بررسی اثرات روشهای مختلف خاک‌ورزی بر فشردگی و مواد غذایی خاک و استقرار ماش بعد از برداشت گندم

رضا جمشیدیان و محمدرضا خواجه‌پور*

چکیده

روشهای خاک‌ورزی از طریق تغییر در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر استقرار، رشد و عملکرد گیاه تأثیر می‌گذارند. این اثرات در کشت مضاعف گندم - ماش در اصفهان مورد مطالعه قرار نگرفته است. بدین لحاظ اثرات روشهای مختلف خاک‌ورزی برخصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و استقرار ماش (لاین آزمایشی ۱۶-۶۱-۱)، در سال ۱۳۷۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان مورد بررسی قرار گرفت. دو تیمار حفظ و سوزاندن بقایا با چهار روش خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار، دیسک، خیش‌چی و عدم خاک‌ورزی با استفاده از طرح بلوک‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار ارزیابی شد.

جرم مخصوص ظاهری و فروپذیری اعماق مختلف خاک در مرحله سبز شدن تحت تأثیر بقایای گیاهی واقع نشد. اما حفظ بقایا سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۱۵-۰ سانتیمتر و افزایش فروپذیری خاک در عمق ۱۵-۳ سانتیمتر در مرحله گلدهی گردید. با سوزاندن بقایای گیاهی، مقدار ازت، فسفر و پتاسیم خاک در عمق ۱۵-۰ سانتیمتر در مرحله سبز شدن افزایش یافت، اما معدنی شدن عناصر غذایی آلی موجود در بقایای گیاهی سبب شد تا مقدار ازت، فسفر و پتاسیم خاک در عمق ۱۵-۰ سانتیمتر در مرحله گلدهی، در تیمار حفظ بقایا بیشتر گردد. سرعت و ضریب سبز شدن بذرها، در تیمار حفظ بقایا به طور معنی‌داری پایین‌تر بود. تیمار گاوآهن برگرداندار، در مراحل سبز شدن و گلدهی حداقل جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۳۰-۰ سانتیمتر و حداکثر فروپذیری خاک در عمق ۲۱-۳ سانتیمتر را داشت. همچنین کمترین مقدار ازت، فسفر و پتاسیم خاک در عمق ۱۵-۰ سانتیمتر در مراحل سبز شدن و گلدهی، در تیمار اخیر به دست آمد. سرعت و ضریب سبز شدن گیاهچه‌ها در تیمار عدم خاک‌ورزی به شدت کاهش نشان داد.

بر اساس نتایج حاصله و با توجه به تأمین اهداف کشاورزی پایدار، استفاده از دیسک تحت شرایط حفظ بقایا، ممکن است مطلوب‌تر از بقیه روشهای خاک‌ورزی تحت شرایط مشابه با آزمایش حاضر باشد.

واژه‌های کلیدی - بستر بذر، جرم مخصوص ظاهری، فروپذیری، ازت، فسفر، پتاسیم، سبز شدن

مقدمه

کشت دو محصول در سال مستلزم به کارگیری نوعی کاهش خاک‌ورزی به دلیل محدودیت فرصت تهیه بستر برای محصول دوم است. روشهای مختلف خاک‌ورزی می‌توانند از طریق تأثیر بر خصوصیات فیزیکی (۷، ۹ و ۱۲) و شیمیایی خاک (۶، ۱۶، ۲۵ و ۲۷) بر استقرار گیاه (۷ و ۹)، رشد ریشه (۷ و ۲۰) و اندامهای هوایی و در نهایت عملکرد تأثیر گذارند (۱۸).

* به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.4.7]

سوزاندن بقایای گیاهی، از طریق کاهش ماده آلی خاک موجب افزایش جرم مخصوص ظاهری و کاهش نفوذپذیری خاک، به خصوص در طولانی مدت، می‌گردد و به دنبال آن نقصان رشد گیاه مشاهده می‌شود (۶، ۱۶، ۱۷ و ۲۶). دادو و وارینگتون (۸) گزارش نموده‌اند که جرم مخصوص ظاهری ۱/۴۵ تا ۱/۵۵ گرم بر سانتیمتر مکعب در خاکهای لوم رسی و ۱/۶۵ تا ۱/۷۵ گرم بر سانتیمتر مکعب در خاکهای لوم رسی شنی رشد و توسعه ریشه را محدود می‌سازد.اما در شرایطی که بقایای گیاهی سوزانده می‌شود افزایش سریعی در مقدار ازت (۶، ۱۰، ۱۱ و ۲۶)، پتاسیم (۱۰، ۱۱ و ۱۶) و فسفر (۶، ۱۰ و ۲۶) خاک دیده می‌شود، اثرات فیتوتوکسیک بقایای گیاهی وجود ندارد (۱۵، ۱۹ و ۲۲) و تماس کافی بذرها با خاک سبب بهبود وضعیت سبز و استقرار گیاهچه‌ها می‌شود (۲۳). از سوی دیگر پوسیدگی بقایای گیاهی در شرایط حفظ بقایا، سبب افزایش عناصر غذایی خاک در نیمه دوم فصل رشد می‌گردد (۶، ۱۶ و ۱۸). کاسل و همکاران (۷) معتقدند که وجود بقایای گیاهی در سطح خاک و خصوصاً در شرایط عدم خاک‌ورزی، سبب کاهش تشکیل سله در مقایسه با خاک‌ورزی متداول گشته و از این طریق نیز وضعیت استقرار گیاهچه‌ها، به خصوص در خاکهایی با بافت ریز، بهبود می‌یابد. همچنین مرطوب‌تر ماندن لایه سطحی خاک در شرایط حفظ بقایای گیاهی (۶، ۱۸ و ۲۳)، می‌تواند به کاهش مقاومت لایه سطحی خاک در مقابل سبز شدن، به ویژه در ناحیه خشک، کمک نماید.

مطالعات به‌عمل آمده (۹، ۱۲، ۲۰ و ۲۴) نشان داده است که جرم مخصوص ظاهری و مقاومت به نفوذ در خاک، تحت روشهای کاهش و بدون خاک‌ورزی، نسبت به خاکهایی که در آنها خاک‌ورزی متداول انجام شده است، بیشتر می‌باشد. این اختلافات در تراکم خاک معمولاً تا عمق ۳۰ سانتیمتری ظاهر می‌شود. به علاوه، تفاوت بین روشهای خاک‌ورزی، به دلیل اختلاف بین میزان نفوذ ریشه‌ها، با گذشت زمان افزایش می‌یابد (۱۲). تراکم خاک در شرایط عدم خاک‌ورزی، ممکن است باعث کاهش انتشار اکسیژن در فضاهای محدود خاک گشته و از طریق اختلال در تنفس ریشه‌ها و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های دنیتروژناز رشد گیاه را کاهش دهد (۱۲، ۲۳ و ۲۴). در روشهای خاک‌ورزی کاهش یافته نسبت به خاک‌ورزی متداول، غیریکنواختی در عمق کاشت بذر زیاد است، زیرا زیادی بقایا و نیز بالا بودن جرم مخصوص ظاهری خاک باعث محدود شدن نفوذ واحدهای بذرکار به داخل خاک می‌گردد (۱۷). در این شرایط، حضور احتمالی مواد فیتوتوکسیک می‌تواند سبب کاهش استقرار و رشد گیاهان شود (۱۵، ۱۹ و ۲۲). با این حال، در صورت حفظ بقایای گیاهی، ممکن است استفاده از روشهای خاک‌ورزی حفاظتی موجب حفظ و تجمع مواد آلی در لایه سطحی خاک گشته و جرم مخصوص ظاهری و تراکم خاک سطحی را کاهش دهد (۵، ۷، ۲۰ و ۲۴). افزایش مقدار ازت (۲۵ و ۲۷)، فسفر (۲۷) و پتاسیم (۲۵ و ۲۶) لایه سطحی خاک، به دنبال کاهش خاک‌ورزی و محدودیت عمق خاک‌ورزی نیز گزارش شده است. این در حالی است که افزایش عمق خاک‌ورزی موجب کاهش مقاومت خاک عمقی و بهبود رشد و توسعه ریشه‌ها (۹)، توزیع یکنواخت عناصر غذایی در پروفیل خاک (۱۸، ۲۵ و ۲۷) و کاهش اثرات آلیلوپاتیک (۱۵، ۱۹ و ۲۲) می‌شود.

مشاهده می‌گردد که روشهای خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و استقرار، رشد و عملکرد گیاه از طرق گوناگون تأثیر می‌گذارند. اثرات روشهای مختلف خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، به‌ویژه در کشت مضاعف گندم-ماش، که از روشهای مرسوم تولید در اصفهان بوده و معمولاً با کاهش خاک‌ورزی همراه است، مطالعه نشده است. بدین لحاظ در این آزمایش اثرات حفظ و سوزاندن بقایای گیاهی و عملیات مختلف خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و استقرار ماش در کشت مضاعف گندم-ماش در شرایط اصفهان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روشها

آزمایش در سال ۱۳۷۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.4.7]

کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف‌آباد (۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان) انجام شد. منطقه نجف‌آباد طبق طبقه‌بندی کوپن دارای اقلیم خشک، بسیار گرم با تابستانهای گرم و خشک می‌باشد (۳). خاک محل آزمایش دارای بافت لوم رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتیمتر مکعب، pH حدود ۷/۶ و ظرفیت مزرعه ۲۳ درصد وزنی می‌باشد. زمین در سال اجرای آزمایش زیر کشت گندم بود که در نیمه دوم خرداد ۱۳۷۵ از ارتفاع ۱۵ تا ۲۰ سانتیمتری از سطح خاک توسط کمباین برداشت گردید.

آزمایش با استفاده از طرح بلوک‌های خرد شده، در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمار بقایای گیاهی در دو سطح (سوزاندن و حفظ بقایا) و روشهای خاک‌ورزی و کاشت پس از برداشت گندم در چهار سطح به شرح زیر اجرا گردید:

۱) بذر و کودپاشی با دست - دیسک تاندم سطحی به عمق حدود ۵ سانتیمتر - آبیاری (تیمار عدم خاک‌ورزی)

۲) آبیاری - کودپاشی - دیسک تاندم به عمق ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر - کشت خطی با دست - آبیاری (تیمار دیسک)

۳) آبیاری - کودپاشی - خیش‌چی[1] به عمق ۸ تا ۱۰ سانتیمتر - کشت خطی با دست - آبیاری (تیمار خیش‌چی)

۴) آبیاری - کودپاشی - گاوآهن سوکی به عمق ۲۰ سانتیمتر - کشت خطی با دست - آبیاری (تیمار گاوآهن برگرداندار)

توضیح این که تیمار عدم خاک‌ورزی به شرح فوق، روش متداول کاشت ماش بعد از برداشت جو یا گندم در اصفهان است.

تیمار بقایای گیاهی در کرتهائی به ابعاد ۱۲×۱۶ متر اعمال گردید. پس از یکنواخت نمودن پراکندگی بقایا در سطح خاک، عمل سوزاندن بقایا با شعله افکن، با یکنواختی کامل صورت گرفت. بعد از انجام آبیاری در تیمارهای مورد نظر و گاورو شدن زمین (بر اساس ارزیابی فیزیکی خاک با دست)، روشهای مختلف خاک‌ورزی در کرتهایی به ابعاد ۳×۲۴ متر به مورد اجرا گذاشته شد. مصرف کود در جریان عملیات تهیه بستر و بر اساس ۲۳ کیلوگرم نیتروژن در هکتار (از منبع اوره با ۴۶٪ نیتروژن) به صورت پراکندن به عمل آمد. علاوه بر مقدار نیتروژن فوق، با احتساب ۷ تن بقایای گیاهی در هکتار و ضریب تثبیت نیتروژن توسط بقایای گیاهی، برابر ۱٪ وزن بقایای گیاهی (۱۶ و ۱۸)، مقدار نیتروژن لازم برای جبران آلی شدن آن محاسبه و همراه با کودپاشی به تیمارهای حفظ بقایا اضافه گردید.

هر کرت فرعی شامل هشت ردیف کاشت با فواصل ۳۰ سانتیمتر و به طول ۱۰ متر بود. جهت کاشت، با احتساب تراکم ۵۵ بذر در مترمربع و با توجه به درصد جوانه زنی برابر ۹۵ درصد برای بذرها در شرایط آزمایشگاهی، مقدار تقریبی ۷ گرم بذر ماش (لاین آزمایشی ۱۶-۶۱-۱) توسط پیمانه مناسب اندازه‌گیری و در هر ردیف کاشت به طور یکنواخت توزیع گردید. در تیمار عدم خاک‌ورزی بر اساس مساحت هر کرت فرعی (حدود ۴۰ مترمربع)، مقدار ۱۰۰ گرم بذر ماش توزین و به طور تقریباً یکنواخت در سطح زمین پخش شد. آبیاریهای پس از کاشت تا زمان سبز شدن کامل بذرها، به فواصل ۳ تا ۵ روز انجام شد. آبیاریهای پس از استقرار گیاه، بر اساس ۷۰ میلیمتر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A صورت گرفت.

برای اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک از روش سیلندرهای نمونه‌برداری استفاده به‌عمل آمد (۲). این سیلندرها از جنس فولاد و دارای قطر و ارتفاع تقریبی ۵ سانتیمتر و لبه تیز در قسمت پایین می‌باشد. سیلندرها به‌وسیله چکش لاستیکی و یقه حد واسط و با احتیاط از کناره پروفیل در خاک وارد شده و نمونه‌های دست نخورده در تیمارهای مختلف از اعماق ۱۵-۰، ۳۰-۱۵ و ۴۵-۳۰ سانتیمتر، از فاصله بین ردیفهای کاشت، در مراحل سبز شدن و گلدهی تهیه شد. نمونه‌ها پس از خشک شدن در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۵ روز، با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و سپس جرم مخصوص ظاهری خاک با استفاده از نسبت جرم به حجم محاسبه گردید.

۱- نوعی گاوآهن قلمی که در اصفهان ساخته می‌شود.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.4.7]

جهت اندازه‌گیری مقاومت خاک نسبت به فروپذیری، از دستگاه فروسنج[۱] استفاده شد. به دلیل تغییرپذیری این پارامتر، اندازه‌گیری در هر کرت ۱۰ مرتبه تکرار گردید، که به‌طور تصادفی نیمی از آنها در فاصله بین ردیفها و نیم دیگر بر روی ردیفهای کاشت انجام شد. رطوبت وزنی خاک خشک هنگام اندازه‌گیریهای فوق ۱۸/۵ و ۱۷/۲ درصد در مرحله سبز شدن و ۱۹/۲ و ۱۷/۸ درصد در مرحله گلدهی، به ترتیب برای اعماق ۲۵-۰ و ۵۰-۲۵ سانتیمتر بود. برای محاسبه شاخص فروپذیری از رابطه ۱ استفاده شد:

$$CI=\frac{F}{A}\times ۰/۰۹۸ \qquad [۱]$$

که در آن CI شاخص فروپذیری بر حسب مگا پاسکال، F نیروی عمودی وارده بر مخروط بر حسب کیلوگرم و A سطح مقطع مخروط بر حسب سانتیمتر مربع می‌باشد (۴ و ۲۴).

در مراحل سبز شدن و گلدهی از عمق ۱۵-۰ سانتیمتری خاک بر روی یک نمونه مخلوط گرفته شده از چهار تکرار برای هر یک از تیمارها، مقدار پتاسیم خاک با روش فلیم فتومتری[۲]، فسفر با روش اسپکتروفتومتری[۳](۲۱) و ازت کل با دستگاه کلدال اتوماتیک[۴] اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری روی هر نمونه دو بار تکرار و میانگین آنها محاسبه شد. مقدار پتاسیم و فسفر بر حسب میلیگرم در کیلوگرم خاک و مقدار ازت کل بر حسب درصد محاسبه گردید.

به منظور بررسی وضعیت سبز شدن و استقرار گیاهچه‌ها در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی، سرعت و ضریب سبز شدن بذرها بر حسب تعداد روز از کاشت تا مرحله ۱۰۰ درصد سبز شدن گیاهچه‌ها، طبق روابط ۲ و ۳ به دست آمد (۱۳ و ۱۴).

$$CE=\frac{۱۰۰(E_۱+E_۲+...+E_n)}{E_۱D_۱+E_۲D_۲+...+E_nD_n} \qquad [۲]$$

$$RE=\sum_{i=۱}^{n}\frac{N_i}{D_i} \qquad [۳]$$

در رابطه ۲، CE ضریب سبز شدن گیاهچه‌ها، E_n تعداد کل بذرهای جوانه زده در n روز پس از کاشت و D_n تعداد روز از کاشت تا n روز پس از شمارش گیاهچه‌ها و در رابطه ۳، RE سرعت سبز شدن گیاهچه‌ها، N_i تعداد گیاهچه سبز شده در فاصله دو شمارش و D_i روز شمارش می‌باشد.

داده‌های حاصل با استفاده از برنامه کامپیوتری اس. آ. اس[۵] مورد تجزیه آماری قرار گرفتند و میانگینها در صورت معنی‌دار بودن اثر عوامل آزمایشی با آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. برای رسم نمودارها از برنامه کامپیوتری کواتروپرو[۶] استفاده به عمل آمد.

نتایج و بحث

جرم مخصوص ظاهری خاک در اعماق مختلف در مرحله سبز شدن، به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار بقایا قرار نگرفت و برای روشهای حفظ و سوزاندن بقایای گیاهی یکسان بود (جدول ۱). ظاهراً کوتاهی فاصله زمانی بین اِعمال تیمار و اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک، مانع از پوسیدگی بقایای گیاهی و در نتیجه بهسازی ساختمان خاک گشته و از بروز تفاوت بین جرم مخصوص ظاهری خاک در روشهای حفظ و سوزاندن بقایای گیاهی جلوگیری می‌کند (۵). جرم مخصوص ظاهری خاک در اعماق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتیمتری تحت تأثیر تیمارهای خاک‌ورزی قرار گرفت. تیمار عدم خاک‌ورزی دارای بیشترین و گاوآهن برگرداندار دارای کمترین جرم مخصوص ظاهری در عمق ۱۵-۰ سانتیمتر خاک، نسبت به سایر روشهای خاک‌ورزی در مرحله سبز شدن بود. در عمق ۳۰-۱۵ سانتیمتری، تیمارهای خیش‌چی و عدم خاک‌ورزی تراکم خاک بیشتری نسبت به روشهای خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار و دیسک داشتند (جدول ۱). افزایش تراکم خاک در

۱ - Penetrometer (SP1000 Findly Irvine)
۲- Flame photometric
۳- Spectro photometric
۴- Tecator (Kjeltec Auto 1030 Analyzer)
۵- SAS (Statistical Analysis System)
۶- Quatropro Ver 5

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-23]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.4.7]

جدول ۱- تأثیر عوامل آزمایشی بر جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتیمتر مکعب) در اعماق ۱۵-۰، ۳۰-۱۵ و ۴۵-۳۰ سانتیمتر در مراحل سبز شدن و گلدهی[1]

عوامل آزمایشی	سبز شدن			گلدهی		
	۱۵-۰	۳۰-۱۵	۴۵-۳۰	۱۵-۰	۳۰-۱۵	۴۵-۳۰
بقایای گیاهی						
سوزاندن بقایا	۱/۳۵a	۱/۴۳a	۱/۶۲a	۱/۴۰a	۱/۵۰a	۱/۶۴a
حفظ بقایا	۱/۳۷a	۱/۴۴a	۱/۶۱a	۱/۳۲b	۱/۴۶a	۱/۶۴a
خاک‌ورزی						
گاوآهن برگرداندار	۱/۳۳c	۱/۴۳b	۱/۶۲a	۱/۳۴b	۱/۴۰b	۱/۶۴a
دیسک	۱/۳۷b	۱/۴۳b	۱/۵۹a	۱/۳۶a	۱/۴۸a	۱/۶۶a
خیش‌چی	۱/۳۶b	۱/۴۵a	۱/۶۲a	۱/۳۶a	۱/۴۸a	۱/۶۶a
عدم خاک‌ورزی	۱/۴۰a	۱/۴۶a	۱/۶۰a	۱/۳۷a	۱/۵۰a	۱/۶۴a

۱- اعداد هر گروه در هر ستون که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

تیمارهای خیش‌چی و عدم خاک‌ورزی را می‌توان به محدودیت عمق نفوذ ادوات مورد نظر در خاک مربوط دانست. عدم نفوذ ادوات خاک‌ورزی به عمق بیش از ۳۰ سانتیمتر، عاملی برای عدم تأثیر تیمارهای خاک‌ورزی بر جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۳۰ تا ۴۵ سانتیمتر می‌باشد. در این زمینه نتایج مشابهی توسط نی‌اسمیت و همکاران (۲۰) گزارش شده است.

جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۱۵-۰ سانتیمتری در مرحله گلدهی تحت تأثیر تیمار بقایا قرار گرفت. با حفظ بقایای گیاهی، جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۱۵-۰ سانتیمتری در مرحله گلدهی کاهش یافت. اما با افزایش عمق از این تأثیر کاسته شد، به طوری که بین روشهای حفظ و سوزاندن بقایا، در اعماق ۳۰-۱۵ و ۴۵-۳۰ سانتیمتر تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۱). ظاهراً سوزاندن بقایای گیاهی از طریق کاهش میزان ماده آلی خاک، خصوصاً در طولانی مدت، سبب افزایش تراکم خاک می‌گردد (۶، ۱۷ و ۲۶).

اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر جرم مخصوص ظاهری خاک در اعماق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتیمتر معنی‌دار بود. تیمارهای گاوآهن برگرداندار، دیسک و خیش‌چی از نظر جرم مخصوص ظاهری خاک در دوران گلدهی، با دوران سبز شدن تفاوتی نداشتند (جدول ۱). این امر را می‌توان به افزایش عمق نفوذ و توسعه ریشه‌ها و یا تداوم اثرات بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، حتی پس از یک زمان طولانی از اجرای تیمارها نسبت داد. اثرات احتمالی توسعه و نفوذ ریشه بر روی ساختمان خاک در کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک، تحت تیمار عدم خاک‌ورزی در عمق ۱۵-۰ سانتیمتری و در تیمار گاوآهن برگرداندار در عمق ۳۰-۱۵ سانتیمتری مشهود است. به هر حال بهبود ساختمان خاک در اثر نفوذ احتمالی بیشتر ریشه تحت تیمار خاک‌ورزی معمول در عمق بیشتر از ۳۰ سانتیمتر و در سایر تیمارها در عمق بیش از ۱۵ سانتیمتر مشاهده نگردید.

بین تیمارهای حفظ و سوزاندن بقایای گیاهی، از نظر شاخص فروپذیری خاک در اعماق مختلف در مرحله سبز شدن، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). به نظر می‌رسد کوتاهی فاصله زمانی بین اِعمال تیمار و اندازه‌گیری فروپذیری خاک مانع از بهسازی ساختمان خاک توسط بقایای گیاهی پوسیده شده گشته، از بروز تفاوت بین شاخص فروپذیری خاک در روشهای حفظ و سوزاندن بقایای گیاهی جلوگیری می‌کند. این نتیجه توسط بیل و لانگدل (۵) نیز گزارش شده است.

شاخص فروپذیری خاک تا عمق ۳۰ سانتیمتری تحت تأثیر

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.4.7]

جدول ۲- تأثیر عوامل آزمایشی بر شاخص فروپذیری (مگاپاسکال) اعماق مختلف خاک در مرحله سبز شدن[1]

عوامل آزمایشی	عمق خاک (سانتیمتر)									
	۳	۶	۹	۱۲	۱۵	۱۸	۲۱	۳۰-۲۱	۳۹-۳۰	۴۸-۳۹
بقایای گیاهی										
سوزاندن بقایا	۰/۲۲a	۰/۴۵a	۰/۵۸a	۰/۶۸a	۰/۷۴a	۰/۸۴a	۰/۹۶a	۱/۵۱a	۱/۸۶a	۲/۱۷a
حفظ بقایا	۰/۲۴a	۰/۴۸a	۰/۵۹a	۰/۶۶a	۰/۷۱a	۰/۸۳a	۰/۹۷a	۱/۴۸a	۱/۸۶a	۲/۲۱a
خاک‌ورزی										
گاوآهن برگرداندار	۰/۱۷c	۰/۳۴c	۰/۴۰c	۰/۴۲d	۰/۵۰d	۰/۶۱d	۰/۷۳c	۱/۴۱c	۱/۸۵a	۲/۱۶a
دیسک	۰/۲۳b	۰/۴۵b	۰/۵۷b	۰/۶۴c	۰/۶۳c	۰/۸۰c	۱/۰۰b	۱/۵۰b	۱/۸۵a	۲/۲۹a
خیش‌چی	۰/۲۳b	۰/۴۵b	۰/۵۸b	۰/۷۰b	۰/۸۱b	۰/۹۰b	۱/۰۳b	۱/۴۹b	۱/۸۳a	۲/۱۰a
عدم خاک‌ورزی	۰/۲۹a	۰/۶۴a	۰/۸۰a	۰/۹۱a	۰/۹۷a	۱/۰۳a	۱/۱۰a	۱/۵۹a	۱/۸۸a	۲/۲۱a

۱- اعداد هر گروه در هر ستون که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

تیمارهای خاک‌ورزی قرارگرفت. روشهای خاک‌ورزی باگاوآهن برگرداندار و عدم خاک‌ورزی به ترتیب دارای کمترین و بیشترین شاخص مقاومت به فروپذیری در اعماق مختلف در مرحله سبز شدن بودند. بین تیمارهای دیسک و خیش‌چی در اعماق ۳، ۶ و ۹ سانتیمتر تفاوتی از نظر شاخص فروپذیری وجود نداشت. اما میزان فروپذیری برای اعماق ۱۲، ۱۵ و ۱۸ سانتیمتر در تیمار دیسک نسبت به خیش‌چی بیشتر بود (جدول ۲). تغییرات شاخص فروپذیری خاک در اعماق مختلف، با عمق نفوذ ادوات خاک‌ورزی هماهنگ است. این نتایج با یافته‌های سایر محققین (۹، ۱۲ و ۲۴) نیز مطابقت دارد. وجود تفاوت بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی از نظر شاخص فروپذیری در عمق ۳۰-۲۱ سانتیمتر، علیرغم عدم نفوذ دستگاههای خاک‌ورزی به عمق بیش از ۲۰ سانتیمتری خاک، را می‌توان به عدم کنترل دقیق عمق کار ادوات خاک‌ورزی، خصوصاً گاوآهن برگرداندار و احتمالاً وجود ناهمگونی در عمق ایجاد لایه سخت در پروفیل خاک (در محدوده ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتری) در این قسمت از مزرعه نسبت داد (۱). عدم نفوذ دستگاههای خاک‌ورزی به عمق بیش از ۳۰ سانتیمتر، دلیل عدم تأثیر تیمارهای خاک‌ورزی بر فروپذیری خاک در اعماق ۳۹-۳۰ و ۴۸-۳۹ سانتیمتر می‌باشد. بالایی شاخص فروپذیری خاک در اعماق بیش از ۳۰ سانتیمتر نشانگر وجود فشردگی شدید عمقی در زمین مورد آزمایش می‌باشد.

اثر بقایای گیاهی بر شاخص فروپذیری خاک در مرحله گلدهی تا عمق ۱۵ سانتیمتر معنی‌دار بود. تحت تیمار حفظ بقایا، شاخص فروپذیری خاک تا عمق ۱۵ سانتیمتر در مرحله گلدهی کاهش یافت. اما با افزایش عمق، از تأثیر اختلاط بقایای گیاهی بر بهسازی ساختمان خاک و کاهش تراکم خاک اثری مشاهده نگردید (جدول ۳). به نظر می‌رسد پوسیدگی بقایای گیاهی در طولانی مدت و نتیجتاً تجمع و حفظ ماده آلی، خصوصاً در سطح فوقانی خاک، موجب بهسازی ساختمان خاک شده و شاخص فروپذیری خاک کاهش می‌یابد (۶، ۱۷ و ۲۶).

شاخص فروپذیری خاک تا عمق ۲۱ سانتیمتری تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای خاک‌ورزی در مرحله گلدهی قرار گرفت. روند تغییرات شاخص فروپذیری خاک بین تیمارهای گاوآهن برگرداندار ، دیسک و خیش‌چی در مرحله گلدهی (جدول ۳) تقریباً مشابه تغییرات آن در مرحله سبز شدن بود. ظاهراً دوام

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.4.7]

جدول ۳- تأثیر عوامل آزمایشی بر شاخص فروپذیری (مگاپاسکال) اعماق مختلف خاک در مرحله گلدهی[1]

عوامل آزمایشی	عمق خاک (سانتیمتر)									
	۳	۶	۹	۱۲	۱۵	۱۸	۲۱	۲۱-۳۰	۳۰-۳۹	۳۹-۴۸
بقایای گیاهی										
سوزاندن بقایا	۰/۳۰a	۰/۵۰a	۰/۵۹a	۰/۶۷a	۰/۷۳a	۰/۷۸a	۰/۸۸a	۱/۲۹a	۱/۶۶a	۲/۲۴a
حفظ بقایا	۰/۱۹b	۰/۳۶b	۰/۴۳b	۰/۵۵b	۰/۶۴b	۰/۶۹a	۰/۸۸a	۱/۲۴a	۱/۵۳a	۲/۲۷a
خاک‌ورزی										
گاوآهن برگرداندار	۰/۲۴b	۰/۳۶b	۰/۴۳c	۰/۴۷c	۰/۵۲d	۰/۵۴c	۰/۶۶c	۱/۲۷a	۱/۶۲a	۲/۲۳a
دیسک	۰/۲۱c	۰/۳۸b	۰/۴۳c	۰/۴۸c	۰/۵۷c	۰/۶۷b	۰/۹۳b	۱/۲۸a	۱/۶۰a	۲/۳۶a
خیش‌چی	۰/۲۰c	۰/۴۹b	۰/۴۹b	۰/۵۹b	۰/۷۰b	۰/۷۰b	۰/۹۱b	۱/۲۰a	۱/۶۱a	۲/۲۳a
عدم خاک‌ورزی	۰/۳۳a	۰/۶۹a	۰/۶۹a	۰/۹۱a	۰/۹۵a	۱/۰۳a	۱/۰۴a	۱/۳۱a	۱/۶۷a	۲/۲۰a

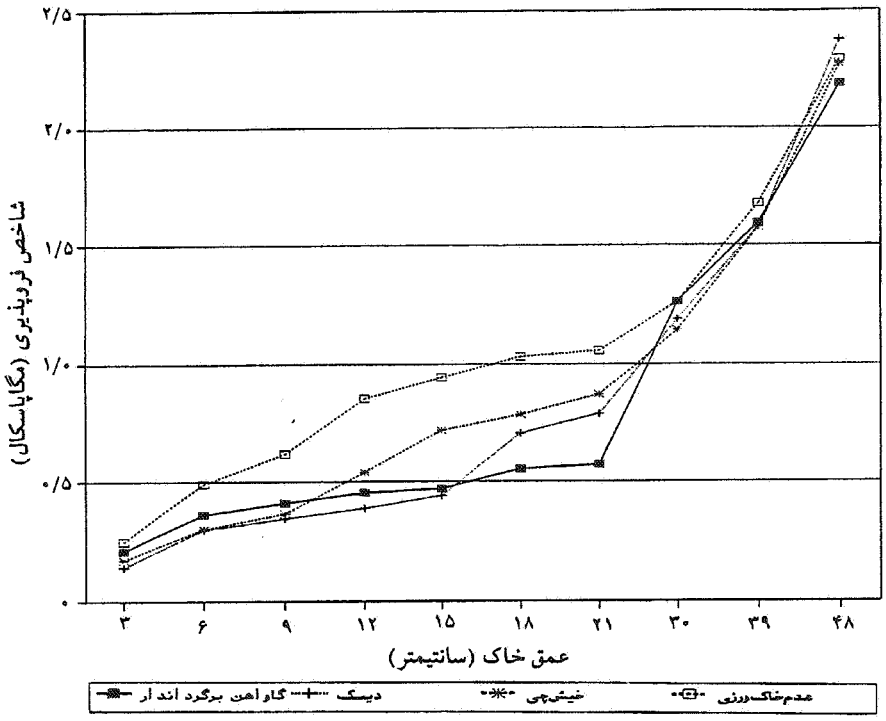
۱- اعداد هر گروه در هر ستون که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

اثرات مطلوب عملیات خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار، دیسک و خیش‌چی (متناسب با عمق نفوذ ادوات) و نتیجتاً افزایش عمق نفوذ و توسعه ریشه در خاک نقش مؤثری در ایجاد تفاوت در میزان فروپذیری خاک از عمق ۳ تا ۲۱ سانتیمتر در مرحله گلدهی تحت روشهای مختلف خاک‌ورزی داشته است. ممکن است زیادی دفعات استفاده از دستگاه فروسنج در هر کرت آزمایشی (۱۰ مرتبه)، در ارزیابی دوام اثرات مطلوب روشهای مختلف خاک‌ورزی و نتیجتاً الگوی رشد و توسعه ریشه‌ها در اعماق ذکر شده (۱) در مرحله گلدهی مؤثرتر از روش اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک در اعماق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتیمتر (جدول ۱) بوده باشد. به هر حال بهبود ساختمان خاک در اثر نفوذ ریشه‌ها (۱)، حتی تحت تیمار خاک‌ورزی معمول در عمق بیش از ۳۰ سانتیمتر مشاهده نگردید (جدول ۳).

شکل ۱ نشان می‌دهد که خاک‌ورزی با دیسک و خیش‌چی در شرایط حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک، کمترین میزان مقاومت به فروپذیری را در اعماق ۳، ۶ و ۹ سانتیمتر به‌وجود آورده است. شاخص فروپذیری تیمار خیش‌چی در عمق بیش از ۹ سانتیمتر و خاک‌ورزی با دیسک در عمق بیش از ۱۵ سانتیمتر نسبت به تیمار گاوآهن برگرداندار، تحت شرایط حفظ بقایای گیاهی شدیداً کاهش یافت. عدم خاک‌ورزی در روش حفظ بقایا بیشترین مقاومت به نفوذ فروسنج را در کلیه اعماق نشان داد. کاهش شاخص فروپذیری خاک در تیمار خیش‌چی از عمق ۳ تا ۹ سانتیمتر و در تیمار دیسک از عمق ۳ تا ۱۵ سانتیمتر نسبت به گاوآهن برگرداندار، تحت شرایط حفظ بقایای گیاهی در مرحله گلدهی (شکل ۱) را می‌توان نتیجه پوسیدگی حجم زیادی از بقایای گیاهی در سطح خاک تا عمق محدود اختلاط و نتیجتاً تجمع ماده آلی و بهبود ساختمان خاک در تیمارهای مورد نظر دانست (۱). محققین دیگر (۵ ، ۷ و ۲۴) نیز نشان داده‌اند که تحت تیمار حفظ بقایا، استفاده از روشهای کاهش خاک‌ورزی سبب حفظ و تجمع ماده آلی در سطح خاک گشته، تراکم خاک سطحی کاهش می‌یابد. در مطالعه حاضر، در روش عدم خاک‌ورزی، هر چند حجم زیادی از پوشش بقایای گیاهی بر سطح خاک وجود داشت، اما ظاهراً کمی عمق نفوذ دیسک (مورد استفاده جهت اختلاط بذر با خاک) و در نتیجه اختلاط ناچیز بقایای گیاهی با خاک مانع از اثر مفید آن در بهسازی ساختمان خاک شده، نهایتاً موجب کاهش شاخص فروپذیری خاک گردید (شکل ۱).

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.4.7]



شکل ۱- روند تغییرات شاخص فروپذیری در اعماق مختلف خاک در روشهای خاک‌ورزی تحت شرایط حفظ بقایای گیاهی در مرحله گلدهی

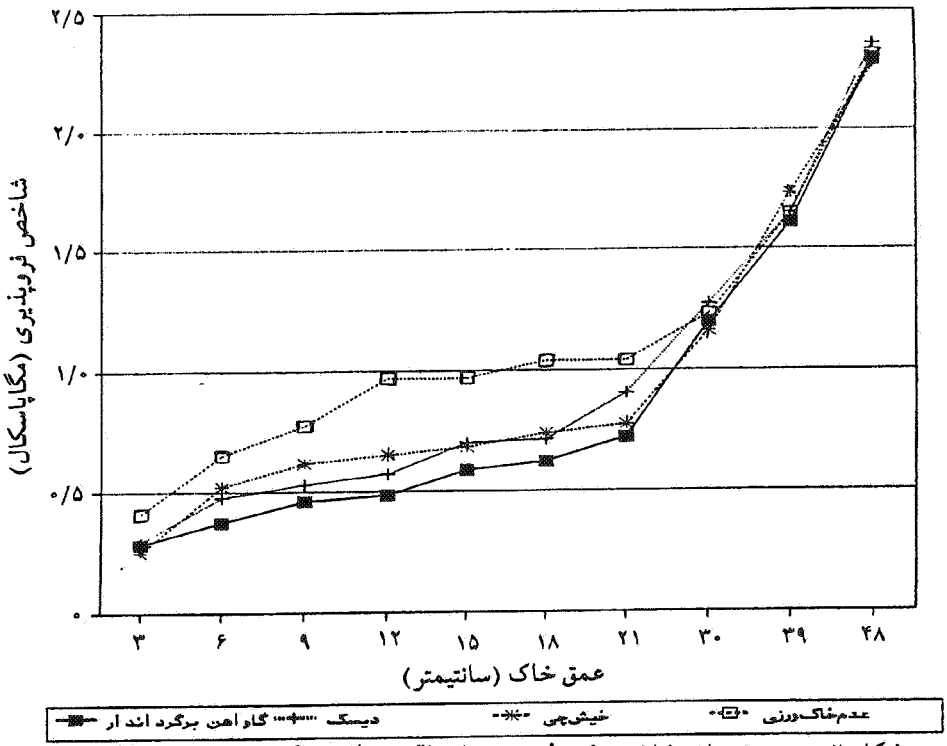
در شرایط سوزاندن بقایای گیاهی، شاخص فروپذیری برای روشهای مختلف خاک‌ورزی در اعماق مختلف خاک (شکل ۲) تابعی از عمق نفوذ ماشین‌های خاک‌ورزی بود. عدم خاک‌ورزی حداقل نفوذپذیری و استفاده از گاوآهن برگرداندار حداکثر نفوذپذیری را به بار آورد. هرچند دیسک نفوذپذیری بیشتری تا عمق حدود ۱۲ سانتیمتری در خاک ایجاد نمود، اما تفاوت بین خیش‌چی و دیسک قابل ملاحظه نبود. تأثیر عمق نفوذ ادوات خاک‌ورزی بر فروپذیری خاک در مطالعات دیگران (۹، ۱۲، ۲۰ و ۲۴) نیز نشان داده شده است.

بررسی روند تغییرات شاخص فروپذیری در مراحل سبز شدن و گلدهی (جداول ۲ و ۳) بیانگر کاهش شاخص فروپذیری خاک در تیمارهای مختلف بقایای گیاهی و همچنین روشهای مختلف خاک‌ورزی تا عمق ۳۰ سانتیمتری خاک در مرحله گلدهی نسبت به مرحله سبز شدن می‌باشد. با توجه به یکنواختی تقریبی میزان رطوبت خاک در زمان اندازه‌گیری فروپذیری خاک در مراحل سبز شدن و گلدهی، احتمال می‌رود رشد و گسترش سیستم ریشه‌ها در حجم وسیعی از خاک توانسته است در کاهش مقاومت خاک به نفوذ فروسنج، خصوصاً در اعماق ۱۸ تا ۳۰ سانتیمتر مؤثر بوده باشد (۱).

مقدار کل ازت خاک در تیمار سوزاندن بقایا نسبت به حفظ بقایای گیاهی تحت روشهای مختلف خاک‌ورزی در مرحله سبز شدن افزایش نشان داد (جدول ۴). ظاهراً سوزاندن بقایای گیاهی باعث تسریع تبدیل ازت آلی به معدنی گشته و بدین ترتیب محتوای کل ازت خاک به‌طور مؤثر افزایش می‌یابد، در حالی که عدم معدنی شدن ازت همراه با آلی شدن آن توسط بقایای گیاهی، از دلایل عمده کاهش ازت خاک در شرایط حفظ بقایای گیاهی به‌طور موقت می‌باشد (۶ و ۱۶). همچنین نتایج تجزیه شیمیایی خاک در مرحله سبز شدن بیانگر افزایش مقدار فسفر و پتاسیم خاک در نتیجه سوزاندن بقایا، در مقایسه با حفظ بقایای گیاهی در روشهای مختلف خاک‌ورزی می‌باشد (جدول ۴).

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.4.7]



شکل ۲- روند تغییرات شاخص فروپذیری در اعماق مختلف خاک، در روشهای خاک‌ورزی تحت شرایط سوزاندن بقایای گیاهی در مرحله گلدهی

جدول۴- تأثیر عوامل آزمایشی بر مقدار ازت (درصد)، فسفر و پتاسیم (میلیگرم بر کیلوگرم) خاک در مراحل سبز شدن و گلدهی

		سبز شدن			گلدهی		
بقایای گیاهی	خاک‌ورزی	ازت	فسفر	پتاسیم	ازت	فسفر	پتاسیم
سوزاندن بقایا	گاوآهن برگرداندار	۰/۰۶۵	۴۶	۳۰۸	۰/۰۶۲	۴۰	۲۷۸
	دیسک	۰/۰۸۳	۵۴	۳۸۴	۰/۰۷۵	۴۴	۳۶۶
	خیش‌چی	۰/۰۷۵	۶۰	۳۲۶	۰/۰۶۹	۴۴	۳۰۴
	عدم خاک‌ورزی	۰/۰۷۸	۶۸	۳۵۰	۰/۰۶۸	۴۴	۳۲۴
	میانگین	۰/۰۷۵	۵۷	۳۴۲	۰/۰۶۸	۴۳	۳۱۸
حفظ بقایا	گاوآهن برگرداندار	۰/۰۵۲	۲۴	۲۶۶	۰/۰۶۴	۲۸	۲۶۲
	دیسک	۰/۰۵۹	۳۶	۲۹۰	۰/۰۷۱	۵۱	۳۰۶
	خیش‌چی	۰/۰۵۵	۳۶	۲۵۶	۰/۰۷۷	۴۶	۲۶۲
	عدم خاک‌ورزی	۰/۰۵۳	۴۸	۲۷۲	۰/۰۶۹	۴۴	۲۸۲
	میانگین	۰/۰۵۴	۳۶	۲۷۱	۰/۰۷۱	۴۲	۲۷۸

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.4.7]

یافته‌های دورمایر و اسکابر(۱۰ و ۱۱) نیز با این نتایج مطابقت دارد.

در مرحله گلدهی (جدول ۴) مقدار کل ازت خاک در تیمار سوزاندن بقایا نسبت به حفظ بقایا کاهش یافت. مقدار کل ازت خاک در شرایط حفظ بقایای گیاهی در مرحله گلدهی نسبت به مرحله سبز شدن افزایش نشان داد، در حالی که از مقدار کل ازت خاک در شرایط سوزاندن بقایای گیاهی در مرحله گلدهی نسبت به مرحله سبز شدن کاسته شد (جدول ۴). ظاهراً پوسیدگی بقایای گیاهی پس از طی یک مدت نسبتاً طولانی منجر به معدنی شدن ازت آلی بقایای گیاهی گشته و در نتیجه مقدار ازت خاک افزایش می‌یابد. در صورتی که تبدیل سریع ازت آلی به معدنی از طریق سوزاندن بقایای گیاهی، احتمال کاهش آن را از طریق آبشوئی و مصرف گیاه طی دوره سبز شدن تا گلدهی افزایش داده و در نتیجه ازت خاک کاهش می‌یابد (۱۶).

مقدار فسفر خاک در روشهای حفظ و سوزاندن بقایای گیاهی در مرحله گلدهی یکسان بود، اما افزایش نسبی مقدار پتاسیم خاک در مرحله گلدهی در تیمار سوزاندن بقایا نسبت به حفظ بقایا مشهود بود (جدول ۴). بررسی روند تغییرات مواد غذایی خاک بیانگر افزایش مقدار فسفر و پتاسیم خاک در تیمار حفظ بقایا نسبت به سوزاندن بقایا در مرحله گلدهی نسبت به مرحله سبز شدن می‌باشد (جدول ۴). احتمال دارد پوسیدگی بقایای گیاهی پس از طی یک دوره طولانی مدت منجر به آزاد شدن مواد غذایی موجود در بقایای گیاهی گشته و بدین ترتیب مقدار فسفر و پتاسیم خاک افزایش یابد.

خاک‌ورزی با استفاده از گاوآهن برگرداندار تحت شرایط حفظ و سوزاندن بقایا در مراحل سبز شدن و گلدهی، از مقدار ازت، فسفر و پتاسیم کمتری نسبت به سایر تیمارهای خاک‌ورزی برخوردار بود (جدول۴). افزایش عمق عملیات خاک‌ورزی و توزیع یکنواخت‌تر مواد غذایی در عمق بیشتری از خاک همراه با بهبود رشد و توسعه ریشه‌ها در خاک و نتیجتاً قابلیت دسترسی و جذب بیشتر ازت، فسفر و پتاسیم خاک را می‌توان علت کاهش مقدار عناصر غذایی خاک در تیمار گاوآهن برگرداندار نسبت به سایر تیمارها دانست (۲۵). افزایش مقدار ازت کل، فسفر و پتاسیم خاک در تیمارهای عدم خاک‌ورزی و خیش‌چی و خصوصاً دیسک در شرایط حفظ بقایای گیاهی در مرحله گلدهی نسبت به سبز شدن (جدول ۴) را می‌توان به پوسیدگی حجم زیادی از بقایای گیاهی تا عمق محدود اختلاط و نتیجتاً تجمع ماده آلی در لایه سطحی خاک نسبت داد. نتایج مطالعات دیگر (۲۵ و ۲۷) نیز با این یافته‌ها مطابقت دارد.

سرعت و ضریب سبز شدن بذرها به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار بقایا قرار گرفت. سرعت و ضریب سبز شدن بذرها در تیمار حفظ بقایا، به ترتیب ۲۲/۱ و ۳/۱ درصد نسبت به تیمار سوزاندن بقایا کاهش یافت (جدول ۵). کاهش سرعت سبز شدن و استقرار گیاهچه‌ها در شرایط حفظ بقایای گیاهی می‌تواند نتیجه اثرات آلیلوپاتیک بقایای گندم (۱۵)، نایکنواختی عمق کاشت و عدم تماس کافی بذرها با خاک (۲۳) و احتمالاً کاهش دمای سطح خاک در مراحل اولیه رشد (۱۷، ۱۸ و ۲۳) باشد.

سرعت و ضریب سبز شدن بذرها در روش عدم خاک‌ورزی نسبت به سایر روشها کاهش معنی‌داری نشان داد، اما بین روشهای خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار، دیسک و خیش‌چی تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۵). ظاهراً کاهش عمق اختلاط و میزان خرد شدن بقایای گیاهی در تیمارهای خیش‌چی و خصوصاً عدم خاک‌ورزی از طریق تجمع حجم زیادی از بقایای گیاهی در لایه سطحی سبب ناهمواری سطح خاک و نایکنواختی عمق کاشت و نتیجتاً استقرار نامطلوب بذر در این تیمارها می‌گردد. نتایج مطالعات دیگر (۱۷ و ۲۳) نیز با این یافته‌ها مطابقت دارد. علاوه بر این، عدم انجام آبیاری قبل از کاشت در تیمار عدم خاک‌ورزی، درکاهش عمق نفوذ دستگاه و ایجاد پوشش نامتعادل خاک بر روی بذرها و در نتیجه استقرار نامناسب گیاهان نسبت به سایر روشهای خاک‌ورزی اثر تشدید کننده‌ای داشته است.

با توجه به نتایج به‌دست آمده، می‌توان نتیجه گرفت که روش حفظ بقایای گیاهی به دلیل بهسازی ساختمان خاک، بهره‌وری مجدد

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.4.7]

جدول ۵- تأثیر عوامل آزمایشی برسرعت و ضریب سبز شدن بذر[1]

عوامل آزمایشی	سرعت سبز شدن	ضریب سبز شدن
بقایای گیاهی		
سوزاندن بقایا	۴/۸۷a	۱۷/۰۸a
حفظ بقایا	۳/۷۹b	۱۶/۴۰b
خاک‌ورزی		
گاوآهن برگرداندار	۴/۷۱a	۱۶/۹۰a
دیسک	۴/۶۲a	۱۶/۹۶a
خیش‌چی	۴/۴۰a	۱۶/۸۳a
عدم‌خاک‌ورزی	۳/۶۰b	۱۶/۱۲b

۱- اعداد هر گروه در هر ستون که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

از عناصر غذایی همراه با نقصان تلفات عناصر غذایی از طریق کاهش شستشوی عناصر و احتمالاً کاهش مصرف آب آبیاری، نسبت به روش سوختن بقایا ارجحیت دارد. همچنین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که روش خاک‌ورزی با دیسک، به جهت صرفه‌جویی در زمان، انرژی، سوخت، آسیب رساندن کمتر به ساختمان خاک و نهایتاً کاهش هزینه‌های تولید در جهت افزایش سود خالص برای زارعین، نسبت به استفاده از گاوآهن برگرداندار در کشت مضاعف گندم-ماش برتر است. ذکر این نکته ضرورت دارد که در شرایط حفظ بقایای گیاهی ممکن است مصرف میزان کافی عناصر غذایی، خصوصاً ازت، در ابتدای رشد گیاه (جهت جبران آلی شدن عناصر غذایی) و مقدار بذر بیشتر برای حصول تراکم مطلوب بوته و جبران پایینی احتمالی استقرار و سرعت سبز شدن لازم باشد.

منابع مورد استفاده

۱ - جمشیدیان، ر. ۱۳۷۶. بررسی اثرات روشهای مختلف تهیه بستر بر عملکرد و اجزاء عملکرد ماش (رقم۱۶-۶۱-۱) در اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲ - زرین‌کفش، م. ۱۳۶۷. خاکشناسی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران.

۳ - کریمی، م. ۱۳۶۶. آب و هوای منطقه مرکزی ایران. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

۴ - کوچکی، ع.، م. حسینی و م. نصیری. ۱۳۷۴. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

5- Beale, O.W. and G.W. Langdale. 1990. Tillage and residue management practices for soybean production in a soybean-small grain rotation. Agron. J. 89:31-33.

6- Brederbeck, V.C., C.A. Campbell, K.E. Bowren, M. Schritzer and R.N. McIver. 1980. Effect of burning straw on soil properties and grain yield in Saskatchewan. Soil Sci. Soc. Am. J. 44:103-111.

7- Cassel, C.W., D.K. Raczkowski and H.P. Denton. 1995. Tillage effects on corn production and soil physical conditions. Soil Sci. Soc. Am. J. 59:1436-1443.

8- Daddow, R.L. and G.E. Warrington. 1983. Growth limiting soil bulk densities as influenced by soil texture.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.4.7]

Watershed Systems Development Group, Report No. WSDG-TN-00005. USDA Forestry Service. USA.

9- Dao, T.H. 1996. Tillage system and crop residue effects on surface compaction of a Paleustoll. Agron. J. 88:141-148.

10- Dormaar, J.F. and B.D. Schaber. 1985. Chemical properties of soil as affected by a single burn of alfalfa stubble to control insects. Can. J. Soil Sci. 95:375-361.

11- Dormaar, J.F. and B.D. Schaber. 1992. Burning of alfalfa stubble for insect control as affects soil chemical properties. Can. J. Soil Sci. 72:169-175.

12- Gantzer, C.J. and G.R. Black. 1978. Physical characteristic of Lesueur clay loam soil follwing no-till and conventional tillage. Agron J. 70:853-857.

13- Hay, D.J. and E.E. Gamble. 1985. The effects of seed size and seed density on germination and vigor in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Can. J. Plant Sci. 65:1-8.

14- Hay, D.J. and E.E. Gamble. 1987. Field performance in soybean with seeds of differing size and density. Crop Sci. 27:121-126.

15- Hicks, S.K., C.W. Wendt, J.R. Gannaway and R.B. Baker. 1989. Allelopathic effects of wheat straw on cotton germination, emergence, and yield. Crop Sci. 29:1057-1061.

16- Hooker, M.L., G.M. Herron and P. Penas. 1982. Effects of residue burning, removal, and incorporation on irrigated cereal crop yields and chemical properties. Soil Sci. Soc. Am. J. 46:122-126.

17- Izaurralde, R.C., J.A. Hobbs and C.W. Swallow. 1986. Effects of reduced tillage practices on continuous wheat production and on soil properties. Agron. J. 76:787-791.

18- Lal, R. 1995. The role of residue management in sustainable agricultural system. Adv. Agron. 48:51-77.

19- Martin, V.L., E.L. McCoy and V.A. Dick. 1990. Allelopathy of crop residue influences corn seed germination and early growth. Agron. J. 88:555-560.

20- NeSmith, D.S., D.E. Radcliffe, W.L. Hargrove, R.L. Clark and E.W. Tollner. 1987. Soil compaction in double-cropped wheat and soybeans on an Ultisol. Soil Sci. Soc. Am. J. 51:183-186.

21- Page, A.L., R.H. Miller, and D.R. Keeney. 1992. Methods of Soil Analysis. Part II. Sec. Ed. SSSA Pub., Madison, USA .

22- Raimbault, B.A., T.J. Vyn and M. Tollenaar. 1991. Corn response to rye cover crop, tillage methods, and planter options. Agron. J. 83:287-290.

23- Sanford, J.O. 1984. Straw and tillage management practices in soybean-wheat double-cropping. Agron. J. 74:1032-1034.

24- Sharralt, B.S. 1996. Tillage and straw management for modifying physical properties of a subarctic. Soil Till. Res. 38:239-250.

25- Shuman, L.M. and W.L. Hargrove. 1985. Effect of tillage on the distribution of manganese, copper, iron, and zinc in soil fractions. Soil Sci. Soc. Am. J. 49:1117-1121.

26- Undersander, D.J. and C. Reiger. 1985. Effect of wheat residue management on continuous production of irrigated winter wheat. Agron. J. 77:508-511.

27- Unger, P.W. 1991. Organic matter, nutrient, and pH distribution in no and conventional tillage in semiarid soils. Agron. J. 83:186-189.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-23]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1377.2.3.4.7]