

واکاوای پیامدهای زراعی طرح تسطیح لیزری: مطالعه موردی شهرستان سپیدان

سمیه توحیدیان فر و کورش رضایی مقدم^{۱*}

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۵/۵)

چکیده

نتایج تحقیقات بیانگر آن است که در اراضی ناهموار، استفاده بهینه از نهاده‌های کشاورزی به خصوص منابع آب و خاک به عمل نمی‌آید. تسطیح لیزری یکی از بارزترین پیشرفت‌ها در آبیاری سطحی و استفاده بهینه از نهاده‌های کشاورزی می‌باشد. این پژوهش با هدف بررسی پیامدهای زراعی نشر فن‌آوری تسطیح لیزری و همچنین مقایسه دیدگاه دو گروه اجراکنندگان تسطیح مهندسی به عنوان پذیرندگان تکنولوژی پیشین تسطیح اراضی و اجراکنندگان تسطیح لیزری در مورد پیامدهای طرح انجام پذیرفت. در این راستا تلاش شد تا با استفاده از پارادایم تحقیق کیفی و روش مطالعه چند موردی، اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری گردد. افراد مورد مطالعه از طریق نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. اطلاعات مورد نیاز از ۲۲ نفر اجراکننده تسطیح لیزری و ۵ نفر اجراکننده تسطیح مهندسی جمع‌آوری گردید. یافته‌های پژوهش نشان داد که کشاورزان مهم‌ترین اثرات زراعی طرح تسطیح لیزری را کاهش میزان مصرف آب، توزیع یکنواخت سطحی آب، یکنواخت خشک شدن زمین بعد از آبیاری، کاهش اتلاف آب، افزایش سطح زیر کشت، کاهش زمان آبیاری، یکنواختی جوانه زنی، افزایش عملکرد، یکنواختی رشد گیاه، راحت‌تر شدن فعالیت‌های کشاورزی، افزایش سرعت عمل ماشین‌آلات، افزایش اندازه کرت‌ها و افزایش مساحت مفید مزرعه می‌دانستند. نتایج حاکی از آن بود که کشاورزان اجراکننده تسطیح لیزری پیامدهای بیشتری را بیان نموده‌اند. از دیدگاه کشاورزان، میزان مصرف نهاده‌ها به مرور زمان بعد از اجرای طرح کاهش یافته است، نهایتاً بر اساس یافته‌ها، توصیه‌های کاربردی ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: پیامدهای زراعی، طرح تسطیح لیزری، طرح تسطیح مهندسی، مطالعه موردی، سپیدان.

۱- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، و دانشیار، بخش ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

*- مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: rezaei@shirazu.ac.ir

مقدمه

طرح‌ها مهمترین ابزاری هستند که به وسیله دولت‌ها یا بخش خصوصی برای ترغیب یا طراحی توسعه به کار می‌روند. توسعه اقتصادی در صورتی همراه با موفقیت خواهد بود که عملیات شناسایی، تفکر، اجرا و مدیریت طرح با هدف‌های تعیین شده، با موفقیت انجام گیرد (کرمی، ۱۳۸۹). 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 اثرگذار 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, 2002؛ ابراهیمی، ۱۳۸۶). نتایج تحقیقات بیانگر آن است که در اراضی ناهموار استفاده بهینه از نهاده‌های کشاورزی از قبیل آب، خاک، بذور، کودهای شیمیایی، ماشین‌های کشاورزی و نیروی انسانی به عمل نمی‌آید (Rickman, 2002؛ تاجر و همکاران، ۱۳۸۹؛ Kahlowan et al., 2002؛ Satter et al., 2003؛ Jat et al., 2006؛ Asif et al., 2003). 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، ۱۳۸۷). مصرف آب بیشتر و یا کمتر از حد نیاز، موجب کاهش تولید و درآمد، افزایش هزینه‌ها، تخریب محیط‌زیست، به خطر افتادن سلامت مصرف‌کنندگان محصولات و ناپایداری کشاورزی می‌گردد (آزادی، ۱۳۸۶). تسطیح زمین فرآیندی مناسب برای

مدیریت آب، خاک و محصولات کشاورزی می‌باشد (Rickman, 2002). 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. قبل از معرفی ماشین‌آلات تسطیح لیزری (تراکتور مناسب، لولر یا اسکرپر و سیستم لیزر)، تسطیح اراضی کشاورزی صرفاً با استفاده از اسکرپ‌های خود کشی، بلدوزر و گریدر انجام می‌گردید که مشکلات زیر را با خود به همراه داشت: وزن زیاد این ماشین‌آلات 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. ماشین‌آلات 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 ماشین‌آلات مذکور هزینه‌بر و در حد بضاعت مالی کشاورزان خرد نبود. قدرت مانور ماشین‌آلات سنگین، در اراضی محدود و انجام تسطیح اراضی کوچک با مشکل جدی مواجه بود و می‌توان گفت غیر ممکن بود. تسطیح اراضی کوچک با ماشین‌آلات مذکور مقرون به صرفه نبود. همچنین دقت عملیات تسطیح در روش تسطیح مهندسی 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). در سال‌های اخیر دستگاه‌های تسطیح اراضی به سامانه لیزری مجهز شده‌اند و کار با این ماشین‌آلات تحت عنوان تسطیح لیزری اراضی شناخته می‌شود. این

راجرز هر سه طبقه را با نشان دادن هر یک از آن‌ها به عنوان یک بعد به یکدیگر گره زده است (Rogers, 1995). در تحقیقات صورت گرفته در زمینه پیامدهای طرح تسطیح لیزری اثرات مستقیم، غیرمستقیم، کارکردی، قابل پیش‌بینی و غیر قابل پیش‌بینی بسیاری برای این تکنولوژی پیشرفته ذکر شده است. از مهمترین اثرات مطرح شده برای این طرح در زمینه مدیریت آب مزرعه می‌توان به کاهش میزان مصرف آب، توزیع یکنواخت آب، کاهش زمان آبیاری، کاهش تعداد دفعات آبیاری و کاهش اتلاف آب اشاره نمود (موسوی، ۱۳۸۷؛ Abdullaev et al., 2007؛ Rickman, 2002؛ Asif et al., 2003؛ Jat et al., 2006؛ Gonzalez et al., 2009). کاهلون و همکاران (Kahlow et al., 2002) 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., 2003). نتایج مطالعه رحمتی و همکاران (۱۳۸۹) حاکی از آن است که از نظر حجم آب مصرفی بین لولرهای لیزری و مرسوم اختلاف معنی‌داری وجود دارد و لولر لیزری در مقایسه با لولر مرسوم ۳۵ درصد زمان آبیاری را کاهش داده است و به این ترتیب کاربرد این دستگاه میزان حجم آبیاری را در حدود ۸۲ لیتر در ثانیه کاهش داده است. 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., 2006). 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., 2003). عبداله‌اف و همکاران (Abdullaev et al., 2007)، و گنزالس و همکاران (Gonzalez et al., 2009) بیان کرده‌اند که تسطیح لیزری باعث بهبود کارایی استفاده از مواد مغذی و کاهش میزان مصرف کودهای شیمیایی می‌گردد. کاهش علف‌های هرز،

طرح 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 در کشور آغاز گردید (کمیته راهبردی تسطیح لیزری استان فارس، ۱۳۸۶). ارزیابی پیامدهای تکنولوژی‌های کشاورزی برای توسعه پایدار ضروری می‌باشد زیرا تعامل بین تکنولوژی، محیط‌زیست و جامعه با منافع و اهداف متعدد خود ممکن است به صورت غیر عمدی با اثرات غیر مستقیم و تاخیری همراه باشد (Rodrigues et al., 2003). در نتیجه، اجرای طرح تسطیح لیزری اثرات متفاوتی را برای بهره برداران و روستائیان به دنبال داشته است. این اثرات در حقیقت چشم اندازی از فعالیت‌های انسان بوده و شناخت آن می‌تواند نقاط ضعف و قدرت برنامه را نشان دهد. این امر منجر به هدفمند و قانونمندتر شدن این برنامه‌ها در نقاط مختلف می‌گردد (Pasakarnis and Maliene, 2010). پیامدهای تغییراتی هستند که در سطح فرد یا نظام اجتماعی در اثر پذیرش و یا رد نوآوری اتفاق می‌افتد. راجرز پیامدها را در سه بعد مورد بررسی قرار می‌دهد. بعد اول مطلوبیت، که شامل پیامدهای مطلوب و نامطلوب (کارکردی و غیر کارکردی) می‌باشد. پذیرش نوآوری زمانی دارای پیامدهای مطلوب می‌باشد که عملکرد نظام اجتماعی و یا فرد را بهبود دهد. بعد دوم از پیامدها، پیامدهای قابل پیش‌بینی (تغییرات بوجود آمده توسط نوآوری می‌باشند که توسط اعضای نظام اجتماعی تشخیص داده می‌شوند و مد نظر آن‌ها است) در برابر پیامدهای غیر قابل پیش‌بینی (تغییراتی هستند که نه مورد نظر و نه قابل تشخیص توسط اعضای نظام اجتماعی است) می‌باشد. سومین بعد، پیامدهای مستقیم (تغییراتی هستند که در فرد و یا نظام اجتماعی در پاسخ آنی به پذیرش نوآوری اتفاق می‌افتد) و یا غیرمستقیم (تغییراتی است که در فرد و یا نظام اجتماعی در نتیجه پیامدهای مستقیم رخ می‌دهد). ناشی از پذیرش نوآوری می‌باشد.

لیزری برای افزایش کارایی نهاده‌های مصرفی، افزایش تولید در واحد سطح و تسهیل عملیات کشاورزی مناسب می‌باشد. بررسی تحقیقات پیشین حاکی از آن است که طرح تسطیح لیزری پیامدهای متفاوتی را برای کشورهای مختلف جهان در پی داشته است در ایران نیز چندین تحقیق در این زمینه به اجرا در آمده است که بیشتر به بررسی اثرات این تکنولوژی بر روی مدیریت منابع آب و میزان عملکرد با فراهم نمودن شرایط آزمایشی توجه گردیده و سایر اثرات طرح از دیدگاه کشاورزان مورد کنکاش قرار نگرفته است. استان فارس یکی از پیشگامان در معرفی و به کارگیری فناوری تسطیح لیزری در ایران می‌باشد. تسطیح لیزری از سال ۸۳ در سطح ۶ هکتار در این استان آغاز و تا سال ۱۳۸۹ به ۷۷۵۶۷/۵۹ هکتار رسیده است. از آن جا که بهتر است برای بررسی هر چه بهتر پیامدها چندین سال از اجرای طرح گذشته باشد، دو روستای علی‌آباد و شیخ عبود از توابع شهرستان سپیدان که کشاورزان دو روستای مذکور از سال ۱۳۸۵ تسطیح لیزری را در اراضی خود اجرا نموده بودند و جزء پیشگامان اجرای طرح می‌باشند، به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب گردیدند. شهرستان سپیدان با مساحت حدود ۲۸۵۹ کیلومتر مربع در شمال غربی شیراز واقع شده است. مرکز این شهرستان شهر اردکان با حدود ۳۵۷ هکتار در ۷۵ کیلومتری شیراز واقع شده است. این شهرستان از نظر تقسیمات کشوری دارای ۳ بخش مرکزی، بیضاء و هماچکان می‌باشد. آب و هوای سپیدان، معتدل متمایل به سرد است. با توجه به موقعیت آب و هوایی آن از مناطق با اهمیت کشاورزی و دامداری استان فارس می‌باشد. شغل اصلی مردمان سپیدان، کشاورزی و دامداری است. میزان اراضی زیر کشت این شهرستان ۷۶۱۷۴ می‌باشد که ۱۴۵۵۳ هکتار آن شامل محصولات باغی و ۶۱۶۲۱ هکتار آن زراعی است. کشاورزان منطقه عمده‌ترین محصولاتی را که کشت می‌نمایند غلات، حبوبات، انواع میوه، گردو، سیب و گوجه می‌باشد. با توجه به اجرای گسترده طرح تسطیح لیزری در سطح کشور و به ویژه استان فارس و اختصاص بخش

آفات و بیماری‌های گیاهی و در نتیجه کاهش میزان مصرف سموم از دیگر پیامدهای مطرح شده برای این تکنولوژی می‌باشد که در تحقیقات متعدد بر آن تاکید شده است (Jat *et al.*, 2009; Gonzalez *et al.*, 2002; Rickman, 2002). کاهش میزان مصرف بذر، یکنواختی جوانه زنی، یکنواختی رشد گیاه و افزایش عملکرد دانه و کاه گندم از دیگر پیامدهای ذکر شده توسط محققان برای این تکنولوژی می‌باشد (موسوی، ۱۳۸۷؛ Abdullaev *et al.*, 2007; Rickman, 2002; Asif *et al.*, 2003; Jehangir *et al.*, 2006; Jat *et al.*, 2006; Akhtar, 2006). تحقیق راموس و مارتینز-کاساسنوراس (Ramos and Martinez- Casanovas, 2006) نشان داد که تسطیح زمین منجر به تغییر در ویژگی‌های خاک، تفاوت معنی‌دار رطوبت خاک در اعماق مختلف و همچنین رواناب در شیب‌های مختلف می‌شود. جت و همکاران (Jat *et al.*, 2006) و جانیش و همکاران (Jonish *et al.*, 1987) در تحقیقات خود به این نتیجه دست یافتند که با اجرای طرح تسطیح لیزری میزان مصرف سوخت توسط موتور پمپ برای پمپاژ آب و میزان مصرف سوخت ادوات کشاورزی کاهش می‌یابد. مطالعه گنزالس و همکاران (Gonzalez *et al.*, 2009) بیانگر آن است که کاهش در تعداد آفات ایجاد شده بوسیله یکجا جمع‌شدگی آب از اثرات تسطیح لیزری می‌باشد. نتایج مطالعه ریکمن (Rickman, 2002) مبین آن بود که زمان لازم برای عملیات کاشت بذر بعد از اجرای تسطیح لیزری کاهش یافته است. مطالعات انجام شده توسط ریکمن (Rickman, 2002) و جت و همکاران (Jat *et al.*, 2006) نشان داد که با اجرای طرح تسطیح لیزری کشاورزان اندازه کرت‌های خود را بزرگ‌تر در نظر گرفته‌اند. همچنین تسطیح باعث افزایش مساحت مفید مزرعه و افزایش سطح زیر کشت با توجه به آب در دسترس شده بود. جانیش و همکاران (Jonish *et al.*, 1987) گزارش کرده‌اند که در اراضی هموار تعداد رفت و آمد تراکتور برای انجام عملیات مختلف کشاورزی کاهش می‌یابد. شکوهی (۱۳۸۸) معتقد است که گسترش تکنولوژی تسطیح

انتخاب شدند. از روش‌های مصاحبه عمیق و مشاهده مستقیم برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده گردید. ابزار جمع‌آوری اطلاعات پرسشنامه حاوی سوالات باز (پروتکل) بود. از روش نمونه‌گیری هدفمند و تکنیک ارزیابی مشارکتی و شیوه گلوله برفی برای انتخاب افراد نمونه استفاده شد. با تهیه فهرست، افراد در دو گروه پذیرندگان تسطیح لیزری و پذیرندگان تسطیح مهندسی طبقه‌بندی گردیدند. سپس یک بازدید اولیه از روستاها صورت گرفت و از طریق پرسش از اهالی، اعضای شورا و دهیار، اولین فرد از هر دو گروه برای انجام مصاحبه تعیین شد و پس از کسب اطلاعات لازم از هر فرد از طریق پرسش از وی، نفر بعد برای انجام مصاحبه انتخاب می‌گردید. معیار انتخاب افراد نمونه میزان اطلاعات آنان در مورد طرح و فعالیت کشاورزی، سال پذیرش تسطیح، قدرت بیان افراد و میزان تمایل آنان برای همکاری بود. روند جمع‌آوری اطلاعات تا زمانی ادامه می‌یافت که مطلب جدیدی از بین پاسخ‌های کشاورزان به دست نمی‌آمد و به اصطلاح "اشباع تئوریک" (Theoretical saturation) حاصل می‌شد. در این پژوهش با ۲۲ نفر اجراکننده تسطیح لیزری و ۵ نفر اجراکننده تسطیح مهندسی مصاحبه حضوری به عمل آمد و اطلاعات لازم جمع‌آوری گردید. به منظور بررسی هر چه عمیق‌تر موضوع برای جمع‌آوری داده‌ها چندین ماه صرف شد. مصاحبه با هر کشاورز چندین ساعت طول می‌کشید و گاهی به دلیل طولانی شدن مصاحبه، ادامه آن به روزهای بعد موکول می‌گردید. از صحبت‌های کشاورزان یادداشت برداری به عمل آمد، همچنین تمام صحبت‌های کشاورزان نیز ضبط شد و با گوش دادن مکرر به صحبت‌های آنان پاسخ‌های مرتبط در قالب نقل قول استخراج گردید. همچنین برخی از پیامدهای فنی که با چشم قابل مشاهده بودند از نزدیک توسط محققین مورد مشاهده واقع می‌گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با روش‌های شمارش، کدگذاری و توسعه طبقات (Creating Hierarchical Category Systems) و طبقه‌بندی سلسله‌مراتبی (Coding and Developing Category Systems) (فاطمی و

هنگفتی از بودجه وزارت کشاورزی به این طرح، ضرورت انجام مطالعه اکتشافی برای تعیین اثرات زراعی طرح تسطیح لیزری از دیدگاه کشاورزان احساس می‌گردید. ارزیابی پیامدها به شناسایی اثرات مثبت و منفی طرح کمک کرده و امکان تصمیم‌گیری‌های آگاهانه را در آینده فراهم می‌نماید. شناخت این اثرات و پیامدها، ابزار اجرایی مهمی برای مدیران و مجریان این گونه برنامه‌هاست، زیرا نه تنها پیشرفت طرح‌ها را اندازه‌گیری و ارائه می‌کند بلکه آثار این گونه طرح‌ها و پروژه‌ها را بر گروه هدف مشخص می‌سازد. لذا اجرای گسترده طرح تسطیح لیزری و معرفی آن به عنوان جایگزینی برای دستگاه‌های مکانیکی در سطح کشور بیانگر این است که می‌بایست تحقیقات جامع‌تری در خصوص ارزیابی پیامدهای طرح تسطیح اراضی از دیدگاه پذیرندگان طرح و کشاورزان اجراکننده طرح تسطیح مهندسی نسبت به تکنولوژی تسطیح لیزری به عنوان تکنولوژی جایگزین انجام شود. زیرا تسطیح اراضی بایستی هر چند سال یک بار تکرار گردد و بهتر است که این عملیات با فناوری صورت گیرد که از دقت و مزایای بالاتری برخوردار می‌باشد. بنابراین اهداف پژوهش حاضر شامل:

- بررسی پیامدهای زراعی نشر فن آوری تسطیح لیزری
- مقایسه دیدگاه دو گروه اجراکنندگان تسطیح مهندسی به عنوان پذیرندگان تکنولوژی پیشین تسطیح اراضی و اجراکنندگان تسطیح لیزری در مورد پیامدهای طرح تسطیح لیزری می‌باشد.

روش پژوهش

این پژوهش مبتنی بر پارادایم تحقیق کیفی و روش تحقیق چند موردی (Yin, 2003) انجام شد. تحقیقات موردی نسبت به تحقیقات دیگر واقعی‌ترند و نتایج آن‌ها به سادگی قابل درک می‌باشند (ناهید و کرمی، ۱۳۸۹). با استفاده از مشاهده میدانی و مصاحبه عمیق با کارشناسان جهاد کشاورزی شهرستان سپیدان و مرکز خدمات بیضا، دو روستای شیخ عبود و علی آباد برای انجام این پژوهش

تک ساق (single shank) یا چندساق (multi shank) باشد) برای شخم زمین بعد از تسطیح لیزری بود. دستگاه ریپر لوله‌های موئین موجود در خاک را می‌شکند به همین دلیل رطوبت کمتری از عمق به سطح می‌آید و زمین رطوبت خود را دیرتر از دست می‌دهد و با فاصله طولانی‌تری می‌توان آن را آبیاری نمود. حفاظت از آب‌های زیرزمینی از جمله پیامدهای "غیرمستقیم و کارکردی" است که کشاورزان ۲۰ بار به آن اشاره نمودند. از آن جا که با اجرای این طرح، زمان آبیاری و میزان مصرف آب کمتر از قبل گردیده و از طرف دیگر اتلاف آب کاهش یافته بود، کشاورزان اعتقاد داشتند که منابع آب زیرزمینی محفوظ خواهد ماند. یکی از مهمترین پیامدهای هموار نمودن و شیب‌بندی مناسب زمین، کاهش زمان آبیاری می‌باشد. کشاورزان در این زمینه بیان می‌نمودند: "قبلاً به تلمبه ۴ اینچ باید به روز و به شب کار می‌کرد تا ۱ هکتار رو بزنه ولی الان تا ساعت ۳ و ۴ بعد از ظهر مثلاً در حد ۱۲ ساعت کمتر، ۱ هکتار آب می‌خوره." یکی از دلایل افزایش پیشرفت آب در مزرعه و کاهش زمان آبیاری، کاهش عمق شخم با اجرای تسطیح اراضی بود. با کاهش عمق شخم، خاک رطوبت موجود در لایه‌های پائینی خود را حفظ می‌نماید و کمتر احساس تشنگی می‌کند و همین امر کاهش زمان آبیاری را به همراه داشته است. طبق بیانات کشاورزان استفاده از روش آبیاری نواری در زمین‌های غیر مسطح به سختی امکان پذیر می‌باشد: "آبیاری نواری اگه زمین پستی و بلندی داشته باشه جاهای بلندی می‌خوره به مشکل اگه تسطیح باشه نوار که پهن کنی یا قطره پهن بکنی، یکنواخت که پهن بکنی این نازلشون با هم یکنواخت کار می‌کنه." همچنین در زمین‌های هموار با شیوه کاشت جوی و پشته‌ای می‌توان از سیستم هیدروفلوم (Hydroflume irrigation) برای آبیاری استفاده نمود در صورتی که این شیوه در زمین‌های ناهموار به سختی جواب می‌دهد. بعد از اجرای تسطیح لیزری سرعت حرکت آب بر روی زمین با عمق نفوذ آب در خاک متناسب شده و نفوذ عمقی آب در تمام نقاط مزرعه یکسان گردیده بود. کشاورزان

کرمی، ۱۳۸۹) و همچنین بهره‌گیری از شیوه کمی انجام شد.

یافته‌ها و بحث

پیامدهای زراعی طرح تسطیح لیزری

با توجه به مفاهیم بدست آمده، پیامدهای زراعی تسطیح لیزری در ۴ طبقه کلی مدیریت منابع آب، مدیریت محصول، مدیریت مکانیزاسیون و مدیریت مزرعه مورد بررسی قرار گرفته است:

مدیریت منابع آب: حفاظت از منابع آب در جهت ابقاء حیات و حفظ امنیت غذایی یک عامل کلیدی به شمار می‌رود (موسوی و همکاران، ۱۳۸۷). با اجرای تسطیح لیزری به دلیل از بین رفتن پستی و بلندی‌های زمین و شیب‌بندی مناسب، کشاورزان می‌توانستند میزان آب مصرفی خود را بهتر از قبل مدیریت نمایند. از مفاهیم ذکر شده در این طبقه، کاهش میزان مصرف آب، توزیع یکنواخت سطحی آب، کاهش زمان آبیاری، کاهش اتلاف آب، یکنواخت خشک شدن زمین بعد از آبیاری، شیوه آبیاری، تعداد دفعات آبیاری، عمق نفوذ آب و افزایش سطح آب‌های زیرزمینی می‌باشد. اثر تسطیح لیزری بر روی تعداد دفعات آبیاری "مستقیم و کارکردی" است. یکی از ویژگی‌های مهم تسطیح لیزری ایجاد شیبی مناسب برای آبیاری زمین می‌باشد که بر روی تعداد دفعات آبیاری اثر دارد. کشاورزان می‌گفتند: "الان ما شیبامون گذاشتیم ۸ تا ۱۲، اگه اوسه زمین ۱۲ روزه آب می‌خورد الان ۱۸ روزه قشنگ تاب میاره. تشنه نمی‌شه، ۱۸ روزه که می‌دیم زراعت می‌رسونه خودشه." طبق گفته‌های افراد نمونه نگهداری بقایای گیاهی بر روی سطح خاک، کاهش عمق شخم و عدم استفاده از گاواهن برگردان‌دار برای شخم باعث می‌شوند زمین رطوبت خود را دیرتر از دست داده و دیرتر تشنه شود و در نتیجه تعداد دفعات کمتری به آبیاری نیاز داشته باشد. مورد دیگر استفاده از دستگاه ریپر (ریپر یا شیازن: قطعه‌ای دراز و چنگال مانند می‌باشد که در پشت تراکتور نصب می‌شود و می‌تواند

پخش آب در مزرعه و یکنواختی عمق کاشت بذر بود، اتفاق افتاده است. افزایش عملکرد به دلیل اجرای تسطیح دلایل متعددی دارد. کشاورزان می‌گفتند: "وقتی زمینمون ناهموار بود اینجا گود بود می‌خواستی بستی بکشی تا اون جایی که تله آب بخوره خیلی خاکانه آب می‌برد، زراعتمون خیلی وارو می‌شد. به قسمتی اصلاً سبز نمی‌شد." 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. از دیگر دلایل کاهش ریزش محصول در اراضی تسطیح شده کاهش جوی‌ها و حذف مرزهای عرضی در زمین بود که سطحی صاف را برای حرکت کمباین فراهم می‌نمود. در مورد طول دوره محصول دهی کشاورزان معتقد بودند که تسطیح لیزری شرایط مناسبی را برای رشد گیاه فراهم نموده است. به گونه‌ای که باعث شده است که بذرها در عمق یکسان قرار بگیرند، توزیع آب در زمین یکنواخت باشد، جوانه زنی و رشد گیاه یکنواخت باشد، آب و مواد مغذی راحت‌تر در دسترس گیاه قرار گیرد و در کل گیاه شرایط مناسب برای رشد و نمو را در اختیار داشته باشد، در نتیجه طول دوره محصول دهی کاهش می‌یابد. در مورد کاهش استرس کشاورزان اعتقاد داشتند که با اجرای طرح، آب و مواد غذایی به صورت ملایم در تمام زمین توزیع می‌گردد و استرس وارد بر گیاه را کاهش می‌دهد.

نتایج مطالعات صورت گرفته توسط عبداله‌اف و همکاران (Abdullaev et al., 2007)، آصیف و همکاران (Asif et al., 2003)، جهانگیر و همکاران (Jehangir et al., 2007)، جت و همکاران (Jat et al., 2006)، اختر (Akhtar, 2006)، ریکمن (Rickman, 2002) و موسوی (۱۳۸۷) با یافته‌های بدست آمده در یک راستا می‌باشند. برخی از بیانات کشاورزان در جدول ۲ آورده شده است.

بیان می‌نمودند: "وقتی زمین یکنواخت باشه آب یکنواخت حرکت بکنه نفوذپذیری هم بهتر می‌شه آب کمتر نفوذ می‌کنه تو زمین و یکنواخت نفوذ می‌کنه." قبل از اجرای تسطیح لیزری به دلیل اینکه آب مدت زمان طولانی‌تری در نقاط پست مزرعه ساکن می‌ماند نفوذ عمقی آب در این نقاط بالا و در نقاط بلند بسیار ناچیز بود و یا در زمین‌هایی با شیب زیاد نفوذپذیری آب در زمین بسیار اندک اما در مقابل در زمین‌های بدون شیب و مات نفوذ آب بسیار زیاد بود و زمین به صورت ماندابی می‌گردید. البته عمق نفوذ آب به بافت خاک هم بستگی دارد. در زمین‌هایی با بافت خاک سبک در هنگام تسطیح بایستی شیب زمین را بیشتر در نظر گرفت تا نفوذ عمقی آب کمتر از قبل گردد در صورتی که در زمین‌هایی با بافت خاک سنگین باید شیب زمین را ملایم‌تر نمود تا نفوذ آب در زمین بیشتر گردد. کشاورزان نیز بر این مسئله واقف بودند.

نتایج مطالعات صورت گرفته توسط موسوی (۱۳۸۷)، عبداله‌اف و همکاران (Abdullaev et al., 2007)، آصیف و همکاران (Asif et al., 2003)، جهانگیر و همکاران (Jehangir et al., 2007)، جت و همکاران (Jat et al., 2006)، گزنالس و همکاران (Gonzalez et al., 2009)، کاهلون و همکاران (Kahlowan et al., 2002)، رحمتی و همکاران (۱۳۸۹) و جانیش و همکاران (Jonish et al., 1987) تاییدی بر یافته‌های مذکور می‌باشند. برخی از بیانات کشاورزان در جدول ۱ آورده شده است.

مدیریت محصول: مهمترین مفاهیم مطرح شده در این طبقه توسط کشاورزان یکنواختی جوانه زنی، یکنواختی رشد گیاه، افزایش عملکرد، کاهش ریزش محصول در زمان برداشت، هم سطح زدن محصول، کاهش طول دوره محصول دهی و کاهش استرس وارد بر گیاه می‌باشد. یکنواختی جوانه زنی از پیامدهای "غیر مستقیم و کارکردی" تسطیح لیزری می‌باشد که به دلایل زیادی که مهمترین آن یکنواختی

واکاوی پیامدهای زراعی طرح تسطیح لیزری...

جدول ۱- نقل و قول‌ها، مفاهیم، تعداد تکرار و نوع پیامدهای زراعی مطرح شده توسط کشاورزان در زمینه مدیریت منابع آب

شرح جملات	مفهوم	تکرار	نوع پیامد
"رو میزان مصرف آب مزرعمون خیلی اثر داشته چون زمین صاف شده پستی بلندی نداره."، "زمین قبلاً یه جاش گود بود، آب بار می‌زد یه جاش هم تل بود آب بهش نمی‌رسید زیاد آب مصرف می‌کرد."، "تقریباً نزدیک ۵۰ درصد مصرف آبمون کمتر شده."	میزان مصرف آب	۵۴	مستقیم- کارکردی - قابل پیش بینی
"تسطیح لیزری همچین دقیق کارش رو می‌کنه که باعث می‌شه آب یکنواخت تو زمین پخش بشه."، "ما اونوقت زمینمون پستی بلندی زیاد داشت الان صاف شده، شیب بندی شده، آب اضافی دیگه توی پستی و گودی‌ها نمی‌خوابه همش با هم یه قرار می‌خوره."	توزیع یکنواخت سطحی آب	۵۱	مستقیم- کارکردی - قابل پیش بینی
"آب پیشرفتش دو برابر شده."، "الان که صاف شده کل زمین بخوای حساب کنی ۱۲ ساعت ۱۳ ساعت فویش آب می‌خوره قبلاً یه روز و یه شب باید آب می‌خورد."، "قبلاً ۲۰ ساعت ۲۲ ساعت می‌شد تا این آب بخوره."	زمان آبیاری	۵۴	مستقیم- کارکردی - قابل پیش بینی
"قبل از تسطیح لیزری هدر روی آبمون خیلی زیاد بود یکی از نظر همون پستی بلندی یکی هم از نظر شیب آب."، "هدر روی آبمون الان شاید ۴۰-۵۰ درصد کمتر شده، ما امسال که تسطیح بکردیم، آب اصلاً هدر نمی‌رفت آب یک ذره اضاف نمی‌بومد، اضافیش تو می‌خورد رو کورزه بعدی، تمیز آب می‌خورد."	کاهش اتلاف آب	۵۴	غیرمستقیم- کارکردی - قابل پیش بینی
"تسطیح لیزری دیگه آب یه سطح روی زمین تا آب رو قطع کردی، هر جا آب رو قطع کردی سطح زمین یه صاف آبخ خشک می‌شه اونیه که تسطیح نشده جاهای گودش شل می‌مونه جاهای تله هم خشک می‌مونه."	یکنواخت خشک شدن زمین بعد از آبیاری	۵۰	غیر مستقیم- کارکردی- قابل پیش بینی
"اگه زمینمون پستی بلندی باشه آبیاری بارانی هم که می‌گذاریم آب هر جا بلند باشه باز میاد تو گودی ولی اگه صاف باشه همه یکنواخت آب می‌خوره."، "آب تو زمین های شیبدار هر کاری هم که کنی حرکت داره مثل زمین‌های صاف خیس نمی‌خوره."	شیوه آبیاری	۱۶	مستقیم- کارکردی- غیرقابل پیش بینی
"الان دیگه زمین یکسانه همش، برا همین دور آبیاری کمتر می‌شه."، "مثلاً اگه اون موقع ۸-۷ روزه آب می‌دادیم الان می‌تونیم ۱۲ روزه آب بدیم."، "قبل از تسطیح شاید گندم رو ۸ بار آب می‌دادیم اما خوب حالا ۶ بار، تقریباً دو دور آبخ فرق کرده."، "الان که زمین صافه این گوجو رو ما ۴ تا آبخ دادیم تا الان، قبلاً تا این موقع ۶ تا ۷ تا آب می‌خورد."	تعداد دفعات آبیاری	۱۸	مستقیم- کارکردی- غیر قابل پیش بینی
"آب سریع‌تر حرکت می‌کنه آب انبار نمی‌شه رو هم، جلوش بازه چون زمین تسطیح شده آب زودتر حرکت می‌کنه کمتر نفوذ می‌کنه."	عمق نفوذ آب	۴۹	مستقیم- کارکردی- قابل پیش بینی
"ما اگه بخوایم یه زمینه زمانی که پستی بلندی داره آب بدیم یه فرد باید ۲۴ ساعت آبشه بکشه ولی موقعی که تسطیح می‌شه ۱۲ ساعت الی ۱۵ ساعت آب می‌کشیم نتیجه می‌گیریم که ۹ ساعت، ۱۰ ساعت، تلمبه می‌خوابه و این آب ذخیره می‌شه تو منابع زیرزمینی برای همین منابع زیر زمینی حفاظت می‌شه."	حفاظت از منابع آب زیر زمینی	۲۰	غیرمستقیم- کارکردی- غیر قابل پیش بینی

کاهش استهلاک ماشین‌آلات، بهبود رفت و آمد ماشین‌آلات، افزایش سرعت عمل ماشین‌آلات و کاهش زمان آماده‌سازی، کاشت و برداشت از مهمترین مفاهیم بیان

مدیریت مکانیزاسیون: بهبود عملکرد دستگاه‌های کشت مستقیم، خاکورز مرکب، کمباین چارپدار، کمباینات، محلول پاش‌های مدرن، کاهش تعداد رفت و آمد ادوات کشاورزی،

متری، ۳۰۰ متری، آبیاریش مشکل ندارد. اون موقع ما میومدیم به خاطری که زمینمون خوب نبود مثلاً وسطای زمینمونه زیاد نهرکن میزدیم به خاطری که آب بگیره ولی حالا چون زمین شیبش خوب شده و صاف شده فاصله جویامونه زیادتر کردیم یا تیرای وسط زمینمونه بزرگتر کردیم عملیات کشاورزیمون کمتر شده."

شده توسط کشاورزان بود. اجرای تسطیح لیزری کاهش زمان آماده سازی زمین را به دنبال داشت: "اگه زمینمون ناهموار بود بخیم آبش بدیم مجبوریم که جوب دربیاریم وسطش، مثلاً به زمینی که ۵۰۰ متر پاش باشه می شه ۴-۵ تا جوب، ۱۰۰ متر به ۱۰۰ متر آبش می دیم ولی وقتی که زمینمون صاف باشه به جای ۱۰۰ متر می کنیمش ۲۵۰"

جدول ۲- نقل و قولها، مفاهیم، تعداد تکرار و نوع پیامدهای فنی مطرح شده توسط کشاورزان در زمینه مدیریت محصول

شرح جملات	مفهوم	تکرار	نوع پیامد
"قبل از تسطیح پستی بلندی بود جاهای تل یا سوز نمی شد یا با آب بعدی سوز می شد جلو و عقب می شد زراعت."، "زمین که تسطیح بشه گندم یکنواخت سبز می شه دیگه کلم نمیوفته روش ما می گیم پیاده سواره دیگه نمی شه یکنواخت می ره بالا. قبل از تسطیح با دیسک که بخوای گندم بکاری کلوخ میوفته روش تا عمق ۱۵ سانت ۲۰ سانت زیر خاکه ولی الان با دستگاه پنماتیک و دستگاه های جدید که ما می کاریم ۳ سانت یا ۴ سانت زیر خاکه، یکنواخت زیر خاکه این بارون که می خوره یا آب که می خوره یکنواخت سبز می شه."	یکنواختی جوانه زنی	۵۳	غیرمستقیم - کارکردی - قابل پیش بینی
"گندم مساوی میاد بالا رشدش هم خوبه، تو زمین پستی و بلندی آدم موقعی که زراعت می کرد، زراعت بد ریخت بود الان یکسان می شه."	یکنواختی رشد گیاه	۵۳	غیرمستقیم - کارکردی - قابل پیش بینی
"اون موقع در هر هکتار ۳ تن برداشت می کردیم ولی حالا با این کم آبی ما الان ۶ تن و ۷ تن برداشت می کنیم."، "چون زمین یکنواخته این بلاگفورد کمباین بازی نمی کنه تو زمین، صاف می زندش، اینجا تناژ گندمون می ره بالاتر."، "زمین ناهموار بستش بزرگ می شه محصول کمتری هم می ده."، "زمین گود بید مرغابی می رفت توش می مشتش، زراعت نمی کرد آب می موند شبا میومد می ریخت توش می مشتش دیگه زراعت نمی کرد."	افزایش عملکرد	۵۲	غیرمستقیم - کارکردی - قابل پیش بینی
"وقتی زمین صاف نباشه ریزش کمباین بیشتره و خسارت می رسونه به خاطری که حد و مرز زیاده مجبوره کمباین یواش بره خراب می کنه وقتی زمین تسطیح لیزری باشه کمباین محصول کشاورز رو بهتر جمع آوری می کنه."	کاهش ریزش محصول در زمان برداشت	۳۸	غیرمستقیم - کارکردی - قابل پیش بینی
"تو برداشت کمباین که میاد هر جا که گندمش بلنده می خواد دستش رو بده بالاتر به خاطر اینکه فشار به دستگاهش نیاد اونایی که پائینه نمی گیرندش وقتی تسطیح شده باشه همش همسطحه حالا هر قدر هم هدش و بگیره گندم و می زنه و می ره دیگه زیرش نمی مونه."	همسطح زدن محصول	۲۴	مستقیم - کارکردی - قابل پیش بینی
"تسطیح لیزری رو طول دوره محصول دهی اثر داره چون گیاهها همزمان از خاک بیرون میان و رشد طبیعی خودشونه می کنن. آبیاری خوب، مواد غذایی خوب گیر گیاه میاد، گیاه هم رشد مناسب خودش و بدست میاره و حتی ممکنه در سال ۱۰ روز ۱۲ روز از قبل زودتر بدست بیاد."	کاهش طول دوره محصول دهی	۱۵	غیرمستقیم - کارکردی - غیرقابل پیش بینی
"استرس کم می شه. الان آب ملایم روی همه زمین، ولی قبلاً می شست و می رفت. اون موقع یه ورش رو می شست یه ورش هم آب نمی دید. آب توی گودها هم می موند و گیاه توش له می کرد."، "دیگه یکنواخت مواد غذایی به گیاه می رسه کمتر به گیاه استرس وارد می شه."	کاهش استرس به گیاه	۱۹	غیر مستقیم - کارکردی - غیرقابل پیش بینی

پیامدهای زراعی کمتری بیان کرده‌اند (اشکالی که با خطوط نقطه چین مشخص شده‌اند بیانگر پیامدهایی هستند که فقط توسط اجراکنندگان تسطیح لیزری بیان گردیده‌اند).

مدیریت مزرعه: با اجرای تسطیح لیزری فعالیت‌های مدیریت مزرعه آسان می‌گردد و کشاورزان بهتر می‌توانند در مورد فعالیت‌های مختلف کشاورزی تصمیم‌گیری نمایند. مهمترین مفاهیم ذکر شده در این طبقه از سوی کشاورزان، یکسان شدن عمق شخم، افزایش سطح زیر کشت، کاهش عملیات خاکورزی، تسهیل تنظیم عمق کاشت بذر، آسان شدن فعالیت‌های کشاورزی، انعطاف‌پذیری در تاریخ کاشت و برداشت، تسریع در زمان بازرسانی، کاهش فاصله زمانی بین دو کشت، افزایش اندازه کرت، دیواره کرت‌ها، افزایش مساحت مفید مزرعه، زیرساخت‌های مزرعه، یکپارچه سازی اراضی، الگوی کشت، تنوع کشت، افزایش تراکم بوته، رعایت تناوب، آیش زمین، کاهش تعداد دفعات سم پاشی، کاهش میزان مصرف نهاده‌ها و آرایش کاشت می‌باشد. برخی از بیانات کشاورزان در این مورد در جدول ۴ آورده شده است. قبل از تسطیح لیزری به دلیل پستی و بلندی‌های موجود در مزرعه برخی از بذرها در عمق زیاد (نقاط بلند) قرار می‌گرفتند و برخی از بذرها بر روی سطح خاک (نقاط پست) رها می‌شدند اما بعد از اجرای تسطیح لیزری، کشاورزان اعتقاد داشتند که قادرند در مورد عمق کاشت بذر تصمیم‌گیری نمایند و بسته به نوع محصول و قدرت رویش خاک مزرعه، عمق کاشت بذر خود را انتخاب نمایند. آن‌ها می‌گفتند: "وقتی تسطیح علمی شده باشه زمین موقعی که دستگاه میاد برامون کشت کنه عمق ۳ سانت، ۴ سانت یا ۵ سانت، هر چی که ببینیم خاکمون قابل رویش داره رو همون می‌گذاریمش."

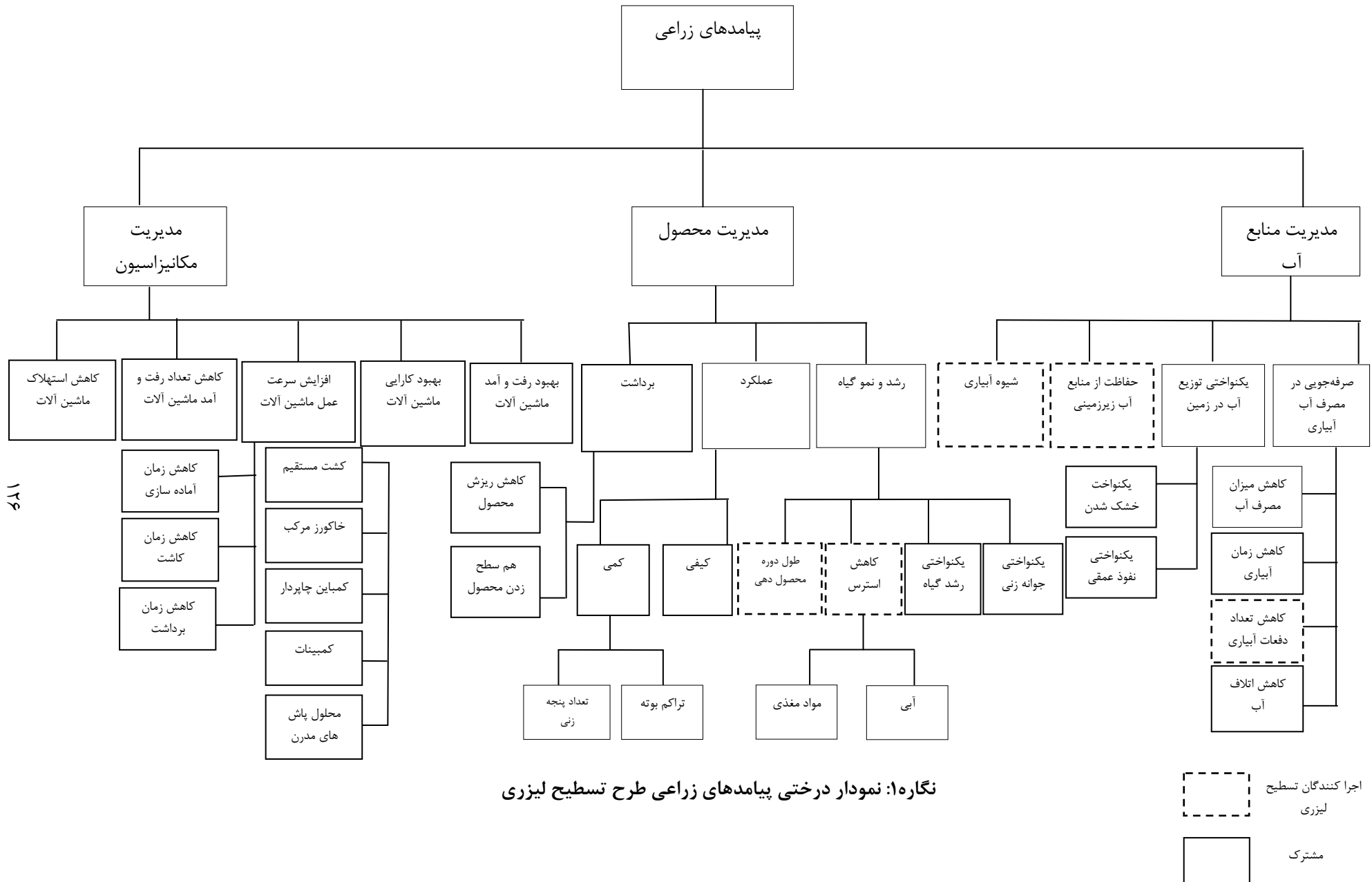
کشاورزان معتقد بودند که در اراضی ناهموار نمی‌توان از دستگاه خاکورز مرکب استفاده نمود: "خاکورز مرکب هم تو اراضی ناهموار ما جا داریم که می‌گیم علامت رو بنار رو ۲۰ سانت یا رو ۱۵ سانت، جاهایی داریم که بلنده حدوداً شاید ۳۰ سانت عمق شخم می‌ره پائین، جاهایی هم داریم که گوده زمینمون پستی بلندی داره شاید ۱۰ سانت هم نمی‌رسه، حتی ممکنه جاهای گود که رسید گاواهن اصلاً به خاک نرسه اما رو تل، گیر می‌کنه." دلیل دیگر این می‌باشد که تراکتور برای استفاده از خاکورز مرکب بایستی با یک سرعت معینی حرکت کند. در اراضی ناهموار به دلیل کربندی زمین، تراکتور قادر نیست با سرعت معین حرکت کند بنابراین دستگاه از زمین جدا می‌شود و به اصطلاح کشاورزان "فقط بر روی زمین می‌دود." در اراضی تسطیح شده با استفاده از کمباین چاپردار می‌توان محصول را از کوتاه‌ترین ارتفاع برداشت کرد اما در اراضی تسطیح نشده به دلیل ناهمواری زمین نمی‌توان تصمیم‌گیری نمود که از چه ارتفاعی محصول را برداشت کرد. کاهش تعداد رفت و آمد ادوات با اجرای تسطیح دلایل متفاوتی دارد که در جدول ۳ آورده شده است.

نتایج بدست آمده با نتایج بدست آمده از مطالعه جانیش و همکاران (Jonish et al., 1987) و ریکمن (Rickman, 2002) مطابق می‌باشد. بررسی تعداد تکرار پیامدها مبین آن است که تعداد تکرار پیامدهای "قابل پیش بینی" بیشتر از پیامدهای "غیرقابل پیش بینی" می‌باشد و کشاورزان فقط به پیامدهای کارکردی طرح اشاره نموده‌اند. برای درک کامل‌تر و نظام یافته‌تر از اثرات تسطیح لیزری از روش دیاگرام درختی استفاده شد.

نتایج مندرج در دیاگرام درختی (نگاره ۱) مبین آن است که اجراکنندگان تسطیح مهندسی بیشتر به پیامدهای قابل پیش‌بینی طرح اشاره نموده‌اند و نسبت به گروه دیگر

جدول ۳- نقل و قول‌ها، مفاهیم، تعداد تکرار و نوع پیامدهای فنی مطرح شده توسط کشاورزان در زمینه مدیریت مکانیزاسیون

شرح جملات	مفهوم	تکرار	نوع پیامد
"کشت مستقیم تو زمینای تسطیح نشده کشتش مرغوب نیست."، "دستگاه یه ضرب کشت می‌تونه راحت‌تر تو زمینای تسطیح شده کشت کنه چون خوب و جدول و اینا زیاد داخلش نیست."، "زمین تسطیح نشده کلم داره نمیتونه دستگاه توش بگرده و بذر رو بکاره."	بهبود عملکرد دستگاه کشت مستقیم	۲۲	مستقیم- کارکردی- قابل پیش بینی
"تو زمین پستی بلندی نمی‌شه از خاکورز مرکب استفاده کرد برای اینکه موقعی که کار می‌کنه جاهای گود که رسید گاواهن اصلاً به خاک نمی‌رسه، می‌رسه رو تل، تل رو می‌گیره و گیره می‌گیره چون موزون نیست."، "موقعی که کمباین چایر داره کار می‌کنه وقتی صاف باشه یه قرار می‌زنه ولی وقتی پستی و بلندی داشته باشه کوتاه و بلند می‌زنه."	بهبود عملکرد خاکورز مرکب	۲۵	مستقیم- کارکردی- قابل پیش بینی
"کمباینات تو زمینای تسطیح نشده جواب نمی‌ده چون میزون نیست، ناهمواره، زمین موج داره یه جاش غرق می‌شه یه جاش هم بذر رو خاک می‌ریزه و می‌ره باید حتماً تو زمین تسطیح شده باشه."	بهبود عملکرد کمباینات	۲۴	مستقیم- کارکردی- قابل پیش بینی
"زمانی که می‌خواید علف کش بزنید وقتی که زمین تسطیح شده باشه بومی که می‌خواه استفاده کنی نازلا رو روش ببندی، می‌تونی بوم ۵۰ متری ببندی و با یه بار عبور تراکتور ۵۰ متر زمینه سم پاشی کنی."، "اگه زمین تسطیح لیزری شده باشه، صاف باشه با تراکتور راحت می‌تونی سم پاشی کنی کودپاشی کنی."، "وقتی زمین هموار باشه تراکتور به راحتی می‌تونه حرکت کنه ظرف ۱ روز حداقل ۲۰ هکتاره سم پاشی کنه اما با کارگر ۱۰ هکتار می‌شه."	بهبود عملکرد محلول پاش‌های مدرن	۲۵	مستقیم- کارکردی- قابل پیش بینی
"خوبی که دستگاه لیزری داره اینه که دیگه تراکتور نمی‌خواد زیاد بیاد تو زمین تو بخوره."، "قبلاً ما کورزه هامونه تراکتور باید ۲ بار رو هر کورزه‌ای بکشید تا می‌یومد بالا تا زمین آب بخوره حالا همی یه بار فارو می‌کنه می‌ره دیگه به راحتی آب می‌خوره."، "اثری که داره اینه که به اندازه یه کرت کمتر تراکتور تو زمین می‌ره به جای اینکه ۲ بار بره و بیاد ۶ متر و ببندد حالا ۱ بار می‌ره."	کاهش تعداد رفت و آمد ماشین آلات	۳۳	مستقیم- کارکردی- قابل پیش بینی
"وقتی زمین صاف باشه خسارت به تراکتور هم نمی‌خوره استهلاک کمه."، "زمین تسطیح شده برای ادوات راحت‌تره استهلاکش کمتره، ادوات می‌شه یکنواخت تنظیم کنی که ادوات یکنواخت کار کنه."، "ما تو زمینای تسطیح نشده هم کار میکنیم منتها با استهلاک بالا ما ۵۰ تا ۱۰۰ تا مشتری قدیمی داریم تو این ۱۰۰ تا شاید ۲۰ تا هم تسطیح نکرده باشه مجبوریم کار اینا رو انجام بدیم اما میبینی ۲ تا ۳ تا تیغه‌هامون شکسته."	کاهش استهلاک ماشین آلات	۲۳	مستقیم- کارکردی- قابل پیش بینی
"ماشین وقتی زیر پاش صاف باشه قشنگ می‌تونه بره و بیاد راهی که صاف باشه آدم بهتر می‌ره یا تل و گود باشه؟ زمین تل و گود مثل شو تاریک می‌مونه تسطیح لیزری مثل روز می‌مونه."، "زمین تسطیح شده مانند جاده آسفالت می‌مونه و زمین تسطیح نشده مانند جاده خاکی. مسلماً آسفالت برای حرکت ماشین بهتره."	بهبود رفت و آمد ماشین آلات	۳۴	مستقیم- کارکردی- قابل پیش بینی
"ماشین‌ها با سرعت بیشتری می‌رن دیگه راننده تراکتور تو تل و گودا نمی‌خواد بگیردش قشنگ صافه، با همون گازی که مجازه می‌ره."	افزایش سرعت عمل ماشین آلات	۲۷	مستقیم- کارکردی- قابل پیش بینی
"تراکتور قبلاً ۲ ساعت شیار می‌کرد، ۱ ساعت ۲ ساعت هم دیسک می‌زده حداقل ۷-۸ ساعتی طول می‌کشیده برای ۱ هکتار ولی خوب الان دیسک کمتر می‌خواد، لولر کمتر می‌خواد، می‌شه ۴-۵ ساعته آماده کنی."	کاهش زمان آماده سازی زمین	۲۴	غیرمستقیم- کارکردی- قابل پیش بینی
"اون موقع ما زمینمون پستی بلندی داشت تراکتور می‌خواست یواش‌تر بره ۱ هکتار، ۲ ساعت بذر ریختنش طول می‌کشید حالا ۱/۵ ساعت، چون زمین دیگه صاف شده، یکنواخت شده حرکتش بهتره."، "کمباین اون موقع ۲/۵-۲ ساعت ۱ هکتار می‌شد اما الان ۱/۵ بیشتر دیگه نمی‌شه، به خاطر اینکه خوب وسط زمینمون دیگه نیست. دیگه تل و گودی نداره که معطل بشه."	کاهش طول زمان کاشت و برداشت	۲۱	غیرمستقیم- کارکردی- قابل پیش بینی



نگاره ۱: نمودار درختی پیامدهای زراعی طرح تسطیح لیزری

اجرا کنندگان تسطیح لیزری
مشترک

همین دلیل بر روی مرزها گیاه نمی‌توانست رشد کند اما در اراضی تسطیح لیزری شده روی مرزها نیز محصول رشد کرده و مساحت مفید مزرعه افزایش یافته بود. برخی از کشاورزان برای بهبود عملکرد دستگاه تسطیح، قبل از اجرای طرح، زمین‌های خود را یکپارچه کرده بودند. بعضی دیگر بعد از اجرای تسطیح به توافق رسیده بودند که زمین‌های خود را یکپارچه نمایند زیرا اعتقاد داشتند که اراضی با یکدیگر فرقی ندارد و همه یکنواخت و مرغوب می‌باشد ولی قبل از اجرای تسطیح، به دلیل اینکه اراضی از نظر پستی و بلندی و شیب با یکدیگر فرق داشتند، کشاورزان راضی نمی‌شدند که زمین خود را با یکدیگر تعویض نمایند و همچنین به دلیل اینکه سطح زمین یکنواخت می‌باشد کشاورزان علاقه‌مند بودند که اراضی خود را یکپارچه نمایند و از انجام کشاورزی لذت بیشتری ببرند. با اجرای طرح تسطیح لیزری از یک سو حجم کاری کشاورزان کاهش یافته بود و از سوی دیگر قادر بودند تمامی محصولاتی که متناسب با شرایط منطقه محل زندگی آن‌ها می‌باشد را در زمین خود کشت نمایند و همچنین می‌توانستند با مقدار آبی که در اختیار دارند سطح بیشتری را به زیر کشت ببرند تمام این عوامل باعث شده بود که کشاورزان بتوانند محصولات متنوعی را در زمین خود کشت نمایند. کشاورزان بیان می‌کردند که: "ما الان محصولات متفاوت می‌کاریم و چند تا محصول رو همزمان می‌کاریم، ۵ هکتار زمین داریم ۳ هکتارش رو می‌کنیم گندم ۲ هکتارش رو می‌داریم برای صیفی چون الان صیفی آب کمتر می‌بره می‌تونیم بکاریم قبلاً نمی‌توانستیم اینجوری ممکنه یکیش قارچی بشه اگه بغل دستش گوجه یا پیاز یا ذرت بریزیم لااقل اون رو داریم." همچنین افرادی که زمین بیشتری داشتند قسمتی را یونجه کاشته و همزمان چند نوع صیفی کشت کرده بودند. با تسطیح لیزری اراضی به دلیل یکنواختی پخش آب، کود، سم، قرار گرفتن بذرها در عمق مناسب و یکسان، کاهش فرسایش آبی و کاهش جابه‌جایی بذر در هنگام آبیاری و یا دیسک زدن، اکثر بذرها جوانه می‌زنند، یکنواخت سبز می‌شوند و تعداد پنجه زنی افزایش

در مورد تاریخ کاشت، کشاورزان اعتقاد داشتند که در اراضی تسطیح شده می‌توان گندم را دیرتر کاشت، آن‌ها بیان می‌نمودند که: "قبلاً اگه دیرتر می‌ریختیم خاکاب که می‌کردیم بارون می‌زد خراب می‌شد ولی الان زمینمون یکنواخت آب می‌خوره زودتر خشک می‌شه خراب نمی‌شه." همچنین در اراضی تسطیح شده می‌توان محصول را زودتر از قبل نیز کاشت؛ این امر بستگی به نوع محصول و تصمیم کشاورز دارد. همچنین زمانی که زمین مسطح باشد تمامی محصول در سراسر مزرعه یکسان و همزمان با هم آماده برداشت می‌شود در صورتی که در اراضی تسطیح نشده به این گونه نیست. مصاحبه با کشاورزان اجراکننده تسطیح لیزری مبین آن بود که آن‌ها قادرند محصول خود را زودتر برداشت نموده و سریع‌تر از دیگران محصول را به بازار عرضه نمایند که مزایایی را برای آنان به همراه داشته است. این پیامد به خصوص برای محصولات صیفی از اهمیت بیشتری برخوردار بود. به دو دلیل تسطیح لیزری بر روی فاصله زمانی بین دو کشت اثر گذار بود یکی به این دلیل که ادوات کمتری در زمین‌های تسطیح شده مورد نیاز می‌باشد و دوم اینکه محصول کشت قبل را زودتر می‌توانستند برداشت نمایند.

قبل از تسطیح لیزری کشاورزان بایستی برای آبیاری زمین خود از کرت‌هایی در ابعاد کوچک استفاده می‌نمودند اما بعد از تسطیح لیزری، آب به راحتی و به صورت یکنواخت در مزرعه توزیع می‌گردید به همین دلیل کشاورزان اندازه کرت‌های خود را بزرگ‌تر در نظر می‌گرفتند. برخی از کشاورزان اصلاً مرزبندی عرضی نداشتند و فاصله مرزهای طولی خود را نیز بیشتر از قبل کرده بودند. کشاورزان به دو دلیل اعتقاد داشتند که بعد از تسطیح زمین بهره‌وری مزرعه افزایش یافته است. اول به دلیل از بین رفتن ناهمواری‌های زمین و دوم به دلیل کاهش کرت‌ها و جوی‌ها، که به همین دلیل مقداری از سطح مزرعه از دسترس کشاورز خارج می‌گردید. ضمن اینکه کشاورزان بایستی در اراضی غیر مسطح مرزها را عریض‌تر و با ارتفاع بیشتر می‌ساختند به

واکاوی پیامدهای زراعی طرح تسطیح لیزری:...

علف‌های هرز کافی است. به عقیده کارشناسان تسطیح لیزری بهترین راهکار، تغییر آرایش کاشت می‌باشد. کشاورزان با مسطح نمودن زمین قادرند آرایش کاشت خود را از کرت‌بندی کوچک و یا بدون شکل هندسی به سمت آرایش کاشت مسطح به همراه مرزهای طولی و آرایش کاشت نواری تغییر دهند. نتایج با یافته‌های حاصل از مطالعات صورت گرفته توسط عبداله‌اف و همکاران (Abdullaev et al., 2007) و گزنالس و همکاران (Gonzalez et al., 2009) هم راستا می‌باشد.

بررسی تعداد تکرار پیامدهای زراعی بیانگر آن است که تعداد تکرار پیامدهای "قابل پیش‌بینی" بیش از پیامدهای "غیرقابل پیش‌بینی" می‌باشد و کشاورزان تماماً پیامدهای "کارکردی" طرح را بیان نموده‌اند و هیچ اشاره‌ای به پیامدهای "غیرکارکردی" طرح نداشته‌اند. دیاگرام درختی (نگاره ۲) مبین آن است که اجراکنندگان تسطیح مهندسی بیشتر به پیامدهای "قابل پیش‌بینی و مستقیم" طرح اشاره نموده‌اند و نسبت به گروه دیگر پیامدهای زراعی کمتری بیان کرده‌اند.

می‌یابد و این عوامل باعث شده بود که مزرعه نسبت به قبل از تسطیح لیزری پر پشت‌تر باشد. پس از اجرای طرح به دلیل این که عملکرد در واحد سطح افزایش یافته بود "به گفته کشاورزان ۵ هکتار زمین جوابه ۷ هکتار رو می‌ده" این امکان برای کشاورزان فراهم شده که مقداری از زمین را آیش بگذارند. همچنین قبل از تسطیح به دلیل ناهموار بودن زمین تمام سطح مزرعه قابل کشت نبود به همین دلیل کشاورز از تمامی سطحی که می‌توانست به زیر کشت ببرد، بهره می‌برد اما اکنون چون قادر است با آب در دسترس سطح بیشتری را به زیر کشت ببرد هر سال چند هکتار را آیش می‌گذاشت. آیش زمین بستگی به دانش مدیریت منابع آب و زمین کشاورز و میزان اراضی تحت مالکیت وی نیز دارد. مسلماً کشاورزانی که دارای میزان اراضی زراعی کم می‌باشند برای گذران زندگی مجبورند تمام اراضی زراعی تحت اختیار خود را به زیر کشت ببرند. زمانی که زمین ناهموار باشد به دلیل تراکم بالای علف‌های هرز، عدم رشد یکنواخت آن‌ها، پنهان شدن آن‌ها در زیر گیاه، عدم یکنواختی سم پاشی و غیره با یک بار سم پاشی تمامی علف‌های هرز موجود در مزرعه از بین نمی‌رفتند به همین دلیل کشاورزان می‌بایست سم پاشی‌های مجدد داشته باشند. اما بعد از تسطیح اراضی یک بار سم پاشی برای از بین بردن

جدول ۴- نقل و قول‌ها، مفاهیم، تعداد تکرار و نوع پیامدهای فنی مطرح شده توسط کشاورزان در زمینه مدیریت

مزرعه

شرح جملات	مفهوم	تکرار	نوع پیامد
"وقتی که زمین تسطیح باشه، صاف باشه، وقتی رو به اندازه مثلاً ۱۰ سانت ۲۰ سانت گاواهنه گذاشتی پشتش دیگه همی به قرار شخم می‌زنه."، "زمین دیگه صافه، به قراره، تراکتور هم به قرار کار می‌کنه و شخم می‌زنه."، "بعد تسطیح عمق شخم یکسان میشه."	عمق شخم یکسان	۱۹	مستقیم- کارکردی - غیر قابل پیش بینی
"زمین بوده که اصلاً کشت نمی‌شده ولی امروز به وسیله تسطیح کاریش کردن که کشت می‌شه."، "زمینی که پستی بلند داشت فقط جو دیدیم، حتی گندم هم کشت نمی‌کردیم ولی الان دیگه تسطیح می‌کنیم و آبی می‌کاریم."، "الان که زمینمون صاف شده، ۴/۵ هکتار می‌تونیم گندم آب بدیم ۱/۵ هکتار هم یونجه آب بدیم اون موقع نمی‌تونستیم به خاطر اینکه آب دیگه نمی‌رسید."	افزایش سطح زیر کشت	۴۸	غیرمستقیم- کارکردی - قابل پیش بینی

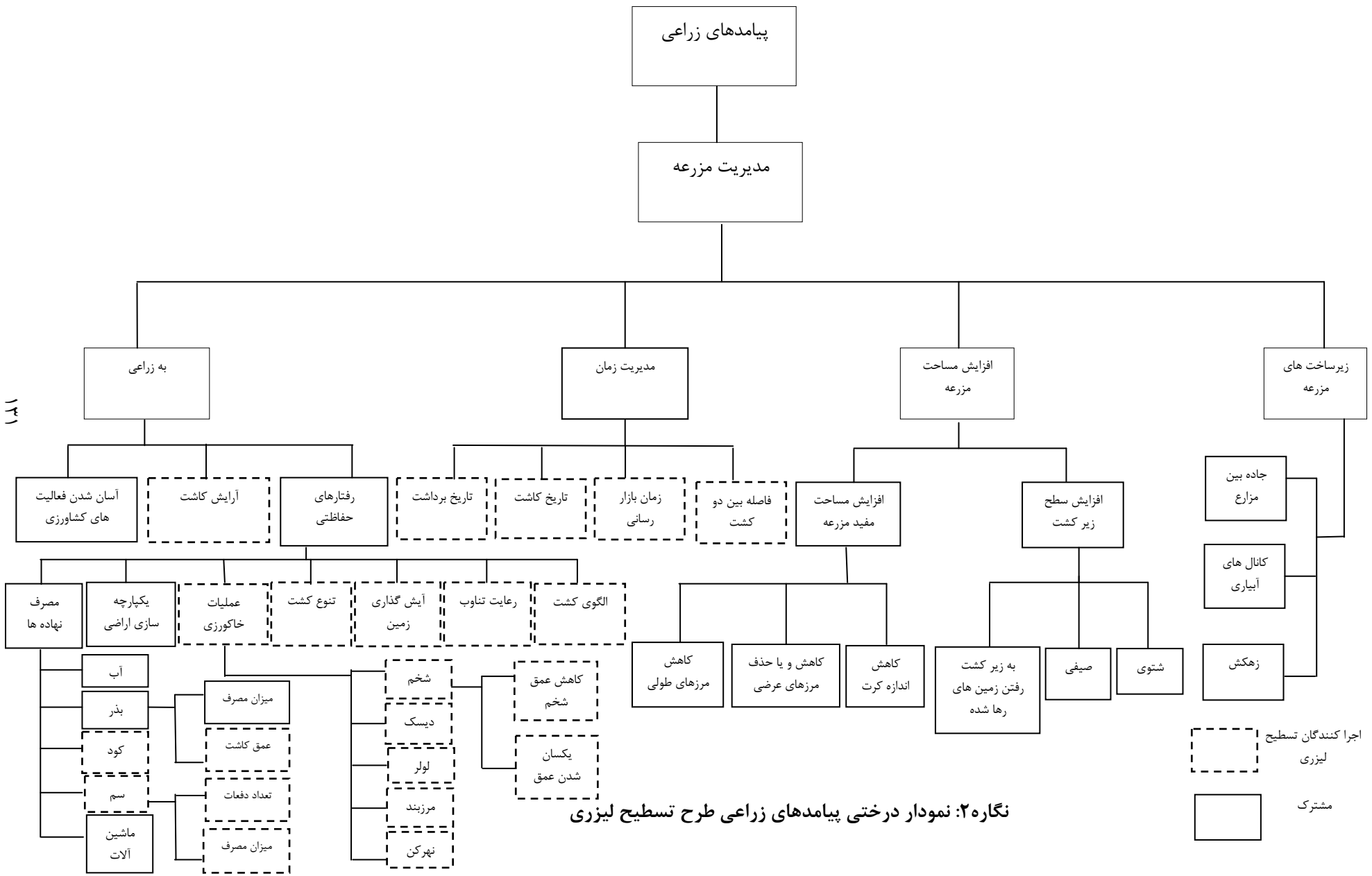
ادامه جدول ۴

مستقیم- کارکردی - قابل پیش بینی	۲۳	کاهش عملیات خاکورزی	قبل از یکنواخت و صاف نبود سه یا چهار تا دیسک می‌زدیم حتماً یکی یا دو تا لولر می‌زدیم. الان این زمین رو اصلاً لولر نردم و فقط جوب‌ها رو با لولر صاف کردم و یک دیسک زدم یعنی یک گاو آهن، سه تا دیسک و یک یا دو لولر شده یک دیسک و یک دستگاه کمبیت برای کشت."، "ما دیگه چند بار دستگاه نمی‌بریم تو زمین با یه بار بردن دستگاه تو زمین ۳-۴ تا کارو با هم انجام می‌دیم."
مستقیم- کارکردی - قابل پیش بینی	۲۲	تسهیل تنظیم عمق کاشت	"زمین تسطیح نشده باشه دستگاه جاهای بلندش شاید بذرمون ۱۰ سانت تا ۱۵ سانت بیره زیر خاک جاهای گودش هم شاید دستگاه ۲ سانت هم نمی‌رسه ولی الان سعی می‌کنیم می‌گیم آقا عمق رو یا ۳ سانت یا ۴ سانت."
مستقیم- کارکردی - قابل پیش بینی	۴۹	راحت‌تر شدن فعالیت‌های کشاورزی	"وقتی لیزری نبود یه جاش تل بود آب نمی‌گرفت با بیل و بدبختی کار می‌کردیم تا آب بره رو تلش."، "وقتی تل و گود باشه چه فایده‌ای داره، وقتی تل و گود بود همش جیگرخونی و بدبختی."، "آبیاریش، سم پاشیش، شخمش همه پیش راحت‌تر شده."
غیر مستقیم- کارکردی - غیر قابل پیش بینی	۱۵	انعطاف پذیری در تاریخ کاشت	"الان که زمین صاف شده تسطیح لیزری شده اگه احياناً ۱۰ روز دیرتر هم بکاریم تاخیر بکنه به خاطری که آب مرتب و مساوی می‌خوره هیچ اشکالی نداره."
غیر مستقیم- کارکردی - غیر قابل پیش بینی	۱۵	جلو انداختن تاریخ برداشت	"قبلاً تا هفتادم گندم باید حتماً آب می‌خورد الان شصتم دو ماه بعد از عید دیگه گندم از آب افتاده سریع‌تر رسیده چون یه قرارتر بوده قبلاً یه سری گندم آب نمی‌خورد خشک می‌شد یه سری هم آب می‌بومد توش خرابش می‌کرد اما حالا یه قرار آب می‌خوره یه قرارم خشک می‌شه زودتر می‌شه برداشت کرد."
غیر مستقیم- کارکردی - غیر قابل پیش بینی	۱۳	تسریع در زمان بازاررسانی	"الان ذرت رو زودتر می‌کاریم زودتر به بازار می‌خوره."
غیر مستقیم- کارکردی - غیر قابل پیش بینی	۱۵	کاهش فاصله زمانی بین دو کشت	"تسطیح لیزری که کردیم کشت دوممون زودتر می‌شه قبلاً تا تیرماه نمی‌شد گندم رو زد الان زودتر گندم زده می‌شه اول تیرماه می‌تونیم ذرت کشت کنیم."
غیر مستقیم- کارکردی - قابل پیش بینی	۴۶	افزایش اندازه کرت‌ها	"تو زمین تسطیح شده اندازه کرت بزرگتره اگه او موقع ۴ متر می‌گرفتم الان می‌تونیم ۶ متر، ۷ متر هم بگیریم."
غیر مستقیم- کارکردی - قابل پیش بینی	۲۷	کاهش ارتفاع مرزهای طولی و عرضی	"الان دیواره‌ها رو کوتاه‌تر می‌گیریم و مرتب آب می‌خوره."، "زمین‌های لیزری اصلاً احتیاج به گوشک نداره."، "در زمین لیزری دیواره‌ها رو کوتاه‌تر می‌گیریم دیگه احتیاج به بیل نداره که مثلاً تو زمینا جلوشون ما می‌گیم گوشک بزنی."، "بعد از تسطیح اصلاً نیازی نیست مرز عرضی بسازیم ارتفاع مرزهای طولی رو هم کمتر می‌سازیم."
غیر مستقیم- کارکردی - قابل پیش بینی	۲۹	افزایش مساحت مفید مزرعه	"بهره‌وری سطح اضافه‌تر می‌شه. چون حدها، جدول و تیرهایی که می‌کشیدیم کمتر می‌شه."
مستقیم- کارکردی - قابل پیش بینی	۲۲	زیر ساخت‌های مزرعه	"لوله‌هایی که می‌خوای بکشی یکنواخت توی ۱ متری می‌شه اتصال بدی به زهکشا تا بره پائین اما زمین ناهموار یه جاش می‌خواد ۲ متر خاکبرداری کنی بعضی جاهاش می‌کشه به ۳ متر بعضی جاهاش می‌کشه به ۲۰ سانت یه چیز نامنظمی در میاد."، "اگه تسطیح باشه تو عمق ۶۰ سانتی به راحتی می‌شه لوله کشی کنی دیگه این گاو آهنی هم که می‌زنی دیگه هیچ وقت نمی‌خوره تو عمق ۶۰ سانتی به لوله."
مستقیم- کارکردی - قابل پیش بینی	۳۵	یکپارچه سازی اراضی	"قبلاً که تسطیح نبود اون می‌گفت زمین من بهتره، وقتی زمین همه تسطیح لیزری و یکنواخت بشه دیگه مشکل نداره، کشاورزا رضایت می‌دن که زمین یکپارچه بشه."
مستقیم- کارکردی - غیر قابل پیش بینی	۲۳	الگوی کشت	"الان زمین که صاف کردیم زراعتی که نمی‌شده کشت کنیم الان می‌تونیم."، "پیاز تو زمینای تسطیح نشده خراب می‌شه الان تونستیم پیاز بکاریم."

واکاوی پیامدهای زراعی طرح تسطیح لیزری...

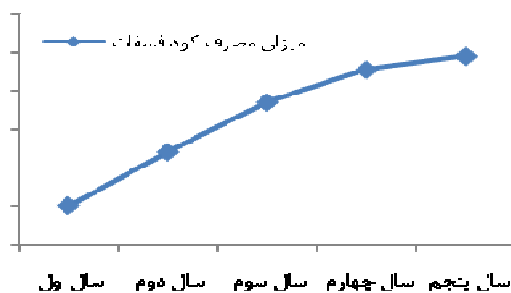
ادامه جدول ۴

غیرمستقیم- کارکردی- غیر قابل پیش بینی	۲۰	تنوع کشت	"اگه زمین تسطیح باشه به راحتی می‌تونیم ۲ هکتار زمینمون رو به چی بکاریم، دو هکتار دیگه به چی دیگه بکاریم، اوسه باید این گندم رو، دورش رو بگرفتیم تا همین جور آب بخوره زراعت دیگه‌ای نمی‌تونستیم بکاریم."
غیرمستقیم- کارکردی- قابل پیش بینی	۲۲	افزایش تراکم بوته	"وقتی زمین پستی بلندی نداره یکنواخت سبز می‌شه تراکم بوته یکنواخته و بیشتره."، "زمین وقتی که صاف باشه بذر خیلی زیر خاک نمیره از نظر پنجه زنیش بهتره تعداد پنجه زنیش بیشتر می‌شه."، "الان زمین خیلی پرتره یکنواخت دیسک می‌خوره تراکم هم بیشترشده."
غیرمستقیم- کارکردی- غیر قابل پیش بینی	۲۰	رعایت تناوب	"رو تناوب هم اثر داره کشاورز با فکر آزاد و راحت می‌ره سراغ تغییر کشت، زمینش دیگه می‌تونیم محصولات متنوع بکاریم هر چی بخوایم مانور بدیم."، "ما قبلاً بعد از گندم ذرت می‌کاشتیم که دشمن زمین بود ولی الان گوجه، پونجه و ... که دوست زمین هست رو به راحتی می‌تونیم کشت کنیم."
غیرمستقیم- کارکردی- غیر قابل پیش بینی	۱۸	آیش زمین	"اگه ۷ هکتار دارم می‌تونم ۵ هکتارش رو بکارم و ۲ هکتارش رو بذارم برای آیش."
غیر مستقیم- کارکردی- غیر قابل پیش بینی	۱۴	کاهش تعداد دفعات سم پاشی	"الان که تسطیح شده به بار که سم می‌زنی چون زمین یکنواخته کلاً علف‌های هرز از بین می‌ره نیاز به دو بار سم پاشی نیست."
غیر مستقیم- کارکردی- غیر قابل پیش بینی	۲۳	کاهش میزان مصرف کود	"وقتی زمین تسطیح علمیه کشتمون به صافه، کرتمون می‌زونه، خوب دیگه وقتی که این آبو اگه زمینمون که تسطیح شده بخواد یک ساعت آب ببره خوب کود هم در قبالش کمتر می‌بره ولی زمینی که تسطیح علمی نشده آب بیشتری می‌بره کود بیشتری هم می‌بره."
غیر مستقیم- کارکردی- غیر قابل پیش بینی	۱۹	کاهش میزان مصرف سم	"زمین که تسطیح بشه میزان مصرف سم کمتر می‌شه."، "اگه الان به لیتر بخواد بزنی اون موقع باید ۲ لیتر می‌زدی."، "الان چون تسطیح لیزری شده کاملاً یکنواخت سم پاشی می‌شه، سم اثر می‌ذاره."
غیر مستقیم- کارکردی- غیر قابل پیش بینی	۳۱	کاهش میزان مصرف بذر	"زمینی که لیزری می‌شه ما تو مصرف بذرمون صرفه جویی می‌شه."، "اوسه ۳۰۰ کیلو بذر می‌ریختیم این جوری ۲۱۰-۲۲۰ کیلو می‌ریزیم ۷۰-۸۰ کیلو صرفه جویی بذر داریم."، "اگه از دستگاه سانتر فیوژ استفاده کنیم زمین یکنواخته، تراکتور با سرعت معینی تو زمین حرکت می‌کنه و مصرف بذر کم می‌شه."
غیر مستقیم- کارکردی- قابل پیش بینی	۱۸	کاهش مصرف سوخت فسیلی	"الان موتور کارش کمتر می‌شه مصرف گازوئیلش کمتر می‌شه."، "برای تراکتور هم تقریباً ۱/۴ مصرف سوختش فرق کرده اگه اون موقع تو ۱ هکتار ۱۰۰ لیتر گازوئیل می‌خواستیم مصرف کنیم حالا شده ۷۰ لیتر."، "وقتی زمین صاف باشه دیگه تراکتور زور کمتری می‌زنه، گازوئیل کمتری هم مصرف می‌کنه."
مستقیم- کارکردی- غیر قابل پیش بینی	۱۴	آرایش کاشت	"زمینی که تسطیح نشده خطی کاشتنش اشتباهه نه گوجه، نه ذرت، نه خیار سبز و این چیا نمی‌تونیم خطی بریزیم."



نگاره ۲: نمودار درختی پیامدهای زراعی طرح تسطیح لیزری

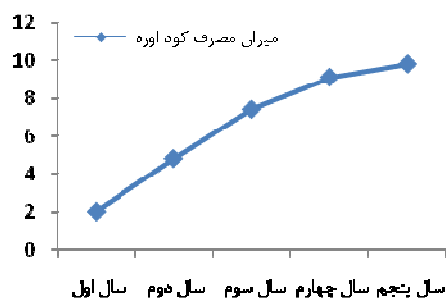
نگاره ۵ مبین آن است که اثر مثبت تسطیح لیزری بر روی میزان مصرف بذر با گذشت زمان افزایش می‌یابد و از سال سوم به بعد ثابت می‌گردد. کشاورزان بیان می‌کردند: "سال اولی چون خاک جابه‌جا شده بود و خاک قوتی نداشت بیشتر بذر ریختیم سالهای بعد که وضعیت خاکمون بهتر شد مصرف بذرمون هم کم کردیم تا این که تو سال ۳ و ۴ یکسان ریختیم". نتایج بررسی میزان مصرف سم آفت کش حاکی از آن است که اثر مثبت تسطیح لیزری بر روی میزان مصرف آفت کش به میزان تقریباً مساوی با گذشت زمان افزایش می‌یابد (نگاره ۶). در این مورد کشاورزان بیان می‌داشتند که: "سال اول چون زراعتمون خوب نشده بود آفت هم بیشتر شده بود زراعت که ضعیف باشه آفت هم بیشتر می‌شه. آفتا به مرور کمتر می‌شن چون دیگه یکنواخت از بین می‌رن". نگاره ۷ نشان دهنده آن است که اثر مثبت تسطیح لیزری بر روی میزان مصرف علف کش از سال دوم به بعد به مرور زمان به میزان تقریباً ثابت افزایش می‌یابد. کشاورزان در زمینه میزان مصرف علف کش می‌گفتند: "مصرف علف کشمون سال اول کم بود چون زمین کوبیده شده بود، زراعتش کمتر شد، علفش هم خوب نبود. سال‌های بعد که زراعتش خوب می‌شه علفش هم بیشتر شد، سال سوم دوباره کمتر شد و مصرف علف کشمون به مرور کمتر می‌شه چون علفا یکنواخت سبز می‌شن با یه بار سم پاشی همش از بین می‌ره".



نگاره ۴ - میانگین نظرات کشاورزان در مورد شدت و جهت اثر تسطیح لیزری بر روی میزان مصرف کود فسفات در طول زمان

بررسی پیامدهای تسطیح لیزری در طول زمان

برای بررسی پیامدهای طرح تسطیح لیزری در طول زمان از کشاورزان خواسته شد که به شدت اثرات این طرح در طول دوره زمانی که تسطیح انجام داده‌اند و همچنین وضعیت این اثرات در سال‌های آتی (تا سال پنجم بعد از انجام تسطیح لیزری)، از ۰ تا ۱۰ نمره دهند. در صورت مثبت بودن اثر، نمره مثبت و در صورت منفی بودن اثر، نمره منفی در نظر گرفته می‌شد. نمره ۱۰ بیانگر بیشترین اثر مثبت، نمره صفر نشان دهنده بی اثر بودن و نمرات منفی مبین این بود که اثر طرح در راستای سود رسانی به کشاورزان نبوده است. میانگین نمرات اختصاص یافته از سوی کشاورزان در زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد. میانگین نمرات نظرات کشاورزان در مورد اثر تسطیح لیزری بر روی میزان مصرف کود اوره و فسفات در طول دوره زمانی پذیرش نوآوری در نگاره ۳ و ۴ بیانگر آن است که سال اول بعد از اجرای طرح، میزان مصرف کود فسفات و اوره بیشتر از سال‌های آتی بعد از آن می‌باشد. کشاورزان در این مورد می‌گفتند: "سال اول هر چی کود دادیم به درد نخورد زراعت اصلاً سبز نشد هی کود بیشتر دادیم بعد سالهای بعد بهتر شد. ما کود سفید و سیاه به خاطری که گلش نرم شده بود، پودر شده بود بیشتر دادیم. سال اول ۷-۸ تا کیسه هکتاری دادیم سال دوم هکتاری ۶-۷ تا کیسه دادیم و به مرور کمتر نیاز به دادن کود داریم چون زمین صاف و یکنواخت می‌شه، دیگه کودمون هدر روی نداره و وضعیت خاک هی بهتر می‌شه".

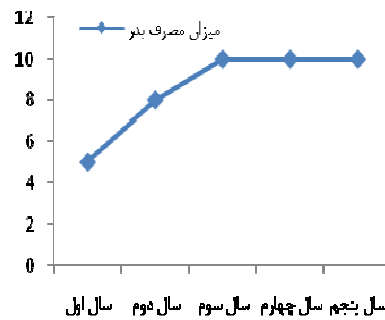
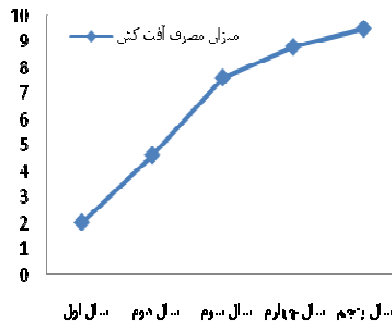


نگاره ۳ - میانگین نظرات کشاورزان در مورد شدت و جهت اثر تسطیح لیزری بر روی میزان مصرف کود اوره در طول زمان

آن در طول زمان تا سال چهارم و ثبات میزان مصرف آب از این سال به بعد می‌باشد (نگاره ۹). کشاورزان می‌گفتند: "من پارسال دوباره یه ۲ هکتاری لیزری کردم هر کرتی پاش ۲۵۰ متر بود که تو ۱۰ دقیقه آب می‌خورد ولی قبلاً ۲ ساعت طول می‌کشید تا آب بخوره ولی الان نه، چون که خاک کوفته می‌شه آب نفوذ نمی‌کنه، حرکت سریع آب باعث شد که دیگه زراعت نکرد. ما از سالی که لیزری کردیم سال اول و دوم عمق نفوذ آب رو کم می‌کنه، خاک، نه کوفته شده آب به زمین نفوذ نمی‌کنه و سریع حرکت می‌کنه و میره برای همین میزان مصرف آبمون بدتر از سال‌های بعدیه بعدش خوب می‌شه".

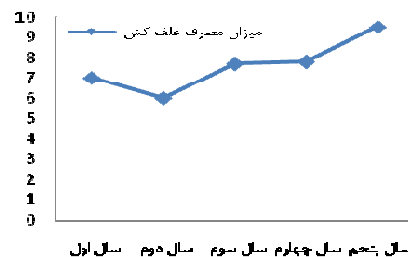
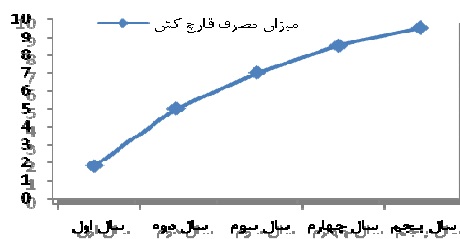
سال اول بعد از انجام تسطیح لیزری به دلیل جابه‌جایی خاک و انتقال اسپورهای موجود در خاک به سرتاسر مزرعه میزان بیماری‌های قارچی افزایش می‌یابد به همین دلیل میزان مصرف قارچ کش بیشتر از سال دوم و سوم و غیره می‌باشد و به مرور زمان به دلیل یکنواختی توزیع آب در مزرعه و کاهش زمان آبیاری و عدم تجمع آب در نقطه‌ای خاص و همچنین مبارزه یکنواخت با بیماری‌ها به دلیل سم پاشی یکنواخت و رعایت تناوب از سوی کشاورزان میزان مصرف سم قارچ کش کمتر می‌گردد (نگاره ۸).

نتایج مطالعه در مورد تغییرات میزان مصرف آب در طول سال‌های بعد از اجرای تسطیح لیزری نشان دهنده کاهش



نگاره ۶- میانگین نظرات کشاورزان در مورد شدت و جهت اثر تسطیح لیزری بر روی میزان مصرف آفت کش در طول زمان

نگاره ۵- میانگین نظرات کشاورزان در مورد شدت و جهت اثر تسطیح لیزری بر روی میزان مصرف بذر در طول زمان



نگاره ۸- میانگین نظرات کشاورزان در مورد شدت و جهت اثر تسطیح لیزری بر روی میزان مصرف قارچ کش در طول زمان

نگاره ۷- میانگین نظرات کشاورزان در مورد شدت و جهت اثر تسطیح لیزری بر روی میزان مصرف علف کش در طول زمان

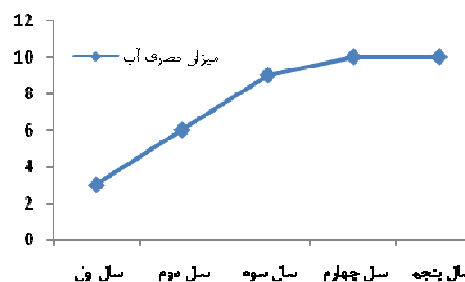
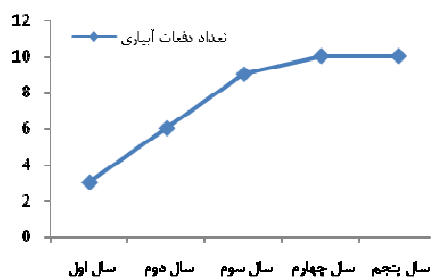
واکاوی پیامدهای زراعی طرح تسطیح لیزری...

پیامدهای تسطیح لیزری کمک می‌نماید. دیاگرام‌های شبکه یکی از بهترین راه‌های استفاده از زنجیره‌های علی می‌باشد. رهیافت شبکه قادر است به شناسایی مسیرهای اثرات مستقیم و غیر مستقیم بپردازد (Tolba et al., 1987). نمودارهای شبکه ابزاری را برای نشان دادن اثرات اولیه، ثانویه، و طبقات بالاتر از اثرات فراهم می‌آورد. در دیاگرام‌های در حال توسعه مرحله اولیه برای مشخص نمودن تغییرات اولیه در مولفه‌های محیطی می‌باشد. تغییرات ثانویه در دیگر مولفه‌های محیطی که در نتیجه تغییرات اولیه بوجود می‌آیند مشخص می‌گردد. این فرآیند تا زمانی که دیاگرام شبکه کامل گردد ادامه می‌یابد. شبکه به درک روابط اساسی ما بین مولفه‌های محیطی که تغییرات درجات بالاتر را بوجود می‌آورند، کمک می‌نماید (Bindu et al., 1997). در نگاره ۱۲ زنجیره علی برخی از پیامدهای طرح تسطیح لیزری آورده شده است.

به همین دلیل تعداد دفعات آبیاری نیز تا سال چهارم بعد از تسطیح لیزری کاهش می‌یابد و از این بازه زمانی به بعد ثابت می‌گردد کشاورزان اعتقاد داشتند که در سال‌های اول بعد از تسطیح لیزری خاک مزرعه زود خشک می‌گردد به همین دلیل بایستی برای کاهش استرس وارد بر گیاه، دوره‌های آبیاری خود را نزدیک‌تر در نظر بگیرند و تعداد دفعات بیشتری مزرعه خود را آبیاری نمایند (نگاره ۱۰) همچنین کشاورزان بعد از اجرای تسطیح لیزری بسته به میزان آب در دسترس و میزان اراضی زراعی خود سطح زیر کشتشان را تا زمانی که میزان آب در اختیارشان پاسخگو باشد، افزایش می‌دهند (نگاره ۱۱).

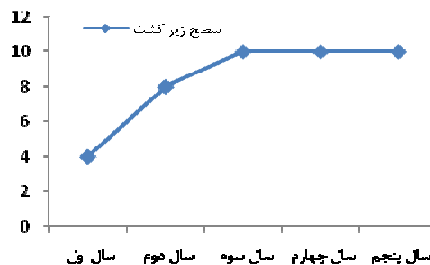
بررسی رابطه بین پیامدهای طرح تسطیح لیزری

توسعه یک مدل مفهومی که نشان دهنده مسیرهای اثرات بالقوه به عنوان زنجیره‌های علی باشد به درک هر چه بهتر



نگاره ۱۰- میانگین نظرات کشاورزان در مورد شدت و جهت اثر تسطیح لیزری بر روی تعداد دفعات آبیاری در

طول زمان

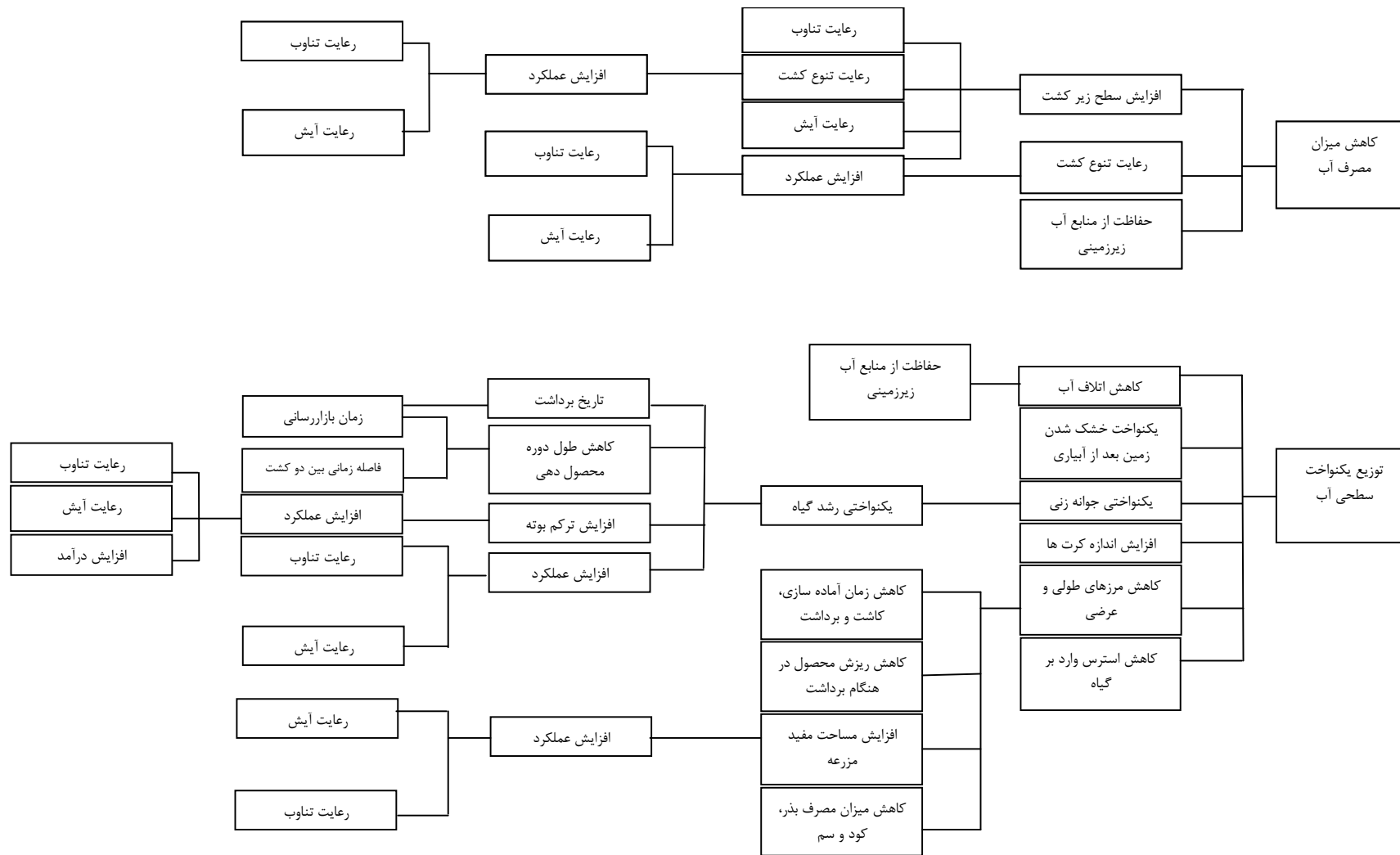


نگاره ۹- میانگین نظرات کشاورزان در مورد شدت و جهت اثر تسطیح لیزری بر روی میزان مصرف آب در

طول زمان

نگاره ۱۱- میانگین نظرات کشاورزان در مورد شدت و جهت اثر تسطیح لیزری بر روی سطح زیر کشت در

طول زمان



نگاره ۱۲- زنجیره علیّی برخی از پیامدهای طرح تسطیح لیزری

کسب اطلاعات در این زمینه را به منظور نشر این نوآوری در بین کشاورزان ایجاد نماید. 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 متاسفانه 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. همچنین نتایج نشان داد که کشاورزان اجرا کننده تسطیح مهندسی، بیشتر پیامدهای "مستقیم و قابل پیش بینی" را بیان می‌نمودند و تعداد پیامدهای ذکر شده توسط آن‌ها کمتر از گروه اجراکننده تسطیح لیزری می‌باشد. 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 اجرا کنندگان 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 نتیجه‌ای 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. نتایج نشان داد پیامدهای "غیرقابل پیش‌بینی" نسبت به پیامدهای "قابل پیش‌بینی" کمتر

همانگونه که ملاحظه می‌گردد برخی از پیامدها در پاسخ بلافاصله به اجرای طرح تسطیح لیزری ایجاد می‌گردد که به آن "اثرات اولیه" و یا پیامدهای "مستقیم" طرح تسطیح لیزری گفته می‌شود. برخی از پیامدها در پاسخ به اثرات اولیه به وجود آمده است که به آن "اثرات ثانویه" طرح تسطیح لیزری گفته می‌شود و به همین منوال اثرات مراحل بالاتر ایجاد گردیده است.

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 فناوری‌هایی که در راستای افزایش بهره‌وری و کاهش میزان مصرف آب عمل می‌کنند یکی از بهترین گزینه‌ها برای جبران کم آبی می‌باشد. فناوری تسطیح لیزری یکی از بهترین فن‌آوری‌های مطرح شده برای کاهش میزان مصرف آب آبیاری می‌باشد. اما بالطبع این فناوری به عنوان یک نوآوری پیشرفته علاوه بر کاهش میزان مصرف آب، پیامدهای دیگری را نیز با خود به همراه داشته است. هدف پژوهش حاضر شناخت پیامدهای زراعی تسطیح لیزری بود.

نتایج مبین آن است که کشاورزان مهمترین اثرات زراعی طرح تسطیح لیزری را کاهش میزان مصرف آب، توزیع یکنواخت سطحی آب، یکنواخت خشک شدن زمین بعد از آبیاری، کاهش اتلاف آب، افزایش سطح زیر کشت، کاهش زمان آبیاری، یکنواختی جوانه زنی، افزایش عملکرد، یکنواختی رشد گیاه، راحت‌تر شدن فعالیت‌های کشاورزی، افزایش سرعت عمل ماشین آلات، افزایش اندازه کرت‌ها و افزایش مساحت مفید مزرعه می‌دانستند. با در نظر گرفتن اثرات زراعی ذکر شده برای تکنولوژی تسطیح لیزری نشر این تکنولوژی در راستای استفاده بهینه از منابع می‌باشد. ترویج باید با ارائه مشاوره به کشاورزان و افزایش سطح دانش و آگاهی آنان در زمینه تسطیح لیزری، انگیزه پیگیری و

کاشت گیاهان سبز و برگرداندن آن به خاک، آیش گذاری زمین، رعایت تنوع کشت و دادن کود آلی در سال اول بعد از اجرای تسطیح لیزری توصیه می‌گردد. داده‌های حاصل از مصاحبه با افراد نمونه مورد بررسی حاکی از آن است که اغلب کشاورزان بلافاصله بعد از تسطیح، زمین خود را به زیر کشت می‌برند، بدون اینکه فعالیت مدیریتی مناسب را انجام دهند، لذا پیشنهاد می‌گردد که در این زمینه اطلاع‌رسانی و توصیه‌های لازم انجام پذیرد زیرا در این صورت ممکن است که در اراضی که حجم خاکبرداری و خاکریزی در آن بالا بوده نه تنها اثرات مثبت هموارسازی و شیب‌بندی مناسب زمین اتفاق نیافتد بلکه فرسایش خاک را نیز تشدید کند. برخی از کشاورزان به دلیل کوچک بودن اراضی تحت مالکیت و درآمد پائین، قادر به استفاده از شیوه‌های مدیریتی مناسب نمی‌باشند که توصیه می‌شود دولت با دادن تسهیلات به این افراد زمینه‌های لازم را فراهم نماید. در نهایت، این پژوهش به بررسی پیامدهای زراعی طرح تسطیح لیزری در یک فاصله زمانی ۴ ساله بعد از اجرای طرح پرداخت لذا توصیه می‌گردد که در تحقیقات آتی به بررسی سایر اثرات طرح و از جمله اثرات اجتماعی و زیست محیطی آن پرداخته شود.

توسط کشاورزان بیان شده است. با توجه به این که کشاورزان بر اساس دانسته‌های خود رفتار می‌نمایند و با توجه به پائین بودن میزان بیان پیامدهای "غیرقابل‌پیش‌بینی" توسط کشاورزان، بایستی مسئولین برنامه‌ریزی‌های لازم را در این زمینه انجام دهند تا کشاورزان از پیامدهای مختلف طرح آگاهی یابند و بر اساس آن تصمیمات مناسب را برای مدیریت مزرعه خود اتخاذ نمایند. بنابراین ضرورت توجه بیش از پیش به امر آموزش و اطلاع‌رسانی احساس می‌شود. از این رو افزایش میزان دسترسی کشاورزان به منابع اطلاعاتی در مورد طرح تسطیح لیزری ضروری می‌باشد. با توجه به نقش انکار ناپذیر رسانه‌های جمعی به عنوان رایج‌ترین ابزار اطلاع‌رسانی در جامعه، ساخت و اجرای برنامه‌های مرتبط با این موضوع منجر به افزایش شناخت کشاورزان در مورد اثرات مختلف اجرای طرح تسطیح لیزری خواهد شد. بررسی پیامدهای طرح در طول زمان نشان داد که اثرات طرح بسته به حجم خاکبرداری و خاکریزی در سال اول بعد از اجرا، مناسب نمی‌باشد و به مرور زمان بهبود خواهد یافت. انجام فعالیت‌های مدیریتی مناسب نقش مهمی در تجدید خواص فیزیکی و شیمیایی خاک پس از اجرای تسطیح دارد. به منظور بهبود خواص خاک مدیریت کشت و کاشت محصولاتی که تثبیت نیتروژن را در خاک انجام می‌دهند،

منابع

- ابراهیمی، م. ت. (۱۳۸۶). راهنمای آسان تسطیح لیزری. سازمان جهاد کشاورزی استان فارس، گزارش چاپ نشده.
- آزادی، ا. ر. (۱۳۸۶). نقش آب و مدیریت آن در عملکرد محصول و کشاورزی پایدار با تاکید بر پایش رطوبت خاک، تسطیح اراضی و روش‌های آبیاری تحت فشار. کمیته کارشناسی ستاد مدیریت خشکی و بحران آب، سازمان جهاد کشاورزی فارس، گزارش چاپ نشده.
- اسفندیاری بیات، م. (۱۳۸۷). بهبود راندمان‌های آبیاری سطحی با تسطیح لیزری اراضی زراعی. دومین سمینار راهکارهای بهبود و اصلاح سامانه‌های آبیاری سطحی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران، اردیبهشت ۱۳۸۷، صص ۲۱۹-۲۰۷.
- 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*، دوره ۲، شماره ۴، صص ۵۳۰-۵۲۳.

واکاوی پیامدهای زراعی طرح تسطیح لیزری...

- رحمتی، م. ه.، انصاری دوست، ش.، مهرانزاده، م.، و پاشایی، پ. (۱۳۸۹). بررسی اثر تسطیح کننده‌های لیزری و مرسوم بر حجم آب مصرفی، شاخص تسطیح و ضریب یکنواختی زمین در اهواز. *مجله پژوهش‌های آب و خاک*، جلد ۱۷، شماره ۴، صص ۱۸۰-۱۶۹.
- شکوهی، ز. (۱۳۸۸). بررسی عوامل موثر بر رفتار تولیدی زارعین استان فارس: با تاکید بر تسطیح لیزری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، دانشکده کشاورزی.
- فاطمی، م.، و کرمی، ع. (۱۳۸۹). مطالعه موردی واکاوی علل و اثرات خشکسالی. *علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران*، جلد ۶، شماره ۲، صص ۹۶-۷۷.
- کرمی، غ. ح. (۱۳۸۹). عوامل موثر بر نگرش بهره‌برداران و مجریان نسبت به اثرات طرح‌های بیابان‌زدایی در استان بوشهر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، دانشکده کشاورزی.
- کمیته راهبردی تسطیح لیزری استان فارس. (۱۳۸۶). طرح تحول بزرگ در افزایش بهره‌وری نهاده‌ها حفظ محیط‌زیست و افزایش درآمد کشاورزان با تسطیح لیزری (دقیق) ۳۵۰ هزار هکتار از اراضی استان فارس در مدت ۵ سال. سازمان جهاد کشاورزی استان فارس، گزارش چاپ نشده.
- موسوی، م. (۱۳۸۷). بررسی تاثیرات تسطیح لیزری اراضی زراعی بر عملکرد و اجزای عملکرد محصول گندم، بازده مصرف آب و یکنواختی توزیع آب در دشت مرودشت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی فیروزآباد.
- موسوی، ف.، پزشکی‌راد، غ.، و چیذری، م. (۱۳۸۷). رابطه مشخصه‌های اجتماعی با نگرش بهره‌برداران نسبت به مدیریت پایدار منابع آب. *علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران*، جلد ۴، شماره ۲، صص ۵۲-۴۳.
- ناهید، ن.، و کرمی، ع. (۱۳۸۹). واکاوی پذیرش کمباین کاه خرد کن در مدیریت بقایای گیاهی: مطالعه موردی گندمکاران شهرستان مرودشت - روستای حسن آباد تلکمین. *علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران*، جلد ۶، شماره ۱، صص ۱۳-۱.

- Abdullaev, I., UI-Hassan, M., and Jumaboev, K. (2007). Water saving and economic impacts of land leveling: The case study of cotton production in Tajikistan. *Irrigation Drainage System*, 21: 251-263.
- Akhtar, M. R. (2006). Impact of resource conservation technologies for sustainability of irrigated agriculture in Punjab-Pakistan. *Agricultural Research*, 44(3): 239-257.
- Asif, M., Ahmed, M., Gafoor, A., and Aslam, Z. (2003). Wheat productivity, land and water use efficiency by traditional and laser land leveling techniques. *Journal of Biological Sciences*, 3(2) 141-146.
- Bindu, N. L., WarrenEvans, J., Everitt, R. R., Ludwig, H., Carpenter, R. A., and Tu, S. (1997). Environmental impact assessment for developing countries in Asia. Word Bank Report.
- Gonzalez, V., Ibarraran, P., Maffioli, A., and Rozo, S. (2009). The impact of technology adoption on agricultural productivity: the case of Dominican Republic. Washington, D.C. : Inter-American Development Bank.
- Jat, M. L., Chandna, P., Gupta, R., Sharma, S. K., and Gill, M. A. (2006). Laser land leveling: A precursor technology for resource conservation. Rice-Wheat consortium technical bulletin series 7, Indian Council of Agricultural Research, 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. (2007). 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. (1987). Benefits and costs of laser land leveling in Egypt. Proceedings of 2nd International Desert Development Conference, Cairo, Egypt, 25-31 January, 171-185.
- Kahlowan, M., Gill, M., and Ashraf, M. (2002). Evaluation of resource conservation technologies in rice-wheat systems of Pakistan. Pakistan council of research in water resources (PCRWR).

- Pasakarnis, G., and Maliene, V. (2010). Towards sustainable rural development in Central and Eastern Europe: Applying land consolidation. *Land Use Policy*, 27: 545-594.
- Ramos, M. C., and Martinez-Casasnovas, J. A. (2006). Impact of land leveling on soil moisture and runoff variability in vineyards under different rainfall distributions in a Mediterranean climate and its influence on crop productivity. *Journal of Hydrology*, 321:131-146.
- Rickman, J. F. (2002). Manual for laser land leveling. Rice-Wheat Consortium Technical Bulletin, Indian Council of Agricultural Research, New Dehli, India.
- Rodrigues, G. S., Campanhola, C., and Kitamura, P. C. (2003). An environmental impact assessment system for agricultural R&D. *Environmental Impact Assessment Review*, 23: 219-244.
- Rogers, E. M. (1995). Diffusion of innovation. (4th ed.). New York: The Free Press.
- Sattar, A., Khan, F. H., and Tahir, A. R. (2003). Impact of precision land leveling on water saving and drainage requirement. *Journal of Agricultural Mechanization*, 34: 39-41.
- Tolba, M., Biswas, K., and Geping, Q. (1987). Environmental impact assessment for developing countries. Natural Resources and Environmental Series, United National University and Tycooly International, London, U. K.
- Yin, R. K. (2003). Case study research: Design and methods. Thousand Oaks: sage.

Analysis of Agronomic Consequences of Laser Land Leveling Project: A Case Study of Sepidan County

S. Tohidyan Far and K. Rezaei-Moghaddam*¹

(Received: Oct. 29, 2012; Accepted: Jul. 27, 2013)

Abstract

Various studies have shown that the application of agricultural inputs especially soil and water resources in uneven lands are not optimal. Laser leveling is one of the important advances in efficient use of agricultural inputs and surface irrigation. The purpose of this paper was to analysis of agronomic consequences of laser land leveling from the view of engineering (adopters of previous land leveling technology) and laser land leveling adopters. The qualitative method using multiple case study was used to collect data from 22 adopters of laser land leveling and 5 adopters of engineering land leveling. The sample was selected through purposive sampling technique. The results showed that the farmers believe that the most important agronomic consequences of laser land leveling are reduction in water consumption, uniform distribution of water on land, uniform drying of irrigated land, reduction of water waste, total area planting increase, reduction in irrigation time, uniform germination of seeds, increase of yield, uniform growth of crop, facilitating agricultural activities, increased speed of machineries, increasing the plot size and increasing the useful area of farm. Also, the results revealed that users of laser system expressed more consequences than the group. Farmers believed that the amount of use of agricultural inputs have decreased over time. Finally, based on the results some practical recommendations have been suggested.

Keywords: Agronomic Consequences, Laser Land Leveling Project, Engineering Land Leveling Project, Case Study, Sepidan.

1. Former graduate student and Associate Professor, Department of Agricultural Extension and Education, Shiraz University, Shiraz, Iran, respectively

* Corresponding Author, Email: rezaei@shirazu.ac.ir.