Iranian Journal of Soil and Water Research ISNN: 2423-7833
Homepage: http://ijswr.ut.ac.ir

Water flow characteritics in the presence of mulch in furrow irrigation

Ali Pahlevani[1] | **Hamed Ebrahimian** [2] | **Teymour Sohrabi**[✉3] | **Fariborz Abbasi** [4]

1. Corresponding Author, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: ali.pahlevani@ut.ac.ir
2. Department of Irrigation and Reclamation Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: ebrahimian@ut.ac.ir
3. Corresponding Author Department of Irrigation and Reclamation Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: myousef@ut.ac.ir
4. Agricultural Engineering Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. E-mail: fariborzabbasi@ymail.com

Article Info

Article type: Research Article

Article history:

Received: May. 25, 2024

Revised: June. 26, 2024

Accepted: Aug. 10, 2024

Published online: Nov. 2024

Keywords:
Advance Time,
Organic Mulch,
Plastic Mulch,
Runoff,
Surface Irrigation.

ABSTRACT

Surface irrigation systems have been widely used in different regions worldwide, particularly in arid and semi-arid areas. However, inadequate management has resulted in significant water losses in the agricultural sector. Utilizing plastic and organic mulches in furrow irrigation systems reduces water loss and increases irrigation efficiency. The main purpose of this study is to investigate the effect of the type of mulch and the location of the plastic mulch in furrow irrigation on the hydraulic parameters of the surface flow, such as advance time, recession, runoff, and infiltrated water volume. Field experiments were conducted in 2021 in Karaj, Iran. In general, five treatments were considered: three treatments with plastic mulch, including mulch on the ridge (R), mulch on the bottom of the furrow (F), and mulch on the ridge and bottom of the furrow (FR), and one treatment with organic mulch of wheat straw (OM) and a treatment without mulch or control (C). Considering the same irrigation management and inflow rate, it was observed that using mulch would increase water losses due to maintaining the soil moisture and reducing the wet perimeter. The highest amounts of runoff and the fastest advance time were produced for the FR, F, OM, R, and C treatments, respectively. Conversely, the order was reversed for the volume of infiltrated water. When mulch is used, it is essential to make fundamental changes in irrigation management. This may involve adjusting the inflow rate, cut-off time, field length, or a combination of these methods. It is also suggested that deficit irrigation could be utilized in future experiments.

Cite this article: Pahlevani, A., Ebrahimian, H., Sohrabi, T. & Abbasi, F. (2024) Water flow characteritics in the presence of mulch in furrow irrigation, *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 55 (9), 1471-1484. https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.377031.669718

© The Author(s).

Publisher: The University of Tehran Press.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.377031.669718

EXTENDED ABSTRACT

Introduction:

Water is considered to be the most important factor limiting crop production in aid and semi-arid regions of the world, including Iran. According to records, approximately 70% of the water resources in the country is consumed in agricultural sector. The surface irrigation method is the most commonly used irrigation method in Iran, known for its high water losses and low efficiency attributed to inadequate management and design issues. Given the expansion of irrigated agriculture, one of the key programs for the country's water resources focuses on altering, modifying, and enhancing existing irrigation methods. According to the research, the use of mulch is a method that has led to reducing water losses, increasing water use efficiency, and water productivity. This method has been widely adopted by farmers worldwide. The mulches commonly used in agriculture are typically categorized as organic (plant residues such as straw, stems, and compost) and inorganic (plastic mulches including black or transparent mulch). Various research studies have examined the effect of mulches on crop germination date, Crop yield, water productivity, water use efficiency, water and nutrient distribution in different soil layers, and soil temperature changes throughout the season. However, very few studies have explored the potential effects of different mulch placements on furrow surfaces and their influence on the hydraulic characteristics of irrigation, including advance, recession, runoff, and infiltrated volume. This research aims to identify the optimum irrigation management for each treatment to reduce the water losses when utilizing mulch.

Purpose:

It is necessary to evaluate the effect of various mulch placements on the furrow surface on the infiltrated volume and water losses during different stages of an irrigation event (advance, recession, runoff) to determine the optimum irrigation method.

Method:

The irrigation system used in this study was the conventional furrow irrigation method with trapezoidal cross-section. The furrows were 100 m long with a spacing of 0.75 m in the direction of the general slope of the field. The treatments used in this experiment include one treatment without any mulch as a control treatment, one treatment with organic mulch consisting of wheat residues (OM), and three plastic mulch placements on the furrow. These plastic mulch types include LDPE transparent plastic layers with a thickness of 25 microns and a width of 0.75 m placed on the ridge (R), on the furrow bottom (F), and on both the ridge and the furrow bottom (FR). Four consecutive irrigation events with a 10-day interval were considered to allow the soil to dry between each irrigation event. The measured parameters included inflow, advance time, regression, runoff, and infiltration volume for each treatment.

Results and Discussion:

The results showed that by utilizing mulches (either plastic or organic) and maintaining the same irrigation management and inflow rate, the shorter advance time compared to the control treatment would result in higher water losses through runoff. On the other hand, the results showed that mulch, both organic and plastic, helps maintain soil moisture compared to soil without mulch. By covering a part of the soil surface and reducing the wetted perimeter in the irrigation process, mulch reduces the volume of infiltrated water. The larger volume of infiltration in the control treatment does not necessarily indicate its superiority. The extended advance time leads to decreased infiltration uniformity across the field, resulting in deep percolation losses at the beginning of the furrow. In general, it can be concluded that if mulch is used, irrigation management should also be adjusted to minimize losses. This is possible by changing the irrigation management parameters, such as the inflow rate, cut-off time, or a combination of the two, or by changing the length of the furrows.

Author Contributions

All authors contributed equally to the conceptualization of the article and writing of the original and subsequent drafts.

Data Availability Statement

"Not applicable"

Acknowledgements

The authors would like to thank all participants of the present study.

Ethical considerations

The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۵، شماره ۹ شاپا: ۲۴۲۳-۷۸۳۳
Homepage: http://ijswr.ut.ac.ir

بررسی خصوصیات جریان آب در شرایط وجود مالچ در آبیاری جویچه‌ای

علی پهلوانی[۱] | حامد ابراهیمیان[۲] | تیمور سهرابی[۳]✉ | فریبرز عباسی[۴]

۱. نویسنده مسئول، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: ali.pahlevani@ut.ac.ir
۲. گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: ebrahimian@ut.ac.ir
۳. نویسنده مسئول، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: myousef@ut.ac.ir
۴. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: fariborzabbasi@ymail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۳/۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۴/۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۲۰
تاریخ انتشار: آذر ۱۴۰۳

واژه‌های کلیدی:
آبیاری سطحی،
رواناب،
زمان پیشروی،
مالچ پلاستیکی،
مالچ آلی.

چکیده

روش‌های آبیاری سطحی به صورت گسترده‌ای در مناطق مختلف دنیا به خصوص مناطق خشک و نیمه‌خشک مورد استفاده قرار گرفته است، اما مدیریت نامناسب آنها منجر به تلفات زیاد آب در بخش کشاورزی شده است. استفاده از مالچ‌های پلاستیکی و آلی در آبیاری جویچه‌ای سبب کاهش تلفات آب و افزایش راندمان آبیاری می‌شود. هدف اصلی این مقاله بررسی تأثیر مالچ و محل استقرار مالچ پلاستیکی در آبیاری جویچه‌ای روی پارامترهای هیدرولیکی جریان نظیر پیشروی، پسروی، رواناب و حجم نفوذ آب آبیاری است. آزمایش‌های مزرعه‌ای در سال ۱۴۰۱ در کرج انجام شد. پنج تیمار در نظر گرفته شد که سه تیمار دارای مالچ پلاستیکی شامل مالچ روی پشته R، مالچ کف جویچه F و مالچ روی پشته و کف جویچه FR و یک تیمار شامل مالچ آلی از کاه و کلش گندم OM و یک تیمار بدون مالچ یا شاهد C در نظر گرفته شد. با اعمال مدیریت آبیاری یکسان، مشاهده شد که استفاده از مالچ با حفظ رطوبت خاک و کاهش محیط خیس شده سبب افزایش تلفات آب می‌گردد. بیشترین مقدار رواناب تولیدی و سریعترین زمان پیشروی به‌ترتیب برای تیمارهای FR، F، OM، R و C بودند و عکس همین ترتیب در مقدار حجم آب نفوذ یافته در مزرعه حاصل شد. در نتیجه در حالت استفاده از مالچ باید تغییرات اساسی در پارامترهای مدیریتی یعنی دبی ورودی، زمان قطع، طول مزرعه و یا ترکیبی از این حالت‌ها به‌کارگیری شود. همچنین پیشنهاد می‌شود با توجه به نقش مالچ در حفظ رطوبت خاک در صورت استفاده از مالچ در تحقیقات آینده تکنیک کم‌آبیاری نیز مورد بررسی قرار گیرد.

استناد: پهلوانی، علی؛ ابراهیمیان، حامد؛ سهرابی، تیمور و عباسی، فریبرز (۱۴۰۳) بررسی خصوصیات جریان آب در شرایط وجود مالچ در آبیاری جویچه‌ای، *مجله تحقیقات آب و خاک ایران*، ۵۵ (۹)، ۱۴۷۱-۱۴۸۴. https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.377031.669718

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
© نویسندگان.
DOI: https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.377031.669718

مقدمه

آب مهمترین عامل محدودکننده تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا است. ایران با متوسط بارندگی سالانه حدود ۲۴۰ میلی‌متر دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است. بر اساس گزارش‌ها حدود ۷۰ درصد منابع آبی موجود در کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود (ناصری و همکاران، ۱۳۹۶). تلفات آب در روش‌های آبیاری سطحی به دلیل ضعف مدیریت و اشکالات طراحی، زیاد است (عباسی، ۱۳۹۱؛ عباسی و ابراهیمیان، ۱۴۰۲) از طرفی بازده آبیاری سطحی حدود ۵۰ درصد در سطح کشور گزارش شده است (عباسی و عباسی ، ۱۴۰۲). طراحی و اجرای نامناسب، مدیریت ضعیف و استفاده از روش‌های سنتی آبیاری از جمله عواملی هستند که به تلفات زیاد آب در بخش کشاورزی منجر شده است (عباسی، ۱۳۹۱). با توجه به افزایش سطح کشت آبی، یکی از برنامه‌های اولویت‌دار برای منابع آب کشور، معطوف به تغییر شیوه و اصلاح و بهبود روش‌های آبیاری موجود است (عباسی، ۱۳۹۱). با توجه به تحقیقات صورت گرفته، استفاده از مالچ‌ها یکی از راهکارهای جلوگیری از تلفات آب، افزایش بازده آب آبیاری و بهره‌وری آب آبیاری مطرح شده است که به طور گسترده در سراسر دنیا توسط کشاورزان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Memon et al., 2019) . مالچ‌های مورداستفاده در کشاورزی شامل مالچ آلی و غیر آلی می‌شوند. مالچ‌های آلی از بقایای گیاهی و حیوانی نشأت می‌گیرند. مالچ‌های آلی بیشتر شامل بقایای گیاهی نظیر کاه و کلش، ساقه، پوست بادام‌زمینی، خاک‌برگ و کمپوست و یا فراورده‌های چوبی نظیر خاک‌اره، براده چوب و یا کودهای حیوانی است. مالچ‌های غیر آلی در انواع مختلف پلاستیکی و شن و ماسه‌ای بیشتر مرسوم می‌باشند. مالچ‌های شن و ماسه‌ای بیشتر برای درختان که به صورت دیم کشت می‌شوند استفاده می‌شود. در رابطه با اثربخشی نوع مالچ‌ها، نتایج نشان داده است که مالچ‌های پلاستیکی اثربخشی بهتری نسبت به مالچ کاه داشته است (Qin et al., 2015). مالچ آلی اگر به درستی مورد استفاده قرار بگیرد تمامی مزایای استفاده از مالچ را در بر خواهد داشت و حتی می‌تواند سبب گرم کردن زودتر خاک را در ابتدای فصل کشت نیز خواهد شد. با این وجود، مواد طبیعی معمولاً در مقادیر و کمیت زیاد به منظور استفاده در سطح بالا موجود نیست و یا باید به محل مورد استفاده حمل شود. همچنین مواد طبیعی به راحتی در سطح مزرعه پخش نمی‌شوند و نیازمند هزینه کارگری بسیار زیادی است. هزینه و مشکلات لجستیکی معمولاً سبب محدود کردن استفاده مالچ‌های آلی در سطح استفاده خانگی و باغچه‌های کوچک گردیده است (Shrefler et al., 2014). نوع دیگر مالچ‌های غیر آلی شامل مالچ پلاستیک می‌شود. برخی از مطالعات نشان دادند که استفاده از مالچ پلاستیک چه به صورت مالچ پلاستیکی سیاه‌رنگ و چه شفاف در آبیاری جویچه‌ای می‌تواند ضمن افزایش عملکرد محصول تا حد زیادی از نیاز آبیاری نسبت به حالت بدون استفاده از مالچ بکاهد (Bogle et al., 1989). این نوع از مالچ دارای مزایا و معایبی است که در هنگام استفاده از آن باید در نظر گرفته شوند. مزایای عمده استفاده از مالچ پلاستیکی شامل تسریع در جوانه‌زنی، حفظ رطوبت خاک، جلوگیری از رشد علف‌های هرز، کاهش آبشویی کود، افزایش کیفیت محصول از طریق جلوگیری از تماس مستقیم محصول با خاک، جلوگیری از سله بستن سطح خاک و بهبود رشد گیاه از طریق ترکیب تمامی عوامل بالا می‌باشد. Memon et al. (2019) نقش مالچ پلاستیکی را در حفظ آب و افزایش عملکرد محصول برای سامانه آبیاری جویچه‌ای در منطقه نیمه‌خشک مورد بررسی قرار دادند. هدف اصلی این مطالعه به حداقل رساندن تلفات نفوذ عمقی آب از کف جویچه‌ها بود. تیمارهای مورداستفاده شامل مالچ پلاستیک کف جویچه و جویچه‌ها بدون مالچ پلاستیک بودند. متوسط عملکرد محصول برای محصول بامیه و آب مصرفی به ترتیب برای تیمار دارای مالچ و بدون مالچ برابر با ۸۳۳۲ و ۷۵۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب و ۲۱/۶ و ۳۱/۰۹ مترمکعب بدست آمد که سبب صرفه‌جویی در مصرف آب به میزان ۳۰/۶۴ درصد نسبت به تیمار شاهد شد. Mostafa et al. (2023)، اثر استفاده از مالچ پلاستیکی روی پشته را برای محصول کدوتنبل روی راندمان آبیاری و بهره‌وری آب در آبیاری جویچه‌ای مورد بررسی قرار دادند. بهره‌وری آب در صورت استفاده از مالچ پلاستیکی از ۵/۱۱ به ۵/۴۱ کیلوگرم بر مترمکعب افزایش یافت و به‌طور کلی حجم آب مورداستفاده در کل طول دوره کشت به مقدار ۱۰/۴۴ درصد کاهش یافت. استفاده از مالچ پلاستیک روی پشته و مدیریت آبیاری با کاهش آب ورودی به‌طور همزمان سبب افزایش عملکرد محصول برای ذرت بهاره و همچنین کاهش تلفات نفوذ عمقی آب آبیاری نسبت به حالت استفاده از مالچ بدون کاهش آب آبیاری و حالت بدون استفاده از مالچ پلاستیکی در آبیاری جویچه‌ای می‌گردد (Yang et al., 2018). مزیت دیگری که استفاده از مالچ پلاستیکی روی پشته‌ها در آبیاری جویچه‌ای ایجاد می‌کند، دستیابی به عملکرد محصول بالاتر در حالت استفاده از آب شور در آبیاری است چرا که وجود مالچ روی پشته بر توزیع رطوبت خاک و حفظ آن و همچنین توزیع بهتر شوری در خاک سطحی که جلوگیری از تجمع شوری در سطح خاک پشته‌ها اثر مثبتی دارد (Chen and Feng 2013). (Mari et al., 2024) اثر استفاده از دو نوع مالچ پلاستیکی سیاه‌رنگ و شفاف را در مقایسه با حالت بدون مالچ در دو رژیم آبیاری کامل و کم‌آبیاری شدید (تخلیه ۸۰ درصد آب سهل‌الوصول) برای محصول ذرت مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد استفاده از مالچ پلاستیکی سیاه‌رنگ به دلیل جلوگیری بیشتر از تبخیر آب و اثربخشی

بسیار بیشتری در زیست‌توده خشک تولیدی (۱۷ تا ۴۷ درصد) و راندمان کاربرد آب (۱۶ تا ۴۶ درصد) نسبت به حالت استفاده از مالچ پلاستیکی شفاف و حالت بدون استفاده از مالچ دارد. از طرفی وجود مالچ در حالت استفاده از کم‌آبیاری شدید منجر به تولید محصول بیشتر و راندمان کاربرد آب بالاتری گردید. در نتیجه استفاده از مالچ پلاستیک برای مناطق خشک و نیمه‌خشک به عنوان یک رویکرد نسبتاً کم‌هزینه به منظور افزایش عملکرد محصول و کاهش تلفات آب پیشنهاد می‌شود.

استفاده از مالچ دارای معایبی نیز است معایب مطرح‌شده در مورد استفاده از مالچ پلاستیک شامل هزینه خرید و اجرای مالچ و همچنین جمع‌آوری و دفع مالچ پس از برداشت محصول می‌شود که همین مورد آخر سبب ایجاد نگرانی در مورد تبعات زیست‌محیطی استفاده از مالچ پلاستیک گردیده است (Shrefler et al., 2014). افزایش بقایای مالچ پلاستیکی در خاک و همچنین نوع مواد مورد استفاده در آن (پلی‌اتیلن شفاف و یا بوتیلن) تأثیر زیادی در کاهش جذب منیزیم و نیتروژن توسط گیاه خواهند داشت (Dewi et al., 2024).

تا کنون مطالعات بسیار کمی اثر جانمایی‌های مختلف مالچ را در آبیاری جویچه‌ای روی تلفات آب و کود مورد مقایسه قرار داده‌اند (Pahlevani et al., 2021) اما تا کنون هیچ مطالعه‌ای روی خصوصیات هیدرولیکی آبیاری نظیر پیشروی و پسروی و رواناب و حجم نفوذ که هرکدام اجزای اصلی معادله بیلان حجمی آب می‌باشند و به نوعی خود بیانگر اتفاقاتی که در یک نوبت آبیاری صورت می‌پذیرد انجام نشده است. وجود مالچ علاوه بر مواردی که مرور شد روی خصوصیات نفوذپذیری خاک و ضریب زبری مانینگ تأثیر دارد و از آنجایی که هدف اصلی از تحقیقات صورت گرفته دستیابی به حالت بهینه از مصرف آب با بیشترین کارایی و کمترین تلفات موجود است، ضروری است مطالعه‌ای صورت بپذیرد که تلفات آب آبیاری را در حالتی غیر از تبخیر از سطح خاک می‌شود را به صورت کامل‌تر و از طریق بیلان حجمی مورد بررسی قرار دهد و اتفاقات صورت گرفته در تمامی مراحل یک واقعه آبیاری را در حالت‌های مختلف استفاده از مالچ به صورت دقیق مورد بررسی قرار دهد و در آخر بهترین راهکار معرفی گردد. مطالعه پیش‌رو اولین بررسی صورت گرفته روی این مسئله خواهد بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۲۹۲/۹ متر از سطح دریا و در سال ۱۴۰۱ انجام شد. این منطقه دارای اقلیم مدیترانه‌ای با متوسط بارندگی ۲۶۵ میلی‌متر و متوسط دمای هوای ۱۶ درجه سانتی‌گراد است.

سامانه آبیاری مورداستفاده، سامانه آبیاری جویچه‌ای معمولی (CFI[۱]) است. جویچه‌ها به طول ۱۰۰ متر و فاصله ۰/۷۵ متر از یکدیگر در جهت شیب عمومی زمین با استفاده از دستگاه فاروئر و با سطح مقطع ذوزنقه‌ای ایجاد شد (شکل ۱). در این تحقیق، پنج تیمار شامل مالچ پلاستیکی روی پشته (R[۲])، مالچ کف جویچه (F[۳])، مالچ روی پشته و کف جویچه (FR[۴]) و تیمار شاهد یا بدون مالچ (C[۵]) و همچنین یک تیمار شامل اجرای مالچ آلی از بقایای گندم (OM[۶])، با حفظ ۳۰ و یا ۵۰ درصد بقایای گیاهی در نظر گرفته شد. برای هر تیمار سه جویچه ایجاد گردید که دو جویچه کناری در نقش جویچه محافظ و جویچه وسط به عنوان جویچه اصلی به منظور نمونه‌برداری و ثبت داده‌های مربوط به آبیاری در نظر گرفته شد (شکل ۱). مالچ پلاستیک به کار رفته شامل لایه پلاستیکی شفاف دسته اولLDPE (پلی‌اتیلن با چگالی پایین) با ضخامت ۲۵ میکرون و عرض ۰/۷۵ متر بود. همچنین دبی ورودی به جویچه‌ها متناسب با حداکثر دبی مجاز غیر فرسایشی (رابطه ۱) تعیین شد که به منظور جلوگیری از تلفات بالای رواناب خصوصاً در تیمارهای دارای مالچ در کف، دبی مورداستفاده در این تحقیق برابر با ۶۰ درصد حداکثر دبی مجاز غیرفرسایشی (۰/۳۵۳ لیتر بر ثانیه) در نظر گرفته شد. حداکثر دبی مجاز غیرفرسایشی در آبیاری جویچه‌ای از رابطه ۱ بدست آمد. که در آن، S شیب عمومی زمین بر حسب درصد (در این تحقیق ۰/۹۸ درصد) و Q_{max} اکثر دبی مجاز غیرفرسایشی بر حسب لیتر بر ثانیه است. به منظور اعمال مدیریت آبیاری یکسان زمان قطع آبیاری برای آبیاری اول یک ساعت پس از تکمیل فاز پیشروی در تمام تیمارها در نظر گرفته شد و برای آبیاری‌های دوم تا چهارم با در نظر گرفتن زمان فرصت نفوذ عمق ثابت ۳۵ میلی‌متر برای تیمار شاهد به وسیله واسنجی ضریب زبری مانینگ و ضرایب نفوذ معادله کوستیاکوف لوئیس اصلاح‌شده محاسبه گردید

---

[۱] Conventional Furrow Irrigation
[۲] Mulch on the Ridge
[۳] Mulch on Furrows
[۴] Mulch on furrow and the Ridge
[۵] Control treatment
[۶] Organic mulch

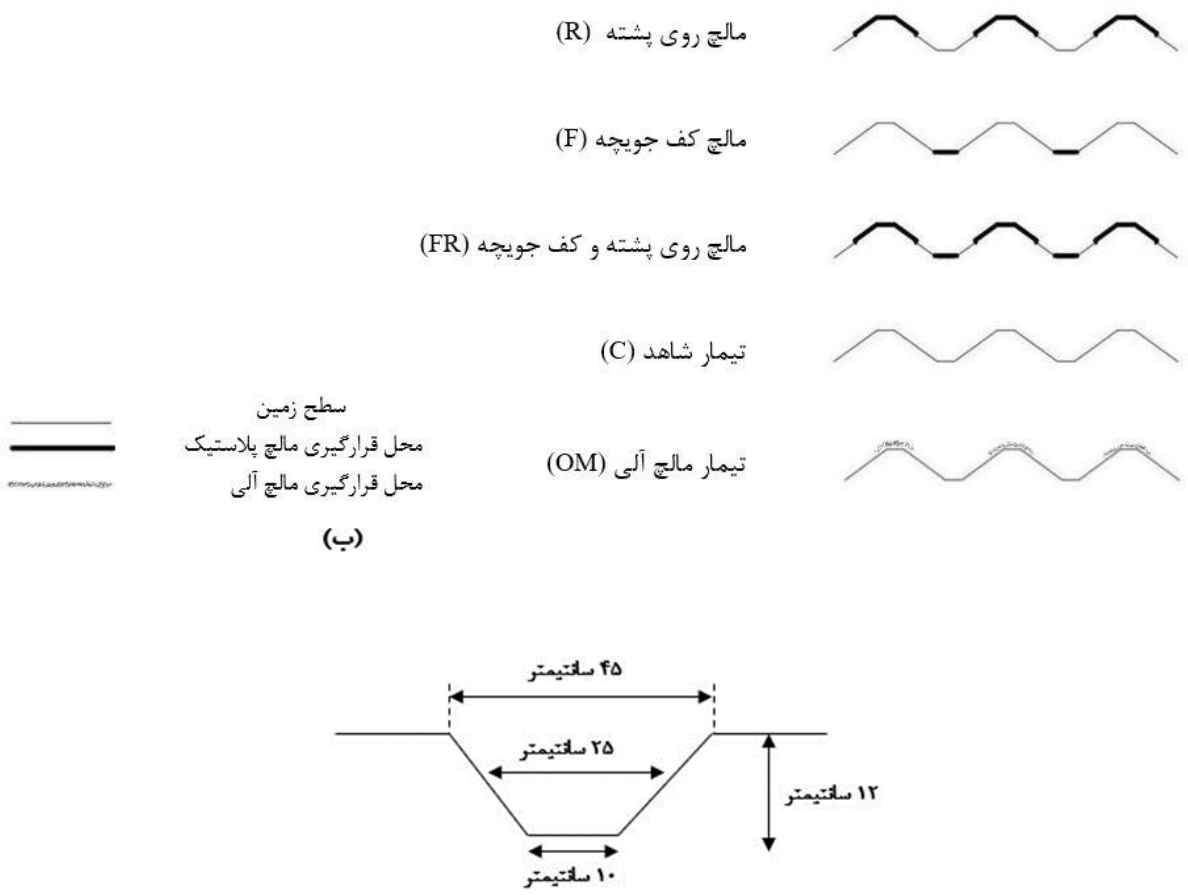
(جدول ۱). واسنجی ضرایب مذکور توسط مدل WinSRFR و با استفاده از داده‌های پیشروی، پسروی و رواناب اندازه‌گیری شده انجام شد. در این مطالعه از داده‌های سه آبیاری اول جهت واسنجی مدل و از داده‌های آبیاری چهارم جهت صحت سنجی استفاده گردید. لازم به ذکر است از آنجایی که چهار آبیاری مورد بررسی قرار گرفت و تیمارها در هر آبیاری دارای تکرار نبودند، عملاً چهار آبیاری انجام‌شده به عنوان تکرار مدنظر قرار گرفت، نوع طرح آزمایشی مورداستفاده در این مطالعه بلوک تصادفی با چهار تکرار است.

جدول ۱. مقادیر زمان قطع جریان برای تمامی تیمارها در هر چهار واقعه آبیاری

نام تیمار	زمان قطع در آبیاری اول (دقیقه)	زمان قطع در آبیاری دوم (دقیقه)	زمان قطع در آبیاری سوم (دقیقه)	زمان قطع در آبیاری چهارم (دقیقه)
C	۱۵۶/۰	۲۷۶/۷	۲۴۱/۴	۲۴۲/۴
OM	۱۱۷/۷	۲۶۵/۵	۲۳۴/۳	۲۳۵/۲
FR	۹۷/۴	۲۴۶/۴	۲۲۴/۸	۲۲۴/۱
R	۱۱۷/۹	۲۵۸/۸	۲۳۸/۲	۲۳۷/۹
F	۱۰۴/۵	۲۵۲/۰	۲۲۵/۷	۲۲۵/۱

رابطه ۱)

$$Q_{max} = \frac{0.6}{S}$$



شکل ۱. محل قرارگیری مالچ پلاستیک و آلی در تیمارهای مختلف (الف) و ابعاد جویچه‌ها (ب)

مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک در سه عمق در جدول۲ ارائه شده است. خصوصیات خاک شامل فراوانی نسبی ذرات، جرم مخصوص ظاهری، رطوبت ظرفیت زراعی، رطوبت نقطه‌ی پژمردگی به ترتیب با استفاده از روش‌های هیدرومتری، سیلندر و دستگاه صفحات فشاری در مکش‌های ۰/۳ بار و ۱۵ بار اندازه‌گیری شد. عمق خاک زراعی در این منطقه به دلیل وجود لایه سنگ‌ریزه در عمق ۶۰ سانتی‌متر محدود است.

جدول ۲. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

عمق (متر)	بافت خاک	درصد ذرات تشکیل‌دهنده خاک			جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	ظرفیت زراعی (درصد حجمی)	نقطه پژمردگی (درصد حجمی)	اسیدیته خاک	شوری عصاره اشباع خاک (دسی‌زیمنس بر متر)
		رس	سیلت	شن					
۰/۲ – ۰	لومی رسی	۳۰	۴۱	۲۹	۱/۳۱	۲۸/۶	۱۰/۹	۷/۲۸	۱/۵۸
۲/۴–۰/۰	لومی رسی	۳۰	۴۱	۲۹	۱/۲۵	۲۹/۴	۱۱/۳	۷/۴۹	۱/۶۳
۴/۶–۰/۰	لومی رسی	۳۰	۳۷	۳۳	۱/۲۳	۲۹	۹/۵	۷/۱۵	۱/۲۳

در این مطالعه چهار رخداد آبیاری متوالی با فاصله ۱۰ روز در نظر گرفته شد (تا به خاک فرصت خشک شدن مجدد پس از هر رخداد آبیاری داده شود). پارامترهای مورد اندازه‌گیری شامل دبی ورودی، زمان پیشروی، پسروی، رواناب و حجم نفوذ برای هر تیمار بودند. به منظور اندازه‌گیری جریان ورودی و خروجی از فلومهای WSC تیپ ۱ استفاده شد. پارامترهای زمان پیشروی و پسروی نیز از طریق ایستگاه‌گذاری با فاصله‌های ده متر از ابتدای جویچه ثبت گردید. میزان حجم نفوذیافته از رابطه (۲) تخمین زده شد. از آنجایی که کشت محصول وجود ندارد و به منظور یکسان‌سازی، عمق آبیاری انجام‌شده برای تیمارها یکسان و برابر با ۳۵ میلی‌متر در انتهای جویچه در نظر گرفته شد.

$$V_z = V_{in} - V_{out}$$ رابطه ۲)

V_z حجم آب نفوذ یافته بر حسب لیتر، V_{in} حجم آب ورودی بر حسب لیتر و V_{out} حجم آب خروجی بر حسب لیتر می‌باشد. از آنجایی که وجود مالچ سبب تغیر در حجم آب نفوذ یافته می‌شود، به منظور مقایسه بهتر تیمارها راندمان کاربرد (AE)، راندمان ذخیره (RE) و یکنواختی توزیع چارک پایین (روابط ۳ تا ۵) برای تمامی تیمارها محاسبه گردید.

$$AE = \frac{D_{req}}{D_{ap}} \times 10$$ رابطه ۳)

$$RE = \frac{D_{inf}}{D_{req}} \times 100$$ رابطه ۴)

$$DU_{lq} = \frac{X_{lq}^{-}}{X^{-}} \times 100$$ رابطه ۵)

که در آن‌ها AE راندمان کاربرد آب (درصد)، D_{req} عمق آب موردنیاز (میلی‌متر)، D_{ap}عمق آب داده‌شده به مزرعه (میلی‌متر)، RE راندمان ذخیره آب (درصد)، D_{inf} عمق آب نفوذ یافته درون خاک (میلی‌متر) DU_{lq} یکنواختی توزیع ربع پایین (درصد)، X_{lq}^{-} متوسط عمق نفوذ یافته ربع پایین (میلی‌متر) و X^{-} متوسط عمق نفوذ کرده کل (میلی‌متر) است.

به منظور مقایسه اثر استفاده از مالچ بر رطوبت خاک، از تمامی تیمارها نمونه‌برداری رطوبت انجام پذیرفت. نمونه‌برداری‌ها یک روز قبل و سه روز پس از هر آبیاری از دو عمق ۲۵–۰ و ۵۰–۲۵ سانتیمتری از زیر پشته و جویچه (حداکثر عمق قابل نمونه‌برداری در محل آزمایش تقریباً ۶۰ سانتیمتر است) از ابتدا وسط و انتهای هر جویچه توسط آگر نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌ها بلافاصله پس از برداشت توزین گردیده و سپس به آزمایشگاه منتقل شده و در آون قرار داده شدند و پس از ۲۴ ساعت توزین مجدد گردیدند. به طور کلی ۸ نمونه‌برداری در طول تحقیق انجام شد و در مجموع ۳۲۰ نمونه‌گیری از خاک صورت گرفت.

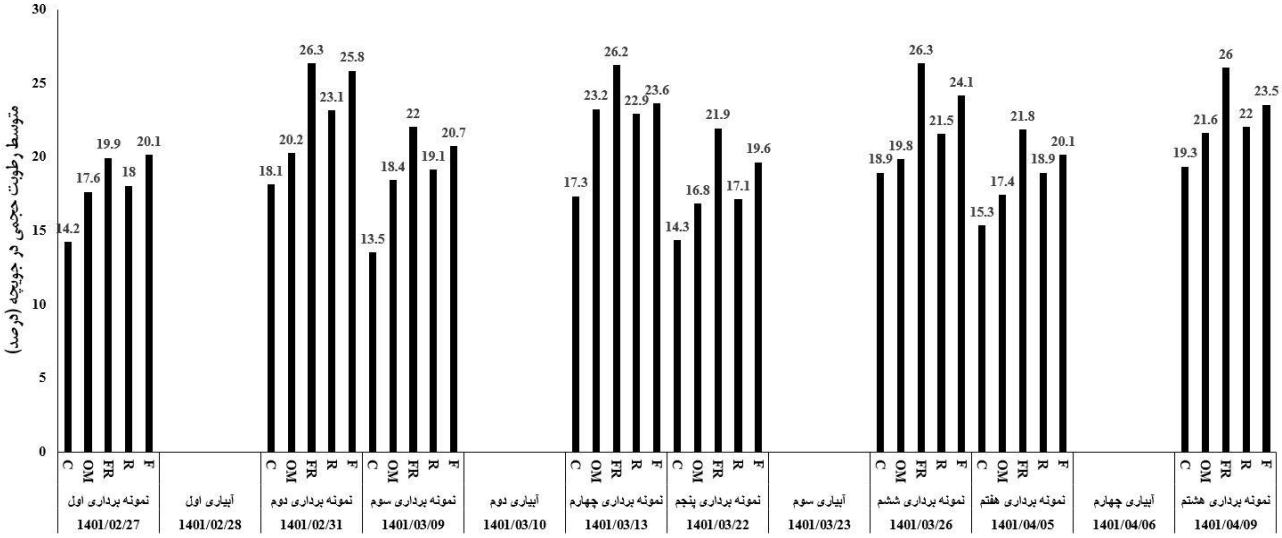
به منظور دست‌یابی به تجزیه و تحلیل دقیق‌تر و مقایسه بهتر نتایج بدست آمده از مزرعه تحلیل آماری صورت گرفت. تجزیه و تحلیل آماری روی داده‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم‌افزار SAS به منظور بررسی اختلاف میانگین داده‌های بدست آمده از تحقیق از نظر معنی‌داری آن‌ها در سطح اطمینان یک و پنج درصد و همچنین با استفاده از آزمون آماری LSD انجام شد.

نتایج و بحث

رطوبت خاک

مقدار متوسط رطوبت حجمی در تیمارهای مختلف در تمام نمونه‌برداری‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است. در تاریخ ۱۴۰۱/۰۲/۲۰ به میزان ۰/۵ میلی‌متر بارندگی در محل انجام مطالعه صورت گرفت و علت اصلی تفاوت در نمونه‌برداری اول و قبل از آبیاری بین تیمارها وقوع بارندگی پس از اجرای مالچ است. نتایج نشان داد که در تمامی تیمارهای دارای مالچ رطوبت چه یک روز قبل و چه سه روز پس از هر آبیاری بالاتر از حالت بدون استفاده از مالچ یا شاهد است. با توجه به نتایج بدست آمده بیشترین مقدار رطوبت حجمی مربوط به تیمار FR و پس از آن تیمار F در رتبه دوم قرار می‌گیرد میزان متوسط رطوبت برای این تیمارها، خصوصاً در تیمار FR سه روز پس از آبیاری تفاوت اندکی با رطوبت حد ظرفیت زراعی (حدوداً ۳۰ درصد) دارد و همچنین قبل از شروع هر آبیاری نیز میزان رطوبت در این تیمارها به طور قابل‌توجهی بالاتر از تیمار شاهد است.. در دو تیمار مالچ آلی و مالچ پلاستیکی روی پشته تفاوت چندانی در مقدار متوسط رطوبت خاک مشاهده نشد. همچنین کمترین مقدار متوسط رطوبت بدست آمده در طول مطالعه برای تیمار C ثبت شد که به خوبی تأثیر مالچ در حفظ رطوبت خاک را در حد فاصل دو آبیاری نشان می‌دهد. با توجه به اینکه در مطالعه پیش‌رو گیاه حضور ندارد و با افزایش فاصله زمانی از روز اول آزمایش سطح سایه‌انداز که به مرور زمان افزایش یابد وجود نداشت، اثر حضور مالچ با افزایش شماره آبیاری برخلاف نتیجه بدست آمده از تحقیق پهلوانی و همکاران (۲۰۲۱)، کاهش نیافت.

نتایج حاصل از آزمون آماری LSD روی داده‌های رطوبت اندازه‌گیری شده نشان داد که اختلاف میانگین داده‌های رطوبت بدست آمده بین تمام تیمارها در سطح معنی‌داری۱ و ۵ درصد معنادار نیست.



شکل ۲. مقایسه متوسط رطوبت حجمی در تیمارهای مختلف در تمام نمونه‌برداری‌ها

زمان پیشروی

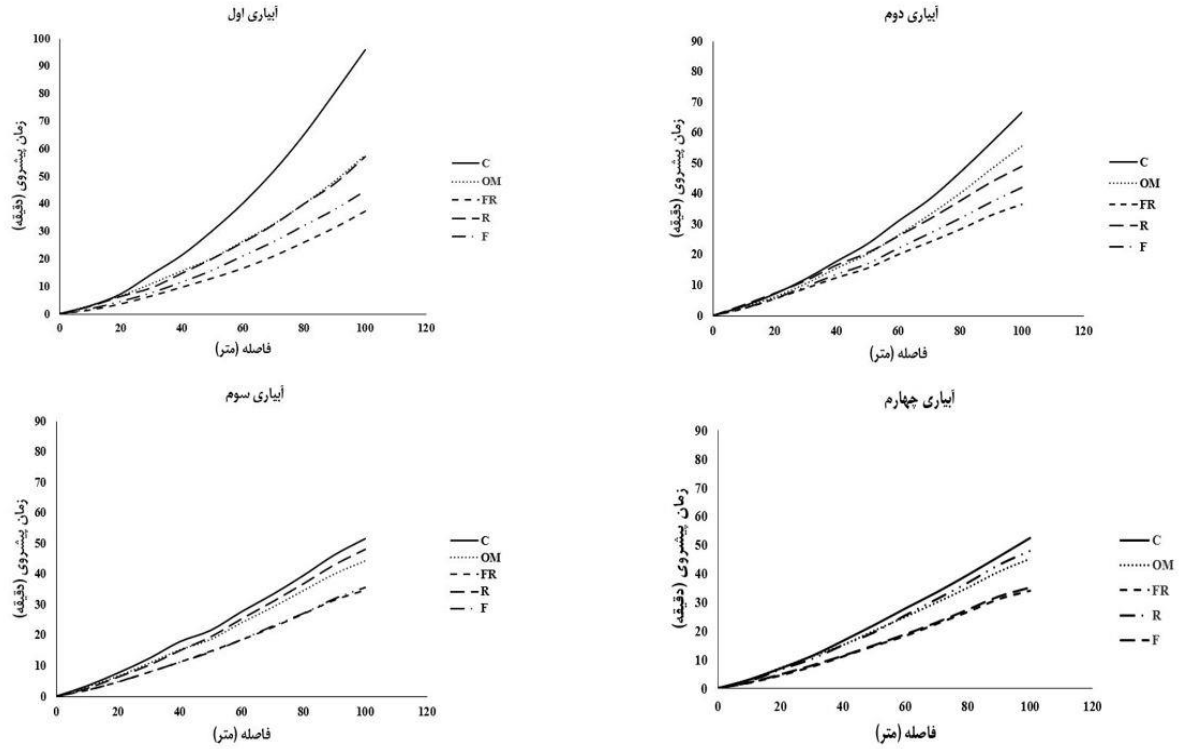
نتایج مربوط به پیشروی آب برای هر چهار واقعه‌ی آبیاری صورت گرفته در شکل ۳ نشان داده شده است. همچنین نتایج مربوط به تجزیه واریانس و بررسی اختلاف میانگین برای زمان‌های پیشروی و پسروی، حجم رواناب تولیدی و حجم آب نفوذ یافته به منظور مقایسه بهتر تیمارها به ترتیب در جدول ۳ و شکل ۴ نشان داده شده است. با توجه به نتایج، به طور کلی زمان پیشروی ثبت‌شده از بزرگ به کوچک به‌ترتیب مربوط به تیمار شاهد، مالچ آلی، مالچ روی پشته، مالچ کف جویچه و مالچ روی پشته و کف جویچه بدست آمد. مقادیر متوسط ضریب زبری مانینگ در طول تحقیق نیز به ترتیب از بزرگ به کوچک برای تیمار مالچ آلی، شاهد، مالچ روی پشته، مالچ کف جویچه و مالچ روی پشته و کف جویچه به ترتیب با مقادیر ۰/۰۴۳، ۰/۰۳۷، ۰/۰۳۴، ۰/۰۲۷ و ۰/۰۲۳ بدست آمد. بیشترین زمان پیشروی ثبت‌شده مربوط به تیمار شاهد و کمترین زمان مربوط به تیمار FR است. علت وجود تفاوت در زمان پیشروی در آبیاری اول به خصوص برای تیمارهای دارای مالچ به دو صورت قابل توضیح است. نکته اول اینکه در دو تیمار FR و F که مالچ پلاستیکی در کف جویچه قرار دارد نیروی مقاوم در برابر حرکت جریان خیلی کمتر از حالتی که خاک تازه شخم خورده است خواهد بود و لذا علت پیشروی سریعتر در این دو تیمار نسبت به تیمار شاهد در آبیاری اول روشن می‌گردد. نکته دوم در مورد تیمار مالچ آلی و مالچ پلاستیکی روی پشته است که در هنگام اجرای هردو به دلیل ایجاد رفت و آمد از جویچه‌ها مقداری خاک کف جویچه کوبیده شده و کلوخه‌ها خرد گردیدند و لذا باز هم نیروی

مقاوم در برابر جریان کاهش یافته است و باز هم پیشروی در تیمارهای مذکور نسبت به تیمار شاهد سریعتر صورت گرفته است. در تیمار شاهد به دلیل عدم وجود مالچ تمام سطح کف و سطح جانبی جویچه در فرایند نفوذ دخیل هستند و به همین منظور با ایجاد سطح خیس شده بزرگتر و صورت گرفتن مقدار نفوذ بیشتر، سرعت پیشروی آب در طول جویچه کاهش یافته است. از طرفی در تیمار FR با پوشیده شدن کف و مقداری از دیواره جویچه توسط مالچ پلاستیک، عملاً سطح بسیار کمتری از جویچه در نفوذ دخیل هست و بنابراین با کم بودن مقدار نفوذ سرعت پیشروی جریان در طول جویچه بیشتر بدست آمده است. از طرفی وجود مالچ و تأثیر آن بر حفظ رطوبت نسبی خاک قبل از انجام آبیاری خود عامل دیگری بر کمتر بودن مقدار نفوذپذیری در تیمارهای دارای مالچ نسبت به تیمار شاهد است. تفاوت بین دو تیمار FR و F با افزایش شماره آبیاری در آبیاری‌های نوبت دوم به بعد کاهش یافته است. این بدان معنا است که در ابتدا که خاک تازه شخم‌خورده است مقدار نفوذپذیری جانبی بیشتر بوده و در نوبت‌های بعد آبیاری این نفوذپذیری که تفاوت اصلی دو تیمار ذکرشده می‌باشد، کاهش یافته است. تفاوت بین دو تیمار مالچ آلی (OM) و مالچ پلاستیکی روی پشته (R) نیز در زمان پیشروی ناچیز بدست آمد ولی نتایج نشان داد که به‌طور کلی مقدار زمان پیشروی برای تیمار مالچ آلی بزرگتر از تیمار مالچ پلاستیک روی پشته بدست آمده است. این تفاوت می‌تواند مربوط به تفاوت در حفظ رطوبت خاک در مالچ پلاستیک و مالچ آلی باشد. نتیجه دیگری که از مقایسه زمان پیشروی حاصل می‌گردد، کاهش اختلاف در زمان پیشروی تیمارهای مختلف با افزایش شماره آبیاری می‌باشد و این هم به دو دلیل قابل توجیه است، دلیل اول کاهش نفوذپذیری در طول زمان در طی مطالعه است که در روش‌های آبیاری سطحی معمول است و دلیل دوم کاهش ضریب زبری مانینگ خصوصاً در تیمارهایی که در کف جویچه دارای مالچ نیستند با افزایش شماره آبیاری سبب افزایش سرعت پیشروی شده است که این مورد هم در روش‌های آبیاری سطحی یک امر معمول و ثابت شده است.

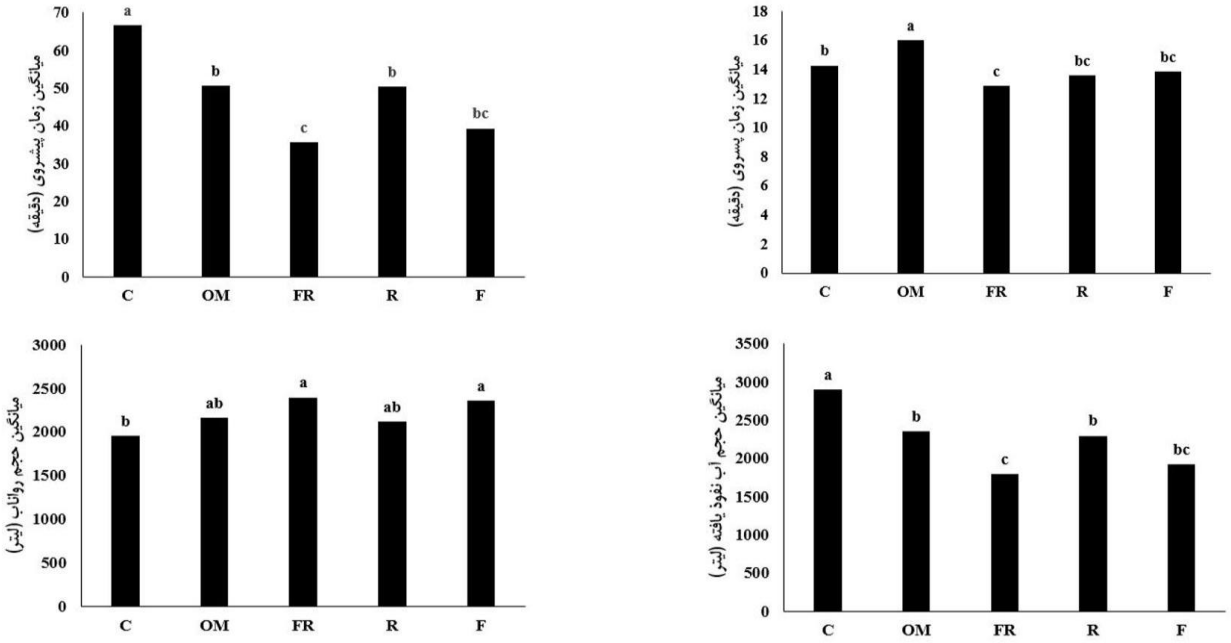
جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس صفات زمان پیشروی، زمان پسروی، رواناب و حجم نفوذ در تیمارهای مختلف برای هر چهار آبیاری

میانگین مربعات (Ms)					
منابع تغییرات	درجه آزادی	پیشروی	پسروی	رواناب	حجم نفوذ
تیمار	۴	۵۸۵/۵۶ **	۶/۲۴ **	۱۲۵۲۰۹/۷۵ ns	۷۴۸۷۰۳/۰۷ **
تکرار	۳	۲۷۴/۹۸	۱/۰۴	۵۹۶۵۴۸۴/۳۲	۵۰۹۰۵۵/۱۵
خطا	۱۲	۶۲/۰۶	۰/۵۵	۵۱۵۳۰/۲۳	۸۴۴۱۸/۱۹

**، * و ns به ترتیب معنادار در سطح یک درصد، پنج درصد و غیر معنادار



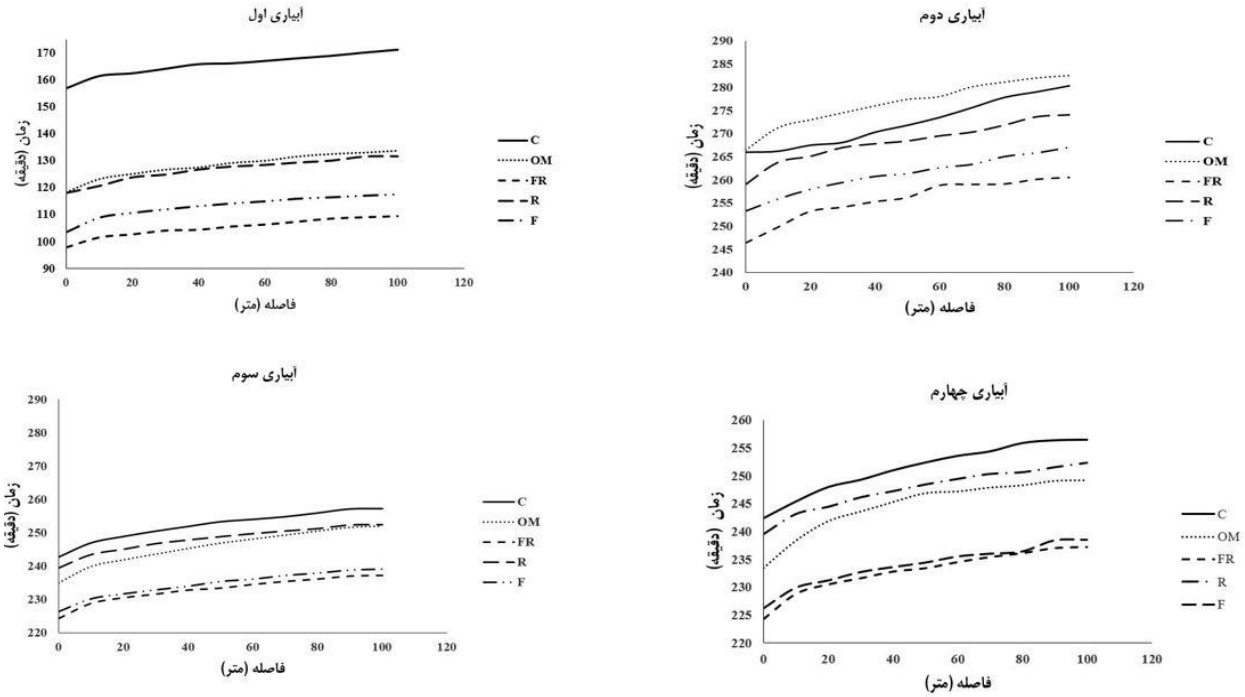
شکل ۳. مقایسه پیشروی جریان در تیمارهای مختلف در طول چهار آبیاری



شکل ۴. بررسی سطح معنی‌داری تفاوت بین تیمارهای مختلف در میانگین زمان پیشروی در چهار تکرار آبیاری (a، b و c نشان‌دهنده گروه‌های آماری هستند و حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵ درصد است)

زمان پسروی

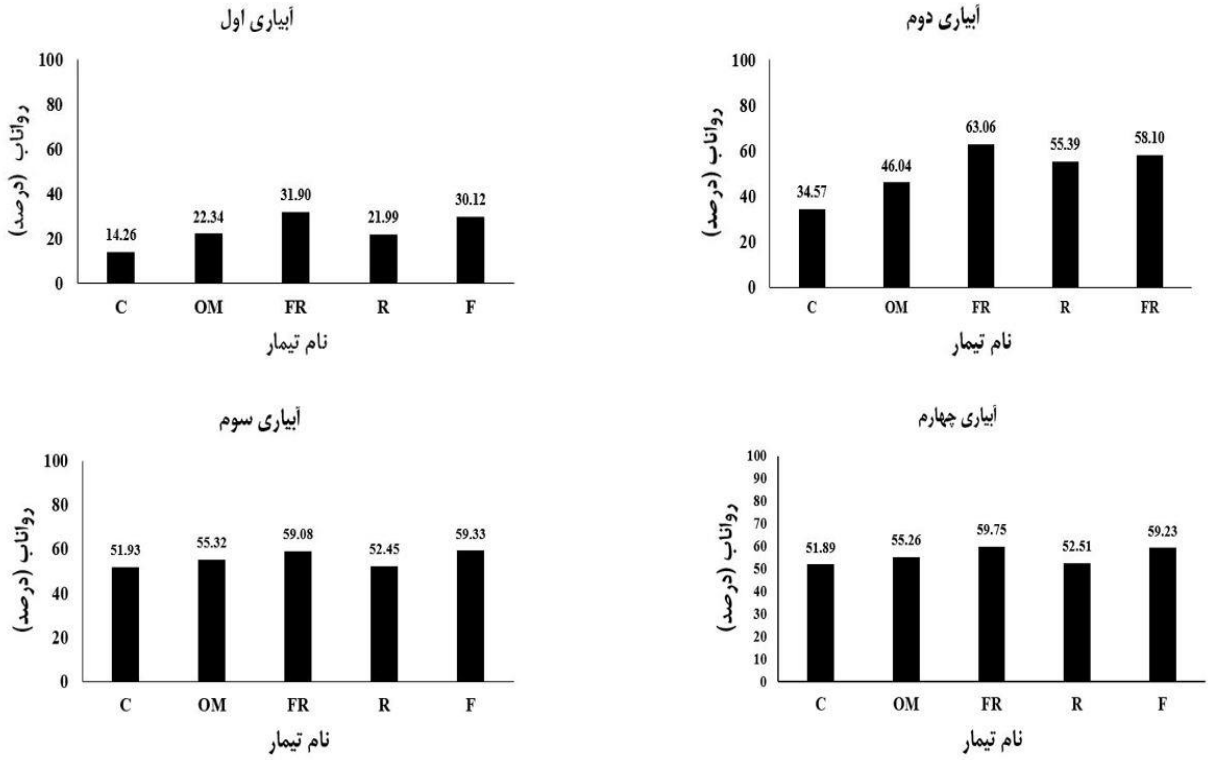
مقادیر ثبت‌شده برای زمان پسروی برای هر چهار واقعه آبیاری در شکل ۴ نشان داده شده است. با توجه به شکل ۴ و برخلاف آنچه در بخش پیشروی مشاهده شد، در قسمت مربوط به زمان پسروی تفاوت بین تیمارها محسوس و مشخص است و این مورد به دلیل تفاوت در زمان قطع جریان در تیمارهای مختلف است. زمان ثبت‌شده برای زمان پسروی از بیشترین به کمترین به‌ترتیب مربوط تیمار شاهد، مالچ آلی، مالچ روی پشته، مالچ کف جویچه و مالچ روی پشته و کف جویچه اندازه‌گیری شد. نکته مهم در این بخش کاهش اختلاف بین زمان پسروی‌های اندازه‌گیری شده با افزایش شماره آبیاری است.



شکل۵. مقایسه پسروی جریان در تیمارهای مختلف در طول چهار آبیاری

حجم رواناب

مقادیر مربوط به حجم آب نفوذ یافته در خاک و درصد رواناب خارج‌شده از انتهای زمین، به ترتیب در جدول ۴ و شکل ۶ نشان داده شده است. همچنین مقادیر مربوط به راندمان کاربرد، راندمان ذخیره و یکنواختی توزیع در ربع پایین نیز در جدول ۵ نشان داده شده است. مقدار متوسط رواناب تولیدی در طول چهار آبیاری به ترتیب از بزرگترین به کمترین مقدار مربوط به تیمار FR، F، R، OM و C با حجم‌های متناظر ۲۳۹۹/۵، ۲۳۵۷/۰، ۲۲۱۹/۲، ۲۱۶۱/۰ و ۱۹۵۴ لیتر بدست آمد. نتایج نشان داد که کمترین مقدار تلفات مربوط به تیمار شاهد و بیشترین این مقدار مربوط به تیمار مالچ روی پشته و کف جویچه است که این نتیجه با نتایج بدست آمده از Pahlevani et al. (2021) همخوانی دارد. در واقع حجم رواناب وابسته به سطح خیس شده و سرعت پیشروی جریان است. همان‌طور که در بخش نتایج مربوط به زمان پیشروی توضیح داده شد، در تیمارهایی که دارای مالچ پلاستیکی در کف جویچه هستند، سطح خیس شده نسبت به دیگر تیمارها کمتر است و از طرفی وجود مالچ کف جویچه با ایجاد یک سطح صاف و صیقلی سبب کاهش نیروی مقاومت در برابر حرکت آب و به نوعی با کاهش ضریب زبری سبب افزایش سرعت حرکت آب می‌گردد و لذا با تکمیل شدن سریعتر فاز پیشروی رواناب بیشتری در طول مدت آبیاری ایجاد شده است. تیمار مالچ کف جویچه از نظر حجم آب خروجی تفاوت ناچیزی با تیمار مالچ روی پشته و کف جویچه دارد و با یک تفاوت جزئی رواناب کمتری در این تیمار مشاهده شد. این تفاوت مربوط به سطح تبخیر و سطح خیس شده‌ی بزرگتر در تیمار مالچ کف جویچه نسبت به تیمار مالچ روی پشته و کف جویچه است و همان بخش کوچکی از دیواره جویچه که در نفوذ آب دخالت دارد، سبب نفوذ بیشتر آب و در نتیجه سبب تولید رواناب کمتر نسبت به تیمار روی پشته و کف جویچه که تقریباً یک نوار بسیار باریک فقط در نفوذ دخالت دارد می‌گردد و از طرفی عدم وجود مالچ پلاستیکی روی پشته در تیمار F سبب تبخیر بیشتر در این تیمار گردیده است و لذا ظرفیت ذخیره رطوبتی در این تیمار قبل از آبیاری بیش از تیمار FR بوده است که در بخش نتایج مربوط به رطوبت این مورد را تأیید می‌کند. . نتایج مربوط به دو تیمار OM و R نیز تقریباً نزدیک یکدیگر بدست آمد، با این تفاوت که در سه آبیاری از چهار آبیاری رواناب تولیدشده توسط تیمار OM بیشتر از رواناب مربوط تیمار مالچ پلاستیکی بود. به‌طور کلی در مورد رواناب تولیدی تیمار مالچ روی پشته و کف جویچه، مالچ کف جویچه، مالچ آلی، مالچ روی پشته و تیمار شاهد به ترتیب از بیشترین به کمترین حجم رواناب تولیدی را در چهار آبیاری داشتند. در مورد حجم آب نفوذ یافته بیشترین مقدار حجم در هر چهار آبیاری مربوط به تیمار شاهد است و تیمارهای مالچ روی پشته، مالچ آلی، مالچ کف جویچه و مالچ روی پشته و کف جویچه به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. دلیل این تفاوت در مساحت خیس شده در طول فرایند آبیاری در این تیمارها است که با بزرگتر بودن مساحت خیس شده، سطح بیشتری از خاک در فرآیند نفوذ شرکت می‌کند و به این ترتیب مقدار حجم نفوذ بیشتر خواهد شد. نتایج مربوط به ارزیابی راندمان نیز نشان داد که راندمان کاربرد و راندمان ذخیره نیز از بزرگترین به کوچکترین به ترتیب مربوط به C، R، OM، F و FR است ولی در مقابل یکنواختی توزیع آب از بیشترین به کمترین به ترتیب برای تیمارهای FR، F، R، OM و C بدست آمد. یکنواختی توزیع بالاتر در تیمارهای دارای مالچ در کف جویچه در اثر سرعت پیشروی بالاتر در این تیمارها است پس در نتیجه رواناب بیشتری تولید گردیده ولی یکنواختی توزیع بالاتر بدست آمده است. نتایج حاصل از راندمان آبیاری و مقدار حجم آب نفوذ یافته به خوبی نشان می‌دهد که با اینکه یکنواختی توزیع در این تیمارها نسب به شاهد بیشتر است ولی تلفات رواناب در صورت استفاده از مالچ بسیار قابل توجه می‌باشد و لذا در صورت استفاده از مالچ باید رویکردهایی مورد استفاده قرار گیرد تا این تلفات حداقل گردد. به طور کلی در صورت استفاده از مالچ مدیریت آبیاری یکسان سبب افزایش تلفات آب آبیاری می‌گردد. در این راستا چهار پیشنهاد مطرح می‌گردد. در صورت استفاده از مالچ باید دبی ورودی کاهش یابد یا پس از رسیدن آب به انتهای مزرعه از روش دبی کاهشی استفاده گردد تا از ایجاد رواناب زیاد جلوگیری شود، نتیجه استفاده از این روش با تحقیق انجام‌شده توسط یان و همکاران (۲۰۱۸) همخوانی دارد. روش دوم در صورت امکان طول مزرعه تا حد امکان افزایش پیدا کند تا با استفاده حداکثری از یکنواختی توزیع، رواناب تولیدی نیز کاهش یابد. روش سوم اینکه زمان قطع در صورت استفاده از مالچ باید به نحوی کاهش داده شود تا با پذیرفتن مقداری کم‌آبیاری در انتهای مزرعه، از تلفات زیاد آب جلوگیری شود. روش آخر اینکه از تلفیقی از روش‌هایی که ذکر شد، استفاده گردد.



شکل ۶. درصد رواناب تولیدی در تیمارهای مختلف در چهار واقعه آبیاری

جدول۴. مقادیر مربوط به حجم آب نفوذ یافته و تلفات رواناب در هر چهار واقعه آبیاری در تیمارهای مختلف

شماره آبیاری	نام تیمار	حجم آب ورودی (لیتر)	حجم آب خروجی (لیتر)	حجم آب نفوذ یافته (لیتر)
۱	C	۳۳۰۴/۱	۴۷۱	۲۸۳۳/۱
	OM	۲۴۹۲/۹	۵۵۷	۱۹۳۵/۹
	FR	۲۰۶۲/۹	۶۵۸	۱۴۰۴/۹
	R	۲۴۹۷/۱	۵۴۹	۱۹۴۸/۱
	F	۲۲۱۴/۳	۶۶۷	۱۵۴۷/۴
۲	C	۵۸۶۰/۵	۲۰۲۶	۳۸۳۴/۵
	OM	۵۶۲۳/۳	۲۵۸۹	۳۰۳۴/۳
	FR	۵۲۱۸/۷	۳۲۹۱	۱۹۲۷/۷
	R	۵۴۸۱/۴	۳۰۳۶	۲۴۴۵/۴
	F	۵۳۳۷/۴	۳۱۰۱	۲۲۳۶/۴
۳	C	۵۱۱۲/۸	۲۶۵۵	۲۴۵۷/۸
	OM	۴۹۶۲/۵	۲۷۴۵	۲۲۱۷/۵
	FR	۴۷۶۱/۳	۲۸۱۳	۱۹۴۸/۳
	R	۵۰۴۵/۱	۲۶۴۶	۲۳۹۹/۱
	F	۴۷۸۰/۳	۲۸۳۶	۱۹۴۴/۳
۴	C	۵۱۳۴/۱	۲۶۶۴	۲۴۷۰/۰
	OM	۴۹۸۱/۵	۲۷۵۳	۲۲۲۸/۵
	FR	۴۷۴۶/۴	۲۸۳۶	۱۹۱۰/۴
	R	۵۰۳۸/۷	۲۶۴۶	۲۳۹۲/۷
	F	۴۷۶۷/۶	۲۸۲۴	۱۹۴۳/۶

جدول۵. مقادیر راندمان کاربرد، راندمان ذخیره و یکنواختی نفوذ ربع پایین در هر چهار واقعه آبیاری در تیمارهای مختلف

شماره آبیاری	نام تیمار	راندمان کاربرد (٪)	راندمان ذخیره (٪)	یکنواختی نفوذ ربع پایین (٪)
	C	۷۸	۹۸	۸۳
	OM	۷۸	۷۴	۸۸
۱	FR	۶۷	۵۳	۹۲
	R	۷۹	۷۵	۸۸
	F	۷۰	۵۹	۹۱
	C	۴۵	۱۰۰	۹۳
	OM	۴۷	۱۰۰	۹۵
۲	FR	۳۶	۷۱	۹۷
	R	۴۴	۹۱	۹۶
	F	۴۲	۸۵	۹۶
	C	۴۷	۹۱	۹۵
	OM	۴۴	۸۴	۹۶
۳	FR	۳۹	۷۲	۹۷
	R	۴۶	۸۸	۹۶
	F	۳۹	۷۱	۹۷
	C	۴۸	۹۱	۹۵
	OM	۴۵	۸۵	۹۶
۴	FR	۳۸	۷۴	۹۷
	R	۴۷	۸۸	۹۶
	F	۳۸	۷۲	۹۷

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج نشان داد که در صورت استفاده از مالچ چه از نوع پلاستیکی و چه از نوع آلی، در حالت استفاده از دبی ورودی یکسان سرعت پیشروی آب تا انتهای مزرعه افزایش می‌یابد و با پیشروی سریعتر آب در صورتی که مانند تحقیق پیش‌رو مدیریتی روی جریان آب ایجاد نگردد تلفات آب آبیاری بیشتری خواهد شد. از طرفی نیز نتایج نشان داد مالچ، چه از نوع آلی و چه پلاستیکی با حفظ بیشتر رطوبت خاک نسبت به حالت بدون مالچ و هم به وسیله پوشش قسمتی از سطح خاک و کوچکتر کردن مساحت خیس شده در فرآیند آبیاری سبب کاهش میزان حجم آب نفوذ یافته به درون زمین می‌گردد. البته بزرگتر بودن مقدار حجم آب نفوذ یافته در تیمار شاهد به معنی بهتر بودن این تیمار نیست چرا که با طولانی‌تر بود زمان پیشروی آب در طول مزرعه یکنواختی نفوذ در طول مزرعه کاهش می‌یابد و به تبع آن تلفات نفوذ عمقی را در این تیمار خواهیم داشت. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت در صورت استفاده از مالچ باید مدیریت آبیاری نیز تغییر پیدا کند تا تلفات به حداقل برسد. همان‌طور که اشاره شد با تغییر پارامترهای مدیریت آبیاری نظیر دبی ورودی، زمان قطع و یا تلفیقی از این دو و یا با ایجاد تغییر در طول جویچه‌ها این امر امکان‌پذیر است.

"هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

منابع

عباسی، فریبرز. و ابراهیمیان، حامد (۱۴۰۲). هیدرولیک آبیاری سطحی. *انتشارات نشر دانشگاهی*، چاپ اول، ۳۶۸ صفحه.

عباسی، فریبرز. و عباسی، نادر (۱۴۰۲). تحلیلی بر راندمان‌های آبیاری ایران در بستر زمان. *نشریه آبیاری و زهکشی ایران*، جلد ۱۷، شمارهٔ ۶، ص. ۱۰۳۳-۱۰۲۵.

ناصری، ابوالفضل؛ عباسی, فریبرز و اکبری، مهدی (۱۳۹۶). برآورد آب مصرفی در بخش کشاورزی به روش بیلان آب. *تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی*, ۱۸(۶۸)، ۱۷-۳۲.

عباسی، فریبرز. (۱۳۹۱). اصول جریان در آبیاری سطحی. *کمیته ملی آبیاری و زهکشی*، ۲۱۱ صفحه.

عباسی، فریبرز؛ سهراب، فرحناز و عباسی، نادر (۱۳۹۵). ارزیابی وضعیت راندمان آب آبیاری در ایران. *مجله تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و*

زهکشی، جلد ۱۷ شماره ۶۷، صفحه‌های ۱۲۸-۱۱۳.

REFERENCES

Abbasi, Fariborz. (2012). Principles of flow in surface irrigation. Iranian national committee on irrigation and drainage, 21. (In persian)

Abbasi, Fariborz., Sohrab, Farahnaz., & Abbasi, Nader. (2017). Evaluation of irrigation efficiencies in Iran. Irrigation and Drainage Structures Engineering Research, 17(67), 113-120. (In Persian)

Abbasi, Fariborz., & Abbasi, Nader. (2024). An analysis of irrigation efficiencies over time in Iran. Iranian Journal of Irrigation & Drainage, 17(6), 1025-1033. (In Persian)

Ali, M., Mostafa, H. and El Ansary, M. (2023). Utilization of soil mulch for increasing furrow irrigation efficiency and water productivity. Misr Journal of Agricultural Engineering, 40(2), pp.109-122.

Abbasi, F., Ebrahimian H. (2024). Hydraulics of Surface Irrigation. University Press, Tehran. 368p. (In Persian)

Bogle, C.R., Hartz, T.K. and Nunez, C. (1989). Comparison of subsurface trickle and furrow irrigation on plastic-mulched and bare soil for tomato production. Journal of the American Society for Horticultural Science, 114(1), pp.40-43.

Chen, L. and Feng, Q. (2013). Soil water and salt distribution under furrow irrigation of saline water with plastic mulch on ridge. Journal of Arid Land, 5, pp.60-70.

Dewi, S.K., Han, Z.M., Bhat, S.A., Zhang, F., Wei, Y. and Li, F. (2024). Effect of plastic mulch residue on plant growth performance and soil properties. Environmental Pollution, 343, p.123254.

Mari, J.A., Soothar, R.K., Thidar, M., Mangrio, M.A., Mirjat, M.U. and Katohar, I. (2024). Effect of plastic film mulch and irrigation water regimes on soil temperature pattern, plant growth and water productivity of maize. Ecological Frontiers.

Mohammadi, A., Besharat, S. and Abbasi, F. (2019). Effects of irrigation and fertilization management on reducing nitrogen losses and increasing corn yield under furrow irrigation. Agricultural Water Management, 213, pp.1116-1129.

Memon, M.S., Ali, K., Siyal, A.A., Guo, J., Memon, S.A., Soomro, S.A., Memon, N. and Ji, C. (2018). Effects of plastic sheet on water saving and yield under furrow irrigation method in semi-arid region. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 11(1), pp.172-177.

Naseri, Abolfazl., Abbasi, Fariborz., & Akbari, Mahdi. (2017). Estimating agricultural water consumption by analyzing water balance. Irrigation and drainage structures engineering research, 18(68), 17-32. (In Persian)

Pahlevani, A., Ebrahimian, H., Abbasi, F. and Fujimaki, H. (2021). Distribution of soil water and nitrate in furrow irrigation under different plastic mulch placement conditions for a maize crop: Field and modelling study. International Agrophysics, 35(2), pp.131-144.

Qin, W., Hu, C. and Oenema, O. (2015). Soil mulching significantly enhances yields and water and nitrogen use efficiencies of maize and wheat: a meta-analysis. Scientific reports, 5(1), pp.1-13.

Shrefler, J. and Brandenberger, L. (2014). Use of plastic mulch and row covers in vegetable production.

Yang, Y., Zhang, T., Zhou, L., He, J., Chau, H.W., Zou, Y. and Feng, H. (2018). Impacts of ridge with plastic mulch-furrow irrigation on soil salinity, spring maize yield and water use efficiency in an arid saline area. Agricultural Water Management, 201, pp.268-277.