2025, Vol.11, No.4, Pages 83 to 98
Journal of Water and Sustainable Development

سال یازدهم، شماره ۴، ۱۴۰۳، صفحات ۸۳ تا ۹۸
نشریه آب و توسعه پایدار

Article Type: Applied Article

نوع مقاله: پژوهشی کاربردی

Investigating Some Soil Characteristics and Water and Economic Indicators of Pea under Plasticulture and Planting Bed

M. Valipour[1], H. Heidari[2*], S. Bahraminejad[3]

1, 2, 3- Ph.D. Student, Associate Professor, and Professor, Department of Plant Production and Genetics Engineering, Faculty of Agricultural Sciences and Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.

*(Corresponding Author Email: h.heidari@razi.ac.ir)

Received: 17-08-2024 Revised: 18-10-2024
Accepted: 22-10-2024 Available Online: 08-03-2025

بررسی برخی خصوصیات خاك و شاخص‌های آبی و اقتصادی نخود فرنگی تحت تاثیر کشت پلاستیك و بستر کاشت

مریم ولی‌پور[۱]، حسن حیدری[۲*]، صحبت بهرامی‌نژاد[۳]

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: h.heidari@razi.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۷ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۷/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۰۱ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۲/۱۸

Abstract

Lack of water limits the production of crops. In order to evaluate water and economic indicators and soil characteristics of pea under plasticulture and planting bed, a factorial experiment was conducted at Razi University in 2019 and 2020 crop years. The studied factors included plasticulture (without nylon, nylon on the plant and nylon on the soil) and the method of planting in the bed (flat, half-meter furrow, and one-meter furrow). The results showed that the plots with plastic mulch on the soil with a half-meter furrow had the highest soil moisture due to the retention of soil water in most growth stages. According to the two indicators of net profit per unit of water consumed and net income of pea in two years, the nylon treatment along with ridge and furrow, especially treatment of nylon on soil and half-meter furrow, has increased these two indicators, so this treatment can be recommended to increase the farmer's income and preserve soil water resources. It is recommended to use permanent ridge and furrow to reduce costs in future research.

Keywords: Soil Moisture, Mulch, Ridge and Furrow, Net Income, Net Profit.

چکیده

کم آبی تولید گیاهان زراعی را محدود می‌کند. به‌منظور ارزیابی شاخص‌های آبی و اقتصادی و خصوصیات خاك نخود فرنگی تحت تاثیر کشت پلاستیك و بستر کاشت، پژوهشی به‌صورت آزمایش فاکتوریل در دانشگاه رازی در سال‌های زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ اجرا شد. عوامل مطالعه شده شامل کشت نایلونی (بدون نایلون، نایلون روی گیاه و نایلون روی خاک) و نحوه کاشت در بستر (مسطح، درون جوی نیم متری و کناره جوی یک متری) بودند. نتایج نشان داد کرت‌های با خاك پوش پلاستیکی روی خاک به همراه جوی و پشته نیم‌متری به علت نگهداری آب خاک در اغلب مراحل رشدی بالاترین رطوبت خاك را داشتند. باتوجه‌به دو شاخص سود خالص به ازاء واحد آب مصرفی و درآمد خالص نخود فرنگی در دو سال، تیمارهای نایلون‌کشی به همراه بستر جوی و پشته به‌خصوص تیمار نایلون روی خاك و جوی و پشته نیم متری باعث افزایش این دو شاخص شده است، لذا می‌توان این تیمار را برای افزایش درآمد کشاورز و حفظ منابع رطوبتی خاك پیشنهاد کرد. استفاده از جوی و پشته‌های دائمی برای کاهش هزینه‌ها برای پژوهش‌های بعدی پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: رطوبت خاك، خاک‌پوش، جوی و پشته، درآمد خالص، سود خالص.

HomePage: https://jwsd.um.ac.ir

How to cite this article: Valipour, M., Heidari, H., & Bahraminejad, S. (2025). Investigating Some Soil Characteristics and Water and Economic Indicators of Pea under Plasticulture and Planting Bed. Journal of Water and Sustainable Development, 11(4), 83-98. doi: http://dx.doi.org/10.22067/jwsd.v11i4.2408-1356

مقدمه

رسیدن به امنیت غذایی و در موازات با آن رسیدن به خود کفایی محصولات کشاورزی باتوجه‌به محدودیت در منابع آب مشکل است. امنیت غذایی به‌صورت دسترسی کافی همه افراد یک جامعه به غذای سالم در تمام طول زندگی برای داشتن یک زندگی سالم و فعال تعریف می‌شود. پس با تکیه بر منابع موجود بایستی غذای بیشتر و سالم‌تر تولید کرد. این شرایط مدیریت جامع‌تری نسبت به مدیریت امروز می‌طلبد تا کارایی‌های موجود در کشاورزی را افزایش دهد (Etezadi Syeidi و Rezvani Moghdm، ۲۰۱۱).

در بررسی اثر تیمارهای خاك‌پوشی مختلف شامل پلی‌اتیلن سیاه، پلی‌اتیلن شفاف، کلش برنج و بدون خاك‌پوش بر گیاه نخود فرنگی گزارش شده است که پوشش نایلونی سیاه و شفاف دمای خاک را نسبت به شاهد افزایش داده است. ولی خاك‌پوش کاه و کلش برنج دمای خاک را کاهش داده است (Awal و همکاران، ۲۰۱۶). خاك‌پوش انتقال هیدروترمال خاک و تبخیر و تعرق محصول را در پیوستار خاک - گیاه - جو (SPAC) تغییر داده و به طور گسترده در کشاورزی دیم‌کاری به‌ویژه در مناطق خشک چین استفاده می‌شود (Yang و همکاران، ۲۰۱۵). تیمارهای با فیلم پلاستیکی به طور قابل توجهی دمای خاک سطحی مزرعه ذرت را در مقایسه با تیمار غیر نایلون در شرایط دیم افزایش داد (Yuan و همکاران، ۲۰۱۹). در پژوهشی بر روی گیاه ذرت گزارش شد که از مرحله کاشت تا ساقه رفتن، ساقه رفتن تا ابریشم‌دهی، ابریشم‌دهی تا پر شدن دانه و پر شدن دانه تا بلوغ، میانگین دمای روزانه خاک سطحی تحت شرایط تیمار فیلم پلاستیکی ۲/۴، ۱/۱،۳/۱ و ۱/۳ درجه سانتی گراد بالاتر از تیمار بدون فیلم پلاستیکی در سال ۲۰۱۷ بود. به ترتیب در سال ۲۰۱۸ این مقادیر، ۲/۱، ۰/۳، ۰/۳ و ۰/۵ درجه سانتیگراد افزایش یافت (Niua و همکاران، ۲۰۲۰). افزایش دما و نور تحت استفاده از خاك‌پوش‌های پلاستیکی باعث افزایش راندمان عملکرد می‌شود، اما در این شرایط باید دما زیر حداکثر آستانه باقی بماند (Condori و همکاران، ۲۰۱۷). تمام تیمارهای خاك‌پوش شامل پلاستیکی و کلشی آب خاک را به مقدار قابل توجهی افزایش داده‌اند و ترتیب ذخیره آب از زیاد به کم شامل پلی اتیلن سیاه، پلی اتیلن شفاف، کلش برنج و بدون خاك‌پوش بوده است (Awal و همکاران، ۲۰۱۶).

در مطالعه اثر خاك‌پوش پلاستیك و آبیاری قطره‌ای بر نخود کفتری (*Cajanus cajan*) مشاهده شد خاك‌پوش پلاستیك باعث افزایش عملکرد دانه، کارایی مصرف آب شد. هزینه کاشت در شرایط خاك‌پوش پلاستیك بالاتر بود اما نسبت سود به هزینه و درآمد خالص در شرایط استفاده از خاك‌پوش پلاستیك بالاتر از شاهد (بدون خاك‌پوش پلاستیك) بود (Ramana و همکاران، ۲۰۱۸). در مطالعه اثر کود زیستی و خاك‌پوش بر رشد، عملکرد، کیفیت و اقتصاد نخود فرنگی (*Pisum sativum L.*) مشاهده شد، بالاترین نسبت سود به هزینه با ۵ تن در هکتار کاه و کلش شلتوك به‌دست آمد که به علت افزایش در عملکرد قابل فروش غلاف نخود فرنگی و قیمت پایین خاك‌پوش شلتوك برنج بود (Singh و همکاران، ۲۰۲۱). کنترل علف‌های هرز به وسیله خاك‌پوش، باعث کاهش هزینه‌های کارگری و افزایش عملکرد و در نتیجه افزایش سود اقتصادی می‌شود (حسینی و نعمتی، ۱۳۹۳). بالاترین میزان عملکرد و اجزای عملکرد نخود فرنگی در تیمار پوشش نایلونی و کمترین آن در تیمار خاك‌پوش کلشی و بدون خاك‌پوش به‌دست آمد (Awal و همکاران، ۲۰۱۶). پوشش‌دهی خاک با خاك‌پوش آلی باعث افزایش تعداد غلاف در بوته و عملکرد غلاف نخود فرنگی شد (Sajid و همکاران، ۲۰۱۳). در پژوهشی طی بررسی بستر کشت روی گیاه سویا گزارش شد سیستم کشت جوی و پشته در مقایسه با سیستم کشت معمولی عملکرد را به میزان ۲۳-۸ درصد افزایش داده است (Basediya و همکاران، ۲۰۱۸). در بررسی یک متا آنالیز با ۴۲ مشاهده گزارش شد کاشت در تیمارهای جوی و پشته پوشیده شده با فیلم پلاستیکی در مقایسه با کاشت مسطح بدون خاك‌پوش، عملکرد سیب زمینی را ۳۴/۰۱ درصد در استان‌های گانسو، ۳۲/۹۹ درصد در استان نینگ شیا و ۱۲/۷۸ درصد در استان شانشی چین افزایش داد. عملکرد ذرت در سیستم کشت جوی و پشته لخت ده تن در هکتار بوده ولی این میزان در سیستم کاشت مسطح هشت تن در هکتار بود که تقریبا ۳۳ درصد افزایش در عملکرد ایجاد شد (Mak Mensah و همکاران، ۲۰۲۲).

از لحاظ اقتصادی، محصول گیاه نخود فرنگی که همان غلاف‌های تازه حاوی دانه‌های سبز است، قیمت نسبتاً بالایی به‌ویژه در اوایل عرضه این محصول به بازار دارد، بنابراین هر عاملی که باعث زودرسی شود می‌تواند صرفه اقتصادی خوبی نیز برای کشاورزان داشته باشد. زودرسی حتی بدون افزایش عملکرد کل، عامل مهمی در بالا بردن سود پرورش‌دهندگان محصولات به‌حساب می‌آید (Peksen و همکاران، ۲۰۰۴). خاک‌پوش‌ها با افزایش دمای اطراف سایه‌انداز گیاه، تغییراتی را در حرارت تجمعی و درجه روزهای رشد به‌وجود می‌آورند که سبب زودرسی محصول می‌شوند (Parte و همکاران، ۲۰۲۲؛ Taromi Aliabadi و همکاران، ۲۰۱۹). کمبود آب، منجر به رهاسازی بسیاری از اراضی زراعی شده است. استفاده از خاکپوش‌ها یکی از راه‌های امیدبخش برای حفظ رطوبت خاك و کاهش مصرف آب است. در کشور ما بارش‌ها عمدتا زمستانه و در فصل سرد اتفاق می‌افتند در این زمان گیاه زراعی به‌علت دمای پایین قادر به استفاده از این بارش‌ها نیست. استفاده از پوشش پلاستیك می‌تواند به افزایش دمای خاك و گیاه کمك کند و استفاده از بارش‌های زمستانه را مهیا سازد.

از بعد استفاده از نایلون وجه تمایز پژوهش حاضر با سایر پژوهش‌ها، ارزیابی هم‌زمان سود اقتصادی استفاده از پلاستیک می‌باشد. باتوجه‌به مرور بر پژوهش‌های بیان شده این پژوهش با هدف تعیین برخی خصوصیات خاك و شاخص‌های آبی و اقتصادی نخود فرنگی تحت تأثیر کشت پلاستیك و نحوه کاشت اجرا شد.

مواد و روش‌ها

• طرح آزمایشی

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه رازی کرمانشاه در دو سال زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عوامل مورد پژوهش شامل نایلون‌کشی در سه سطح (بدون نایلون، نایلون روی گیاه، نایلون روی خاک) و روش کاشت در سه سطح (کشت مسطح معمولی، کشت درون جوی‌های نیم‌متری، کشت در کناره جوی‌های یک متری) بودند. در تیمار نایلون روی خاك کل کرت با پلاستیک پوشیده شد و فقط حدود پنج سانتی متر از اطراف ردیف کشت فاقد پوشش پلاستیك بود. نایلون روی خاک به وسیله خاک در زمین ثابت شد. برای نگهداری نایلون روی گیاه از پشته خاکی و چوب تر استفاده شد و به‌منظور نگهداری آب برای آخر فصل و حداکثر استفاده از پلاستیک، نایلون روی گیاه در مرحله گلدهی درکف جوی‌ها قرار گرفت. برای نفوذ آب باران به زیر نایلون سوراخ‌هایی تعبیه شد. انتخاب روش کشت درون جوی نیم و یك متری به منظور استفاده حداکثری از آب با اندازه‌های مختلف جوی بود. در روش کشت جوی و پشته، پشته به مانند سطح آبخیز عمل کرده و آب را به سمت جوی هدایت می‌کند. نخود فرنگی در ۳۰ آبان ماه کشت شد. فاصله کرت‌های آزمایشی از یکدیگر یک و نیم متر و ابعاد هریک از کرت‌ها به طول و عرض ۲ در۲ متر مربع در نظر گرفته شد. در هر کرت، ۴ ردیف کشت به فاصله نیم متر و فاصله بوته‌ها در هر ردیف ۱۰ سانتی‌متر بود. برای اینکه فاصله ردیف گیاه نیم متر حفظ شود، کشت در حاشیه جوی یك متری انجام شد. ولی در جوی نیم متری بذر در وسط جوی کشت شد. پلاستیک مورد استفاده شفاف بود. نایلون‌کشی بعد از یک بارندگی مساعد اعمال شد. جهت نفوذ آب باران به زیر نایلون سوراخ‌هایی در نظر گرفته شد. به‌منظور نگهداری آب برای آخر فصل و حداکثر استفاده از پلاستیک، نایلون روی گیاه در مرحله گلدهی درکف جوی‌ها قرار گرفت. گیاهان دیم‌کاری شدند. مجموع بارش در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ (سال اول کاشت) برابر با ۵۳۷ میلی‌متر و در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ (سال دو کاشت) برابر با ۳۱۲/۵ میلی‌متر بود، اگر ۸۰٪ آن موثر در نظر گرفته شود (خالقی، ۱۳۹۴) بارش موثر در سال اول و دوم به ترتیب معادل ۴۳۰ و ۲۵۰ میلی‌متر بوده است.

• صفات مرتبط با شرایط خاک

دمای خاک در عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متری و با استفاده از دستگاه دماسنج مدل TP101 با دامنه دمایی ۵۰- درجه سانتی‌گراد تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد در روزهای معمولی و آفتابی و در مراحل رشدی مختلف و بین دو بارندگی و در بازه زمانی نزدیک به بارندگی دوم (حداکثر خشکی) براساس گزارش‌های هواشناسی در مراحل رشدی سه برگی، ده برگی، سی برگی، گلدهی و دانه‌بندی اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که در مراحل سه برگی و ۱۰ برگی فقط دمای عمق ۱۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شد چون رشد ریشه در این محدوده بوده است. رطوبت خاک در عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متری و با استفاده دستگاه رطوبت‌سنج و پی اچ سنج خاک مدل پی اچ MOISTURE و هم‌زمان با مراحل دما اندازه‌گیری شد.

• صفات مرتبط با شرایط آبی

- **شاخص درآمد به ازایی آب مصرفی (BPD[1]):** این شاخص در واقع نسبت میزان درآمد در هر هکتار به‌ازای واحد حجم آب (مترمکعب در هکتار) می‌باشد (رابطه ۱) (کریمی و جلینی، ۱۳۹۶).

$$BPD = OV/ TWC \quad (1)$$

که در آن BPD درآمد به ازای آب مصرفی، OV مقدار درآمد کل فروش محصول در هکتار (ریال ایران) و TWC حجم آب مصرف‌شده (مترمکعب) است. براساس این شاخص، سیاست مصرف آب باید به گونه‌ای باشد که میزان سود ناخالص به‌دست آمده در واحد آب مصرف شده بیشتر باشد. اما در این روش هزینه تولید محصول در نظر گرفته نمی‌شود.

- **شاخص سود خالص به ازاء واحد آب مصرفی (NBPD[2]):** بهترین شاخص برای بررسی بهره‌وری آب کشاورزی NBPD یا سود خالص به ازاء واحد آب مصرفی می‌باشد که نه تنها سود خالص را به ازای واحد حجم آب مصرف شده تعیین می‌نماید، بلکه این شاخص اهمیت زیادی در برنامه‌ریزی الگو و ترکیب کشت در مناطق خشک مواجه با محدودیت شدید آب دارد. چرا که از این طریق می‌توان منابع کمیاب آب را به کشت‌هایی اختصاص داد که با کمترین واحد مصرف آب بالاترین سود را نصیب بهره‌برداران نماید. این شاخص توسط رابطه (۲) قابل محاسبه است (کریمی و جلینی، ۱۳۹۶).

$$NBPD = NI/ TWC \quad (2)$$

که در آن NBPD میزان سود خالص به ازای واحد آب مصرفی، NI میزان سود خالص (ریال ایران) در هر هکتار و TWC حجم آب مصرف‌شده (مترمکعب) است.

• صفات مرتبط با ارزیابی اقتصادی

هزینه کل: هزینه‌ها در مزرعه به دو صورت هزینه‌های ثابت و هزینه‌های متغییر تقسیم‌بندی می‌شوند. هزینه‌ها در این پژوهش شامل هزینه کار، پلاستیک، تهیه بستر و بذر و کود بود که در جدول (۱) هزینه‌ها به تفکیک سال آورده شده است. هزینه کود و بذر برای همه کرت‌ها ثابت بود.

جدول ۱- اطلاعات اولیه در مورد نوع هزینه‌ها و تغییرات آن ها در دو سال

سال	هزینه کار (وجین، پلاستیک کشی، برداشت محصول) (ریال)	هزینه خرید پلاستیک (ریال)	هزینه تهیه بستر (شخم زدن و کرایه میلگرد) (ریال)	هزینه خرید بذر (ریال)	هزینه خرید کود (ریال)
سال ۱۳۹۸	هر روز کارگری ۸ ساعته ۲۰۰۰۰۰۰	هر کیلو ۱۳۰۰۰۰	هر ساعت شخم ۱۰۰۰۰۰۰ + ۱۰۰۰۰۰۰ کرایه میلگرد	هر کیلو ۶۰۰۰۰۰	هر کیلو ۵۰۰۰۰
سال ۱۳۹۹	هر روز کارگری ۸ ساعته ۳۰۰۰۰۰۰	هر کیلو ۱۸۰۰۰۰	هر ساعت شخم ۱۲۰۰۰۰۰ + ۱۱۰۰۰۰۰ کرایه میلگرد	هر کیلو ۱۰۰۰۰۰۰	هر کیلو ۶۰۰۰۰

هزینه کل با رابطه (۳) بدست آمد.

$$IV=LC+PC\neg+MCC+SFC \quad (۳)$$

که در آن IV هزینه کل (ارزش ورودی)، LC هزینه کار، PC هزینه پلاستیک، MCC هزینه کشت ماشینی (تهیه بستر بذر) و SFC هزینه مربوط به بذر و کود است. قابل ذکر است که کل هزینه‌ها برحسب ریال ایران در هکتار محاسبه می‌شود (Zhang و همکاران، ۲۰۱۷).

- **درآمد کل:** برابر با کل درآمدی که از فروش دانه و کلش محصول بر حسب ریال ایران در هکتار به‌دست می‌آید (رابطه ۴).

$$OV=(GY\times GP)+(BY\times BP) \quad (۴)$$

که در آن OV درآمد (ارزش خروجی)، GY عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)، BY عملکرد زیست توده (کیلوگرم در هکتار)، GP و BP به ترتیب قیمت محلی دانه نخود و زیست توده است (Zhang و همکاران، ۲۰۱۷). هر کیلوگرم غلاف نخود سبز در سال اول کشت ۵۰۰۰۰ ریال و در سال دوم با قیمت ۷۰۰۰۰ به فروش رسید. همچنین هر تن زیست توده در سال اول با قیمت یک میلیون تومان و در سال دوم با قیمت یک میلیون و پانصد هزار تومان به فروش رسید.

درآمد خالص: درآمد خالص عبارت است از تفاوت بین درآمد کل و هزینه کل که با استفاده از رابطه (۵) به‌دست می‌آید (Bakhsh و همکاران، ۲۰۱۵):

$$NI = OV - IV \quad (۵)$$

که NI درآمد خالص، OV درآمد کل و IV هزینه کل (ریال ایران در هکتار) است.

- **درآمد ناخالص:** درآمد ناخالص با هدف مقایسه انجام خواهد شد. فرمول مورد استفاده برای درآمد ناخالص به شرح رابطه (۶) است (Bakhsh و همکاران، ۲۰۱۵):

$$GI = OV - CV \quad (۶)$$

که GI درآمد ناخالص، OV درآمد کل و CV هزینه‌های متغیر بر حسب ریال ایران در هکتار می‌باشد.

• تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین تیمارها با روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. پس از انجام آزمایش بارتلت نتایج نشان داد صفات آبی و اقتصادی به‌جز هزینه کل را می‌توان به‌صورت تجزیه در هر سال به‌طور جداگانه تجزیه کرد. دما و رطوبت خاك به‌علت فراوانی زمان اندازه‌گیری با خطای معیار مقایسه شدند.

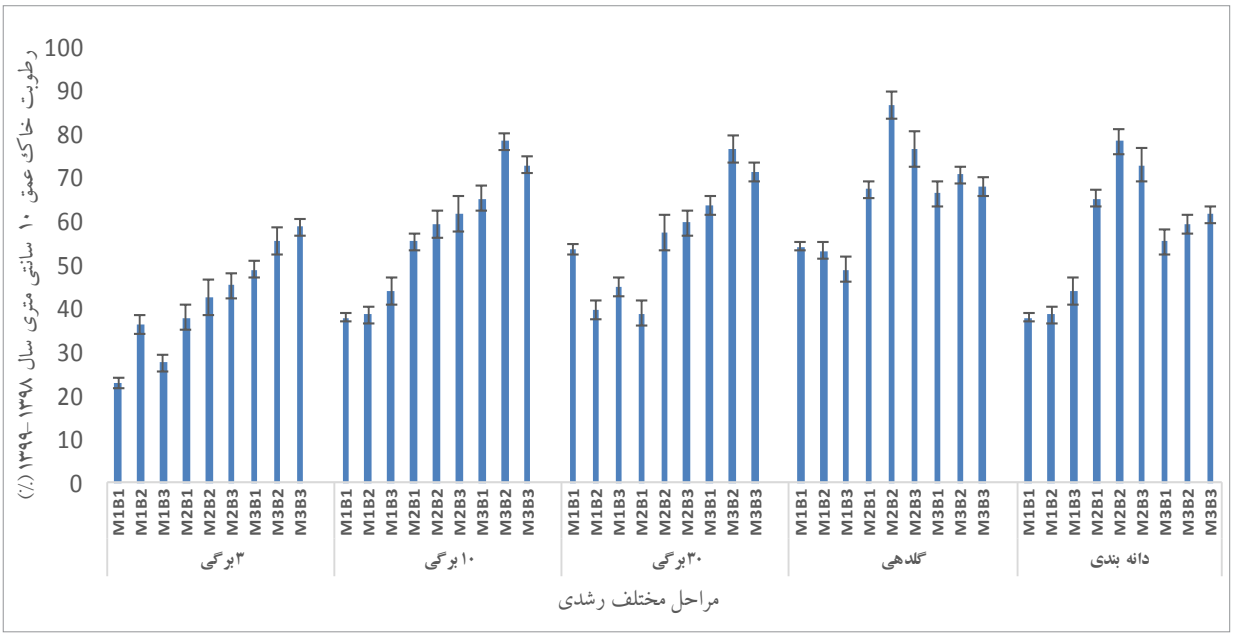
نتایج و بحث

• صفات مرتبط با شرایط خاک

- **رطوبت خاک:** براساس شکل (۱) که رطوبت عمق ۱۰ سانتی متری خاک را در مراحل مختلف رشد و تحت اثرات متقابل دوگانه نایلون و بستر در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ را نشان می‌دهد. در ابتدای رشد بالاترین رطوبت خاک در تیمار نایلون روی گیاه حاصل شده است اما در مراحل آخر رشد بالاترین میزان رطوبت در تیمار نایلون روی خاک حاصل شده است. در کل دوره کاشت پایین‌ترین میزان رطوبت در تیمار بدون نایلون حاصل شده است. در آخر فصل رشد برتری رطوبتی با تیمار بستر جوی و پشته نیم متری بوده و این حالت در شرایطی که با نایلون روی خاک ترکیب شده مشهودتر است (شکل ۱).

شکل مربوط به رطوبت عمق ۱۰ سانتی متری خاک در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ نشان می‌دهد رطوبت بالا تحت تیمارهای نایلونی اتفاق افتاده و تیمار بدون نایلون رطوبت کمتری داشته است و در آخر فصل رشد تیمار نایلون روی خاک رطوبت را به میزان بیشتر حفظ کرده است. خاك‌پوش روی خاک و بستر جوی و پشته نیم متری در اکثر مواقع رطوبت بیشتری داشت (شکل ۲).

باتوجه‌به اینکه در ابتدای دوره رشدی، ریشه گیاه تا عمق ۲۰ سانتی متری خاک نفوذ نمی‌کند نمونه‌برداری از این عمق انجام نگرفته است. در مرحله رشدی ۳۰ برگی نایلون روی گیاه رطوبت خاك بالایی را حاصل کرده است. در مرحله ۳۰ برگی در کرت‌های بدون پلاستیك رطوبت خاك کمترین مقدار را داشت. در مرحله گلدهی اختلاف کمی بین رطوبت خاك در کرت‌های با پلاستیك روی گیاه و روی خاك مشاهده شد اما در مرحله دانه‌بندی پلاستیك روی گیاه بالاترین رطوبت خاك را داشت (شکل ۳).



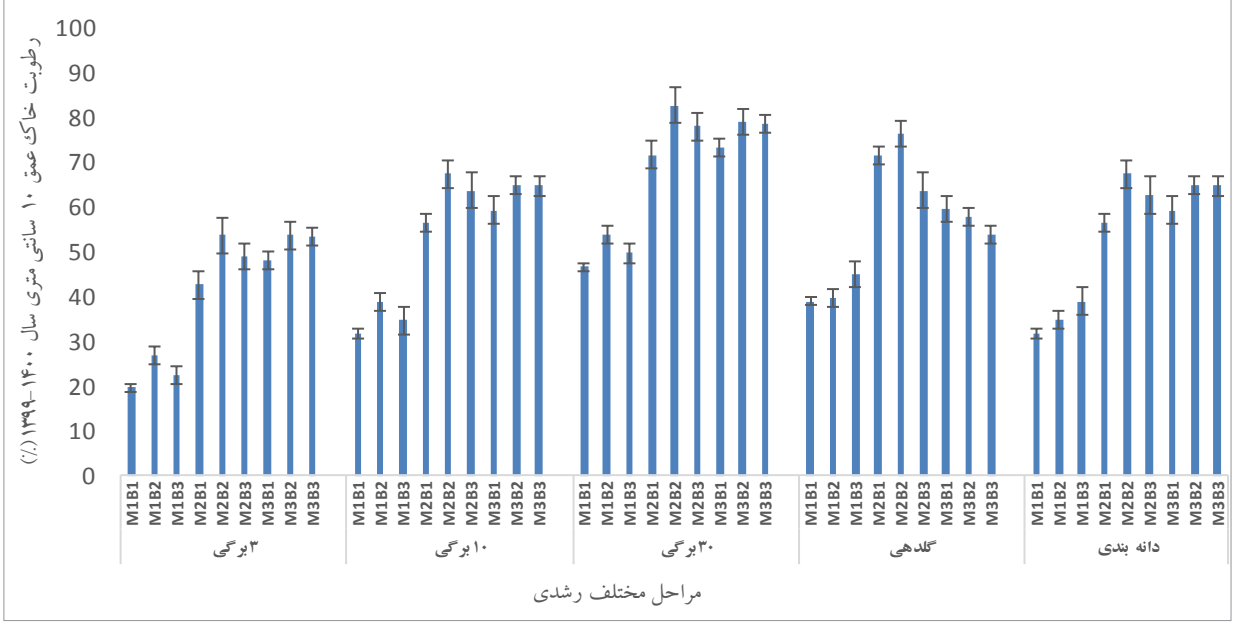
شکل ۱- اثر نایلون و بستر کاشت بر رطوبت خاک در عمق ۱۰ سانتی متری در مراحل مختلف رشدی نخود فرنگی در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸

M1B1= بدون خاک‌پوش و بستر مسطح/ M2B1= خاک‌پوش روی خاک و بستر مسطح/ M3B1= خاک‌پوش روی گیاه و بستر مسطح

M1B2= بدون خاک‌پوش و بسترجوی و پشته نیم متری/ M2B2= خاک‌پوش روی خاک و بستر جوی و پشته نیم متری/ M3B2= خاک‌پوش روی گیاه و بستر جوی و پشته نیم متری

M1B3= بدون خاک‌پوش و بسترجوی و پشته یک متری/ M2B3= خاک‌پوش روی خاک و بستر جوی و پشته یک متری/ M3B3= خاک‌پوش روی گیاه و بستر جوی و پشته یک متری

میله‌ها در نمودار میانگین ± خطای استاندار است.



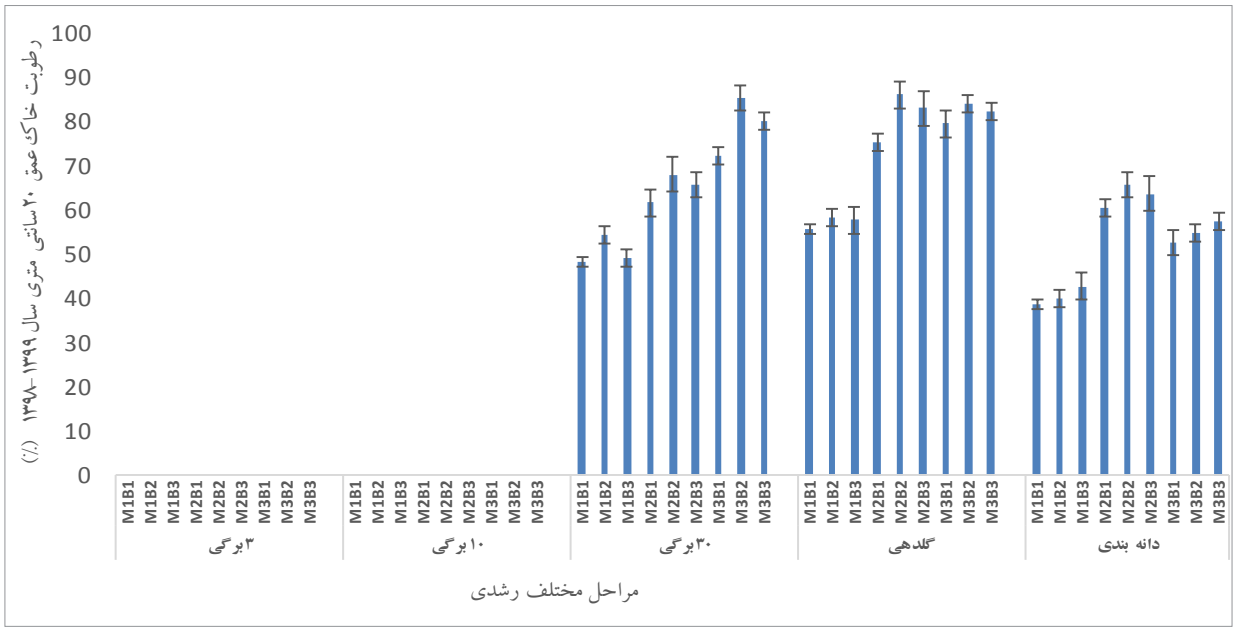
شکل ۲- اثر نایلون و بستر کاشت بر رطوبت خاک در عمق ۱۰ سانتی متری در مراحل مختلف رشدی نخود فرنگی در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹

M1B1= بدون مالچ و بستر مسطح/ M2B1= خاک‌پوش روی خاک و بستر مسطح/ M3B1= خاک‌پوش روی گیاه و بستر مسطح

M1B2= بدون خاک‌پوش و بسترجوی و پشته نیم متری/ M2B2= خاک‌پوش روی خاک و بستر جوی و پشته نیم متری/ M3B2= خاک‌پوش روی گیاه و بستر جوی و پشته نیم متری

M1B3= بدون خاک‌پوش و بسترجوی و پشته یک متری/ M2B3= خاک‌پوش روی خاک و بستر جوی و پشته یک متری/ M3B3= خاک‌پوش روی گیاه و بستر جوی و پشته یک متری

میله‌ها در نمودار میانگین ± خطای استاندار ارور است.



شکل ۳- اثر نایلون و بستر کاشت بر رطوبت خاک در عمق ۲۰ سانتی متری در مراحل مختلف رشدی نخود فرنگی در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸

M1B1= بدون خاک‌پوش و بستر مسطح/ M2B1= خاک‌پوش روی خاک و بستر مسطح/ M3B1= خاک‌پوش روی گیاه و بستر مسطح

M1B2= بدون خاک‌پوش و بسترجوی و پشته نیم متری/ M2B2= خاک‌پوش روی خاک و بستر جوی و پشته نیم متری/ M3B2= خاک‌پوش روی گیاه و بستر جوی و پشته نیم متری

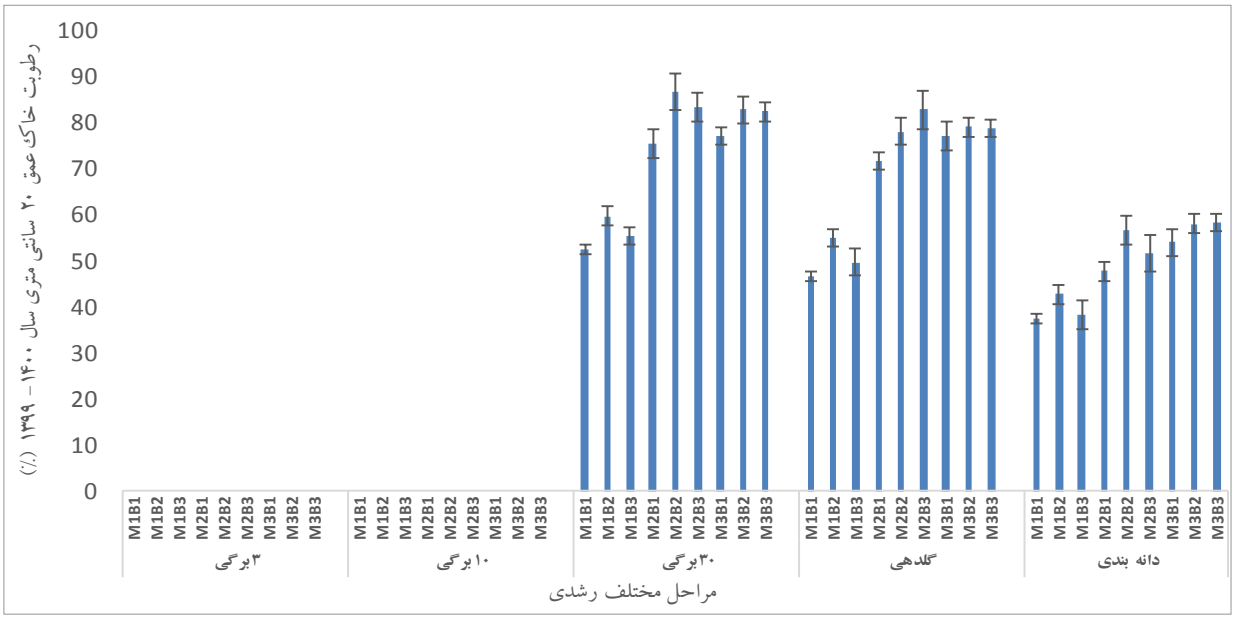
M1B3= بدون خاک‌پوش و بسترجوی و پشته یک متری/ M2B3= خاک‌پوش روی خاک و بستر جوی و پشته یک متری/ M3B3= خاک‌پوش روی گیاه و بستر جوی و پشته یک متری

میله‌ها در نمودار میانگین ± خطای استاندار ارور است.

براساس نتایج شکل (۴) که رطوبت عمق ۲۰ سانتی متری خاک در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ را نشان می‌دهد در تیمار بدون نایلون کمترین میزان رطوبت و در تیمار نایلونی (روی خاک و روی گیاه) بالاترین میزان رطوبت در کل مراحل اندازه گیری حاصل شده است. همچنین بستر جوی و پشته نیم متری از بعد رطوبتی برتری نسبت به دو تیمار بستر کشت داشته است.

باتوجه‌به اینکه کشت به‌صورت دیم انجام شده رطوبت خاک تابع عواملی مانند میزان بارش به‌عنوان ورودی و تبخیر به‌عنوان خروجی است. علاوه‌بر بارش، دو عامل مورد بررسی در پژوهش یعنی نایلون و بستر کشت نیز از راه جمع‌آوری و نگهداری آب بر رطوبت خاک موثر می‌باشند. در تیمار کشت درون جویچه آب باران از طریق پشته جمع‌آوری و به سمت جوی هدایت می‌شود لذا رطوبت بیشتری در پای بوته جمع می‌شود. در تیمار بدون نایلون چون میزان تبخیر بالاتر از تیمار با نایلون است، معمولا خاک در کمترین میزان رطوبتی قرار دارد. همچنین این تیمار در معرض نور و باد قرار گرفته و رطوبت آن از دست می‌رود. در اکثر مراحل رشدی رطوبت تیمار کشت در کف جوی بستر جوی و پشته نیم متری بالا بود چون آب را نگهداری می‌کند و نفوذ بیشتر می‌شود. کف جوی کمتر در معرض نور و باد قرار می‌گیرد و کشت در کناره جوی یک متری رطوبتی بالاتر از کشت مسطح و کمتر از جوی و پشته نیم متری ایجاد کرده است. در نگاه کلی در هر دو سال زراعی هر گاه تیمار نایلون روی خاک و بستر جوی و پشته نیم‌متری ترکیب شدند بهترین شرایط رطوبتی ایجاد شده و این رطوبت می‌تواند تمام صفات مرفولوژیک، فیزیولوژیک و عملکرد و در نهایت اقتصاد کشاورز را تحت تأثیر قرار دهد.

کرت‌های با خاک‌پوش پلاستیکی روی خاک به علت نگهداری آب خاک در اغلب مراحل رشدی به‌خصوص در عمق ۲۰ سانتی متر بالاترین رطوبت خاک را داشتند. کرت‌های با خاک‌پوش روی گیاه بعد از خاک‌پوش روی خاک رطوبت خاک بیشتری داشتند. بستر کشت جوی و پشته مخصوصا جوی و پشته نیم‌متری در اکثر مراحل رشدی بالاترین رطوبت خاک را داشته که علت ذخیره بیشتر آب در جوی می‌باشد. در بررسی اثر پوشش پلاستیکی بر میزان انرژی دریافتی خاک و میزان تبخیر و تعرق در ذرت، گزارش شده که کاربرد پوشش پلاستیکی منجر به کاهش تبخیر و تعرق گیاه به واسطه کاهش میزان انرژی دریافتی خورشید شد؛ به‌طوری‌که میزان کل تبخیر و تعرق برابر با ۵۲۴ و ۵۵۷ میلی‌متر در سال ۲۰۱۴ و ۵۵۰ و ۵۷۵ میلی‌متر در سال ۲۰۱۵ به‌ترتیب برای تیمارهای دارای پوشش و بدون پوشش پلاستیکی بوده است (Fan و همکاران، ۲۰۱۷). در بررسی اثر جوی و پشته پوشیده با خاک‌پوش پلاستیکی گزارش شده که این سیستم کشت بر شرایط هیدروورترمال خاک اثر گذاشته و عملکرد دانه ذرت را افزایش داده است (Li و همکاران، ۲۰۲۰؛ Liu و همکاران، ۲۰۲۰).



شکل ۴- اثر نایلون و بستر کاشت بر رطوبت خاک در عمق ۲۰ سانتی متری در مراحل مختلف رشدی نخود فرنگی در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹

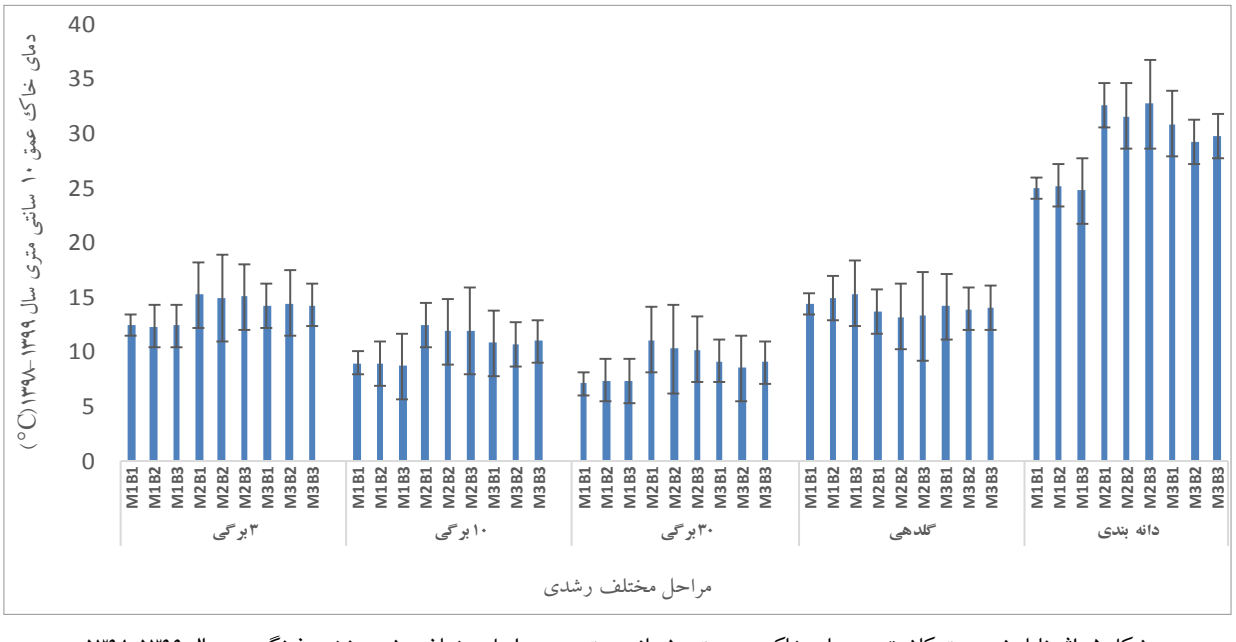
M1B1= بدون خاک‌پوش و بستر مسطح/ M2B1= خاک‌پوش روی خاک و بستر مسطح/ M3B1= خاک‌پوش روی گیاه و بستر مسطح

M1B2= بدون خاک‌پوش و بسترجوی و پشته نیم متری/ M2B2= خاک‌پوش روی خاک و بستر جوی و پشته نیم متری/ M3B2= خاک‌پوش روی گیاه و بستر جوی و پشته نیم متری

M1B3= بدون خاک‌پوش و بسترجوی و پشته یک متری/ M2B3= خاک‌پوش روی خاک و بستر جوی و پشته یک متری/ M3B3= خاک‌پوش روی گیاه و بستر جوی و پشته یک متری

میله‌ها در نمودار میانگین ± خطای استاندار ارور است.

- **دمای خاک:** شکل مربوط به تغییرات دمای عمق ۱۰ سانتی متری خاک تحت اثر متقابل نایلون در بستر کاشت در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ نشان می‌دهد که در ابتدا و انتهای فصل رشد دمای خاک بالاتر بوده است. تا مرحله گلدهی بین تیمارها از نظر دمای خاک اغلب تفاوتی وجود ندارد ولی در مرحله دانه‌بندی تیمارهای نایلونی دمای بیشتری نسبت به شرایط بدون نایلون داشته است (شکل ۵).



شکل ۵- اثر نایلون و بستر کاشت بر دمای خاک در عمق ۱۰سانتی متری در مراحل مختلف رشدی نخود فرنگی در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸

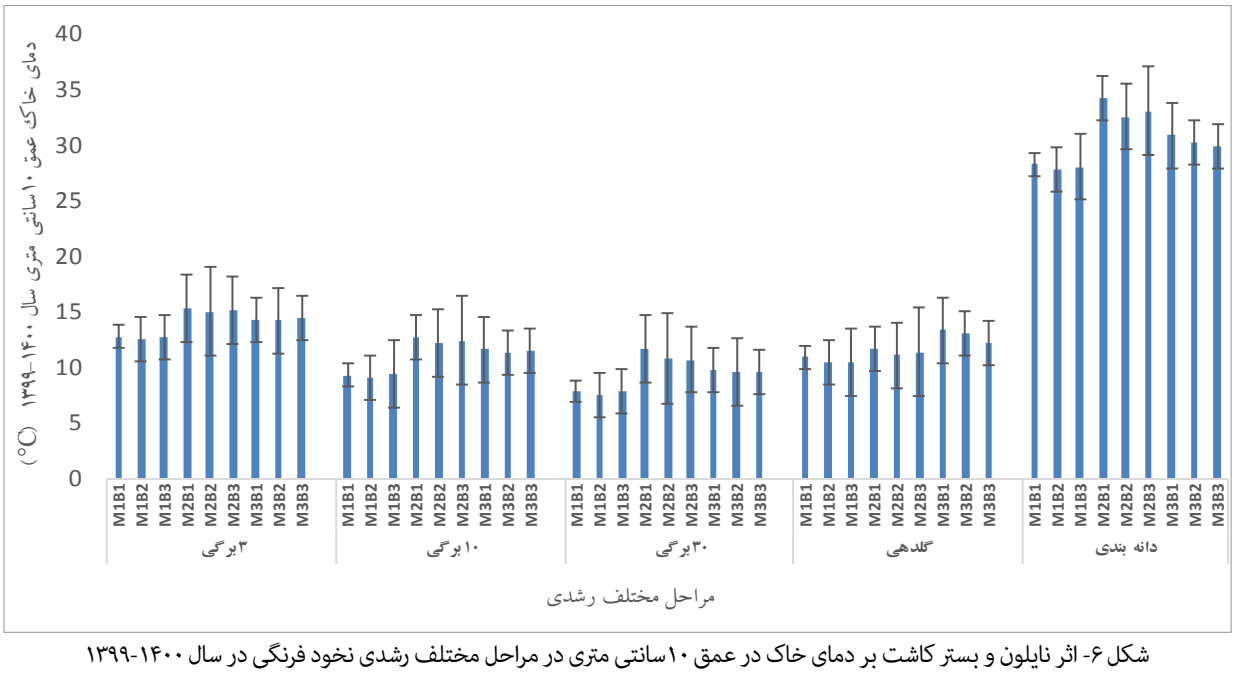
M1B1= بدون خاک‌پوش و بستر مسطح/ M2B1= خاک‌پوش روی خاک و بستر مسطح/ M3B1= خاک‌پوش روی گیاه و بستر مسطح

M1B2= بدون خاک‌پوش و بسترجوی و پشته نیم متری/ M2B2= خاک‌پوش روی خاک و بستر جوی و پشته نیم متری/ M3B2= خاک‌پوش روی گیاه و بستر جوی و پشته نیم متری

M1B3= بدون خاک‌پوش و بسترجوی و پشته یک متری/ M2B3= خاک‌پوش روی خاک و بستر جوی و پشته یک متری/ M3B3= خاک‌پوش روی گیاه و بستر جوی و پشته یک متری

میله‌ها در نمودار میانگین ± خطای استاندار ارور است.

براساس شکل (۶) مربوط به تغیرات دمایی در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ و عمق ۱۰ سانتی متر خاک، در مرحله دانه‌بندی تیمار با پوشش نایلونی روی خاك با بستر مسطح نسبت به تیمارهای بدون خاك‌پوش با هر سه بستر کاشت، دمای بالاتری را تجربه کرده است (شکل ۶). براساس شکل (۷) در مرحله ۳۰ برگی و گلدهی تفاوتی از نظر دمای عمق ۲۰ سانتی متری خاک در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ وجود نداشت، اما در مرحله دانه‌بندی، تیمار بدون خاك‌پوش و بستر مسطح (M1B1) نسبت به تیمار خاك‌پوش روی خاک با بستر جوی و پشته نیم متری و تیمار خاك‌پوش روی گیاه با بستر جوی و پشته یک متری دمای بالاتری داشت (شکل ۷).



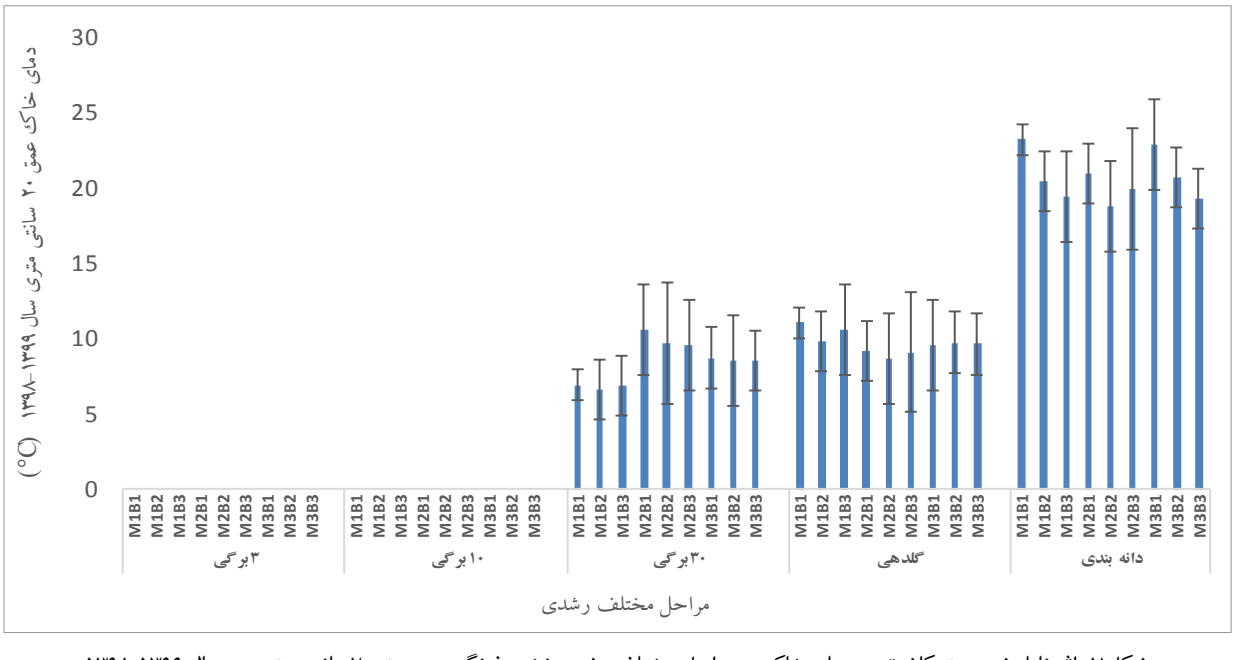
شکل ۶- اثر نایلون و بستر کاشت بر دمای خاک در عمق ۱۰ سانتی متری در مراحل مختلف رشدی نخود فرنگی در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹

M1B1= بدون خاك‌پوش و بستر مسطح/M2B1= خاك‌پوش روی خاک و بستر مسطح/M3B1= خاك‌پوش روی گیاه و بستر مسطح

M1B2= بدون خاك‌پوش و بسترجوی و پشته نیم متری/ M2B2= خاك‌پوش روی خاک و بستر جوی و پشته نیم متری/ M3B2= خاك‌پوش روی گیاه و بستر جوی و پشته نیم متری

M1B3= بدون خاك‌پوش و بسترجوی و پشته یک متری/ M2B3= خاك‌پوش روی خاک و بستر جوی و پشته یک متری/ M3B3= خاك‌پوش روی گیاه و بستر جوی و پشته یک متری

میله‌ها در نمودار میانگین ± خطای استاندار ارور است.



شکل ۷- اثر نایلون و بستر کاشت بر دمای خاک در مراحل مختلف رشدی نخود فرنگی در عمق ۲۰ سانتی متری در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸

M1B1= بدون خاك‌پوش و بستر مسطح/ M2B1= خاك‌پوش روی خاک و بستر مسطح/ M3B1= خاك‌پوش روی گیاه و بستر مسطح

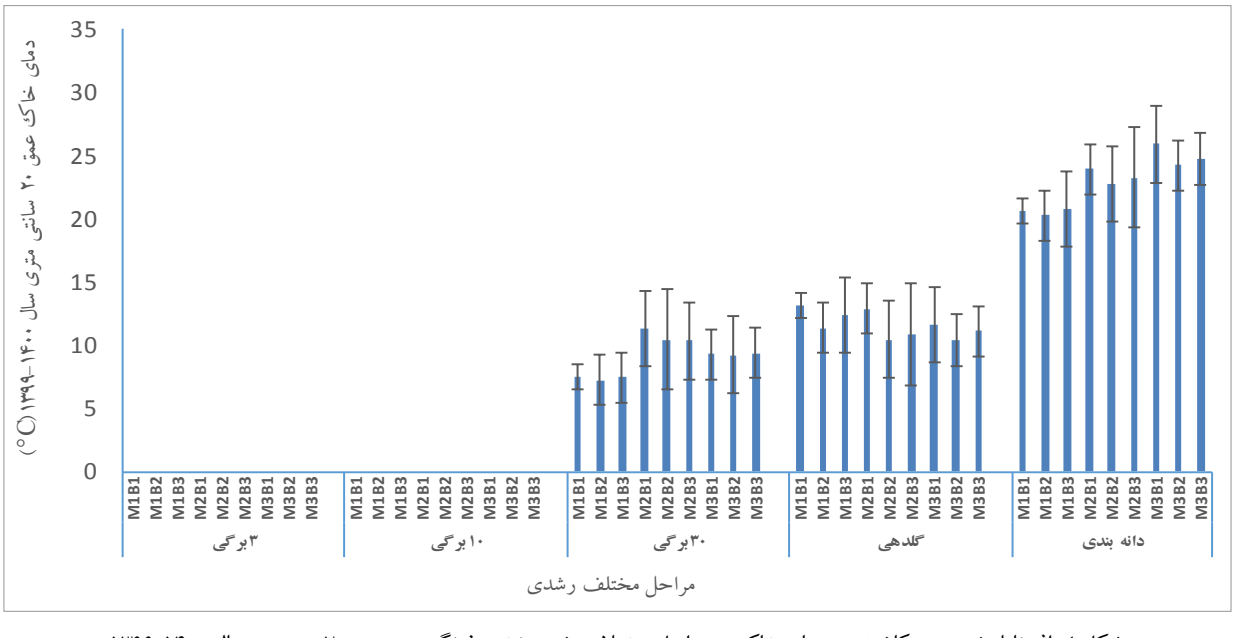
M1B2= بدون خاك‌پوش و بسترجوی و پشته نیم متری/ M2B2= خاك‌پوش روی خاک و بستر جوی و پشته نیم متری/M3B2= خاك‌پوش روی گیاه و بستر جوی و پشته نیم متری

M1B3= بدون خاك‌پوش و بسترجوی و پشته یک متری/ M2B3= خاك‌پوش روی خاک و بستر جوی و پشته یک متری/ M3B3= خاك‌پوش روی گیاه و بستر جوی و پشته یک متری

میله‌ها در نمودار میانگین ± خطای استاندار ارور است.

براساس شکل (۸) که دمای عمق ۲۰ سانتی متری خاک در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ را نشان می‌دهد، در مرحله ۳۰ برگی تفاوتی بین تیمارها از نظر دما دیده نشد اما در مرحله گلدهی تیمار بدون مالچ با بستر مسطح نسبت به تیمار خاك‌پوش روی گیاه با بستر جوی و پشته نیم متری دمای بالاتری داشت. در مرحله دانه‌بندی تیمار خاك‌پوش روی گیاه با بستر مسطح نسبت به تیمار بدون خاك‌پوش و بستر مسطح و تیمار بدون خاك‌پوش و بستر جوی و پشته نیم متری دمای بالاتری داشت (شکل ۸).

دمای خاک تابع بارش، تهیه بستر، تیمار نایلونی، زاویه تابش خورشید و وضعیت پر یا تنک بودن کانوپی می‌باشد. حضور خاك‌پوش می‌تواند بر دمای خاك موثر باشد. تیمارهای نایلونی شفاف می‌تواند، دمای خاک را افزایش دهد که علت این پدیده می‌تواند به دام انداختن اشعه‌های خورشیدی باشد. در مجموع، در ابتدای فصل رشد و تا مرحله گلدهی در هر دو عمق تقریبا تفاوتی بین تیمارها وجود نداشت، اما در مرحله دانه‌بندی، تفاوت دمایی تیمارها مشخص بود. تیمار بدون خاك‌پوش و بستر مسطح در عمق ۱۰ سانتی متر کمترین دما را داشت ولی در عمق ۲۰ سانتی متر بالاترین دما را داشت. به‌عبارت‌دیگر نایلون باعث افزایش ذخیره رطوبتی خاك می‌شود زیرا رطوبت عمقی در مقایسه با رطوبت سطحی تبخیر کمتری دارد. افزایش رطوبت خاك و سایه‌اندازی ناشی از افزایش زیست توده گیاه می‌تواند دلیلی برای کاهش دمای خاك تحت تاثیر نایلون باشد. افزایش دمای خاك در سال دوم نسبت به سال اول احتمالا به‌علت تفاوت در میزان بارش است. سال اول بارش بیشتری نسبت به سال دوم اتفاق افتاد. وجود بارش مناسب بهاره که باعث رطوبت بالای خاک و به تبع از رطوبت، خنکی خاک می‌شود. تقریبا در تمام طول فصل رشد بستر جوی و پشته نیم‌متری دمای کمتری داشته که علت آن کمتر در معرض قرار گرفتن نور خورشید و باد و همچنین حفظ بالاتر آب می‌توان عنوان کرد. تیمارهای خاك‌پوش فیلم به طور قابل توجهی دمای خاک سطحی را در مقایسه با تیمار غیرخاك‌پوش در شرایط دیم افزایش داده است (Yuan و همکاران، ۲۰۱۹). در گیاه نخود فرنگی رشد ریزوبیوم برای تثبیت نیتروژن اتمسفر تحت تأثیر دما قرار می‌گیرد و با کاهش دما پایین‌تر از دمای بهینه رشد ریزوبیوم مهار می‌شود (Lira Junior و همکاران، ۲۰۰۵). در پژوهشی بر روی گیاه ذرت گزارش شده که از مرحله کاشت تا ساقه رفتن، ساقه رفتن تا ابریشم‌دهی، ابریشم‌دهی تا پر شدن دانه و پر شدن دانه تا بلوغ، میانگین دمای روزانه خاک سطحی تحت شرایط تیمار فیلم پلاستیکی ۲/۴، ۱/۱،۳/۱ و ۱/۳ درجه سانتی گراد بالاتر از تیمار بدون فیلم پلاستیکی در سال ۲۰۱۷ بوده است. به ترتیب در سال ۲۰۱۸ این مقادیر، ۲/۱، ۰/۳،۰/۳ و ۰/۵ درجه سانتیگراد افزایش یافته است (Niua و همکاران، ۲۰۲۰). خاك‌پوش‌پاشی فیلم پلاستیک با کاشت جوی و پشته باعث افزایش رشد ذرت و زیست توده می‌شود، بنابراین عملکرد محصول را به دلیل افزایش درجه حرارت و رطوبت خاک و کاهش تبخیر خاک افزایش می‌دهد (Mo و همکاران، ۲۰۱۷؛ Zhang و همکاران، ۲۰۱۹). گزارش شده است که خاك‌پوش پلی‌اتیلنی باعث افزایش ۶ درجه سانتی‌گرادی دما در عمق ۵ سانتیمتری خاک و ۴ درجه سانتی‌گرادی در عمق ۱۰ سانتی‌متری خاک در مزرعه بادام زمینی می‌شود (Ramakrishna و همکاران، ۲۰۰۶).



شکل ۸- اثر نایلون و بستر کاشت بر دمای خاک در مراحل مختلف رشدی نخود فرنگی در عمق ۲۰ متری در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹

M1B1= بدون خاك‌پوش و بستر مسطح/ M2B1= خاك‌پوش روی خاک و بستر مسطح/ M3B1= خاك‌پوش روی گیاه و بستر مسطح

M1B2= بدون خاك‌پوش و بسترجوی و پشته نیم متری/ M2B2= خاك‌پوش روی خاک و بستر جوی و پشته نیم متری/ M3B2= خاك‌پوش روی گیاه و بستر جوی و پشته نیم متری

M1B3= بدون خاك‌پوش و بسترجوی و پشته یک متری/ M2B3= خاك‌پوش روی خاک و بستر جوی و پشته یک متری/ M3B3= خاك‌پوش روی گیاه و بستر جوی و پشته یک متری

میله‌ها در نمودار میانگین ± خطای استاندار ارور است.

• صفات مرتبط با شرایط آبی

- **عملکرد دانه خشك:** نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد در سال اول و دوم کشت این صفت تحت اثر متقابل دوگانه نایلون و بستر کشت قرار گرفته است (جدول ۲ و ۳). بیشترین میزان این صفت در تیمار نایلون روی خاک و بستر کشت جوی و پشته نیم‌متری و کمترین در تیمار بدون نایلون و بستر مسطح حاصل شده است (جدول ۴). در هر دو سال زراعی تیمار نایلون روی خاک در بهترین وضع موجود قرار گرفته که علت را می‌توان به نفوذ بیشتر آب در زمستان و استفاده از آن در آخر فصل نسبت داد. در تیمار بستر کشت، تیمار جوی و پشته نیم متری مناسب‌ترین شرایط رشدی را ایجاد کرده و می‌توان علت را به ذخیره آب در خاک نسبت داد. تأثیر خاك‌پوش پلاستیکی در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان زراعی توسط بسیاری از پژوهشگران گزارش شده است (Zhang و همکاران، ۲۰۱۷). تحت تیمار خاك‌پوش تجمع ماده خشک در نخود فرنگی به شدت افزایش یافته است و بیان داشته‌اند که خاك‌پوش باعث کاهش تبخیر، افزایش دسترسی به مواد مغذی و افزایش فعالیت میکروبی خاک می‌شود، بنابراین منجر به رشد شدید گیاه، تولید ماده خشک و عملکرد می‌شود. تحت خاك‌پوش افزایش رطوبت در خاک، سبز شدن زود هنگام، رشد گیاه سالم، محتوای کلروفیل بیشتر، تکثیر ریشه و افزایش سرعت خالص فتوسنتزی تشویق می‌شود که همگی باعث بهبود سطح برگ، شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک، گره‌زایی ریشه و ویژگی‌های عملکردی می‌شوند (Pradosh Kumar و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین گزارش شده عملکرد دانه و ویژگی‌های مؤثر بر عملکرد در گیاه نخود فرنگی مانند تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن دانه در بوته و وزن تک دانه تحت تأثیر خاك‌پوش‌های مختلف قرار گرفته است و بالاترین عملکرد و اجزای عملکرد در تیمار پوشش نایلونی و کمترین آن در تیمار خاك‌پوش کلشی و بدون خاك‌پوش حاصل شده است (Awal و همکاران، ۲۰۱۶). کشت در زیر خاك‌پوش به طور موثر تعداد دانه، وزن هزار دانه و عملکرد در بوته را افزایش می‌دهد (Hu و همکاران، ۲۰۱۵).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نایلون و بستر کشت بر صفات مرتبط با آب و اقتصادی نخود فرنگی در سال اول کشت

منابع تغیرات	درجه آزادی	عملکرد دانه خشك	درآمد به ازایی آب مصرفی	سود خالص به ازاء واحد آب مصرفی	درآمد کل	درآمد خالص	درآمد ناخالص
بلوک	۲	۹۳۴۳۷ns	۸۷۰۰۵۲۶۲ns	۹۷۶۴۳۴۱۵ns	۴/۷۹*	۴/۸۲*	۴/۸۲*
نایلون	۲	۲۴۵۰۹۰۸**	۲۵۱۳۱۹۳۹۳۳**	۱۴۷۹۲۳۰۲ns	۳/۸۸**	۱/۳۴**	۱/۳۴**
بستر	۲	۳۲۳۶۲۵۲**	۲۹۴۷۶۶۳۴۶۹**	۲۹۹۳۴۳۵۲۶۶**	۹/۵۳**	۹/۰۴**	۹/۰۴**
نایلون × بستر	۴	۶۳۶۸۵۰**	۹۰۲۶۰۷۵۵۲۲*	۹۶۶۰۵۱۴۴۳*	۸/۴۷ns	۸/۸۳ns	۸/۸۳ns
خطا آزمایش	۱۶	۱۲۳۷۱۰	۲۸۶۰۲۸۶۵۳	۲۸۸۵۲۲۵۱	۱/۲۸	۱/۱۶	۳/۱۸
ضریب تغیرات (٪)	-	۱۰/۶۹	۱۱/۲۷	۱۸/۹۴	۵/۰۹	۸/۶۷	۷/۵۰

**، * و ns به ترتیب بیانگر معنی‌دار در سطح احتمال یك و پنج درصد و عدم تفاوت معنی‌دار

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نایلون و بستر کشت بر صفات مرتبط با آب و اقتصادی نخود فرنگی در سال دوم کشت

منابع تغیرات	درجه آزادی	عملکرد دانه خشك	درآمد به ازایی آب مصرفی	سود خالص به ازاء واحد آب مصرفی	درآمد کل	درآمد خالص	درآمد ناخالص
بلوک	۲	۱۰۴۱۱۹ns	۷۲۵۱۹۹۰۱۶۶/۶ns	۱۷۱۶۴۷۴۷۸۰ns	۱/۸۳ns	۳۱/۲ns	۲/۳۱ns
نایلون	۲	۵۰۶۹۲۹۴**	۶۹۸۶۴۰۴۲۴۴۳/۰**	۳۰۰۵۶۴۹۹۴۶۷**	۳/۳۸**	۷/۷۸**	۷/۷۸**
بستر	۲	۱۱۱۵۲۷ns	۳۰۶۴۶۷۹۵۷۳/۷ns	۳۸۶۲۶۳۷۱۳۲ns	۶/۹۸**	۵/۰۶*	۵/۰۶*
نایلون × بستر	۴	۶۳۹۸۴۸*	۱۰۰۲۹۶۱۷۸۰۷/۰ns	۹۰۷۶۳۰۱۵۴۵ns	۴/۸۱ns	۸/۶۷ns	۸/۶۷ns
خطا آزمایش	۱۶	۱۵۲۷۱۶	۳۶۰۸۲۴۱۶۷۷/۵	۳۵۹۶۷۳۰۶۷۵	۷/۰۵	۱/۰۵	۱/۰۵
ضریب تغیرات(٪)	-	۱۷/۱۵	۱۵/۳۵	۲۴/۳۷	۵/۲۱	۱۴/۸۲	۱۰/۰۷

**، * و ns به ترتیب بیانگر معنی‌دار در سطح احتمال یك و پنج درصد و عدم تفاوت معنی‌دار

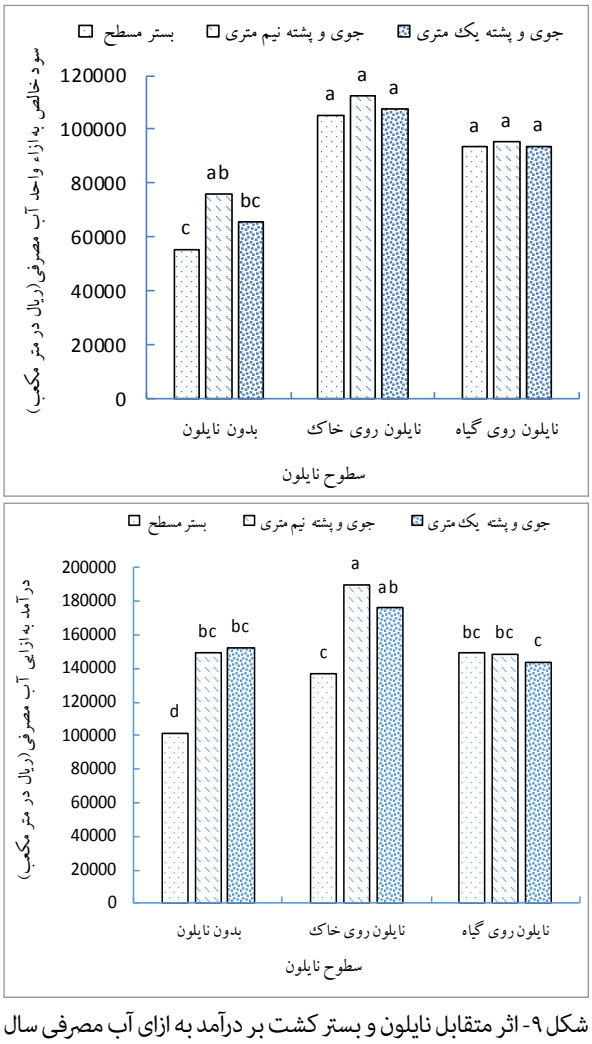
جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل نایلون و بستر کاشت بر عملکرد دانه خشك نخود فرنگی در سال اول و دوم

تیمارها	عملکرد دانه خشك (کیلوگرم در هکتار)، سال اول	عملکرد دانه خشك (کیلوگرم در هکتار)، سال دوم
P1N1	۱۸۶۵f	۱۶۱۰c
P2N1	۳۶۷۴bc	۲۱۹۵bc
P3N1	۲۸۹۹e	۱۵۷۱c
P1N2	۳۰۵۴de	۲۷۷۵b
P2N2	۴۴۳۷a	۳۸۲۸a
P3N2	۴۰۴۷ab	۲۷۸۹b
P1N3	۳۲۱۳c-e	۱۹۷۳c
P2N3	۳۶۱۲b-d	۱۷۶۴c
P3N3	۲۷۸۴e	۱۹۸۷c

تیمارهای P1، P2 و P3 به ترتیب بستر کاشت مسطح، کشت در جوی ۵۰ سانتی‌متر و کشت در جوی ۱۰۰ سانتی‌متر می‌باشند. N1، N2 و N3 به ترتیب بدون خاك‌پوش، خاك‌پوش روی خاك و نایلون روی گیاه می‌باشند. در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یك حرف مشترك بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند. بارش موثر در سال اول و دوم به ترتیب معادل ۴۳۰ و ۲۵۰ میلی‌متر بوده است.

- **شاخص درآمد به ازای آب مصرفی (BPD):** در سال اول کشت، این صفت تحت تأثیر اثر متقابل دوگانه نایلون و بستر کشت قرار گرفته است (جدول ۲). بالاترین و پایین‌ترین شاخص درآمد به ازای آب مصرفی در تیمار نایلون روی خاک و جوی و پشته نیم متری و بدون نایلون و کشت مسطح حاصل شده است (شکل ۹). در سال دوم کشت شاخص درآمد به ازای آب مصرفی تنها تحت تأثیر اثر ساده نایلون قرار گرفته است (جدول ۳). در تیمار استفاده از نایلون بالاترین میزان این شاخص در تیمارهای نایلون روی خاک و پایین‌ترین میزان در تیمارهای نایلون روی گیاه و بدون نایلون حاصل شده است (جدول ۵). چون این شاخص، حاصل درآمد به ازای آب مصرفی است آنچه که درآمد فروش یعنی عملکرد غلاف تازه و عملکرد بیولوژیک را تحت تأثیر قرار دهد بر این صفت نیز موثر است. تأثیر خاك‌پوش‌های آلی بر عملکرد، بهره‌وری آب و اقتصاد ارقام نخود باغی نشان داد، خاك‌پوش کاه شلتوک به ترتیب با مقادیر ۸۹/۳۳ کیلوگرم در هکتار، ۵۴/۱۴ کیلوگرم در هکتار در میلی‌متر و ۳/۱۶ از نظر عملکرد غلاف سبز، بهره‌وری آب و نسبت سود به هزینه، هم از خاك‌پوش علف‌های هرز و هم بدون خاك‌پوش علف‌های هرز بهتر عمل کرد. بررسی‌ها نشان داد بهترین استراتژی جایگزین زراعی برای دستیابی به حداکثر بازده محصول نخود باغی، خاك‌پوش کاه شلتوک و به دنبال آن خاك‌پوش علف‌های هرز و غیر خاك‌پوش بود (Pradosh Kumar و همکاران، ۲۰۲۳).

- **شاخص سود خالص به ازاء واحد آب مصرفی (NBPD):** طبق جدول تجزیه واریانس داده‌ها این صفت در سال اول تحت تأثیر اثر متقابل دوگانه نایلون و بستر کشت قرار گرفته است (جدول ۲). براساس نتایج مقایسه میانگین بالاترین و پایین‌ترین شاخص سود خالص به‌ازای آب مصرفی در تیمار نایلون روی خاک و بستر جوی و پشته نیم متری و بدون نایلون و بستر مسطح حاصل شده است (شکل ۹). در سال دوم کشت شاخص درآمد به ازای آب مصرفی تنها تحت تأثیر اثر ساده نایلون قرار گرفته است (جدول ۳). تحت استفاده از نایلون بالاترین سود خالص در تیمار نایلون روی خاک و پایین‌ترین میزان در تیمار نایلون روی گیاه و بدون نایلون حاصل شده است (جدول ۵). هر عاملی که سود خالص را افزایش دهد این شاخص را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. در مطالعه‌ای بیان شده که خاك‌پوش پلاستیکی علاوه‌بر افزایش عملکرد محصول توت فرنگی کاهش قابل توجهی در حجم علف‌های هرز را به دنبال داشته است (Devetter و همکاران، ۲۰۱۷). پس از دو راه، افزایش عملکرد و کاهش هزینه کارگری و یا علف‌کش خاك‌پوش می‌تواند سود زارع و همچنین شاخص سود خالص به ازای آب مصرفی را افزایش دهد.



شکل ۹- اثر متقابل نایلون و بستر کشت بر درآمد به ازای آب مصرفی سال اول و سود خالص به ازای آب مصرفی سال اول. بارش موثر در سال اول و دوم به ترتیب معادل ۴۳۰ و ۲۵۰ میلی‌متر بوده است.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر اصلی نایلون بر صفات مرتبط با شرایط آبی و اقتصادی نخود فرنگی در سال اول و دوم

تیمار نایلون[1]	درآمد کل سال اول (ریال)	درآمد خالص سال اول (ریال در هکتار)	درآمد ناخالص سال اول (ریال در هکتار)	درآمد به ازایی آب مصرفی سال دوم (ریال در متر مکعب)	سود خالص به ازاء واحد سال دوم (ریال در متر مکعب)	درآمد کل سال دوم (ریال در هکتار)	درآمد خالص سال دوم (ریال در هکتار)	درآمد ناخالص سال دوم (ریال در هکتار)
N1	۴۹۹۰۵۲۷۴۴c	۲۵۵۳۸۶۰۷۸c	۳۱۷۱۸۶۰۷۸c	۳۲۶۰۱۴b	۲۳۹۲۸۰b	۴۹۱۲۲۵۸۶۷b	۱۷۷۳۳۱۴۲۲b	۲۵۶۵۱۶۵۵۶b
N2	۹۱۳۳۰۲۴۷۸a	۴۸۸۵۴۶۹۲۲a	۵۵۰۳۴۶۹۲۲a	۴۶۸۵۴۸a	۳۰۶۹۲۲a	۷۶۴۰۱۶۲۲۲a	۳۲۵۲۰۰۶۶۷a	۴۲۸۲۰۰۶۶۷a
N3	۷۳۷۰۶۳۰۷۸b	۴۳۵۵۲۹۷۴۴b	۴۹۷۳۲۹۷۴۴b	۳۰۷۵۵۴b	۱۹۱۹۳۹b	۳۸۸۹۹۷۶۶۷c	۱۵۳۵۱۶۵۵۶b	۲۸۰۳۳۱۴۲۲b

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یك حرف مشترك بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. ۱به ترتیب N0، N1 و N2 شامل بدون نایلون، نایلون روی خاک و نایلون روی گیاه است. بارش موثر در سال اول و دوم به ترتیب معادل ۴۳۰ و ۲۵۰ میلی‌متر بوده است.

• صفات مرتبط با ارزیابی اقتصادی

- **درآمد کل:** این صفت در سال اول کشت تحت تأثیر اثرات ساده نایلون و بستر کشت قرار گرفته است (جدول ۲). تحت استفاده از نایلون بالاترین و پایین‌ترین درآمد کل در تیمار نایلون روی خاک و بدون نایلون حاصل شده است (جدول ۵). همچنین تحت تأثیر بستر کشت بالاترین درآمد کل در تیمارهای جوی و پشته نیم متری و یک متری و پایین‌ترین در تیمارکشت مسطح حاصل شده است (جدول ۶). در سال دوم کشت نیز این صفت تحت تأثیر اثرات ساده نایلون و بستر کشت قرار گرفته است (جدول ۳). تحت استفاده از نایلون بالاترین و پایین‌ترین درآمد کل در تیمار نایلون روی خاک و بدون نایلون حاصل شده است (جدول ۵). همچنین تحت تأثیر بستر کشت بالاترین درآمد کل در تیمارهای جوی و پشته نیم متری و یک متری و پایین‌ترین در تیمار کشت مسطح حاصل شده است (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر اصلی بستر کشت بر شرایط اقتصادی گیاه نخود فرنگی در سال اول و دوم و مرکب

تیمار بستر کشت	درآمد کل سال اول (ریال)	درآمد خالص سال اول (ریال)	درآمد ناخالص سال اول (ریال)	درآمد کل سال دوم (ریال)	درآمد خالص سال دوم (ریال)	درآمد ناخالص سال دوم (ریال)	هزینه کل دو سال (ریال)
بستر مسطح	۶۷۹۴۸۱۴۵۶b	۳۵۶۵۴۸۱۲۲b	۴۱۸۳۴۸۱۲۲b	۵۱۷۴۹۲۹۷۸b	۱۹۱۵۱۴۰۸۹b	۳۳۸۲۷۳۳۷۸a	۳۲۴۴۵۶۱۱۱ab
بستر جوی و پشته نیم متری	۷۴۰۷۳۵۳۳۳a	۴۱۱۸۲۳۷۳۳a	۴۷۲۸۹۰۸۸۹a	۵۷۱۹۸۸۹۳۳a	۲۳۵۲۷۳۳۷۸a	۳۳۲۲۶۱۱۷۸a	۳۲۱۴۳۷۲۲۲b
بستر جوی و پشته یک متری	۷۲۹۲۰۱۵۱۱a	۴۱۱۰۹۰۸۸۹a	۴۷۳۶۲۳۷۳۳a	۵۵۴۷۵۷۸۴۴a	۲۲۹۲۶۱۱۷۸a	۲۹۴۵۱۴۰۸۹b	۳۳۳۱۸۰۰۰۰a

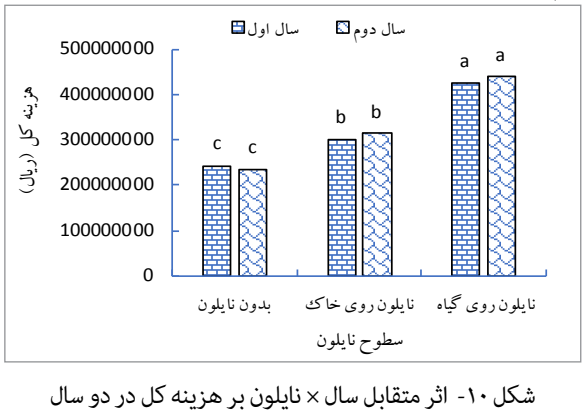
در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یك حرف مشترك بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارد.

- **هزینه کل:** طبق جدول دو سال داده‌ها این صفت تحت تأثیر اثر ساده بستر کشت و اثر متقابل دوگانه سال و نایلون قرار گرفته است (جدول ۷). تحت بستر کشت به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین هزینه کل در تیمارهای جوی و پشته یک متری و کشت مسطح حاصل شده است (جدول ۶). همچنین تحت اثر متقابل سال و نایلون بالاترین و پایین‌ترین هزینه کل در تیمارهای سال دوم و نایلون روی گیاه و سال دوم و بدون نایلون حاصل شده است (شکل ۱۰).

جدول ۷- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) اثر نایلون و بستر کشت بر هزینه کل نخود فرنگی در دو سال

منابع‌تغییرات	درجه آزادی	هزینه کل
سال	۱	۴/۹۸ns
بلوک	۴	۲/۶۲ns
نایلون	۲	۱/۷۰**
بستر	۲	۶/۶۹*
سال×نایلون	۲	۶/۸۹*
سال×بستر	۲	۳/۲۲ns
نایلون×بستر	۴	۱/۷۴ns
سال×نایلون×بستر	۴	۲/۹۹ns
خطاآزمایشی	۳۲	۱/۳۶
ضریب‌تغییرات(٪)	-	۳/۵۸

**، * و ns به ترتیب بیانگر معنی دار در سطح احتمال یك و پنج درصد و عدم تفاوت



شکل ۱۰- اثر متقابل سال × نایلون بر هزینه کل در دو سال

- **درآمد خالص:** براساس جدول‌های تجزیه واریانس داده‌ها این صفت در هر دو سال زراعی تحت تأثیر اثرات ساده نایلون و بستر کشت قرار گرفته است (جدول‌های ۲ و ۳). در سال اول و تحت نایلون بالاترین و پایین‌ترین درآمد خالص در تیمار نایلون روی خاک و بدون نایلون حاصل شده است (جدول ۵). همچنین تحت بستر کشت در این سال زراعی بالاترین درآمد خالص در تیمارهای جوی و پشته نیم متری و یک متری و پایین‌ترین در تیمار بستر کشت مسطح حاصل شده است (جدول ۶). در سال دوم کشت تحت نایلون نیز بالاترین درآمد خالص در تیمار نایلون روی خاک و پایین‌ترین در تیمارهای نایلون روی گیاه و بدون نایلون حاصل شده است (جدول ۵) و تحت بستر کشت بالاترین درآمد خالص در تیمارهای جوی و پشته نیم متری و یک متری و پایین‌ترین در تیمار کشت مسطح حاصل شده است (جدول ۶).

- **درآمد ناخالص:** براساس جدول‌های تجزیه واریانس داده‌ها این صفت در هر دو سال زراعی تحت تأثیر اثرات ساده نایلون و بستر کشت قرار گرفته است (جدول‌های ۲ و ۳). در سال اول و در تیمار خاک‌پوش نایلونی، بالاترین و پایین‌ترین درآمد ناخالص در تیمار نایلون روی خاک و بدون نایلون حاصل شده است (جدول ۵). همچنین تحت بستر کشت در این سال زراعی بالاترین درآمد ناخالص در تیمار بستر جوی و پشته یک متری و نیم متری و پایین‌ترین در تیمار بستر مسطح حاصل شده است (جدول ۶). در سال دوم کشت نیز تحت نایلون بالاترین درآمد ناخالص در تیمار نایلون روی خاک و پایین‌ترین در تیمارهای نایلون روی گیاه و بدون نایلون حاصل شده است (جدول ۵) و تحت بستر کشت بالاترین و پایین‌ترین درآمد ناخالص در تیمارهای جوی و پشته یک متری و نیم متری و پایین‌ترین در تیمار بستر کشت مسطح حاصل شده است (جدول ۶).

درآمد مقدار پولی است که از فروش محصول (دانه و کاه) به‌دست می‌آید. باتوجه‌به اینکه در سال اول محصول بیشتری تولید شده درآمد نیز بالاتر بوده است. تحت تیمار نایلونی، در شرایط نایلون روی خاک باتوجه‌به عملکرد اقتصادی و کلش بالاتر، درآمد بالاتری حاصل شده است. در سال اول تیمار کشت مسطح در سطح پایین درآمدی باتوجه‌به تولید غلاف کمتر قرار گرفته اما در سال دوم کشت تیمار نایلون روی گیاه چون بعد از برداشت آسیب سرمای دیده عملکرد پایین داشته است. هزینه‌ها به ترتیب شامل خرید پلاستیک، کارگر جهت نصب خاک‌پوش، هزینه کرایه میلگرد برای نگهداشتن نایلون (سیستم رایج برای کشت زیر نایلون روی گیاه در منطقه)، شخم زنی، بذر، کود، هزینه وجین و هزینه برداشت محصول بوده است. آنچه مسلم است در سال دوم هزینه‌ها بالاتر از سال اول بوده و نتیجه معقول است. هزینه کل به ترتیب تحت نایلون از زیاد به کم شامل نایلون روی گیاه، بدون نایلون و نایلون روی خاک است. در کل تحت نایلون روی گیاه هزینه‌ها بالاتر است علت آن نیاز بیشتر این تیمار به پلاستیک، هزینه میلگرد و هزینه وجین در نایلون روی گیاه است. در سیستم تهیه بستر کشت، تهیه بستر جوی و پشته یک متری هزینه بالایی دارد. درآمد خالص به‌عنوان بهترین شاخص برای سنجش ارزش اقتصادی یک محصول است که در هر دو سال زراعی در تیمار نایلون روی خاک و بستر کشت جوی و پشته نیم‌متری در بالاترین حد قرار دارد. درآمد ناخالص از تفاوت بین درآمد کل و هزینه‌های متغیر (خرید و نصب نایلون، اجاره میلگرد، هزینه برداشت و وجین) به‌دست می‌آید. در تیمار کشت نایلون روی گیاه چون هزینه میلگرد، وجین و میزان استفاده از نایلون بیشتر است اگر شرایط رشدی مناسب نداشته باشد و عملکرد بالا نباشد، درآمد ناخالص کمتری نیز دارد. در بررسی اثر تیمارهای خاک‌پوش پلاستیکی نقره‌ای، خاک‌پوش سیاه، خاک‌پوش سیاه سوراخ دار، خاک‌پوش کاه و کلش و بدون خاک‌پوش بر شرایط اقتصادی سیب زمینی گزارش شد که خاک‌پوش نقره‌ای بالاترین نسبت سود به هزینه را داشته است و کمترین سود به هزینه در تیمار بدون خاک‌پوش حاصل شده است. علت افزایش سود در این تیمار را افزایش عملکرد گزارش کرده‌اند و علت افزایش عملکرد را به شرایط دمایی خاک تحت این تیمارها نسبت داده‌اند (Ghimire و همکاران، ۲۰۲۱). در یک متاآنالیز اثرات خاک‌ورزی حفاظتی و خاک‌پوش کاه بر عملکرد محصول، کارایی مصرف آب، ترسیب کربن و مزایای اقتصادی در منطقه فلات لس چین مطالعه شد. نتایج نشان داد خاک‌پوش کاه بدون خاک‌ورزی (NTS) عملکرد گندم و نخود را به ترتیب ۱۴/۳و ۲۹/۵ درصد نسبت به خاکورزی افزایش داد. NTS می‌تواند حداکثر سود اقتصادی را ارائه دهد (Qin و همکاران، ۲۰۲۴).

نتیجه‌گیری

کرت‌های با خاک پوش پلاستیکی روی خاک به همراه جوی و پشته نیم‌متری به علت نگهداری آب خاک در اغلب مراحل رشدی بالاترین رطوبت خاک را داشتند. باتوجه‌به دو شاخص سود خالص به ازاء واحد آب مصرفی و درآمد خالص نخود فرنگی در دو سال، تیمارهای نایلون کشی به همراه بستر جوی و پشته به‌خصوص تیمار نایلون روی خاک و جوی و پشته نیم متری باعث افزایش این دو شاخص شده است، لذا می‌توان این تیمار را برای افزایش درآمد کشاورز و حفظ منابع رطوبتی خاک توصیه کرد. استفاده از جوی و پشته‌های دائمی برای کاهش هزینه‌ها برای تحقیقات بعدی پیشنهاد می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

1-Benefit Per Drop

2-Net Benefit Per Drop

منابع

خالقی، نوشین. (۱۳۹۴). مقایسه روش‌های برآورد بارش مؤثر در کشاورزی. آب و توسعه پایدار، ۲(۲)، ۵۱-۵۸. doi: 10.22067/jwsd.v2i2.46823

کریمی، محمد، و جلینی، محمد. (۱۳۹۶). بررسی شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی در محصولات مهم زراعی، مطالعه موردی: دست مشهد (یاداشت فنی). نشریه آب و توسعه پایدار، ۴(۱)، ۱۳۳-۱۳۸. doi: 10.22067/jwsd.v4i1.52783

حسینی، آزاده، و نعمتی، حسین. (۱۳۹۳). اثر فاصله آبیاری بر خصوصیات رشدی، عملکرد کمی و کیفی گوجه فرنگی (Solanum Lycopersicum. L.) در شرایط کاربرد و عدم کاربرد مالچ پلاستیکی. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۶(۳): ۵۵۲- ۵۶۰. doi: 10.22067/jag.v6i3.23710

Awal, A.M., Dhar, P., & Sultan, M. (2016). Effect of mulching on microclimatic manipulation, weed suppression, and growth and yield of pea (Pisum sativum L.). Journal of Agriculture and Ecology Research International, 8(2), 1-12. doi: 10.9734/JAERI/2016/25936

Bakhsh, A., Ashfaq, M., Ali, A., Hussain, M., Rasool, G., Haider, Z., & Faraz, R.H. (2015). Economic evaluation of different irrigation systems for wheat production in Rechna Doab, Pakistan. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 52(3), 821-828. https://www.researchgate.net/publication/284747453_Economic_evaluation_of_different_irrigation_systems_for_wheat_production_in_Rechna_Doab_PAA

Basediya, A. L. Mishra, S., Gupta, R., Kumar, P., & Basediya, S. S. (2018). Performance of Ridge and Furrow System on the Growth and Yield Attribution of Soybean in Barwani District of M.P. India. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7, 2319-7706. doi: 10.20546/ijcmas.2018.708.055

Condori, B., Fleisher, D. H., & Lewers, K. (2017). Relationship of strawberry yield with microclimate factors in open and covered raised-bed production. Transactions of the ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers), 60(5), 1511-1525. https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=48465

DeVetter, L. W., Zhang, H., Ghimire, S., Watkinson, S., & Miles, C.A. (2017). Plastic Biodegradable Mulches Reduce Weeds and Promote Crop Growth in Day-neutral Strawberry in Western Washington. American Society for Horticultural Science, 52(12), 1700–1706. doi: 10.21273/HORTSCI12422-17

Etezadi Syeidi M., & Rezvani Moghdm, P. (2011). Study yield, its components and nitrogen use effecincy using of compost mushroom, biological and urea fertilizer in wheat. Journal Agronomy Ecoliogcal, 3, 313-323.

Fan, Y., Ding, R., Kang, S., Hao, X., Du. T., Tong, L., & Li, S. (2017). Plastic mulch decreases available energy and evapotranspiration and improves yield and water use efficiency in an irrigated maize cropland. Agricultural Water Management, 179(1), 122-131. doi: 10.1016/j.agwat.2016.08.019

Ghimire, N., Srivastava, A., Poude, D., & Gaire, K. R. (2021). Yield and Economic Analyses of Different Mulching Materials for Potato Production. International Journal of Horticultural Science and Technology, 8(4), 323-334.

Hu, Y. J., Wu, S. F. & Feng, H. (2015). Effects of mulching method on soil moisture and yield of summer maize. China Agriculture Meteorology, 36(6), 699-785.

Li, Y. J., Ma, L. S., Wu, P. T., Zhao, X. N., Chen, X. L., & Gao, X. D. (2020). Yield, yield attributes and photosynthetic physiological characteristics of dryland wheat (Triticum aestivum L.)/maize (Zea mays L.) strip intercropping. Field Crops Reserch, 248, 107656. doi: 10.1016/j.fcr.2019.107656

Lira Junior, M. A., Lima, A. S. T., Arruda, J. R. F., & Smith, D. L. (2005). Effect of root temperature on nodule development of bean lentil and pea. Soil Biology Biochemical, 37, 235-239. doi: 10.1016/j.soilbio.2004.07.032

Ramakrishna, A., Tam, H. M., Wani, S. P., & Long, T. D. (2006). Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. Field Crops Reserch, 95, 115–125. doi: 10.1016/j.fcr.2005.01.030

Qin W., Niu L., You Y., Cui S., Chen C., & Li Z. (2024). Effects of conservation tillage and straw mulching on crop yield, water use efficiency, carbon sequestration and economic benefits in the Loess Plateau region of China: A meta-analysis. Soil and Tillage Research, 238, 106025. doi: 10.1016/j.still.2024.106025

Ramana, R.K.V., Aherwar, P., Gangwar, S., Soni, K., & Yadav, D. (2018). Growth, yield, economics, water use efficiency and microbial functions of pigeon pea crop influenced by drip irrigation with plastic mulch. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(12), 2284-2290. doi: 10.20546/ijcmas.2018.712.259

Sajid, M., Hussain, I., Ahmad Khan, I., Rab, A., Jan, I., Wahid, F., & Tanveer Shah, S. (2013). Influence of organic mulches on growth and yield components of pea's cultivars. Greener Journal of Agricultural Sciences, 3(8), 652-657. doi: 10.15580/GJAS.2013.3.122912351

Singh, T., Raturi, H.C., & Uniyal, S.P. (2021). Effect of biofertilizer and mulch on growth, yield, quality and economics of pea (Pisum sativum L.). Indian Journal of Agricultural Research, 57(3), 330-335. doi: 10.18805/IJARe.A-5696

Taromi Aliabadi, B., assandokht, M.R. Etesami, H., Alikhani, H. A., & Dehghanisanij, H. (2019). Effect of mulching on some characteristics of tomato (lycopersicon esculentum mill.) under deficit irrigation. Journal of Agricultural Science and Technology, 21(4), 927-941.

Yang, N., Sun, Z. X., Feng, L. S., Zheng, M. Z., Chi, D. C., Meng, W. Z., Hou, Z. Y., Bai, W., & Li, K. Y. (2015). Plastic film mulching for water-efficient agricultural applications and degradable films materials development research. Materials and Manufacturing Processes, 30(2), 143-154. doi: 10.1080/10426914.2014.930958

Liu, Y., Zhang, X. L., Xi, L. Y., Liao, Y. C., & Han, J. (2020). Ridge-furrow planting promotes wheat grain yield and water productivity in the irrigated sub-humid region of China. Agricultiral Water Management, 231, 105935. doi: 10.1016/j.agwat.2019.105935

Mak Mensah, E., Yeboah, F. K. Obour, P. B., Usman, S., Essel, E., Bakpa, E. P., Zhang, D., Zhou, X., Zhou, W., Wang, Q., & Ahiakpa, K. A. (2022). Integration of ridge and furrow rainwater harvesting systems and soil amendments improve crop yield under semi arid conditions. Paddy and Water Environment, 20, 287-302. doi: 10.1007/s10333-022-00900-y

Mo, F., Wang, J. Y., Zhou, H. Luo, C. L., Li, X. Y., Li, F. M., Xiong, L. B., Kavagi, L., Nguluu, S. N., Xiong, Y. C., & Zhang, X. F. (2017). Ridge-furrow plastic-mulching with balanced fertilization in rainfed maize (Zea mays L.): an adaptive management in east African Plateau. Agriculcher and Forest Meteorology, 236, 100-112. doi: 10.1016/j.agrformet.2017.01.014

Niua, L., Yanc, Y., Houc, P., Baia W., Zhaod, R., Wangd, Y., Lic, S., Dub, T., Zhaoc, M., Songa, J., & Zhou, W. (2020). Influence of plastic film mulching and planting density on yield, leaf anatomy, and root characteristics of maize on the Loess Plateau. The Crop Journal, 8, 548-564. doi: 10.1016/j.cj.2019.12.002

Pradosh Kumar, P., Ray, L.I. P., & Shirisha, K. (2023). Effect of Organic Mulches on Yield, Water Productivity and Economy of Garden Pea Cultivars. International Journal of Environment and Climate Change, 13(8), 1773-1783. doi: 10.9734/ijecc/2023/v13i82131

Parte, V., Vishnu K., & Ranawat, J. S. (2022). Mulching: Recent Advances in Mulching and It's Benefits on Agriculture. Just Agriculture, 3(2), 155-166. https://doi.org/10.1016/j.still.2017.01.001

Peksen, E., Peksen, A., Bozoglu, H., & Gulumser, A. (2004). Comparison of fresh pod yield and pod related characteristics in pea (Pisum sativum L.) cultivars sown in autumn and spring under samssun ecological conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 28, 363-370.

Yuan, Z. Q., Zhang, R., Wang, B. X., Gao, B. Q., Ayana, G., Abera, D., Ashraf, M., & Li, F. M. (2019). Film mulch with irrigation and rainfed cultivations improves maize production and water use efficiency in Ethiopia. Annals of Applied Biology, 175(2), 215–227. doi: 10.1111/aab.12531

Zhang, P., Wei, T., Cai, T., Ali, S., Han, Q., Ren, X., & Jia, Z. (2017). Plastic-film mulching for enhanced water-use efficiency and economic returns from maize fields in semiarid China. Frontiers in Plant Science, 8, 512. doi: 10.3389/fpls.2017.00512

Zhang, F., Guo, S.H., Zhang, C.H., & Guo, P. (2019). An interval multiobjective approach considering irrigation canal system conditions for managing irrigation water. Journal of Cleaner Production, 211, 293-302. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.11.111