تأثیر زیرشکنی و مقادیر مختلف آب آبیاری بر عملکرد چغندرقند و گندم در تناوب با یکدیگر

The effects of sub-soiling and different levels of irrigation on sugar beet and wheat yield in rotation

حسین محمدی مزرعه [1] و امیر نورجو [1]

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۲/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۴/۲۴

ح. محمدی مزرعه و ا. نورجو. ۱۳۸۸. تأثیر زیرشکنی و مقادیر مختلف آب آبیاری بر عملکرد چغندرقند و گندم در تناوب با یکدیگر. **مجله چغندرقند ۲۵(۱): ۵۱-۳۹.**

چکیده

در این تحقیق، تأثیر زیرشکنی خاک مزرعه به عمق ٤٥ سانتی‌متر و آبیاری با سه تیمار ٦٠، ٨٠ و ١٠٠ درصد نیازی آبی در تناوب گندم و چغندرقند، در آزمایش کرت‌های نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب، آذربایجان‌غربی مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی، صفت عملکرد گندم و چغندرقند طی سه سال (۸۱-۱۳۷۹) مورد ارزیابی قرار گرفت و از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد که زیرشکنی خاک پس از گذشت سه سال روی عملکرد گندم و چغندرقند اثر معنی‌دار ندارد، ولی تأثیر زیرشکنی بر عملکرد گندم سال اول و عملکرد چغندرقند در سال‌های اول و دوم معنی‌دار بود. یعنی تأثیر زیرشکنی در زراعت گندم تا یک سال و در چغندرقند تا دو سال مؤثر است. زیرشکنی سال اول، دوم و سوم به‌ترتیب دارای بیش‌ترین تأثیر در افزایش عملکرد گندم و چغندرقند بود. تأثیر میزان آب آبیاری روی عملکرد گندم و چغندرقند در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد با ٤/٦ تن در هکتار بیش‌ترین و تیمار آبیاری ٦٠ درصد با ۳/۵ تن در هکتار کم‌ترین عملکرد گندم را تولید کرد. بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد چغندرقند با ٦٠ و ٤٨/١ تن در هکتار به ترتیب مربوط به تیمارهای ۱۰۰ و ٦٠ درصد تأمین آب بود. به‌طور کلی، زیرشکنی خاک باعث افزایش بهره‌وری مصرف آب شد و امکان اعمال کم‌آبیاری بدون کاهش عملکرد را فراهم کرد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری، چغندرقند، زیرشکنی، کم‌آبیاری، گندم، میاندوآب

۱ – مربیان پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجانغربی *- نویسنده مسئول
mazraeh47@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

تراکم خاک به مفهوم تحکیم مجدد خاک‌دانه‌ها و ذرات خاک است به گونه‌ای که موجب افزایش مقاومت خاک، جرم مخصوص ظاهری و کاهش تخلخل شود (Warkentin 1984). کاهش منافد بین خاک‌دانه‌ها تأثیر زیادی در کاهش نفوذپذیری و زهکشی خاک و تبادل گازها دارد. افزایش مقاومت مکانیکی در نفوذ ریشه، فعالیت‌های بیولوژیکی در خاک و بروز بیماری‌های ریشه گیاه مؤثر است. دو عامل اصلی ایجاد تراکم خاک شامل الف) نیروهای مکانیکی ناشی‌از تردد ماشین‌ها و دام، که این نیروها در مقاطع زمانی کوتاه اثر می‌کنند و ب) تراکم طبیعی خاک‌ها (Allmaras et al. 1988) است.

تأثیر تراکم خاک با بافت لومی‌شنی بر توزیع ریشه محصولات جو، لوبیا و چغندرقند در پروفیل خاک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تراکم خاک باعث کاهش نفوذ ریشه در پروفیل خاک می‌شود. به‌طوری‌که بیش‌ترین کاهش نفوذ ریشه در چغندرقند و کم‌ترین آن در جو بود (Wood 1988). تعداد ریشه‌های پنبه که در لایه‌های فشرده خاک‌های مختلف نفوذ کرده بودند، اندازه‌گیری و مشخص شد که وقتی مقاومت نفوذی خاک به دو مگاپاسکال (MPa) می‌رسد، ریشه‌های نفوذ یافته به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌یابند. در حقیقت، خاکی که بیش‌تر از دو مگاپاسکال فشرده شده باشد، هیچ ریشه‌ای قادر به رشد در آن نخواهد بود (Taylor et al. 1966). تراکم ناشی از ۱۵ مرتبه عبور تراکتور حداکثر عمق نفوذ ریشه ذرت سیلویی را تا نصف و عمق ناحیه تمرکز ریشهٔ آن را حدود یک‌سوم کاهش داد. این تغییرات به همراه تغییرات رطوبت خاک باعث کاهش قابل‌توجه عملکرد ذرت سیلویی شد (Johnson et al. 1986). در موقع استفاده از زیرشکن باید بر دو نکتهٔ اساسی توجه شود: زیرشکن زمانی استفاده شود که خاک به اندازهٔ کافی برای زیرشکنی خشک باشد و عمق زیرشکنی از لایهٔ فشرده شده اندکی بیش‌تر باشد (Schulder and Wood 1992).

کم‌آبیاری ـ شامل کاهش محصول در واحد سطح و در عین حال، افزایش آن با گسترش سطح است ـ یک راه‌کار بهینه برای تولید محصولات تحت شرایط کمبود آب است (سپاسخواه و همکاران ۱۳۸۵; English and Raja 1996). در کم‌آبیاری به‌طور آگاهانه به گیاه اجازه داده می‌شود با دریافت آب کم‌تر، محصول خود را کاهش دهد (English and Raja, 1996). اگرچه نتیجه مستقیم کم‌آبیاری، کاهش عملکرد در واحد سطح است ولی از مزایای آن می‌توان به کاهش هزینه‌های تولید و هزینه‌های مربوط به استحصال، انتقال و توزیع آب، کاهش هزینه‌های انرژی، نیروی کارگری، سموم، کودهای شیمیایی، بهبود وضعیت زراعی و راندمان کاربرد آب اشاره کرد (توکلی و فرداد ۱۳۷۵; سپاسخواه و همکاران ۱۳۸۵). موفقیت کم‌آبیاری در مورد گیاهانی نظیر چغندرقند، گندم، پنبه و غیره در نقاط مختلف جهان به اثبات

Archive of SID

www.SID.ir

رسیده است. این گیاهان عموماً به تنش آب نسبتاً مقاوم هستند و یا با ریشه‌دوانی عمیق و استفاده‌از رطوبت خاک در اعماق پایین با تنش آبی مقابله می‌کنند (English et al. 1990). چغندرقند به علت دوره رویشی طولانی، بدون مرحله حساس گلدهی و دارا بودن سیستم ریشه‌ای عمیق و توانایی تنظیم اسمزی بیش‌تر، متحمل به شرایط خشکی و شوری خاک است (Dunham 1993). تحقیقات میلرو آرسج (Miller and Aursaj 1976) نشان می‌دهد چغندرقند قادر است تحت شرایط کم‌آبیاری به‌طور رضایت‌بخش به رشد خود ادامه دهد.

نتایج کم‌آبیاری چغندرقند نشان داد که کاهش ۳۰ درصدی مصرف آب در زراعت چغندرقند عملکرد محصول را فقط ۱۳/۸ درصد کاهش می‌دهد (توکلی ۱۳۷۵). تحقیقات نورجو و همکاران (۱۳۸۱) در خصوص کم‌آبیاری چغندرقند در منطقه میاندوآب نشان داد که سطوح مختلف آبیاری روی عملکرد ریشه و شکر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی بر خصوصیات کیفی ریشه تأثیر معنی‌دار نداشت. هم‌چنین اعمال ۲۵ و ۵۰ درصد کم‌آبیاری به ترتیب موجب حصول ۸۶/۷ و ۶۶/۶ درصد عملکرد ریشه در تیمار آبیاری کامل شد. آنان اعمال ۲۵ درصد کم‌آبیاری در دور ۱۰ روز آبیاری را برای افزایش کارآیی مصرف آب در زراعت چغندرقند منطقه میاندوآب توصیه کردند.

در یک پژوهش معلوم شد که عملکرد گندم در تیمار زیرشکنی به عمق ۳۵ –۳۰ سانتی‌متر و گاوآهن برگردان‌دار، ۶۳۶۰ کیلوگرم، تیمار زیرشکنی به عمق ۴۵–۴۰ سانتی‌متر و گاوآهن برگردان‌دار، ۶۳۱۲ کیلوگرم و تیمار گاوآهن برگردان‌دار بدون زیرشکنی ۶۱۲۶ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج این پژوهش نشان داد که درصد افزایش تولید گندم در اثر کاربرد زیرشکن با گاوآهن برگردان‌دار نسبت به گاوآهن برگردان‌دار بدون زیرشکن در حدود ۳/۸ درصد (از نظر آماری معنی‌دار نبود) است (صلحجو و نیازی ۱۳۸۰). دیگر محققین (به نقل از صلحجو و نیازی ۱۳۸۰) نیز درصد افزایش تولید در اثر کاربرد زیرشکن را در حدود ۲ تا ۶/۹ درصد گزارش داده‌اند. اجرای عملیات زیرشکنی باعث افزایش نسبی میزان تولید گندم نسبت به انجام عملیات شخم با گاوآهن برگردان‌دار و بدون استفاده از زیرشکن می‌شود (هر چند که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشته باشد). علت اثرات مثبت زیرشکن در عملکرد گندم را می‌توان به بهبود شرایط فیزیکی خاک مانند کاهش وزن مخصوص ظاهری، شاخص مخروطی خاک و افزایش میزان نفوذ آب در خاک دانست که شرایط را جهت رشد بهتر گیاه ایجاد می‌کند. با توجه به این‌که اجرای عملیات زیرشکنی در هر سه تا پنج سال یک‌بار انجام می‌شود، لذا از لحاظ اقتصادی با توجه به افزایش ۳/۸ درصدی گندم نه تنها هزینه عملیات زیرشکنی در سال اول تأمین می‌شود بلکه باعث بهبود شرایط فیزیکی خاک طی سه تا پنج سال بعد نیز می‌شود (صلحجو و نیازی ۱۳۸۰). براساس گزارش انصاری و آسودار (۱۳۸۶) نیز زیرشکنی بر

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد دانه گندم تاثیر معنی‌دار ندارد ولی موجب بهبود عملکرد در مقایسه با تیمار بدون زیرشکن می‌شود. به طوری‌که عملکرد دانه در زیرشکن در عمق ۵۰ سانتی‌متر ۴/۷ درصد نسبت به تیمار بدون زیرشکن افزایش می‌یابد. در تحقیق دیگری اسکندری و همت (۱۳۸۲) نشان دادند که رطوبت خاک و عملکرد محصول گندم به ترتیب معادل ۱۵ و ۲۱ درصد بیش‌تر نسبت به شرایط بدون عملیات زیرشکنی افزایش می‌یابد.

جانسون و اریکسون (Johnson and Erickson 1991) نشان دادند استفاده از زیرشکن در خاک لومی و رسی عملکرد چغندرقند را به‌ترتیب معادل ۱۰/۷ و ۷/۶ تن در هکتار افزایش می‌دهد. هم‌چنین حذف تردد تراکتور قبل از کاشت در زمین‌های رسی، به‌طور متوسط عملکرد ریشه چغندرقند را ۸/۳ تن در هکتار افزایش می‌دهد. عملکرد شکر قابل‌استحصال متأثر از عملکرد ریشه است و خاک‌ورزی در میزان شکر قابل استحصال تأثیر معنی‌داری نداشت. دهقانیان و صلح‌جو (۱۳۸۴) افزایش ۲۰ درصدی عملکرد ریشه چغندرقند را در تیمارهای زیرشکنی اعلام کردند. اسیبل و کراکستون (Oussible and Crookston 1987) نیز نشان دادند استفاده از زیرشکن تک‌شاخه به فاصله‌های ۴۰ سانتی‌متر و به عمق ۷۰ سانتی‌متر باعث کاهش وزن مخصوص خاک به میزان ۱۱ درصد، افزایش کل خلل و فرج خاک به میزان ۱۷ درصد و خلل و فرج درشت ۵۰ درصد شد. آن‌ها کاهش مقاومت مکانیکی خاک در عمق ۲۰ تا ۳۵ سانتی‌متری کرت‌های زیرشکنی شده را ۱۹ تا ۳۳ درصد اعلام کردند. در تحقیقات آن‌ها در کرت‌های زیرشکنی شده طول ریشه به ازای واحد وزن و در عمق یکسان ۵۴ درصد بلندتر بود و متوسط عملکرد دانه و ساقه گندم به‌ترتیب ۴۸ و ۲۸ درصد افزایش یافت.

توسعه مکانیزاسیون کشاورزی با افزایش تردد ماشین‌های کشاورزی منجربه تراکم خاک شده است. عوامل زیادی در متراکم شدن خاک توسط ماشین‌های کشاورزی دخالت دارند که می‌توان به وضعیت رطوبتی خاک در حین عملیات خاک‌ورزی، نوع خاک و دفعات عبور ماشین‌های کشاورزی اشاره کرد (Daniel et al. 1988). شاخص‌هایی نظیر افزایش مقاومت خاک به فروپذیری به میزان دو مگاپاسکال و نیز ایجاد محیطی که فضای خالی بین ذرات خاک کمتراز ۱۰ درصد باشد، مؤید شرایط نامناسب برای توسعه ریشه گیاه است (Gupta and Larson. 1982). تحقیقات حیدری سلطان‌آبادی و همکاران (۱۳۸۶) در رابطه با تأثیر زیرشکنی در برخی ویژگی‌های خاک نشان داد که سرعت نفوذ آب در زمین ساب‌سویلر خورده به‌صورت معنی‌داری تا ۱/۷ برابر افزایش می‌یابد ولی تأثیری بر وزن مخصوص ظاهری خاک ندارد.

در این تحقیق تأثیر زیرشکنی و آبیاری به‌طور توأم بر عملکرد چغندرقند و گندم مورد بررسی قرار گرفته است.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

بـه منظـور اجـرای تحقیـق، قطعـه زمینـی در ایستگاه تحقیقات کـشاورزی میانـدوآب بـا مشخـصات جغرافیایی ´۹۰ و °۴۶ طول شرقی و ´۵۸ و °۳۶ عرض شمالی و ارتفـاع ۱۳۷۱ متـر از سـطح دریـا و بـا رژیـم رطوبتی زریک (خشک و نیمه‌خشک) و رژیـم حرارتـی نریک با متوسط نزولات جوی ۳۰۰ میلی‌متر در سال در خاکی با بافت سیلتی‌لومی (رسوبات رودخانه‌ای) انتخاب و آزمایش به مـدت سـه سـال (۸۱-۱۳۷۹) اجـرا شـد. برخی مشخصات خـاک محـل اجـرای طـرح در زمـان انجام زیرشکنی در جدول یک آورده شده است.

جدول ۱ نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از اجرای طرح

درصد اشباع	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	مواد خنثی‌شونده (درصد)	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل‌جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل‌جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)
۴۵	۰/۸۵	۸/۲۳	۵/۴	۰/۹۱	۱۶/۵	۳۹۰	۱۹	۵۸	۲۳

آزمایش به صورت کرت‌های نواری با طرح پایه بلوک‌های کامـل تـصادفی بـا دو فـاکتور زیرشـکنی و آبیاری روی دو محصول گندم و چغندرقند در سه تکرار اجرا شد. تیمار زیرشـکنی (فـاکتور افقـی) بـا دو سـطح زیرشکنی به عمق ۴۵ سانتی‌متـر و بـدون زیرشـکنی و تیمار آبیاری (فاکتور عمودی) در سه سطح آبیاری ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی بـه اجـرا درآمـد. در سـال اول برای هر دو محصول گندم و چغندرقند قطعه‌ای به ابعاد ۷۵×۴۰ متر اختصاص داده شد (برای هر محـصول ۷۵ × ۲۰ متر). ابعاد هر کرت ۱۰ × ۶ متر، ابعاد هـر بلـوک ۲۰× ۲۲ متر و فاصله بین بلوک‌هـا چهـار متـر بـود. در سال دوم ضمن حفظ قطعه سال اول، قطعـه سـال دوم نیز دقیقاً به همان انـدازه سـال اول ایجـاد و در هـر دو قطعه سـال اول و دوم تمـام عملیـات زراعـی بـه‌طـور یکنواخت انجام شد. در قطعه اول، محل کشت گنـدم و چغندرقند جابجا و تیمارهای آبیـاری اعمـال شـد، ولـی عملیـات زیرشـکنی صـورت نگرفـت. در قطعـه دوم تیمارهای زیرشکنی و آبیاری اعمال شد. در سال سـوم، قطعات آزمـایش سـال‌هـای قبـل (اول و دوم) حفـظ و قطعه سال سوم به همان اندازه آن‌ها ایجاد و در هر سه قطعه آزمایش تمام عملیات زراعـی بـه‌طـور یکنواخـت انجام شد. با این توضیح که فقط در قطعه سوم عملیات زیرشـکنی صـورت گرفـت و در قطعـات اول و دوم زیرشکنی انجام نشد. لذا در سال سـوم آزمـایش، عمـر زیرشکنی در قطعه اول سه سال، در قطعه دوم دو سال و در قطعه سوم یک سال بود. به بیان دیگـر مـی‌تـوان

Archive of SID

www.SID.ir

تیمارهای زیرشکنی قطعه سال اول، دوم و سوم را به‌ترتیب تیمارهای زیرشکنی سال سوم، دوم و اول نامید. عملکرد گندم و عملکرد ریشه چغندرقند مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

برای اعمال تیمارهای زیرشکنی از تراکتور CASE-1550 و زیرشکن ساخت قطعات آهنگری خراسان با ساقه C شکل، عرض کار ۱/۴ متر، سه شاخه خمیده، قابV شکل و تیغه ساده و برای اعمال تیمار آبیاری از موتور پمپ دو اینچ بنزینی و سیستم لوله‌کشی با لوله پلی‌اتیلن استفاده شد. برای اعمال تیمارهای آبیاری رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه در هریک از تیمارها قبل از آبیاری با روش وزنی مشخص شد. بدین منظور نمونه خاک قبل از آبیاری در قوطی‌های آلومینیومی درب‌دار برداشت و توزین شد. سپس توسط آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک و مجدداً توزین و مقدار رطوبت خاک محاسبه (Gardner 1986) و مقدار آب لازم جهت جبران تخلیه رطوبت در عمق توسعه ریشه تا ظرفیت زراعی مزرعه برای تیمار آبیاری کامل (تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی) برآورد و مقدار آب آبیاری سایر تیمارها (تأمین۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی) براساس ضرایب مربوطه محاسبه شد. راندمان آبیاری با توجه به نوع آبیاری و طول شیارها ۷۵ درصد در نظر گرفته شد. مقدار عمق خالص آب آبیاری، عمق ناخالص آب آبیاری و حجم آب آبیاری با استفاده از روابط یک تا سه محاسبه شد.

رابطه (۱) $F_n=(F.C.-\theta)\times D\times G.S.$

رابطه (۲) $F_g=F_n/E_a$

رابطه (۳) $V_g=F_g\times A$

که در آن F_n، عمق خالص آبیاری (متر)؛ F_g، عمق ناخالص آبیاری (متر)؛ V_g، حجم آب آبیاری (مترمکعب) برای یک کرت از تیمار آبیاری کامل (تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی)؛ E_a، راندمان آبیاری (۰/۷۵)؛ $F.C.$، ظرفیت زراعی مزرعه؛ D، عمق توسعه ریشه (متر)؛ $G.S.$، وزن مخصوص ظاهری خاک؛ θ، درصد رطوبت وزنی خاک؛ A، مساحت کرت (مترمربع) بود. بدین ترتیب مقدار آب آبیاری برای تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی (آبیاری کامل) در طول فصل رشد برای چغندرقند و گندم به ترتیب ۱۰۶۵۰ و ۳۲۷۰ متر مکعب در هکتار محاسبه و اعمال شد.

در پاییز کرت‌های مربوط به تیمار زیرشکنی در هر دو قطعه آزمایش گندم و چغندرقند، به عمق ۴۰- ۴۵ سانتی‌متر زیرشکنی شدند. در زمان زیرشکنی رطوبت خاک در عمق‌های ۲۰-۰ و ۴۵ ـ ۲۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. میانگین رطوبت در حین زیرشکنی ۱۶/۲۴ درصد بود. بعداز اعمال تیمارهای زیرشکنی، تمام قطعه آزمایش مربوط به گندم با تراکتور MF285 و گاوآهن برگردان‌دار شخم و بعد از دیسک و لولر، زمین برای کاشت آماده شد. گندم رقم زرین به میزان ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار کاشته شد. مقدار محصول گندم در نیمه دوم تیر ماه از هر کرت به مساحت ۳۸/۲ مترمربع برداشت و توزین شد. فاصله زمانی بین

Archive of SID
www.SID.ir

زیرشکنی خاک و خاک‌ورزی اولیه و ثانویه در کشت گندم حدود یک ماه بود. قطعهٔ زمین چغندرقند که به‌طور همزمان با قطعه زمین گندم در پاییز زیرشکنی شده بود، در آغاز اردیبهشت سال بعد با گاوآهن برگردان‌دار شخم و سپس دیسک و لولر زده شد. بذر چغندرقند رقم BR1 به میزان هشت کیلوگرم در هکتار با فواصل ردیف ۶۰ سانتی‌متر کشت شد. در طول فصل زراعی چغندرقند جمعاً ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن در سه مرحله کاشت، ۸- ۶ برگی و ۱۲- ۱۰ برگی چغندرقند (در هر مرحله ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) داده شد. برای از بین بردن آگروتیس در یک نوبت با سم سوین طعمه‌پاشی شد. در چند بار نیز برای مبارزه با علف‌های هرز طی فصل رشد چندین بار مزرعه چغندرقندکولتیواتور زده شد و در آبان ماه محصول چغندرقند از هر کرت به مساحت ۱۰ مترمربع برداشت و توزین شد و داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ مرکب سال سوم هر سه قطعه آزمایش در جدول‌های دو تا پنج ارایه شده است.

عملکرد گندم

نتایج به دست آمده از تجزیه داده‌های حاصل از سه قطعه آزمایش مربوط به سال‌های مختلف نشان داد که تأثیر زمان زیرشکنی خاک (اثر زیرشکنی سال‌های اول، دوم و سوم) بر عملکرد گندم معنی‌دار نیست (جدول ۲). به عبارتی میرایی اثر زیرشکنی خاک بر عملکرد گندم معنی‌دار نشد. تأثیر زیرشکنی خاک بر عملکرد گندم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد و عملکرد گندم را ۱۲/۱ درصد نسبت به شرایط بدون زیرشکن افزایش داد (جدول ۳). عملکرد گندم در تیمارهای زیرشکن و بدون زیرشکنی خاک به ترتیب ۴/۵ و ۴/۰ تن در هکتار شد. این نتایج با گزارش‌های صلح‌جو و نیازی (۱۳۸۰) و انصاری و آسودار (۱۳۸۶) مطابقت دارد. تأثیر مثبت زیرشکنی در افزایش عملکرد را می‌توان در بهبود شرایط فیزیکی خاک مانند کاهش جرم مخصوص ظاهری، شاخص مخروط خاک و افزایش میزان نفوذ آب در خاک و ایجاد شرایط بهتر رشد ریشه دانست. دیگر محققین نیز اثرات مثبت زیرشکن بر عملکرد گندم را تأیید کرده‌اند (صلح‌جو و نیازی، ۱۳۸۰؛ Oussible and Crookston, 1987). تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). عملکرد گندم در تیمار آبیاری ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد به ترتیب ۵، ۴/۳ و ۳/۵ تن در هکتار شد (جدول ۳). با کاهش میزان آب آبیاری از عملکرد محصول کاسته شد که با غالب نتایج سایر محققین بر روی تأثیر کم‌آبیاری در کاهش عملکرد محصول مطابقت دارد (توکلی ۱۳۷۵؛ نورجو و همکاران ۱۳۸۱؛ سپاسخواه و همکاران ۱۳۸۵). با اعمال ۲۰ و ۴۰ درصد کم‌آبیاری عملکرد گندم به ترتیب ۱۳/۵ و ۳۰ درصد کاهش یافت (جدول ۳). به عبارتی نرخ کاهش عملکرد کم‌تر از مصرف آب بود که جزو اهداف و مزایای کم‌آبیاری محسوب می‌شود و با نتایج سپاسخواه و همکاران (۱۳۸۵) و انگلیش و راجا (1996) مطابقت دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲ نتایج تجزیه واریانس اثر فاکتورهای مختلف بر عملکرد گندم و چغندرقند در سال سوم آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات عملکرد	
		گندم	چغندر قند
زمان زیرشکنی (قطعات سال‌های مختلف)	۲	۰/۰۸۹	۵۸۷/۴۴۴
اشتباه	۶	۰/۱۸۳	۶۶۶/۷۰۱
زیرشکنی	۱	۳/۱۵۸*	۱۳۸/۷۲۰
زمان زیرشکنی × زیرشکنی	۲	۰/۱۶۲	۲۸۶/۳۰۹*
اشتباه	۶	۰/۲۳۶	۵۲/۰۷۳
آبیاری	۲	۱۰/۰۲۵**	۱۱۴۱/۵۵۰**
زمان زیرشکنی × آبیاری	۴	۰/۲۵۹	۵۶/۵۶۲
اشتباه	۱۲	۰/۱۵۰	۵۱/۲۰۵
زیر شکنی × آبیاری	۲	۰/۱۵۶	۵/۵۶۴
زمان زیرشکنی × زیرشکنی× آبیاری	۴	۰/۰۹۱	۲۴/۸۲۰
اشتباه	۱۲	۰/۱۹۵	۱۸/۱۳۸

* و ** معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳ میانگین عملکرد سطوح فاکتورهای مختلف در گندم و چغندرقند

تیمارها	عملکرد (تن در هکتار)	
	گندم*	چغندر قند*
قطعه سال سوم (سال اول زیرشکنی خاک)	۴/۳ A	۵۸/۵ A
قطعه سال دوم (سال دوم زیرشکنی خاک)	۴/۳ A	۵۱/۱ A
قطعه سال اول (سال سوم زیرشکنی خاک)	۴/۲ A	۴۷/۳ A
زیر شکنی	۴/۵ A	۵۳/۸ A
بدون زیرشکنی	۴/۰ B	۵۰/۶ A
آبیاری ۱۰۰ درصد	۵/۰ A	۶۰/۰ A
آبیاری ۸۰ درصد	۴/۳ B	۵۲/۶ B
آبیاری ۶۰ درصد	۳/۵ C	۴۴/۱ C

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد چغندرقند

تأثیر زمان زیرشکنی بر عملکرد چغندرقند معنی‌دار نبود (جدول ۲). میزان عملکرد چغندرقند در سال اول، دوم و سوم زیرشکنی به ترتیب ۵۸/۵، ۵۱/۰ و ۴۷/۳ تن در هکتار شد. هرچند اثر زمان زیرشکنی معنی‌دار نبود، ولی عملکرد چغندرقند در قطعه سال سوم به‌ترتیب معادل ۱۹/۲ و ۱۲/۸ درصد بیش‌تر از قطعه سال اول و دوم بود (جدول ۳). به عبارتی، تأثیر زیرشکنی در سال‌های بعد کاهش می‌یابد که می‌تواند به علت ترافیک ادوات کشاورزی باشد (Allmaras et al. 1988) و بر همین اساس توصیه می‌شود هر سه تا پنج سال عملیات زیرشکنی تکرار شود (صلح‌جو و نیازی ۱۳۸۰). میرایی زیرشکن در چغندرقند در مقایسه با گندم بیش‌تر است. به‌طوری که در مورد گندم کاهش عملکرد در سال سوم بعد از زیرشکن (قطعه سال اول) ۲/۸ درصد شد. تأثیرپذیری ریشه چغندرقند از تراکم خاک نسبت به گندم را می‌توان عامل این اختلاف دانست. تحقیقات وود (1992) نیز نشان داد تأثیر تراکم خاک در کاهش نفوذ ریشه چغندرقند بیش‌تر از سایر محصولات است. تأثیر زیرشکنی بر عملکرد چغندرقند معنی‌دار نبود (جدول۲). عملکرد چغندرقند در تیمار زیرشکنی و بدون زیرشکنی به‌ترتیب ۵۳/۸۴ و ۵۰/۶۴ تن در هکتار است (جدول ۳). در عین حال، عملکرد چغندرقند در تیمار زیرشکنی نسبت به تیمار بدون زیرشکنی بیش از شش درصد افزایش داشت که با تحقیقات جانسون و اریکسون (1991) و دهقانیان و صلح‌جو (۱۳۸۴) مطابقت دارد. اثرات متقابل زمان زیرشکنی و زیرشکنی برای عملکرد چغندرقند معنی‌دار بود (جدول ۲). عملکرد چغندرقند در تیمار زیرشکنی و بدون زیرشکنی در سال اول به‌ترتیب ۶۱/۷ و ۵۵/۳ تن در هکتار بود (جدول ۴). نتایج سال اول نشان داد تأثیر زیرشکنی در این سال بر عملکرد چغندرقند معنی‌دار بود و میزان عملکرد محصول را بیش از ۱۱/۵ درصد افزایش داد. عملکرد چغندرقند در تیمار زیرشکنی سال دوم و بدون زیرشکنی به ترتیب ۵۱/۸ و ۴۲/۷ تن در هکتار است. اختلاف عملکرد چغندرقند بین دو تیمار زیرشکنی و بدون زیرشکنی در قطعه سال دوم نیز همانند قطعه سال اول معنی‌دار بود (جدول ۴). یعنی زیرشکنی خاک در دو سال پیش‌تر نیز همانند زیرشکنی سال اول بر عملکرد چغندرقند تأثیر معنی‌داری داشت. در شرایط زیرشکنی در دو سال قبل، افزایش عملکرد محصول ۱۲/۲ درصد بود (جدول ۴). نتایج نشان داد که اختلاف عملکرد چغندرقند در تیمار سال سوم زیرشکنی و بدون زیرشکنی معنی‌دار نبود، ولی زیرشکنی عملکرد چغندرقند را بهبود بخشید. به‌عبارتی با گذشت سه سال از عملیات زیرشکنی (قطعه سال اول) علی‌رغم تأثیر مثبت زیرشکنی، تأثیر معنی‌دار آن از بین می‌رود.

مقدار آب آبیاری بر عملکرد چغندرقند تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). عملکرد چغندرقند در تیمارهای آبیاری ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد به‌ترتیب ۶۰، ۵۲/۶ و ۴۴/۱ تن در هکتار شد (جدول ۳). تحقیقات سایر محققین نیز کاهش عملکرد چغندرقند در اثر

Archive of SID

www.SID.ir

اعمال کم‌آبیاری را تأیید می‌کند (توکلی ۱۳۷۵؛ نورجو و همکاران ۱۳۸۱؛ سپاسخواه و همکاران ۱۳۸۵). نرخ کاهش عملکرد چغندرقند در مقایسه با مصرف آب پایین بود، لذا می‌توان افزایش بهره‌وری مصرف آب در اعمال کم‌آبیاری در زراعت چغندرقند را انتظار داشت و می‌توان به عنوان یک راه‌کار مناسب در شرایط کمبود منابع آب (مناسب برای شرایط خشک و نیمه‌خشک ایران) در راستای استفاده بهینه از منابع آب و کاهش هزینه‌ها انتخاب کرد (توکلی و فرداد ۱۳۷۵؛ سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵؛ English and Raja, 1996).

جدول ٤ تأثیر متقابل سال زیرشکنی با زیرشکنی یا عدم زیرشکنی بر عملکرد گندم و چغندرقند

تیمارها	عملکرد (تن در هکتار)	
	گندم	چغندر قند
سال اول زیرشکنی خاک × زیر شکنی	۴/۶ A	۶۱/۷ A
قطعه سال سوم × بدون زیرشکنی	۳/۹ A	۵۵/۳ B
سال دوم زیرشکنی خاک × زیرشکنی	۴/۴ A	۵۱/ B
قطعه سال دوم × بدون زیرشکنی	۴/۱ A	۴۲/۷ C
سال سوم زیرشکنی خاک × زیرشکنی	۴/۴ A	۵۳/۹ B
قطعه سال اول × بدون زیرشکنی	۳/۹ A	۴۸/۰ BC

تأثیر متقابل زیرشکنی و آبیاری در بهره‌وری مصرف آب چغندرقند در جدول پنج آورده شده است. با اعمال کم‌آبیاری بهره‌وری مصرف آب افزایش یافت و زیرشکنی موجب بهبود بهره‌وری مصرف آب در کلیه سطوح مورد آزمایش آبیاری شد. پیش‌تر در تحقیقات نورجو (۱۳۸۷) در منطقه میاندوآب نیز بهبود بهره‌وری مصرف آب در زراعت چغندرقند با اعمال کم‌آبیاری گزارش شده بود.

نتیجه‌گیری

عملیات زیرشکنی موجب افزایش معنی‌دار عملکرد گندم (۱۲ درصد) شد. لذا به منظور افزایش عملکرد گندم زیرشکنی خاک توصیه می‌شود. میرایی زیرشکنی در سه سال معنی‌دار نشد. لذا اثر مثبت زیرشکنی تا سه سال ماندگاری است و عملیات زیرشکنی می‌تواند در سال چهارم تکرار شود. گندم به تنش آبی حساس است و کم‌آبیاری موجب کاهش معنی‌دار عملکرد شد. لذا توصیه می‌شود در صورت عدم محدودیت منابع آب، با آبیاری کامل و بدون اعمال تنش آبی از کاهش عملکرد جلوگیری شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵ اثرات متقابل تیمارهای زیرشکنی و آبیاری در بهره وری مصرف آب چغندرقند

	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	عملکرد (تن در هکتار)	بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم به مترمکعب آب آبیاری)
زیرشکنی× آبیاری کامل	۱۰۶۵۰	۶۱/۸۰	۵/۸
زیرشکنی× آبیاری ۸۰ درصد	۸۷۲۰	۵۴/۶۸	۶/۳
زیرشکنی× آبیاری ۶۰ درصد	۶۷۹۰	۴۵/۰۷	۶/۶
بدون زیرشکنی× آبیاری کامل	۱۰۶۵۰	۵۸/۲۱	۵/۵
بدون زیرشکنی× آبیاری ۸۰ درصد	۸۷۲۰	۵۰/۶۱	۵/۸
بدون زیرشکنی× آبیاری ۶۰ درصد	۶۷۹۰	۴۳/۱۲	۶/۴

تأثیر زیرشکنی خاک در طول سه سال بر عملکرد چغندرقند معنی‌دار نبود ولی عملکرد چغندرقند را به میزان شش درصد افزایش داد. تاثیر زیرشکنی سال اول و دوم بر افزایش عملکرد چغندرقند معنی‌دار شد ولی سال سوم زیرشکنی بر عملکرد چغندرقند تأثیر معنی‌دار نداشت. یعنی در کشت چغندرقند زیرشکن می‌تواند تا دو سال تأثیر معنی‌داری داشته باشد.

تأثیر تیمارهای آبیاری بر عملکرد چغندرقند معنی‌دار بود و با کاهش مقدار آب آبیاری عملکرد کاهش یافت. لذا به منظور کاهش تأثیر کم‌آبیاری در کاهش عملکرد محصول می‌توان با انجام زیرشکنی میزان آب آبیاری را از ۱۰۰ به ۸۰ درصد کاهش داد و بهره‌وری را بهبود بخشید.

تشکر و قدردانی

از مدیریت مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی به دلیل تأمین هزینه اجرای طرح تحقیقاتی تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده: References:

اسکندری، ا. و همت، ع. ۱۳۸۲. اثر زیرشکنی بر حفظ و ذخیره رطوبت خاک و عملکرد محصول گندم دیم. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد۴. شماره ۱۴،۱۸-۱.

انصاری، م. ر. و آسودار، م. ا. ۱۳۸۶. اثرات زیرشکنی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد گندم. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۰۳۸-۱۰۳۹.

بی‌نام، ۱۳۸۰. آمار نامه کشاورزی ۷۹-۸۰. وزارت جهادکشاوزی.

Archive of SID

www.SID.ir

توکلی، ع. ر. ۱۳۷۵. بررسی اثر کم‌آبیاری روی محصول چغندرقند و تعیین تابع تولید. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران.

توکلی، ع. ر. و فرداد، ح.۱۳۷۵. بهینه‌سازی کم‌آبیاری براساس توابع تولید، هزینه و قیمت چغندرقند در کرج. دومین کنگره ملی مسائل آب و خاک کشور.

حیدری سلطان‌آبادی، م. میران‌زاده، م. و فتحی م. ۱۳۸۶. اثر زیرشکنی بر بعضی ویژگی‌های خاک در کبوترآباد اصفهان. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۰۸۹-۱۰۸۶.

دهقانیان، س. ا. و صلحجو، ع. ا. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر عملیات زیرشکن روی خصوصیات فیزیکی خاک و رطوبت قابل استفاده گیاه چغندرقند. مجموعه مقالات آبیاری مکانیزه سطحی. ۲۷۱-۲۸۲.

سپاسخواه، ع. ر. توکلی، ع. ر. و موسوی، س. ف. ۱۳۸۵. اصول و کاربرد کم‌آبیاری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی. نشریه شماره ۱۰۰. ۲۸۸ ص.

صلحجو، ع. ا. و نیازی، ج. ا. ۱۳۸۰. تأثیر زیرشکنی بر خصوصیات فیزیکی و عملکرد گندم آبی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. شماره ۷ جلد ۲ ، ص ۷۸-۶۵.

نورجو، ا. بقایی‌کیا، م. و جدایی ع. ر. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر کم‌آبیاری بر روی کمیت و کیفیت چغندرقند و ارزیابی اقتصادی آن. گزارش نهایی شماره ۸۱/۲۰۵. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجانغربی.

نورجو، ا. ۱۳۸۷. تأثیر کم‌آبیاری روی عملکرد و اجزاء عملکرد چغندرقند و بهره‌وری مصرف آب. مجله آبیاری و زهکشی. شماره۱ سال۲. ص ۴۲-۳۱.

Allmaras RR, Kraft M, Miler DE (1988) Effects of soil compaction and incorporated crop residue on root health. Ann. Rev. Photo Path. 26:219-243

Daniel HR, Jayvis J, Aylomore LAG (1988) Hardpan development in loamy sand and its effect upon soil conditions and crop growth. Tillage and traffic in crop production. Proceedings of the 11th International Soil Tillage Research Organization. Univ. Edinburgh, Scotland, 11-15 June 1988

Dunham, RM (1993) The Sugar Beet Crop: Science into Practice, Cooke DA, Scott RK (eds), Chapman & Hall.

English MJ, Musick JT, Murty VVN (1990) Deficit Irrigation, p. 631-663. In: Hoffman GJ et al. (eds.). Management of Farm Irrigation Systems. ASAE, St. Joseph, MI

Archive of SID

www.SID.ir

English M, Raja SN (1996) Perspectives on deficit irrigation. Agricultural Water Management 32: 1-14

Gardner WH (1986) Water content. In: Methods of soil analysis, part 1. Klute A (ed). Agronomy Monograph No.9.P. 505-508

Gupta SC, Larson WE (1982) Modeling soil mechanical behavior during tillage. In Unger PW and Van Doren Jr DM(eds.) Predicting tillage effects on soil physical properties and processes. ASA Spec. Pub. 44. ASA, Madison, WI. 151-178

Johnson BS, Erickson AE (1991) Sugar beet response to sub-soiling and wheel traffic. Agron. J. 83:386-390

Miller DE, Aursaj JS (1976) Yields and sugar content of sugar beet as affected by deficit high frequency irrigation. Agronomy J., 68:231-234

Oussible M, Crookston R (1987) Effect of sub-soiling and compacted clay loam soil on growth, yield and yield components of wheat. Agronomy J. 79:882-886

Schulder RT, Wood RK (1992) Soil compaction in conservation tillage system and management. Ch. 9, 42-45. Midwest Plan Service, Iowa, USA

Taylor H.M., Roberson GM, Parker JJ (1966) Soil strength-root penetration relation for medium to coarse-textured soil material. Soil Sciences, 102: 18-22

Warkentin B (1984) Physical properties of forest-nursery soil: Relation to seedling growth. In Duryea ML, Landis TD (eds.) Forest nursery manual: Production of bare root seedling. Martinus Nijhoff Publishers, The Hagve, Netherlands, 53-61

Wood RJ (1988) The sensitivity of barley, field beans and sugar beet to soil compaction. Dissertation-abstract International. B-S Sciences and Engineering 49:2

Archive of SID

www.SID.ir