بررسی تأثیر آفتاب‌دهی خاک بر روند جمعیت گونه‌های *Fusarium* در شرایط آب و هوایی همدان

محمد جواد سلیمانی[۱]

چکیده

بیماری‌های پوسیدگی طوقه و ریشه گیاهان ناشی از گونه‌های قارچ فوزاریوم خسارات شدیدی را روی تعدادی از محصولات زراعی در همدان باعث می‌شوند. پتانسیل بیماری‌زایی برخی از گونه‌های این جنس در ایجاد بیماری‌های مخرب می‌تواند عامل محدود کننده‌ای در تولید محصولات کشاورزی به ویژه غلات و سیب زمینی در همدان محسوب شود. این پژوهش با هدف بررسی و تعیین تأثیر احتمالی آفتاب‌دهی خاک بر روند جمعیت گونه‌های Fusarium در شرایط آب هوایی همدان صورت گرفته است. بدین منظور آزمایش‌های مزرعه‌ای در خاک با آلودگی طبیعی به قارچ مذکور و در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کاملاً تصادفی صورت گرفته است. نمونه برداری خاک از تیمارهای مختلف ۳- ۵ و ۸ هفته بعد از پلاستیک‌کشی از اعماق مختلف خاک صورت گرفته و شمارش تعداد زادمایه‌های قارچ در محیط‌های کشت انتخابی انجام شده است.

نتایج نشان داده است که جمعیت قارچ در خاک‌های تیمار شده (تیمارهای ۵ و ۸ هفته‌ای) در مقایسه با شاهد و تیمار۳ هفته‌ای به صورت معنی‌داری کاهش یافته است. مطابق یافته‌های به دست آمده کنترل بیماری‌های خاکزاد ناشی از قارچ فوزاریوم در شرایط آب و هوایی خنک همدان نیز با استفاده از روش گرما دهی مرطوب خاک امکان‌پذیر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *آفتاب‌دهی خاک*، ***Fusarium***، *همدان*

مقدمه

استفاده از آفتاب دهی (Soil solarization) به عنوان یکی از روش‌های کنترل غیر شیمیایی بیمارگرهای گیاهی خاکزاد و علف‌های هرز در طول دو دهه گذشته به طور روز افزون مورد توجه قرار گرفته است(۹ و ۱۸). در حال حاضر یکی از بحث‌های کلان در تولید محصول در کشاورزی پایدار (Sustainable agriculture) استفاده بهینه وحداقل از منابع غیر تجدید شونده در جهت افزایش عملکرد محصول می‌باشد.

استفاده از انرژی خورشید در گرمادهی خاک نخستین بار در سال۱۹۷۶میلادی به منظور از بین بردن بیمارگرهای خاکزاد

۱. استادیار گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.2.19.4]

صورت گرفته است(۱۳). از آن پس در مناطقی از دنیا که تابستان‌های گرم و تعداد روزهای آفتابی بسیار دارند بیشتر متداول شده و هم اکنون در بیش از چهل کشور جهان به عنوان یک روش کنترل مؤثر در کاهش خسارت آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز استفاده می‌شود(۱۸). پلاستیک‌کشی سطح خاک مزرعه‌ای که قبلاً با آبیاری مرطوب شده، در مواقع گرم سال به منظور محبوس نمودن هوا در زیر پلاستیک و افزایش دمای خاک در اثر تابش خورشید اساس روش آفتاب‌دهی خاک می‌باشد.

در برخی از کشورهای حوزه دریای مدیترانه که دمای تابستان به اندازه کافی برای نابودی بیمارگرهای خاکزاد افزایش نمی‌یابد، از روش پلاستیک کشی دولایه استفاده می‌شود تا آثار پدیده گلخانه‌ای ناشی از تابش خورشید افزایش یافته و فرار حرارت از سطح خاک نیز کاهش یابد(۵ و ۱۸). استفاده از برخی مواد آلی از جمله بقایای گیاهان خانواده شب بو همراه با پلاستیک‌کشی خاک در افزایش تأثیرآفتاب‌دهی در کنترل خسارت بیمارگرهای گیاهی نقش داشته است (۱۶).

در میان فهرست میکروارگانیزم‌هایی که در اثر کاربرد آفتاب‌دهی کنترل شده‌اند نام بیش از ۴۰ بیمارگر قارچی ۲۵ نماتود انگل گیاهی و تعدادی باکتری و هم‌چنین تعداد بی‌شماری علف‌های هرز دیده می‌شود(۱۷).

گزارش‌ها، از کاهش خسارت ناشی از عوامل بیمارگر خاکزاد بعد از کاربرد آفتاب‌دهی خاک بسیار متعدد است که از جمله آنها می‌توان به مواردی مانند کنترل پژمردگی فوزاریومی پنبه (۱۲) نخود (۷) پژمردگی ورتیسیلیومی آرتیشو (۲۰) گوجه فرنگی (۱۹) و درختان پسته (۹) پوسیدگی درختان سیب ناشی از قارچ *Rosellinia* (۱۰) و کنترل قارچ *Pyrenochaeta lycopersici* روی گوجه فرنگی (۶) اشاره نمود که در همه موارد با کاربرد یک بار آفتاب‌دهی خاک به نتایج مثبت انجامیده است. نتایج کارهای اخیر بر روی کنترل خسارت شانکر باکتریایی گوجه فرنگی ناشی از *Clavibacter michiganensis* sub.sp. *michiganensis* در یونان نیز مؤید تأثیر معنی‌دار کاربرد این روش در کنترل خسارت این بیماری بوده است (۶).

اندام‌های مقاوم قارچی در خاک مدت‌های مدیدی می‌توانند پایداری بیمارگر را حفظ نمایند. مثلاً میکرواسکلروت‌های *Verticillium dahliae* ، به حالت خواب می‌توانند به مدت ۲۰ تا به ۳۰ سال در برابر تجزیه میکروبی مقاومت نموده و در خاک بقای خود را حفظ می‌نمایند(۲۲) و این درحالی است که همین میکرواسکلروت‌ها به حرارت ناشی از آفتاب‌دهی خاک به قدری حساسیت دارند که آفتاب‌دهی یک هفته‌ای خاک نیز برای نابودی آنها در سطوح بالایی خاک کافی است (۱۳، ۲۱).

گونه‌های *Fusarium* نیز یکی از بیمارگرهای شایع و متداول در روی گیاهان است که با تولید اسپورهای مقاوم، پایداری طولانی مدت در خاک داشته و افزایش تراکم اندام‌های قارچی باعث ایجاد بیماری‌هایی مانند پوسیدگی ریشه و طوقه و پژمردگی‌های آوندی در محصولات مختلف در بیشتر خاک‌های زراعی دنیا می‌شود. اثر تنش‌های حرارتی در از بین رفتن قدرت بیماری‌زایی قوه نامیه و میزان کربن کلامیدوسپورهای قارچ *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* مورد بررسی قرار گرفته و معلوم شده که چنانچه کلامیدوسپورهای قارچ مذکور در دمای کشنده ۴۵-۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ تا ۷۲ ساعت قرار داده شوند، با کاهش ۳۲/۵ درصدی کربن خود مواجه خواهند شد و در نتیجه قدرت بیماری‌زایی و جوانه زنی آنها نیز دچار کاهش می‌شود(۸). در همین آزمایش مشاهده شده است که دمای ۴۰°C به مدت ۲ ساعت طی یک دوره ۱۵ روزه آثار کاهش دهنده معنی‌داری در روی قدرت بیماری‌زایی و جوانه‌زنی کلامیدوسپورهای قارچ مذکور داشته است.

کنترل گونه‌های مختلف قارچ‌های خاکزاد از جمله *Fusarium* spp. به طور عمده مبتنی برتناوب روش ضد عفونی شیمیایی خاک و یا به کارگیری ارقام و واریته‌های مقاوم میزبان بوده است. با این وجود این روش‌ها همواره قابل اتکا نبوده‌اند. زیرا استفاده از روش شیمیایی معمولاً به دلیل شرایط خاص خاک و محدودیت‌های زیست محیطی مورد سؤال بوده است و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.2.19.4]

دسترسی به ارقام مقاوم نیز در بیشتر محصولات زراعی و باغی به راحتی امکان‌پذیر نبوده است. با این وجود یکی از روش‌هایی که به عنوان روش جایگزین مطرح می‌باشد استفاده از آفتاب‌دهی خاک است که حداقل در نقاط گرمسیر قابل دست‌یابی است و عاری از آثار سوء کاربرد سموم شیمیایی نیز می‌باشد. اخیرا افزایش تراکم اندام‌های تکثیری این قارچ‌ها در مزارع و نهالستان‌های مختلف کشور گزارش شده که خسارت‌های عمده‌ای را به تولید محصولاتی مانند گندم و جو (۲ و۴ و۱) نیشکر (۳) سبب شده است. در استان همدان نیز که از قطب‌های عمده کشت سیب زمینی در کشور می‌باشد از زمانی‌که کشت گیاه سیر به دلایل اقتصادی از الگوی تناوب زراعی منطقه حذف شده است، استمرار کشت دائمی سیب زمینی در تابستان باعث افزایش تراکم جمعیت عوامل بیماری‌زای خاکزاد و از جمله قارچ فوزاریوم شده است. هم‌چنین وجود گزارش‌هایی از خسارت این قارچ بر روی محصولات دیگر از جمله غلات (۱) در این مناطق باعث شد تا امکان کنترل غیر شیمیایی این بیمارگر با استفاده از روش آفتاب‌دهی مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. بنابراین سؤال مهم در ارائه این راه‌کار وضعیت آب و هوایی منطقه و پایین بودن دمای هوا در فصل تابستان بوده است. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر یک بار آفتاب‌دهی خاک بر دینامیک جمعیت گونه‌های *Fusarium* به عنوان یکی از عوامل بیمارگر مهم محصولات زراعی در شرایط آب و هوایی این منطقه معتدل از کشور است.

مواد و روش‌ها

مشخصات زمین مورد آزمایش

این پژوهش در تابستان سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۸۰ در مزرعه‌ای با بافت خاک لومی- شنی از روستای ده پیاز در ۵ کیلومتری شمال شهرستان همدان صورت گرفته است. با توجه به این‌که در این مطالعه تأثیر آفتاب‌دهی بر جمعیت قارچ در خاکی با آلودگی طبیعی مورد نظر بوده است بدین جهت از سال قبل مزارعی که زیر کشت سیب زمینی بوده و به طور شدیدی علائم آلودگی پوسیدگی فوزاریومی را نشان می‌دادند شناسایی شدند. نمونه‌هایی از خاک مزرعه برای تعیین مشخصات خاک از جمله بافت خاک، میزان اسیدیته(pH)، میزان مواد آلی موجود در خاک (Organic Matter) و هدایت الکتریکی (Ec) آن مورد استفاده قرارگرفته است.

نمونه برداری

تعداد ۶۰ نمونه ۲۰۰ گرمی خاک از نقاط مختلف مزرعه جمع‌آوری و پس از الک کردن و خشک نمودن آنها با استفاده از روش (۱۵) Soil Dilution Plate نسبت به جداسازی گونه‌های *Fusarium* در محیط کشت اختصاصی (Nash & Snyder Medium) اقدام گردید (۱۴).

با توجه به نتایج به دست آمده از نمونه برداری از خاک و آزمایش‌های جمعیت سنجی زادمایه‌های (propagules) گونه‌های *Fusarium* انتخاب قطعه زمین مناسب، با آلودگی طبیعی صورت گرفت.

انجام پلاستیک‌کشی

دراین آزمایش بررسی تأثیر طول دوره آفتاب‌دهی و نوع پلاستیک‌ها با استفاده از هفت تیمار و سه تکرار در قالب طرح آماری بلوک‌های کاملاً تصادفی صورت گرفت. این تیمارها شامل مدت زمان آفتاب‌دهی که در آن سه دوره ۳- ۵ و ۸ هفته‌ای در نظر گرفته شده و دو نوع پلاستیک شفاف (Transparent Polyethylen Sheets) و سیاه (Black Polyethylen Sheets) به ضخامت ۵۰µm و تیمار شاهد (بدون پوشش پلاستیک) بوده‌اند. پس از انتخاب زمین و قبل از پلاستیک‌کشی در تاریخ اول مرداد ماه نسبت به آبیاری آن اقدام و سپس تیمارهای آزمایش در کرت‌هایی به ابعاد ۴ × ۷/۵ متر به صورت تصادفی انتخاب و سطح آنها با پلاستیک‌های شفاف و سیاه با عرض ۸ متر در کرت‌های مورد نظر پوشانیده شد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.2.19.4]

زمان شروع پلاستیک کشی ۷۹/۵/۴ بوده و پایان آن برای تیمارهای ۳ هفته‌ای ۷۹/۵/۲۷ و ۵ هفته‌ای ۷۹/۶/۱۴ و ۸ هفته‌ای ۷۹/۶/۳۱ بوده است. برای بررسی روند جمعیت زادمایه‌های قارچ در پایان هر یک از دوره‌های فوق الذکر نمونه برداری مرکب خاک به طور تصادفی در هر کرت از سه نقطه و از اعماق ۰- ۵ سانتی‌متری ۵ - ۱۵ سانتی‌متری و ۱۵- ۲۵ سانتی‌متری سطح خاک از کرت‌های مربوطه صورت گرفته و برای بررسی به آزمایشگاه انتقال داده شد.

کمیت سنجی زادمایه‌های قارچ

پس از آماده نمودن نمونه‌های خاک مطابق روش فوق‌الذکر سوسپانسیون رقیق محلول خاک در تشتک‌های پتری حاوی محیط کشت عمومی سیب زمینی- دکستروز- آگار (Potato Dextrose Agar) و نیز محیط کشت اختصاصی (Nash & Snyder Medium) برای گونه‌های *Fusarium* کشت داده شد. ظروف کشت به مدت ۳-۷ روز در انکوباتور و در دمای ۲۵°C نگه‌داری و پس از آن نسبت به تعیین و شمارش تعداد پرگنه‌های قارچ در هر گرم خاک خشک (Colony Forming Unit /g) بر اساس مشخصات ظاهری مانند نحوه رشد و رنگ پرگنه شکل و آرایش کنیدیوم‌ها و سلول پایه و نوع فیالیدها اقدام گردید.

ثبت دمای روزانه خاک با استفاده از دماسنج مخصوص خاک (Soil Thermometer) در تیمارهای مختلف مطابق شکل‌های ۱ تا ۳ انجام گردید. هم‌چنین به منظور اطمینان از دقت دمای اندازه‌گیری شده از داده‌های مربوط به دمای خاک در اعماق مختلف که در ایستگاه هواشناسی اکباتان- همدان جمع‌آوری شده بوده و در فاصله ۲ کیلومتری از روستای محل انجام آزمایش قرار دارد نیزجهت مقایسه استفاده گردید (شکل۴). ضمناً خصوصیات فیزیکی خاک ایستگاه از جمله رنگ و بافت و ساختمان آن کاملاً مشابه خاک مزرعه مورد آزمایش بوده است.

محاسبات آماری و تجزیه واریانس میانگین‌ها با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفته است.

نتایج و بحث

تأثیر آفتاب‌دهی بر دمای خاک

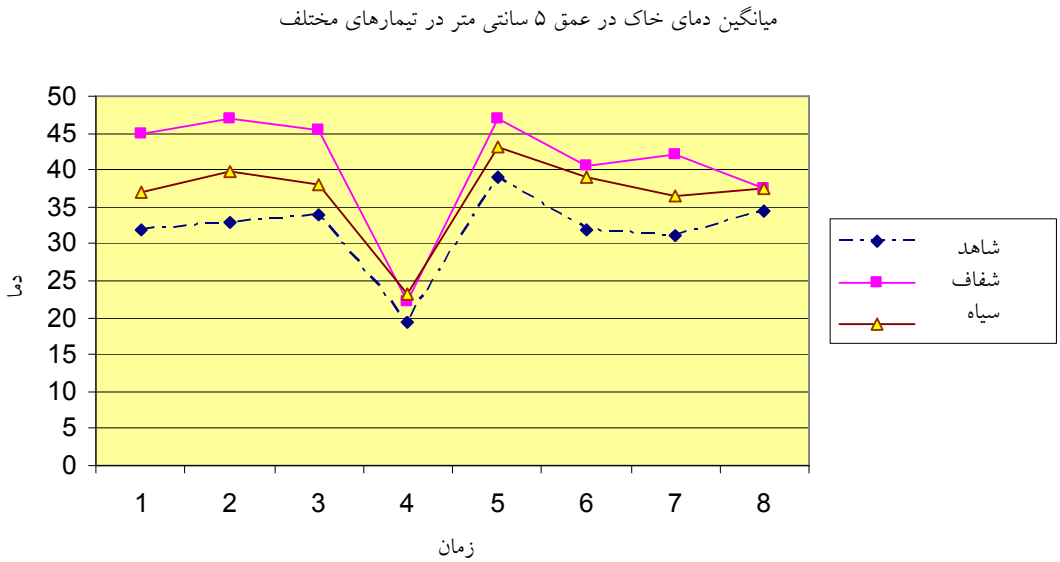
خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در قبل از انجام آزمایش که حاصل نمونه برداری مرکب خاک از نقاط مختلف قطعه زمین مورد آزمایش و اعماق سه گانه (۰-۵ و۵-۱۵و ۱۵- ۲۵ سانتی‌متری) بوده است نشان می‌دهد که میزان pH خاک حدود۱/ ۸ با درصد ماده الی ۱/۴و بافت خاک لومی- شنی و میزان EC خاک به طور متوسط $۳/۵ \times ۱۰^{۲}$ mho/cm^{۳} بوده است.

میانگین دمای اعماق مختلف خاک در تیمارهای مورد آزمایش در شکل‌های ۱ تا ۳ آمده است. براساس این نتایج متوسط دمای خاک در لایه‌های بالایی خاک بیشتر بوده و نوسانات آن نیز در ساعات مختلف شبانه روز بیشتر از اعماق بوده است. نتایج یادداشت برداری‌های دما در ساعات اولیه بامداد نمایانگر شدت نوسانات در لایه‌های بالایی خاک بوده و این در حالی است که در لایه‌های پایینی از میزان نوسان دما کاسته شده است. این نکته ناشی از کاهش میزان هدایت گرمایی خاک در اعماق زمین می‌باشد و در مقایسه روند نمودارها و به ویژه در شکل ۳ کاملاً مشهود است.

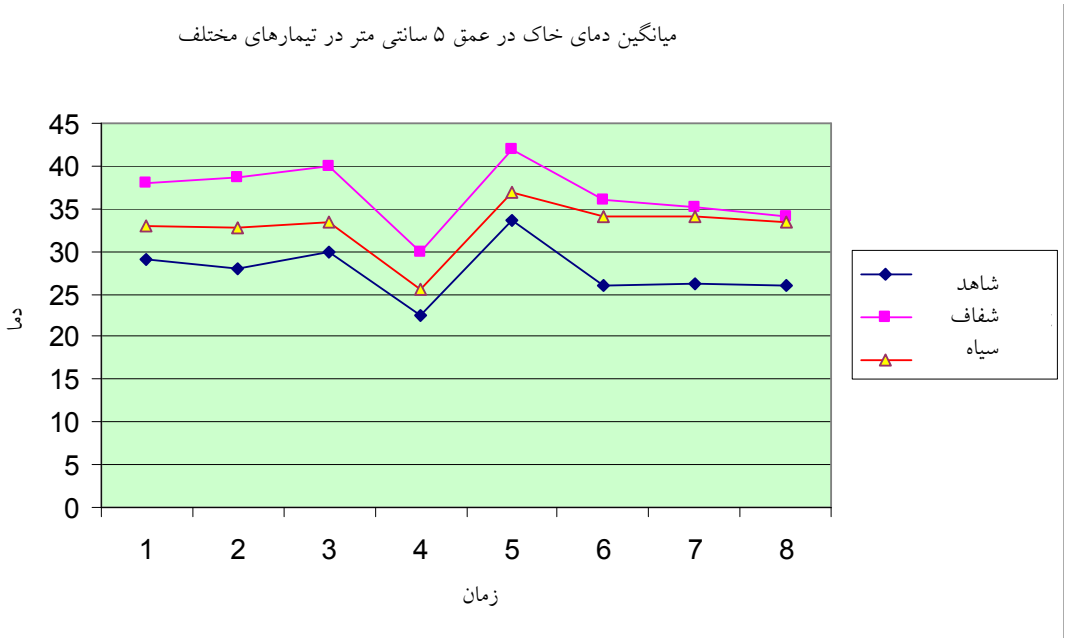
نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که میانگین دمای خاک نسبت به شاهد (تیمار بدون پلاستیک کشی) در اعماق سه گانه تیمارهای پلاستیک سیاه و شفاف افزایش چشمگیری داشته و این اختلاف دما در تیمارهای پلاستیک شفاف نسبت به پلاستیک سیاه در اعماق بیشتر می‌باشد که حاکی از نفوذ عمقی دمای ناشی از تابش خورشید از پلاستیک‌های شفاف(Transparent) در مقایسه با پلاستیک سیاه می‌باشد. این اختلاف افزایش دما به ویژه در افق‌های فوقانی از اهمیت بیشتری برخوردار است و میزان آن گاهی به بیش از ۱۰ درجه سانتی‌گراد بالغ می‌گردد. با وجود این میزان افت دما در طول شبانه روز در تیمارهای با پلاستیک سیاه کمتر از تیمارهای

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.2.19.4]



شکل۱. دمای خاک در عمق ۵ سانتی‌متری در تیمارهای موردآزمایش (برحسب °C) در تابستان سال ۱۳۷۹



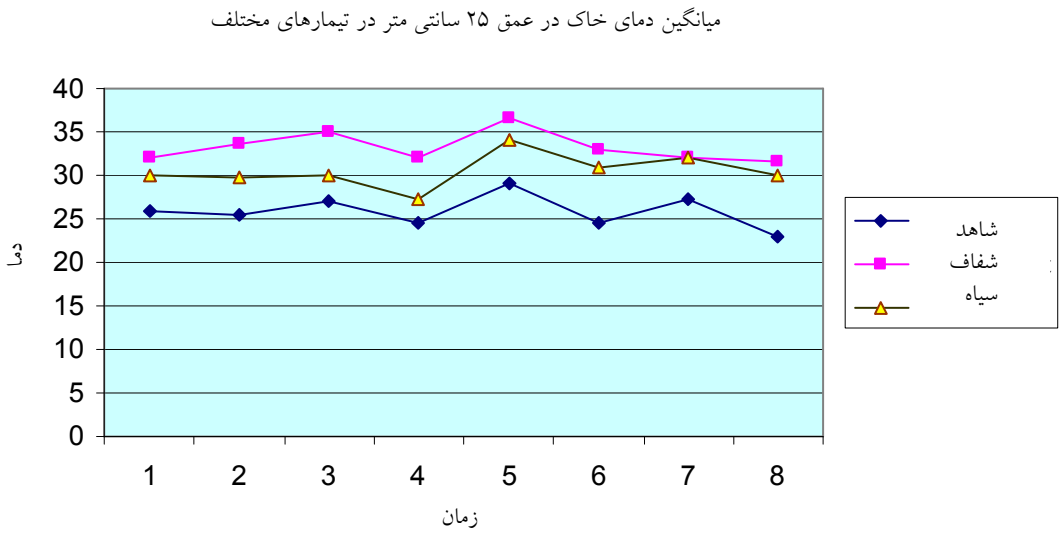
شکل۲. دمای خاک در عمق ۱۵ سانتی‌متری در تیمارهای موردآزمایش (برحسب °C) در تابستان سال ۱۳۷۹

پلاستیک شفاف بوده است (شکل ۱ تا ۳).

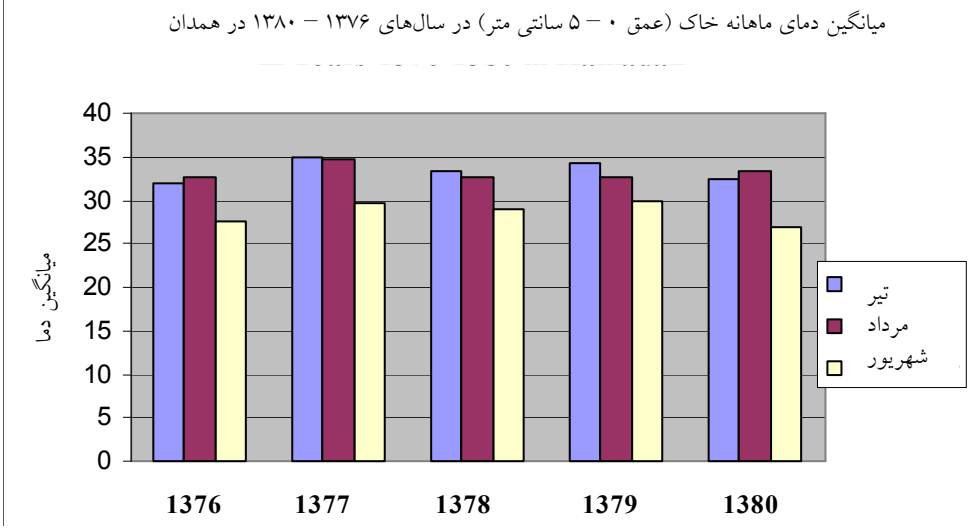
حداکثر میانگین دما در تیمار با پلاستیک شفاف در عمق ۵ سانتی‌متری خاک به میزان ۴۷ درجه سانتی‌گراد رسیده که بالاتر از دمای کشنده (Lethal heat) برای بسیاری از قارچ‌های خنک دوست از جمله برخی از گونه‌های فوزاریوم می‌باشد. براساس بررسی‌های پلمن و همکاران (۱۵) وجود دمای ۳۷°C در خاک به مدت چهار هفته می‌تواند موجب نابودی این قارچ‌ها شود. مطابق شکل ۱ تا ۳ در تمام روزهایی که دمای خاک در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.2.19.4]



شکل۳. دمای خاک در عمق ۲۵ سانتی‌متری در تیمارهای موردآزمایش (برحسب °C) در تابستان سال ۱۳۷۹



شکل۴. میانگین دمای روزانه در عمق ۵ سانتی‌متری خاک در ماه‌های تابستان سال‌های ۱۳۷۶–۱۳۸۰ در همدان

کرت‌های مورد آزمایش ثبت شده (به جز یک مورد که ثبت دما در صبحگاه صورت گرفته) دمای خاک در عمق ۵ سانتی‌متری هم در تیمارهای با پلاستیک سیاه و هم در پلاستیک شفاف بیش از ۳۷°C بوده است و به طور میانگین دمای خاک در عمق ۵ سانتی‌متری در طول مدت آزمایش معادل ۳۱/۸ و ۳۶/۷ و ۴۰/۳ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در تیمارهای شاهد پلاستیک سیاه و پلاستیک شفاف بوده است.

تأثیر آفتاب‌دهی بر میزان جمعیت گونه‌های فوزاریوم

وضعیت آلودگی خاک و جمعیت اندام‌های قارچی در خاک مزرعه مورد آزمایش قبل از شروع پلاستیک‌کشی با تعیین میزان پرگنه‌های قارچ در هر گرم خاک در جدول ۱ آمده است. همان‌طور که در متن جدول نشان داده شده است میانگین جمعیت پرگنه‌های قارچ فوزاریوم در تیمارهای مختلف و در اعماق مختلف خاک تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشته و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.2.19.4]

جدول۱. میانگین جمعیت پرگنه‌های قارچ فوزاریوم در گرم خاک خشک(CFU/g ×۱۰۰۰) قبل از پلاستیک‌کشی دراعماق مختلف خاک

تعداد کلنی‌های تشکیل شده در گرم خاک (CFU/g) ×۱۰۰۰			عمق خاک به سانتی‌متر
شاهد	پلاستیک شفاف	پلاستیک سیاه	
۱/۸[a]	۲/۶[a]	۲/۱[a]	۵-۰
۱/۷[a]	۳/۱[a]	۳/۰[a]	۱۵-۵
۳/۰[a]	۳/۲[a]	۲/۸[a]	۲۵-۱۵

اعداد هر ردیف با حروف مشابه در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

آلودگی طبیعی خاک به اندام‌های تکثیری گونه‌های *Fusarium* در حد قابل قبول بوده است.

در پایان دوره سه هفته‌ای آفتاب‌دهی خاک با استفاده از پلاستیک‌های سیاه و شفاف تعداد جمعیت زادمایه‌های قارچ در این تیمارها اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشته است (جدول ۲) ولی ادامه آفتاب‌دهی در طول دوره‌های ۵ و ۸ هفته‌ای به طور معنی‌داری ($P < ۰/۰۱$) کاهش جمعیت زادمایه‌های قارچ را در هر دو تیمار پلاستیک سیاه و شفاف سبب گردیده است، که این نتایج مطابق با یافته‌های کتان و همکاران (۱۲ و ۱۳) و پلمن و همکاران (۱۶) است که گزارش کرده‌اند که با افزایش طول دوره آفتاب‌دهی خاک، بازده و کارایی آن در کاهش جمعیت عوامل بیماری خاکزاد بهبود می‌یابد.

این نتایج هم‌چنین منطبق با گزارش‌هایی است که آروورا و همکاران در سال ۱۹۹۶ (۸) مبنی بر کنترل جمعیت‌های قارچ و افزایش میزان محصول ناشی از کاربرد کوتاه مدت آفتاب‌دهی خاک در مزارع محصولات مختلف داشته‌اند. براساس این بررسی‌ها دمای خاک و رطوبت آن از جمله فاکتورهایی هستند که با ایجاد تنش در کاهش توان رقابتی زادمایه‌های قارچ فوزاریوم در خاک‌های آفتاب‌دهی شده نقش تعیین کننده‌ای داشته است. همان‌طور که در شکل‌های۱-۳ آمده است، میانگین دمای خاک در طول دوره آزمایش حداکثر به ۴۷ درجه سانتی‌گراد رسیده که اگرچه نسبت به شرایط آب و هوایی منطقه بالاست ولی در مقایسه با نتایج به دست آمده در نقاط گرمسیر چندان کشنده به نظر نمی‌رسد. با این وجود با نتایج به دست آمده توسط آروورا و همکاران (۸) مبنی بر این که حتی دمای ۴۰°C به مدت ۲ ساعت طی یک دوره ۱۵ روزه آثار کاهش دهنده معنی‌داری در روی قدرت بیماری‌زایی و جوانه‌زنی کلامیدوسپورهای قارچ مذکور داشته است، مطابقت می‌نماید. بررسی‌های گوپتا و همکاران در ۱۹۹۵ (۱۱) نیز حاکی از آن است که تحت شرایط تنش زا، زادمایه‌های قارچی به مقدار زیادی ترکیبات درونی خود را در اثر تنفس و ترشح از دست می‌دهند و در نتیجه قوه نامیه و قدرت بیماری‌زایی آنها کاهش می‌یابد.

تأثیر معنی‌دار آفتاب‌دهی در تیمارهای آزمایش در شرایطی به دست آمد که حداکثر دمای هوا در نیمی از دوره آفتاب‌دهی (در شهریور ماه) روند کاهشی داشته است و چنانچه شروع دوره آفتاب‌دهی به گونه‌ای تنظیم شود که از دمای حداکثر مخصوصاً در تیرماه در شرایط آب و هوایی همدان استفاده شود، مطمئناً نتایج بهتری از آفتاب‌دهی به دست خواهد آمد. شکل۴ نمایانگر وضعیت میانگین دمای خاک در ماه‌های تیر – مرداد و شهریور در یک‌دوره ۵ ساله (۱۳۸۰ – ۱۳۷۶) در همدان است و در تمامی این سال‌ها از جمله سال‌های انجام آزمایش، میانگین دمای خاک در شهریور ماه کاهش معنی‌داری یافته است و این در حالی است که در تیرماه و مرداد ماه دمای خاک بیشتر بوده و نوسان خاصی در وضعیت دمایی منطقه وجود ندارد و بنابراین انتظار می‌رود که با اعمال یک دوره آفتاب‌دهی ۵ و یا ۸ هفته‌ای که از تیرماه (پس از برداشت محصولات زمستانه) شروع و در آخر مرداد ماه پایان می‌یابد، نتایج بهتری از کنترل

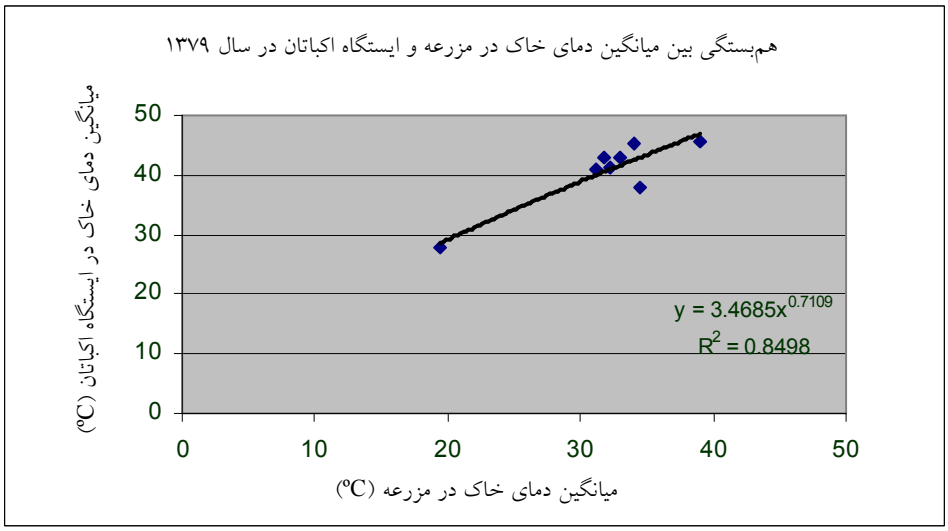
[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.2.19.4]

جدول ۲. میانگین جمعیت پرگنه های قارچ فوزاریوم در گرم خاک خشک (CFU/g ×۱۰۰) بعد از پلاستیک‌کشی در اعماق مختلف خاک در تیمارهای مختلف آزمایش

طول دوره آفتاب‌دهی	۰–۵(cm)			عمق خاک در تیمارهای مختلف (cm) ۵–۱۵			۱۵–۲۵(cm)		
	شاهد	شفاف	سیاه	شاهد	شفاف	سیاه	شاهد	شفاف	سیاه
۳ هفته‌ای	۱۷/۴^{a}	۷/۷^{a}	۲۰/۷^{a}	۲۳/۳^{a}	۱۴/۰^{a}	۱۲/۶^{a}	۲۴/۴^{a}	۱۶/۳^{a}	۱۷/۵^{a}
۵ هفته‌ای	۲۴/۴^{a}	۱/۱^{b}	۲/۶^{b}	۱۷/۲^{a}	۰/۰^{b}	۶/۲^{b}	۲۶/۳^{a}	۷/۴^{b}	۱/۱^{b}
۸ هفته‌ای	۱۷/۴^{a}	۲/۹^{b}	۴/۰^{b}	۲۱/۴^{a}	۱/۵^{b}	۷/۷^{b}	۲۶/۲^{a}	۴/۴^{b}	۶/۶^{b}

اعداد هر ردیف با حروف مشابه در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل۵. رابطه همبستگی بین میانگین دمای روزانه خاک در عمق ۰–۳۰ سانتی‌متری در مزرعه(تیمار شاهد) و در ایستگاه هواشناسی اکباتان در ماه‌های تابستان–۱۳۷۹

جمعیت قارچ *Fusarium* در خاک گرفته شود.

با توجه به رابطه مثبت همبستگی ۸۵٪=r^2 بین میانگین دمای روزانه درعمق ۰–۳۰ سانتی‌متری خاک در مزرعه مورد آزمایش و دمای خاک ایستگاه هواشناسی اکباتان در ماه‌های انجام آزمایش که در شکل۵ نشان داده شده است. در نتیجه‌گیری کلی در خصوص شرایطی که آزمایش در آن صورت گرفته از جمله نوع و بافت خاک و نیز میانگین دمای به دست آمده می‌توان به یکسان بودن شرایط در ایستگاه و مزرعه پی برده و با اطمینان بیشتری نسبت به تعمیم نتایج آزمایش در نقاطی با شرایط زمانی و مکانی مشابه اقدام نمود. در عین حال انجام آزمایش‌های بیشتر در مدت زمانی مناسب برای ارزیابی تأثیر آفتاب‌دهی بر روی سایر بیمارگرهای مهم خاکزاد از جمله باکتری‌ها در منطقه ضروری می‌نماید.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه بوعلی سینای همدان که اعتبار مالی لازم برای انجام این پژوهش را فراهم نموده است، تشکر و قدردانی می‌گردد. از مدیر کل محترم اداره هواشناسی استان همدان به خاطر در اختیار قرار دادن اطلاعات هواشناسی کمال قدردانی را دارد. هم‌چنین از سرکار خانم مهندس لیلا کاشی کارشناس گیاه‌پزشکی و همکاران محترم خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی که در انجام امور آزمایشگاهی مساعدت و همکاری بسیاری نموده‌اند سپاسگزاری می‌نماید.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.2.19.4]

منابع مورد استفاده

۱.درویش نیا، م.، ع. علیزاده، و الف. محمدی گل تپه. ۱۳۷۷. گونه‌های فوزاریوم و قارچ‌های مرتبط با پوسیدگی طوقه و ریشه در استان لرستان. خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، کرج.

۲.روحی بخش، الف. و ج. ارشاد. ۱۳۷۹. وقوع قارچ‌های فوزاریوم روی ریشه و طوقه گندم در مناطق سردسیری استان ایلام. خلاصه مقالات چهاردهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، اصفهان.

۳.طاهرخانی، ک.، ع. علیزاده، ر. فرخی نژاد و ع. شریفی تهرانی.۱۳۷۷. تعیین عوامل بیماری‌زایی فوزاریومی نیشکر در استان خوزستان. خلاصه مقالات سیزدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، کرج.

٤.وفایی، س.ح. ر.، و. فرخی نژاد و م. درویش‌نیا. ۱۳۸۰. گونه‌های فوزاریوم همراه ریشه و طوقه گندم و جو در استان خوزستان. مجله علمی کشاورزی ۲۴: ۱۰۱-۱۲۵.

5. Antonio P. P., E. C. Tjamos, M. Andreou and C. G. Panagopoulos. 1994. Effectiveness of mode of action and commercial application of soil solarization for control of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* of tomatoes. Acta Hort. 382: 119-128
6. Antonio P. P., E. C. Tjamos and C. G. Panagopoulos. 1995. Use of soil solarization for controlling bacterial canker of tomato in plastic houses in Greece. Plant Pathol. 44: 438-447.
7. Arora, D. K and A. K. Pandey. 1989. Effects of soil solarization of Fusarium wilt of chickpea. Phytopathol. 124: 13-22.
8. Arora, D. K., A. K. Pandey and A. K. Srivastava. 1996. Effects of heat stress on loss of C, germination and pathogenicity from chlamydospores of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri*. Soil Biol. and Biochem. 28: 399-407.
9. Ashworth, L. J. and S. A. Gaona. 1982. Evaluation of clear polyethylene mulch for controlling Verticillium wilt in established pistachio nut groves. Phytopathol. 72: 243-246.
10. Freeman, S., A. Sztejnberg, E. Shabi and J. Katan. 1990. Long term effect of soil solarization for the control of *Rosellinia necatrix* in apple. Crop Protect. 9: 312-316.
11. Gupta, S., Arora, D. K. and A. K. Srivastava. 1995. Growth promotion of tomato by rhizobacteria and imposition of energy stress on *Rhizoctonia solani*. Soil Biol. and Biochem. 27: 1051-1058.
12. Katan, J., G. Fishler and A. Grinstein. 1983. Short- and long-term effects of soil solarization and crop sequence on Fusarium wilt and yield of cotton in Israel. Phytopathol. 73: 1215-1219.
13. Katan, J., A. Greenberger, A. Alon and A. Grinstein. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soilborne pathogens. Phytopathol. 66: 683-688.
14. Nash, S. M. and W. C. Synder. 1962. Quantitative estimations by plate counts of propagules of the bean root rot Fusarium in field soils. Phytopathol. 52: 567-572.
15. Nelson, P. E., T. A. Toussoun and W.F.O. Marasas. 1983. Fusarium species: An Illustrated Mannual for Identification. Pennsylvania State University Press, University Park, pensylvania.
16. Pullman, G. S., J. E. DeVay and R. H. Garber. 1981. Soil solarization and thermal death: a logarithmic relationship between time and temperature for four soilborne plant pathogens. Phytopathol. 71: 121-126.
17. Ramirez-Villapudua, A. and D. M. Munnecke. 1988. Effect of solar heating and soil amendments of cruciferous residues on *Fusarium oxysporum* f.sp. *conglutinans* and other organisms. Phytopathol. 78: 289-295.
18. Stapleton, J. J. and J. E. DeVay. 1995. Soil solarization: A natural mechanism of integrated pest management. PP: 309-322. *In*: R. Reuveni (Ed.), Novel Approaches to Integrated Pest Management. Lewis Pub Boca Raton.
19. Stapleton, J. J. 2000. Soil solarization in various agricultural production systems. Crop Protec. 19: 837-841.
20. Tjamos, E. C. and E. J. Paplomatas. 1988. Long-term effect of soil solarization in controlling Verticillium wilt of globe artichokes in Greece. Plant Pathol. 37: 507-515.
21. Tjamos, E. C., V. Karapapa and D. Bardas. 1989. Low cost application of soil solarization in covered plastic houses for the control of Verticillium wilt of tomatoes in Greece. Acta Hort. 255: 139-149.
22. Wilhelm, S. 1955. Longevity of the Verticillium wilt fungus in the laboratory and field. Phytopathol. 45: 180-181.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1384.9.2.19.4]