769 and 894 kg/ha in average that were obtained in poultry manure treatment. Study of correlation coefficient indicated that rapeseed seed yield correlated positively and significantly with most of the measured factors, and the highest correlation was between seed andoil yields. Overall, the results showed that irrigation with treated municipal wastewater along with poultry manure were the best treatment for higher fodder, grain and rapeseed oil yields, but to recommend it to farmers in the region, it is recommended to perform economic justification plan and then it can be recommended to the farmers of the region as an appropriate pattern.

Keywords: Irrigation, oil, oil crop, wastewater, yield.

* Corresponding author E-mail: makhalili@pnu.ac.ir

مقدمه

در جهان امروز دانه‌های روغنی در بین محصولات زراعی، اهمیت و ارزش خاصی دارد که این ارزش را به ترکیبات مهم و با ارزش انواع دانه‌های روغنی می‌توان مرتبط ساخت. لیپیدها (چربی‌ها) از ارکان مهم تغذیه سالم هستند و از ۱۷ منبع اصلی گیاهی و حیوانی تأمین می‌شوند. روغن نباتی از محصول کلزا، سویا، آفتابگردان، پنبه دانه، نخل روغنی، بادام زمینی و گلرنگ به‌دست می‌آید. از طریق بهبود کیفیت روغن و کنجاله و همچنین توسعه سطح زیر کشت کلزا، این محصول به یکی از پیشگامان تولید دانه‌های روغنی تبدیل شده است (Koochaki *et al.*, 2009). در این راستا، با توجه به سازگاری اقلیمی بالا و کشت و کار وسیع آن در کشور، تحقیقات در زمینه حصول عملکرد بالای این گیاه ضروری است، اما باید توجه داشت که حصول عملکرد بالای محصول باید توأم با حداقل مخاطرات کاربرد نهاده‌های شیمیایی در این محصول باشد، به‌طوری‌که بتوان برای مدت طولانی، ضمن حفظ عملکرد بالا، از منابع طبیعی مانند خاک و آب بخوبی استفاده کرد که در واقع این موضوع، بیانگر تلاش در جهت دستیابی به کشاورزی پایدار است (Azizi & Soltani, 1999).

یکی از گام‌های اساسی در زراعت پایدار محصول کلزا، استفاده از کودهای آلی و پساب‌های تصفیه شده شهری می‌باشد (Mohammadi *et al.*, 2011). در این راستا، از انواع کودهای آلی پرکاربرد در مزارع کشاورزی می‌توان کودهای دامی را نام برد. منظور از کود دامی یا حیوانی، مجموعه‌ای از مواد بستری، ادرار و مدفوع گاو، گوسفند، مرغ یا هر حیوان دیگری است که از محل نگهداری آن‌ها به‌دست می‌آید (Jami al-Ahmadi *et al.*, 2005). کود حیوانی به علت دارا بودن حجم وسیعی از مود آلی و غذایی باقی مانده که برای غنای خاک بسیار مفید می‌باشد، همواره در طول تاریخ مورد توجه کشاورزان بوده است (Jami al-Ahmadi *et al.*, 2005). Karimi *et al.* (2012) در بررسی اثر کودهای دامی بر میزان روغن، پروتئین و برخی اجزای عملکرد کلزا نشان دادند که کود دامی، سبب افزایش معنی‌دار میزان روغن، پروتئین، ماده خشک کل، تعداد غلاف و دانه در غلاف و وزن هزار دانه شد. Mohammadi *et al.* (2011) در واکنش عملکرد و کیفیت دانه کلزا به منابع مختلف کود دامی، کمپوست و کودهای زیستی گزارش کردند که افزودن همزمان کود دامی، کمپوست و کودهای زیستی، باعث تولید بیشترین عملکرد دانه و اسیدهای چرب لینولئیک و اولئیک می‌شود. همچنین، Hoshiarfard & Gharanjiki (2009) به‌منظور بررسی اثر مصرف کودهای دامی گاوی، گوسفندی و مرغی بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه نشان دادند که کودمرغی به مقدار ۲۰ تن در هکتار در مقایسه با کود گاوی و گوسفندی، منجر به بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد پنبه شد. از طرف دیگر، Rezvani Moghaddam *et al.* (2014) در آزمایشی، اثر سطوح مختلف کود دامی را بر عملکرد دانه و محتوی روغن گلرنگ بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد در اثر افزایش ماده آلی خاک، عملکرد دانه و محتوی روغن گلرنگ به طور معنی‌داری افزایش یافت. Sarabadani Tafreshi *et al.* (2013) در بررسی اثر کودهای دامی بر عملکرد گیاه گلرنگ نشان دادند که مصرف کودهای دامی در مقایسه با عدم مصرف کود، به‌طور چشمگیری سبب افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک گلرنگ شد.

یکی دیگر از معضلات عمده کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک، آب قابل دسترس برای آبیاری مزارع است (Malacotti & Homaii, 2009). وقتی تأمین آب شیرین تجدیدشونده، پاسخگوی نیاز فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و مصارف شهری نباشد، ناگزیر توجه بشر به سوی پیدا کردن گزینه‌های دیگر جلب خواهد شد که از آن جمله می‌توان به پساب‌های تصفیه شده و دیگر آب‌های غیر متعارف اشاره کرد. در این بین فاضلاب شهری مایع، آبی بسیار با ارزش است که به سبب دارا بودن مواد معدنی و آلی می‌تواند نقش مهمی در باروری زمین‌های کشاورزی نیز داشته باشد (Hosseinian, 2002). در مطالعات صورت گرفته مشخص شد که آبیاری با پساب تا حدی می‌تواند عناصر مورد نیاز را در اختیار گیاهان قرار دهد و از این طریق بر افزایش عملکرد گیاهان زراعی بیافزاید

(Valinejhad, 2001; Esmaeelian, 2008). Sayadmanesh Shiyadeh *et al.* (2015) در مطالعه اثر آبیاری با پساب شهرک صنعتی آمل بر عملکرد و تجمع برخی عناصر سنگین در گیاه کلزا چنین گزارش کردند که آبیاری با پساب صنعتی، اگرچه سبب افزایش عملکرد کلزا شد، اما غلظت عناصر سنگین کروم، کادمیوم، نیکل، و سرب را در اندام‌های هوایی کلزا افزایش داد. Ahmad *et al.* (2011) پژوهشی انجام دادند که طی آن گیاه کلزا، توسط تیمارهای مختلفی از پساب شهری آبیاری شد. نتایج این پژوهش نشان داد که آبیاری با پساب شهری، عملکرد دانه کلزا را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد. Khurana & Aulakh (2010) در مطالعات خود بر روی اثر آبیاری با پساب بر عملکرد کلزا و ذرت مشاهده کردند که آبیاری با پساب، موجب بهبود و افزایش عملکرد کلزا و ذرت شد.

با توجه به اهمیت استفاده از کودهای آلی و پساب تصفیه شده شهری در مناطق خشک و نیمه خشک کشور به جهت فقر مواد آلی خاک و همچنین معضل کم آبی، این پژوهش نیز با هدف افزایش حاصلخیزی و بهینه‌سازی مصرف کود با مصرف کودهای دامی و بهینه‌سازی مصرف آب با کاربرد پساب تصفیه شهری در شهرستان زابل که جزو مناطق خشک کشور محسوب می‌شود بر روی گیاه دانه روغنی کلزا به انجام رسید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در اراضی مزروعی روستای قلعه نو واقع در شهر زهک از توابع شهرستان زابل، با طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۲۹ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۸۷ متر از سطح دریا، در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. این ناحیه طبق اقلیم‌بندی کوپن دارای اقلیم خشک بسیار گرم، با تابستان گرم و خشک می‌باشد.

خاک محل آزمایش لومی رسی بود و زمین آزمایش در سال قبل در حالت آیش قرار داشت. در جدول ۱، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش نشان داده شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه تحقیقاتی

Table 1. Physiochemical properties of research field soil

Soil texture	K (mg/kg)	P (mg/kg)	Soil organic matter (%)	Total N (%)	Organic carbon (%)	EC (dS/m)	pH
Clay loam	275.43	1.92	0.81	0.02	0.24	1.93	7.32

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل نوع آبیاری در دو سطح I_1: آبیاری با آب معمولی، و I_2: آبیاری با پساب تصفیه شده شهری به‌عنوان فاکتور اصلی و انواع مختلف کود دامی در چهار سطح شامل M_1: بدون مصرف کود، M_2: کود گاوی (۴۰ تن در هکتار)، M_3: کود گوسفندی (۳۰ تن در هکتار) و M_4: کود مرغی (۲۰ تن در هکتار) به‌عنوان فاکتور فرعی بودند.

هر بلوک شامل هشت کرت بود و هر کرت شامل شش ردیف کاشت به طول سه متر و به فاصله ۲۰ سانتی‌متر طراحی شد. فاصله بوته‌ها نیز بر روی هر ردیف چهار سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برای کاشت، کلزای رقم Hyola 308 با درجه خلوص ۹۹ درصد انتخاب و از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان تهیه شد. بذرها قبل از کاشت برای سهولت جوانه‌زنی به مدت ۲۴ ساعت خیسانده شدند و سپس در عمق سه سانتی‌متری و به‌صورت ردیفی و با روش هیرم‌کاری در تاریخ ۲۵ مهر ماه ۱۳۹۵ کاشته شدند.

به‌دلیل این‌که کلزا به‌صورت هیرم کشت شد، اولین آبیاری قبل از کاشت انجام شد. دومین آبیاری، یک هفته بعد از کاشت به‌منظور سهولت در جوانه زنی صورت گرفت. در ادامه فصل رشد، چهار آبیاری دیگر به‌ترتیب در مراحل سه تا چهار برگی (قبل از آغاز فصل سرما)، ساقه دهی (شروع رشد مجدد بعد از فصل سرما)، آغاز مرحله گلدهی و پر شدن دانه‌ها در داخل غلاف

انجام شد. دو آبیاری اول با آب معمولی برای همه تیمارها یکسان در نظر گرفته شد، اما از آبیاری سوم و مطابق با اعمال تیمارهای آزمایشی، آب معمولی و آب پساب در تیمارهای مربوطه اعمال شدند.

به‌منظور کاربرد پساب تصفیه شده شهری در کرت‌های آزمایشی، از روش Esmaeelian (2008) استفاده شد و پساب تصفیه شده فاضلاب شهری از محل تصفیه‌خانه فاضلاب شهر زابل تأمین شد. جهت انتقال پساب فا ضلاب، از تانکر ۱۰ هزار لیتری ا ستفاده شد. در هر مدار آبیاری، پساب لازم به مزرعه انتقال و مستقیماً به داخل گودالی که با پلاستیک عایق‌بندی شده بود منتقل شد. پساب به‌وسیله پمپ کفکش و با استفاده از شیلنگ به کرت‌ها منتقل شد. تمام آب مورد نیاز جهت آبیاری در همان روز مصرف می‌شد و عملیات آبیاری برای تمامی کرت‌ها اجرا می‌شد. اما برای آب معمولی، از آب چاه ا ستفاده شد. آبیاری در هر دو مورد یکسان و به روش غرقابی انجام گرفت. تجزیه شیمیایی آب آبیاری و پساب مورد استفاده در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- تجزیه شیمیایی آب آبیاری و پساب تصفیه شده فاضلاب شهر زابل

Table 2. Chemical analysis of irrigation water and wastewater treatment wastewater of Zabol city

Parameter	Normal water	Wastewater
Acidity	7.1	8.4
Electrical conductivity ($dS.m^{-1}$)	1.3	4.9
Total Nitrogen ($Mg.l^{-1}$)	-	33.5
Potassium ($mEq.l^{-1}$)	6.5	28.7
Phosphorus ($mEq.l^{-1}$)	-	9.8
Sodium ($mEq.l^{-1}$)	246.4	911.2
Calcium ($mEq.l^{-1}$)	142.8	114.7
Magnesium ($mEq.l^{-1}$)	96.2	76.8
Chlorine ($mEq.l^{-1}$)	37.5	818.9
Iron ($Mg.l^{-1}$)	-	-
Zinc ($Mg.l^{-1}$)	-	-
Manganese ($Mg.l^{-1}$)	-	0.06

برای مصرف کودهای دامی گاوی، گوسفندی و مرغی مطابق با عرف منطقه به‌ترتیب به میزان ۴۰، ۳۰ و ۲۰ تن در هکتار قبل از کاشت به کرت‌های آزمایشی مربوطه اضافه شدند. نتایج آنالیز شیمیایی کود دامی گاوی، گوسفندی و مرغی در جدول ۳ آمده است. در این آزمایش، به‌دلیل بررسی اثر کودهای دامی بر رشد و عملکرد کلزا و برای جلوگیری از اشتباه در نتایج به‌دست آمده، از هیچ نوع کود شیمیایی استفاده نشد.

جدول ۳- ترکیب مواد معدنی موجود در کود دامی گاوی، گوسفندی و مرغی

Table 3. Mineral composition of cow, sheep and poultry manures

Element	cow manure	sheep manure	poultry manure
Nitrogen (%)	2.14	3.75	3.92
Phosphorus (%)	0.71	0.77	2.21
Potassium (%)	1.98	3.11	1.83
Calcium (%)	1.53	2.06	7.25
Magnesium (%)	0.49	0.53	0.67
Sodium (%)	0.17	0.18	0.29
Sulfur (%)	0.42	0.52	0.73
Zinc ($Mg.kg^{-1}$)	185.42	136.22	511.43
Copper ($Mg.kg^{-1}$)	57.02	19.95	118.70
Manganese ($Mg.kg^{-1}$)	219.90	311.82	612.91
Ferrum ($Mg.kg^{-1}$)	1589.91	4899.01	1480.72
Organic matter (%)	67.83	60.33	60.59
Dry matter (%)	24.73	28.75	22.51
Electrical conductivity $dS.m^{-1}$	22.68	24.18	42.09
Acidity	7.3	8.1	7.8

بعد از سبزشدن و به‌منظور تنظیم تراکم نهایی، عملیات تنک‌کردن در دو مرحله، یکی در مرحله سه تا چهار برگی و دیگری در مرحله خروج از روزت صورت گرفت. همچنین در طی دوران رشد و نمو، عملیات وجین و

مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی در دو مرحله، مصادف با شروع ساقه‌روی و آغاز گلدهی صورت گرفت. آفات و بیماری خاصی نیز در طول دوره رشد در مزرعه مشاهده نشد. برداشت کلزا در زمان رسیدگی کامل فیزیولوژیک دانه‌ها با استفاده از نیروی کارگری در ۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۶ انجام گرفت.

در این پژوهش، صفات ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی، خورجین در بوته، ودانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد علوفه تازه و خشک، عملکرد دانه، درصد روغن دانه و عملکرد روغن کلزا مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌بردای از کرت‌های آزمایشی بدین صورت انجام گرفت که از شش ردیف با طول سه متر در هر کرت، دو خط کناری از هر طرف و ۵۰ سانتی‌متر از بالا و پایین هر ردیف به‌عنوان حاشیه حذف شد. در نهایت چهار خط میانی، هر یک به طول دو متر برای تعیین کلیه صفات زراعی اندازه‌گیری شده در این آزمایش انتخاب شد.

برای اندازه‌گیری عملکرد علوفه تر و خشک گیاه، به هنگام نمونه‌برداری ابتدا نمونه‌های برداشت شده جهت محاسبه عملکرد علوفه تر توسط ترازو وزن شد. شایان ذکر است که برداشت علوفه تر همراه با خورجین صورت گرفت و عملکرد علوفه تر به‌دست آمده در واقع عملکرد کل اندام هوایی گیاه را شامل می‌شد. پس از آن نمونه‌های وزن شده به آونی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت منتقل شدند و وزن خشک آن‌ها در واحد سطح محاسبه شد و در نهایت به کیلوگرم در هکتار تعمیم داده شد. برای محاسبه عملکرد دانه نیز خورجین‌های بوته‌های برداشت شده با دست خرمنکوبی شدند و بذرها جدا شد. وزن دانه‌های جداشده در هر کرت اندازه‌گیری و بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد (Tavassoli *et al*., 2018).

جهت استخراج روغن نیز ۱۰۰ گرم بذر انتخاب شد و پس از خرد شدن توسط آسیاب، به همراه ۳۰۰ سی‌سی بنزن در دستگاه سوکسله قرار داده شد. فرآیند روغن‌گیری دو تا سه ساعت طول کشید و در نهایت جهت جدا نمودن حلال از روغن استخراج شده، مخلوط هر دو به‌مدت ۲۰ دقیقه در روتاری قرار داده شد. سپس ظرف حاوی روغن به‌مدت ۴۸ ساعت در مکانی تاریک و خنک جهت خارج‌شدن بقایای حلال قرار داده شد. در نهایت، میزان روغن استخراج‌شده وزن و سپس درصد روغن محاسبه شد. از حاصل ضرب درصد روغن در عملکرد دانه، عملکرد روغن نیز محاسبه شد (Tavassoli *et al*., 2018 as cited in Laansite *et al*., 2008).

در پایان، داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس جدول تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی، اثر تیمارهای آبیاری (آبیاری با آب معمولی و پساب تصفیه شده شهری) بر صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد خورجین در بوته از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، اما صفات تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه و محتوی (درصد) روغن دانه تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار نگرفت. همانند تیمارهای آبیاری، اثر تیمارهای کود دامی نیز بر صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد خورجین در بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. تیمارهای کودی نیز نتوانستند اثر معنی‌داری بر صفات تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه و محتوی (درصد) روغن دانه داشته باشند. تجزیه واریانس اثر متقابل تیمارهای آبیاری و کود دامی نیز نشان داد که برهمکنش این دو تیمار تنها بر صفات عملکرد علوفه تازه و خشک و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و بر عملکرد روغن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود و بر سایر صفات مورد بررسی در این آزمایش معنی‌دار نبود (جدول ۴، جدول ۵). بر اساس مقایسه میانگین تیمارهای آزمایشی، آبیاری گیاه با پساب تصفیه شده در مقایسه با آبیاری با آب معمولی، سبب دستیابی به افزایش ارتفاع بوته کلزا، بیشترین تعداد شاخه فرعی و بیشترین تعداد خورجین در بوته در گیاه به‌ترتیب به میزان ۱۰/۷۴، ۳۱/۴۸ و ۹/۷۰ درصد شد.

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آبیاری و کود دامی بر صفات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد دانه کلزا

Table 4. Variance analysis of the effect of irrigation and manure treatments rapeseed on morphological traits and grain yield components

Source of Variation	degree of freedom (df)	Plant height	Number of branches per plant	Number of capsule per plant	Number of grains per capsule	1000 grain weight
		Mean of Squares (MS)				
Replication	2	28.09 ^{ns}	80.48 *	18.85 ^{ns}	10.21 ^{ns}	5.01 ^{ns}
irrigation	1	296.27*	79.05 *	224.01 *	12.09 ^{ns}	8.35 ^{ns}
Error a	2	15.06	4.12	11.79	9.48	4.08
Manure	3	109.37*	27.33*	146.83 *	22.05 ^{ns}	9.79 ^{ns}
Irrigation × Manure	3	33.62^{ns}	9.07 ^{ns}	58.92 ^{ns}	17.92 ^{ns}	7.12 ^{ns}
Error b	12	28.03	7.01	37.62	14.34	5.01
CV (%)	-	7.22	6.84	10.43	12.86	10.23

**، * و $^{n.s}$: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیرمعنی‌دار.

**, * and ^{ns}: significant at the 1% and 5% of probability levels and non-significant, respectively.

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آبیاری و کود دامی بر عملکرد دانه و محتوی روغن دانه کلزا

Table 5. Analysis of variance of the effect of irrigation and manure treatments on grain yield and oil content of rapeseed grain

Source of Variation	degree of freedom (df)	Fresh forage yield	Dry forage yield	Grain yield	Oil percentage	Oil yield
		Mean of Squares (MS)				
Replication	2	79.48 ^{ns}	29.93 ^{ns}	25.76 ^{ns}	7.09 ^{ns}	754.26 *
irrigation	1	8215.7**	2186.02 **	2802.28 **	28.02 ^{ns}	748.11 *
Error a	2	216.42	95.84	70.03	16.53	38.56
Manure	3	789.91*	303.16 *	476.42 *	48.04 ^{ns}	371.14 *
Irrigation × Manure	3	7392.75**	1735.22 **	957.68 **	29.67 ^{ns}	337.05 *
Error b	12	185.06	70.24	125.20	22.81	87.16
CV (%)	-	4.92	5.92	5.73	13.94	6.94

**، * و $^{n.s}$: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیرمعنی‌دار.

**, * and ^{ns}: significant at the 1% and 5% of probability levels and non-significant, respectively.

مقایسه میانگین تیمارهای کود دامی نیز بیانگر این موضوع بود که بالاترین ارتفاع بوته و بیشترین تعداد شاخه فرعی و تعداد خورجین در بوته به‌ترتیب با میانگین ۱۳۷/۱۴ سانتی‌متر و ۱۰/۲۷ و ۱۵۳/۲۷ عدد از تیمار مصرف کود مرغی به‌دست آمد و کمترین مقدار نیز در تیمار عدم مصرف کود مشاهده شد. همچنین تفاوت معنی‌دار آماری بین تیمارهای مصرف کود گاوی و گوسفندی برای صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و تعداد خورجین در بوته مشاهده نشد (جدول ۶).

برای صفات عملکرد علوفه تازه و خشک و عملکرد دانه و روغن که دارای اثرمتقابل معنی‌دار بین سطوح آبیاری با سطوح کودی بودند، مقایسه میانگین سطوح مختلف کود مصرفی در سطوح آبیاری (آبیاری معمولی و آبیاری با پساب تصفیه شده) به‌طور جداگانه انجام شد (شکل‌های ۱،۲،۳،۴). به‌طورکلی در شرایط آبیاری معمولی، بیشترین عملکرد علوفه تازه وخشک و عملکرد دانه و روغن کلزا به‌ترتیب با میانگین ۹۲۵۵، ۹۰۲، ۲۶۴۰ و ۸۱۲ کیلوگرم در هکتار از کود مرغی به‌دست آمد. برای تیمارهای آبیاری با پساب تصفیه شده نیز مشاهده شد که بیشترین عملکرد صفات مذکور به‌ترتیب با میانگین ۱۰۲۴۹، ۹۹۲، ۲۷۶۹ و ۸۹۴ کیلوگرم در هکتار، با مصرف کود مرغی به‌دست آمد و کمترین عملکرد این صفات در هر دو شرایط آبیاری معمولی و آبیاری با پساب تصفیه شده، در تیمار عدم کوددهی مشاهده شد (شکل‌های ۱،۲،۳،۴).

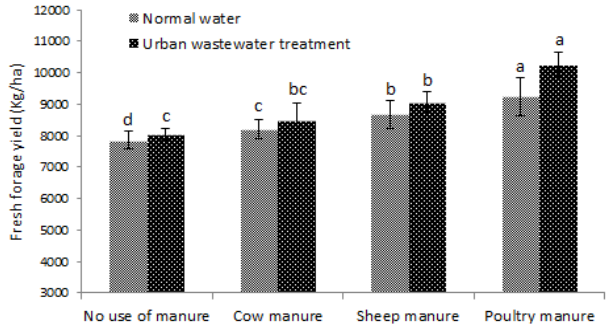
جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی کلزا تحت تأثیر آبیاری و کود دامی

Table 6. Mean comparison of rapeseed traits affected by irrigation and manure

Treatment	Plant height (cm)	Number of branches per plant	Number of capsule per plant
Irrigation			
Normal water	125.78 b	8.51 b	142.79 b
Urban wastewater treatment	140.92 a	12.42 a	158.13 a
Manure			
No use of manure	103.98 c	6.73 c	129.18 c
Cow manure	117.93 b	7.99 b	141.52 b
Sheep manure	120.11 b	8.02 b	144.19 b
Poultry manure	137.14 a	10.27 a	153.27 a

حروف مشابه در هر ستون و تیمار، نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار است.

Same letters in the same column and treatment indicate non significant difference.

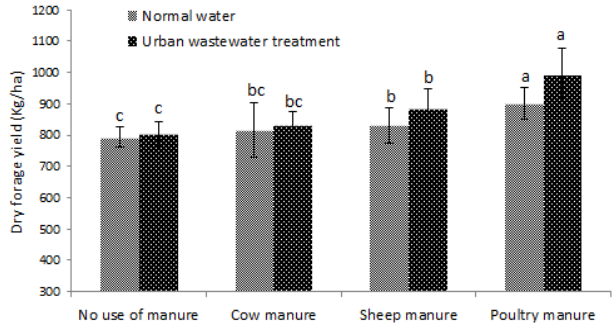


شکل ۱- اثر متقابل آبیاری × کود دامی بر عملکرد علوفه تازه

(خطوط بار روی هر ستون، خطای استاندارد را نشان می‌دهد)

Figure 1. Interaction effects of irrigation × manure on fresh forage yield

(Error bars on each column indicate ±SE)

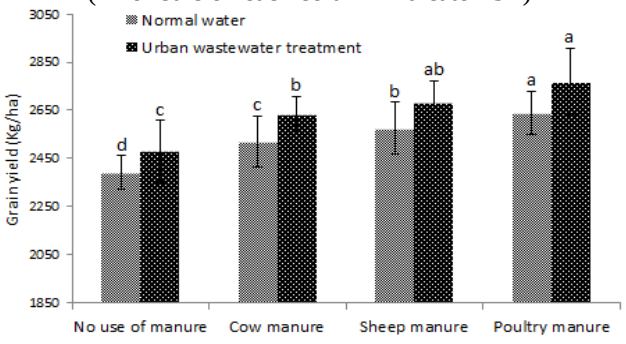


شکل ۲- اثر متقابل آبیاری × کود دامی بر عملکرد علوفه خشک

(خطوط بار روی هر ستون، خطای استاندارد را نشان می‌دهد)

Figure 2. Interaction effects of irrigation × manure treatment compounds on dry forage yield

(Error bars on each column indicate ±SE)

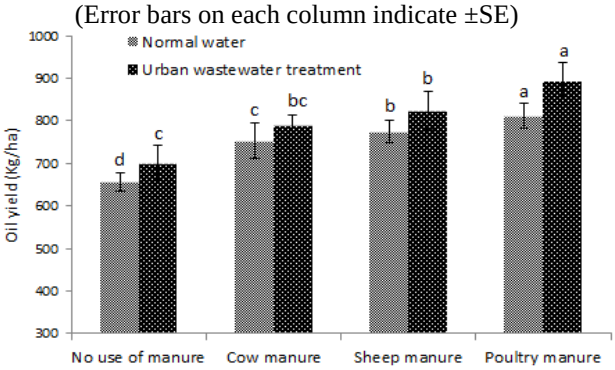


شکل ۳- اثر متقابل آبیاری × کود دامی بر عملکرد دانه

(خطوط بار روی هر ستون، خطای استاندارد را نشان می‌دهد)

Figure 3. Interaction effects of irrigation × manure treatment compounds on grain yield

(Error bars on each column indicate ±SE)



شکل ۴- اثر متقابل آبیاری × کود دامی بر عملکرد روغن دانه

(خطوط بار روی هر ستون، خطای استاندارد را نشان می‌دهد)

Figure 4. Interaction effects of irrigation × manure treatment compounds on oil yield

(Error bars on each column indicate ±SE)

در شرایط آبیاری معمولی، از بین کودهای مصرفی تنها استفاده از کود گاوی با تیمار عدم مصرف کود و فقط برای عملکرد علوفه خشک تفاوت معنی‌داری نداشت و استفاده از همه کودها برای صفات عملکرد علوفه تازه، عملکرد دانه و عملکرد روغن با عدم مصرف کود معنی‌دار بود (شکل‌های ۱،۲،۳،۴). در شرایط آبیاری با

پساب تصفیه شده، استفاده از کود گاوی، علاوه بر صفت عملکرد علوفه خشک، در مورد عملکرد علوفه تازه و عملکرد روغن نیز با تیمار عدم مصرف کود تفاوت معنی‌داری نداشت و به‌نظر می‌رسد که استفاده از پساب، باعث کاهش اختلاف بین عملکرد صفات مختلف در شرایط عدم مصرف کود با سایر تیمارهای کودی می‌شود (شکل‌های ۱،۲،۳،۴).

از طرف دیگر در این پژوهش، همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی کلزا نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع بوته با تعداد شاخه فرعی در گیاه و عملکرد علوفه تازه و خشک گیاه وجود داشت. همبستگی بین تعداد خورجین در بوته با تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه، منفی و غیر معنی‌دار بود. همبستگی بین تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه نیز منفی و معنی‌دار شد. همچنین رابطه منفی و غیر معنی‌داری بین تعداد شاخه فرعی با وزن هزار دانه مشاهده شد. عملکرد دانه گیاه نیز با تمام صفات مورد بررسی، همبستگی مثبت و با اکثر صفات اندازه‌گیری شده، رابطه معنی‌داری داشت. نتایج همبستگی برای روغن گیاه نیز حکایت از آن داشت که عملکرد روغن گیاه، همبستگی مثبت و معنی‌داری با ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و عملکرد علوفه تازه و خشک و عملکرد دانه کلزا داشت. در این بین، بیشترین همبستگی بین عملکرد روغن با عملکرد دانه مشاهده شد. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین درصد روغن و عملکرد روغن مشاهده شد (جدول ۷).

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی کلزا در شرایط آبیاری با پساب تصفیه شده شهری

Table 7. Correlation coefficients between studied traits of rapeseed in irrigation conditions with municipal wastewater treatment

Traits	Plant height	Number of branches per plant	Fresh forage yield	Dry forage yield	Number of capsule per plant	Number of grains per capsule	1000 grain weight	Grain yield	Oil percentage	Oil yield
Plant height	1									
Number of branches per plant	0.89**	1								
Fresh forage yield	0.83**	0.86**	1							
Dry forage yield	0.82**	0.88**	0.94**	1						
Number of capsule per plant	0.52	0.79**	0.64*	0.66*	1					
Number of grains per capsule	0.18	0.11	0.38	0.62*	-0.43	1				
1000 grain weight	0.14	-0.24	0.65*	0.67*	-0.39	-0.72**	1			
Grain yield	0.59*	0.78**	0.72**	0.76**	0.66*	0.82**	0.83**	1		
Oil percentage	0.13	0.10	0.52	0.49	0.53	0.18	0.59*	0.22	1	
Oil yield	0.58*	0.70**	0.73**	0.78**	0.63*	0.74**	0.72**	0.91**	0.88**	1

* و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

* and **: significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.

با توجه به کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک همانند ایران، استفاده از پساب فاضلاب‌ها در امر تولید محصولات زراعی می‌تواند به‌عنوان منبع آب مطمئنی برای آبیاری مورد توجه قرار گیرد. در نتیجه، نه تنها بخشی از کمبود آب کشاورزی جبران خواهد شد، بلکه از اثرات سوء تخلیه بی‌رویه فاضلاب‌ها و خسارت‌های آن به منابع کشاورزی و آلودگی محیط زیست نیز جلوگیری به عمل می‌آید (Blumenthal *et al.*, 2001; Abedi Kupai *et al.*, 2003). از آن‌جا که منطقه زابل در محدوده خشک کشور واقع شده است، پژوهش در زمینه استفاده از آب‌های نامتعارف (به‌دلیل کم آبی) و کودهای آلی (به‌دلیل فقر مواد آلی خاک) یا به‌عبارت دیگر، بررسی اثر کاربرد کودهای آلی مانند کود دامی و آبیاری با پساب شهری، امری ضروری است (Baghani, 2015) که پژوهش حاضر نیز در این راستا انجام گرفت. از آن‌جا که پساب به‌عنوان یک منبع غنی از آب و کود می‌باشد، تأثیر مستقیم بر روی رشد گیاه از طریق بهبود قابلیت دسترسی عناصر بر روی گیاهان زراعی دارد

(Ahmad *et al.*, 2011). در این راستا، Valinejhad (2001) در پژوهشی بر روی سه گیاه زراعی مختلف، افزایش ارتفاع بوته این سه محصول را در آبیاری با پساب تصفیه شده شهری، به وجود مقادیر مناسب عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم در پساب مرتبط دانست؛ این نتایج همسو با نتایج پژوهش حاضر می‌باشد (جدول ۶) همچنین افزایش تعداد شاخه فرعی در تیمار پساب، به افزایش ارتفاع بوته در اثر آبیاری با پساب تصفیه شده شهری نسبت داد، چراکه مطابق با جدول همبستگی صفات (جدول ۷)، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی گیاه در این شرایط تیماری وجود داشت. در واقع با افزایش ارتفاع بوته کلزا، تعداد شاخه فرعی گیاه نیز افزایش یافت. همچنین نتایج جدول ۶، گویای افزایش تعداد خورجین در بوته بود که این نتیجه نیز نشأت گرفته از همبستگی مثبت و معنی دار بین تعداد شاخه فرعی گیاه با این صفت است. در رابطه با عملکرد علوفه تازه و خشک گیاه کلزا نیز مشاهده شد که همان تیمارهایی که منجر به بیشترین و کمترین ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی گیاه می‌شدند، بالاترین و کمترین میزان عملکرد علوفه تازه و خشک کلزا را نیز در پی داشتند (جدول ۶) که دلیل آن نیز بخاطر همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی با عملکرد علوفه تازه و خشک کلزا بود (جدول ۷). Tavassoli *et al.* (2010) گزارش کردند که تیمار آبیاری با پساب، منجر به حصول بیشترین عملکرد علوفه تازه و خشک گیاه ذرت می‌شود. نتایج مشابهی نیز توسط Shafieifar (2016) روی کتان گزارش شده است.

با توجه به این‌که استفاده از پساب تصفیه شده شهری در مقایسه با آب معمولی، به‌طور مؤثری سبب افزایش تعداد شاخه‌های فرعی گیاه شد، این امر منجر به افزایش عملکرد دانه کلزا نیز شد. همچنین می‌توان افزایش عملکرد دانه کلزا در آبیاری با پساب تصفیه شده شهری را به وجود مقادیر مناسب عناصر غذایی همانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم در پساب مرتبط دانست (Valinejhad, 2001).Tavassoli *et al.* (2010) افزایش ۳۹/۹ درصدی عملکرد دانه ذرت در آبیاری با پساب تصفیه شده شهری در مقایسه با آبیاری با آب معمولی را گزارش کردند. در رابطه با اثر کود دامی بر صفات مورد بررسی، عدم مصرف کود باعث کاهش ارتفاع شد که احتمالاً در اثر بهم خوردن تعادل تغذیه‌ای، اثر منفی بر افزایش ارتفاع داشته است (Baghani, 2015) و کود مرغی نیز به دلیل غنی بودن از عنصر غذایی نیتروژن در مقایسه با سایر تیمارهای کود دامی، بیشترین تأثیر را بر افزایش ارتفاع گیاه گذاشته است. از طرف دیگر، مهم‌ترین دلیل افزایش تعداد شاخه فرعی در تیمارهای مصرف کود دامی می‌تواند بهبود رشد گیاه در شرایط فراهمی عناصر غذایی و رشد بیشتر ساقه باشد (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2014). در واقع تیمار کود مرغی با توجه میزان عناصر غذایی آن که منجر به حصول بیشترین ارتفاع ساقه شد سبب بدست آمدن بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته کلزا شد. مصرف کودهای دامی در مقایسه با عدم مصرف آن، منجر به تولید بیشترین عملکرد علوفه تازه، علوفه خشک و دانه کلزا شد (جدول ۶). در حقیقت، افزایش مواد آلی خاک از طریق مصرف کودهای دامی که سبب افزایش میزان عناصر غذایی در دسترس، بهبود ساختمان خاک و افزایش محتوی رطوبت خاک می‌شود، منجر به حصول این نتیجه شد. در بین تیمارهای کود دامی نیز کود مرغی بیشترین تأثیر را داشت (جدول ۶). ضمناً در کاربرد تیمار کود مرغی، بیشترین میزان ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی گیاه به‌دست آمد که این نتیجه در کسب بیشترین عملکرد علوفه و دانه کلزا نقش بسزایی دارد. Hoshiarfard & Gharanjiki (2009) به‌منظور بررسی اثر مصرف کودهای دامی گاوی، گوسفندی و مرغی بر عملکرد و اجزای عملکرد پنبه نشان دادند که کودمرغی به مقدار ۲۰ تن در هکتار در مقایسه با کود گاوی و گوسفندی، بیشترین عملکرد و اجزای عملکرد پنبه را تولید کرد. در رابطه با عملکرد روغن دانه، همانطور که در قسمت نتایج پژوهش نیز بیان شد، بیشترین عملکرد روغن از تیمارهای کاربرد کود مرغی همراه با آبیاری با پساب تصفیه شده شهری به‌دست آمد (جدول ۶). مطابق با پژوهش Shafieifar (2016) از

آن‌جا که عملکرد روغن دانه از حاصلضرب عملکرد دانه در درصد روغن دانه حاصل به‌دست می‌آید و از طرفی همبستگی و رابطه مستقیمی بین عملکرد روغن دانه با درصد روغن دانه و عملکرد دانه وجود دارد، بنابراین بالا بودن عملکرد روغن در تیمارهای گفته شده (همان تیمارهایی که منجر به حصول بالاترین عملکرد دانه شدند) قابل پیش بینی بود. در مجموع نتایج حاصل از این پژوهش با یافته‌های قبلی که توسط برخی پژوهشگران گزارش شده است مطابقت داشت (Mohammadi *et al.*, 2011; Ahmad *et al.*, 2011; Karimi *et al.*, 2012).

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش، به مطالعه کشت و زراعت ارگانیک محصول کلزا در مناطق خشک کشور در شرایط عدم استفاده از نهاده‌های شیمیایی پرداخته شد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که آبیاری با پساب تصفیه شده شهری و مصرف کود دامی مرغی در مقایسه با تیمار شاهد (آبیاری با آب معمولی و عدم مصرف کود دامی) و سایر تیمارهای آبیاری و کودی، موجب بهبود ویژگی-های رشدی و عملکرد علوفه، دانه و روغن گیاه کلزا شد. در واقع آبیاری با پساب تصفیه شده شهری، به‌دلیل وجود مقادیر مناسب عناصر غذایی همانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم، علاوه بر این‌که جایگزین مناسبی برای آب آبیاری است، با تأمین برخی عناصر ضروری گیاه، سبب بهبود عملکرد دانه و روغن کلزا شد. همچنین کود مرغی در بین کودهای دامی نیز به سبب تأثیر مثبت بیشتری که بر خصوصیات خاک نظیر افزایش مواد آلی خاک، افزایش میزان عناصر غذایی در دسترس، بهبود ساختمان خاک و افزایش محتوی رطوبت خاک در مقایسه با سایر کودهای آلی داشت، سبب دستیابی به این نتیجه شد. در پایان پیشنهاد می‌شود که جهت ارائه نتایج به‌دست آمده این پژوهش، طرح توجیه اقتصادی آن انجام شود و سپس به‌عنوان یک الگوی مناسب به کشاورزان منطقه جهت حصول بیشتر عملکرد توصیه شود.

REFERENCES

1. Abedi Kupai, J. M., Opiate, M., Mostafa Zadeh, B., Mousavi, S. F. & Bagheri, R. (2003). Effect of rain-irrigation and surface irrigation with disinfected wastewater on soil salinity. *Journal of Water and Sewage*, 2, 34-45. (In Persian)
2. Ahmad, K., Ejaz, A., Azam, M., Khan, Z., Ashraf, M., Qurainy, F. A., Fardous, A., Gondal, S., Bayat, A. & Valeem, E. E. (2011). Lead, cadmium and chromium contents of canola irrigated with sewage water. *Pakistan Journal of Botany*, 43(2), 1403-1410.
3. Azizi, M. & Sultani, A. (1999). *Rapeseed (Physiology, Agronomy, Breeding and Biotechnology)*. Mashhad University Jihad, Iran. 144 pp. (In Persian)
4. Baghani, Q. (2015). *Effect of different amounts of manure and chemical fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of safflower under irrigation with municipal wastewater*. M.Sc. Thesis in Agriculture, Payame Noor University of Zahedan, Iran. (In Persian)
5. Blumenthal, A. P., Ruzi-Palacio, A. & Mara, G. D. (2001). Guidelines for wastewater reuse in agriculture and aquaculture: Recommended revision based on new research evidence. *Water Management*, 19, 67-75.
6. Esmaeelian, Y. (2008). *Effect of Zabol city wastewater with animal and chemical fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of corn*. M.Sc. Thesis in Agriculture, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran (In Persian).
7. Hoshiarfard, M. & Gharanjiki, A. R. (2009). Effects of source and rate of manures on incidence and severity of important diseases, yield and yield components in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 11(3), 236-248 (In Persian)
8. Hosseinian, M. (2002). *Reuse of treated wastewater*. Day Science Publications, Iran. (In Persian)
9. Jami al-Ahmadi, M., Kamkar, B. & Mahdavi Damghani, M. (2005). *Agriculture, Fertilizer and Environment*. Ferdowsi University Press of Mashhad, Iran (In Persian).
10. Karimi, F., Bahmanyar, M. A. & Shahabi, M. (2012). Improving the content of oil, protein and some yield components of canola in two calcareous soil, consequence the sulfur and cattle manure application. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 22(3), 71-85. (In Persian)

11. Khurana, M. P. S. & Aulakh, M. S. (2010). Influence of wastewater application and fertilizer use on the quality of irrigation water, soil and food crops: Case studies from Northwestern India. *In:* Proceedings of *World Congress of Soil Science, Soil Solution for a Changing World*, pp. 75-78.
12. Koochaki, A., Husseini, M. V. & Hashemi Dezfuli, A. (2009). *Sustainable Agriculture* (translation), Mashhad University Press Publication, Iran. 164 pp. (In Persian)
13. Laansite, P., Joudu, J., Eremeev, V., & Maeorg, E. (2008). Effect of sowing date and increasing sowing rates on plant density and yield of winter oil seed rape (*Brassica napus* L.) under Nordic climate conditions. *Acta Agriculture Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 58(4), 330-335.
14. Malacotti, M. J. & Homaii, M. (2009). *Soil Fertility of arid and semiarid regions, problems and solutions.* Tarbiat Modarres University Press, 482 pp. (In Persian)
15. Mohammadi, K., Pasari, B., Rokhzadi, A., Ghalavand, A., Aghaalikhani M. & Eskandari, M. (2011). Response of grain yield and canola quality to different resources of farmyard manure, compost and biofertilizers in Kurdistan region. *The Journal of Crop Production,* 4(2), 81-101. (In Persian)
16. Rezvani Moghaddam, P., Nourian, A. & Hosseini, S. M. (2014). Evaluation of yield of spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars under the influence of manure and mycorrhizal inoculation. *Journal of Agricultural Ecology,* 4, 12-25. (In Persian)
17. Sarabadani Tafreshi, M., Moghaddasi, M. S. & Youssefi Rad, M. (2013). Effect of livestock fertilizers on safflower yield in Saveh area. In: Proceedings of *Second National Conference on New Issues in Agriculture*, Iran. (In Persian)
18. Sayadmanesh Shiyadeh, S. M., Qajar Sepanloo, M. & Bahmanyar, M. A. (2015). Evaluation of some heavy metals in canola soil and plant in irrigated fields of Amol Industrial Estate. *Journal of Research in Agriculture*, 29(2), 155-141. (In Persian)
19. Shafieifar, A. (2016). *Effect of different amounts of fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of flax in irrigation with treated municipal wastewater.* M.Sc. Thesis in Agriculture, Payame Noor University of Zahedan, Iran. (In Persian)
20. Tavassoli, A., Ghanbari, A., Heydari, M., Paygozar, Y. & Esmaeelian, Y. (2010). Effect of treated wastewater combined with various amounts of manure and chemical fertilizers on nutrient content and yield in corn. *Journal of Water and Wastewater,* 3, 37-44. (In Persian)
21. Tavassoli, A., Moussavi, T., Piri, I. & Babaeian, M. (2018). Effect of plant density and weed controlling on yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Journal of Agroecology*, 10(1), 94-106. (In Persian)
22. Valinejhad, M. (2001). *Effects of refined wastewater, sprinkler and surface irrigation systems and soil properties on the performance of three agronomic crops*. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture. Isfahan University of Technology, Iran. (In Persian)