نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ - کرج

توسعه فن‌آوری سامانه مکان‌یاب جهانی در ماشین‌های تسطیح اراضی کشاورزی

سید مجتبی شفاعی[۱]* و امین اله معصومی[۲]

۱- دانشجوی دکتری بخش مهندسی بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. کد پستی: ٦٥١٨٦-٧١٤٤١

۲- استادیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان. کد پستی: ٨٣١١١- ٨٤١٥٦

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: smshafaei@shirazu.ac.ir

چکیده

با پیشرفت فن‌آوری، ماشین‌های تسطیح به سامانه مکان‌یاب جهانی (GPS) مجهز شده‌اند. این سامانه مجهز به فرستنده و گیرنده متحرک امواج، گیرنده و فرستنده ثابت امواج ماهواره و واحد کنترل می‌باشد. در هنگام تسطیح با استفاده از واحد کنترل سامانه مکان‌یاب جهانی می‌توان عملیات نقشه‌برداری، انتخاب شیب مناسب آبیاری و کوتاه‌ترین مسیر جابجایی خاک را به صورت بلادرنگ تعیین نمود. نرم افزار ذخیره‌کننده داده‌ها در واحد کنترل نیاز به نقشه‌برداری را حذف نموده و با دقتی بالاتر از روش لیزری بهترین شیب و نقشه جابه‌جایی خاک را در حافظه واحد کنترل ترسیم و ذخیره می‌کند. نقشه ارتفاعی نقاط مزرعه تولید شده توسط نرم‌افزار به صورت خودکار، ارتفاع تیغه خاکبرداری ماشین تسطیح را تنظیم می‌نماید. وضعیت تیغه ماشین تسطیح نسبت به زمین با توجه به اختلاف ارتفاع موقعیت هر نقطه مزرعه با ارتفاع مطلوب متناسب با شیب آبیاری، به وسیله واحد کنترل به صورت بلادرنگ تعیین می‌گردد. نتایج استفاده از ماشین‌های تسطیح مجهز به سامانه مکان‌یاب جهانی، حداقل شدن حجم جابجایی خاک، کاهش زمان عملیات تسطیح و دقت بیشتر شیب‌دهی مزرعه و استفاده از یک فرستنده و گیرنده امواج ماهواره (حذف چند فرستنده لیزر) نسبت به روش سنتی و لیزری را نشان داده‌اند.

واژه‌های کلیدی: جابه‌جایی خاک، فرستده و گیرنده امواج ماهواره، واحد کنترل.

مقدمه

آبیاری و نیاز به تسطیح اراضی کشاورزی

بیشترین حجم مصرف آب در جهان مربوط به بخش کشاورزی می‌باشد. این بخش در میان بخش‌های اقتصادی جایگاه ویژه ای دارد و نقش عمده‌ای را ایفا می‌کند. اما متاسفانه بازده آبیاری کمتر از ۵۰ درصد می‌باشد و مابقی به صورت تلفات از دسترس گیاه خارج می‌گردد. این تلفات نه تنها باعث از دست رفتن آب می‌شود، بلکه باعث صدمات جدی دیگر از قبیل شور شدن اراضی، فرسایش خاک، کاهش حاصلخیزی خاک،کاهش کمی و کیفی تولیدات کشاورزی و نهایتا آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌گردد (Esfandiari, 2004).

مهمترین دلایل پایین بودن بازده آبیاری را می‌توان ناهمواری اراضی زراعی، غیرفنی بودن مسیر انتقال و توزیع آب و عدم برنامه‌ریزی آبیاری در مزارع توسط کشاورزان نام برد. فناوری‌های جدید این مشکل را تا حد زیادی مرتفع کرده‌اند. به عبارتی دیگر، به جای افزایش میزان آبیاری مزارع، می‌توان بهره‌وری از آب موجود را افزایش داد. ناهمواری اراضی زراعی باعث کاهش قابل ملاحظه بازده محصول و توزیع غیریکنواخت آب در مزارع می‌شود.

مطالعات انجام شده توسط محققین نشان داده است که مقادیر قابل توجهی از آب آبیاری به دلیل شکل نامناسب مزرعه و ناهمواری سطحی آن به هدر می‌رود (Walker, 1989). نقاط پست بیش از اندازه و نقاط مرتفع کمتر از اندازه آبیاری می‌شوند که هر دو برای محصول مضر است. اگر فراتر رویم، حتی زمین‌های ناهموار از کودهای شیمیایی و کار ماشین‌های کشاورزی نیز به خوبی بهره مند نمی‌شوند. یک زمین با شیب‌بندی و تسطیح مناسب نه تنها موجب گسترش یکنواخت آب و در نتیجه بالا بردن راندمان آبیاری می‌گردد، بلکه دیگر فعالیت‌های زراعی (کاشت، داشت و برداشت) را آسان می‌سازد.

لزوم انجام تسطیح اراضی زراعی به منظور بهبود مدیریت آبیاری در مزرعه و استفاده بهینه از نهاده‌های کشاورزی امری اجتناب ناپذیر است و در این میان تسطیح اراضی یکی از چشم‌گیرترین پیشرفت‌ها در آبیاری سطحی است. تسطیح اراضی زراعی در کشورهای پیشرفته نظیر آمریکا، کشورهای اروپایی و استرالیا به طور وسیع و در کشورهای در حال توسعه نظیر پاکستان، مصر، هند، ایران و ترکیه به طور نسبی استفاده می‌شود. مدیریت یک مزرعه تسطیح شده به مراتب آسان‌تر و مقرون به صرفه‌تر از مزرعه مشابهی با توپوگرافی طبیعی نامناسب است . علاوه بر این، تسطیح، یک روش خوب حفاظتی برای خاک‌های در حال فرسایش است.

تسطیح اراضی کشاورزی به منظور بالا بردن بازده آبیاری و افزایش کیفی و کمی محصول به دست آمده همواره مورد توجه محققین بوده است (Wentao *et al.*, 2003). پژوهشگران بیان نمودند که تسطیح دقیق سبب یکنواختی توزیع آب و مواد غذایی و کاهش آب شویی می‌شود (Pal *et al.*, 2004). برخی از محققین گزارش دادند که زمین‌هایی که با دقت کم تسطیح شده اند و دارای ناهمواری می باشند حدود ۳۰٪ آب آبیاری را تلف می‌کنند (Asif *et al.*, 2003).

اهداف و مزایای تسطیح

هموارسازی، صاف کردن و ایجاد شیب مناسب در زمین با در نظر گرفتن ضریب نفوذپذیری و بافت خاک، جهت جلوگیری از سرعت زیاد آب و فرسایش سطحی و بوجود آوردن شرایط یکسان و هماهنگ توزیع آب در یک عمق، در سراسر مزرعه را تسطیح می‌نامند. هدف از تسطیح، ایجاد شیب به یک اندازه معین بر حسب بافت و ساختمان خاک به منظور نفوذ مناسب (هوا، آب و ریشه)، زهکشی خوب و بهبود بخشیدن به توزیع یکنواخت مواد غذایی و افزایش راندمان آبیاری سطحی است. به طور کلی مزایای تسطیح اراضی را می‌توان در موارد زیر خلاصه نمود:

۱. حفظ، احیا و بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی تجدید شونده نظیر آب و خاک،
۲. افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح،

۳. صرفه‌جویی در مصرف آب،
۴. ایجاد بستر مناسب جهت کشت وکار مکانیزه و کاهش سختی کار کشاورزان،
۵. صرفه‌جویی در زمان آبیاری، افزایش کارآیی و بهینه‌سازی مصرف سایر نهاده‌های کشاورزی،
۶. ایجاد زیربناهای لازم و آرایش هندسی مطلوب جهت پی‌ریزی بهره‌بردای سامانه‌های تکامل یافته‌تر و پیشرفته‌تر آبیاری،
۷. ایجاد زمینه لازم جهت برنامه‌ریزی و به‌کارگیری الگوی کشت مناسب و تناوب زراعی صحیح و مبارزه با بیماری‌ها به نحو مطلوب،
۸. سهولت برداشت محصول و پایین آمدن تلفات حین برداشت و
۹. در سطحی کلان‌تر این امر اثرات غیرمستقیم اقتصادی و اجتماعی فراوانی در پی خواهد داشت.

معایب تسطیح

تسطیح اراضی با عمق زیاد، به علت جابه‌جایی بیش از اندازه خاک، باعث آسیب رسیدن به ساختمان خاک می‌گردد. به‌دلیل افزایش تراکم خاک در اثر حرکت ماشین‌آلات در زمین، مقدار مقاومت به نفوذ خاک بعد از تسطیح در مقایسه با مقاومت به نفوذ قبل از تسطیح در لایه‌های مختلف افزایش می‌یابد. با جابه‌جایی خاک زیر به سطح و برعکس، مواد آلی خاک جابه‌جا می‌گردد که باعث کاهش راندمان عملکرد محصول در سال اول کشت می‌باشد.

مراحل تسطیح

به‌منظور تسطیح اراضی در روش‌های مرسوم مراحل ذیل به‌ترتیب انجام می‌گردد:
۱) شبکه بندی زمین، ۲) برداشت ارتفاع نقاط، ۳) طراحی نقشه تسطیح و ٤) اجرای عملیات تسطیح
با توجه به نقشه تسطیح، مناسب‌ترین الگوی حرکت توسط راننده انتخاب می‌شود. مهمترین پارامتر در انتخاب الگوی حرکت، کمترین مسافت جابجایی خاک می‌باشد. سرعت کار به حجم خاکبرداری و خاکریزی، بافت خاک، طول و عرض زمین، الگوی حرکتی و مهارت راننده بستگی دارد.

سامانه تسطیح لیزری

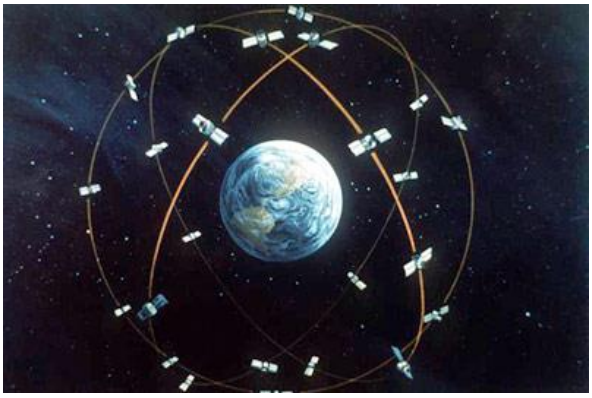
اختراع سامانه تسطیح لیزری اراضی یکی از مهم‌ترین پیشرفت‌ها در آبیاری سطحی محسوب می‌شود. مهم‌ترین و غیرقابل انکارترین برتری تسطیح لیزری نسبت به روش سنت، دقت دستگاه در تسطیح براساس شیب‌های بسیار دقیق طولی و عرضی، به دلیل هوشمند بودن سامانه ترازیاب لیزری آن و بی‌نیازی به حواس انسانی در کنترل تیغه خاکورز برای ایجاد سطحی صاف با شیب مورد نظر می‌باشد (Jat *et al.*, 2006).
تاکنون در بررسی عملکرد ماشین تسطیح لیزری مطالعاتی توسط محققین انجام گردیده است (Mohtasebi *et al.*, 2007; Khadem and Molazehi, 2010; Shafaei *et al.*, 2015). محور اصلی تمام این تحقیقات تجهیز و بهینه‌سازی

ماشین‌های تسطیح لیزری به سامانه‌های جدید به منظور دستیابی به افزایش عملکرد مزرعه‌ای ماشین بوده است.

تسطیح اراضی کشاورزی با استفاده از فن‌آوری سامانه مکان‌یاب جهانی

سامانه مکان یاب جهانی[1]

سامانه مکان‌یابی جهانی یک سیستم ناوبری ماهواره پایگاهی است که توسط وزارت دفاع ایالات متحده آمریکا ایجاد و راه‌اندازی شده است. این پروژه از اوایل سال ۱۹۸۰ آغاز گردید و در تاریخ ۲۷ آوریل ۱۹۹۵ فعالیت کامل سامانه اعلام گردید. بدین معنی که به وسیله این سامانه می‌توان به‌طور ۲٤ ساعت در هر نقطه‌ای از جهان موقعیت یک گیرنده را تعیین نمود. این سامانه از ابتدا برای انجام وظیفه به عنوان یک وسیله کمک ناوبری جهانی برای ارتش ایالات متحده طراحی گردید، ولی اکنون در خدمت اهداف صنعتی، تجاری و کشوری نیز ایفای نقش می‌نماید. این خدمت به طور ۲٤ ساعت و در کلیه شرایط جوی به طور رایگان در دسترس می‌باشد. برای تشریح بهتر می‌توان کل سامانه را به سه بخش فضایی، کنترل و کاربر تقسیم کرد. بخش فضایی متشکل از صورتی فلکی با ۲٤ ماهواره ناواستار می‌باشد (شکل ۱). از این ۲٤ ماهواره ۲۱ فروند در حال کار بوده و سه تای باقی‌مانده ذخیره فعال می‌باشند که به فاصله ۲۰۲۰۰ کیلومتر از سطح زمین، هر کدام دو مرتبه در هر روز و یا یک مرتبه در هر ۱۲ ساعت جهان را دور می‌زنند. این ماهواره-ها ٦ مدار را با ٤ ماهواره در هر مسیر دنبال می-نمایند. این صورت فلکی خاص(از نظر ترتیب ماهواره‌ها) تضمین می‌نماید که حداقل ٤ ماهواره در هر نقطه‌ای از جهان به طور ۲٤ ساعت در معرض دید گیرنده قرار داشته باشد (Morgan and Ess, 1997).



شکل ۱- توزیع ۲٤ ماهواره سامانه مکان‌یاب جهانی

سامانه مکان‌یاب جهانی افتراقی[2]

تصحیح افتراقی روش نسبتا ساده‌ای است که از یک ایستگاه گیرنده سامانه مکان‌یاب جهانی ثابت مستقر در یک موقعیت مکانی مشخص استفاده می‌گردد. گیرنده ثابت معمولا پایگاه نامیده می‌شود. از آنجا که این گیرنده موقعیت

1- Global Position System (GPS)
2- Differential Global Position System (GPS)

صحیح خود و موقعیت صحیح هر ماهواره را می‌داند، فاصله واقعی خود را تا هر ماهواره خواهد دانست. زمانی که پایگاه شبه برد یا فاصله خود تا ماهواره در معرض دیدش را محاسبه می‌کند، خطای هر اندازه‌گیری را نیز تعیین می‌نماید. تفاضل بین فاصله واقعی و فاصله تعیین شده توسط سامانه مکان‌یاب جهانی، مقدار تصحیح افتراقی را مشخص می‌نماید. گیرنده متحرک و ثابت از طریق امواج رادیویی با یکدیگر در تماس هستند. چنانچه تصحیحات فاز حامل به صورت بلادرنگ در اختیار یک گیرنده متحرک قرار گیرد، فرآیند حاصل سینماتیک زمان حقیقی[3] نامیده می‌شود (Morgan and Ess, 1997).

اجزای سامانه تسطیح اراضی کشاورزی مجهز به مکان‌یاب جهانی

فرستنده امواج ماهواره

این فرستده، ماهواره‌هایی از ۲٤ ماهواره سامانه مکان‌یاب جهانی می‌باشد که توسط وزارت دفاع ایالات متحده آمریکا ایجاد و راه‌اندازی شده است.

گیرنده و فرستنده ثابت امواج ماهواره

گیرنده RTK در سامانه تراز خودکار به کار رفته و دقت بالایی نزدیک به ٦ مایل را نتیجه‌می‌دهد. یک سامانه تراز خودکار با یک ایستگاه می‌تواند به صورت هم زمان با چند واحد تسطیح کننده ارتباط برقرار کند. بر خلاف سامانه تسطیح لیزری که فرستنده در مرکز زمین قرار می‌گیرد و امکان مسدود شدن موج فرستاده شده از سوی فرستنده به برخی واحدهای تسطیح کننده وجود دارد، سامانه تسطیح مجهز به مکان‌یاب جهانی این مشکل را ندارد. همچنین با استفاده از این سامانه زمان صرف شده برای واسنجی دقت سامانه مکان‌یاب جهانی به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد. این سامانه را می‌توان به دو صورت قابل حمل و نقل با برق ۱۲ ولت و به صورت ثابت با برق ۱۱۰ ولت به کار برد.

گیرنده متحرک امواج ماهواره

در تسطیح اراضی با استفاده از سامانه مکان‌یاب جهانی دستگاه مکان یاب جهانی مدل RTK کلید تراز خودکار با دقت بالا می‌باشد. سامانه تراز خودکار به صورت پیوسته نقطه مرجع GPS (فرستنده ثابت امواج) را پایش کرده و ارتفاع تیغه ماشین تسطیح را تنظیم می‌کند. سامانه تراز خودکار به سادگی و با دقت بالایی با سامانه هدایت خودکار ماشین تسطیح منطبق می‌شود. این سامانه روی تراکتورها، کمباین‌های غلات و سم‌پاش‌ها قابل نصب و راه اندازی است. این گیرنده از طریق امواج رادیویی FM با گیرنده ثابت به منظور تصحیح افتراقی در تماس می‌باشد.

واحد کنترل

تسطیح خودکار به‌وسیله یک واحد خودکار تماس انگشتی کنترل می‌گردد (شکل ۲). کار با آن به راحتی کار با یک ماشین خود پرداز می‌باشد. تمام عملیات تسطیح از جمله تنظیم شیب، در سمت راست صندلی تراکتور و بدون نیاز به بالا داشتن یک برج لیزر برای ایجاد تنظیمات کنترل می‌گردد. در این واحد نرم افزارهای ثبت داده‌ها، نقشه کشی و

3- Real Time Kinematic

نقشه‌خوانی داده‌های ارتفاعی، تعیین مسیر بهینه، محاسبه‌های تسطیح و غیره تعبیه شده است. این واحد توانایی اجرای عملیات تسطیح و مسیریابی بهینه تراکتور را با دریافت نقشه‌های هوایی ارتفاعی مزرعه از سامانه اطلاعات جغرافیایی[٤] را دارا می‌باشد.

شکل ۲- صفحه قابل لمس ساده واحد کنترل ماشین تسطیح مجهز به سامانه مکان‌یاب جهانی

ماشین تسطیح و تراکتور

لولر در سامانه‌های تسطیح رایج بوده و حجم باکت آن در حال حاضر بین ۱/۵ تا ۳ متر مکعب می‌باشد (شکل ۳)، جابجایی خاک در مسیرهای طولانی به وسیله لولرها مناسب نیست چون خاک در زمان حرکت توسط تیغه بر روی سطح زمین کشیده شده و در صورت طولانی بودن مسیر بخشی از خاک که در زیر قرار دارد به صورت پودر در خواهد آمد، که از نظر خواص فیزیکی خاک مناسب نیست. در حقیقت همیشه یک سطح با اصطکاک بسیار بالا بین تیغه لولر و تراکتور به وجود می‌آید که ضمن کند کردن سرعت عملیات تسطیح، و نیاز به قدرت بیشتر تراکتور برای کشیدن و حمل آن، باعث ناهمواری سطحی و نیاز به تنظیم دوباره و افزایش زمان کار می‌شود. لولرها برای تسطیح نهایی و در واقع تنظیم شیب اراضی که میزان خاکبرداری و خاکریزی آن‌ها در هکتار بسیار ناچیز بوده مناسب می‌باشند.

اسکریپرهای خود کشش در اندازه‌های مختلف موجود می‌باشند. با توجه به به‌کارگیری تراکتورهای پرقدرت با توان بالا، انواع کششی آن‌ها نیز مرسوم گشته است. در حال حاضر اسکریپرهای نیمه سوار کششی در دنیا که توان انجام جابجایی سریع خاک و تسطیح را به طور همزمان یا جداگانه دارند، موجود می‌باشد (شکل ٤) که استفاده از اسکریپرهای کششی مناسب، در هر شرایطی برای تسطیح اراضی توصیه می‌شود. از آنجا که تنوع اسکریپر زیاد است، لذا اسکریپرهای فعلی توان کندن زمین در سطوح بسیار سنگین، تا عمق ٤۰ سانتی‌متر را دارند، در ضمن مخزن آن‌ها تا ظرفیت ٦ متر مکعب را دارا می‌باشد.

چگونی تسطیح اراضی کشاورزی

طرح‌واره عملیات تسطیح اراضی کشاورزی با استفاده از ماشین تسطیح مجهز به سامانه مکان‌یاب جهانی در

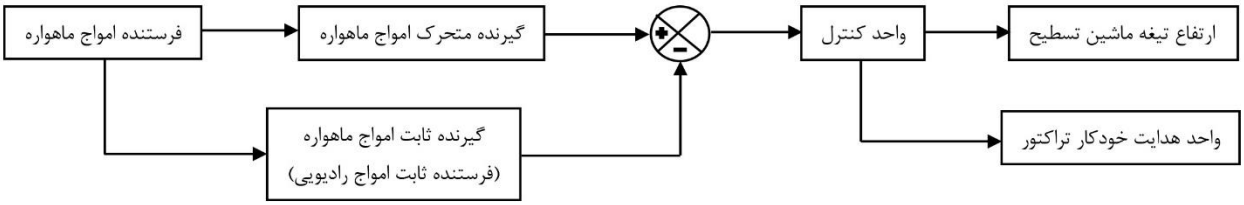
4- Geographic information system

شکل‌های (۵) و (٦) نشان داده شده است. همان طور که در شکل (۵) مشخص است این سامانه یک سامانه کنترل حلقه باز می‌باشد. گیرنده ثابت امواج ماهواره (RTK) مستقر در مزرعه (شکل ۷)، امواج ارسالی از حداقل ۳ ماهواره سامانه مکان‌یاب جهانی را دریافت نموده و با توجه به اینکه موقعیت دقیق خود را دانسته، موقعیت دقیق خود را با موقعیت محاسبه شده از امواج ارسالی از ماهواره‌های سامانه مکان‌یاب جهانی را مقایسه نموده و سیگنال خطا را محاسبه و توسط امواج رادیویی به گیرنده متحرک امواج ماهواره، مستقر بر ماشین تسطیح، ارسال می‌نماید. گیرنده متحرک امواج ماهواره با توجه به امواج دریافتی از ماهواره و فرستنده ثابت موقعیت دقیق خود را محاسبه و به واحد کنترل ارسال می‌نماید. واحد کنترل با توجه به ارتفاع واقعی (محاسبه شده توسط سامانه مکان‌یاب جهانی) و ارتفاع مطلوب (محاسبه شده از شیب مطلوب) هر نقطه، ارتفاع تیغه ماشین تسطیح را پیوسته تغییر می‌دهد.

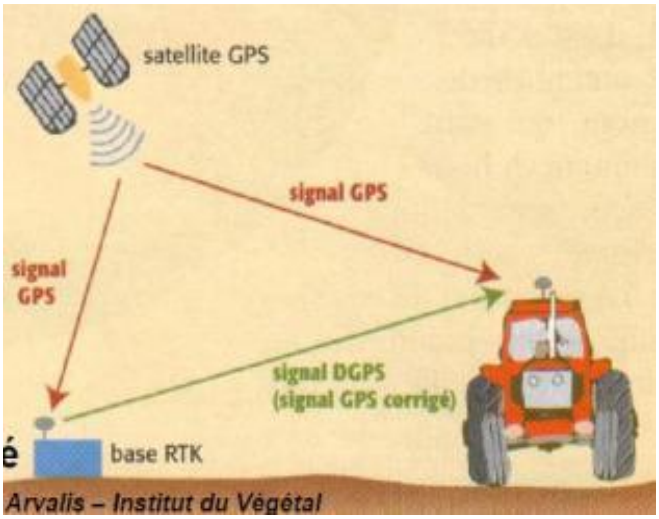
همچنین در صورت ثبت شدن نقشه‌های اطلاعات جغرافیایی (شکل ۸) مزرعه از قبل در حافظه پردازنده واحد کنترل، این واحد با توجه به کمترین مسافت جابجایی خاک فرمان لازم جهت تغییر مسیر حرکت تراکتور را به واحد هدایت خودکار تراکتور ارسال می‌نماید (شکل ۲).

شکل ۳- ماشین تسطیح (لولر)

شکل ٤- اسکریپرکششی در حالت کار در مزرعه

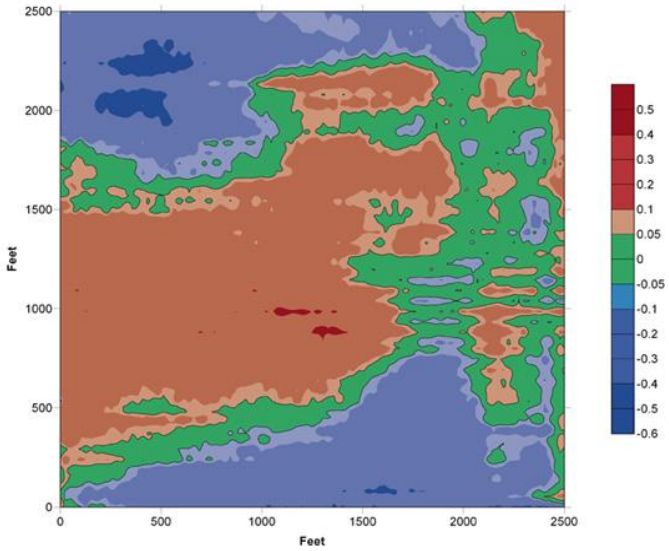


شکل ۵- طرح‌واره سامانه تسطیح مجهز به مکان‌یاب جهانی



شکل ٦- طرح‌واره ارتباط گیرنده‌ها و فرستنده‌های امواج در سامانه تسطیح مجهز به مکان‌یاب جهانی

شکل ۷- گیرنده و فرستنده ثابت امواج ماهواره، مستقر در مزرعه



شکل ۸- نمونه‌ای از نقشه‌های اطلاعات جغرافیایی مزرعه ١٦ هکتاری قبل از تسطیح

مزایای استفاده از سامانه

متغیرهای گرد و غبار، مه، باد و درجه حرارت بالا که مانعی در کارکرد لیزر در سامانه تسطیح لیزر می‌باشد دیگر در این سامانه وجود ندارد. این سامانه در هر نوع شرایط محیطی کار می‌کند تا صرفه‌جویی در زمان شود. ابا استفاده از این سامانه نیاز به تغییر مکان برج فرستنده لیزر در طول مزارع بزرگ حذف می‌گردد. به صورتی که گیرنده و فرستنده اثابت امواج ماهواره (RTK) از یک موقعیت چندین عملیات تسطح را تا شعاع ٦ مایلی کنترل می‌کند. این محدوده عملیات بی نظیر باعث دوری جستن طبیعی از کار مجدد تسطیح نهایی که در اثر پله‌ای شدن شیب مزرعه به علت جابجایی برج فرستنده پرتو لیزر در سامانه تسطیح لیزری می‌باشد را به وجود می‌آورد.

همچنین تسطیح خودکار که در ابزارهای نقشه‌برداری واحد کنترل قرار داده شده‌اند امکانات انتخاب برای تنظیم درجه مطلوب یا به کارگیری تسطیح خودکار توصیه شده با بهترین درجه برای شیب طبیعی را پیشنهاد می‌کند. این باعث حداقل شدن جابجایی خاک و کاهش زمان و فراهم‌سازی شرایط مطلوب ابیاری می‌گردد. نرم افزار ثبت کننده داده‌ها در واحد کنترل با ثبت ارتفاع مطلوب نهایی هر نقطه، نیاز به بررسی شخصی در روش سنتی و لیزری را حذف می‌کند.

نتایج استفاده از سامانه مکان‌یاب جهانی در عملیات تسطیح توسط محققین مختلفی بیان شده است. دقت سامانه مکان‌یاب جهانی در اختلاف ارتفاع ۰/۲۱۳ متر و وسعت داده‌برداری برای تهیه نقشه ۱:۵۰۰۰ گزارش گردیده است (Nagi Zomrawi, 2012). تسطیح با استفاده از سامانه مکان‌یاب جهانی نیاز آب آبیاری را نسبت به تسطیح لیزری به علت دقت بالاتر در انتخاب شیب مناسب جهت آبیاری کاهش می‌دهد (Bahnas and Bondok, 2008). استفاده از این سامانه در مزارع بزرگ، نیاز به تراس‌بندی زمین، که در مراحل تسطیح با سامانه لیزری رایج است را مرتفع می‌کند (Ali and Kamal-Aldeen, 2008).

معایب استفاده از سامانه

هزینه‌های بالای به کارگیری تجهیزات سامانه مکان‌یاب جهانی و عدم پوشش امواج ماهواره‌ای در بعضی نقاط به علت محدودیت‌های حمایتی از طرف کشورهای سازنده تجهیزات از معایب اصلی استفاده از این سامانه در تسطیح اراضی کشاورزی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

استفاده از ماشین‌های تسطیح مجهز به سامانه مکان‌یاب جهانی، حداقل شدن حجم جابجایی خاک،کاهش زمان عملیات تسطیح و دقت بیشتر شیب‌دهی مزرعه نسبت به روش سنتی و لیزری را نشان داده‌اند. اما با توجه به محدودیت‌های هزینه بالای تجهیزات و عدم حمایت کافی در برخی کشورها توسط شرکت سازنده قطعات سامانه مکان‌یاب جهانی، فقط استفاده از سامانه در مزارع بزرگ مقرون به صرفه می‌باشد.

منابع و مآخذ

1- Ali, S. H. and Kamal-Aldeen, N. 2008. Using of GPS and leveling techniques for determining the orthometric heights inside Mosul university. AL-Rafdain Engineering Journal, 16(3): 132-142.
2- Asif, M., Ahmad, 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.
3- Bahnas, O.T. and Bondok, M. Y. 2008. Effect of precision land leveling and biofertilizers on rice water use efficiency in sandy soils. Misr Journal of Agricultural Engineering, 25(4): 1293-1309.
4- Esfandiari, M. 2004. Introduction of laser land leveling technology to Iranian farmers (in Frasi). Proceedings of the First National Conference on Watershed and Soil and Water Management. May 9-10. University of Shahid Bahonar. Kermam. Iran.
5- Jat, M. L., Chandana, P., Sharma, S. K., Gill, M. A. and Gupta, R. K. 2006. Laser Land Leveling: A Precursor Technology for Resource Conservation. Rice–Wheat Consortium Technical Bulletin Series 7. Rice–Wheat Consortium for the Indo-Gangetic Plains. New Delhi. India.
6- Khadem, S. M. R., and Molazehi, S. 2010. Selection, Simulation and laboratory scale manufacturing of a leveler-scraper compatible with laser land leveling system (in Farsi). 6Th National Conference on Mechanics of Farm Machinery Engineering and Mechanization, 15-16 September, University of Tehran, Iran.
7- Mohtasebi, S. S., Hosseinzadeh, A., Omid, M., and Abolfathi, N. 2007. Design and evaluation of automatic agricultural land leveling control system for scraper. International Journal of Agriculture and Biology, 9(1): 59-63.
8- Morgan, M. and Ess, D. 1997. The Precision-Farming Guide for Agriculturist. John Deere Publication.
9- Nagi Zomrawi, M. 2012. Levelling with GPS. International Journal of Computer Science and Telecommunications, 3(7): 109-113.
10- Pal, S. S., Jat, M. L. and Subbarao, A. V. M. 2004. Mission mode project on NATP. Krishi Anusandhan Bhawan II. Pusa. Annual progress report on Precision Farming under

National Agricultural Technology Project submitted to Project Implementation Unit. New Delhi.

11- Shafaei, S. M., Masoumi, A. A. and Gheisari, J. 2015. Design, development and evaluation of an automatic blade depth controller system for a laser-guided land-leveler (in Frasi). Journal of Agricultural Engineering Research, 15(4): 1-12.

12- Walker, W. R. 1989. Guidelines for Designing and Evaluating Surface Irrigation System. FAO. Rome. Italy.

13- Wentao, R., ZhongFei, H., Hong Guang, C., Chengtong, Y., Yong, L., Yujia, W., Zhangyo, Z., and BaoFa, L. 2003. Effect of laser-controlled land leveling and baby rice seedling direct planting on saving water. Translate Chines Society of Agriculture Engineering, 19(3): 72-75.

Development of GPS technology in land leveling machines

Abstract

Land leveling machines were equipped global position system (GPS) in the way of technology improvement. The system contains of main following units: GPS transmitter satellite, stationary GPS receiver and transmitter, moveable GPS receiver, control box. In land leveling, the surveying, selecting best slope and shortest soil transfer path can be determined on-the-go using the control box. The control box software eliminates the surveying and plot and saves the best slop and soil transfer map in control box memory. The land height point values adjust the depth of land leveling machine blade automatically. The blade depth of land leveling machine was determined on-the-go based on desirable height in irrigation slop by control box. The results of applying land leveling machine which was equipped GPS indicated the minimum soil transfer volume, reduction land leveling time, more accuracy in land sloping and use of one transmitter and receiver of GPS (elimination of several laser transmitters) versus traditional and laser land leveling.

Keywords: soil transfer, GPS transmitter and receiver, control unit.