

Research Article

Agricultural Engineering., 44(3) (2021) 343-357

ISSN (P): 2588-526X

DOI: 10.22055/AGEN.2021.38605.1617

ISSN (E): 2588-5944

Effect of minimum tillage, conventional tillage and plasticulture pattern on strawberry yield and water use efficiency in north east of Ahvaz

A. Daneshkhah¹, M. Ghasemi Nezhad^{2*}, M. Asoodar³, A. Marzban⁴ and M. Heidary⁵

1. MSc Graduated, Department of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
2. Associate Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
3. Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
4. Associate Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
5. Associate Professor, Department of Horticultural Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

Received: 23 September 2021

Accepted: 20 December 2021

Abstract

Introduction In recent decades, population growth has led to changes in dietary behavior and a significant increase in global demand for food production, which has led to the promotion of heavy use of agricultural land. water shortage in arid and semi-arid regions is one of the most important factor that affect crops production. The use of different conservation tillage methods such as minimum tillage and the use of organic and inorganic mulch as methods used in sustainable agriculture, can reduce water and energy consumption in an agricultural system. Soil water affects plant growth and development. So that even a small change in soil water content can significantly change the productivity of crops. Soil cover or mulch is one of the management strategies to increase water use efficiency of agricultural products.

Materials and Methods In this study, research was conducted to investigate the effect of conservation tillage methods and plasticulture patterns on water use efficiency and strawberry crop yield in 1398. The water use efficiency was calculated to assess the effects of tillage and plastic covers in the field. . The experiment was conducted using of factorial design in the form of randomized complete blocks with three replications. The plots included two types of tillage systems (conventional and conservation) and three methods of plastic cover (planting under plastic, over plastic and without plastic coverage). This experiment was performed in 18 plots with dimensions of 0.8×15 meters. 3 rows were planted in each plot. The distance between sub-plots was 75 cm as a ridge, the distance between main plots was 1 and a half meters and the distance between replicates was 2 meters. Water use efficiency (WUE) is one of the most important indicators for measuring agricultural water productivity. This index is actually the ratio of the amount of product produced per amount of water consumed (evaporation-transpiration) of the plant. In this definition, instead of evaporating and transpiration of the plant, the amount of water used in the field can be replaced and the amount of crop production per unit volume of water used in irrigation can be obtained. The higher this ratio, the better the water consumption.

Results and Discussion The two factors of tillage and planting pattern only affected soil moisture content at a depth of 0-10 cm and no significant effect was observed between different treatments at a depth of 10-20 cm. Minimum tillage in the pre-irrigation and post-irrigation stages has the highest moisture content. Conventional tillage disturbs the soil more than minimum tillage, increasing pores and unevenness of the soil surface, thereby increasing surface evaporation. Planting pattern had the highest moisture content and over plastic planting pattern had the lowest moisture content. Plastic cover is a barrier that prevents soil water from evaporating and keeps the root zone moisture regime at more stable levels, thus reducing the need for irrigation and preventing physiological disorders related to nutrients and water. There is no significant difference between tillage factor in two levels of conventional and low tillage and only planting

pattern at 1% level has a significant difference. Different planting patterns significantly affected strawberry yield. According to the comparison of the average, the highest yield was related to the planting pattern on plastic and the lowest was obtained on the planting pattern without plastic. Since the yield of strawberries in different tillage methods was not significantly different and in this study the same amount of water was used in different methods. Therefore, tillage methods had no significant effect on strawberry water productivity.

Conclusion The data was shown that the use of conservation tillage and plasticulture increased soil moisture retention by 22% which is due to the prevention of evaporation of soil moisture by Plastic mulch and Plant residue cover and less soil disturbance in conservation tillage. Conservation tillage has no significant effect on strawberry yield due to the slow trend in changing soil properties, but plastic mulch increased strawberry yield by 31.71% due to the increase in soil moisture retention. Since the type of tillage did not have a significant effect on strawberry yield in this study, therefore, tillage does not have a significant effect on water use efficiency, but different planting patterns, due to affecting yield, significantly increase water use efficiency here.

Key words: *Conservation tillage, strawberry transplanting pattern, plasticulture*

تأثیر روش‌های کم خاک‌ورزی، خاک‌ورزی مرسوم و الگوی کاشت پلاستیکی بر عملکرد گیاه توت فرنگی و کارایی مصرف آب در شمال شرقی اهواز

احمد دانش‌خواه^۱، محمود قاسمی نژاد رائینی^{۲*}، محمدمین آسودار^۳، افشین مرزبان^۴، مختار حیدری^۵

- ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران
 ۲- دانشیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران
 ۳- استاد گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران
 ۴- دانشیار گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران
 ۵- دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران

چکیده

کمبود آب در مناطق خشک و نیمه خشک یکی از مهم‌ترین عواملی است که تولید محصولات زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. استفاده از روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی همانند کم خاک‌ورزی و استفاده از مالچ‌های آلی و غیر آلی نیز از روش‌های کاربردی در کشاورزی پایدار، می‌تواند سبب کاهش مصرف آب و کاهش مصرف انرژی در یک سیستم زراعی گردد. در این تحقیق اثر کاربرد روش-های خاک‌ورزی حفاظتی و الگوی کاشت پلاستیکی بر عملکرد گیاه توت فرنگی و کارایی مصرف آب در سال ۱۳۹۸ مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار صورت گرفت. کرت‌های آزمایش شامل دو نوع سیستم خاک‌ورزی (مرسوم و حفاظتی) و سه نوع سیستم کشت (زیر پلاستیک، روی پلاستیک و بدون پلاستیک) بودند. داده‌ها نشان داد استفاده از خاک‌ورزی حفاظتی و کفپوش پلاستیکی، نگهداری رطوبت در خاک را به میزان ۲۲٪ افزایش داد. خاک‌ورزی حفاظتی به دلیل روند آرام در تغییر خصوصیات خاک تأثیر معنی‌داری بر عملکرد توت فرنگی نداشت اما خاکپوش پلاستیکی به دلیل افزایش ماندگاری رطوبت در خاک باعث افزایش عملکرد گیاه توت فرنگی به میزان ۳۱/۷۱ درصد شد. از آنجایی که نوع خاک‌ورزی بر عملکرد توت فرنگی در این مطالعه اثر معنی‌دار نداشت بنابراین خاک‌ورزی تأثیر چشمگیری بر کارایی مصرف آب ندارد ولی الگوهای مختلف کاشت به دلیل تحت تأثیر قرار دادن عملکرد، کارایی مصرف آب را نیز به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار دادند.

تاریخچه مقاله

دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۱

پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۰۹/۲۹

کلمات کلیدی:

خاک‌ورزی حفاظتی،
 نشا کاری توت فرنگی،
 پوشش پلاستیکی

* عهده دار مکاتبات

Email:

ghasemi.n.m@asnrukh.ac.ir

مقدمه

در دهه های اخیر، رشد جمعیت باعث تغییرات رفتار رژیم غذایی و افزایش قابل توجه تقاضای جهانی برای تولید غذا و استفاده شدید از زمین های زراعی شده است. فشارهای وارده بر سیستم خاک از طرف انسان، باعث به خطر افتادن عملکردهایی مانند امنیت غذایی، امنیت آب، امنیت انرژی، تنوع زیستی و دیگر خدمات زیست بومی میگردد (۵). استفاده از سامانه های خاک وورزی حفاظتی مانند بی خاک وورزی در راستای مدیریت و حفاظت خاک، برای افزایش تولید محصولات کشاورزی و حفظ کیفیت خاک در اراضی کشاورزی انجام گرفته است. همچنین حفاظت از خاک به عنوان یکی از اقدامات عمده برای پایداری زیست بوم ها می باشد (۷ و ۱۱). عملیات خاک وورزی حفاظتی، به گونه ای است که حداقل آسیب به محیط زیست وارد می شود، این روش در جهان در سطح وسیعی اجرا می گردد (۶).

در بررسی اثر سامانه های خاک وورزی حفاظتی و مرسوم بر روی عملکرد گندم، نتایج نشان داد که عملکرد گندم در کم خاک وورزی، بی خاک وورزی و خاک وورزی مرسوم به ترتیب ۶۱۳۷، ۴۴۲۵ و ۳۵۸۹ کیلوگرم در هکتار و در سطح ۱ درصد اختلاف معنی دار داشت (۱۲). گاو و همکاران گزارش کردند که کربن آلی خاک در سامانه خاک وورزی حفاظتی و به صورت بدون خاک وورزی پس از برداشت با نگهداری کاه و کلس از ۲۸٪ تا ۶۲٪ در عمق ۰-۳۰ سانتی متر در مقایسه با خاک وورزی مرسوم افزایش یافت و همچنین برآورد فرسایش خاک در زمین تحت خاک وورزی حفاظتی به طور معنی داری کمتر از سیستم مرسوم بود (۱۰). عملیات خاک وورزی مرسوم با شکستن منافذ درشت و بستن منافذ ریز در اثر تغییر آرایش ذرات خاک در درازمدت باعث

کاهش نفوذ آب به خاک می شوند از طرف دیگر زمانی که بقایای گیاهی در سطح خاک موجود نباشد قطرات باران نیز خاکدانه های سطحی را خرد نموده باعث بسته شدن منافذ سطحی شده و نفوذ آب در درازمدت کاهش می یابد. تحقیقات حاکی از کاهش معنی دار شدت نفوذ با افزایش شدت عملیات خاک وورزی در درازمدت می باشد (۱۵). خاک های مناسب برای تولید محصول می توانند از روی ویژگی های ساختمانی مثل شدت نفوذ آب و نگهداری رطوبت شناسایی شوند (۲). راسناک و همکاران (۲۳) بیان کردند که خاک وورزی مرسوم و سایر سامانه های شخم که خاک را بر می گردانند مقدار نفوذ آب به داخل خاک را در کوتاه مدت افزایش می دهند ولی بعد از چند نوبت بارندگی معمولاً سطح خاک سله می بندد و باعث کاهش نفوذ آب به داخل خاک می شود. همچنین قطرات باران در اثر ضربه زدن به ذرات خاک، آن ها را پراکنده کرده و باعث می شود که منافذ خاک بسته شده و روان آب بوجود آید. آب مهم ترین عامل محدود کننده تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان می باشد. کاهش منابع آب زیرزمینی، کاهش بارندگی، وقوع بیشتر خشکسالی به علت تغییر اقلیم (۸) و رشد سریع جمعیت از دلایل عمده کمبود آب به شمار می آیند. رطوبت خاک، رشد و توسعه گیاه را تحت تأثیر قرار می دهد (۲۴)، به طوری که حتی یک تغییر کوچک در محتوای رطوبت خاک می تواند بهره وری محصولات را به طور قابل توجهی تغییر دهد (۱۶). بنابراین، بسیاری از این تنش های محیطی را می توان با به کارگیری شیوه های مناسب مدیریت کشاورزی تا حد امکان برطرف ساخت (۹). پوشش سطح خاک یا مالچ یکی از راهکارهای مدیریتی برای افزایش کارایی مصرف آب محصولات کشاورزی است (۲۸)، که شامل انواع مالچ های آلی و غیر آلی یا مواد مصنوعی (از جمله فیلم های پلی اتیلن و شن) می باشد. استفاده از مالچ پلاستیکی بر پشته ها و شیارها برای مدت زمان مختلف در کشت سبب زمینی

عملکرد (۳۴۳٪) شد. استفاده از مالچ در سیستم آبیاری سطحی موارد فوق را به ترتیب به میزان ۲۳/۶۰، ۸۳/۸۰، ۱۰۹/۴۰ و ۲۱۹/۲۰ درصد افزایش داد. در سیستم آبیاری قطره‌ای ۵۱٪ از آب آبیاری ذخیره و ۱۹٪ عملکرد بیشتر در مقایسه با سیستم آبیاری سطحی حاصل شد.

تمرکز روی کشت یک محصول هم از نظر کیفی و هم به لحاظ کمی می‌تواند از جمله راه کارهای برون رفت کشاورزان از مشکلات مالی باشد. به ویژه وقتی منطقه‌ای از لحاظ آب و هوای ویژگی‌های منحصر به فردی برای کشت و پرورش محصول دارد. توت فرنگی گیاهی حساس به دمای بالاست و در این شرایط سخت با کاهش عملکرد روبرو می‌شود اما با بکارگیری روش‌های متعدد می‌توان توت فرنگی را در مناطق گرم‌تر و به صورت خارج از فصل نیز پرورش داد و با مدیریت دقیق، تولید این محصول را افزایش داد. با توجه به اینکه توت فرنگی میوه‌ای با سودآوری اقتصادی است، با برنامه‌ریزی صحیح تولید، می‌توان از کلیه روش‌هایی که بتواند عملکرد توت فرنگی را هم از لحاظ کیفی و هم از نظر کمی افزایش دهد و برای رسیدن و دست‌یابی به روش‌های مناسب خاک‌ورزی استفاده کرد. هدف این تحقیق بررسی رسیدن به این اهداف می‌باشد که به طور اجمالی به آن‌ها اشاره شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در زمین‌های تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان واقع در شهرستان باوی و شهر ملاتانی در ۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه با ارتفاع ۲۵ متر از سطح دریا انجام گرفت.

آزمایش به صورت طرح فاکتوریل و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. کرت‌های آزمایش شامل دو نوع سیستم خاک‌ورزی (مرسوم و حفاظتی) و سه نوع سیستم کشت (زیر پلاستیک، روی پلاستیک و بدون پلاستیک) بودند.

نشان داد که مالچ پلاستیکی باعث گرم شدن سطح خاک و افزایش محتوای آب سطح خاک می‌شود. میانگین دمای خاک سطحی روزانه در قطعات مالچ شده، ۲/۵-۳/۲ درجه سلسیوس بالاتر از گروه شاهد در اوایل فصل رشد بود. گیاهچه‌های تحت مالچ به دلیل افزایش درجه حرارت و رطوبت خاک در اوایل فصل، ۸/۱ تا ۱۱/۷ روز زودتر از گیاهان گروه شاهد سبز شدند. عملکرد در قطعات غیر مالچ نسبت به قطعات مالچ در سال اول و دوم به ترتیب ۳۳/۹-۹۲/۵ و ۶۲/۹-۷۷/۸ درصد افزایش یافت و کارایی مصرف آب مربوطه به ترتیب ۴۱/۴-۱۱۲/۶ و ۴۵/۹-۷۰/۶ درصد بهبود یافت (۲۶). برده‌جی و همکاران (۳) تاثیر سطوح مختلف آبیاری و مالچ پلاستیکی را بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی کدو پوست کاغذی در شرایط مشهد مورد آزمایش قرار دادند و بیان کردند تیمار مالچ تاثیر معنی‌داری بر ماده خشک کل، شاخص برگ و عملکرد میوه و دانه داشت. استفاده از مالچ باعث افزایش ۱۴/۷، ۹۷/۲ و ۳۱۴/۱ درصدی عملکرد دانه به ترتیب در آبیاری نرمال، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه شد. کومار و دی (۱۳) در بررسی خود بر تاثیر مالچ‌های مختلف (یونجه و پلی اتیلن سیاه) بر رشد ریشه، جذب مواد مغذی، راندمان مصرف آب و عملکرد توت فرنگی در دو سیستم آبیاری قطره‌ای و سطحی نشان دادند که حفظ رطوبت در مالچ پلاستیکی سیاه از ۲/۸۰ به ۱۲/۸۰ درصد نسبت به مالچ یونجه افزایش یافت. در مالچ یونجه با صرف نظر از روش آبیاری، حداقل دمای خاک را (۸/۲-۲/۵ درجه سلسیوس) افزایش داد و حداکثر دمای خاک (۷/۸-۲/۵ درجه سلسیوس) نسبت به بدون مالچ کاهش داد. مالچ پلاستیکی حداقل دمای خاک را از ۰/۴ به ۲/۵ درجه سلسیوس افزایش داد. استفاده از مالچ در سیستم آبیاری قطره‌ای باعث افزایش رشد ریشه (۶۳٪)، جذب مواد معدنی (۲۰٪/۱۷۹)، راندمان مصرف آب (۴۰/۸۴٪) و

1- Bardechi *et al.*

2- Kumar and Day

سطوح مختلف هر فاکتور

الف- سیستم های مختلف خاک ورزی (T)

خاک ورزی مرسوم شامل گاو آهن برگردان دار

به همراه دوبار دیسک (T₁)

خاک ورزی حفاظتی شامل خاک ورز مرکب با یک حرکت در زمین پوشیده از بقایای گندم با حداقل ۶۰٪ پوشش سطحی (T₂)

ب- الگوهای کاشت (P)

کشت زیر پلاستیک (P₁)کشت روی پلاستیک (P₂)کشت بدون پلاستیک (P₃)

در کشت زیر پلاستیک پس از گرم شدن هوا پلاستیک ها برداشته می شوند.

خاک ورزی مرسوم با استفاده از گاو آهن برگردان دار یک طرفه آهنگری خراسان، و دیسک آفست تا کا صورت گرفت و همچنین کم خاک ورزی با خاک ورز مرکب سازه کشت بوکان انجام شد. خاک ورزی در عمق ۲۰ سانتی متر و در شرایطی که زمین گاورو بود صورت گرفت. بافت خاک رسی-لومی و pH آن ۶/۷ بود.

این آزمایش در ۱۸ کرت تقریباً بزرگ با ابعاد ۱۵×۸/۰ متر اجرا گردید. در هر کرت ۳ ردیف کشت انجام شد. فاصله ردیف های کشت از هم ۴۰ سانتی متر و فاصله بوته ها در هر ردیف کشت ۳۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. در کشت روی پلاستیک، کرت مورد نظر را با مالچ پلاستیکی سفید پوشانده و با فاصل معین حفره های روی پلاستیک برای کشت نشا ایجاد شد و برای ثابت نگه داشتن مالچ پلاستیکی اطراف آن را با خاک پوشانده شد. در کشت زیر پلاستیک نشا کشت و پلاستیک روی نشاها کشیده شد. فاصله بین کرت های فرعی ۷۵ سانتی متر به صورت پشته، فاصله بین کرت های اصلی ۱ و نیم متر و فاصله بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد.

رطوبت خاک و درصد بقایا

به منظور اندازه گیری رطوبت خاک در دو مرحله قبل از آبیاری و بعد از آبیاری در دوره گل دهی و میوه دهی، در عمق ریشه و از خاک تمام کرت ها در هر تکرار نمونه برداری شد. نمونه ها بوسیله آگر در عمق ۱۰-۱۰ و ۲۰-۱۰ استخراج شد. نمونه ها درون پلاستیک یکبار مصرف قرار گرفت و تا زمان رسیدن به آزمایشگاه از هر گونه تبخیر و تعرق جلوگیری شد. نمونه های مرطوب را با آون خشک کرده و سپس با استفاده از رابطه (۱) درصد رطوبت وزنی خاک محاسبه شد.

$$M_{db} = \frac{M_w - M_d}{M_w} \times 100 \quad (1)$$

M_{db}: درصد رطوبت وزنی خاک (%)M_w: وزن خاک مرطوب (gr)M_d: وزن خاک خشک (gr)

جهت اندازه گیری درصد بقایا مزرعه با استفاده از روش مشهور برش عرضی استفاده شد (۱).

عملکرد مزرعه

برای محاسبه عملکرد، میوه های هر کرت به صورت جدا برداشت و وزن شد و در انتهای دوره عملکرد هر کرت بدست آمد.

مصرف آب

در این سیستم کاشت از آبیاری قطره ای استفاده شد. آبیاری به وسیله یک پمپ و تیپ های آبیاری قطره ای انجام گرفت. موتور پمپ دارای توان ۵ اسب بخار و پمپ ۳ اینچی با دبی متوسط ۲۰ متر مکعب در ساعت همراه با کنتور اندازه گیری مصرف آب و فیلتراسیون بود. تیپ ها نیز از نوع نوار تیپ سطحی زیبایی با فواصل آبدهی (قطره چکان) ۲۰ سانتی متر که هر قطره چکان دارای دبی ۱ لیتر بر ساعت بود. بر روی هر پشته ۲ ردیف نوار تیپ بین ۳ ردیف کشت کشیده شد. بعد از کشت نشاها بلافاصله زمین آبیاری شد تا در حد امکان تنش وارد شده کاهش یابد. به منظور اندازه گیری میزان آب مصرفی در هر دور آبیاری عدد روی کنتور قبل از شروع آبیاری و بعد از پایان آبیاری ثبت

مشاهده نشد. لامپولانس و همکاران^۲(۱۴) در یک آزمایش طولانی مدت تاثیر روش‌های خاک‌ورزی را بر رطوبت وزنی خاک مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که استفاده از روش‌های کم خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم به دلیل کاهش بهم زدگی خاک و حفظ بقایا با کاهش تبخیر سطحی و افزایش نفوذ آب به دلیل کاهش رواناب، سبب حفظ رطوبت خاک می‌شود، همچنین نورزاده نامقی و همکاران^۳(۲۳) نیز تاثیر انواع مالچ بر رطوبت خاک را مورد آزمایش قرار دادند و مشاهده کردند که در سال‌های اول آزمایش بیشترین اختلاف رطوبتی در لایه سطحی خاک وجود دارد و تیمارهای با پوشش پلاستیک نسبت به بدون پلاستیک با کاهش تبخیر از سطح خاک بیشترین میزان رطوبت را داشتند که این نتایج با نتایج بدست آمده در این آزمایش هم‌خوانی دارد. در نمودار ۱ مشاهده می‌شود که کم خاک‌ورزی در مراحل قبل از آبیاری و بعد از آبیاری بیشترین میزان رطوبت وزنی خاک (در عمق ریشه) را به خود اختصاص داده است. خاک‌ورزی مرسوم در مقایسه با کم خاک‌ورزی خاک را بیشتر بهم می‌زند و سبب افزایش خلل و فرج و ناهمواری در سطح خاک می‌شود و از این طریق میزان تبخیر سطحی را افزایش داد. از طرفی وجود بقایا بر روی سطح در روش کم خاک‌ورزی با کاهش تبخیر آب و همچنین افزایش نفوذ رطوبت وزنی خاک را افزایش داد. مالکا و همکاران^۴(۱۹) در مقایسه روش‌های کم خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی با خاک‌ورزی مرسوم دریافتند که در لایه ۱۰-۰ سانتی‌متری خاک به ترتیب ۳/۱ و ۵/۴ درصد افزایش رطوبت وزنی داشتند.

در نمودار ۲ مقایسه میانگین اثر روش‌های کاشت بر رطوبت وزنی در دو دوره قبل از آبیاری و بعد از آبیاری نشان داده شده است. الگوی کاشت روی پلاستیک بیشترین و الگوی کاشت زیر پلاستیک کمترین مقدار رطوبت وزنی را داشته

گردید و میزان مصرف آب هر کرت بصورت مجزا اندازه‌گیری شد.

کارایی مصرف آب

کارایی مصرف آب (WUE) یکی از شاخص‌های مطرح در خصوص سنجش میزان بهره‌وری آب کشاورزی است. این شاخص در واقع نسبت مقدار محصول تولید شده به ازای مقدار آب مصرفی (تبخیر-تعرق) گیاه است. در این تعریف می‌توان به جای تبخیر و تعرق گیاه مقدار آب مصرفی در مزرعه را جانشین کرده و مقدار تولید محصول را به ازای واحد حجم آب مصرفی در آبیاری به-دست آورد. هرچه این نسبت بیشتر باشد نشان دهنده مصرف صحیح‌تر آب است که با استفاده از رابطه (۲) کارایی مصرف آب بدست می‌آید (۱۸).

$$WUE = 100 \left(\frac{Y}{V_w} \right) \quad (2)$$

که در آن:

Y: وزن تر و یا جزیی از محصول که به مصرف می-رسد بر حسب کیلوگرم در هکتار (Kg/ha).

V_w: آب مصرف شده توسط گیاه بر حسب مترمکعب در هکتار (m³/ha).

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و Excel و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس روش‌های خاک‌ورزی و الگوی کاشت بر رطوبت وزنی خاک در دو عمق ۰-۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتی‌متر در دو مرحله قبل از آبیاری و سه روز پس از آبیاری در جدول ۱ نشان داده شده است. دو عامل خاک‌ورزی و الگوی کاشت تنها در عمق ۰-۱۰ سانتی-متر بر رطوبت وزنی خاک تاثیر گذار بوده و در عمق ۱۰-۲۰ سانتی‌متر تاثیر معنی‌داری بین تیمارهای مختلف

2- Lampurlanes *et al.*

3- Norzade namaghi *et al.*

4- Malecka *et al.*

1- Water Use Efficiency

سطح یک درصد دارای اختلاف معنی دار است. معمولا شیوه-های خاک وورزی و الگوی کاشت از طریق تغییر در خصوصیات خاک و شرایط فیزیکی بستر بذر بر رشد و عملکرد محصول تاثیر می گذارد (۲۲)، تغییر در خصوصیات خاک روند آرامی دارد و در سال اول اثر تیمارهای خاک وورزی بر عملکرد مشاهده نشد (۲۰).

مطابق جدول ۲، الگوهای مختلف کاشت، عملکرد توت فرنگی را به طور معنی داری تحت تاثیر قرار داد ($p < 0/01$). در مقایسه میانگین انجام شده (نمودار ۴) بیشترین عملکرد مربوط به الگوی کاشت روی پلاستیک و کمترین عملکرد در الگوی کاشت بدون پلاستیک بدست آمد. توت فرنگی دارای ریشه های کم عمقی است که بیشتر در خاک سطحی ۱۵ سانتی متری یافت می شود. در مالچ پلاستیکی به دلیل کاهش تبخیر و جلوگیری از رشد علف هرز، رطوبت برای مدت بیشتری در دسترس گیاه باقی می ماند و این امر باعث افزایش دسترسی بهتر ریشه گیاه به رطوبت سطحی شده و گیاه عملکرد بهتری خواهد داشت. کومار و دی^۲ در آزمایش تاثیر مالچ های مختلف بر عملکرد توت فرنگی به این نتیجه رسیدند که استفاده از پوشش پلی اتیلن سیاه و کاه گندم در مقایسه با عدم کاربرد مالچ در تقویت رشد ریشه (۶۳ درصد) جذب مواد مغذی (۱۷۹/۲۰ درصد) و عملکرد (۳۴۳ درصد) تحت سیستم آبیاری قطره ای موثر بود (۱۲) که این نتایج با نتایج بدست آمده در آزمایش مطابقت دارد که طبق نظر براینارد و بلیندر^۳ استفاده از مالچ های پلاستیکی ضمن حفظ رطوبت خاک از طریق کاهش تبخیر، از رشد علف های هرز نیز جلوگیری می کند و از این طریق می تواند بر رشد و عملکرد محصول تاثیر گذار باشد (۴).

نتایج تجزیه واریانس کارایی مصرف آب برای هر تیمار در جدول ۳ آمده است. از آنجایی که عملکرد توت فرنگی در روش های مختلف خاک وورزی تفاوت معنی داری نداشت. از

است. مالچ پلاستیکی مانعی است که از تبخیر آب خاک جلوگیری کرده و رژیم رطوبتی منطقه ریشه را در سطوح با ثبات تری نگه می دارد در نتیجه نیاز آبیاری را کاهش و از اختلافات فیزیولوژیکی مربوط به عناصر غذایی و آب جلوگیری می کند (۲۰). مالچ های آلی نیز در نتیجه افزایش تخلخل و به دنبال آن کاهش هدایت گرمایی خاک باعث کاهش دما و به دنبال آن افزایش رطوبت خاک گردید (۱۷). تاپاراسکینه و میسکات^۱ (۲۶) تاثیر بقایای گندم و پلاستیک پلی اتیلن بر روی توت فرنگی را مورد بررسی قرار دادند که حداکثر میانگین محتوی رطوبت در عمق ۴۰-۰ سانتی متر خاک طی سه سال ۱۸ درصد در تیمار بقایای گندم مشاهده شد در حالی که کمترین مقدار ۱۶/۲ درصد در تیمار شاهد بدست آمد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل خاک وورزی و الگوی کاشت در دوره قبل از آبیاری در نمودار ۳ آمده است. کاشت روی پلاستیک و کم خاک وورزی از نظر رطوبت وزنی خاک برتر از سایر فاکتورها است، این امر به دلیل وجود بقایای گیاهی و مالچ پلاستیکی بر سطح خاک بود که مانعی برای تبخیر رطوبت و نگهداری بهتر رطوبت در خاک به حساب می آمد، که میزان آن ۲۵/۶۳ درصد بود و با تیمارهای خاک وورزی مرسوم در کاشت روی پلاستیک در یک گروه آماری قرار گرفت. وجود مالچ پلاستیکی به تنهای نیز باعث کاهش تبخیر و ماندگاری بهتر رطوبت می شود. کمترین میزان رطوبت مربوط به تیمار خاک وورزی مرسوم و الگوی کاشت بدون پلاستیک به میزان ۱۹/۹۹ درصد بود.

نتایج تجزیه واریانس داده ها جدول ۲ نشان می دهد که بین عامل خاک وورزی در دو سطح خاک وورزی مرسوم و کم خاک وورزی بر عملکرد گیاه توت فرنگی اختلاف معنی داری وجود ندارد و تنها الگوی کاشت در

2- Kumar and Dey

3- Brainard and Bellinder

1- Taparauskienè and Miseckaitè

آنجایی که الگوهای مختلف کاشت عملکرد محصول را تحت تاثیر قرار داد کارایی مصرف آب را نیز به طور معنی داری تحت تاثیر قرار داد ($p < 0/01$). طبق مقایسه میانگین انجام شده نمودار ۵ بیشترین کارایی مربوط به الگوی کاشت روی پلاستیک و کمترین آن الگوی کاشت بدون پلاستیک بدست آمد.

جدول (۱) تجزیه واریانس اثر خاک‌ورزی و الگوی کاشت بر رطوبت وزنی خاک

Table (1) Analysis of variance of Effect of tillage and planting pattern on soil moisture content

رطوبت وزنی خاک soil moisture content				درجه آزادی (df)	منابع تغییرات Source of variation
بعد از آبیاری After irrigation		قبل از آبیاری Before irrigation			
عمق ۱۰-۲۰ Depth	عمق ۰-۱۰ Depth	عمق ۱۰-۲۰ Depth	عمق ۰-۱۰ Depth		
میانگین مربعات (MS)	میانگین مربعات (MS)	میانگین مربعات (MS)	میانگین مربعات (MS)		
1.112	4.146	6.23	0.373	2	تکرار repeat
0.630 ^{ns}	107.653 *	0.194 ^{ns}	21.255*	1	خاک‌ورزی Tillage
6.485 ^{ns}	56.187**	1.283 ^{ns}	29.971**	2	الگوی کاشت Planting pattern
4.179 ^{ns}	1.082 ^{ns}	0.161 ^{ns}	3.646*	2	خاک‌ورزی × الگوی کاشت Planting pattern × Tillage
2.474	0.931	19.366	0.565	10	خطا error
7.49	3.589	8.07	3.29		ضریب تغییرات Coefficient of variation

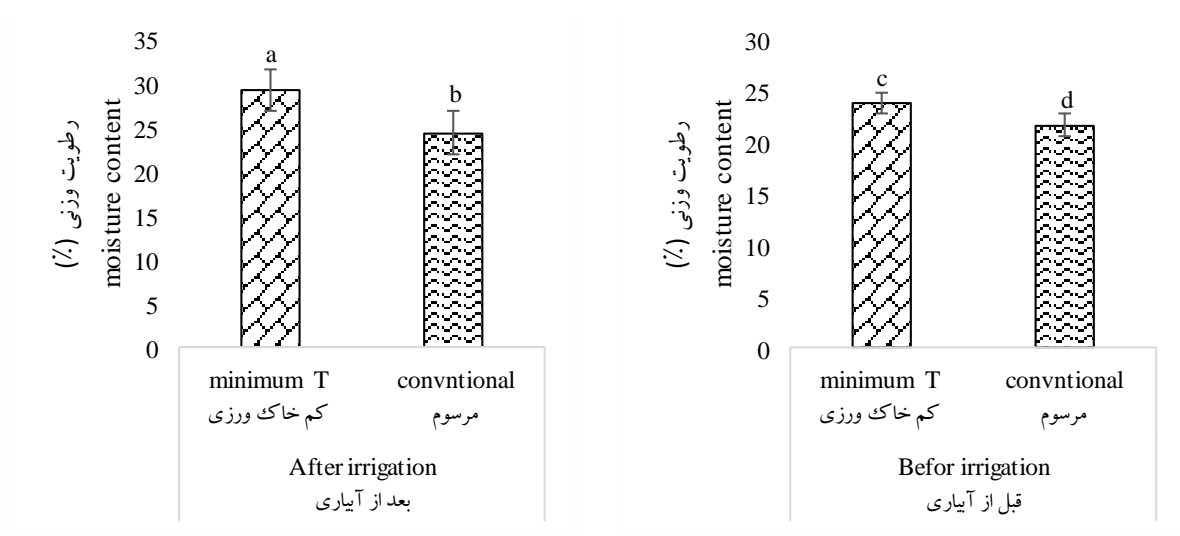
*significant at the 5% level

* در سطح ۵ درصد معنی دار است

** significant at the 1% level

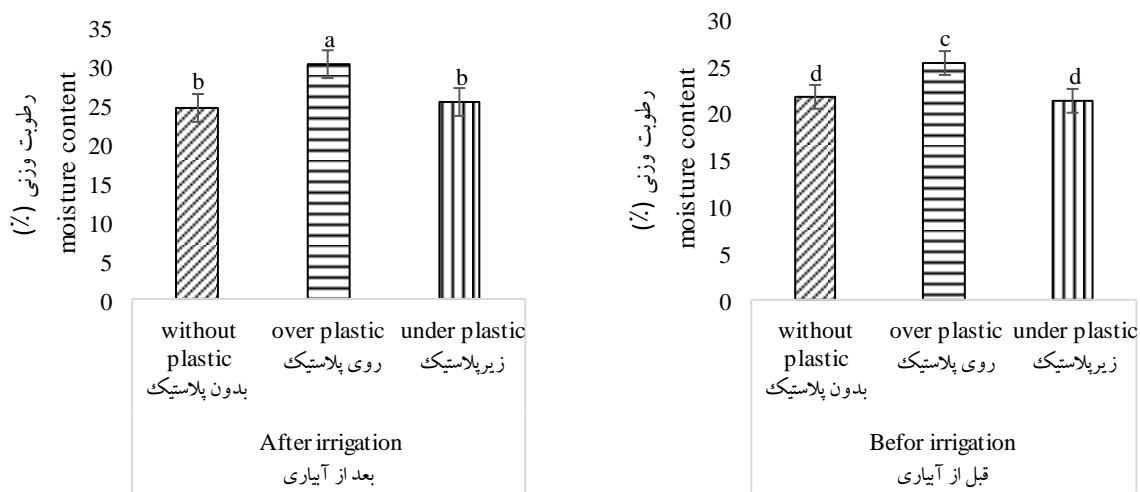
** در سطح ۱ درصد معنی دار است

دانش خواه و همکاران: تاثیر روش های کم خاک و رزی...



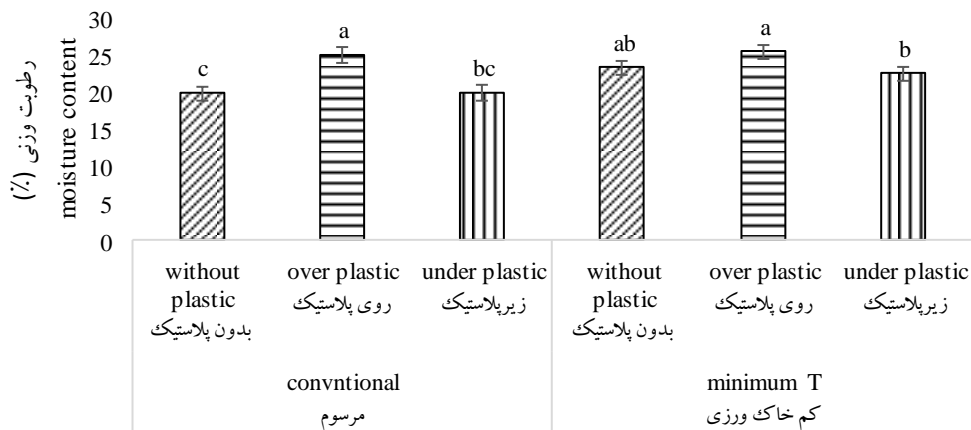
نمودار (۱) مقایسه میانگین رطوبت وزنی خاک در دو نوع روش خاک و رزی و دو مرحله مستقل از هم (قبل و بعد از آبیاری) با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد

Chart (1) Comparison of soil weight in two types of tillage methods and two independent stages (before and after irrigation) with Duncan test at 5% level

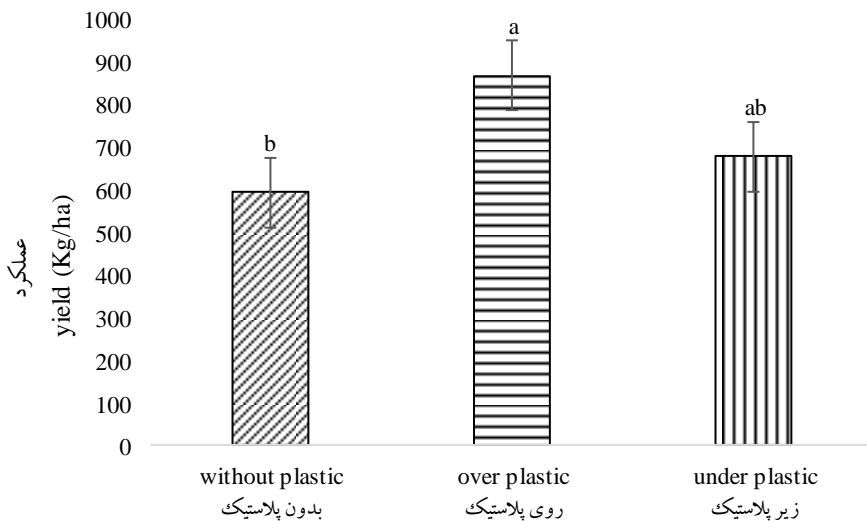


نمودار (۲) مقایسه میانگین رطوبت وزنی خاک در الگوهای مختلف کاشت و دو مرحله مستقل از هم (قبل و بعد از آبیاری) با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد

Chart (2) Comparison of soil weight average moisture in different planting patterns and two independent stages (before and after irrigation) with Duncan test at 5% level



نمودار (۳) مقایسه میانگین رطوبت وزنی خاک در اثر متقابل خاک‌ورزی و الگوی کاشت با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد
 Chart (3) Comparison of mean soil moisture due to interaction between tillage and planting pattern with Duncan test at 5% level



نمودار (۴) مقایسه میانگین عملکرد توت فرنگی در الگوهای مختلف کاشت با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد
 Chart (4) Comparison of average strawberry yield in different planting patterns with Duncan test at 5% level

جدول (۲) تجزیه واریانس اثر خاک‌ورزی و الگوی کاشت بر عملکرد توت فرنگی
 Table (2) Analysis of variance of the effect of tillage and planting pattern on strawberry yield

دانش خواه و همکاران: تاثیر روش های کم خاک ورزی...

میانگین مربعات (MS)	درجه آزادی (df)	منابع تغییرات Source of variation
283834.94	2	تکرار repeat
3080.60 ^{ns}	1	خاک ورزی Tillage
119011.27 **	2	الگوی کاشت Planting pattern
8203.17 ^{ns}	2	الگوی کاشت × خاک ورزی Tillage × Planting pattern
13602.86	10	خطا error
16.38		ضریب تغییرات Coefficient of variation

*significant at the 5% level

** significant at the 1% level

* در سطح ۵ درصد معنی دار است

** در سطح ۱ درصد معنی دار است

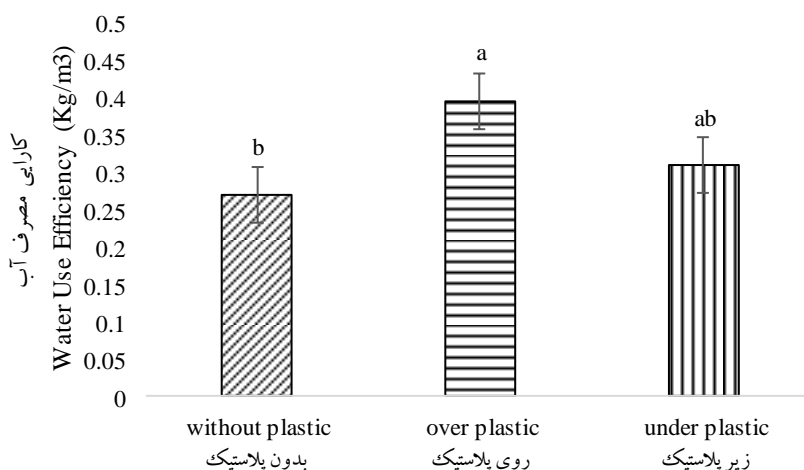
جدول (۳) تجزیه واریانس اثر خاک ورزی و الگوی کاشت بر کارایی مصرف آب توت فرنگی

Table (3) Analysis of variance of the effect of tillage and planting pattern on strawberry water use efficiency

میانگین مربعات (MS)	درجه آزادی (df)	منابع تغییرات Source of variation
0.025	2	تکرار repeat
0.0064 ^{ns}	1	خاک ورزی Tillage
0.059 **	2	الگوی کاشت Planting pattern
0.059 ^{ns}	2	الگوی کاشت × خاک ورزی Tillage × Planting pattern
0.0028	10	خطا error
16.40		ضریب تغییرات Coefficient of variation

** significant at the 1% level

**در سطح ۱ درصد معنی دار است



نمودار (۵) مقایسه میانگین کارایی مصرف آب در الگوهای مختلف کاشت با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد

Chart (5) Comparison of average water use efficiency in different planting patterns with Duncan test at 5% level

ماندگاری رطوبت در خاک باعث افزایش عملکرد گیاه توت فرنگی به میزان ۳۱/۷۱٪ شد. نتایج نشان داد که الگوهای مختلف کاشت به دلیل تحت تاثیر قرار دادن عملکرد، کارایی مصرف آب را به طور معنی داری تحت تاثیر قرار می دهند. بیشترین (۰/۳۹ کیلو گرم بر متر مکعب) و کمترین (۰/۲۷ کیلو گرم بر متر مکعب) کارایی مصرف آب به ترتیب مربوط به الگوی کاشت زیر پلاستیک و الگوی کاشت بدون پلاستیک بدست آمد.

نتیجه گیری

تیمار کم خاک ورزی و مالچ پلاستیکی، باعث افزایش نگهداری رطوبت در خاک شد و رطوبت خاک را به میزان ۲۲٪ افزایش داد که این امر به دلیل جلوگیری از تبخیر رطوبت خاک توسط کف پوش پلاستیکی و بقایای گیاهی و کمتر به هم خوردن خاک در خاک ورزی حفاظتی است. خاک ورزی حفاظتی به دلیل روند آرام در تغییر خصوصیات خاک تاثیر معنی داری بر عملکرد توت فرنگی ندارد اما خاکپوش پلاستیکی به دلیل افزایش

REFERENCES

- Asouadar, M. A., and H. Sabzezar. 2008. Conservation tillage systems. Publication of agricultural education. Karaj. (In Farsi).
- Aon, M. A., Sarena, D. E., Burgos, J. L., and Cortassa, S. 2001. (Micro) biological, chemical and physical properties of soils subjected to conventional or no-till management: an assessment of their quality status. Soil and Tillage Research. 60(3-4): 173-186.

3. Bardechi, S., banaian, M., and asadi, Gh. 2019. The Effect of Different Levels of Irrigation and Plastic Mulch on Yield and Yield Components of Medicinal Pumpkin (*Cucurbita pepo convar. pepo var. styriaca*) in Mashhad. *Iranian Journal of Filed Crops Research*. 17(2): 265-273
4. Brainard, D. C., and Bellinder, R. R. 2004. Weed suppression in a broccoli-winter rye intercropping system. *Weed Science*. 52(2): 281-290
5. Brevik, E. C., Cerdà, A., Mataix-Solera, J., Pereg, L., Quinton, J. N., Six, J., and Van Oost, K. 2015. The interdisciplinary nature of SOIL. *Soil*. 1(1): 117-129.
6. Busari, M. A., Kukal, S. S., Kaur, A., Bhatt, R., and Dulazi, A. A. 2015. Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International Soil and Water Conservation Research*. 3(2): 119-129.
7. de Moraes, M. T., Debiasi, H., Carlesso, R., Franchini, J. C., da Silva, V. R., and da Luz, F. B. 2016. Soil physical quality on tillage and cropping systems after two decades in the subtropical region of Brazil. *Soil and Tillage Research*. 155: 351-362.
8. Deng, X. P., Shan, L., Zhang, H., and Turner, N. C. 2006. Improving agricultural water use efficiency in arid and semiarid areas of China. *Agricultural water management*. 80(1-3): 23-40.
9. Farkas, C., Birkás, M., and Várallyay, G. 2009. Soil tillage systems to reduce the harmful effect of extreme weather and hydrological situations. *Biologia*. 64(3): 624-628.
10. Gao, Y., Dang, X., Yu, Y., Li, Y., Liu, Y., and Wang, J. 2016. Effects of tillage methods on soil carbon and wind erosion. *Land Degradation and Development*. 27(3): 583-591.
11. Kahlon, M. S., Lal, R., and Ann-Varughese, M. 2013. 22 years of tillage and mulching impacts on soil physical characteristics and carbon sequestration in Central Ohio. *Soil and Tillage Research*. 126: 151-158.
12. Karami, A. 2020. Effect of conservation tillage on some soil physical properties. *Applied Research in Field Crops*. 33(1):61-81
13. Kumar, S., and Dey, P. 2011. Effects of different mulches and irrigation methods on root growth, nutrient uptake, water-use efficiency and yield of strawberry. *Scientia Horticulturae*. 127(3): 318-324.
14. Lampurlanes, J., Plaza-Bonilla, D., Alvaro-Fuentes, J., and Cantero-Martinez, C. 2016. Long-term analysis of soil water conservation and crop yield under different tillage systems in Mediterranean rainfed conditions. *Field crops research*. 189: 59-67.
15. Licht, M. A., and Al-Kaisi, M. 2012. Less tillage for more water in 2013.
16. Liu, Y., Li, S., Chen, F., Yang, S., and Chen, X. 2010. Soil water dynamics and water use efficiency in spring maize (*Zea mays L.*) fields subjected to different water management practices on the Loess Plateau, China. *Agricultural Water Management*. 97(5): 769-775.
17. Liu, Y., Wang, J., Liu, D., Li, Z., Zhang, G., Tao, Y., ... and Chen, F. 2014. Straw mulching reduces the harmful effects of extreme hydrological and temperature conditions in citrus orchards. *PLoS One*. 9(1).
18. Lu, Y., Zhang, X., Chen, S., Shao, L., and Sun, H. 2016. Changes in water use efficiency and water footprint in grain production over the past 35 years: a case study in the North China Plain. *Journal of cleaner production*. 116: 71-79.

19. Malecka, I., Blecharczyk, A., Sawinska, Z., and Dobrzeniecki, T. 2012. The effect of various long-term tillage systems on soil properties and spring barley yield. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 36(2): 217-226
20. Malhi, S. S., Lemke, R., Wang, Z. H., and Chhabra, B. S. 2006. Tillage, nitrogen and crop residue effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality, and greenhouse gas emissions. *Soil and Tillage Research*. 90(1-2): 171-183.
21. McCraw, D., and Motes, J. E. 1991. Use of plastic mulch and row covers in vegetable production. Cooperative Extension Service. Oklahoma State University. OSU Extension Facts F-6034.
22. McMaster, G. S., Palic, D. B., and Dunn, G. H. 2002. Soil management alters seedling emergence and subsequent autumn growth and yield in dryland winter wheat–fallow systems in the central Great Plains on a clay loam soil. *Soil and Tillage Research*. 65(2): 193-206
23. Norzade namaghi, M., Davari Nezhad, Gh., Ansari, H., Nemati, H., and Zaree, A. 2016. Evaluation of the effects of organic and inorganic mulch on temperature and moisture of soil in pistachio (*Pistacia vera* L.). 9th Horticultural Sciences Congress.
24. Rasnake, M., Frye, W., Ditsch, D. C., and Blevins, R. L. 1986. Soil erosion with different tillage and cropping systems.
25. Silvente, S., Sobolev, A. P., & Lara, M. 2012. Metabolite adjustments in drought tolerant and sensitive soybean genotypes in response to water stress. *PLoS One*, 7(6), e38554.
26. Taparuskienė, L., and Miseckaitė, O. 2014. Effect of Mulch on Soil Moisture Depletion and Strawberry Yield in Sub-Humid Area. *Polish Journal of Environmental Studies*. 23(2).
27. Zhao, H., Xiong, Y. C., Li, F. M., Wang, R. Y., Qiang, S. C., Yao, T. F., and Mo, F. 2012. Plastic film mulch for half growing-season maximized WUE and yield of potato via moisture-temperature improvement in a semi-arid agroecosystem. *Agricultural Water Management*. 104: 68-78.
28. Zhu, L., Liu, J. L., Luo, S. S., Bu, L. D., Chen, X. P., and Li, S. Q. 2015. Soil mulching can mitigate soil water deficiency impacts on rainfed maize production in semiarid environments. *Journal of Integrative Agriculture*. 14(1): 58-66.



© 2021 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)