

بهبود عملکرد سیب زمینی با زیرشکنی ردیفی

احمد حیدری^{*۱}

۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

* نشانی پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Heidari299@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۳

تاریخ انجام اصلاحات: ۱۴۰۱/۰۱/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۰۹

چکیده

کشاورزی به دلیل تغییر شرایط آب و هوایی با چالش‌های جدیدی روبه‌روست و در آینده نه‌چندان دور کمبود عرضه مواد غذایی اتفاق می‌افتد و در نتیجه به منابع جدید غذایی و آب نیاز خواهد بود. در زمین‌های کشاورزی، لایه زیرین خاک (لایه زیر خاک شخم‌خورده) می‌تواند تقریباً ۵۰ درصد از نیتروژن کل و ۲۵ تا ۷۰ درصد از فسفر کل را ذخیره و همچنین آب را حتی در شرایط خشکی حفظ کند. در راستای حل این چالش، آماده‌سازی بستر رشد گیاه و کاهش تراکم خاک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تراکم خاک عاملی منفی برای رشد گیاهان است. برای حذف و یا کاهش تراکم خاک، روش زیرشکنی معرفی شده است که باعث کاهش مقاومت خاک می‌شود و نفوذ عمیق‌تر ریشه را تسهیل می‌کند. بنابراین دسترسی گیاه به منابع زیرین خاک فراهم می‌شود. در تحقیقی اثر سه روش زیرشکنی شامل ۱- زیرشکنی رایج، ۲- زیرشکنی ردیفی قبل از کاشت و ۳- زیرشکنی بین ردیفی بعد از کاشت بر عملکرد سیب‌زمینی بررسی شد. نتایج نشان داد که زیرشکنی اثر مثبت بر افزایش عملکرد سیب‌زمینی داشته و در کل باعث افزایش عملکرد سیب‌زمینی (۴/۸۶ درصد) نسبت به روش رایج (بدون زیرشکنی) شده است. میانگین عملکرد کل در خاک‌ورزی رایج (بدون زیرشکنی) و زیرشکنی به ترتیب برابر ۳۹,۷۷۳ و ۴۱,۷۰۷ کیلوگرم در هکتار است. همچنین زیرشکنی رایج، زیرشکنی محدود بین ردیفی بعد از کاشت و زیرشکنی محدود قبل از کاشت عملکرد سیب‌زمینی را نسبت به روش بدون زیرشکنی به ترتیب ۴/۸۵، ۷/۰۳ و ۷/۱۶ درصد افزایش داد. توصیه می‌شود که در محصول سیب‌زمینی از زیرشکنی بین ردیفی (به عمق ۳۵ تا ۴۵ سانتی‌متر) بعد از کاشت یا زیرشکنی ردیفی (به عمق ۴۰ تا ۵۰ سانتی‌متر) قبل از کاشت استفاده شود. زیرشکنی رایج به دلیل تأثیر کم بر عملکرد سیب‌زمینی و نیز هزینه بالا، توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: خاک‌ورزی بین ردیفی، خاک‌ورزی دقیق، خاک‌ورزی عمیق، فشردگی خاک، گاواهن قلمی

بیان مساله

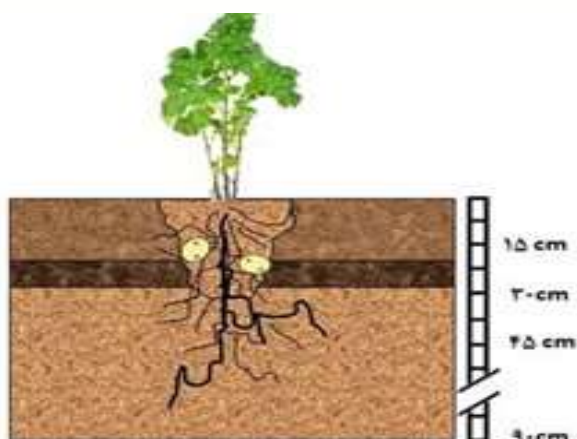
سیب‌زمینی چهارمین محصول پرمصرف در جهان است اما تولید پایدار آن با مخاطرات زیادی روبه‌رو است. شرایط خاک مطلوب برای تولید سیب‌زمینی، خاکی با چگالی ظاهری و مقاومت کم، هوادهی خوب، عدم وجود سله برای کارایی بهتر علف‌کش و دمای کم‌تر از $3/9$ درجه سانتی‌گراد برای جوانه‌زنی، تنفس ریشه و رشد غده می‌باشد (۶).

تراکم خاک به‌عنوان یک مشکل در اراضی کشاورزی از اواخر قرن نوزدهم با ورود ماشین‌های بزرگ‌تر و سنگین‌تر در تولید تجاری محصولات کشاورزی، شناخته شد (۵). در تولید سیب‌زمینی به‌دلیل استفاده بیش‌تر از ماشین، ریسک متراکم شدن سطحی و عمقی خاک خیلی بیش‌تر از دیگر محصولات مهم کشاورزی است (۴).

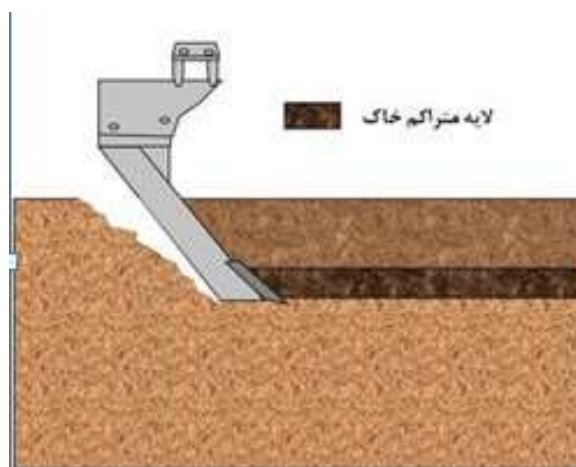
مقاومت زیاد خاک، توسعه ریشه و در نتیجه دسترسی گیاه به منابع خاک زیرین را محدود می‌کند. توانایی توسعه ریشه در خاک‌های با مقاومت زیاد در بین انواع گیاهان متفاوت است. گیاهان یک‌ساله دولپه‌ای (مانند حبوبات شامل: نخود، عدس، لوبیا و ...) که ریشه‌های ضخیم‌تر دارند نسبت به گیاهان یک‌ساله تک‌لپه‌ای (مانند غلات)، توانایی بیش‌تری در گسترش ریشه در خاک‌های با مقاومت زیاد دارند. به‌علاوه، گیاهان دولپه‌ای می‌توانند شبکه خلل و فرج زیستی خاک را بهبود بخشند و کانال‌هایی به سمت لایه زیرین خاک برای محصولات

بعدی ایجاد کنند اما امروزه غلات و دیگر گیاهان با ریشه‌های نازک و فیبری (مانند سیب‌زمینی) به‌طور وسیعی در برنامه کشت سالیانه غالب شده‌اند.

ریشه بیش‌تر گیاهان می‌تواند در خاک‌های با فشردگی دو تا سه مگاپاسگال نفوذ کند ولی نفوذ ریشه سیب‌زمینی در خاکی با فشردگی یک مگاپاسگال محدود می‌شود. به هر حال عمق تراکم و تنش رطوبتی در گیاهان با ریشه سطحی و عمیق متفاوت است (۳). تراکم سطحی خاک را می‌توان با انجام عملیات خاک‌ورزی معمول و سطحی از بین برد اما تراکم عمقی را باید با زیرشکن و یا در برخی شرایط با ماشین‌های خاک‌ورز قلمی عمیق حذف کرد. اگر زیرشکن در شرایط رطوبتی مناسب زده شود، این وسیله می‌تواند فشردگی خاک را از بین ببرد (شکل ۱). به این معنی که خاک باید نسبتاً خشک باشد تا موجب خرد شدن لایه سخت شود. در صورتی که خاک مرطوب باشد، فقط شکاف باریکی در خاک به‌وجود می‌آید که احتمالاً به‌سرعت بسته می‌شود و فشار وزن تراکتور و گاواهن زیرشکن می‌تواند باعث فشردگی خاک شود. زیرشکن‌ها می‌توانند لایه‌های زیر عمق خاک‌ورزی معمول را سست نمایند. این وسیله را می‌توان قبل از کاشت (به دو صورت: زیرشکنی در تمام زمین یا فقط در ردیف‌هایی که بعداً غده سیب‌زمینی کشت می‌شود) و یا بعد از کاشت (زیرشکنی بین ردیفی) استفاده کرد (۱).



ب



الف

شکل ۱- الف: عملیات زیرشکن ب: الگوی توسعه ریشه

می‌باشد. اگرچه تراکم خاک بحث جدیدی نیست اما نتایج متفاوتی از اثر زیرشکنی برای برطرف کردن تراکم عمقی خاک و نیز مزایای آن در تولید سیب‌زمینی وجود دارد.

معرفی دستاورد

در جدول ۱، شرح کوتاهی از خاک‌ورزی رایج و روش‌های مختلف زیرشکنی شامل:

۱- زیرشکنی رایج (شکل ۲) ۲- زیرشکنی ردیفی قبل از کاشت (شکل ۳) و ۳- زیرشکنی بین ردیفی بعد از کاشت (شکل ۴) آورده شده است.

در صورتی که خاک زیر سخت‌لایه خیلی اسیدی یا بازی (قلیایی) باشد، ممکن است به ریشه گیاه آسیب برساند لذا از کاربرد زیرشکن در این نوع خاک‌ها باید اجتناب شود. در صورتی که خاک زیر سخت‌لایه خاک سست یا سبک باشد، انجام عملیات زیرشکنی خاک ممکن است باعث افزایش مصرف آب شود لذا کاربرد زیرشکن در این نوع خاک‌ها توصیه نمی‌شود.

به‌طور کلی از مزایای استفاده از زیرشکن می‌توان به کاهش مقاومت خاک، افزایش عمق ریشه‌دهی و چگالی ریشه، افزایش سرعت نفوذ آب و افزایش آب قابل دسترس اشاره کرد. هزینه بالا و نیاز به تراکتورهای قوی از معایب استفاده از زیرشکن

جدول ۱- شرح کوتاه از روش‌های تهیه زمین سیب‌زمینی با و بدون زیرشکنی

روش خاک‌ورزی	توضیح مختصر
خاک‌ورزی رایج	شخم با گاواهن برگردان‌دار + دیسک + ماله + کاشت سیب‌زمینی با کارنده
زیرشکنی	۱- زیرشکنی رایج (منظور زیرشکنی کل سطح است) + خاک‌ورزی رایج (شخم با گاواهن برگردان‌دار + دیسک + ماله) + کاشت سیب‌زمینی
	۲- زیرشکنی ردیفی قبل از کاشت (منظور زیرشکنی در ردیف‌هایی است که غده سیب‌زمینی در آن منطقه کشت می‌شود و دقیقاً قبل از کشت زده می‌شود) + کاشت سیب‌زمینی در ردیف‌های زیرشکن زده شده
	۳- خاک‌ورزی رایج (شخم با گاواهن برگردان‌دار + دیسک + ماله) + کاشت سیب‌زمینی + زیرشکنی بین ردیفی بعد از کاشت (منظور زیرشکنی بعد از کاشت سیب‌زمینی و در بین ردیف‌ها با زیرشکن یا گاواهن قلمی است)

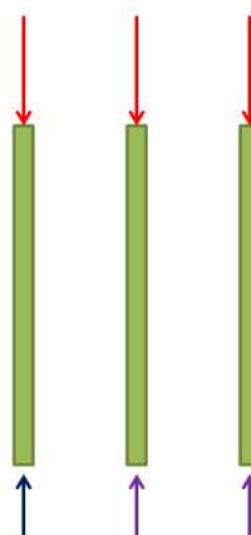


شکل ۲- زیرشکنی رایج (کل سطح خاک)



ب- انجام عملیات زیرشکنی ردیفی در مزرعه

خطوط کاشت سیب زمینی



ردیف‌های زیرشکنی

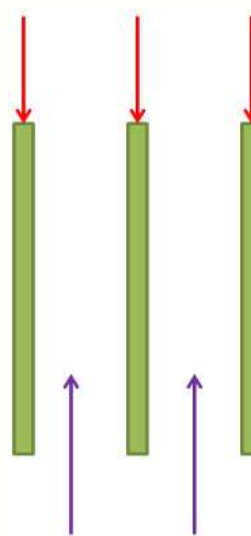
الف- ردیف‌های زیرشکنی شده

شکل ۳- زیرشکنی محدود ردیفی قبل از کاشت سیب زمینی



ب- انجام عملیات زیرشکنی بین ردیفی در مزرعه

خطوط کاشت سیب زمینی



ردیف‌های زیرشکنی

الف- ردیف‌های زیرشکنی شده

شکل ۴- زیرشکنی محدود بین ردیفی بعد از کاشت سیب زمینی

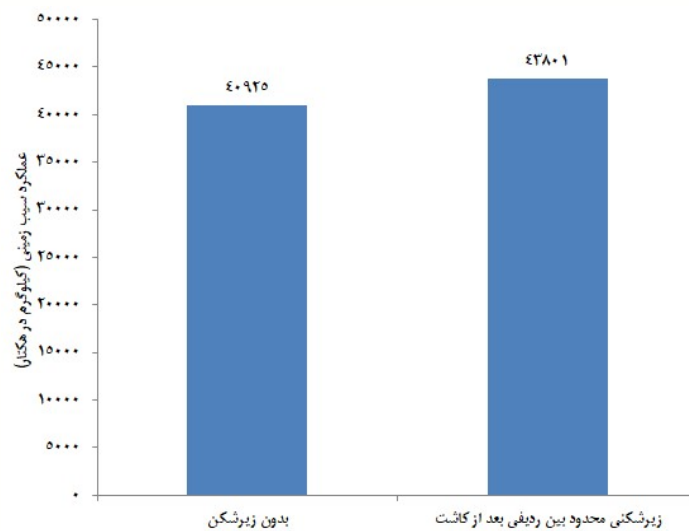
اثر روش‌های مختلف زیرشکنی بر عملکرد سیب زمینی

زیرشکنی اثر مثبت بر افزایش عملکرد سیب زمینی داشته و در کل باعث افزایش عملکرد سیب زمینی ($4/86$ درصد) نسبت به روش رایج (بدون زیرشکنی) شده است. میانگین عملکرد کل در خاک‌ورزی رایج (بدون زیرشکنی) و زیرشکنی به ترتیب

برابر $39,773$ و $41,707$ کیلوگرم در هکتار است. همچنین زیرشکنی رایج، زیرشکنی محدود بین ردیفی بعد از کاشت و زیرشکنی محدود قبل از کاشت عملکرد سیب زمینی را نسبت به روش بدون زیرشکنی به ترتیب $4/85$ درصد (شکل ۵)، $7/03$ درصد (شکل ۶) و $7/16$ درصد (شکل ۷) افزایش داد (۲).



شکل ۵- اثر زیرشکنی رایج بر عملکرد سیب زمینی



شکل ۶- اثر زیرشکنی محدود بین ردیفی بعد از کاشت بر عملکرد سیب زمینی



شکل ۷- اثر زیرشکنی محدود ردیفی قبل از کاشت بر عملکرد سیب زمینی

از کاشت یا زیرشکنی ردیفی (به عمق ۴۰ تا ۵۰ سانتی متر) قبل از کاشت استفاده شود (جدول ۱ و شکل های ۳ و ۴).

دستورالعمل زیرشکنی محدود ردیفی قبل از کاشت

۱- ابتدا مزرعه به وسیله یک دستگاه زیرشکن (ترجیحاً سه یا پنج ردیفه) با فاصله بین بازوهای کناری ۷۵ سانتی متر (هم اندازه با فاصله ردیف های کاشت) با عمق ۴۰ تا ۵۰ سانتی متر زیرشکن زده شود (شکل ۳-ب).

۲- در مرحله دوم بلافاصله با تنظیم شیار بازکن غده کار روی خطوط زیرشکن زده شده، غده های سیب زمینی دقیقاً روی این خطوط کشت شود.

۳- در مرحله سوم آبیاری انجام شود.

۴- در آخر نیز بعد از آبیاری به محض گاورو شدن زمین، عملیات خاک دهی روی پشته ها انجام شود. در این رابطه توصیه می شود که عملیات خاک دهی به همراه خاک ورزی بین ردیفی با پنجه غازی فاروئر (شکل ۸-الف) یا گاواهن قلمی فاروئر (شکل ۸-ب) انجام شود.

زیرشکنی رایج به دلیل تأثیر کم تر بر عملکرد سیب زمینی و هزینه بالا توصیه نمی شود. زیرشکنی دقیق ردیف های کاشت (قبل از کاشت) بیش ترین تأثیر را در افزایش عملکرد داشته است. کاهش تردد تراکتور و در نتیجه فشردن خاک و نیز سست کردن خطوط کشت می تواند از دلایل برتری این روش زیرشکنی باشد (۱). این روش زیرشکنی به دلیل حذف خاک ورزی سیب زمینی نسبت به دو روش دیگر زیرشکنی اقتصادی تر می باشد. در زیرشکنی ردیفی قبل از کاشت (شکل ۳)، ابتدا خطوطی که قرار است در آن ها سیب زمینی کشت شود، زیرشکن زده شده و بلافاصله با غده کار روی این خطوط غده های سیب زمینی کشت می شود. خاک ورزی بین ردیفی بعد از کاشت نیز به علت سست کردن خاک اطراف ریشه منجر به کاهش مقاومت خاک و نفوذ بیش تر ریشه در خاک شده و در نتیجه منجر به تولید غده های بیش تر، درشت تر، بازارپسندتر و افزایش عملکرد سیب زمینی شده است (۱). لذا توصیه می شود که در محصول سیب زمینی یا از زیرشکنی محدود بین ردیفی (به عمق ۳۵ تا ۴۵ سانتی متر) بعد



ب- قلمی فاروئر



الف- پنجه غازی فاروئر

شکل ۸- ماشین های خاک ورز بین ردیف

دستورالعمل زیرشکنی محدود بین ردیفی بعد از کاشت

بین بازوها ۷۵ سانتی متر شده باشد (شکل ۹)) بین ردیف‌ها تا عمق ۳۵ تا ۴۵ سانتی متر خاک ورزی شود. زمان مناسب این روش زیرشکنی بلافاصله بعد از کاشت تا قبل از آبیاری دوم می‌باشد.

- ۱- تهیه زمین به منظور کاشت سیب‌زمینی با روش رایج (شخم با گاوآهن برگردان‌دار + دیسک + ماله) انجام شود.
- ۲- سیب‌زمینی با غده‌کار کشت شود.
- ۳- در آخر نیز با یک دستگاه زیرشکن سه یا پنج ردیفه یا گاوآهن قلمی سه یا پنج ردیفه تغییر شکل داده شده (فاصله



شکل ۹- گاوآهن قلمی سه ردیفه مخصوص خاک‌ورزی بین ردیفی

کاهش داده و باعث توسعه نفوذ ریشه و افزایش غده‌های سیب‌زمینی شده و در نهایت عملکرد سیب‌زمینی را افزایش دهد.

با توجه به این‌که زیرشکنی رایج هزینه بیش‌تر و نیاز به تراکتور قوی دارد و نیز اثر آن بر افزایش عملکرد سیب‌زمینی جزئی است، توصیه می‌شود که در محصول سیب‌زمینی از این روش زیرشکنی استفاده نشود بلکه از یکی از روش‌های تهیه زمین و زیرشکنی محدود به‌شرح زیر استفاده شود:

روش ۱- زیرشکنی دقیق ردیفی (قبل از کاشت) به عمق ۴۰ تا ۵۰ سانتی متر + کاشت سیب‌زمینی روی خطوط زیرشکن زده‌شده با غده‌کار

روش ۲- تهیه زمین به روش رایج (شخم با گاوآهن برگردان‌دار + دیسک + ماله) + کاشت سیب‌زمینی با غده‌کار + زیرشکنی بین ردیفی به عمق ۳۵ تا ۴۵ سانتی متر (تا قبل از آبیاری دوم)

توصیه ترویجی

زیرشکنی به‌طور کلی عملکرد سیب‌زمینی را نسبت به روش بدون زیرشکنی، $4/86\%$ درصد افزایش داده است. زیرشکنی رایج $4/85\%$ (درصد)، زیرشکنی محدود ردیفی بعد از کاشت $7/03\%$ (درصد) و زیرشکنی محدود ردیفی قبل از کاشت $7/16\%$ (درصد) عملکرد را نسبت به روش بدون زیرشکنی افزایش داده‌اند. زیرشکنی در خاک‌های با بافت‌های مختلف، عملکرد سیب‌زمینی را افزایش داده لذا چنین نتیجه‌گیری می‌شود که بافت خاک عامل تأثیرگذار بر زیرشکنی در محصول سیب‌زمینی نیست. بنابراین در هر نوع خاک (با بافت متوسط تا سنگین)، امکان متراکم شدن خاک وجود دارد که با زیرشکنی می‌توان آن را از بین برد تا این‌که باعث بهبود عملکرد شود. همچنین در بیش‌تر تناوب‌های گیاهی (گندم - سیب‌زمینی، ذرت - سیب‌زمینی، لوبیا - سیب‌زمینی و یونجه - سیب‌زمینی) زیرشکنی توانسته است که فشردگی خاک را

فهرست منابع

- 3- Saini, G. R. and Chow, T. L. 1982. Effect of compact sub-soil and water stress on shoot and root activity of corn (*Zea mays* L.) and alfalfa (*Medicago sativa* L.) in a growth chamber. *Plant and Soil*, 66: 291-298.
- 4- Sarango, V. G. 2015. Biological and mechanical subsoiling in potato production – a participatory research approach. Doctoral Thesis, Department of Crop Production Ecology Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 64p.
- 5- Soane, B. D. and van Ouwerkerk, C. 1994. Soil compaction problems in world agriculture. In: Soil compaction in crop production, Soane, B. D. and van Ouwerkerk, C. editors, Elsevier Science, Amsterdam, Netherlands. P:1-21.
- 6- Stalham, M. A., Allen, E. J. and Herry CUF, F. X. 2005. Effects of soil compaction on potato growth and its removal by cultivation. Research Review, Ref: R261. British Potato Council, Oxford. 60p.
- ۱- حیدری، احمد. ۱۴۰۱. فراتحلیل اثر زیرشکنی بر عملکرد سیب زمینی. تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی. جلد ۲۳، شماره ۸۲، صفحه ۷۱ تا ۸۶.
- ۲- حیدری، احمد. ۱۴۰۱. مطالعه و ارائه بسته مکانیزاسیون مناسب برای تولید سیب زمینی در استان همدان. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. شماره ثبت ۶۱۹۰۸ مورخ ۱۴۰۱/۰۴/۲۵. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. کرج.