



واکاوی ویژگی‌های اقتصادی و زراعی پذیرندگان تسطیح لیزری و پذیرندگان تسطیح مهندسی

سمیه توحیدیان فرا^۱، کورش رضائی مقدم^۲

چکیده

تسطیح دقیق اراضی به عنوان یکی از راهکارهای افزایش راندمان استفاده از نهاده‌ها به ویژه آب، همواره مورد توجه متخصصان و کارشناسان بوده و بخش هنگفتی از بودجه کشور به این امر اختصاص یافته است. قبل از معرفی ماشین‌آلات تسطیح لیزری، تسطیح اراضی کشاورزی صرفاً با استفاده از اسکرپ‌های خود کششی، بلدوزر و گریدر انجام می‌گردید که عدم دقت این دستگاه‌ها در شیب بندی و تسطح دقیق اراضی، معرفی تکنولوژی لیزری را به همراه داشت. هدف پژوهش حاضر مقایسه ویژگی‌های اقتصادی و زراعی پذیرندگان طرح تسطیح لیزری و پذیرندگان طرح مهندسی به عنوان پذیرندگان تکنولوژی پیشین می‌باشد. این پژوهش با استفاده از فن پیمایش در استان فارس انجام گرفته است. آزمودنی‌های این تحقیق ۳۷۵ نفر (۲۵۸ نفر اجراکننده تسطیح لیزری و ۱۱۷ نفر اجراکننده تسطیح مهندسی) از کشاورزان بودند که با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه بندی شده از بین جامعه آماری پژوهش انتخاب شدند. نتایج نشان داد که بین دو گروه پذیرنده تسطیح لیزری و تسطیح مهندسی از نظر متغیرهای اقتصادی و زراعی پژوهش تفاوت‌های زیادی وجود دارد و استفاده کنندگان از سیستم لیزری از نظر این متغیرها در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارند به گونه‌ای که میزان عملکرد، درآمد، اراضی زراعی، سطح زیر کشت آبی و درآمد خارج از مزرعه در گروه پذیرنده تسطیح لیزری بالاتر می‌باشد و میزان مصرف آب، میزان هزینه و تعداد قطعات زمین در این گروه کمتر از گروه پذیرنده تسطیح مهندسی است. بنابراین نتایج بررسی اختلاف میانگین متغیرهای پژوهش بین دو گروه نشان می‌دهد که تسطیح لیزری در زمینه هموارسازی و شیب بندی زمین موفق‌تر از تسطیح مهندسی عمل نموده است. در پایان بر اساس یافته‌های پژوهش پیشنهادهای ارائه گردیده است.

واژه‌های کلیدی: تسطیح لیزری، تسطیح مهندسی، پذیرش، استان فارس

^۱ دانشجوی دکتری بخش ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه شیراز

^۲ دانشیار بخش ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه شیراز



مقدمه

ایران با داشتن اقلیم‌های متنوع آب و هوایی از توان بالایی برای تولید محصولات متنوع کشاورزی برخوردار است، اما با این وجود به دلیل کمبود آب که در اثر کاهش نزولات جوی، پراکنش زمانی و مکانی نامناسب آن و خشکسالی‌های پی‌درپی ایجاد شده است، نتوانسته به نقش اصلی خود در زمینه خودکفایی، ایجاد بازار کار وسیع، سودآوری ارزی، ورود به بازارهای جهانی و ارتقا درآمد ملی تحقق بخشد. به گفته کارشناسان در شرایط کنونی حدود ۷۰ درصد از آب مصرفی در بخش کشاورزی به عنوان بزرگ‌ترین مصرف کننده آب کشور، بازده زراعی ندارد و از دسترس گیاه خارج شده و در مسیر خود ضمن ایجاد فرسایش شدید و ایجاد اثرات مخرب بر ساختمان و بافت خاک، با ایجاد رسوب در کف کانال‌ها، بستر رودها، دریاچه‌ها و پشت سدها، خسارات جبران ناپذیری را به منابع آب و خاک وارد می‌نماید (ابراهیمی، ۱۳۸۶؛ شکوهی، ۱۳۸۸). باید به این نکته توجه داشت که توسعه پایدار به عنوان محوری‌ترین اهداف توسعه‌ای در بخش کشاورزی کشور، زمانی محقق خواهد شد که منابع پایه نظیر آب و خاک در چارچوب ضوابط فنی و به صورت اصولی مورد بهره‌برداری قرار گرفته و برنامه‌ریزی‌هایی در این زمینه صورت گیرد.

آب از جمله موثرترین و کاراترین عوامل در بقای بشر محسوب می‌شود که اهمیت آن در نگرش جدید جهانی، به عنوان یک کالای مهم اقتصادی - اجتماعی و نیاز اولیه انسان مرتباً در حال افزایش است. محدودیت مطلق این ماده حیاتی به عنوان یک منبع تجدید شونده و قرار گرفتن بخش قابل توجهی از اراضی کشور در مناطق خشک و نیمه‌خشک، موجب گردیده بخش کشاورزی هر روز با محدودیت بیشتر منابع آبی مواجه باشد. با توجه به شرایط اقلیمی خشک ایران، پژوهش، برنامه‌ریزی و معرفی تکنولوژی‌های مناسب در زمینه حفظ و نگهداری از منابع آب برای توسعه کسب امری حیاتی محسوب می‌شود. کشور ما دارای متوسط بارندگی سالانه حدود ۲۵۰ میلی‌متر است. از میزان کل آب مصرفی در کشور، بیش از ۹۰ درصد آن در بخش کشاورزی مصرف می‌شود. علاوه بر آن، بیش از ۶۵ درصد مصرف آب در بخش کشاورزی به علت شیوه‌های غلط آبیاری هدر می‌رود که بخشی از این آب‌های هدر رفته علاوه بر شستن کودهای شیمیایی محلول و بردن آن‌ها به عمق زمین، موجب آلودگی آب‌های زیرزمینی نیز می‌گردد (رضایی مقدم، ۱۳۸۸). نخستین گام برای جلوگیری از بحران آب افزایش راندمان آن است که بر این اساس میزان مصرف آب در بخش کشاورزی می‌تواند حدود ۱۰ تا ۵۰ درصد کاهش یابد بدون اینکه بازده اقتصادی و سطح رفاه مردم کم شود و این عمل با بهره‌گیری از فن‌آوری‌های نوین و به کار بستن روش‌های بهتر مقدور خواهد بود. به عقیده کارشناسان یکی از دلایل پایین بودن بازده آبیاری، عدم تسطیح دقیق و شیب نامناسب اراضی می‌باشد. در واقع ایجاد شرایط مناسب و عملی برای توزیع یکنواخت و قابل کنترل آب در مزارع می‌تواند ضمن افزایش راندمان کاربردی آب، باعث توزیع هماهنگ و یکسان عناصر غذایی، کودهای آلی و شیمیایی و به دنبال آن رشد هماهنگ گیاه و ارتقا کمی و کیفی محصول نیز شود (شکوهی، ۱۳۸۸). تسریع در تسطیح اراضی زراعی مهمترین گام در کنترل یا مهار بحران آب و گریز از رسیدن به مرحله خشکی منابع آب زیرزمینی است (کمیته راهبردی تسطیح لیزری استان فارس، ۱۳۸۶). بیشترین زمان و هزینه در عملیات زراعی صرف بسترسازی می‌گردد و می‌توان خاک‌ورزی را مهمترین مرحله تهیه بستر در کشاورزی دانست. سطح خاک بر روی جوانه زنی، ایستادگی و عملکرد محصولات کشاورزی از طریق تعامل آب و مواد مغذی و توزیع مواد محلول اثر گذار می‌باشد. متداولترین نوع خاک‌ورزی، شخم با گاو آهن برگردان دار، دیسک زنی و تسطیح می‌باشد.

تسطیح، یکی از مهمترین مراحل ایجاد بستر مناسب برای رشد یکنواخت و هماهنگ بذور در تمام سطح مزرعه می‌باشد. وجود ناهمواری در زمین موجب ناهماهنگی در رشد گیاه می‌گردد. در اراضی غیر مسطح، استقرار نامناسب گیاه، افزایش فشار بار علف‌های هرز و ناهماهنگی در رشد گیاه را خواهیم داشت که این عوامل کاهش عملکرد و کیفیت محصول و در نتیجه کاهش درآمد را در پی خواهند داشت (Rickman, ۲۰۰۲). تاجر و همکاران (۱۳۸۹) معتقدند که در اراضی ناهموار، استفاده بهینه از نهاده‌های کشاورزی از قبیل آب، خاک، بذور، کودهای شیمیایی، ماشین‌های کشاورزی و نیروی انسانی به عمل نمی‌آید. ناهمواری اراضی زراعی کاهش قابل ملاحظه بازده کاربرد آب در مزرعه را به دنبال دارد. در این اراضی نقاط بلند، کم و نقاط پست بیش از اندازه آبیاری می‌شوند (اسفندیاری، ۱۳۸۱). مصرف آب بیشتر و یا کمتر از حد نیاز، موجب کاهش تولید و درآمد، افزایش هزینه‌ها، تخریب محیط زیست، به خطر افتادن سلامت مصرف کنندگان محصولات و ناپایداری کشاورزی می‌گردد (آزادی، ۱۳۸۶). کاهلون و همکاران (Kahlow et al., ۲۰۰۲) بیان می‌دارند که وجود پستی و بلندی در اراضی، تلفات بالای آب را در هنگام آبیاری به دنبال دارد. نفوذ عمقی آب در اراضی غیر مسطح باعث کاهش ۲۵ درصدی بازده آبیاری می‌گردد (Satter et al., ۲۰۰۳). همچنین وجود ناهمواری در اراضی منجر به کاهش بازده کود نیتروژنه به دلیل حرکت آن توسط آب از سطوح بالا به نقاط پست و همچنین نفوذ آن به لایه‌های زیرین خاک، می‌گردد (Jat



et al., ۲۰۰۶). لندن (۱۹۹۵) معتقد است که وجود نقاط شور در بخش‌های مرتفع و شستشوی مواد مغذی خاک از منطقه ریشه در بخش‌های پست، از پیامدهای ناهمواری اراضی می‌باشد (Asif et al., ۲۰۰۳). تسطیح زمین فرآیندی مناسب برای مدیریت آب، خاک و محصولات کشاورزی می‌باشد (Rickman, ۲۰۰۲). بنابراین تسطیح دقیق و علمی اراضی به عنوان یکی از راهکارهای افزایش راندمان استفاده از نهاده‌ها به ویژه آب، همواره مورد توجه متخصصان و کارشناسان بوده است. طرح تسطیح لیزری از سال ۱۳۸۳ به منظور افزایش بهره‌وری منابع آب و خاک، حفاظت از خاک، ایجاد تعادل در منابع آب زیرزمینی، افزایش تولید محصولات زراعی، کاهش مصرف انواع کودهای شیمیایی و سموم کشاورزی، افزایش قابل توجه سرعت انجام امور زیربنایی آب و خاک، حفظ استاندارد سلامت محصولات کشاورزی (کمیته راهبردی تسطیح لیزری استان فارس، ۱۳۸۶) در کشور آغاز و به عنوان جایگزینی برای دستگاه‌های تسطیح مهندسی مطرح گردید. به همین دلیل هدف پژوهش حاضر مقایسه ویژگی‌های اقتصادی و زراعی پذیرندگان طرح تسطیح لیزری و پذیرندگان طرح مهندسی می‌باشد.

روش شناسی

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از روش تحقیق پیمایشی در استان فارس انجام پذیرفت. سطح بالای تولید محصولات آبی در استان فارس و بحران آب باعث شده است که این استان یکی از پیشگامان در معرفی و به کارگیری تکنولوژی تسطیح لیزری در ایران باشد. از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای با انتساب متناسب برای انتخاب نمونه‌ها استفاده گردید. بنابراین پذیرندگان تسطیح لیزری و پذیرندگان تسطیح مهندسی هر کدام به عنوان یک طبقه مجزا در نظر گرفته شدند. حجم نمونه آماری پژوهش حاضر، ۳۷۵ نفر شد که بر اساس فرمول کوکران، از جامعه آماری حدود ۴۰۰۰ نفری کشاورزان پذیرنده تسطیح لیزری (تعداد نمونه ۲۵۸ نفر) و ۱۶۰۰ نفری کشاورزان پذیرنده تسطیح مهندسی (تعداد نمونه ۱۷ نفر) محاسبه گردید. پس از تعیین حجم نمونه، ۹ شهرستان به صورت تصادفی انتخاب شد. سپس در هر شهرستان با توجه به جمعیت پذیرنده طرح و حجم نمونه، تعداد ۴۱ روستا به صورت تصادفی انتخاب گردید و در هر روستا نیز با توجه به تعداد افراد اجرا کنندگان طرح، تعدادی از کشاورزان به صورت تصادفی تعیین و مورد مصاحبه قرار گرفتند. آنالیز آماری توسط نرم افزار آماری SPSS انجام شد. برای مقایسه داده‌ها از آزمون آماری T بهره برده شد.

یافته‌ها و بحث

معرفی دستگاه‌های تسطیح لیزری و تسطیح مهندسی

هموارسازی و ایجاد شیب مناسب در زمین با در نظر گرفتن ضریب نفوذپذیری و بافت خاک، برای جلوگیری از تند آب و فرسایش سطحی را تسطیح گویند که منجر به ایجاد شرایط یکسان و هماهنگ توزیع آب در یک عمق، در سراسر مزرعه می‌شود. تسطیح زمین فرآیندی به منظور هموارسازی سطح زمین (۲± سانتی متر) از ارتفاع متوسط آن با استفاده از تجهیزات لیزری به منظور دستیابی به دقت در تسطیح زمین می‌باشد. تسطیح دقیق اراضی شامل تغییر در زمین جهت ایجاد یک شیب ثابت ۰ تا ۰/۲ درصد می‌باشد. این عمل نیازمند به استفاده از تراکتورهای با اسب بخار بالا و حرکت دهنده‌های خاک که به GPS مجهز می‌باشند و یا تجهیزات لیزری به گونه‌ای که بتوان خاک را از نقاط مرتفع برش و حرکت داد و نقاط پست را به منظور ایجاد شیب مورد نظر پر نمود، است (Walker et al., ۲۰۰۳). تسطیح زمین به شیوه‌های زیر امکان پذیر می‌باشد:

۱. تسطیح نسبی: در این روش بدون انجام عملیات نقشه‌برداری و با توجه به مهارت راننده، عملیات تسطیح انجام می‌شود به این صورت که دستگاه‌هایی مانند گریدر روی زمین حرکت و سطح زمین را صاف می‌نماید.
۲. تسطیح علمی (مهندسی): در تسطیح اراضی زراعی به روش مهندسی، مزرعه شبکه‌بندی و رئوس شبکه‌ها میخ‌کوبی می‌گردد و سپس توسط دوربین تراز یاب، ارتفاع رئوس شبکه‌ها برداشت می‌گردد. با استفاده از این رقم‌ها و فرمول‌های مربوطه میزان خاکبرداری و خاکریزی محاسبه و کنترل عمق خاک‌برداری و یا خاکریزی توسط اسکرپر و با روش چشمی و مکانیکی صورت می‌گیرد. دقت تسطیح بستگی زیادی به مهارت راننده اسکرپر دارد. پس از اتمام عملیات تسطیح توسط نقشه‌برداری مجدداً رئوس شبکه‌ها تراز یابی می‌شود تا دقت عملیات تسطیح کنترل گردد.
۳. تسطیح لیزری: در این روش تقریباً تمامی عملیات نقشه‌برداری، تشخیص نقاط خاکبرداری و خاکریزی با استفاده از تکنولوژی لیزر با دقت بسیار بالا انجام می‌پذیرد (شکوهی، ۱۳۸۸).



قبل از معرفی ماشین آلات تسطیح لیزری (تراکتور مناسب، لولر یا اسکریپر و سیستم لیزر)، تسطیح اراضی کشاورزی صرفاً با استفاده از اسکریپرهای خود کششی، بلدوزر و گریدر انجام می‌گردید که مشکلات زیر را با خود به همراه داشت: وزن زیاد این ماشین آلات منجر به کوبیده شدن و تخریب ساختمان خاک می‌گردید. انجام عملیات تسطیح نیاز به نقشه‌برداری، طراحی و پیاده نمودن نقشه خاکبرداری و خاکریزی توسط کارشناسان با تجربه داشت. ماشین آلات مذکور گران قیمت و به تعداد محدود در اختیار تعداد محدودی شرکت اجرائی قرار داشت و جوابگوی نیاز کشور و توسعه تسطیح نبود به گونه‌ای که برای یک بار تسطیح کشور به ۱۵۰ سال وقت نیاز بود و نمی‌توانست پاسخگوی نیاز جامعه، استقلال اقتصادی و سیاسی کشور، توسعه پایدار مناطق روستایی و دستیابی به اهداف چشم انداز بیست ساله کشور باشد. جابه‌جایی و حمل و نقل ماشین آلات مذکور هزینه‌بر و در حد بضاعت مالی کشاورزان خرد نبود. قدرت مانور ماشین آلات سنگین، در اراضی محدود و انجام تسطیح اراضی کوچک با مشکل جدی مواجه بود و می‌توان گفت غیر ممکن بود. تسطیح اراضی کوچک با ماشین آلات مذکور مقرون به صرفه نبود. همچنین دقت عملیات تسطیح در روش تسطیح مهندسی و نسبی تا حدود زیادی به مهارت راننده بستگی دارد زیرا تصمیم‌گیری برای کنترل ارتفاع خاکبرداری و خاکریزی با چشم و به صورت مکانیکی انجام می‌گردید که این موضوع باعث کاهش دقت عملیات تسطیح در این روش می‌گردد بنابراین با وجود انجام تسطیح باز هم پستی و بلندی در زمین وجود داشت (ابراهیمی، ۱۳۸۶).

غیر قابل انکارترین مزیت سیستم لیزری نسبت به سایر روشها، دقت دستگاه در تسطیح بر اساس شیب‌های بسیار دقیق طولی و عرضی به طور همزمان، به دلیل هوشمند بودن سیستم تراز یاب لیزری آن و عدم نیاز به حواس انسانی در کنترل تیغه خاکورز برای ایجاد سطحی کاملاً صاف با شیب مورد نظر است. کنترل و دقت در ایجاد شیب به حدی است که در پایان عملیات تسطیح می‌توان بر اساس شبکه‌بندی، شیب را در دو جهت با دقت $+5$ و -5 - میلی‌متر در 100 متر با سرعت زیاد کنترل و ارزیابی کرد. به طور کلی مزایای بارز دستگاه‌های لیزری را نسبت به سایر سیستم‌های تسطیح می‌توان به شرح زیر برشمرد.

- ✓ دقت تسطیح لیزری نسبت به تسطیح مهندسی بسیار زیاد بوده و حدود 10 تا 50 برابر بیشتر می‌باشد.
- ✓ عدم فشردگی خاک در تسطیح لیزری
- ✓ امکان استفاده از تراکتور به عنوان ماشین کشنده دستگاه در سایر فعالیت‌های زراعی و افزایش راندمان کار ماشین‌ها در بخش.
- ✓ قابل کاربرد در اراضی کوچک، حتی محیط‌های محصور مانند گلخانه، باندهای فرود، جاده و انبارها، با دقت بسیار بالا.
- ✓ سرعت عمل در جابجایی و حمل و نقل دستگاه به وسیله تراکتور و سایر کشنده‌ها حتی در جاده‌های پر تردد بین شهری.
- ✓ عدم نیاز به نقشه‌بردار متخصص و نقشه‌برداری بوسیله دوربینهای مخصوص به روش مهندسی.
- ✓ توان حفر کانال‌های زهکشی و آبرسان فرعی یا اصلی و استخرهای آبیگر با استانداردهای علمی، بر اساس شیب‌های بسیار دقیق.
- ✓ امکان طراحی و احداث جاده‌های بین مزارع در ارتفاع و شیب‌های مختلف.
- ✓ افزایش کمی و کیفی محصول
- ✓ فراهم نمودن شرایط مناسب به منظور انجام کشاورزی حفاظتی
- ✓ کاهش آلودگی منابع آب‌های زیر زمینی و سطحی و حفظ محیط‌زیست
- ✓ کاهش میزان کار مورد نیاز برای امر کشت و کار و مدیریت محصول (ابراهیمی، ۱۳۸۶؛ اسفندیاری، ۱۳۸۱؛ ۲۰۰۳؛ Asif et al., ۲۰۰۲؛ Rickman, ۲۰۰۲).

ریکمن (Rickman, ۲۰۰۲) بیان می‌دارد که اگرچه هزینه اولیه تسطیح لیزری بالا می‌باشد (این هزینه بسته به شکل زمین، میزان توپوگرافی و حجم خاکبرداری و خاکریزی متفاوت می‌باشد) اما درآمد ناشی از آن در طی سال‌ها بیانگر مزایای مالی انجام تسطیح لیزری می‌باشد. سیستم کنترل لیزری متشکل از فرستنده لیزری، گیرنده لیزری، جعبه کنترل و شیر کنترل هیدرولیک می‌باشد. فرستنده لیزر انتقال دهنده نور لیزر است که توسط گیرنده لیزری که سوار بر باکت تسطیح می‌باشد، دریافت می‌گردد. جعبه کنترل بر روی تراکتور نصب است و سیگنال‌های دریافتی از فرستنده را تفسیر و بر اساس آن شیر کنترل را باز و بسته می‌نماید و ارتفاع تیغه از زمین را تنظیم می‌کند (Rickman, ۲۰۰۲). در واقع تسطیح لیزری شامل استفاده از لیزر (فرستنده) منتشر کننده پرتو با سرعت در حال چرخش که توسط یک حسگر نصب شده بر روی تراکتور (واحد دریافت کننده) دریافت می‌گردد، می‌باشد. این اطلاعات در نهایت به اسکریپر می‌رسد. سیگنال‌های دریافت شده مشخص کننده سطح حجم خاکبرداری و خاکریزی می‌باشد و تغییرات در سطح



اسکریپر به صورت اتوماتیک توسط سیستم کنترل هیدرولیک صورت می‌گیرد. هدایت اسکریپر کاملاً خودکار می‌باشد و حذف خطای کاربر، تسطیح دقیق اراضی را در پی دارد (Jat et al., ۲۰۰۶).

مقایسه دو گروه پذیرندگان تسطیح لیزری و تسطیح مهندسی از نظر متغیرهای اقتصادی میزان عملکرد محصول گندم

در اراضی تسطیح شده به دلیل عمق کاشت یکسان، ارتفاع یکسان و میانگین رطوبتی یکسان گیاه، کشاورزان می‌توانستند محصول بیشتر، همراه با ریزش کمتر برداشت نمایند. همان‌گونه که در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد، میزان عملکرد گندم در واحد سطح توسط کشاورزان مورد بررسی در این پژوهش، ۵/۸۰ تن در هکتار بود. بیشینه عملکرد، ۱۱ تن در هکتار گزارش شده است و کمینه آن، ۲ تن می‌باشد. متوسط عملکرد در بین پذیرندگان تسطیح لیزری، ۵/۸۷ تن در هکتار و برای پذیرندگان تسطیح مهندسی، ۵/۳۹ تن در هکتار می‌باشد. نتایج بیانگر آن است که از نظر میزان عملکرد، پذیرندگان تسطیح لیزری بیشترین فراوانی (۱۱۷ نفر - ۴۵/۳ درصد) را در طبقه سوم (۵ تا ۷ تن در هکتار) دارا می‌باشند در حالی که اکثریت (۶۱ نفر - ۵۲/۱ درصد) پذیرندگان تسطیح مهندسی در طبقه دوم (۳ تا ۵ تن در هکتار) قرار دارند.

جدول ۱- توزیع کشاورزان بر اساس میزان عملکرد گندم در واحد سطح

میزان عملکرد (تن در هکتار)		پذیرندگان تسطیح لیزری		پذیرندگان تسطیح مهندسی		کل	
فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد
بین ۱ تا ۳	۵	۱/۹	۹	۷/۷	۱۴	۳/۷	
بین ۳ تا ۵	۹۵	۳۶/۸	۶۱	۵۲/۱	۱۵۶	۴۱/۶	
بین ۵ تا ۷	۱۱۷	۴۵/۳	۳۶	۳۰/۸	۱۵۳	۴۰/۸	
بین ۷ تا ۹	۳۴	۱۳/۲	۹	۷/۷	۴۳	۱۱/۵	
بیش از ۹	۷	۲/۷	۲	۱/۷	۹	۲/۴	
جمع	۲۵۸	۱۰۰	۱۱۷	۱۰۰	۳۷۵	۱۰۰	
کل:	میانگین: ۵/۸۰	انحراف معیار: ۱/۵۰	کمینه: ۲	بیشینه: ۱۱			
پذیرندگان تسطیح لیزری:	میانگین: ۵/۸۷	انحراف معیار: ۱/۲۰	کمینه: ۲/۵۰	بیشینه: ۱۱			
پذیرندگان تسطیح مهندسی:	میانگین: ۵/۳۹	انحراف معیار: ۱/۵۴	کمینه: ۲	بیشینه: ۱۱			

نتایج آزمون T-test مندرج در جدول ۲ نشان می‌دهد که بین میانگین میزان عملکرد گندم در بین پذیرندگان تسطیح لیزری و تسطیح مهندسی تفاوت معنی‌داری در سطح ۰/۰۰۲ وجود دارد و گروه تسطیح لیزری از عملکرد بالاتری برای محصول گندم برخوردار می‌باشند (میانگین میزان عملکرد محصول گندم در هکتار در بین پذیرندگان تسطیح لیزری و تسطیح مهندسی به ترتیب ۵/۸۷ و ۵/۳۹ می‌باشد). از آن جا که سیستم لیزری با دقت بیشتری نسبت به تسطیح مهندسی هموارسازی و شیب بندی زمین را انجام می‌دهد، شرایط مناسب‌تری را برای جوانه‌زنی و رشد گیاه فراهم می‌نماید. بنابراین در اراضی تسطیح شده با استفاده از تکنولوژی لیزر، به طور میانگین عملکرد محصول گندم ۰/۴۸ تن، بیشتر از زمین‌های تسطیح شده با استفاده از دستگاه‌های تسطیح مهندسی می‌باشد. این یافته با نتایج مطالعه آصیف و همکاران (Asif et al., ۲۰۰۳) که معتقدند عملکرد در زمین تسطیح لیزری شده با زمین تسطیح شده به شیوه سنتی یکسان است، مطابقت ندارد.

میزان درآمد ناخالص حاصل از یک هکتار گندم

افزایش درآمد به دلیل افزایش عملکرد، افزایش سطح زیر کشت و کاهش هزینه‌های کاشت، داشت و برداشت اتفاق می‌افتد. تغییر الگوی کشت از دیگر دلایل افزایش درآمد کشاورزان بود. اکثر کشاورزانی که زمین خود را تسطیح نموده اند بعد از هموار ساختن زمین



به کشت محصولات صیفی روی آورده اند که درآمد حاصل از آن چندین برابر محصولات شتوی می باشد. همچنین کشاورزان بعد از اجرای تسطیح، مدیریت بقایا را بر روی زمین اعمال می نمودند در نتیجه کاه اضافی موجود بر روی زمین را جمع آوری کرده و به فروش می رساندند و مقداری درآمد از این طریق کسب می کردند. جدول ۲ بیانگر آن است که بین میانگین درآمد ناخالص حاصل از کشت یک هکتار گندم بین دو گروه پذیرندگان تسطیح لیزری و تسطیح مهندسی اختلاف معنی داری وجود دارد ($P=0/003$) به طوری که پذیرندگان تسطیح لیزری از درآمد ناخالص بالاتری نسبت به گروه تسطیح مهندسی برخوردار می باشند (میانگین درآمد پذیرندگان تسطیح لیزری و تسطیح مهندسی به ترتیب ۱۸۵۴۲۱۵ و ۱۷۰۲۶۰۰ تومان می باشد).

میزان هزینه برای یک هکتار گندم

مسطح بودن زمین، نه تنها با کاهش زمان آبیاری و میزان مصرف آب و در نتیجه کاهش میزان مصرف گازوئیل و یا برق هزینه ها را کاهش می دهد بلکه زمان کار موتورپمپ و در نتیجه خرابی و استهلاک کاهش می دهد. در مورد هزینه کود، سم و بذر نیز به دلیل کاهش میزان مصرف این نهاده ها، هزینه کشاورز در این موارد کاهش یافته بود. زمانی که سطح زمین یکنواخت باشد تعداد کارگر روزمزد و ثابت برای عملیات مختلف کاشت، داشت و برداشت کاهش می یابد و به دلیل کاهش حجم کاری دستمزد آن ها نیز با کاهش همراه است. با اجرای تسطیح به دلیل کاهش تعداد عملیات خاکورزی، هزینه خاکورزی نیز کاهش می یابد. در صورت استفاده از گاواهن برگردان دار کشاورزان کاهش ۱ یا ۲ بار دیسک و لولر را داشتند. اجرای تسطیح زمینه لازم را برای استفاده از تکنولوژی های جدید معرفی شده در منطقه مانند خاکورز مرکب، دستگاه کشت مستقیم و ... فراهم نموده است. کشاورزانی که از دستگاه خاکورز مرکب، چپزل و یا زیرشکن استفاده می کردند برخی از عملیات کشاورزی خود را حذف کرده و هزینه خاکورزی آنان کاهش یافته بود. در صورتی که کشاورزان از دستگاه کشت مستقیم استفاده می نمودند اصلاً نیازی به انجام عملیات خاکورزی نداشتند و به میزان زیادی در هزینه های کشاورزی آنان صرفه جویی به عمل آمده بود.

آزمون T-test در جدول ۲ نشان می دهد که تفاوت بین پذیرندگان تسطیح لیزری و کشاورزان استفاده کننده از تسطیح مهندسی از نظر متغیر میزان هزینه برای یک هکتار گندم در سطح $0/001$ معنی دار بوده و پذیرندگان تسطیح لیزری از میانگین (588840) در مقابل (651010 تومان) کمتری در مورد این متغیر برخوردار هستند. نتایج بیان گر آن است که بین دو گروه از نظر هزینه برای مراحل مختلف کاشت، داشت و برداشت گندم به طور میانگین اختلافی حدود 62170 تومان وجود دارد. این اختلاف هزینه نشان دهنده دقت بالای دستگاه تسطیح لیزری در هموارسازی و شیب بندی اراضی نسبت به تسطیح مهندسی می باشد زیرا هر چه شیب زمین مناسب تر و سطح آن هموارتر باشد در هزینه نهاده ها و عملیات کشاورزی بیشتر صرفه جویی صورت می گیرد.

میزان اراضی زراعی

اطلاعات مربوط به تفاوت میانگین این متغیر در بین پذیرندگان تسطیح لیزری و تسطیح مهندسی در جدول ۲ آمده است. بر اساس اطلاعات مندرج در این جدول، بین میانگین میزان اراضی زراعی پذیرندگان تسطیح لیزری با تسطیح مهندسی تفاوت معنی داری وجود دارد ($P=0/007$). میانگین میزان اراضی زراعی پذیرندگان تسطیح لیزری بالاتر از گروه دیگر می باشد (میانگین میزان اراضی زراعی پذیرندگان تسطیح لیزری و گروه تسطیح مهندسی به ترتیب $18/56$ و $13/61$ هکتار می باشد).

میزان زمین زراعی آبی

افزایش سطح زیر کشت از پیامدهای غیرمستقیم تسطیح می باشد که به دلیل کاهش میزان مصرف آب و کاهش زمان آبیاری صورت می پذیرد. کشاورزان معتقد بودند که در صورت دارا بودن زمین زراعی، می توانند نسبت به قبل سطح زیر کشت آبی خود را افزایش دهند. نتایج مربوط به مقایسه میانگین متغیر میزان اراضی زراعی آبی نشان می دهد که بین پذیرندگان تسطیح لیزری و پذیرندگان تسطیح مهندسی از نظر آماری اختلاف معنی داری وجود دارد ($P=0/006$) و می توان بیان کرد که میزان اراضی آبی پذیرندگان تسطیح لیزری بالاتر از گروه اجرا کننده تسطیح مهندسی می باشد (میانگین میزان زمین زراعی آبی برای اجراکنندگان تسطیح لیزری و تسطیح مهندسی به ترتیب $13/21$ و $10/10$ هکتار می باشد).



سطح زیر کشت گندم

نتایج آزمون T-test در بین پذیرندگان تسطیح مهندسی و تسطیح لیزری نشان داد که بین دو گروه از نظر متغیر سطح زیر کشت گندم اختلاف معنی داری وجود دارد ($t=3/25$, $p=0/001$). به عبارتی میانگین اراضی زیر کشت گندم در گروه پذیرنده تسطیح لیزری بالاتر از گروه دیگر می باشد.

میزان درآمد خارج از مزرعه

بعد از اجرای تسطیح اراضی به دلیل کاهش حجم کار و تعداد روزهای کاری اوقات فراغت کشاورزان افزایش یافته بود به همین علت می توانستند راحت تر به کارهای خارج از مزرعه مشغول گردند و درآمد خود را از طریق فعالیت های خارج از مزرعه افزایش دهند. نتایج آزمون t بیانگر آن است که بین میانگین میزان درآمد خارج از مزرعه پذیرندگان تسطیح لیزری و پذیرندگان تسطیح مهندسی تفاوت معنی داری ($P=0/02$) وجود دارد. با توجه به میانگین درآمد خارج از مزرعه هر دو گروه می توان گفت که میزان درآمد خارج از مزرعه پذیرندگان تسطیح لیزری (۲۹۱۲۳۰۰ تومان) بیشتر از مجریان تسطیح مهندسی (۱۱۴۴۳۰۰ تومان) می باشد.

جدول ۲- نتایج حاصل از آزمون t به منظور بررسی اختلاف بین پذیرندگان تسطیح لیزری و پذیرندگان تسطیح مهندسی از نظر متغیرهای اقتصادی پژوهش

سطح معنی داری	آماره t	تسطیح مهندسی		تسطیح لیزری		متغیر
		انحراف میانگین معیار	انحراف میانگین معیار	انحراف میانگین معیار	انحراف میانگین معیار	
۰/۰۰۲	۳/۱۰	۱/۴۵	۵/۳۹	۱/۴۳	۵/۸۷	عملکرد گندم (تن در هکتار)
۰/۰۰۳	۵/۰۸	۴۶۰۳۴۳	۱۷۰۲۶۰	۴۶۷۶۰۸	۱۸۵۴۲۱	درآمد ناخالص ۱ هکتار گندم (تومان)
			.		۵	
۰/۰۰۰۱	-۴/۱۵	۱۳۵۵۰۷	۶۵۱۰۱۰	۱۳۷۳۲۵	۵۸۸۸۴۰	هزینه ۱ هکتار (تومان)
۰/۰۰۷	۲/۶۹	۱۱/۲۹	۱۳/۶۱	۲۴/۲۲	۱۸/۵۶	میزان اراضی زراعی (هکتار)
۰/۰۰۶	۲/۷۴	۷/۱۵	۱۰/۱۰	۱۴/۶۲	۱۳/۲۱	میزان زمین زراعی آبی (هکتار)
۰/۰۰۱	۳/۲۵	۶/۳۶	۷/۶۹	۱۷/۲۷	۱۱/۷۲	سطح زیر کشت گندم
۰/۰۰۲	۲/۲۹	۲۴۴۳۳۰۰	۱۱۴۴۳۰	۱۱۵۵۴۴	۲۹۱۲۳۰	درآمد خارج از مزرعه (تومان)
			.	.	.	

مقایسه گروه پذیرنده تسطیح لیزری و تسطیح مهندسی از نظر متغیرهای زراعی

تعداد قطعات زمین

همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می شود، میانگین تعداد قطعات زمین کشاورزان حدود ۳ قطعه، بیشینه تعداد قطعات، ۱۶ و کمینه آن، ۱ قطعه زمین می باشد. میانگین تعداد قطعات پذیرندگان تسطیح لیزری حدود ۳ و میانگین تعداد قطعات اجراکنندگان تسطیح مهندسی حدود ۴ است. بیشترین درصد پذیرندگان تسطیح لیزری یعنی ۵۴/۳ درصد (۱۴۰ نفر) دارای ۱ تا ۳ قطعه زمین و اکثریت پذیرندگان تسطیح مهندسی (۴۱/۹ درصد) دارای ۳ تا ۵ قطعه زمین بوده اند.



جدول ۳- توزیع کشاورزان از نظر تعداد قطعات زمین

تعداد قطعات زمین	پذیرندگان تسطیح لیزری		پذیرندگان تسطیح مهندسی		کل
	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	
بین ۱ تا ۳	۱۴۰	۵۴/۳	۴۱	۳۵/۰	۴۸/۳
بین ۳ تا ۵	۷۴	۲۸/۷	۴۹	۴۱/۹	۳۲/۸
بین ۵ تا ۷	۲۴	۹/۳	۱۸	۱۵/۴	۱۱/۲
بین ۷ تا ۹	۱۰	۳/۹	۴	۳/۴	۳/۷
بیش از ۹	۱۰	۳/۹	۵	۴/۳	۴/۰
جمع	۲۵۸	۱۰۰	۱۱۷	۱۰۰	۳۷۵
کل: میانگین: ۳/۲۵	انحراف معیار: ۲/۸۶		کمینه: ۱		بیشینه: ۱۶
پذیرندگان تسطیح لیزری: میانگین: ۳/۰۴	انحراف معیار: ۲/۸۵		کمینه: ۱		بیشینه: ۱۶
پذیرندگان تسطیح مهندسی: میانگین: ۳/۷۰	انحراف معیار: ۲/۸۴		کمینه: ۱		بیشینه: ۱۲

نتایج مربوط به اختلاف میانگین تعداد قطعات زمین نشان می‌دهد که بین پذیرندگان تسطیح لیزری با گروه تسطیح مهندسی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P=0/03$). تعداد قطعات زراعی زمین پذیرندگان تسطیح لیزری کمتر از پذیرندگان تسطیح مهندسی می‌باشد (میانگین تعداد قطعات زمین برای پذیرندگان تسطیح لیزری و تسطیح مهندسی به ترتیب ۳/۰۴ و ۳/۷۰ می‌باشد).

میزان آب مصرفی برای یک هکتار گندم

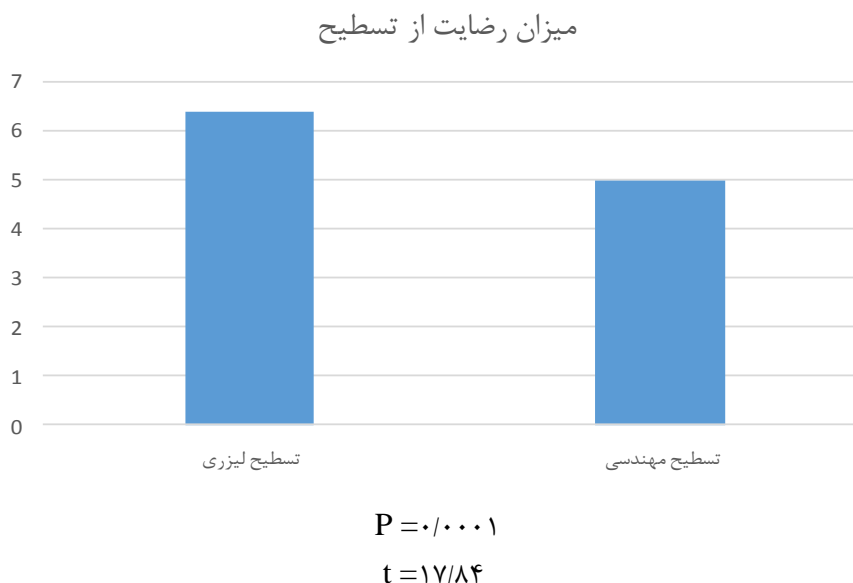
در زمین‌هایی که دارای پستی و بلندی می‌باشند، ابتدا بایستی نقاط پست یا گود از آب پر شود تا نقاط بلند آبیاری گردد، این امر منجر می‌شود که میزان مصرف آب زمین بسته به میزان پستی و بلندی موجود در مزرعه افزایش یابد. اما با اجرای تسطیح به دلیل از بین رفتن پستی و بلندی‌های زمین و شیب‌بندی مناسب، میزان مصرف آب کاهش می‌یابد. جدول ۴ میانگین میزان مصرف آب برای یک هکتار گندم را در بین دو گروه پذیرنده تسطیح لیزری و تسطیح مهندسی نشان می‌دهد. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد بین دو گروه از نظر این متغیر اختلاف میانگین معادل ۹۵۴/۷ وجود دارد که در سطح ۰/۰۵ معنی دار می‌باشد و پذیرندگان تسطیح لیزری به دلیل دقت بالای سیستم لیزری در نقشه‌برداری و تسطیح اراضی نسبت به گروه دیگر از میانگین میزان مصرف آب کمتری به منظور آبیاری یک هکتار گندم برخوردار می‌باشند (میانگین میزان مصرف آب برای پذیرندگان تسطیح لیزری و تسطیح مهندسی به ترتیب ۶۱۰۲/۸ و ۷۰۵۷/۵ می‌باشد). این یافته با نتایج مطالعه آسیف و همکاران (Asif et al., ۲۰۰۳) مبنی بر اینکه میزان کارایی مصرف آب در زمین‌های تسطیح شده با سیستم لیزر بالاتر از تسطیح سنتی می‌باشد همخوانی دارد.

جدول ۴- نتایج حاصل از آزمون t به منظور بررسی اختلاف بین پذیرندگان تسطیح لیزری و تسطیح مهندسی از نظر متغیرهای زراعی پژوهش

متغیر	تسطیح لیزری		تسطیح مهندسی		آماره t	سطح معنی‌داری
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار		
تعداد قطعات زمین	۳/۰۴	۲/۸۵	۳/۷۰	۲/۸۴	-۲/۰۹	۰/۰۳
میزان مصرف آب (متر مکعب)	۶۱۰۲/۸	۳۲۹۹/۹۴	۷۰۵۷/۵	۸۱۹۲/۵۱	-۲/۱۳	۰/۰۳

شکل ۱ میانگین میزان رضایت از انجام تسطیح را در بین دو گروه پذیرنده تسطیح لیزری و تسطیح مهندسی نشان می‌دهد. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد بین دو گروه از نظر این متغیر اختلاف میانگین معادل ۱/۴۳ وجود دارد که در سطح ۰/۰۰۰۱ معنی دار می‌باشد و پذیرندگان تسطیح لیزری به دلیل دقت بالای سیستم لیزری در نقشه‌برداری و تسطیح اراضی نسبت به گروه دیگر از رضایت بیشتری برخوردار می‌باشند.

شکل ۱- مقایسه سطح رضایت از تسطیح لیزری و تسطیح مهندسی



نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در طول تاریخ تغییرات تکنولوژیک همواره به عنوان مولدی برای رشد کشاورزی عمل نموده است. از آن جا که کشور ما هم با کمبود زمین مرغوب و هم محدودیت منابع آب روبه‌رو است استفاده از تکنولوژی‌هایی که در راستای افزایش بهره‌وری و کاهش میزان مصرف آب عمل می‌کنند یکی از بهترین گزینه‌ها برای جبران کم‌آبی می‌باشد. تکنولوژی تسطیح لیزری یکی از بهترین فن‌آوری‌های مطرح شده برای کاهش میزان مصرف آب آبیاری می‌باشد. نتایج آزمون T-test نشان داد که بین دو گروه پذیرنده تسطیح لیزری و تسطیح مهندسی از نظر متغیرهای اقتصادی و زراعی پژوهش تفاوت‌های زیادی وجود دارد و استفاده کنندگان از سیستم لیزری از نظر این متغیرها در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارند به گونه‌ای که میزان عملکرد، درآمد، اراضی زراعی، سطح زیر کشت آبی و درآمد خارج از مزرعه در گروه پذیرنده تسطیح لیزری بالاتر می‌باشد و میزان مصرف آب، میزان هزینه و تعداد قطعات زمین در این گروه کمتر از گروه اجراکننده تسطیح مهندسی است. بنابراین نتایج بررسی اختلاف میانگین متغیرهای پژوهش بین دو گروه نشان می‌دهد که تسطیح لیزری در زمینه هموارسازی و شیب بندی زمین موفق‌تر از تسطیح مهندسی عمل نموده است و به طور کلی رضایت کشاورزان از تسطیح لیزری بیش از تسطیح مهندسی می‌باشد. این یافته‌ها حکایت از برتری تکنولوژی لیزر نسبت به تسطیح مهندسی دارد. بنابراین در نظر گرفتن کلاس‌های آموزشی و ترویجی مرتبط با طرح و ارائه اطلاعات لازم در مورد اثرات اجرای طرح تسطیح لیزری و مقایسه آن با تسطیح مهندسی به منظور نشر نوآوری در بین پذیرندگان تسطیح مهندسی لازم و ضروری می‌باشد. یکی از مهمترین اثرات طرح تسطیح لیزری کاهش تعداد دفعات و زمان آبیاری و در نتیجه کاهش میزان مصرف آب می‌باشد. بنابراین این تکنولوژی می‌تواند به عنوان راهکاری برای مدیریت خشکسالی و بحران آب مطرح گردد. اما این امر زمانی محقق می‌شود که کشاورزان سطح زیر کشت خود را افزایش نداده و الگوی کشت خود را به سمت محصولاتی که آب بیشتری مصرف می‌نمایند تغییر ندهند. اما نتایج نشان می‌دهد که متأسفانه اغلب کشاورزان با اجرای طرح، سطح زیر کشت خود را افزایش داده و به سمت کاشت محصولات صیفی که نیاز آبی بالاتری دارند، سوق پیدا کرده‌اند. بنابراین توانمندسازی کشاورزان از طریق توسعه برنامه‌های آموزشی تغییر نگرش در زمینه مدیریت بهینه آب لازم و ضروری می‌باشد که بایستی مورد توجه مسئولان مربوطه قرار گیرد.



با توجه به این که به گفته افراد نمونه مورد مطالعه، تسطیح مهندسی در کشور خوب اجرا نگردیده است و کشاورزان از اثرات آن راضی نیستند و همین امر باعث شده که آنان با دید شک و تردید به تسطیح لیزری به عنوان تکنولوژی جایگزین نگاه کنند، به منظور نشر این نوآوری در بین پذیرندگان تسطیح مهندسی در نظر گرفتن کلاس‌های آموزشی و ترویجی مرتبط با طرح و ارائه اطلاعات لازم در مورد اثرات اجرای طرح تسطیح لیزری و مقایسه آن با تسطیح مهندسی لازم و ضروری می‌باشد. برگزاری مزارع نمایشی و استفاده از روش یادگیری نمایش نتیجه ای می‌تواند در این زمینه موثر واقع گردد. همچنین در نظر گرفتن تمهیداتی از قبیل بازدید از مزارع تسطیح شده با سیستم لیزری، نمایش فیلم و غیره توصیه می‌گردد. در نهایت این پژوهش به بررسی اثرات اقتصادی و زراعی طرح تسطیح لیزری در یک فاصله زمانی کوتاه بعد از اجرای طرح پرداخت لذا توصیه می‌گردد که در تحقیقات آتی به بررسی سایر اثرات طرح و از جمله اثرات تعقیبی و غیر مستقیم آن پرداخته شود.

منابع

- آزادی، ا. ر (۱۳۸۶). نقش آب و مدیریت آن در عملکرد محصول و کشاورزی پایدار با تاکید بر پایش رطوبت خاک، تسطیح اراضی و روش های آبیاری تحت فشار. کمیته کارشناسی ستاد مدیریت خشکی و بحران آب سازمان جهاد کشاورزی فارس.
- اسفندیاری بیات، م (۱۳۸۱). معرفی تکنولوژی تسطیح لیزری اراضی زراعی به کشاورزان ایران. کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- تاجر، م. پزشکی راد، غ. م. و رضائی مقدم، ک (۱۳۸۹). بررسی عوامل موثر بر پذیرش تکنولوژی تسطیح لیزری توسط کشاورزان استان فارس. *مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران*، ۲(۴): ۵۳۰-۵۲۳.
- شکوهی، ز (۱۳۸۸). بررسی عوامل موثر بر رفتار تولیدی زارعین استان فارس: با تاکید بر تسطیح لیزری. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز.
- قدوسی، ج (۱۳۷۱). نگرش به مفهوم و استراتژی آبخیزداری. *مجله جهاد*، (۱۵۴): ۱۴-۲۷.
- کمیته راهبردی تسطیح لیزری استان فارس (۱۳۸۶). طرح تحول بزرگ در افزایش بهره‌وری نهاده‌ها حفظ محیط زیست و افزایش درآمد کشاورزان با تسطیح لیزری (دقیق) ۳۵۰ هزار هکتار از اراضی استان فارس در مدت ۵ سال. سازمان جهاد کشاورزی استان فارس.
- Abdullaev, I., UI Hassan, M. and Jumaboev, K (۲۰۰۷). Water saving and economic impacts of land leveling: The case study of cotton production in Tajikistan, *Irrigation Drainage System*, (۲۱): ۲۵۱-۲۶۳.
- Akhtar, M.R (۲۰۰۶). Impact of resource conservation technologies for sustainability of irrigated agriculture in Punjab-Pakistan, *Journal of Agricultural Research*, ۴۴(۳): ۲۳۹-۲۵۷.
- Anderson, D.P., Wilson, P.N. and Thompson, G.D (۱۹۹۹). The adoption and diffusion of level fields and basins, *Journal of Agricultural and Resource Economics*, ۲۴(۱): ۱۸۶-۲۰۳.
- Ashraf, M., Saeed, M.M. and Asgher, M.N (۲۰۰۱). Evaluation of resource conservation technologies under skimmed groundwater applications, *Journal of Drainage and Water Management*, ۵(۲): ۱۹-۲۸.
- Asif, M., Ahmed, M., Gafoor, A. and Aslam, Z (۲۰۰۳). Wheat productivity, land & water use efficiency by traditional & laser land leveling techniques, *Journal of Biological Sciences*, pp: ۱۴۱-۱۵۶.
- Jat, M.L., Chandna, P., Gupta, R., Sharma, S.K. and Gill, M.A (۲۰۰۶). Laser land leveling: A precursor technology for resource conservation, Rice-Wheat consortium technical bulletin series ۷, New Delhi, India.
- Jehangir, W.A., Masih, I., Ahmed, S., Gill, M.A., Ahmad, M., Mann, R., Chaudhary, M.R., Qureshi, A.S. and Turrall, H (۲۰۰۷). Sustaining crop water productivity in rice-wheat systems of sour Asia: A case study from Punjab, Pakistan. International Water Management Institute.
- Jonish, J., Bishay, E. and Dregne, H (۱۹۸۷). Benefits and costs of laser land leveling in Egypt. Proceedings of ۲nd International Desert Development Conference, Cairo, Egypt, ۲۵-۳۱ January. pp: ۱۷۱-۱۸۵.
- Rickman, J.F (۲۰۰۲). Manual for laser land leveling. Rice-Wheat Consortium Technical Bulletin.