

## بررسی تاثیر کم آبیاری تحت عملیات زیرشکنی در کاهش مصرف آب در زراعت چغندرقد در سامانه آبیاری سطحی (۵۳۷)

امیر نورجو، حسین محمدی مزرعه، غلامرضا قهرمانیان<sup>۱</sup>

### چکیده

با توجه به هزینه زیاد سیستمهای آبیاری تحت فشار، بهر د و اصلاح روشهای آبیاری سطحی با عنایت به کمبود منابع آب امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. با اصلاح سامانههای آبیاری سطحی و انجام روش های مناسب خاک ورزی، افزایش کارایی و بهره‌وری مصرف آب به میزان قابل توجه امکان پذیر است. در این راستا طرح پژوهشی در رابطه با تاثیر عملیات خاک ورزی و همچنین ماندگاری اثر هر نوبت خاک ورزی در سالهای بعدی تحت سطوح مختلف آبیاری در سیستم آبیاری سطحی در زراعت چغندرقد مورد بررسی قرار گرفت. عملیات زیرشکنی در دو سطح شامل ۱- زیرشکنی خاک به عمق ۴۵ سانتی- متر و ۲- بدون زیرشکنی خاک و شرایط مختلف رطوبتی خاک در سه تیمار آبیاری شامل ۱- آبیاری کامل ۲- اعمال ۲۵٪ کم آبی و ۳- اعمال ۴۰٪ کم آبیاری در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام گردید. با توجه به اینکه اعمال تناوب زراعی در زراعت چغندرقد مورد تاکید می‌باشد بر این اساس گندم برای تناوب چغندرقد در نظر گرفته شده و تیمارهای مذکور برای گندم نیز اعمال گردید. در این مقاله عملکرد محصولات مذکور مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تاثیر زیرشکنی در سال اول بر عملکرد چغندرقد معنی‌دار بوده و میزان عملکرد محصول را بیش از ۱۱/۵ درصد افزایش داده است. همچنین زیرشکنی خاک در سال دوم (سال دوم زیرشکنی) نیز همانند زیرشکنی سال اول بر عملکرد چغندرقد تاثیر معنی‌داری شد و با گذشت سه سال از عمر زیرشکنی تاثیر مثبت آن بر عملکرد چغندرقد معنی‌دار نبود. با این وجود عملکرد در تیمار زیرشکن شده در سه سال قبل ۶ درصد افزایش نشان می‌دهد. لذا توصیه می‌شود عملیات زیرشکنی هر ۳ تا ۵ سال تکرار شود. انجام عملیات زیرشکنی بر عملکرد محصول تاثیر مثبت داشت. عملکرد چغندرقد در تیمار زیرشکنی نسبت به تیمار بدون زیرشکنی بیش از ۶ درصد افزایش نشان داد. تاثیر متقابل زمان زیرشکنی و آبیاری بر عملکرد چغندرقد معنی‌دار شد. عملکرد چغندرقد در تیمار آبیاری کامل در قطعه سال زیرشکن شده یک ساله و دو ساله به ترتیب ۶۴/۵۴ و ۶۲/۷۲ تن در هکتار بود. که اختلاف بین آنها معنی‌دار نیست. ولی تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد در قطعه زیرشکن شده در سه سال قبل با ۵۲/۷۴ تن در هکتار در گروه تیمار آبیاری ۸۰ درصد قطعات زیرشکن شده در یک سال و دو سال قبل قرار گرفت. لذا در زراعت چغندرقد تحت سیستم آبیاری سطحی با انجام عملیات زیرشکن می- توان بدون کاهش عملکرد به مقدار ۲۰٪ در مصرف آب صرفه جویی نمود.

**کلیدواژه:** زیر شکن، کم آبیاری، چغندرقد، ماندگاری اثر زیرشکنی در خاک

۱- اعضاء هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی

پست الکترونیک: [nourjou@yahoo.com](mailto:nourjou@yahoo.com)

## مقدمه

ایران از نظر منابع آب نسبت به میانگین جهانی از محدودیت بیشتری برخوردار بوده و متوسط بارندگی آن حدود یک سوم میانگین جهانی است. به همین دلیل از نظر اقلیمی نیز جزو مناطق خشک و نیمه خشک دنیا محسوب می شود. از طرف دیگر بخش اعظم تولیدات کشاورزی کشور با اعمال آبیاری حاصل می گردد. لذا، توجه به مدیریت زراعی و آبیاری در مزرعه و از جمله روش های آبیاری سطحی که سهم عمده ای در تأمین نیاز آبیاری محصولات کشاورزی دارند، ضروری است. همچنین، بررسی تجارب اصلاح و بهبود عملکرد روش های آبیاری سطحی و انجام عملیات مناسب خاکورزی و مدیریت منابع آب و خاک در مزرعه در استفاده بهینه از منابع آب کشور و افزایش بهره وری مصرف آب در بخش کشاورزی از اهمیت خاصی برخوردار است. با توجه به هزینه زیاد سامانه های آبیاری تحت فشار، بیش از ۹۰ درصد اراضی فاریاب کشور با روشهای سطحی آبیاری می شوند لذا بهبه و اصلاح روشهای آبیاری سطحی امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. مشکل عمده این شیوه آبیاری پایین بودن راندمان آبیاری و بهره وری مصرف آب است. با اصلاح سامانه های آبیاری سطحی به روشهای مختلف نظیر تسطیح اراضی، انتخاب صحیح روش آبیاری، طراحی مناسب و عملیات مناسب خاکورزی و غیره افزایش راندمان آبیاری و ارتقاء بهره وری مصرف آب به میزان قابل توجه امکان پذیر است.

بر اساس تحقیقات انجام یافته زیرشکنی در تراکم و میزان خلل و فرج خاک موثر ده و تأثیر به سزایی در رشد ریشه و میزان رطوبت خاک دارد. سست کردن خاک تا عمق ۴۰ سانتیمتر، موجب افزایش رطوبت خاک به میزان ۸/۵ درصد در زمستان شده و چگالی ظاهری خاک ۱۵ درصد کاهش می یابد. میرایی تأثیر این سست کردن ۳ سال بوده و پس از گذشت سه سال میزان چگالی ظاهری خاک و مقاومت برشی به حالت قبل رسیده است. سست کردن عمق خاک باعث افزایش آب قابل انتقال و افزایش ظرفیت نگهداری آب گردید و افزایش رطوبت خاک در سه سال گذشته را شد [۱۵]. کاهش منافذ بین خاک دانه ها تأثیر زیادی در کاهش نفوذپذیری و زهکشی خاک، تبادل گازها و هوا دارد. افزایش مقاومت مکانیکی در نفوذ ریشه، فعالیت های بیولوژیکی در خاک و بروز بیماری های ریشه گیاه موثر است. دو عامل اصلی ایجاد تراکم خاک عبارتند از: الف) نیروهای مکانیکی ناشی از تردد ماشین ها و دام، که این نیروها در مقاطع زمانی کوتاه اثر می کنند. ب) تراکم طبیعی خاکها [۹]. تراکم خاک باعث کاهش نفوذ ریشه در پروفیل خاک می شود. بطوری که بیشترین کاهش نفوذ ریشه در چغندر قند و کمترین آن در جو بود [۱۶]. استفاده از زیرشکن در زمین لومی عملکرد چغندر قند را به ۱۰/۷ تن در هکتار، و در زمین های رسی ۷/۶ تن در هکتار را افزایش داده است. همچنین حذف تردد چرخ تراکتور قبل از کاشت در زمین های رسی، بطور متوسط عملکرد ریشه چغندر قند را ۸/۳ تن در هکتار افزایش می دهد. عملکرد شکر قابل استحصال متأثر از عملکرد ریشه بوده و خاکورزی در میزان شکر قابل استحصال تأثیر معنی داری نداشت [۱۴]. دهقانان و صلح جو (۱۳۸۴) افزایش ۲۰٪ عملکرد ریشه چغندر قند را در تیمارهای زیرشکنی اعلام نمودند. اسکندری و همت (۱۳۸۲) افزایش رطوبت خاک و عملکرد محصول گندم به ترتیب به میزان ۱۵ و ۲۱ درصد بیشتر نسبت به شرایط بدون عملیات زیرشکنی را اعلام نمودند [۵]. تحقیقات حیدری سلطان آبادی و همکاران (۱۳۸۶) در رابطه با تأثیر زیرشکنی در برخی ویژگی های خاک نشان داد که سرعت نفوذ آب در زمین سب سوبلر خورده بصورت معنی داری تا ۱/۷ برابر افزایش می یابد ولی تأثیری بر جرم مخصوص ظاهری ندارد [۴]. موفقیت کم آبیاری در مورد گیاهان مختلف در نقاط مختلف جهان به اثبات رسیده است. در کم آبیاری بطور آگاهانه به گیاه اجازه داده می شود با دریافت آب کمتر، محصول خود را کاهش دهد [۱۲]. اگرچه نتیجه مستقیم کم آبیاری، کاهش عملکرد در واحد سطح می باشد ولی از مزایای آن به کاهش هزینه های تولید و هزینه های مربوط به استحصال، انتقال و توزیع آب، کاهش هزینه های انرژی، نیروی کارگری، سموم، کودهای شیمیایی، بهبود وضعیت زراعی و بهبود راندمان کاربرد آب اشاره نمود [۳ و ۶]. نتایج کم آبیاری چغندر قند نشان داد که کاهش ۳۰ درصدی مصرف آب در زراعت چغندر قند عملکرد محصول را فقط ۱۳/۸ درصد کاهش می دهد [۳]. تحقیقات نورجو و همکاران (۱۳۸۱) در خصوص کم آبیاری چغندر قند در منطقه میانداوب نشان داد که سطوح مختلف آبیاری بر روی عملکرد ریشه و شکر در سطح یک درصد معنی دار بوده و بر خصوصیات کیفی ریشه تأثیر معنی دار ندارد. همچنین اعمال ۲۵ و ۵۰ درصد کم آبیاری به ترتیب موجب حصول ۸۶/۷ و ۶۶/۶ درصد عملکرد ریشه در تیمار آبیاری کامل می شود. آنان اعمال ۲۵٪ کم آبیاری در دور ۱۰ روز آبیاری را برای افزایش کارایی مصرف آب در زراعت چغندر قند منطقه میانداوب را توصیه کردند [۸]. بر اساس تحقیقات انصاری و آسودار (۱۳۸۶) زیرشکنی بر عملکرد دانه گندم تأثیر معنی دار ندارد ولی موجب بهبود عملکرد در مقایسه با تیمار بدون زیرشکن می شود. طوریکه عملکرد دانه در زیرشکن در عمق ۵۰ سانتیمتر ۴/۷ درصد نسبت به تیمار بدون زیرشکن افزایش می یابد [۲].

توسعه مکانیزاسیون کشاورزی با افزایش تردد ماشینهای کشاورزی همراه است که منجر به تراکم خاک شده است. عوامل زیادی در متراکم شدن خاک توسط ماشینهای کشاورزی دخالت دارند که می توان به وضعیت رطوبتی خاک در حین عملیات خاکورزی، نوع خاک و تعداد عبور ماشینهای کشاورزی اشاره نمود [۱۰].

این پژوهش به منظور بررسی اثر زیرشکنی و تعیین ماندگاری اثر زیرشکنی در خاک تحت سطوح مختلف آبیاری و امکان افزایش کارایی و بهره وری مصرف آب در شرایط محدودیت منابع آب و امکان کاهش اثرات کم آبیاری در شرایط زیرشکنی در زراعت چغندر قند اجرا گردید.

## مواد و روشها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میانداوب واقع در ۵ کیلومتری شمال شهرستان میانداوب در موقعیت جغرافیایی ۹۰° و ۴۶° طول شرقی و ۵۸° و ۳۶° عرض شمالی و ارتفاع ۱۳۷۱ متر از سطح دریا و با رژیم رطوبتی خشک و نیمه خشک با متوسط نزولات جوی ۳۰۰ میلیمتر در خاکی با بافت سیلتی لومی و به مدت سه سال در وسعت ۳۰۰۰ متر مربع اجرا گردید. آزمایش به شکل نواری (استریپ) با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با دو فاکتور زیر شکنی و سطوح مختلف آبیاری بر روی دو محصول گندم و چغندر قند و در سه تکرار اجرا گردید. تیمار اصلی زیرشکنی در دو سطح، بدون

زیرشکنی ( $S_0$ ) و زیرشکنی به عمق ۴۵ سانتی متر ( $S_1$ ) و تیمار آبیاری به عنوان فاکتور فرعی در سه سطح: آبیاری کامل ( $I_1$ )، اعمال ۲۰٪ آبیاری ( $I_2$ ) و اعمال ۴۰٪ آبیاری ( $I_3$ ) بر روی دو محصول چغندر قند و گندم انجام گردید

در پاییز کرت های مربوط به تیمار زیرشکنی در هر دو قطعه آزمایش گندم و چغندر قند، به عمق ۴۰-۴۵ سانتی متر زیرشکنی شدند. 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، قاب V شکل و تیغه ساده استفاده شد. در زمان زیرشکنی رطوبت خاک در عمق های ۰-۲۰ و ۲۰-۴۵ سانتی متر اندازه گیری شد. میانگین رطوبت در حین زیرشکنی ۱۶/۲۴ درصد بود. قطعه زمین چغندر قند که به طور همزمان با قطعه زمین گندم در پاییز زیرشکنی شده بود، در آغاز اردیبهشت سال بعد با گاواهن برگرداندار شخم و سپس دیسک و لولر ه شد. چغندر قند رقم BR1 به میزان ۸ کیلوگرم در هکتار با ردیف کار جان دیر چهار ردیفه با فواصل ردیف های ۶۰ سانتی متر کشت شد. در طول فصل زراعی چغندر قند جمعاً ۳۰۰ کیلو گرم در هکتار کود ازت در سه مرحله کاشت، ۶-۸ برگی و ۱۰-۱۲ برگی چغندر قند (در هر مرحله ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار)، ه شد. برای از بین بردن آگروتیس در یک نوبت با سم سوین طعمه پاشی شد (سوین ۴ کیلوگرم + ۱۰۰ کیلوگرم سبوس ۵۰+ لیتر آب برای یک هکتار). در چند دفعه نیز برای از بین بردن علف های هرز کولتیواتور زده و در آبان ماه محصول چغندر قند برداشت شد.

برای اعمال تیمارهای آبیاری رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه در هر یک از تیمارها قبل از آبیاری با روش اندازه گیری وزنی مشخص گردید. بدین منظور نمونه خاک قبل از آبیاری در قوطی های آلومینیومی در بردار برداشت و توزین شد. سپس توسط آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک و مجدداً توزین و مقدار رطوبت خاک محاسبه (Gardner, 1986) و سپس مقدار آب لازم جهت جبران تخلیه رطوبتی در عمق توسعه ریشه تا ظرفیت زراعی مزرعه برای تیمار آبیاری کامل ( $I_1$ ) محاسبه و مقدار آب آبیاری سایر تیمارها ( $I_2$  و  $I_4$ ) بر اساس ضرایب مربوطه محاسبه گردید. بر این اساس نیاز خالص آبیاری برای تامین ۱۰۰٪ نیاز آبی (آبیاری کامل) در طول فصل رشد برای چغندر قند و گندم به ترتیب ۱۰۶۵۰ و ۳۲۷۰ متر مکعب در هکتار محاسبه و اعمال گردید. برای اعمال تیمار آبی از موتور پمپ ۲ اینچ بنزینی و سیستم لوله کشی با لوله پلی اتیلن استفاده شد.

صفات اندازه گیری شده عبارت از عملکرد گندم و عملکرد چغندر قند بودند. داده های بدست آمده با استفاده از نرم افزار MSTAT-C تجزیه و با روش دانکن مقایسه میانگین صورت گرفت.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده ها در جدول ۱ آورده شده است. تاثیر ماندگاری اثر زیرشکن در خاک بر عملکرد چغندر قند معنی دار نشد ولی با گذشت زمان از اثر آن بر عملکرد کاسته شد. میزان عملکرد چغندر قند در قطعه زیرشکن شده سال قبل، زیرشکن شده در دو سال قبل و زیرشکن شده در سه سال قبل به ترتیب ۵۸/۴۹، ۵۰/۹۶ و ۴۷/۲۸ تن در هکتار بود. عملکرد چغندر قند در زیرشکنی سال قبل ۱۹/۲٪ بیشتر از قطعه بیشتر از قطعه زیرشکن شده در سه سال قبل و ۱۲/۸٪ بیشتر از قطعه زیرشکن شده در دو سال قبل شد (جدول ۲). به عبارتی تاثیر زیرشکنی در سالهای بعد کاهش می یابد که می تواند به علت ترافیک ادوات کشاورزی باشد (آلمراس و همکاران ۱۹۸۴)) و بر همین اساس توصیه می شود ۳ تا ۵ سال عملیات زیرشکنی تکرار شود (صلح جو و نیازی ۱۳۸۰)).

عملکرد چغندر قند در تاثیر متقابل اندگاری و زیرشکنی معنی دار شد (جدول ۲). عملکرد چغندر قند در تیمار زیرشکنی و بدون زیرشکنی در قطعه زیرشکنی یک ساله به ترتیب ۶۱/۶۹ و ۵۵/۲۹ تن در هکتار بود (جدول ۳). نتایج نشان می دهد که تاثیر زیرشکنی در سال اول بر عملکرد چغندر قند معنی دار ده و میزان عملکرد محصول را بیش از ۱۱/۵ درصد افزایش داده است. عملکرد چغندر قند در تیمار زیرشکنی و بدون زیرشکنی در قطعه سال دوم زیرشکنی به ترتیب ۵۱/۸۳ و ۴۲/۷۴ تن در هکتار است. اختلاف عملکرد چغندر قند بین دو تیمار زیرشکنی و بدون زیرشکنی در قطعه زیرشکن شده در دو سال قبل نیز همانند قطعه سال اول معنی دار بود (جدول ۳). یعنی زیرشکنی خاک در سال دوم (سال دوم زیرشکنی) نیز همانند زیرشکنی سال اول بر عملکرد چغندر قند تاثیر معنی داری داشته است. عملکرد چغندر قند در تیمار زیرشکنی و بدون زیرشکنی در قطعه زیرشکنی سه سال قبل به ترتیب ۵۳/۸۹ و ۴۸/۰۲ تن در هکتار شد (جدول ۳). نتایج نشان داد که اختلاف عملکرد چغندر قند در تیمار سال سوم زیرشکنی و بدون زیرشکنی معنی دار نبود. ولی عملکرد چغندر قند در سال سوم زیرشکنی نیز بهبود یافته است. به عبارتی با گذشت سه سال از عملیات زیرشکنی علیرغم تاثیر مثبت زیرشکنی، تاثیر معنی دار آن از بین می رود.

تاثیر زیرشکنی بر عملکرد چغندر قند معنی دار نشد ولی با انجام عملیات زیرشکنی بر عملکرد محصول تاثیر مثبت داشت. عملکرد چغندر قند در تیمار زیرشکنی و بدون زیرشکنی به ترتیب ۵۳/۸۴ و ۵۰/۶۴ تن در هکتار شد (جدول ۲). عملکرد چغندر قند در تیمار زیرشکنی نسبت به تیمار بدون زیرشکنی بیش از ۶ درصد افزایش داشت. که با تحقیقات جانسون و اریکسون (۱۹۹۱) و دهقانیان و صلح جو (۱۳۸۴) مطابقت دارد.

تاثیر تیمارهای آبیاری بر عملکرد چغندر قند بسیار معنی دار بود (جدول ۱). عملکرد چغندر قند در تیمارهای آبیاری ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد به ترتیب ۵۲/۶۴ و ۴۴/۰۹ تن در هکتار شد (جدول ۲). با کاهش مقدار آبیاری عملکرد کاهش یافت. تحقیقات سایر محققین نیز کاهش عملکرد چغندر قند در اثر اعمال کم آبیاری را تایید می نماید (توکلی ۱۳۷۵)، نورجو و همکاران (۱۳۸۱)، سپاسخواه و همکاران (۱۳۸۵)). نرخ کاهش عملکرد چغندر قند در مقایسه با مصرف آب پایین بود لذا می توان افزایش بهره وری مصرف آب در اعمال کم آبیاری در زراعت چغندر قند را انتظار داشت و می توان به عنوان یک راه کار مناسب در شرایط

کمبود منابع آب (مناسب برای شرایط خشک و نیمه خشک ایران) در راستای استفاده بهینه از منابع آب و کاهش هزینه ها انتخاب نمود (سپاسخ اه و همکاران (۱۳۸۵)، انگلیش و راجا (۱۹۹۶)، توکلی و فرداد (۱۳۷۵) و انگلیش و همکاران (۱۹۹۰)).

تاثیر متقابل زمان زیرشکنی و آبیاری بر عملکرد چغندر قند معنی دار بود. عملکرد چغندر قند در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد در قطعه سال سوم و دوم به ترتیب ۶۴/۵۴ و ۶۲/۷۲ تن در هکتار بود. اختلاف بین آنها معنی دار نیست. ولی تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد

در قطعه سال اول با ۵۲/۷۴ تن در هکتار در گروه تیمار آبیاری ۸۰ درصد قطعات سالهای سوم و دوم قرار داشت (جدول ۳).

جدول ۱: تجزیه واریانس عملکرد گندم و چغندر قند

میانگین مربعات عملکرد		درجه آزادی	منابع تغییر
چغندر قند	گندم		
۵۸۷/۴۴۴	۰/۰۸۹	۲	ماندگاری اثر زیرشکن
۶۶۶/۷۰۱	۰/۱۸۳	۶	اشتباه
۱۳۸/۷۲۰	۳/۱۵۸	۱	زیرشکنی
۲۸۶/۳۰۹*	۰/۱۶۳*	۲	ماندگاری * زیرشکنی
۵۲/۰۷۳	۰/۲۳۶	۶	اشتباه
۱۱۴۱/۵۵۰**	۱۰/۰۲۵**	۲	آبیاری
۵۶/۵۶۲*	۰/۲۵۹*	۴	ماندگاری * آ آری
۵۱/۲۰۵	۰/۱۵۰	۱۲	اشتباه
۵/۵۶۴*	۰/۱۵۶*	۲	زیرشکنی * آبیاری
۲۴/۸۲۰*	۰/۰۹۱*	۴	ماندگاری * زیرشکنی * آبیاری
۱۸/۱۳۸	۰/۱۹۵	۱۲	اشتباه

\* و \*\* معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد

جدول ۲- تاثیر تیمارهای اصلی در عملکرد گندم و چغندر قند

عملکرد (تن در هکتار)		تیمارها
چغندر قند	گندم	
۵۸/۴۹	۴/۲۸۶	زیرشکنی سال قبل
۵۰/۹۶	۴/۲۸۲	زیرشکنی دو سال قبل
۴۷/۲۸	۴/۱۶۲	زیرشکنی سه سال قبل
۵۳/۸۴	۴/۴۸۵	زیرشکنی
۵۰/۶۴	۴/۰۰۱	بدون زیرشکنی
۶۰/۰۰ <b>A</b>	۴/۹۶۴ <b>A</b>	آبیاری ۱۰۰ درصد
۵۲/۶۴ <b>B</b>	۴/۲۹۲ <b>B</b>	آبیاری ۸۰ درصد
۴۴/۰۹ <b>C</b>	۳/۴۷۴ <b>C</b>	آبیاری ۶۰ درصد

در میانگین های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی دار مشاهده نشده است.

جدول ۳: اثرات متقابل تیمارها بر عملکرد گندم و چغندر قند.

عملکرد (تن در هکتار)			تیمارها	
چغندر قند		گندم		
۶۱/۶۹	A	۴/۶۲۲	A	زیرشکنی یک ساله * زیرشکنی (سال اول زیرشکنی خاک)
۵۵/۲۹	B	۳/۹۴۱	B	زیرشکنی یک ساله * بدون زیرشکنی
۵۱/۸۳	B	۴/۴۳۷	AB	زیرشکنی دو ساله * زیرشکنی (سال دوم زیرشکنی خاک)
۴۲/۷۴	C	۴/۱۳۷	AB	زیرشکنی یک ساله * بدون زیرشکنی
۵۳/۸۹	B	۴/۳۹۶	AB	زیرشکنی سه ساله * زیرشکنی (سال سوم زیرشکنی خاک)
۴۸/۰۲	BC	۳/۹۲۶	B	زیرشکنی سه ساله * بدون زیرشکنی
۶۴/۵۴	A	۵/۱۵۲	A	زیرشکنی یک ساله * آبیاری ۱۰۰٪
۵۹/۱۳	AB	۴/۲۳۵	B	زیرشکنی یک ساله * آبیاری ۸۰٪
۵۱/۷۹	BC	۳/۴۵۸	C	زیرشکنی یک ساله * آبیاری ۶۰٪
۶۲/۷۲	A	۵/۱۲۸	A	زیرشکنی یک ساله * آبیاری ۱۰۰٪
۴۸/۸۷	CD	۴/۳۲۲	B	زیرشکنی یک ساله * آبیاری ۸۰٪
۴۰/۲۳	D	۳/۴۰۸	C	زیرشکنی یک ساله * آبیاری ۶۰٪
۵۲/۷۴	BC	۴/۶۱۲	B	زیرشکنی سه ساله * آبیاری ۱۰۰٪
۴۹/۹۱	BCD	۴/۳۱۸	B	زیرشکنی سه ساله * آبیاری ۸۰٪
۴۰/۲۴	D	۳/۵۵۵	C	زیرشکنی سه ساله * آبیاری ۶۰٪
۶۱/۸۰	A	۵/۲۹۱	A	زیرشکنی * آبیاری ۱۰۰٪
۵۴/۶۷	BC	۴/۵۴۷	B	زیرشکنی * آبیاری ۸۰٪
۴۵/۰۶	D	۴/۶۱۶	CD	زیرشکنی * آبیاری ۶۰٪
۵۸/۲۰	AB	۴/۶۳۶	B	بدون زیرشکنی * آبیاری ۱۰۰٪
۵۰/۶۰	C	۴/۰۳۶	C	بدون زیرشکنی * آبیاری ۸۰٪
۴۳/۱۱	D	۳/۳۳۱	D	بدون زیرشکنی * آبیاری ۶۰٪

تأثیر متقابل زیرشکنی و آبیاری بر عملکرد چغندر قند معنی دار بود (جدول ۳). عملکرد چغندر قند در تیمار زیرشکنی و آبیاری ۸۰ درصد ۵۴/۶۷ و در تیمار بدون زیرشکنی و آبیاری ۱۰۰ درصد ۵۸/۲ تن در هکتار بود. اعمال کم آبیاری در هر دو شرایط زیرشکنی و عدم زیرشکنی موجب کاهش معنی دار عملکرد شده است که جزء اصول کم آبیاری محسوب می شود (انگلیش و راجا (۱۹۹۶)). نتایج نشان می دهد با زیرشکنی می توان از تأثیر منفی کم آبیاری در کاهش عملکرد کاست. طوریکه می توان میزان آب آبیاری را از ۱۰۰ درصد به ۸۰ درصد کاهش داد بدون آنکه که در عملکرد چغندر قند کاهش معنی اری دیده شود. که می توان تأثیر مثبت زیرشکن در حفظ رطوبت خاک و بهبود شرایط محیطی و رطوبتی ریشه و افزایش عمق توسعه ریشه را عنوان نمود (اوسیل و کراکستون (۱۹۸۷)).

تأثیر ماندگاری، زیرشکنی و آبیاری بر عملکرد چغندر قند معنی دار بود. عملکرد چغندر قند در تیمار سال اول زیرشکنی و آبیاری ۱۰۰ و ۸۰ درصد به ترتیب ۶۳/۹۹، ۶۵/۹۱، ۶۲/۹۹ تن در هکتار می باشد (جدول ۵). اختلاف عملکرد چغندر قند در بین این تیمارها معنی دار نیست. در سال اول زیرشکنی می توان از آبیاری ۸۰ درصد به جای ۱۰۰ استفاده کرد. عملکرد چغندر قند در تیمار زیرشکنی سال دوم و تیمار آبیاری نیز مانند سال اول زیرشکنی می باشد. در سال دوم زیرشکنی نیز اختلاف عملکرد چغندر قند بین تیمارهای آبیاری ۱۰۰ و ۸۰ درصد معنی دار نیست (جدول ۴). ولی در سال سوم زیرشکنی اختلاف بین تمام تیمارهای آبیاری معنی دار است.

جدول ۴: اثر متقابل زمان زیرشکنی خاک و آبیاری بر عملکرد گندم و چغندر قند.

عملکرد (تن در هکتار)			تیمارها	
چغندر قند	گندم			
۶۵/۹۱ A	۵/۴۷۳ A			زیرشکنی یک ساله * زیرشکنی * آبیاری ۱۰۰٪ (سال اول زیرشکنی * آبیاری ۱۰۰٪)
۶۳/۹۹ AB	۴/۵۴۷	BCDE		زیرشکنی یک ساله * زیرشکنی * آبیاری ۸۰٪ (سال اول زیرشکنی * آبیاری ۸۰٪)
۵۵/۱۷ CDEF	۳/۸۴۷	EFGH		زیرشکنی یک ساله * زیرشکنی * آبیاری ۶۰٪ (سال اول زیرشکنی * آبیاری ۶۰٪)
۶۳/۱۷ ABC	۴/۸۳۰	ABC		زیرشکنی دو ساله * بدون زیرشکنی * آبیاری ۱۰۰٪
۵۴/۲۸ DEF	۳/۹۲۳	DEFGH		زیرشکنی دو ساله * بدون زیرشکنی * آبیاری ۸۰٪
۴۸/۴۲ FG	۳/۰۷۰	H		زیرشکنی دو ساله * بدون زیرشکنی * آبیاری ۶۰٪
۵۷/۲۶ BCD E	۵/۴۵۷	A		زیرشکنی دو ساله * زیرشکنی * آبیاری ۱۰۰٪ (سال دوم زیرشکنی * آبیاری ۱۰۰٪)
۵۳/۰۴ EFG	۴/۴۵۵	BCDEF		زیرشکنی دو ساله * زیرشکنی * آبیاری ۸۰٪ (سال دوم زیرشکنی * آبیاری ۸۰٪)
۴۵/۱۸ G	۳/۳۹۹	GH		زیرشکنی دو ساله * زیرشکنی * آبیاری ۶۰٪ (سال دوم زیرشکنی * آبیاری ۶۰٪)
۴۸/۲۳ FG	۴/۷۹۹	ABCD		زیرشکنی دو ساله * بدون زیرشکنی * آبیاری ۱۰۰٪
۴۴/۷۱ G	۴/۱۸۹	BCDEFG		زیرشکنی دو ساله * بدون زیرشکنی * آبیاری ۸۰٪
۳۵/۲۸ H	۳/۴۱۶	GH		زیرشکنی دو ساله * بدون زیرشکنی * آبیاری ۶۰٪
۶۲/۲۲ ABC D	۴/۹۴۳	AB		زیرشکنی سه ساله * زیرشکنی * آبیاری ۱۰۰٪ (سال سوم زیرشکنی * آبیاری ۱۰۰٪)
۴۷/۰۰ FG	۴/۶۴۰	ABCDE		زیرشکنی سه ساله * زیرشکنی * آبیاری ۸۰٪ (سال سوم زیرشکنی * آبیاری ۸۰٪)
۳۴/۸۵ H	۳/۶۰۳	FGH		زیرشکنی سه ساله * زیرشکنی * آبیاری ۶۰٪ (سال سوم زیرشکنی * آبیاری ۶۰٪)
۶۳/۲۲ ABC	۴/۲۸۰	BCDEFG		زیرشکنی سه ساله * ، بدون زیرشکنی * آبیاری ۱۰۰٪
۵۲/۸۲ EFG	۳/۹۹۷	CDEFG		زیرشکنی سه ساله * بدون زیرشکنی * آبیاری ۸۰٪
۴۵/۶۴ G	۳/۵۰۷	GH		زیرشکنی سه ساله * بدون زیرشکنی * آبیاری ۶۰٪

### نتیجه گیری

تاثیر زیرشکنی خاک در طول سه سال بر عملکرد چغندر قند نیز معنی دار نشد. ولی عملکرد چغندر قند را به میزان ۶ درصد افزایش داد. تاثیر زیرشکنی سال اول و دوم بر افزایش عملکرد چغندر قند معنی دار شد. ولی سال سوم زیرشکنی بر عملکرد چغندر قند تاثیر معنی دار ندارد. یعنی در کشت چغندر قند زیرشکنی می تواند تا دو سال تاثیر معنی داری روی عملکرد محصول چغندر قند داشته باشد و در سال سوم نیز تاثیر مثبت (ولی غیر معنی ار) خود ذرا حفظ کرده باشد لذا با توجه به میرایی تاثیر زیرشکنی در خاک لازم است هر ۳ تا ۵ سال عملیات زیرشکنی تکرار شود. با انجام عملیات زیرشکنی میزان می توان تا ۲۰٪ در مقدار مصرف آب صرفه جویی نمود بدون آنکه در عملکرد چغندر قند کاهش معنی داری پیدا نشود.

## منابع

۱. اسکندری، ایرج و عباس همت. ۱۳۸۲. اثر زیرشکنی بر حفظ و ذخیره رطوبت خاک و عملکرد محصول گندم دیم. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۴، شماره ۱۸، ۱-۱۴.
۲. انصاری، محمدرضا و محمد امین آسودار. ۱۳۸۶. اثرات زیرشکنی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد گندم. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۰۳۸-۱۰۳۹.
۳. توکلی، علیرضا و حسین فرداد. ۱۳۷۵. بهینه‌سازی کم آبیاری بر اساس توابع تولید، هزینه و قیمت چغندر قند در کرج. دومین کنگره ملی مسائل آب و خاک کشور.
۴. حیدری سلطان آبادی، محسن، مختار میران زاده و مجتبی فتحی. ۱۳۸۶. اثر زیر شکنی بر بعضی ویژگی های خاک در کیوتو آباد اصفهان. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۰۸۹-۱۰۸۶.
۵. دهقانیان، سید ابراهیم و علی اکبر صلح جو. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر عملیات زیرشکن روی خصوصیات فیزیکی خاک و رطوبت قابل استفاده گیاه چغندر قند. مجموعه مقالات آبیاری مکانیزه سطحی. ۲۷۱-۲۸۲.
۶. سپاسخواه، علیرضا، علیرضا توکلی و سید فرهاد موسوی. ۱۳۸۵. اصول و کاربرد کم آبیاری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی. نشریه شماره ۱۰۰. ۲۸۸ ص.
۷. صلح جو، ع. و ج. نیازی. ۱۳۸۰. تاثیر زیرشکنی بر خصوصیات فیزیکی و عملکرد گندم آبی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. شماره ۷ جلد ۲ تابستان ۸۰ ص ۶۵-۷۸.
۸. نورجو، امیر، مهدی بقایی کیا و علیرضا جدایی. ۱۳۸۱. بررسی تاثیر کم آبیاری بر روی کمیت و کیفیت چغندر قند و ارزیابی اقتصادی آن. گزارش نهایی شماره ۸۱/۲۰۵. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان بی.
9. Allmaras, R.R., Kraft, M. and Miler, D.E. 1988. Effects of soil compaction and incorporated crop residue on root health. *Ann. Rev. Photo path.* 26:219-243.
10. Daniel, H.R., Jayvis, J. and Aylomore, L.A.G. 1988. Hardpan development in loamy sand and its effect upon soil conditions and crop growth. *Tillage and traffic in crop production proceedings. The 11th international soil Tillage Research Organization. Univ. Edinburgh, Scotland, 11-15 jun 1988.*
11. English, M.J., Musick, J.T. and Murty, V.V.N. 1990. Deficit Irrigation ,p. 631-663. In: G.J. Hoffman, T.A. Howell, and K.H. Solomon (eds.). *Management of Farm Irrigation Systems.* ASAE, St. Joseph, MI.
12. English, M. and Raja, S.N. 1996. Perspectives on deficit irrigation. *Agricultural Water Management* 32: 1-14.
13. Gupta, S.C. and Larson, W.E. 1982. Modeling soil mechanical behavior during tillage. In P.W. Unger and D.M. Van Doren Jr (eds.) *Predicting tillage effects on soil Physical properties and processes.* ASA Spec. Pub. 44. ASA, Madison, WI. 151-178.
14. Jensen, M.E. 1987. New technology related to water plants. In: *Water deficits in plant growth.* Kolowski, T.T.(Ed.), 1: 1-22, Academic Press, N.Y.
15. Twomlow, S.L., Parkinson, R.J. and Reid, I. 1994. Temporal changes in soil physical conditions after deep loosening of a silty loam in SW England. *Soil and Tillage Res.* 31: 37-47.
16. Wood, R.J. 1988. The sensitivity of barley, field beans and sugar beet to soil compaction. *Dissertation-abstract International. B-S Sciences and Engineering* 49:2.
17. Zhang, H. 2003. Improving water productivity through deficit irrigation: Examples from Syria, the North China plain and Oregon, USA. 301-309. In: Kigne, J.W., Barker, R. and Molden, D. (Eds), *Water Productivity in Agriculture, Limits and Opportunities for Improvement, IWMI, Colombo, Sri Lanka.*



## **Effects of deficit irrigation under sub-soiling condition on decreasing of water used on sugar beet yield under surface irrigation system**

H. Mohammadi, A. Nourjou and G. Gahramanian



## Abstract

Improving of surface irrigation systems is necessary because of scarcity of water resources and expensive of pressured and new modern irrigation systems. Water use efficiency and water productivity could increase by property tillage and deficit irrigation. In this regard, an experiment was conducted at southern agricultural research station of West Azerbaijan province. The plots were arranged at silt clay loam texture soil with using of strip plot experiment at three replications. Horizontal plot (sub soiling treatment) consist sub soiling depth at 45cm and no-sub soiling. Vertical plot (irrigation level treatment) was included 100, 80 and 60 of full irrigation.

The results showed that, sub-soiling at first year duration had significant effect on yield of sugar beet and caused increasing it by 11.5%. The effect of Sub-soiling on increasing of sugar beet yield was significant in second year too. But effect of sub-soiling at third year was not significant. On the other word residual effect of sub soiling is 3 years and it is recommended that tillage must repeat every 3-5 years.

There was a significant effect (1% significant level) among deficit irrigation on root yield sugar beet. Deficit irrigation caused decreasing of root yield. But sub soiling improved yield in deficit condition. Yields of sugar beet in 80% of full irrigation with sub soiling at first and second year were in same class with full irrigation treatment. The sub soiling improved water productivity. And under sub soiling condition, Applying 20% deficit irrigation doesn't decrease yields.

**Key words:** Sub-soiling, deficit Irrigation, sugar beet, WP